

FIZICĂ

9

manual de clasa a 9-a
pentru școlile generale de învățământ
cu limba română de predare

După redactarea V. G. Bariahtar, S. O. Dovghii

Recomandat de Ministerul Învățământului al Ucrainei

Львів

Видавництво «СВІТ»

2017

УДК [37.016:53](075.3)
Ф50

Перекладено за виданням:

Фізика : підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закл. / [В.Г. Бар'яхтар, С.О. Довгий, Ф.Я. Божинова, О.О. Кірюхіна] ; за ред. В.Г. Бар'яхтара, С.О. Довгого. – Харків : Вид-во “Ранок”, 2017.

Авторський колектив:

В.Г. Бар'яхтар, С.О. Довгий, Ф.Я. Божинова, О.О. Кірюхіна

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(наказ МОН України від 20.03.2017 № 417)*

Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено

Експерти, які здійснювали експертизу даного підручника під час проведення конкурсного відбору проектів підручників для 9 класу загальноосвітніх навчальних закладів і зробили висновок про доцільність надання підручнику грифа «Рекомендовано Міністерством освіти і науки України»:

А. В. Королишин, кандидат фізико-математичних наук,
доцент кафедри фізики металів фізичного факультету
Львівського національного університету імені Івана Франка;

Т. М. Левицька, вчитель-методист, завідувач міським методичним кабінетом
Управління освіти Ніжинської міської ради;

С. М. Совгира, вчитель-методист, учитель Черкаської спеціалізованої
школи І–ІІІ ступенів № 33 імені Василя Симоненка

Рецензент: *І. М. Гельфгат*, кандидат фізико-математичних наук,
вчитель-методист, Заслужений учитель України, учитель фізики
комунального закладу

«Харківський фізико-математичний ліцей № 27»

Автори й видавництво висловлюють щирю подяку:

М. М. Кірюхіну, кандидату фізико-математичних наук,
президенту Спільки наукових і інженерних об'єднань України;

І. Ю. Ненашеву, учителю-методисту, Заслуженому вчителю України;
І. В. Хован, кандидату педагогічних наук, учителю фізики НВК «Домінантга»,
за слушні зауваження й конструктивні поради;

І. С. Чернецькому, кандидату педагогічних наук, завідувачу
відділу створення навчально-тематичних систем знань
Національного центру «Мала академія наук України»,

за створення відеороликів демонстраційних і фронтальних експериментів

*Методичний апарат підручника успішно пройшов експериментальну перевірку
в Національному центрі «Мала академія наук України»*

Ілюстрації художника *Володимира Хорошенка*

Ф 50 **Фізика** : підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закл. з навч. румунською мовою / [В.Г. Бар'яхтар, С.О. Довгий, Ф.Я. Божинова, О.О. Кірюхіна] ; за ред. В.Г. Бар'яхтара, С.О. Довгого ; пер. Р.Г. Рябко. – Львів : Світ, 2017. – 272 с. : іл., фот.

ISBN 978-966-914-076-0

УДК [37.016:53](075.3)

© Бар'яхтар В.Г., Довгий С.О.,
Божинова Ф.Я., Кірюхіна О.О., 2017
© Хорошенко В.Д., ілюстрації, 2017
© ТОВ Видавництво “Ранок”, 2017
© Рябко Р.Г., переклад румунською
мовою, 2017

ISBN 978-966-914-076-0 (рум.)

ISBN 978-617-09-3356-0 (укр.)

Dragi prieteni!

Anul acesta de învățământ veți continua călătoria voastră prin lumea fizicii. La fel ca în anii precedenți, veți urmări fenomenele naturii, veți efectua experimente științifice adevărate și la fiecare lecție veți face descoperiri proprii mici.

Nici una dintre călătorii nu poate fi ușoară, dar câte lucruri noi veți afla despre lumea înconjurătoare! Iar manualul, pe care-l țineți în mâini, vă va deveni un ajutor de nădejde.

Fiți atenți și perseverenți, studiind conținutul fiecărui paragraf și atunci veți putea înțelege esența materialului expus și aplica cunoștințele obținute în viața de toate zilele.

Atrageți atenția, că paragrafele se încheie cu rubricile: «*Facem totalurile*», «*Verificați-vă cunoștințele*», «*Exerciții*». Pentru ce sunt necesare și cum de lucrat cu ele mai bine?

În rubrica «*Facem totalurile*» sunt reprezentate cunoștințe despre principalele noțiuni și fenomene, cu care ați făcut cunoștință în paragraf. Așadar, aveți posibilitatea încă o dată să atrageți atenția asupra esențialului.

«*Întrebări pentru verificare*» vă vor ajuta să clarificați, dacă ați înțeles materialul studiat. Dacă veți putea da răspuns la fiecare întrebare, atunci totul e bine, dacă însă nu, din nou adresați-vă la textul din paragraf.

Rubrica «*Exerciții*» va face călătoria voastră în lumea magică a fizicii și mai interesantă, doar veți putea aplica cunoștințele obținute în practică. Problemele din această rubrică sunt diferențiate după nivelul de dificultate – de la suficient de ușoare, ce necesită numai atenție până la creative, pe care rezolvându-le e nevoie de agerime și perseverență. Numărul fiecărei probleme are culoarea sa (în ordinea creșterii dificultății: albastră, verde, galbenă, roșie și violet).

Printre probleme sunt și de acelea, care servesc pentru repetarea materialului, pe care voi deja l-ați studiat în cursul de științe ale naturii, matematică sau la lecțiile anterioare de fizică.

Atrageți atenția, că în manual există material, marcate prin semnele (*), - el este prevăzut pentru acei, care tind să cunoască mai mult.

Multe lucruri interesante vă așteaptă pe resursul de învățământ «Învățământul interactiv» (interactive.ranok.com.ua). Această-s videoclipuri, ce prezintă în acțiune un experiment sau proces; informație, care vă va ajuta la rezolvarea problemelor; probleme de antrenare sub formă de teste cu verificare computațională.

Fizica - știință în primul rând experimentală, de aceea în manual sunt prezente *însărcinări experimentale* și *lucrări de laborator*. Efectuați-le neapărat și mai bine veți înțelege și iubi fizica. Vă sfătuim să studiați *problemele «cu steluță»*, datorită cărora vă veți învăța a reprezenta rezultatele experimentelor în așa un mod cum le reprezintă învățații adevărați.

Materialele propuse la sfârșitul fiecărui capitol în rubricile «*Facem totalurile capitolului*» și «*Însărcinări pentru autoverificare*» vă vor ajuta să sistematizați cunoștințele obținute, vor fi de folos în timpul repetării materialului studiat și în timpul pregătirii pentru lucrările de control.

Pentru cei ce vor să afle mai multe despre dezvoltarea științei fizice și tehnicii în Ucraina și în lume se vor găsi multe lucruri interesante și de folos în rubricile «*Fizica și tehnica în Ucraina*» și «*Pagina enciclopedică*».

Atrageți atenția asupra faptului, că în manual sunt folosite marcări, care o să vă ajute să vă orientați în materialul expus:



Facem totalurile



Probleme pentru repetare



Întrebări pentru verificare



Sarcina experimentală



Exerciții



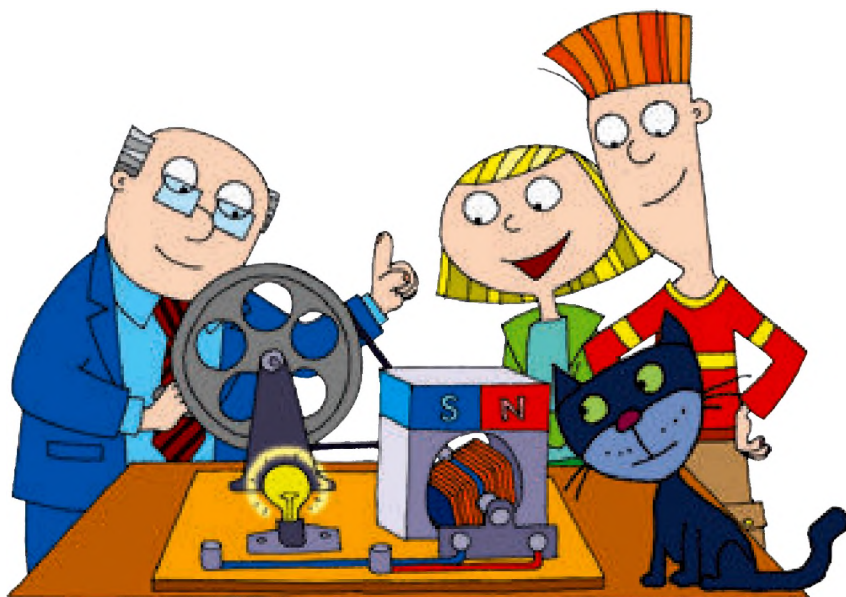
Internet-susținere

Călătorie surprinzătoare în lumea fizicii, succese!

CAPITOLUL I

CÂMPUL MAGNETIC

- Voi știți, că nu vă veți rătăci în pădure, dacă aveți o busolă, iar acum veți afla, dacă busola vă va ajuta să vă orientați pe întinsul ghețarilor Arcticii și Antarctidei
- Voi ați observat, cum magnetul atrage agrafe de fier, iar acum veți putea explica, de ce el nu atrage monede de cupru
- Voi știți a măsura intensitatea curentului, iar acum veți afla despre principiul acțiunii ampermetrului
- Voi permanent vă folosiți de electricitate, iar acum veți afla, cum funcționează generatorul de energie electrică





§ 1. FENOMENE MAGNETICE. EXPERIENȚA LUI OERSTED. CÂMPUL MAGNETIC

Încă în timpurile străvechi a fost observată, capacitatea unor minereuri de fier de a atrage corpuri metalice. Grecii antici au numit bucățile de astfel de minereuri pietre magnetice, probabil de la denumirea orașului Magnezia de unde a fost adus acest minereu. Acum ele sunt numite *magneți naturali*. Există de asemenea și *magneți artificiali*. Astăzi veți face cunoștință cu unele proprietăți ale magneților, veți afla, că interacțiunea magnetică se realizează prin intermediul câmpului magnetic și de asemenea despre legătura dintre fenomenele magnetice și cele electrice.

1 tuidiem proprietățile magneților permanenți

Încă în clasa a 5-ea, studiind cursul de științe ale naturii, voi ați aflat despre fenomenele magnetice și ați observat, că unele corpuri au proprietatea de a atrage spre sine corpuri metalice și însuși să se atragă.

Corpurile, care păstrează proprietățile magnetice un timp îndelungat se numesc magneți permanenți.

Prima încercare științifică de studiere a magnetismului a fost efectuată în sec. XIII de către fizicianul francez Pierre Pelerin de Mericourt (datele exacte de viață nu sunt cunoscute) în «Epistola despre magnet». Mai esențial proprietățile magneților permanenți au fost studiate de către William Hilbert (1544–1603) – fizician și doctor englez, unul dintre întemeietorii științei despre electricitate. Să expunem principalele din aceste proprietăți.

Proprietățile principale ale magneților permanenți

1. Acțiunea magnetică a magnetului este diversă pe diferite porțiuni ale suprafeței lui; porțiunile, unde acțiunea magnetică este cea mai puternică sunt numite poli ai magnetului.

2. Magnetul are doi poli – nord N și sud S*. Este imposibil de obținut un magnet numai cu un singur pol.

3. Polii magneților de același nume se resping, de nume diferit – se atrag.

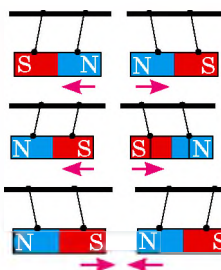
4. În caz de încălzirea magnetului permanent până la o anumită temperatură, care se numește Punctul Curie, proprietățile magnetice ale lui dispar.



Magnet platbandă



Magnet în formă de potcoavă



Metalul	Curie, °C
Fier	770
Cobalt	1115
Nichel	354

* De la olandezul *noord* – mieză-noapte; *zuiden* (de la germ. Suden) – miezăzi.

2 Facem cunoștință cu experiența lui Oersted și experiențele lui Ampere

Deja savanții Greciei Antice au lansat ipoteza, că fenomenele magnetice și electrice sunt legate între ele, dar să stabilească această legătură savanții au putut numai la începutul sec. XIX.

La 15 februarie anul 1820 fizicianul danez Hans Christian Oersted (1777–1851) le-a demonstrat studenților săi experiența cu încălzirea conductorului de către curentul electric. În timpul experienței savantul a observat, că la trecerea curentului electric acul magnetic amplasat în apropierea conductorului, se abate de la direcția «nord-sud» și se așează perpendicular pe conductor (fig. 1.1). Cum numai dispărea curentul, acul se întorcea în poziția inițială. Astfel a fost stabilit, că *curentul electric exercită o anumită acțiune magnetică*.

Fizicianul și matematicianul francez *Andre Marie Ampere* (1775–1836) pentru prima dată a auzit despre experiențele lui Oersted la 4 septembrie anul 1820 și deja după o săptămână a demonstrat interacțiunea a două conductoare parcurse de curent amplasate paralel (fig. 1.2). Ampere de asemenea a demonstrat, că bobinele prin care trece curentul electric se comportă ca niște magneți permanenți (fig. 1.3). Analizând rezultatele experiențelor, savantul a ajuns la concluzia: conductoarele sunt neutre din punct de vedere electric (ele nu sunt încărcate), de aceea atracția sau respingerea lor nu poate fi explicată prin acțiunea forțelor electrice, – «comportarea» conductoarelor este consecința acțiunii *forțelor magnetice*.

3 Definiția câmpului magnetic

În timpul studierii fenomenelor electrice în clasa a 8-a ați aflat despre aceea, că în spațiul din jurul corpului electricizat există *câmp electric și anume prin intermediul câmpului electric se realizează interacțiunea electrică dintre corpurile și particulele încărcate*.

În jurul corpului magnetizat și în jurul conductorului parcurs de curent de asemenea există câmp – el este numit *magnetic*. *Acțiunea magnetică se realizează cu o anumită viteză prin intermediul câmpului magnetic* (la această concluzie pentru prima dată a ajuns fizicianul englez Michael Faraday (1791 – 1867)).

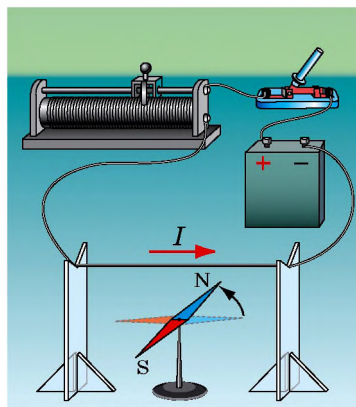


Fig. 1.1. Schema experienței lui H. Oersted

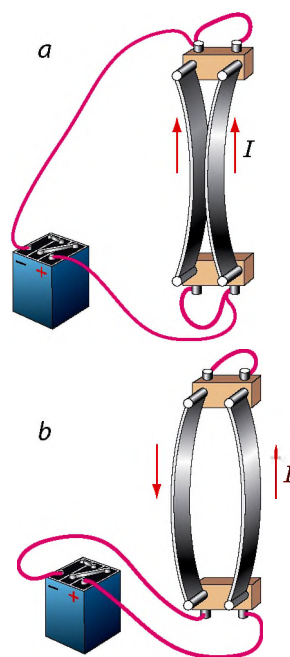


Fig. 1.2. Schema experienței lui A. Ampere. Dacă prin doi conductori paraleli trec curenții în aceeași direcție, conductorii se atrag (a); dacă trec curenți în direcții opuse, conductorii se resping (b)

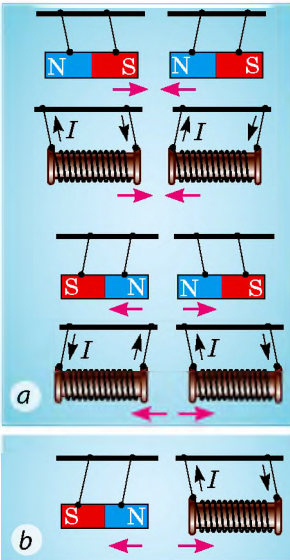


Fig. 1.3. Bobinele cu curent se comportă ca magneții permanenți

Să studiem, de exemplu, interacțiunea magnetului permanent cu o bobină cu curent (fig. 1.3, b). Bobina cu curent crează câmp magnetic. Câmpul magnetic se propagă în spațiu și începe să acționeze asupra magnetului permanent (corpului magnetizat) – magnetul se abate. Magnetul de asemenea crează câmp magnetic, care la rândul său acționează asupra bobinei cu curent – bobina de asemenea se abate.

Vom menționa, că câmpul magnetic de asemenea există în jurul oricărei particule *mobile* încărcate și în jurul oricărui corp mobil încărcat și acționează cu o anumită forță asupra corpurilor și particulelor încărcate, care *se mișcă* în câmp magnetic.

Atrageți atenția: noi nu putem vedea câmpul magnetic, însă el (la fel ca și câmpul electric) este absolut real – aceasta-i o formă a materiei.

Câmpul magnetic – aceasta-i o formă de existență a materiei, care există în jurul corpurilor magnetizate, conductorilor parcurși de curent, corpurilor și particulelor mobile încărcate și acționează asupra altor corpuri magnetizate, conductoare cu curent, corpuri și particule mobile încărcate situate în acest câmp.

? Întoarceți-vă la experiența lui Oersted (vezi fig. 1.1) și experiența lui Ampere (vezi fig. 1.2) și explicați, cum se

realizează interacțiunea magnetică dintre acul magnetic și conductorul parcurs de curent; dintre doi conductori parcurși de curent.



Facem totalurile

Corpurile, care păstrează proprietățile magnetice ale sale, se numesc magneți permanenți. Principalele proprietăți ale magneților:

- Acțiunea magnetică a magnetului se relevă cel mai puternic în apropierea polilor lui;
- Polii magnetici de același nume se resping, iar cei de nume diferite – se atrag; este imposibil de obținut magnet cu un singur pol;
- În cazul încălzirii magnetului permanent până la o anumită temperatură (punctul Curie) proprietățile lui magnetice dispar.

Interacțiunea magnetică se realizează prin intermediul câmpului magnetic. Câmpul magnetic – aceasta-i o formă a materiei, care există în jurul corpurilor magnetizate, conductorilor parcurse de curent, particulelor și corpurilor mobile încărcate.



Întrebări pentru verificare

1. Numiți proprietățile principale ale magneților permanenți. Dați exemple pentru confirmarea acestor proprietăți. 2. Descrieți experiența lui H. Oersted. În ce constă esența descoperirii lui? 3. Descrieți experiențele lui A. Ampere. Ce demonstrează ele? În apropierea căror obiecte există câmp magnetic? Asupra căror obiecte el acționează? 4. Dați definiția câmpului magnetic.



Exercițiul nr. 1

1. Acul magnetic l-au amplasat lângă un magnet platbandă (fig. 1). Care pol al magnetului este sud, iar care nord?
2. O andrea a fost magnetizată și tăiată cu ajutorul cleștelui de tăiat sârmă în două, iar apoi în patru părți (fig. 2). Câți poli va avea fiecare parte de andrea? Ce proprietate a magneților ne demonstrează această experiență?
3. De ce pilitura de fier, atrasă de polii magnetului, iese în afară în diferite părți (vezi des. de la pag. 6)?
4. De ce jetul de metal topit se subțiază, când prin el trece curentul?
5. Folosindu-vă de surse suplimentare de informații, aflați despre istoria descoperirii lui H. Oersted. Ce experiențe a efectuat el, studiind câmpul magnetic al conductorului parcurs de curent? Ce rezultate a obținut?

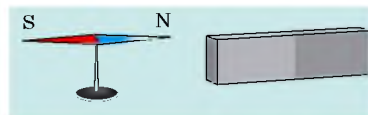


Fig. 1

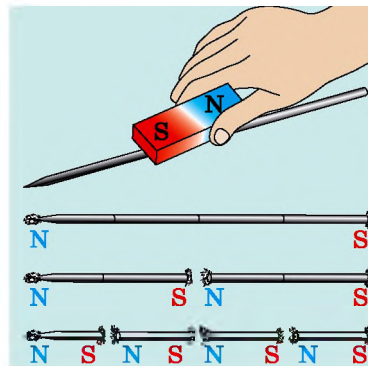


Fig. 2



Însărcinare experimentală

1. Verificați pe cale experimentală unele proprietăți ale magneților, folosindu-vă de doi-trei magneți permanenți, de exemplu de vergelele constructorului magnetic.
2. Luați câteva ace cu ață. Puneți ațele într-o legătură și apropiați lin de jos de ace un magnet permanent. Explicați fenomenul observat (fig. 3).

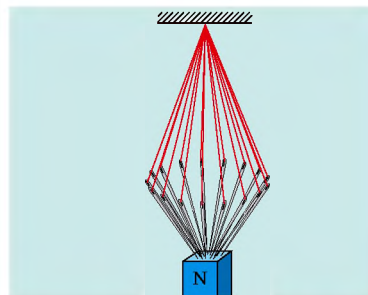


Fig. 3

Fizica și tehnica în Ucraina

Institutul de magnetism al ANȘ a Ucrainei (Kiev) – instituție de știință de frunte, ce efectuează cercetări în domeniul magnetismului și al materialelor magnetice. Institutul este de bază în pregătirea studenților facultății de fizică-matematică a ITN «Institutul politehnic din Kiev», facultăților de fizică și radiofizică a INK în numele lui T Șevcenko.

Organizatorul și primul director al institutului a devenit în anul 1995 renumitul fizician, academician ucrainean, Eroul Ucrainei Victor Grâgorovâci Bariahtar, cunoscut după lucrările sale fundamentale în domeniul fizicii teoretice, fizicii fenomenelor magnetice, fizicii corpului solid și de asemenea cercetărilor consecințelor ecologice ale catastrofei de la Cernobâl. Din a. 2016 institutul este condus de către membrul-corespondent al ANȘP Iurii Ivanovici Gorobeți. V. G. Bariahtar este directorul de cinstă al institutului.

Materialele confecționate la institut pentru senzorii și registratorii de informație, aparatura presiunilor și temperaturilor înalte, monocristalele crescute și sintetizate în instituția științifică sunt pe larg aplicate în electronică, medicină, etc. Institutul este proprietarul tehnologiei și utilajelor unice pentru polisarea peliculelor subțiri.

Complexul de cercetare științifică de microscopie electronică și de scanare de rastru pentru cercetările de nanostructură al institutului de magnetism se referă la obiectele, care reprezintă patrimoniul național.



§ 2. INDUCȚIA CÂMPULUI MAGNETIC. LINIILE INDUCȚIEI MAGNETICE. CÂMPUL MAGNETIC AL PĂMÂNTULUI

Noi nu putem vedea câmpul magnetic, însă e foarte important să ne învățăm a-l reprezenta. În aceasta ne poate ajuta acele magnetice. Fiecare dintre asemenea ace – aceasta-i un magnet permanent mic, care se poate roti ușor în plan orizontal (fig. 2.1). Însă cum se reprezintă grafic câmpul magnetic și ce mărime fizică îl caracterizează, voi veți afla din acest paragraf.

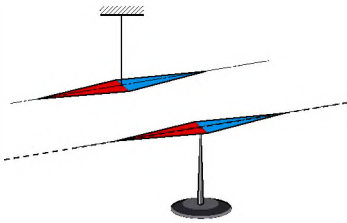


Fig. 2.1. Acul magnetic – este un magnet permanent. Prin linie punctată este indicată axa acului magnetic

1 Studiem caracteristicile de forță ale câmpului magnetic

Dacă o particulă încărcată se mișcă în câmp magnetic, atunci câmpul va acționa asupra particulei cu o anumită forță. Valoarea acestei forțe depinde de sarcina particulei, direcție și valoarea vitezei mișcării ei și de asemenea cât de puternic este câmpul.

Caracteristica de forță a câmpului magnetic este *inducția magnetică*.

Inducția magnetică (inducția câmpului magnetic) – aceasta-i mărimea fizică vectorială, care caracterizează acțiunea de forță a câmpului magnetic.

Inducția magnetică se notează cu simbolul \vec{B} .

Unitatea de măsură a inducției magnetice în SI - **tesla** *; numită în cinstea fizicianului sârb Nikola Tesla (1856–943):

$$[B] = 1 \text{ T}$$

Drept **direcție a vectorului inducției magnetice** în punctul dat al câmpului magnetic este aleasă direcția, pe care o indică polul nord al acului magnetic, stabilit în acest punct (fig. 2.2).

Atrageți atenția! Direcția forței, cu care câmpul magnetic acționează asupra particulelor mobile încărcate sau asupra conductorului parcurs de curent, sau asupra acului magnetic nu coincide cu direcția vectorului inducției magnetice.

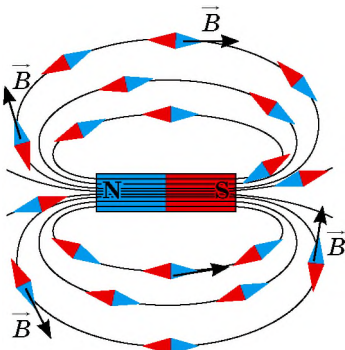
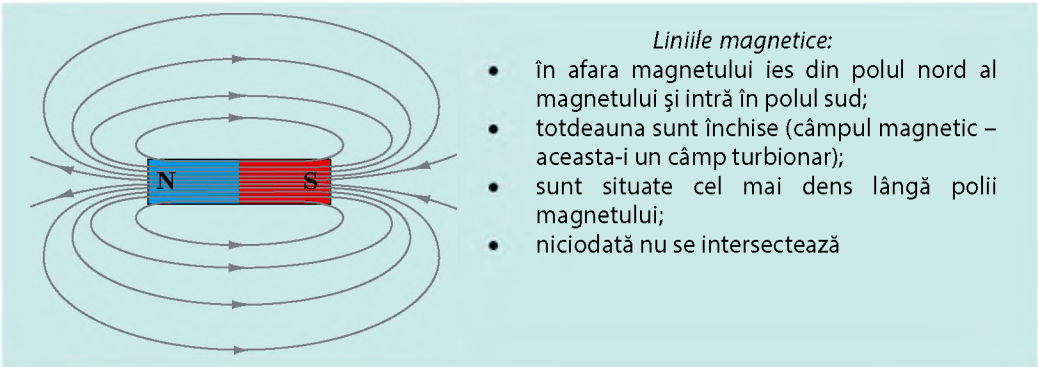


Fig. 2.2. În câmpul magnetic acele magnetice se orientează într-un anumit mod: polul nord al fiecărui ac magnetic indică direcția vectorului inducției magnetice în punctul dat

2 Să reprezentăm câmpul magnetic

În fig 2.2 vedem, că acele magnetice nu se orientează în câmpul magnetic dezordonat: axele lor parcă crează linii, iar vectorul inducției magnetice în fiecare punct este orientat de-a lungul tangentei la linia, ce trece prin acest punct.

* Cum se reprezintă 1 T prin alte unități ale SI, prin ce formulă poate fi determinat modulul inducției magnetice, cum este orientată forța, cu care câmpul magnetic acționează asupra unui conductor parcurs de curent veți afla din materialul § 4.



Liniile magnetice:

- în afara magnetului ies din polul nord al magnetului și intră în polul sud;
- totdeauna sunt închise (câmpul magnetic – aceasta-i un câmp turbionar);
- sunt situate cel mai dens lângă poli magnetului;
- niciodată nu se intersectează

Fig. 2.3. Liniile câmpului magnetic al magnetului platbandă

Liniile convenționale orientate, ale căror tangente în fiecare punct coincid cu linia, de-a lungul căreia este orientat vectorul inducției magnetice se numesc **linii de inducție magnetică** sau **linii magnetice**.

Anume cu ajutorul liniilor magnetice se reprezintă grafic câmpurile magnetice:

- 1) drept direcție a liniilor inducției magnetice în punctul dat s-a convenit a lua direcția vectorului inducției magnetice;
- 2) liniile inducției magnetice se reprezintă mai des în acele regiuni ale câmpului, unde modulul inducției magnetice este mai mare.

Privind reprezentarea grafică a câmpului magnetic al magnetului platbandă, putem trage unele concluzii (vezi fig. 2.3). Vom menționa, că aceste concluzii se vor adevăra pentru liniile magnetice ale oricărui magnet.

? Ce direcție au liniile magnetice în interiorul magnetului platbandă?

Tabloul liniilor magnetice se poate vizualiza, utilizând pilitura de fier. Să luăm un magnet în formă de potcoavă, punem pe el o placă din sticlă organică și printr-o sită cernem pe placă pilitura de fier. În câmpul magnetic fiecare bucățiță de fier se va magnetiza și se va transforma într-un «ac magnetic mic». «Acele» improvizate se vor orienta de-a lungul liniilor magnetice ale câmpului magnetului (fig. 2.4).

? Reprezențați în caiet tabloul liniilor magnetice ale câmpului magnetic al magnetului în formă de potcoavă. Țineți minte despre aceea, că liniile magnetice totdeauna sunt închise.



Fig. 2.4. Imaginea, creată de lăntșorul de pilitură de fier, creează tabloul liniilor inducției magnetice ale câmpului magnetic al magnetului în formă de potcoavă

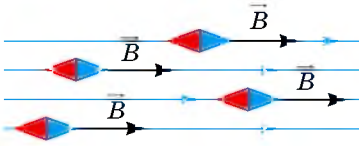


Fig. 2.5. Porțiunea, pe care câmpul magnetic este uniform

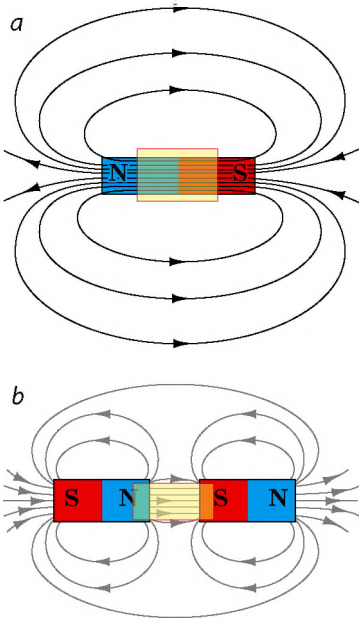


Fig. 2.6. Câmpul magnetic în interiorul magnetului platbandă (a) și între doi magneti, orientați unul față de altul cu polii de nume diferit (b), poate fi considerat uniform

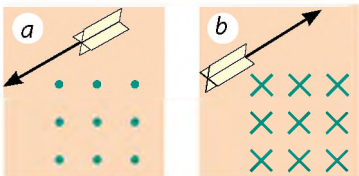


Fig. 2.7. Reprezentarea liniilor de inducție magnetică a câmpului magnetic uniform, care sunt perpendiculare pe planul desenului și orientate spre noi (a); orientate dinspre noi (b)

3 Să examinăm câmpul magnetic uniform

Câmpul magnetic într-o anumită parte a spațiului se numește **uniform**, dacă în fiecare punct al lui vectorii inducției magnetice sunt aceiași atât după modul, cât și după direcție (fig. 2.5).

Pe porțiunile, unde câmpul magnetic este uniform, liniile inducției magnetice sunt paralele și sunt situate la aceeași distanță una de alta (fig. 2.5, 2.6). În fizică este conceput de a nota liniile câmpului magnetic omogen, care sunt orientate spre noi cu puncte (fig. 2.7, a) – noi parcă vedem vârful «săgeților», ce zboară spre noi. Dacă liniile magnetice sunt orientate de la noi, atunci ele sunt notate cu cruciulițe – noi parcă vedem penele «săgeților», ce zboară de la noi (fig. 2.7, b).

Bineînțeles, că în majoritatea cazurilor noi avem de a face cu câmpul magnetic neuniform – câmpul, vectorii inducției magnetice ale căruia au diferite valori și direcții. Liniile de inducție magnetică ale unui astfel de câmp sunt curbilinii și densitatea lor este diferită.

4 Studiem câmpul magnetic al Pământului

Cu scopul studierii magnetismului terestru William Hilbert a confecționat un magnet permanent în formă de sferă (medelul Pământului). Amplasând pe această sferă o busolă, el a observat, că acul busolei se comportă la fel ca și la suprafața Pământului.

Experiențele i-au permis savantului să admită, că Pământul – acesta-i un magnet colosal, iar la nordul planetei noastre se află polul magnetic sudic al lui. Investigațiile ulterioare au confirmat pe deplin ipoteza lui W. Hilbert.

În fig. 2.8. este reprezentat tabloul liniilor inducției magnetice ale câmpului magnetic al Pământului.

? Imaginați-vă, că voi călătoriți spre polul Nord, mișcându-vă exact în direcția, pe care o indică acul busolei. Veți ajunge oare la locul de destinație?

Liniile de inducție magnetică ale câmpului magnetic al Pământului nu sunt paralele cu suprafața lui. Dacă se va fixa acul magnetic astfel, ca el să se poată roti liber în jurul axelor atât orizontale cât și în jurul celei verticale, atunci acul se va stabili sub un anumit unghi față de suprafața Pământului.

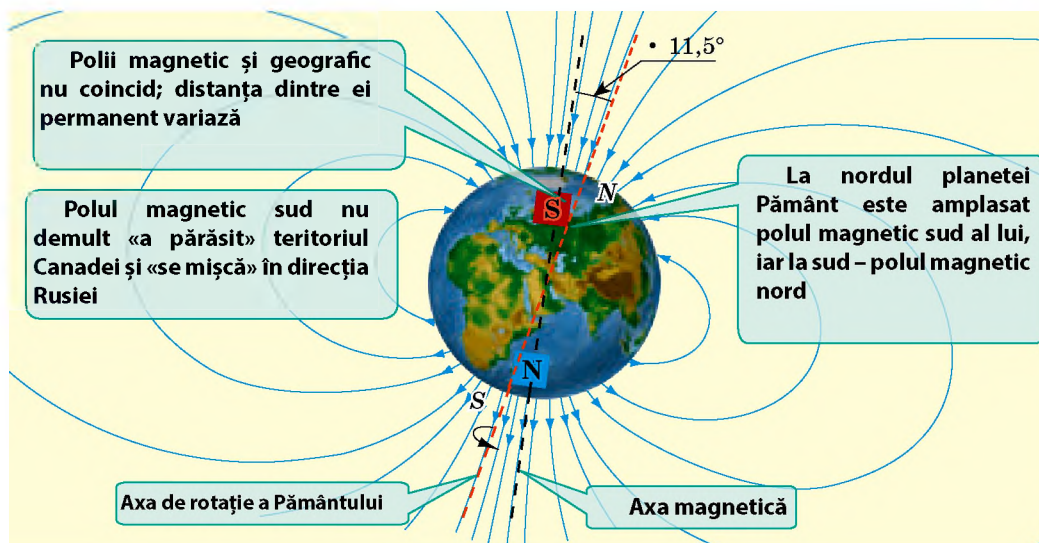


Fig. 2.8. Schema amplasării liniilor câmpului magnetic al Pământului

? Cum după părerea voastră, va fi amplasat acul magnetic în dispozitivul reprezentat în fig. 2.9, în apropierea polului magnetic nord al Pământului? În apropierea polului magnetic sud al Pământului?

Câmpul magnetic al Pământului din timpuri străvechi ajută călătorilor, marinarilor, militarilor și nu numai lor să se orienteze. S-a stabilit, că peștii, mamiferele marine și păsările în timpul migrațiilor sale se orientează după câmpul magnetic al Pământului. Tot așa se orientează, căutând drumul spre casă și unele animale, de exemplu pisicile.

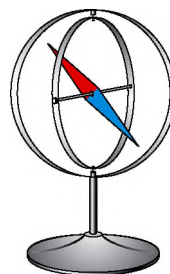


Fig. 2.9. Pentru însărcinarea din § 2

5 Să aflăm despre furtunile magnetice

Cercetările minuțioase au arătat, că câmpul magnetic al Pământului în orice teren zilnic se schimbă. În afară de aceasta, se observă mici modificări anuale ale câmpului magnetic al Pământului. Însă uneori se întâmplă și schimbări foarte bruște ale lui. Puternicile perturbații ale câmpului magnetic al Pământului, care cuprind toată planeta și durează de la o zi până la câteva zile sunt numite furtuni magnetice. Oamenii sănătoși practic nu le simt, dar iată la persoanele care suferă de boli cardiovasculare și de boli ale sistemului nervos furtunile magnetice le provoacă înrăutățirea dispoziției.

Câmpul magnetic al Pământului este un așa numit , care apără planeta noastră de particulele încărcate, ce zboară din cosmos mai ales de la Soare («vântul solar»). În apropierea polilor magnetici fluxurile de particule se apropie suficient de aproape de atmosfera Pământului. În timpul intensificării activității solare particulele cosmice pătrund în straturile superioare ale atmosferei și ionizează moleculele gazului – atunci pe Pământ se observă aurora polară (fig. 2.10).

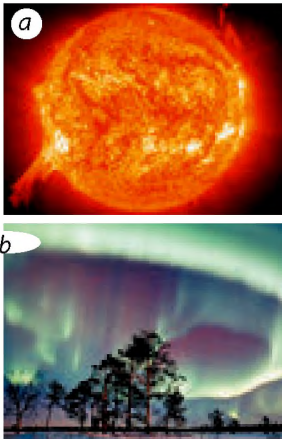


Fig. 2.10. În perioada intensificării activității solare se mărește aria petelor negre pe Soare (a), iar pe Pământ au loc furtuni magnetice și aurora polară (b)



Facem totalurile

Inducția magnetică \vec{B} – aceasta-i mărimea fizică vectorială, care caracterizează acțiunea de forță a câmpului magnetic. Direcția vectorului inducției magnetice coincide cu direcția, pe care o indică polul nord al acului magnetic. Unitatea de măsură a inducției magnetice în SI – tesla (T).

Liniile convenționale orientate, ale căror tangente în fiecare punct coincid cu linia, de-a lungul căreia este orientat vectorul inducției magnetice se numesc linii de inducție magnetică sau linii magnetice.

Liniile inducției magnetice totdeauna sunt închise, în afara magnetului ele ies din polul nord al magnetului și intră în polul sud, sunt mai dese în acele regiuni ale magnetului, unde modulul inducției magnetice este mai mare.

Planeta Pământ are câmp magnetic. În apropierea polului geografic nord al Pământului este amplasat polul lui magnetic sud, în apropierea polului geografic sud – polul magnetic nord.

Întrebări pentru verificare

1. Dați definiția inducției magnetice.
2. Cum este orientat vectorul inducției magnetice?
3. Care este unitatea de măsură a inducției magnetice în SI? În cinstea cui ea este numită?
4. Dați definiția liniilor inducției magnetice.
5. Care direcție este aleasă drept direcție a liniilor magnetice?
6. De ce depinde densitatea amplasării liniilor magnetice?
7. Care câmp magnetic se numește uniform?
8. Demonstrați, că Pământul are câmp magnetic.
9. Cum sunt amplasați polii magnetici ai Pământului în raport cu cei geografici?
10. Ce sunt furtunile magnetice? Cum ele influențează asupra omului?

Exercițiul nr. 2



1. În fig. 1 sunt reprezentate liniile inducției magnetice pe o anumită porțiune a câmpului magnetic. Pentru fiecare caz a-c determinați:

- 1) ce fel de câmp este acesta – uniform sau neuniform;
- 2) direcția vectorului inducției magnetice în punctele A și B ale câmpului;
- 3) în care punct – A sau B – inducția câmpului magnetic este mai mare.

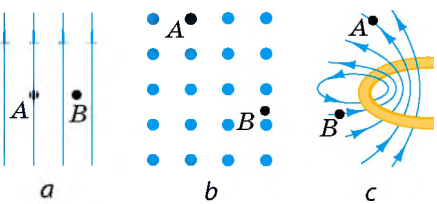


Fig. 1

2. De ce gratiile de oțel de la geam cu timpul se pot magnetiza?

3. În fig. 2 sunt reprezentate liniile câmpului magnetic, care este creat de doi magneți permanenți identici, așezați unul față de altul cu polii de același nume.

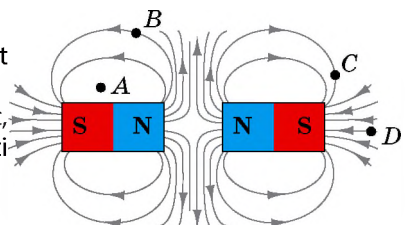


Fig. 2

1. Există oare câmp magnetic în punctul A?
 - 1) Ce direcție are vectorul inducției magnetice în punctul B? În punctul C?
 - 2) În care punct – A, B sau C – inducția magnetică a câmpului este cea mai mare?
 - 3) Ce direcție au vectorii inducției magnetice în interiorul magneților?
4. În trecut în timpul călătoriilor spre polul Nord apăreau greutăți privind determinarea direcției de mișcare, doar în apropierea polului busolele obișnuite aproape că nu funcționează. Cum credeți, de ce?
5. Folosiți-vă de surse suplimentare de informații și aflați, ce importanță are câmpul magnetic pentru viața pe planeta noastră. Ce s-ar fi întâmplat, dacă brusc ar fi dispărut câmpul magnetic al Pământului?
6. Pe suprafața terestră sunt regiuni, unde inducția magnetică a câmpului magnetic al Pământului este cu mult mai mare decât în regiunile vecine. Folosiți-vă de surse suplimentare de informații și aflați despre anomalii magnetice mai detaliat.
7. Explicați, de ce orice corp neîncărcat totdeauna se atrage de un corp, care are sarcină electrică.



§ 3. CÂMPUL MAGNETIC AL CURENTULUI. REGULA BURGHIULUI

Știți deja, că în jurul unui conductor parcurs de curent există câmp magnetic. Să cercetăm acest câmp cu ajutorul piliturii de fier. Pentru aceasta vom trece conductorul printr-o foaie de carton perpendicular pe suprafața lui, vom turna pe carton pilitură de fier și vom închide circuitul. În câmpul magnetic al conductorului pilitura se va magnetiza și vor crea imaginea liniilor de inducție magnetică a câmpului magnetic al conductorului parcurs de curent – cercuri concentrice, ce cuprind conductorul (vezi fig. 3.1). Dar cum se poate determina direcția liniilor magnetice?

1 Facem cunoștință cu regula burghiului

Vom amplasa lângă conductor câteva ace magnetice și vom trece prin conductor curentul electric – acele se vor orienta în câmpul magnetic al conductorului (fig. 3.1, a). Polul nord al fiecărui ac va indica direcția vectorului inducției magnetice a câmpului în punctul dat și, așadar, și direcția liniilor magnetice ale acestui câmp.

Odată cu schimbarea sensului curentului în conductor se va schimba și orientarea acelor magnetice (fig. 3.1, b). Aceasta înseamnă, că *direcția liniilor magnetice depinde de sensul curentului în conductor*.

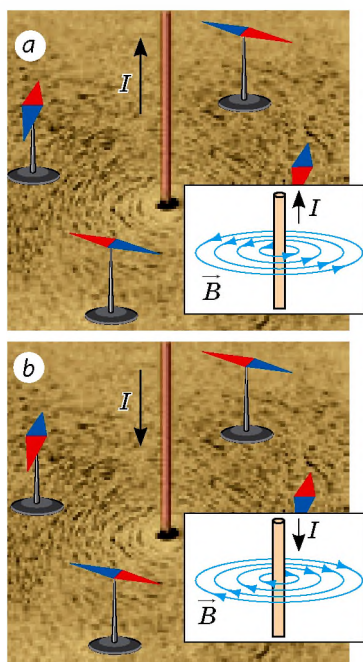


Fig. 3.1. Determinarea direcției liniilor de inducție magnetică a câmpului magnetic al conductorului parcurs de curent cu ajutorul acelor magnetice

E clar, că e incomod de determinat direcția liniilor de inducție magnetică cu ajutorul acului magnetic, de aceea se aplică **regula burghiului**:

Dacă se va roti burghiul în sensul curentului electric în conductor, atunci sensul rotirii mânerului burghiului va indica direcția liniilor câmpului magnetic al curentului (fig. 3.2, a);

sau altfel:

Dacă orientăm degetul mare al mâinii drepte în direcția curentului electric din conductor, atunci patru degete îndoite vor indica direcția liniilor câmpului magnetic al curentului (fig. 3.2, b).

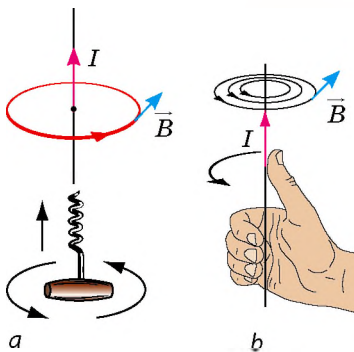


Fig. 3.2. Determinarea direcției liniilor câmpului magnetic al conductorului cu curent cu ajutorul regulei burghiului

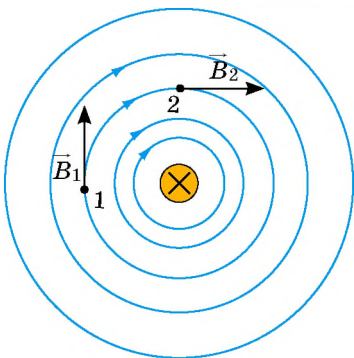


Fig. 3.3. Liniile de inducție magnetică a câmpului magnetic al unui conductor drept parcurs de curent. Conductorul este situat perpendicular pe planul desenului; cruciulița (x) indică, că intensitatea curentului în conductor este orientată de la noi

? Convingeți-vă de certitudinea regulei burghiului pentru cazurile expuse în fig. 3.1.

2 Clarificăm de ce depinde modulul inducției câmpului magnetic al conductorului parcurs de curent

Amintiți-vă: acțiunea magnetică a conductorului parcurs de curent pentru prima dată a fost descoperită de către H. Oersted în a. 1820. Dar iată de ce această descoperire nu a putut fi făcută mai devreme? Chestia constă în aceea, că cu mărirea distanței de la conductor inducția magnetică a câmpului magnetic creat de el scade considerabil. Așadar, dacă acul magnetic este amplasat nu în apropierea conductorului parcurs de curent, acțiunea magnetică a curentului practic este neînsemnată.

? Examinați fig. 3.3. De ce odată cu mărirea distanței de la conductor densitatea liniilor inducției magnetice se micșorează? Sunt oare aceiași modulii vectorilor \vec{B}_1 și \vec{B}_2 ?

Inducția magnetică de asemenea depinde de intensitatea curentului: *odată cu mărirea intensității curentului în conductor inducția magnetică a câmpului magnetic creat de el se mărește.*

3 Să studiem câmpul magnetic al unei bobine parcursă de curent

Înfășurăm un fir izolat pe o bobină și lăsăm să treacă prin el curentul electric. Acum dacă vom amplasa pe lângă bobină ace magnetice, atunci acele magnetice se vor întoarce cu polul nord spre unul din capetele bobinei, iar spre celălalt – cu polul sud (fig. 3.4). așadar, în jurul bobinei parcurse de curent există câmp magnetic.

Ca și magnetul platbandă, bobina parcursă de curent are doi poli – sud și nord. Polii bobinei sunt repartizați la capetele ei și ei pot fi ușor determinați cu **ajutorul regulei mâinii drepte**:

Dacă patru degete îndoite le vom orienta după direcția curentului ce parcurge bobina, atunci degetul mare dezdoit la 90° va indica direcția la polul nord al bobinei, adică direcția vectorului de inducție magnetică în interiorul bobinei (fig. 3.5)

Comparând liniile de inducție magnetică a magnetului permanent platbandă și liniile magnetice ale bobinei cu curent, se poate observa asemănarea lor (fig. 3.6). Vom menționa: acul magnetic, bobina cu curent atârnată și magnetul permanent suspendat se orientează în câmpul magnetic al Pământului la fel.

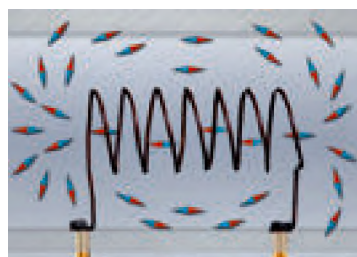


Fig. 3.4. Cercetarea câmpului magnetic produs de o bobină parcursă de curent cu ajutorul acelor magnetice

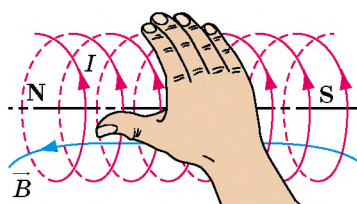


Fig. 3.5. Determinarea polilor unei bobine parcurse de curent cu ajutorul mâinii drepte



Facem totalurile

În jurul unui conductor parcurs de curent există câmp magnetic. Inducția magnetică a câmpului creat de curent scade cu mărirea distanței de la conductor și crește odată cu mărirea intensității curentului în conductor.

Direcția liniilor de inducție magnetică ale câmpului magnetic al unui conductor parcurs de curent poate fi determinată cu ajutorul acelor magnetice sau cu ajutorul regulei burghiului.

Bobina parcursă de curent ca și magnetul permanent are doi poli. Ei pot fi determinați cu ajutorul mâinii drepte: dacă patru degete îndoite le vom orienta după direcția curentului ce parcurge bobina, atunci degetul mare dezdoit la 90° va indica direcția la polul nord al bobinei.

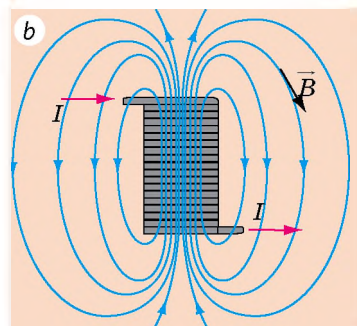
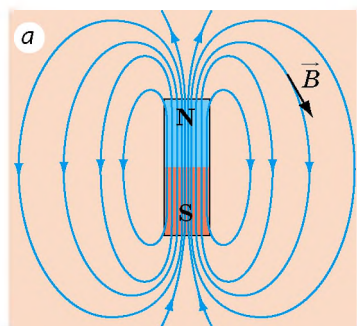


Fig. 3.6. Liniile de inducție magnetică ale câmpului magnetic, ale magnetului platbandă (a) și ale bobinei cu curent (b)



Verificați-vă cunoștințele

1. Cum se determină direcția liniilor inducției magnetice ale câmpului magnetic al unui conductor parcurs de curent? 2. Formulați regula burghiului. 3. Cum depinde inducția magnetică a câmpului magnetic al unui conductor parcurs de curent de distanța până la conductor? De intensitatea curentului în conductor? 4. Cum arată liniile de inducție magnetică ale câmpului magnetic al unui conductor drept parcurs de curent? Al unei bobine parcurse de curent? 5. Cum se determină polii magnetici ai unei bobine parcurse de curent?



Exercițiul nr. 3

1. În fig. 1 este reprezentată o linie de inducție magnetică a câmpului magnetic al unui conductor parcurs de curent. Care este direcția curentului?
2. În fig. 2 sunt reprezentate liniile de inducție magnetică ale câmpurilor a două conductoare parcurse de curent. 1) Cum este orientat câmpul magnetic al conductorului reprezentat în fig. 2, a? 2) Care este direcția curentului în conductorul, reprezentat în fig. 2, b? 3) În care punct A sau B (fig. 2, a, b) – câmpul magnetic este mai puternic?
3. Cu ce pol trebuie să se întoarcă spre noi acul magnetic (fig. 3)? Se va schimba oare răspunsul, dacă acul magnetic va fi amplasat deasupra conductorului?
4. Deasupra bobinei este suspendat un magnet (fig. 4). Cum se va comporta magnetul, dacă circuitul se va închide?
5. Determinați polii sursei de curent din fig. 5.
6. În unele dispozitive manifestările câmpului magnetic al curentului nu sunt de dorit. În asemenea dispozitive se aplică *înfășurarea bifilară*: conductorul se îndoaie în două astfel încât ambele capete ale lui să fie alături. În ce constă sensul unei asemenea înfășurări?

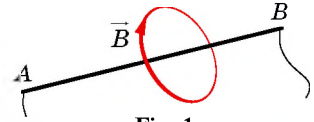


Fig. 1

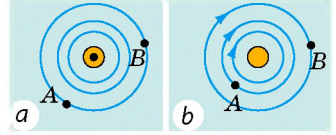


Fig. 2

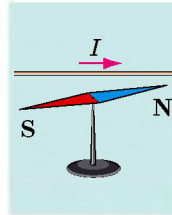


Fig. 3

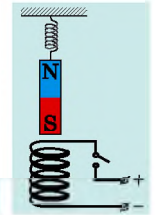


Fig. 4

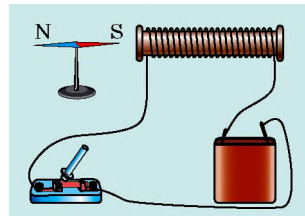


Fig. 5



Însărcinare experimentală

«Busolă electromagnetică». Încleiați un cilindru din hârtie cu diametrul de 7–10 mm și lungimea de 4–5 cm. Înfășurați pe această carcasă 20 – 30 de spire de sârmă subțire și elastic izolat. Fixați bobina obținută orizontal pe o scândură mică (sau o coajă) și legați capetele firului cu o baterie de elemente galvanice. Determinați polii bobinei și însemnați-le. Dați drumul scândurii într-un vas larg umplut cu apă. Busola electromagnetică e gata. Cum va funcționa ea? Introduceți în interiorul bobinei un cui de fier. Oare va funcționa corect acum busola voastră?

Fizica și tehnica în Ucraina



Olexandr Illici Ahiezer (1911–2000) – renumit fizician–teoretician ucrainean, academician al ANȘU, fondatorul școlii științifice de fizică teoretică. Printre ucenicii lui – academicienii V. G. Bariahtar, D. V. Volkov, S. V. Peletminskiy, O. G. Sâtenko și peste 30 de membrii-corespondenți și doctori în științe.

Studiind interacțiunea ultrasunetului cu cristalele, O. I. Ahiezer a descoperit mecanismul de absorbție, condiționat de modularea energiei cvaziparticulei de către câmpul exterior, care a primit denumirea de «mecanismul lui Ahiezer». Savantul este autorul teoriei reacțiilor nucleare

de rezonanță, a obținut rezultate fundamentale în timpul cercetării fizicii plasmei, împreună cu ucenicii săi a formulat bazele electrodinamicii plasmei. Împreună cu V. G. Bariahtar și S. V. Peletminskiy învățatul a descoperit un fenomen nou – rezonanța magneto-acustică.

În cinstea lui O. I. Ahiezer este numit institutul de fizică teoretică, ce este o ramură de structură a centrului științific Național «institutul fizico-tehnic din Harcov».

§ 4. FORȚA AMPERE

Din materialul § 1 ați aflat, că câmpul magnetic acționează cu o anumită forță asupra unui conductor cu curent. Iar din cursul de fizică pentru clasa a 8-a țineți minte, că forța – aceasta – o mărime fizică vectorială, de aceea, pentru a determina forța complet trebuie de știut a calcula valoarea ei și de a determina direcția ei. De ce depinde valoarea forței, cu care câmpul magnetic acționează asupra conductorului parcurs de curent, cum este orientată această forță și de ce ea este numită forță Ampere o să aflați din acest paragraf.

1 Caracterizăm forța, care acționează asupra unui conductor parcurs de curent

Vom lua un conductor rectiliniu, confecționat din aluminiu și-l vom suspenda de conductoare subțiri și flexibile astfel, încât el să fie amplasat între polii unui magnet permanent sub formă de potcoavă (fig. 4.1, a). Dacă de dat drumul curentului prin conductor, atunci conductorul va devia de la poziția de echilibru (fig. 4.1, b). Cauza acestei devieri este forța, care acționează asupra conductorului cu curent din partea câmpului magnetic. A demonstrat prezența acestei forțe și a fost stabilit de ce depinde valoarea și direcția ei A. Ampere. Anume din această cauză această forță se numește *forța Ampere*.

Forța Ampere – este forța, cu care câmpul magnetic acționează asupra unui conductor parcurs de curent.

Forța Ampere este direct proporțională cu intensitatea curentului în conductor și lungimea părții active a conductorului (adică părții, care este situată în câmpul magnetic). Forța Ampere crește odată cu intensificarea câmpului magnetic și depinde de faptul, sub ce unghi este situat conductorul față de liniile inducției magnetice.

Valoarea forței Ampere (F_A) se calculează după formula

$$F_A = BIl \sin \alpha,$$

unde B – inducția câmpului magnetic; I – intensitatea curentului în conductor; l – lungimea părții active a conductorului; α – unghiul dintre direcția vectorului inducției magnetice și direcția curentului în conductor (fig. 4.2).

Atrageți atenția! Câmpul magnetic nu va acționa asupra unui conductor parcurs de curent ($F_A = 0$), dacă conductorul va fi așezat paralel cu liniile câmpului magnetic ($\sin \alpha = 0$).

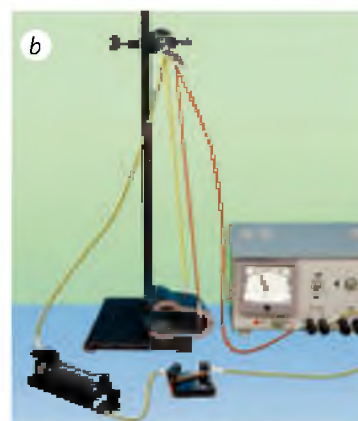
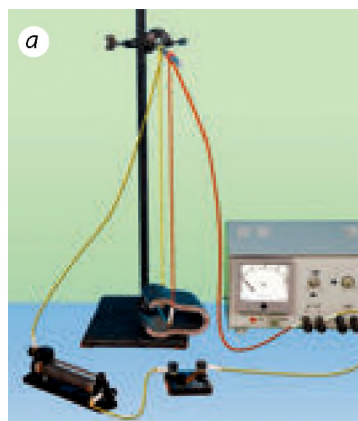


Fig. 4.1. Experimentul, care demonstrează acțiunea câmpului magnetic asupra conductorului de aluminiu: în cazul lipsei curentului câmpul magnetic nu acționează asupra conductorului (a); dacă prin conductor trece curentul, atunci asupra conductorului acționează câmpul magnetic și conductorul deviază (b)

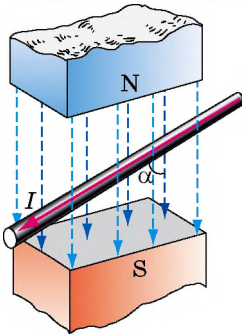


Fig. 4.2. Unghiul α – unghiul dintre direcția vectorului inducției magnetice și direcția curentului în conductor

Pentru a determina direcția forței Ampere se aplică **regula mâinii stângi**:

Dacă așezăm mâna stângă astfel, încât liniile inducției magnetice să intre în palmă, iar patru degete întinse să fie orientate în sensul curentului, atunci degetul mare dezdoit la 90° va indica direcția forței Ampere (fig. 4.3).

În fig. 4.4 este arătată determinarea direcției forței Ampere, care acționează asupra unui conductor amplasat într-un câmp magnetic vertical. Determinați direcția curentului în conductor, direcția inducției magnetice și direcția forței Ampere.

2 Obținem formula pentru determinarea inducției magnetice

Dacă conductorul este situat perpendicular pe liniile inducției magnetice ($\alpha = 90^\circ$, $\sin \alpha = 1$), atunci câmpul acționează asupra conductorului cu o forță maximă:

$$F_{A\max} = BIl$$

De aici obținem **formula pentru determinarea modului inducției magnetice**:

$$B = \frac{F_{A\max}}{Il}$$

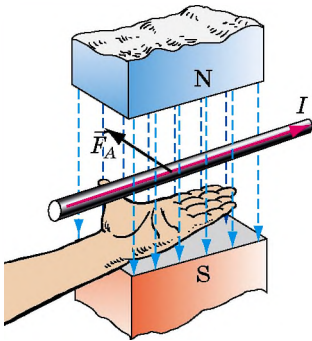


Fig. 4.3. Determinarea direcției forței Ampere cu regula mâinii stângi

Atenție! Valoarea inducției magnetice nu depinde nici de intensitatea curentului în conductor, nici de lungimea conductorului, dar depinde numai de proprietățile câmpului magnetic.

De exemplu, dacă se va micșora intensitatea curentului în conductor, atunci se va schimba și forța Ampere, cu care câmpul magnetic acționează asupra conductorului, iar valoarea inducției magnetice va rămâne neschimbată.

În SI unitatea de măsură a inducției magnetice – tesla (T), forței – newton (N), intensității curentului – amper (A), lungimii – metru (m), de aceea:

$$1 \text{ T} = 1 \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}}$$

1 T – este inducția unui astfel de câmp magnetic uniform, care acționează cu forța maximă de 1 N asupra unui conductor cu lungimea de 1 m prin care trece un curent de 1 A.

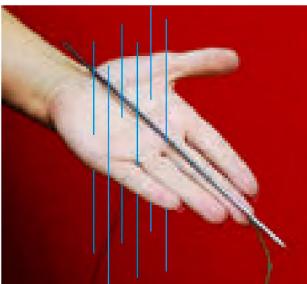


Fig. 4.4. Pentru însărcinarea din § 4

3 Ne învățăm a rezolva probleme

Problema nr. 1. Demonstrați, că doi conductori paraleli parcurși de curenți orientați la fel se atrag.

Analiza problemei fizice. În jurul oricărui conductor parcurs de curent există câmp magnetic, deci, fiecare din conductorii dați se află în câmpul magnetic al celuilalt. Asupra primului conductor acționează forța Ampere din partea câmpului magnetic format de curentul ce trece prin al doilea conductor și invers. Determinând direcțiile acestor forțe cu ajutorul regulii mâinii stângi, clarificăm cum se vor comporta conductorii.

Rezolvare

Pentru rezolvarea problemei vom face desene explicative: vom reprezenta conductorii A și B , vom însemna direcția curentului în ei, etc.

Vom determina direcția forței Ampere, care acționează asupra conductorului A , ce se află în câmpul magnetic al conductorului B .

1) Cu ajutorul regulii burghiului determinăm direcția liniilor inducției magnetice a câmpului magnetic produs de conductorul B (fig. 1, a). Vedem, că lângă conductorul A liniile magnetice sunt orientate spre noi (semnul «•»).

2) Folosindu-ne de regula mâinii stângi, determinăm direcția forței Ampere, care acționează asupra conductorului A din partea câmpului magnetic al conductorului B (fig. 1, b).

3) Facem concluzia: conductorul A este atras de conductorul B .

Acum vom afla direcția forței Ampere, care acționează asupra conductorului B , ce se află în câmpul magnetic al conductorului A .

1) Determinăm direcția liniilor inducției magnetice a câmpului magnetic produs de conductorul A (fig. 2, a). Vedem, că lângă conductorul B liniile magnetice sunt orientate de la noi (semnul «x»).

2) Determinăm direcția forței Ampere, care acționează asupra conductorului B (fig. 2, b).

3) Facem concluzia: conductorul B este atras de conductorul A .

Răspuns: doi conductori paraleli parcurși de curenți la fel orientați într-adevăr se atrag.

Problema nr. 2. Un conductor rectiliniu (vergea) cu lungimea de 0,1 m și masa de 40 g este amplasat într-un câmp magnetic orizontal uniform cu inducția de 0,5 T. Vergeaua este situată perpendicular pe liniile magnetice ale câmpului (fig. 3). Ce intensitate trebuie să aibă curentul și în ce direcție trebuie să treacă el prin vergea, pentru ca ea să nu apese asupra suportului (să rămână în suspensie în câmpul magnetic)?

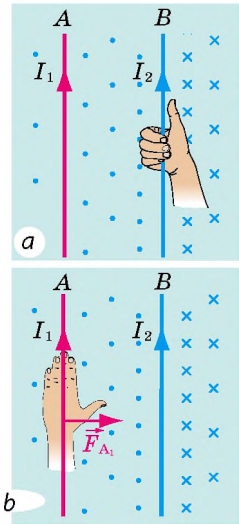


Fig. 1

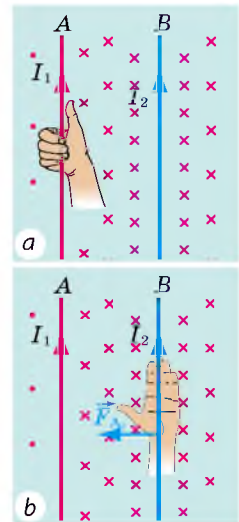


Fig. 2

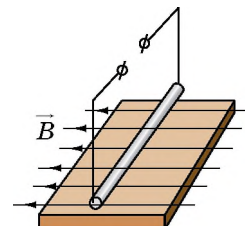


Fig. 3

Analiza problemei fizice. Vergeaua nu va apăsa asupra suportului, dacă forța Ampere va fi echilibrată de forța de greutate. Aceasta va avea loc în următoarele condiții: 1) forța Ampere va fi orientată în direcție opusă forței de greutate (adică vertical în sus); 2) valoarea forței Ampere va fi egală cu valoarea forței de greutate: $F_A = F_g$.

Direcția curentului vom determina, folosind regula mâinii stângi.

Se dă:

$$l = 0,1 \text{ m}$$

$$m = 40 \text{ g} = 0,04 \text{ kg}$$

$$B = 0,5 \text{ T}$$

$$g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

Să se afle:

$$I = ?$$

Căutarea modelului matematic, rezolvare

1. Determinăm direcția curentului. Pentru aceasta așezăm mâna stângă astfel, încât liniile câmpului magnetic să intre în palmă, iar degetul mare dezoit la 90° să fie orientat vertical în sus. Patru degete întinse vor indica direcția de la noi. Deci, curentul în conductor trebuie orientat de la noi.

2. Ținând cont, că $F_A = F_g$.

$$F_A = BIl \sin \alpha, \text{ unde } \sin \alpha = 1, F_g = mg.$$

$$\text{Deci, } BIl = mg.$$

Din ultima expresie aflăm intensitatea curentului: $I = \frac{mg}{Bl}$.

Verificăm unitatea de măsură, aflăm valoarea mărimii căutate.

$$\text{Amintim, că } T = A \cdot m; [I] = \frac{\text{kg} \cdot \text{N} \cdot \text{A} \cdot \text{m}}{\text{kg} \cdot \text{N} \cdot \text{m}} = \text{A}, I = \frac{0,04 \cdot 10}{0,5 \cdot 0,1} = \frac{40}{5} = 8 \text{ (A)}.$$

Răspuns: $I = 8 \text{ A}$; de la noi.



Facem totalurile

Forța, cu care câmpul magnetic acționează asupra unui conductor parcurs de curent se numește forța Ampere. Valoarea forței Ampere se determină după formula: $F_A = BIl \sin \alpha$, unde B – inducția câmpului magnetic; I – intensitatea curentului în conductor; l – lungimea părții active a conductorului; α – unghiul dintre direcția vectorului inducției magnetice și direcția curentului în conductor.

Pentru determinarea direcției forței Ampere se aplică regula mâinii stângi: dacă așezăm mâna stângă astfel încât liniile inducției magnetice să intre în palmă, iar patru degete întinse să fie orientate în sensul curentului, atunci degetul mare dezoit la 90° va indica direcția forței Ampere.



Verificați-vă cunoștințele

1. Descrieți experimentul pentru demonstrarea faptului, că asupra conductorului cu curent în câmpul magnetic acționează o forță. 2. Dați definiția forței Ampere. 3. De ce factori depinde valoarea forței Ampere? După care formulă ea se calculează? 4. Cum trebuie să fie amplasat conductorul, pentru ca forța Ampere să fie maximă? În ce caz câmpul magnetic nu acționează asupra conductorului? 5. Formulați regula pentru determinarea direcției forței Ampere. 6. Dați formula pentru determinarea modulului inducției magnetice. 7. Dați definiția unității de măsură a inducției magnetice.



Exercițiul nr. 4

- În fig. 1 este reprezentată direcția curentului într-un conductor și direcția liniilor inducției magnetice ale câmpului magnetic pentru câteva cazuri. Determinați direcția forței Ampere pentru fiecare caz $a - d$.

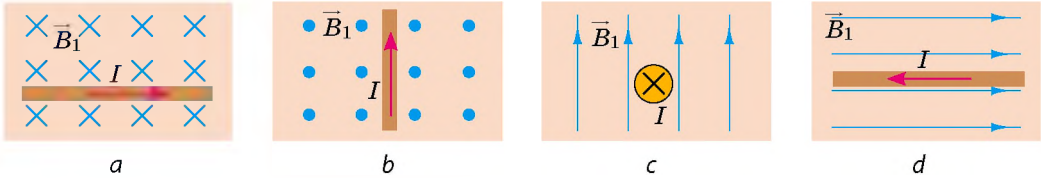


Fig. 1

- Într-un conductor rectiliniu cu lungimea de 60 cm trece un curent cu intensitatea de 1,2 A. Conductorul este amplasat într-un câmp magnetic uniform cu inducția de 1,5 T. Determinați valorile maximă și minimă a forței Ampere, care poate acționa asupra conductorului.
- În fig. 2 și fig. 3 este reprezentat un conductor cu curent, care deviază în câmpul magnetic al unui magnet permanent. Determinați: a) polii magnetului (fig. 2); b) polii sursei de curent (fig. 3).
- Într-un câmp magnetic uniform cu inducția de 40 mT asupra unui conductor parcurs de curent de 2,5 A acționează forța Ampere de 60 mN. Determinați: a) care este lungimea conductorului, dacă el este situat sub un unghi de 30° față de liniile inducției magnetice; b) ce lucru a efectuat câmpul magnetic, dacă sub acțiunea forței Ampere conductorul s-a deplasat cu 0,5 m în direcția acestei forțe?
- Demonstrați, că doi conductori, prin care trec curenți în direcții opuse se resping.
- Un conductor orizontal cu masa de 5 g și lungimea de 10 cm se află pe rigle într-un câmp magnetic vertical cu inducția de 25 mT (fig. 4). Determinați: a) în ce direcție se va mișca conductorul, dacă se va închide circuitul electric; b) coeficientul de frecare, dacă la o intensitate a curentului în conductor de 5 A conductorul se mișcă rectiliniu uniform.
- Compuneți o problemă inversă problemei 2 din § 4.

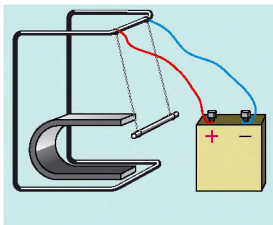


Fig. 2

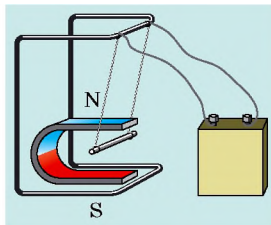


Fig. 3

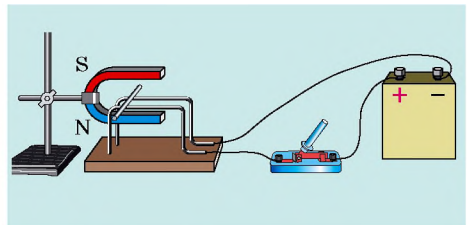


Fig. 4



Sarcină experimentală

«Motorul sărat». Suspendați de un arc metalic moale un cui de fier; vârful cuiului scufundați-l în soluția sării de bucătărie astfel, încât el de abia să se atingă de soluție (fig. 5). Compuneți circuitul electric așa, cum este arătat în fig. 5. Închideți circuitul – cuiul va începe să oscileze, deschideți circuitul – oscilațiile vor înceta repede. Explicați fenomenul observat.

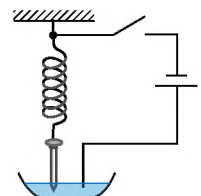


Fig. 5



§ 5. PROPRIETĂȚILE MAGNETICE ALE SUBSTANȚELOR. IPOTEZA LUI AMPERE

Probabil, fiecare dintre voi a văzut magneții și chiar a cercetat proprietățile lor. Amintiți-vă: voi apropiați magnetul de o grămăjoară de obiecte mici și observați, că unele obiecte (cuișoare, pioneze, agrafe) se lipsesc de magnet, iar altele (bucățele de cretă, monede de cupru sau aluminiu, bucățele de pământ) nu reacționează la el. De ce e așa? Oare într-adevăr câmpul magnetic nu efectuează nici o acțiune asupra unor obiecte? Anume despre aceasta va merge vorba în acest paragraf.



Fig. 5.1. În urma acțiunii câmpului electric al unui bastonaș încărcat negativ partea mai apropiată a unei sfere conductoare obține sarcină pozitivă

1 Comparăm acțiunile câmpurilor electric și magnetic asupra substanței

Studiind fenomenele electrice în clasa 8-a, voi ați aflat că în urma acțiunii câmpului electric exterior are loc redistribuirea sarcinilor electrice în interiorul corpului neîncărcat (fig. 5.1). În rezultat în corp se formează un câmp electric propriu, orientat în sens opus celui exterior. Anume din această cauză câmpul electric în substanță întotdeauna se slăbește.

Substanța schimbă și câmpul magnetic. Există substanțe, care (ca și în cazul cu câmpul electric) slăbesc câmpul magnetic în interiorul său. Astfel de substanțe se numesc *diamagnetici*. Multe substanțe, invers amplifică câmpul magnetic – aceștia-s *paramagneticii* și *feromagneticii*.

Chestia constă în aceea, că orice substanță situată în câmp magnetic se magnetizează, adică crează un câmp magnetic propriu și inducția magnetică a unui astfel de câmp este diferită pentru diferite substanțe.

2 Aflăm despre substanțele magnetice moi

Substanțele, care se magnetizează creând un câmp magnetic slab, inducția magnetică a căruia este mai mică decât inducția magnetică a câmpului magnetic exterior (adică a câmpului care a provocat această magnetizare) se numesc *substanțe magnetice moi*. La aceste substanțe se referă diamagneticii și paramagneticii.

Diamagneticii (din gracă dia – diferență) se magnetizează, creând un câmp magnetic slab, care este orientat în sens opus celui exterior (fig. 5.2, a). Anume din această cauză diamagneticii nu slăbesc mult câmpul magnetic exterior: inducția magnetică a câmpului magnetic în interiorul diamagneticului (B_d) este puțin mai mică decât inducția magnetică a câmpului magnetic exterior (B_0):

$$B_d \leq B_0; \frac{B_d}{B_0} \approx 0,9998$$

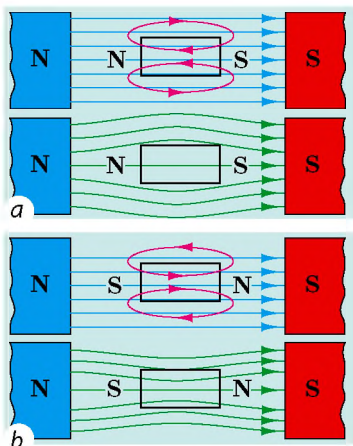


Fig. 5.2. Model de diamagnetic (a) și paramagnetic (b) în câmpul magnetic exterior: *liniile roșii* – liniile câmpului magnetic creat de model; *liniile albastre* – liniile magnetice ale câmpului magnetic exterior; *liniile verzi* – liniile câmpului magnetic rezultat

Dacă diamagneticul de -l situat într-un câmp magnetic, atunci el va fi respins din câmp (fig. 5.3).

? Examinați fig. 5.2, *a* și explicați de ce substanța diamagnetică este respinsă din câmpul magnetic

La diamagnetici aparțin gazele inerte (heliul, neonul și altele), multe metale (de exemplu, aurul, cuprul, mercurul, argintul), azotul molecular, apa și altele. Corpul omului este un diamagnetic, deoarece el în mediu 78 % este compus din apă.

Paramagneticii (din gracă *para* – alături) se magnetizează, creând un *câmp magnetic slab orientat în direcția câmpului magnetic exterior* (fig. 5.2, *b*). Paramagneticii amplifică nesemnificativ câmpul magnetic exterior: inducția magnetică a câmpului magnetic în interiorul paramagneticului (B_p) este puțin mai mare decât inducția magnetică a câmpului magnetic exterior (B_0):

$$B_p \geq B_0 \quad \frac{B_p}{B_0} \approx 1,001$$

La paramagnetici aparțin oxigenul, platina alumiului, alcalinele și metalele alcalino-pământease și altele. Dacă substanța paramagnetică de o situat într-un câmp magnetic, atunci ea va fi atrasă în el.

3 Studiem feromagneticii

Dacă substanțele magnetice moi se vor scoate din câmpul magnetic, atunci magnetizarea lor deodată va dispărea spre deosebire de *substanțele magnetice dure – feromagneticii*.

Feromagneticii se magnetizează, creând un câmp magnetic puternic, orientat în direcția câmpului magnetic exterior (fig. 5.4, 5.5, *a*). Dacă corpul confecționat din feromagnetici va fi amplasat într-un câmp magnetic, atunci el va fi atras în acest câmp (fig. 5.5, *b*).



Fig. 5.3. Flacăra lumânării este împinsă din câmpul magnetic, deoarece produsele de ardere sunt particule diamagnetice



Fig. 5.4. Cuiul de fier se magnetizează în câmp magnetic astfel, încât vârful cuiului situat lângă polul nord al magnetului devine pol negativ de aceea cuiul este atras de magnet

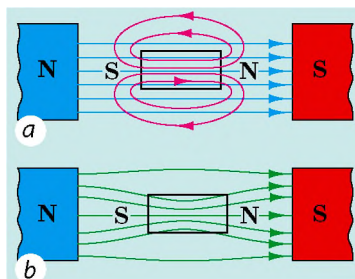


Fig. 5.5. Feromagneticii crează un câmp magnetic puternic orientat în direcția câmpului magnetic exterior (*a*); liniile inducției magnetice parcă se atrag în proba feromagnetică (*b*)



Fig. 5.6. Pentru însărcinarea din § 5

Temperatura Curie pentru unele feromagnetice

Substanța (materialul)	Temperatura, °C
Gadolinium	+19
Fier	+770
Cobalt	+1115
Magnet neodimium NdFeB	+320
Nichel	+354

? Explicați de ce pe magnetul permanent se mențin numai obiectele, care sunt confecționate din materiale feromagnetice (fig. 5.6)?

La feromagnetice aparține o grupă de substanțe comparativ mică: fierul, nichelul, cobaltul, substanțele rare și un șir de aliaje. Feromagneticii amplifică considerabil câmpul magnetic exterior: inducția magnetică a câmpului magnetic în interiorul feromagneticeilor (B_f) este de sute și mii de ori mai mare decât inducția magnetică a câmpului magnetic exterior (B_0):

$$B_f \gg B_0$$

Astfel, cobaltul amplifică câmpul magnetic de 175 de ori, nichelul – de 1120 de ori, iar oțelul pentru transformator (el circa 96 – 98 % este compus din fier) – de 8000 de ori.

Materialele feromagnetice convenționale se împart în două tipuri. Materiale, care după încetarea acțiunii câmpului magnetic exterior rămân magnetizate un timp îndelungat se numesc *feromagnetice dure*. Ele sunt aplicate pentru confecționarea magneților permanenți. Materiale feromagnetice, care ușor se magnetizează și ușor se demagnetizează se numesc *feromagnetice moi*. Ele sunt aplicate pentru confecționarea miezilor electromagneților, motoarelor, transformatoarelor, adică a dispozitivelor, care în timpul lucrului se magnetizează mereu (despre construcția și principiul de lucru ale acestor dispozitive voi veți afla mai târziu).

Atenție! În cazul atingerii temperaturii Curie (vezi tab.) proprietățile feromagnetice ale materialelor magnetice moi și magnetice dure dispar – *materialele devin paramagnetice*.

4 **Facem cunoștință cu ipoteza lui Ampere**

Observând acțiunea conductorului cu curent asupra acului magnetic (vezi fig. 1.1) și stabilind, că bobinele cu curent se comportă ca niște magneți permanenți (vezi fig. 1.3), A. Ampere a expus ipoteza privind explicarea proprietăților magnetice ale substanțelor.

Ampere a presupus, că în interiorul substanței există o cantitate enormă de curenți circulari mici și fiecare curent circular, ca și o bobină mică, este un magnet. Magnetul permanent este compus dintr-o mulțime de magneți elementari orientați într-o anumită direcție.

Mecanismul magnetizării substanțelor Ampere l-a explicat în felul următor. În corpul, care nu este magnetizat, curenții circulari sunt orientați haotic (fig. 5.7, a). Câmpul magnetic exterior tinde să orienteze acești curenți astfel, încât direcția câmpului magnetic al fiecărui curent să coincidă cu direcția câmpului magnetic exterior (fig. 5.7, b).

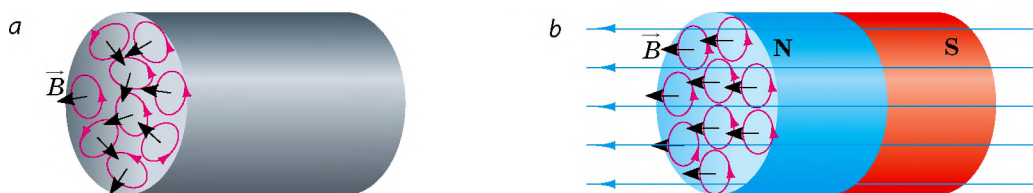


Fig. 5.7. Mecanismul magnetizării corpurilor conform ipotezei lui Ampere: a – curenții circulari sunt orientați haotic, corpul nu este magnetizat; b – curenții circulari sunt orientați într-o anumită direcție, corpul este magnetizat

La unele substanțe o astfel de orientare a curenților (magnetizare) rămâne și după încetarea acțiunii câmpului magnetic exterior. Deci, toate fenomenele magnetice Ampere le explica prin interacțiunea particulelor încărcate mobile.

Ipoteza lui Ampere a devenit un imbold în crearea teoriei magnetismului. Pe baza acestei ipoteze au fost explicate cunoscutele proprietăți ale feromagneticele. Însă, bazându-se pe ipoteza lui Ampere, era imposibil de explicat natura paramagnetismului, și de asemenea aceea, de ce numai o cantitate mică de substanțe are proprietăți feromagnetice. Teoria contemporană a magnetismului se bazează pe legile mecanicii cuantice și teoriei relativității lui A. Einstein.



Facem totalurile

Orice substanță situată în câmpul magnetic se magnetizează, adică crează câmp magnetic propriu.

Diamagneticii	Paramagneticii	Feromagneticii
Se magnetizează, creând un câmp magnetic slab orientat în sens opus câmpului magnetic exterior.	Se magnetizează, creând un câmp magnetic slab orientat în direcția câmpului magnetic exterior.	Se magnetizează, creând un câmp magnetic puternic orientat direcția celui exterior; rămân magnetizați în cazul dispariției câmpului magnetic exterior.
Gazele inerte, aurul, cuprul, mercurul, argintul, azotul, apa și altele.	Oxigenul, platina, aluminiul, alcalinele și metalele alcalino-pământoase și altele.	Fierul, nichelul, cobaltul, substanțele rare (de exemplu, neodimul), un șir de aliaje.
Slăbesc puțin câmpul magnetic exterior, sunt respinși din el.	Amplifică puțin câmpul magnetic exterior, sunt atrași în el.	Amplifică câmpul magnetic exterior de sute și mii de ori, sunt atrași în el.



Verificați-vă cunoștințele

1. De ce substanța modifică câmpul magnetic? 2. Dați exemple de diamagnetici; paramagnetici; feromagnetici. 3. Cum este orientat câmpul magnetic propriu al diamagneticului, paramagneticului, feromagneticului? 4. Cum se comportă în câmpul magnetic exterior un corp, confecționat din diamagnetic, paramagnetic, feromagnetic? 5. De ce materialele feromagnetice se consideră materiale magnetice dure? 6. Unde sunt aplicate materialele magnetice moi? Materialele magnetice dure? 7. Cum a explicat A. Ampere magnetizarea feromagneticele?



Exercițiul nr. 5

1. Sunt date două feluri de oțel – magnetic moale și magnetic dur. Care oțel este mai bine potrivit pentru confecționarea magneților permanenți?
2. Ce proprietăți magnetice va avea: a) fierul la 900 °C? b) cobaltulla 900 °C?
3. Un cilindru din cupru a fost suspendat de un resort și amplasat într-un câmp magnetic puternic (fig. 1). Cum s-a schimbat în acest caz alungirea resortului?
4. De ce cu magnetul permanent se poate obține un lăncșor de corpuri din fier (fig. 2)?
5. Într-un vas se conține un amestec de gaze (azot și oxigen) sub o presiune înaltă. Propuneți o metodă de divizare a acestui amestec în părți componente.
6. Folosindu-vă de surse suplimentare de informații, aflați despre levitația magnetică. Care sunt perspectivele de utilizare ale ei?

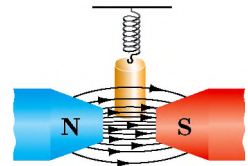


Fig. 1



Fig. 2



Însărcinare experimentală

Folosind un magnet suficient de puternic, cercetați interacțiunea lui cu corpurile confecționate din diferite materiale (de exemplu, din cupru, aluminiu, fier).



§ 6. ELECTROMAGNEȚII ȘI APLICAȚIILE LOR

Sonerie electrică școlară, motorul electric, macaraua la depozitul de metal uzat, dispozitivele de îmbogățire ale minereului de fier... cum sunt legate aceste dispozitive, la prima vedere, absolut diferite? Persoana care știe fizica, va răspunde univoc că în fiecare se folosește electromagnetul. Așadar, să clarificăm ce este electromagnetul, apoi vom afla despre structura lui și despre aceea cum el funcționează.



Să elucidăm de ce depinde acțiunea magnetică a bobinei parcurse de curent

Montăm un circuit electric ce constă dintr-o sursă de curent, bobină, reostat și



Fig. 6.1. Acțiunea electromagneților

ampermetru. Pentru aprecierea acțiunii magnetice a bobinei parcurse de curent ne vom folosi de un cilindru de fier, pe care-l vom suspenda de dinamometru situat deasupra bobinei (fig. 6.1). Dacă închidem circuitul, atunci cilindrul este atras de bobină, întinzând adăugător arcul dinamometrului.

E clar, că cilindrul va fi atras de bobină cu atât mai mult cu cât este mai puternică acțiunea ei magnetică.

Schimbând cu ajutorul reostatului intensitatea curentului în bobină, vom constata că în cazul măririi intensității

curentului cilindrul este atras de bobină mai puternic, despre ce mărturisește întinderea mai mare a arcului dinamometrului. *În cazul majorării intensității curentului în bobină, acțiunea ei magnetică se intensifică.*

Schimbăm bobina cu alta – cu un număr mai mare de spire și vom vedea, că pentru aceeași valoare a intensității curentului alungirea arcului dinamometrului se va mări. *În cazul măririi numărului de spire în bobină acțiunea ei magnetică se intensifică.*

Întroducem în interiorul bobinei un **miez** – o tijă groasă, confecționată din material feromagnetic. Întroducem curentul – cilindrul se va îndrepta spre bobină și se va lipi de miez. *Acțiunea magnetică a bobinei se intensifică mult în cazul introducerii miezului feromagnetic în interiorul ei.*

? Amintiți-vă proprietățile magnetice ale substanțelor și explicați de ce pentru confecționarea miezului se folosesc materiale feromagnetice. Se va mări oare acțiunea magnetică a bobinei, dacă miezul va fi confecționat din cupru sau aluminiu?

2 Aflăm despre construcția electromagneților și domeniul de aplicație al lor

Bobina cu miezul introdus în interiorul ei, confecționat din material feromagnetic se numește electromagnet.

Să cercetăm construcția electromagnetului (fig. 6.2). Oricare electromagnet are *carcasă* (1) fabricată din dielectric. Pe carcasă este înfășurat compact un fir electric izolat – aceasta este *înfășurarea* (2) electromagnetului. Capetele înfășurării sunt aduse la *borne* (3), cu ajutorul cărora electromagnetul se conectează la sursa de curent. În interiorul carcasei este situat *miezul* (4) fabricat din oțel magnetic moale. De regulă miezul electromagnetului are formă de potcoavă, deoarece în acest caz acțiunea magnetică a electromagnetului se intensifică considerabil.

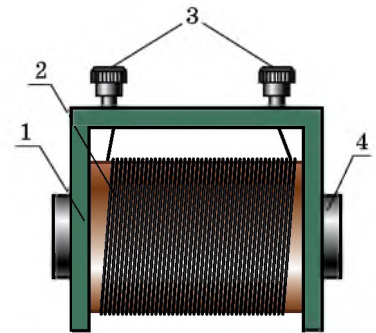


Fig. 6.2. Construcția electromagnetului: 1 – carcasă; 2 – înfășurarea; 3 – bornele; 4 - miezul

Electromagneții au obținut o răspândire largă în tehnică, mai întâi de toate de aceea că acțiunea lor magnetică este ușor de reglat – este suficient de schimbat intensitatea curentului în bobină. Afară de aceasta, electromagneții pot fi confecționați de orice forme și dimensiuni. E greu de găsit o ramură a tehnicii, unde nu s-ar fi aplicat electromagneții: ei se conțin în numeroase aparate casnice (fig. 6.3), întră în componența electromotoarelor și generatoarelor de curent electric, aparatele electrice de măsurat și aparatura medicală.



Fig. 6.3. În numeroase aparate casnice se utilizează electromagneții



Fig. 6.4. După închiderea circuitului pilitura de fier este atrasă de miez (a); după deschidere – cad (b)



Fig. 6.5. Macaraua electromagnetică

Electromagneți gigantici se aplică în amplificatoarele particulelor încărcate. Vom examina aplicarea electromagneților în macaralele electromagnetice și reulul electromagnetic.

3 Studiem principiul de funcționare al macaralei electromagnetice și al releului electromagnetic

Montăm un circuit electric din o sursă de curent și un electromagnet. Închizând circuitul, vom vedea, că pilitura de fier a fost atrasă de miezul electromagnetului, deci o putem transporta, de pildă, la alt capăt al mesei (fig. 6.4).

Anume după așa un principiu funcționează **macaralele electromagnetice**, care mută semifabricate grele de fier, fier uzat ș. a. (fig. 6.5) și nu-s necesare nici un fel de cârlige! S-a introdus curentul – obiectele de fier au fost atrase de electromagnet și le-au transportat în locul necesar, s-a întrerupt curentul – obiectele de fier au încetat de a mai fi atrase au rămas acolo unde le-au adus.

La interprinderi deseori sunt utilizați consumatori de energie electrică, intensitatea curentului în care ajunge la sute și mii de amperi. Dispozitivul contactor și consumatorul sunt legați în serie, de aceea prin dispozitivul contactor va trece un curent de foarte mare intensitate. Iar aceasta constituie pericol pentru oamenii ce lucrează la pupitrul de comandă.

În ajutor ne vin **releurile electromagnetice** – dispozitive pentru dirijarea circuitului electric (fig. 6.6). *Atenție:* dispozitivul contactor (1), care este instalat în pupitrul de comandă și electromagnetul (2) sunt uniți la sursa de curent A cu tensiune mică la intrare, iar consumatorul (în fig. 6.6 aceasta-i electromotorul) se alimentează de la o sursă puternică B.



Facem totalurile

Acțiunea magnetică a bobinei parcursă de curent se intensifică dacă se mărește numărul de spire în ea; se mărește intensitatea curentului; se introduce în interiorul bobinei un miez confecționat din material feromagnetic.

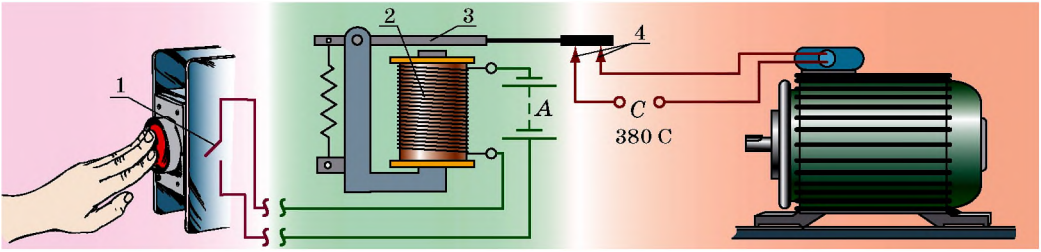


Fig. 6.6. Principiul funcționării releului electromagnetic. În cazul închiderii cheii (1) (se apasă butonul) în înfășurarea electromagnetului (2) circulă un curent slab nepericulos. Datorită acestui fapt miezul de fier al electromagnetului atrage spre sine indusul (3). Atunci când indusul se lasă în jos și închide contactele (4), se închide circuitul electromotorului, care consumă curent de o intensitate cu mult mai mare

Bobina cu miezul introdus în interiorul ei, confecționat din material magnetic moale de oțel se numește electromagnet. Electromagneții au o largă utilizare în tehnică, deoarece acțiunea magnetică a electromagnetului ușor poate fi reglată, schimbând intensitatea curentului în înfășurare; electromagneții pot fi confecționați de orice forme și dimensiuni.



Verificați-vă cunoștințele

1. De ce și cum anume depinde acțiunea magnetică a bobinei parcurse de curent? Descrieți experimentul pentru confirmarea răspunsului vostru.
2. Ce este electromagnetul? Descrieți construcția lui.
3. De ce electromagneții au obținut o aplicație largă în tehnică?
4. Explicați principiul de funcționare al macaralei electromagnetice.
5. Care este menirea releului electromagnetic? Descrieți principiul funcționării lui.



Exercițiul nr. 6

1. În loc de oțel magnetic moale pentru confecționarea miezului electromagnetului a fost folosit un material magnetic dur. Ce neajunsuri va avea un asemenea electromagnet?
2. Înfășurând pe un cui de fier un fir izolat și unind capetele firului cu bateria elementelor galvanice s-a obținut cel mai simplu electromagnet (fig. 1). Determinați polii acestui electromagnet.
3. De care cleme ale releului electromagnetic (fig. 2) trebuie unită sursa de curent de intensitate mică (de comandă)?
4. Cum se va schimba forța de ridicare a electromagnetului, dacă vom deplasa cursorul reostatului spre dreapta (fig. 3)? Argumentați răspunsul.
5. În fig. 4 este reprezentată schema construcției unui automat, care se declanșează la o anumită temperatură. Numiți principalele părți ale acestui dispozitiv, explicați principiul funcționării lui. Unde este rațional de instalat astfel de automate?

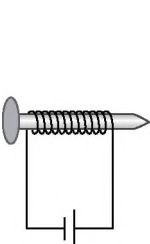


Fig. 1

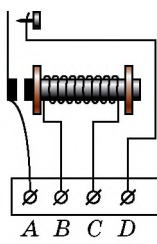


Fig. 2

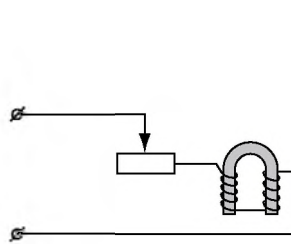


Fig. 3

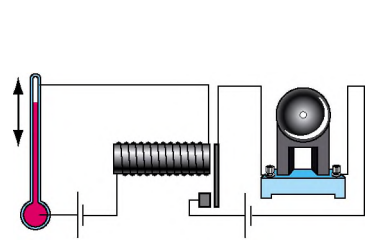


Fig. 4

6. Folosind fig. 5, încercați să explicați cum funcționează soneria electrică. Dacă nu veți reuși, adresați-vă la surse suplimentare de informații.
7. Folosiți-vă de surse suplimentare de informații și faceți cunoștință cu tehnologia de separare magnetică și despre faptul, în care dispozitive se utilizează această tehnologie. Pregătiți un scurt mesaj.
8. Dați caracteristica forței ca mărime fizică: ce caracterizează ea, cu ce simbol ea se notează, este o mărime scalară sau vectorială, care este unitatea ei SI.



Însărcinare experimentală

Confecționați un electromagnet: înfășurați pe un cui de fier o sârmă izolată și uniți capetele ei cu o baterie de elemente galvanice (vezi fig. 1). Întrerupând circuitul, fixați electromagnetul orizontal la o oarecare distanță de la suprafața mesei. Amestecați bucățele mici de hârtie, boabe de orez și obiecte mărunte din fier (cel mai bine pilitură). Turnând lent amestecul pe lângă capul cuiului, separați obiectele de fier. Gândiți-vă cum de perfecționat acest dispozitiv.

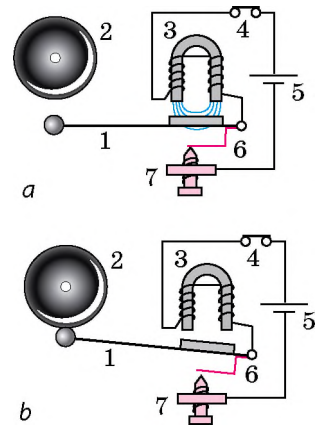


Fig. 5. Schema funcționării soneriei electrice: 1 – ciocănașul; 2 – cupa soneriei; 3 – electromagnetul în formă de arc; 4 – butonul; 5 – sursa de curent; 6 – resortul de contact, care se atinge de șurubul 7

LUCRARE DE LABORATOR NR. 1



Tema: Montarea și verificarea electromagnetului.

Scopul: de a însuși confecționarea celui mai simplu electromagnet; de a stabili de ce depinde acțiunea lui.

Utilajul: ampermetru, tester sau dinamometru, ac magnetic sau busolă, o sârmă izolată de cupru, o sură de curent continuu, două tije de fier (sau cui mari), pilitură de fier, reostat, cheie, conductoare de conexiune, un stativ (dacă se va utiliza dinamometrul).

Date teoretice

Pentru estimarea acțiunii magnetice a electromagnetului se poate utiliza testerul (fig. 1). El constă dintr-o placă de oțel (1), care este fixată cu ajutorul arcului (2) în interiorul unei carcase din masă plastică (3). Pe placa de oțel a testerului este trasată scara (4). Dacă se va apropia placa testerului de electromagnet, câmpul magnetic al ultimului va acționa asupra plăcii. Placa va fi atrasă de către electromagnet cu atât mai mult, cu cât este mai puternică acțiunea lui magnetică. Forța de atracție se apreciază după scară.

În cazul absenței testerului forța de atracție a electromagnetului poate fi măsurată cu ajutorul *dinamometrului* (vezi fig. 6.1).

INDICAȚII LA LUCRARE

II Pregătirea pentru executarea experimentului

1. Înainte de a efectua lucrarea amintiți-vă:

- 1) cerințele securității în procesul lucrului cu circuitele electrice;
- 2) regulile, care trebuie respectate în timpul măsurării intensității curentului cu ampermetrul;
- 3) cum depinde acțiunea magnetică a electromagnetului de intensitatea curentului, de cantitatea de spire și prezența miezului de fier.

▶ Experiența

1. Confecționați doi electromagneți cu un număr diferit de spire. Pentru aceasta luați două tije de fier și înfășurați pe ele diferite cantități de spire ale sârmei izolate din cupru: pe o tijă – 20 de spire, pe alta – 40.

2. Luând electromagnetul cu cel mai mare număr de spire, montați circuitul electric conform schemei din fig. 2.

3. Închideți circuitul și convingeți-vă, că electromagnetul atrage pilitura de fier, adică manifestă proprietăți magnetice.

4. Cu ajutorul acului magnetic sau a busolei determinați polii electromagnetului obținut. Descrieți cum ați îndeplinit acest lucru.

5. Clarificați de care factori depinde acțiunea magnetică a electromagnetului.

1) Utilizând reostatul, stabiliți în înfășurarea electromagnetului cu un număr mai mare de spire intensitatea curentului la început 0,5 A, iar apoi 1,5 A. Comparați acțiunea magnetică a electromagnetului în conformitate cu diferitele intensități ale curentului în înfășurare.

2) Scoateți miezul din înfășurare și stabiliți în înfășurare intensitatea curentului de 1,5 A.

Elucidați, cum influențează prezența miezului asupra acțiunii magnetice a electromagnetului.

3) Montați circuitul electric (vezi fig. 2) cu electromagnetul, care are un număr mai mic de spire. Cu ajutorul reostatului stabiliți în circuit curentul cu intensitatea de 1,5 A. Determinați, cum micșorarea numărului de spire influențează asupra acțiunii magnetice a electromagnetului.

□ Analiza rezultatelor experienței

Analizați experiența și rezultatele ei. Faceți concluzia, în care să menționați cum depinde acțiunea magnetică a electromagnetului de intensitatea curentului, de cantitatea de spire, de prezența miezului de fier.

+ Însărcinare creativă

Cum se poate bobina înfășurarea electromagnetului astfel, încât la conectarea lui la sursa de curent la ambele capete ale electromagnetului să fie polii sud? Verificați presupunerea voastră pe cale experimentală.

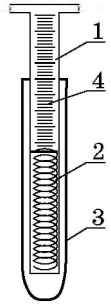


Fig. 1

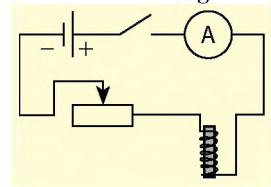


Fig. 2



§ 7. MOTOARELE ELECTRICE. APARATE ELECTRICE DE MĂSURAT. DIFUZORUL

Cercetările fizice, care deseori se fac de dragul «curiozității științifice» în cazul finalizării reușite, de regulă, pun începuturile unei noi etape în dezvoltarea tehnicii. Anume așa s-a întâmplat cu studierea fenomenelor electromagnetice. Odată, discutând cu Michael Faraday unul dintre politicieni l-au întrebat: «Cum credeți, oare va da un folos oarecare electricitatea?» Faraday a zâmbit: «Peste câțiva ani veți impune impozitul pe electricitate!». A trecut timpul și nu ne putem imagina viața noastră fără motoarele electrice – curate din punct de vedere ecologic, dispozitive comode, compacte. Însă, cum funcționează unele dispozitive electrice veți afla din acest paragraf.

1 Studiem acțiunea câmpului magnetic asupra unui cadru parcurs de curent

Să luăm un cadru dreptunghiular ușor compus din câteva spire din sârmă izolată și să-l amplasăm între polii unui magnet astfel, încât el să se poată roti în jurul axei orizontale.

Trecem prin cadru curentul electric (fig. 7.1, a). Cadruul se va roti și, oscilând de câteva ori, se va așeza așa cum este reprezentat în fig. 7.1, b. Această poziție este poziția de echilibru a cadruului.

Să clarificăm, de ce cadruul începe să se miște. Pentru aceasta, aplicând regula mâinii stângi vom determina direcția forței Ampere, ce acționează pe fiecare parte a cadruului la începutul observărilor. În fig. 7.1, a vedem, că forța Ampere \vec{F}_1 care acționează asupra laturei AB este orientată în sus, iar forța Ampere \vec{F}_2 , care acționează asupra laturei CD este orientată în jos. Așadar, ambele forțe rotesc cadruul în direcția acelor de ceasornic.

Iar acum vom clarifica de ce cadruul a încetat mișcarea. Chestia constă în aceea, că după ce a trecut cadruul prin poziția de echilibru forțele Ampere îl vor roti deja împotriva acelor de ceasornic (fig. 7.1, c). Ca urmare cadruul va începe să se întoarcă în direcția opusă, va trece prin poziția de echilibru și din nou își va schimba direcția mișcării. La urma urmei din pricina acțiunii forțelor de frecare cadruul se va opri.

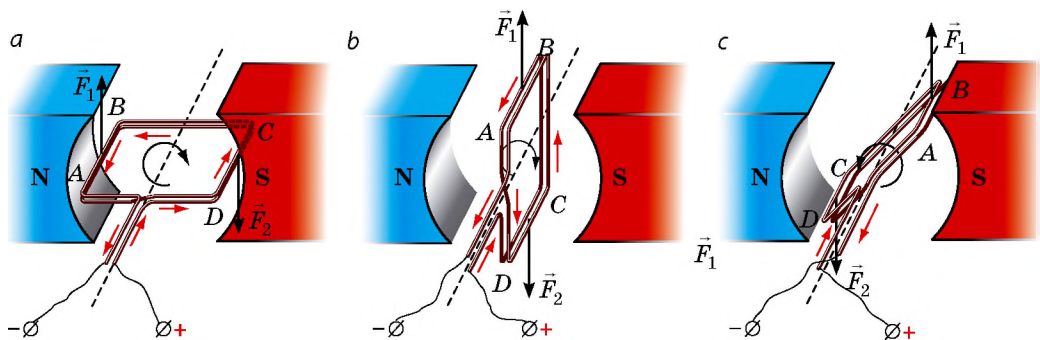


Fig. 7.1. Cercetarea acțiunii câmpului magnetic asupra unui cadru parcurs de curent (direcția curentului este indicată cu săgeți roșii:

- a – forțele Ampere (\vec{F}_1 și \vec{F}_2) rotesc cadruul ABCD în direcția acului de ceasornic;
- b – în poziția de echilibru forțele Ampere nu rotesc cadruul, ci îl întind;
- c – forțele Ampere rotesc cadruul împotriva acelor de ceasornic

? Aplicând regula mâinii stângi, convingeți-vă în aceea, că pentru fiecare poziție a cadrului reprezentate în fig. 7.1 forța \vec{F}_1 , care acționează asupra laturei AB a cadrului este orientată în sus, iar forța \vec{F}_2 , care acționează asupra laturei CD a cadrului – în jos.

2 Aflăm, cum funcționează motorul de curent continuu

Rotirea cadrului parcurs de curent în câmpul magnetic a fost folosită la crearea motoarelor electrice.

Motorul electric – dispozitivul, în care energia electrică se transformă în energie mecanică.

Pentru a înțelege cum funcționează motorul electric de curent continuu vom clarifica cum se poate permanentiza rotirea cadrului într-o direcție. Nu este greu să ne dumerim: trebuie, ca în momentul trecerii cadrului prin poziția de echilibru direcția curentului în cadru să fie schimbată în opusă.

Dispozitivul, care schimbă automat direcția curentului în cadru se numește colector.

În fig. 7.2 este prezentat modelul cu ajutorul căruia se poate face cunoștință cu principiul funcționării colectorului. Colectorul propriu-zis reprezintă prin sine doi semicilindri (1), de fiecare din ei este strâns lipită peria metalică (2). Semicilindrii sunt confecționați din conductor și separați de un luft. Perii servesc pentru furnizarea tensiunii de la sursa (3) la cadrul (4), care se rotește ușor în jurul axei orizontale și este situat între polii unui magnet puternic (5). O perie este legată cu polul pozitiv al sursei de curent, iar cealaltă – cu cel negativ.

După închiderea circuitului cadrul sub acțiunea forței Ampere începe să se rotească în direcția mișcării acelor de ceasornic (fig. 7.2, a). Semicilindrii colectorului se rotesc concomitent cu cadrul, iar perii rămân nemișcate, de aceea după trecerea prin poziția de echilibru (fig. 7.2, b) de perii deja vor fi strâns lipiți alți semicilindri (fig. 7.2, c). Direcția curentului în cadru se va schimba în opusă, iar direcția de rotație a ei nu se va schimba – cadrul va continua mișcarea în direcția acului de ceasornic.

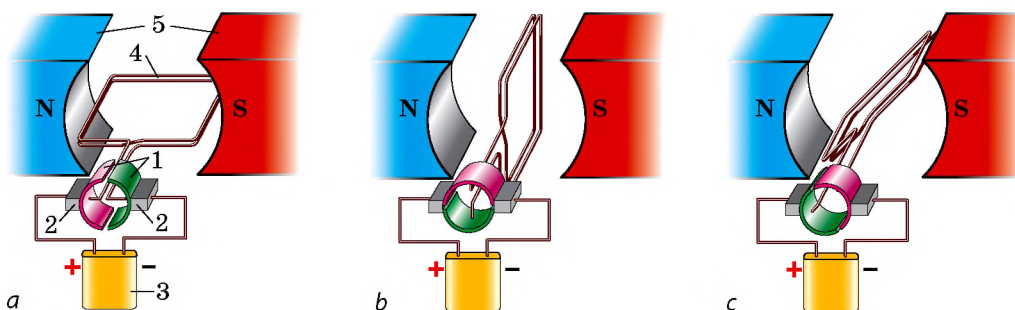


Fig. 7.2. Modelul, care demonstrează principiul de funcționare al colectorului (a). După trecerea prin poziția de echilibru (b) periiile colectorului deja vor fi prezente la alți semicilindri (c), de aceea direcția curentului în cadru se schimbă în opusă

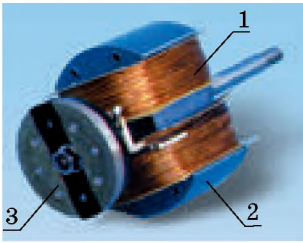


Fig. 7.3. Rotorul motorului, care conține o singură înfășurare: 1 - înfășurarea; 2 - miezul; 3 - semicilindri

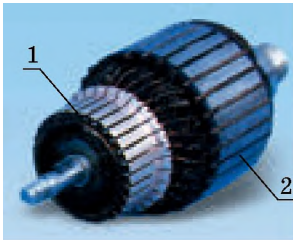


Fig. 7.4. Rotorul motorului, care conține douăsprezece înfășurări: 1 - plăcile colectorului, 2 - înfășurarea cu miez (indusul)

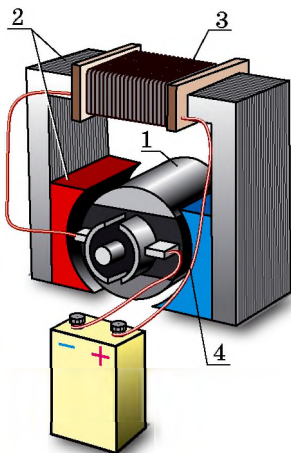


Fig. 7.5. Modelul motorului electric de curent continuu: 1 - rotorul; 2 - statorul; 3 - înfășurarea statorului; 4 - colectorului

7 Determinați pentru pozițiile *a* și *b* ale cadrului (vezi fig. 7.2) direcțiile forțelor Ampere, ce acționează pe laturile cadrului. Demonstrați, că în ambele cazuri forțele Ampere vor roti cadrul în direcția acului de ceasornic.

Astfel, pentru confecționarea motorului electric este necesar:
1) un magnet permanent sau electromagnet; 2) un cadru conductor; 3) o sursă de curent; 4) colector.

3 Mărim puterea motorului electric

Forțele Ampere, care asigură rotirea cadrului este direct proporțională cu lungimea conductorului. De aceea pentru mărirea puterii motorului electric înfășurarea lui se confecționează dintr-un număr mare de spire de sârmă. Spirele sunt amplasate în anumite creștături de pe suprafața laterală a miezului - cilindrului, confecționat din foi de oțel magnetic moale. Miezul împreună cu înfășurarea - formează indusul motorului. Indusul împreună cu semicilindrii colectorului crează **rotorul** (de la latin. *rotare* - a se roti) motorului (fig. 7.3).

Pentru asigurarea rotației uniforme a rotorului sunt folosite câteva înfășurări, care sunt bobinate pe un miez. Colectorul unui astfel de motor are nu doi semicilindri, ci o serie de plăci din cupru în formă de arc, care sunt fixate pe un tambur izolat (fig. 7.4).

În motoarele electrice contemporane (fig. 7.5) în loc de magnetul permanent se folosește un electromagnet, care constituie un întreg cu corpul motorului electric și servește ca **stator** (de la latin. *stator* - cel ce este imobil). Înfășurarea statorului este conectată la aceeași sursă de curent ca și înfășurarea rotorului. Când în înfășurările rotorului și statorului trece curentul electric, rotorul se rotește în câmpul magnetic al statorului și motorul funcționează.

Electromotoarele de curent continuu sunt aplicate în transportul electric - tramvaie, trolebuze, locomotive și automobile electrice, sunt utilizate ca demarori pentru demararea motoarelor cu ardere internă. În industrie și gospodăria casnică sunt utilizate electromotoarele de curent alternativ.

Electromotoarele au avantaje considerabile față de cele termice. Electromotoarele sunt cu mult mai compacte, economice (randamentul lor atinge 98 %), comode în exploatare (puterea lor se poate ușor regla), nu poluează mediul ambiant.

4 Facem cunoștință cu principiul de funcționare al aparatelor electrice de măsurat

Pe rotirea cadrului parcurs de curent în câmpul magnetic este bazată acțiunea aparatelor electrice de măsurat din *sistemul magnetoelectric* – galvanometrele, ampermetrele și voltmetrele de curent continuu.

Mecanismul de măsurat al unor asemenea aparate este reprezentat în fig. 7.6.

Când curentul în cadru (4) lipsește arcele spiralate (2) mențin semiaxele (3), și deci, și acul indicator (6) astfel că extrimitatea lui se stabilește pe diviziunea nulă a scării.

Când aparatul este introdus în circuit, în cadru începe să treacă curent electric și sub acțiunea forțelor Ampere el se rotește în câmpul magnetic al magnetului permanent (1). Odată cu cadrul se rotesc și semiaxele, deci și acul indicator.

În timpul rotației cadrului arcurile se răsucesc și apar forțe elastice suplimentare. Când momentul forțelor de elasticitate va echilibra momentul forțelor Ampere, rotația semiaxelor se va opri, iar acul indicator va rămâne deviat. Cu cât este mai mare intensitatea curentului în cadru, cu atât mai mare este unghiul de deviere al acului indicator și cu atât mai mari vor fi indicațiile aparatului.

Aparatele sistemului magnetoelectric au o înaltă precizie și sensibilitate.

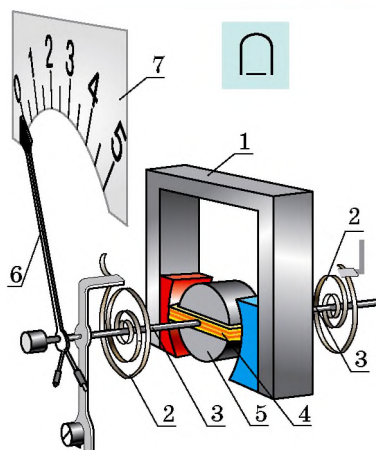


Fig. 7.6. Schema mecanismului de măsurat a aparatului sistemului magnetoelectric: 1 – magnet permanent fix; 2 – arc spiralat; 3 – semiaxe; 4 – cadru, fixată rigid pe semiaxe; 5 – miezul imobil; 6 – acul indicator; 7 – scară

5 Să comparăm ampermetrul cu voltmetrul

După construcția interioară ampermetrul și voltmetrul sunt aceeași; se deosebesc numai scările și rezistențele lor electrice. Ampermetrul se conectează în circuit în serie, de aceea rezistența lui trebuie să fie cât mai mică posibilă, de altfel intensitatea curentului în circuit se va micșora considerabil. Dar iată voltmetrul se conectează în circuit în paralel cu dispozitivul, pe care se măsoară tensiunea, deci, pentru ca intensitatea curentului în circuit aproape să nu se schimbe trebuie ca rezistența voltmetrului să fie cât mai mare posibilă.

6 Facem cunoștință cu principiul de funcționare al difuzorului electrodinamic

Difuzorul electrodinamic – este dispozitivul, care transformă semnalul electric în sunet.

Sunet produc corpurile, care oscilează cu frecvența de la 20 până la 20 000 Hz (adică efectuează de la 20 până la 20 000 de oscilații într-o secundă)*. Sunet produc corpurile, care oscilează cu frecvența de la 20 până la 20 000 Hz (adică efectuează de la 20 până la 20 000 de oscilații într-o secundă)*. Corpul oscilant în dinamică – *difuzorul*. Pentru a înțelege, cum de impus difuzorul să oscileze cu ajutorul curentului, vom examina construcția dinamicului (fig. 7.7).

* Mai detaliat despre sunet veți afla din capitolul III al manualului.

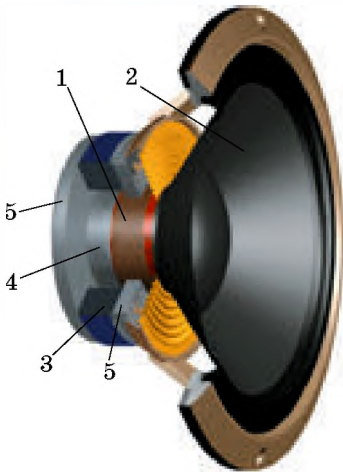


Fig. 7.7. construcția difuzorului electrodinamic: 1 – bobină sonoră; 2 – difuzorul; 3 – magnet permanent de formă inelară; 4 – miezul; 5 - flanșele

Principalele elemente ale difuzorului – bobina cu curent (bobina sonoră) (1), la care este fixat difuzorul (2) și sistemul magnetic, ce este compus dintr-un magnet permanent inelar (3), un cilindru din oțel (miez) (4) și două discuri de oțel (flanșele) (5), care sunt legate rigid de magnet. Sistemul magnetic crează câmp magnetic orientat perpendicular pe spirele bobinei.

Dacă prin bobină trece curent, atunci asupra spirelor bobinei acționează forțele Ampere ce fac ca bobina să se miște de-a lungul miezului – bobina este atrasă în spațiul liber al magnetului inelar. Când intensitatea curentului în bobină variază cu frecvență sonoră, la fel variază și forțele Ampere – bobina ba mai mult, ba mai puțin va fi atrasă în spațiul liber al magnetului (oscilează în ritmul variației intensității curentului). Odată cu bobina oscilează și difuzorul fixat de ea, care «împinge» aerul, creând o undă sonoră – difuzorul emite sunet.



Facem totalurile

În urma acțiunii forțelor Ampere cadrul de sârmă se poate roti într-un câmp magnetic. Fenomenul rotirii cadrului parcurs de curent în câmpul magnetic se aplică în funcționarea electromotoarelor. Partea mobilă a

electromotorului – rotorul – este compusă dintr-un miez de metal și un cadru, curentul la care este dat de colector. Rotorul se rotește în câmpul magnetic al unui electromagnet puternic – statorului.

Galvanometrele, ampermetrele și voltmetrele – acestea-s aparate de măsurat ce aparțin sistemului magnetoelectric. Funcționarea lor se bazează pe rotația cadrului parcurs de curent în câmpul magnetic al unui magnet permanent.

Verificați-vă cunoștințele



1. De ce cadrul parcurs de curent se rotește în câmpul magnetic? De ce se oprește? 2. Numiți principalele părți ale electromotorului. Care dintre ele «răspunde» de rotirea necontenită a rotorului electromagnetului? 3. Ce reprezintă statorul electromotorului? 4. Numiți avantajele motoarelor electrice față de cele termice. 5. Descrieți construcția și principiul de funcționare al aparatelor de măsurat ce aparțin sistemului magnetoelectric. 6. Se deosebește oare construcția și principiul de funcționare al ampermetrelor și voltmetrelor? Dacă da, atunci de ce? 7. Descrieți construcția și principiul de funcționare al difuzorului.



Exercițiul nr. 7

1. În fig. 1 este reprezentat un cadru parcurs de curent, care se rotește în câmpul magnetic al magnetului permanent. Determinați direcția curentului în cadru.

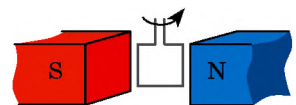


Fig. 1

2. De ce la legarea voltmetrului în paralel în circuit intensitatea curentului în circuit se micșorează considerabil?
3. Pe clemele aparatelor de măsurat ale sistemului magnetoelectric se înseamnă polaritatea («+» și «-»). Ce se va petrece, dacă conectând aparatul, nu va fi respectată polaritatea?
4. Motoarele electrice au o serie de avantaje față de cele termice. De ce atunci omenirea nu refuză utilizarea motoarelor termice?
5. În afară de aparate electrice de măsurat ale sistemului magnetoelectric există aparate de măsurat ale sistemelor electrodinamic și electromagnet. În aparatele electrice de măsurat ale sistemului electrodinamic (fig. 2) în loc de magnet permanent se aplică un electromagnet. Funcționarea aparatelor electrice de măsurat ale sistemului electromagnet (fig. 3) se bazează pe fenomenul atracției discului feromagnetic în spațiul unei bobine imobile parcurse de curent. Examinați fig. 2 și 3 și încercați să explicați, cum funcționează aparatele prezentate. Dacă e nevoie, apelați la surse suplimentare de informații.
6. Amintiți-vă ce este curentul electric. Dați definiția lui. În ce condiții el apare?

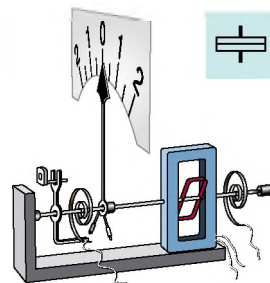


Fig. 2

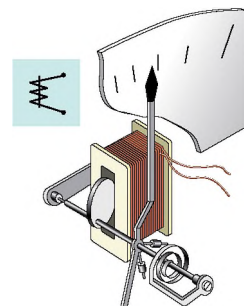


Fig. 3



Însărcinare experimentală

«Dărâmătorul». Examinați construcția motorului electric scos dintr-o jucărie. Conectați motorul la o baterie de elemente galvanice și atrageți atenția la direcția rotirii rotorului. În ce mod se poate schimba direcția rotirii rotorului în opusă? Verificați presupunerile voastre.

§ 8. EXPERIENȚELE LUI FARADAY. FENOMENUL INDUCȚIEI ELECTROMAGNETICE. CURENTUL ELECTRIC DE INDUCȚIE

Experiențele lui H. Oersted și A. Ampere (vezi § 1) au demonstrat, că curentul electric crează un câmp magnetic. Dar se poate oare realiza procesul invers, adică cu ajutorul câmpului magnetic de obținut curent electric? În 29 august a. 1831 după efectuarea a mai mult de 16 mii de experiențe fizicianul și chimistul englez Michael Faraday a obținut curent electric cu ajutorul câmpului magnetic al unui magnet permanent. În ce constau experiențele lui Faraday și ce însemnătate a avut descoperirea lui?

1 Repetăm experiențele lui Faraday

Luăm o bobină, o unim la un galvanometru și vom introduce în interiorul bobinei un magnet permanent. În timpul mișcării magnetului acul galvanometrului deviază – aceasta

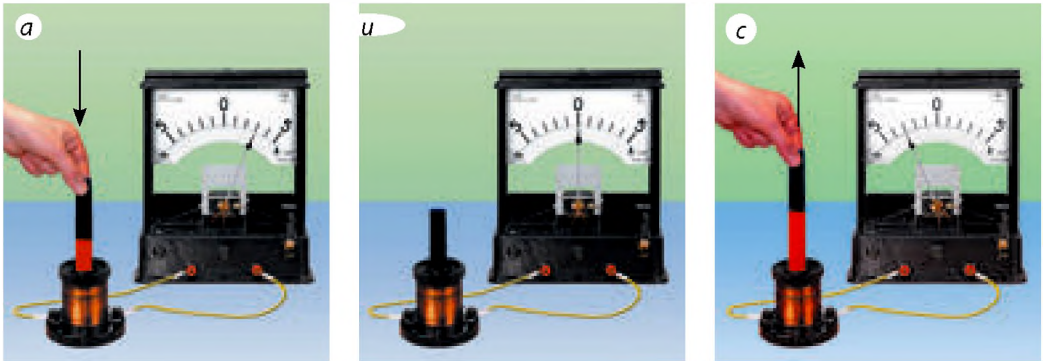


Fig. 8.1. Apariția curentului în bobină este fixată de galvanometru: *a* – dacă magnetul este introdus în bobină acul galvanometrului deviază spre dreapta; *b* – dacă magnetul este nemișcat, curent nu apare și acul nu deviază; *c* – dacă magnetul este scos din bobină acul galvanometrului deviază spre stânga

mărturisește despre prezența curentului electric (fig. 8.1, *a*). Cu cât mai repede se va mișca magnetul, cu atât mai mare va fi intensitatea curentului; dacă mișcarea magnetului va înceta, atunci va înceta și curentul – acul va reveni la diviziunea zero (fig. 8.1, *b*). Dacă scoatem magnetul din bobină, vedem, că acul galvanometrului deviază în altă parte (fig. 8.1, *c*), iar după încetarea mișcării magnetului din nou revine la diviziunea zero.

Dacă vom lăsa magnetul nemișcat, iar bobina o vom mișca (sau apropiind-o de magnet, sau îndepărtând-o de el, sau rotind-o în apropierea polului magnetului), atunci de asemenea vom observa devierea acului galvanometrului.

Acum vom lua două bobine – A și B – și le vom îmbrăca pe un miez comun (fig. 8.2). Conectăm bobina B prin intermediul unui reostat la sursa de curent, iar bobina A o unim cu galvanometrul. Dacă vom deplasa cursorul reostatului, atunci prin bobina A va trece curent electric. Curentul va apărea atât în timpul măririi, cât și în timpul micșorării intensității curentului în bobina B. Dar iată direcția curentului va fi diferită: în cazul măririi intensității curentului acul galvanometrului va devia într-o parte, iar în cazul micșorării – în alta. Curentul în bobina A va apărea de asemenea în momentul închiderii și momentul deschiderii circuitului bobinei B.

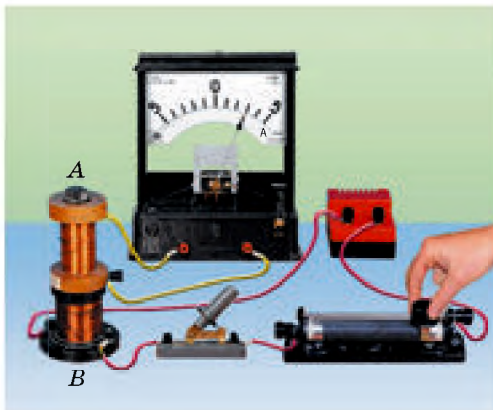


Fig. 8.2

? Cum considerați, va apărea oare curentul în bobina A (vezi fig. 8.2), dacă ea va fi mișcată în raport cu bobina B?

Toate experiențele considerate – sunt varianta actuală a celorla, pe care în decursul a 10 ani le-a efectuat Michael Faraday și datorită cărora el a ajuns la concluzia: într-un contur conductor închis ia naștere curent electric,

dacă cantitatea liniilor inducției magnetice, ce străbate suprafața mărginită de contur, variază.

Acest fenomen a fost numit **inducție electromagnetică**, iar curentul electric, care apare în acest caz – **curent indus** (de inducție) (fig. 8.3).



Va apărea oare curentul de inducție într-un cadru conductor închis, dacă cadrul va efectua o mișcare de translație (fără rotație) între polii magnetului (fig. 8.4)?

2 Să clarificăm pricina apariției curentului de inducție

Voi ați elucidat, când într-un contur conductor închis apare curent de inducție. Dar care este pricina apariției lui? Vom studia două cazuri.

1. *Conturul conductor se mișcă în câmpul magnetic* (fig. 8.3, a). Dacă conductorul se mișcă în câmp magnetic, atunci particulele încărcate libere în interiorul conductorului se mișcă odată cu el într-o anumită direcție. Asupra particulelor încărcate mobile acționează câmpul magnetic cu o anumită forță. Anume sub acțiunea acestei forțe particulele încărcate încep să se miște orientat de-a lungul conductorului – în conductor ia naștere curent electric de inducție.

2. Conturul conductor imobil este situat într-un câmp magnetic variabil (fig. 8.3, b). În acest caz forțele ce acționează din partea câmpului magnetic nu pot face ca mișcarea haotică a particulelor încărcate din interiorul conductorului să fie orientată. De ce totuși în contur ia naștere curent de inducție? Problema constă în aceea, că câmpul magnetic variabil întotdeauna este însoțit de apariția în spațiul înconjurător a câmpului electric turbionar (liniile de forță ale unui asemenea câmp sunt închise).

Anume câmpul electric, dar nu cel magnetic, acționează asupra particulelor încărcate libere în conductor și le comunică o mișcare orientată, creând astfel curent de inducție.

3 Determinăm direcția curentului de inducție

Pentru determinarea direcției curentului de inducție ne vom folosi de o bobină închisă. Dacă vom varia câmpul magnetic, ce străbate bobina (de exemplu, vom apropia sau îndepărta magnetul), atunci în bobină ia naștere curent de inducție. Ca urmare bobina însuși devine magnet. Experiențele mărturesc:

1) dacă se va apropia magnetul de bobină, atunci ea va fi respinsă de magnet; 2) dacă magnetul se va îndepărta de bobină, atunci bobina va fi atrasă de magnet.

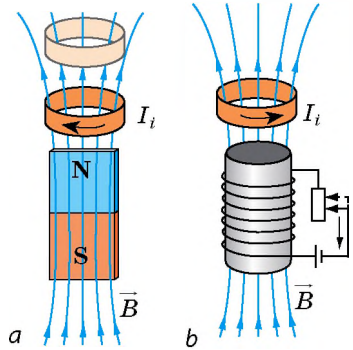


Fig. 8.3. Apariția curentului de inducție în urma variației cantității liniilor inducției magnetice, ce străbat conturul: a – conturul se apropie de magnet; b – se slăbește câmpul magnetic, în care este amplasat conturul

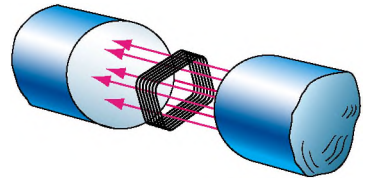


Fig. 8.4. Pentru însarcinarea din § 8

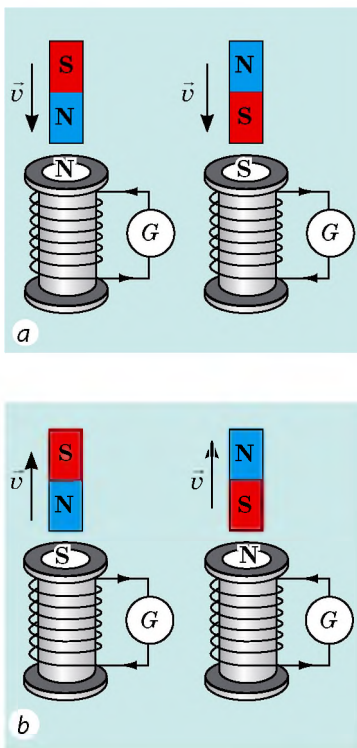


Fig. 8.5. Direcția curentului de inducție într-o bobină închisă: *a* – magnetul este apropiat de bobină; *b* – magnetul este îndepărtat de bobină

Aceasta înseamnă:

1) dacă cantitatea liniilor inducției magnetice, ce străbat bobina se mărește (câmpul magnetic în interiorul bobinei se intensifică), atunci în ea apare curent de inducție de o asemenea direcție, încât bobina va fi întoarsă spre magnetul cu același pol (fig. 8.5, *a*).

2) dacă cantitatea liniilor inducției magnetice, ce străbat bobina se micșorează, atunci în ea apare curent de inducție de o asemenea direcție, încât bobina va fi întoarsă spre magnetul cu pol diferit (fig. 8.5, *b*).

Cunoscând polii bobinei și folosind regula mâinii drepte (vezi § 3), se poate determina direcția curentului de inducție. În mod analogic se poate determina direcția curentului de inducție, când două bobine sunt îmbrăcate pe un miez comun (vezi punctul 5 «Ne învățăm a rezolva probleme» § 8).

4 Facem cunoștință cu sursele industriale de energie electrică

Fenomenul inducției electromagnetice se utilizează în generatoarele electromecanice, fără de care e imposibil să ne imaginăm electroenergetica contemporană.

Generatorul electromecanic – dispozitivul, în care energia mecanică se transformă în electrică.

Pentru a înțelege principiul de funcționare a generatorului electromecanic, să apelăm la experiență. Vom lua un cadru, care este compus din câteva spire de sârmă și îl vom roti în câmpul magnetic al unui magnet permanent (fig. 8.6). În timpul rotației cadrului cantitatea liniilor magnetice, ce îl străbat ba se mărește, ba se micșorează. În cadru ia naștere curent electric, existența căruia o dovedește luminarea becului.

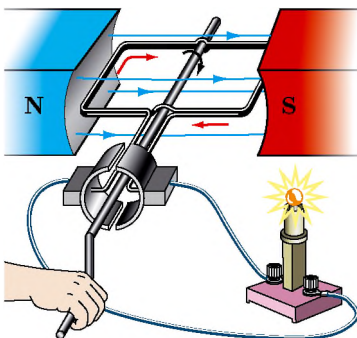


Fig. 8.6. În timpul rotației cadrului în câmpul magnetic în cadru ia naștere curent de inducție

Sub acțiunea aburului (la centrale termice și nucleare) sau a apei, care cade de la înălțime (la hidrocentrale), rotorul generatorului începe repede să se rotească. Ca urmare, cantitatea liniilor inducției magnetice, ce străbat spirele înfășurării statorului variază și în înfășurarea statorului apare curent electric de inducție. După o serie de transformări acest curent este furnizat consumatorului de energie electrică.

5 Ne învățăm a rezolva probleme

Problemă. O bobină și un inel de aluminiu sunt situate pe miez comun (fig. 1). Determinați direcția curentului de inducție în inel, dacă circuitul va fi închis. Cum să se comporte inelul în momentul închiderii cheii? Peste câțva timp după închiderea cheii? La momentul deschiderii cheii?

Analiza problemei fizice, rezolvare

1) Curentul în bobină este orientat de-a lungul părții sale frontale în sus (de la «+» la «-»). Folosind mâna dreaptă, vom determina polii bobinei (direcția liniilor magnetice în interiorul bobinei): mai aproape de inel va fi polul Sud al bobinei (fig. 2).

2) În momentul închiderii cheii intensitatea curentului în bobină crește, de aceea câmpul magnetic în interiorul inelului se intensifică.

3) În inel ia naștere curent de inducție de o astfel de direcție, încât inelul va fi întors spre bobină cu polul de același nume (Sud) și se va respinge de ea.

4) Folosind mâna dreaptă, vom determina direcția curentului de inducție în inel (el va fi orientat în direcție opusă curentului în bobină).

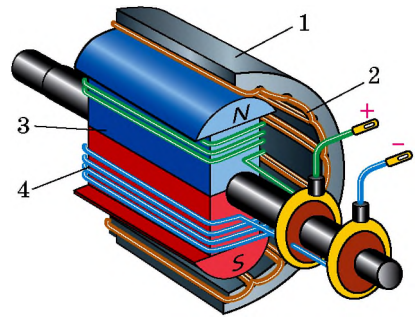


Fig. 8.7. Schema construcției generatorului electromecanic: 1 - statorul; 2 - înfășurarea statorului; 3 - rotorul; 4 - înfășurarea rotorului

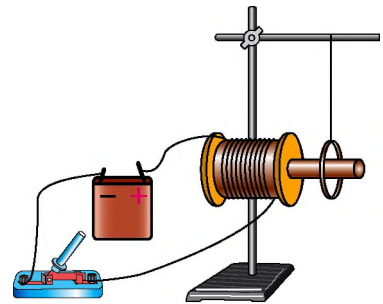


Fig. 1

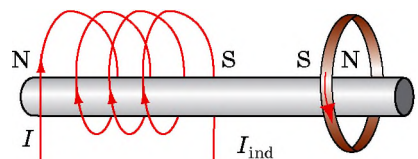


Fig. 2

Algoritmul determinării direcției curentului de inducție

1. Determinăm direcția inducției magnetice a câmpului magnetic exterior.
2. Clarificăm, are loc amplificarea sau atenuarea câmpului electric exterior (adică se mărește sau se micșorează cantitatea liniilor inducției magnetice, ce străbat conturul).
3. Determinăm direcția câmpului magnetic creat de curentul de inducție.
4. Determinăm direcția curentului de inducție.

Aproape imediat după conectarea cheii curentul în bobină va fi continuu, câmpul magnetic în interiorul inelului nu se va schimba și curent de inducție în inel nu va fi. Deoarece inelul este confecționat din material magnetic moale, el aproape că nu va interacționa cu bobina. În momentul deconectării cheii intensitatea curentului în bobină va scădea repede, câmpul magnetic creat de bobină slăbește. În inel apare curent de inducție de o astfel de direcție, încât inelul va fi întors spre bobină cu polul de nume diferit și pentru un timp scurt se va atrage spre ea (fig. 3).

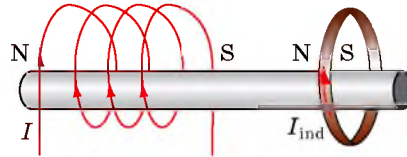


Fig. 3



Facem totalurile

Într-un contur conductor închis în cazul variației cantității numărului liniilor inducției magnetice, ce străbat conturul ia naștere curentul electric. Un astfel de curent se numește de inducție, iar fenomenul apariției curentului – inducție electromagnetică.

Una dintre pricinile apariției curentului de inducție constă în aceea, că câmpul magnetic variabil întotdeauna este însoțit de apariția în spațiul înconjurător al câmpului electric. Câmpul electric acționează asupra particulelor încărcate libere în conductor și acestea încep să se miște orientat – apare curentul de inducție.



Întrebări pentru verificare

1. Descrieți experiențele lui M. Faraday.
2. În ce constă fenomenul inducției electromagnetice?
3. Care curent se numește de inducție?
4. Care sunt cauzele apariției curentului de inducție?
5. Lucrul căror dispozitive se bazează pe fenomenul inducției electromagnetice? Ce transformări ale energiei au loc în ele?
6. Descrieți construcția și principiul de funcționare al generatoarelor de curent electric.



Exercițiul nr. 8

1. Două bobine imobile sunt amplasate așa cum este arătat în fig. 1. Miliampermetrul, conectat la una dintre bobine, înregistrează prezența curentului. În ce condiție este posibil acest lucru?
2. În fig. 2 este reprezentat un dispozitiv, care se numește «inelele lui Lentz». Dispozitivul este compus din două inele de aluminiu (neîntrerupt și secționat), fixate pe o pârghie, care are posibilitatea de a se roti în jurul axei verticale.

- 1) Cum se va comporta inelul neîntrerupt al dispozitivului, dacă:
 - a) Se va apropia de el un magnet? b) se va îndepărta magnetul de la el? c) se va apropia de el magnetul cu polul Sud?
- 2) Pentru fiecare caz din p. 1 determinați direcția curentului de inducție în inelul neîntrerupt și direcția câmpului magnetic, creat de acest curent.
- 3) Ce se va întâmpla, dacă magnetul se va apropia de inelul secționat?
 3. Două bobine sunt îmbrăcate pe un miez comun (fig. 3). Determinați direcția curentului de inducție în bobina A, dacă: 1) se va închide circuitul; 2) se va deschide circuitul; 3) cursorul reostatului se va deplasa la stânga; 4) cursorul reostatului se va deplasa la dreapta.

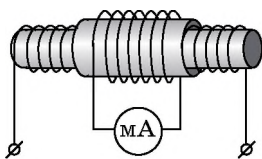


Fig. 1

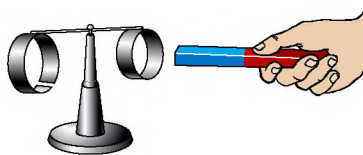


Fig. 2

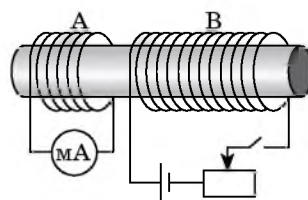


Fig. 3

4. Compuneți o problemă inversă problemei examinate în punctul 5 din «Ne învățăm a rezolva probleme» a § 8. Rezolvați problema obținută.

LUCRARE DE LABORATOR NR. 2

Tema: Observarea fenomenului inducției electromagnetice.

Scopul: de a studia condițiile apariției curentului de inducție într-o bobină închisă; de a stabili factorii, de care depinde intensitatea și direcția curentului de inducție.

Utilajul: miliampermetru, doi magneți platbandă sau sub formă de arc, o bobină de sârmă pe suport.



INDICAȚII LA LUCRARE



Pregătirea pentru executarea experimentului

1. Înainte de a efectua lucrarea amintiți-vă:
 - 1) cerințele securității în timpul lucrului cu circuitele electrice;
 - 2) regulile, care trebuie respectate în timpul măsurării intensității curentului cu ajutorul ampermetrului;
 - 3) cum depinde intensitatea curentului de inducție de viteza variației câmpului magnetic;

- 4) de ce depinde direcția curentului de inducție.
2. Efectuați însărcinarea. În fig. 1-4 este reprezentat un magnet platbandă, o bobină-înfășurare (în continuare – bobină), legată la miliampermetru și este indicată direcția vitezei de mișcare a magnetului. Transcrieți desenele în caiet și pentru fiecare caz:
- 1) indicați polii magnetici ai bobinei;
 - 2) determinați și arătați direcția curentului de inducție în bobină.

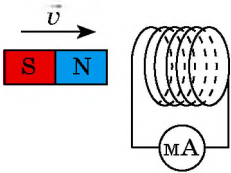


Fig. 1

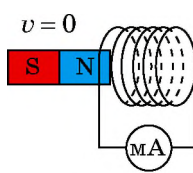


Fig. 2

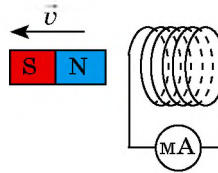


Fig. 3

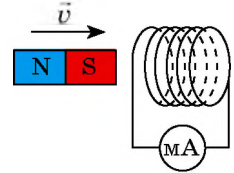


Fig. 4

3. Compuneți circuitul electric, conectând conductorii bobinei la miliampermetru.
4. Pe una din părțile laterale ale bobinei puneți un semn cu markerul.



Experiența nr. 1

Clarificarea condițiilor apariției curentului de inducție într-un contur conductor închis și a factorilor, de care depinde direcția curentului de inducție.

Ținând bobina și magnetul în mâini, efectuați pe rând experiențele menționate în tab. 1. *Atrageți atenția!* Magnetul trebuie introdus în bobină și scos din ea numai în partea, pe care este pus semnul.

Tabelul 1

Numărul experienței	Acțiunile cu magnetul și bobina	Cum se comportă acul miliampermetrului (deviază la stânga, la dreapta, nu deviază)
1	Introducem magnetul în bobină cu polul Nord	
2	Lăsăm magnetul nemișcat	
3	Scoatem magnetul din bobină	
4	Introducem magnetul în bobină cu polul Sud	
5	Lăsăm magnetul nemișcat	
6	Scoatem magnetul din bobină	
7	Apropiem bobina de polul Sud al magnetului	
8	Apropiem bobina de polul Nord al magnetului	

Analiza rezultatelor experienței nr. 1

Analizați experiența tab. 1 și formulați concluzia, în care să menționați:

- 1) în ce condiții în bobina închisă ia naștere curent de inducție;
- 2) cum variază direcția curentului de inducție în cazul schimbării direcției mișcării magnetului;
- 3) cum variază direcția curentului d inducție în cazul schimbării polului magnetului, care este apropiat sau îndepărtat de bobină.

Experiența nr. 2

Stabilirea factorilor, de care depinde valoarea curentului de inducție.

Ținând bobina și magnetul în mână, efectuați consecutiv experiențele, menționate în tab. 2. Fixați de fiecare dată indicațiile miliampermetrului și notațiile în tab. 2

Tabelul 2

Numărul experienței	Acțiunile cu magnetul și bobina	Intensitatea curentului I , mA
1	Introducem rapid magnetul în bobină	
2	Introducem lent magnetul în bobină	
3	Introducem rapid în bobină doi magneți unuți cu polii de același nume	
4	Introducem lent în bobină doi magneți unuți cu polii de același nume	

Analiza rezultatelor experienței nr. 2

Analizați experiența tab. 1 și formulați concluzia, în care să menționați:

- 1) cum depinde intensitatea curentului de inducție de viteza mișcării reciproce a magnetului și bobinei;
- 2) cum depinde intensitatea curentului de inducție de valoarea inducției câmpului magnetic exterior, variația căruia provoacă apariția curentului în bobină.

+ Însărcinare creativă

Chibzionați și scrieți planul efectuării experiențelor de cercetare condițiilor de apariție a curentului de inducție într-o bobină închisă pentru cazurile, când două bobine sunt îmbrăcate pe un singur miez (vezi fig. 5-7). În caz, că aveți posibilitate, efectuați experiențele. Formulați concluziile. Pentru cazurile menționate indicați polii fiecărei bobine și direcțiile curentului în ele.

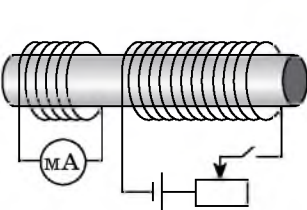


Fig. 5

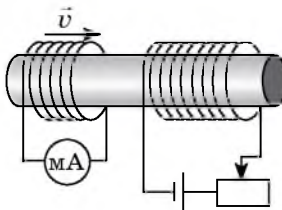


Fig. 6

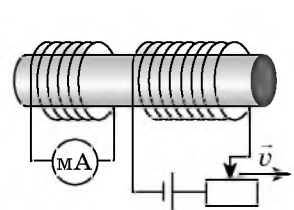
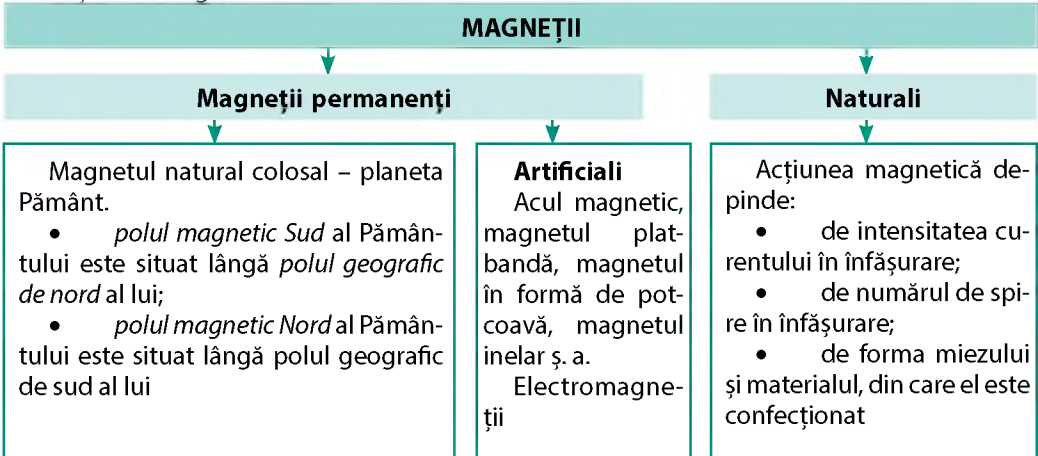


Fig. 7

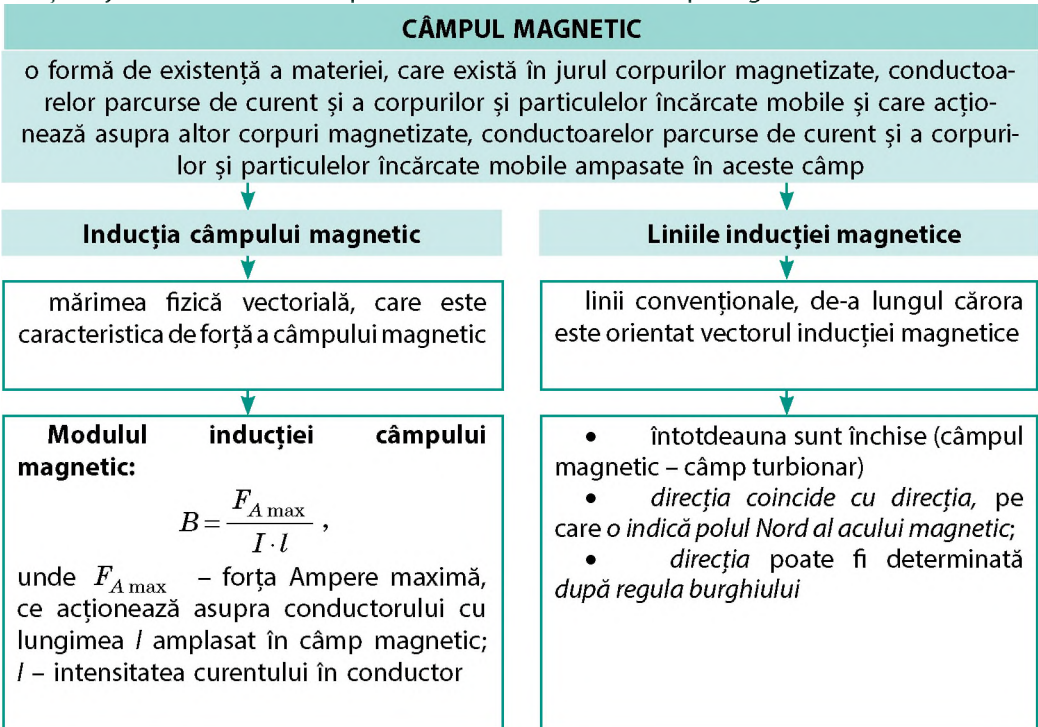
FACEM TOTALURILE CAPITOLULUI I

«Câmpul magnetic»

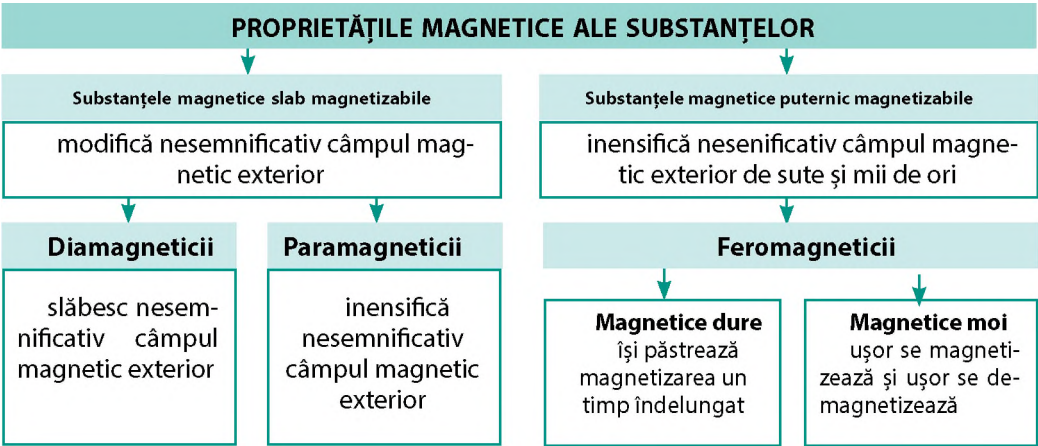
1. Studiind capitolul 1, voi ați aflat, că la început omul a aflat despre *magneții permanenți* și a început s-i folosească; cu mult mai târziu a fost creați *electromagneții*, care au obținut o largă utilizare.



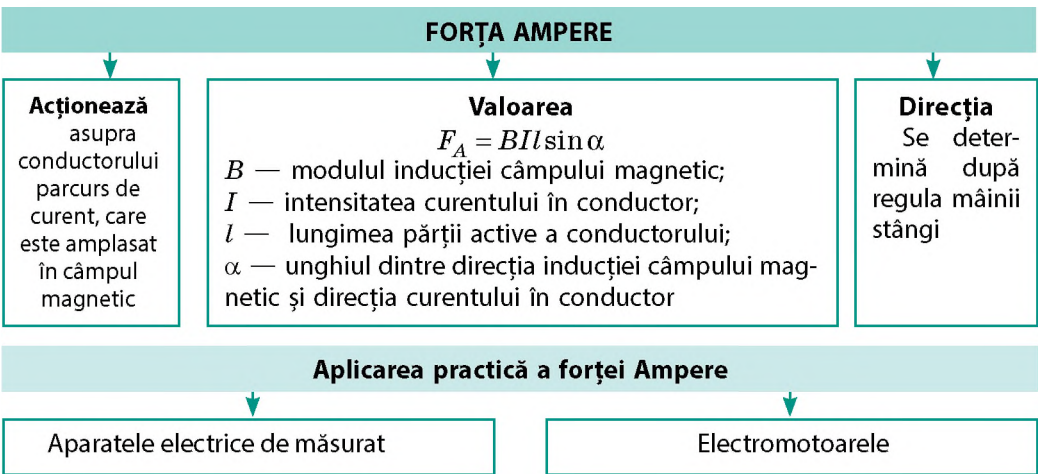
2. Voi ați elucidat, că în jurul oricărui corp magnetizat, a particulei încărcate care se mișcă și în jurul conductoarelor parcurse de curent există câmp magnetic.



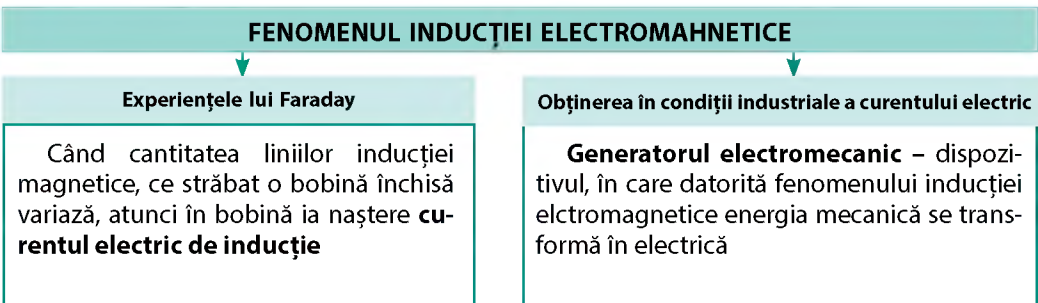
3. Ați aflat, că în câmp magnetic toate substanțele se magnetizează, însă în mod diferit.



4. Voi ați stabilit, că asupra conductorului parcurs de curent și amplasat într-un câmp magnetic, acționează o anumită forță, – *forța Ampere*.



5. Voi ați repetat experiențele lui M. Faraday și ați făcut cunoștință cu *fenomenul inducției electromagnetice*.



ÎNSĂRCINĂRI PENTRU AUTOVERIFICARE LA CAPITOLUL I
«Câmpul magnetic»

Însărcinările 1, 2, 5 – 7 conțin numai un răspuns corect.

- (1 bal) Polul magnetic Sud al acului unei busole de regulă arată:
 - la polul geografic de nord al Pământului;
 - la polul magnetic Sud al Pământului;
 - la polul geografic de sud al Pământului;
 - ecuatorul Pământului.
- (1 bal) Câmpul magnetic al bobinei parcurse de curent devine mai slab, dacă:
 - în interiorul bobinei se introduce un miez de fier;
 - se mărește numărul de spire în înfășurare;
 - se micșorează intensitatea curentului;
 - se mărește intensitatea curentului.
- (2 baluri) Stabiliți corespondența dintre faptul științific și experiențele, cu ajutorul cărora acest fapt a fost stabilit.

<ol style="list-style-type: none"> 1 În jurul conductorului parcurs de curent există câmp magnetic 2 În jurul planetei Pământ există câmp magnetic 3 Doi conductori parcurși de curent interacționează 4 Câmpul magnetic variabil creează câmp electric 	<ol style="list-style-type: none"> A Experiențele lui Ampere B Experiența lui Hilbert C Experiența lui Oersted D Experiența lui Coulomb E Experiențele lui Faraday
---	--
- (2 baluri) Alegeți toate afirmațiile juste.
 - Polul magnetului – este porțiunea suprafeței magnetului, unde acțiunea magnetică se manifestă cel mai puternic.
 - Liniile inducției câmpului magnetic uniform pot fi curbe.
 - Unitatea de măsură a inducției magnetice în SI – tesla.
 - Rotorul – este partea imobilă a motorului.
- (2 baluri) În care dintre următoarele cazuri (fig. 1) direcția liniilor inducției câmpului magnetic al unui conductor linear parcurs de curent este indicată corect?

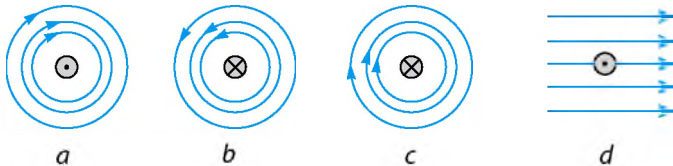


Fig. 1

- (2 baluri) Unde în fig. 2 direcția forței Ampere este indicată corect?

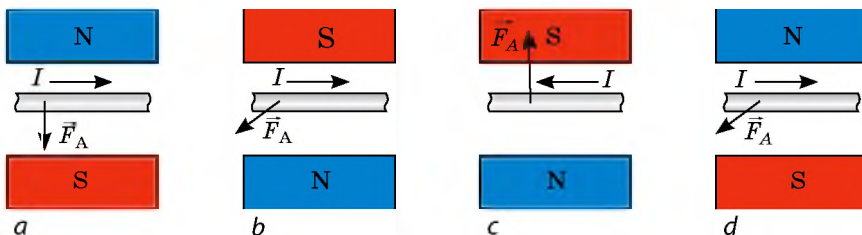


Fig. 2

7. (2 baluri) Un conductor liniar cu lungimea de 0,6 m este amplasat într-un câmp magnetic uniform cu inducția de 1,2 mT sub un unghi de 30° față de liniile inducției magnetice ale câmpului. Determinați forța Ampere, ce acționează asupra conductorului, dacă intensitatea curentului în el este de 5 A.
- a) 1,8 mN; b) 2,5 mN; c) 3,6 mN; d) 10 mN.
8. (2 baluri) Cerealele, înainte de-a fi introduse sub pietrele de moară, trec printre poli unui electromagnet puternic. De ce se procedează astfel?
9. (3 baluri) Acul magnetic s-a stabilit așa cum este arătat în fig. 3 în câmpul magnetic al unei bobine parcurse de curent electric. Determinați poli sursei de curent electric.
10. (3 baluri) În fig. 4 este reprezentat un cadru, care se rotește în câmpul magnetic al unui magnet permanent. Determinați poli sursei de curent la care este conectat cadrul.
11. (3 baluri) În fig. 5 este reprezentat un conductor parcurs de curent care este amplasat în câmpul magnetic al unui magnet-potcoavă. Determinați poli magnetului.

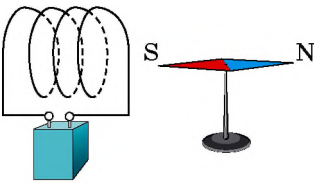


Fig. 3

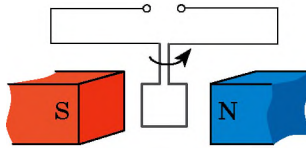


Fig. 4

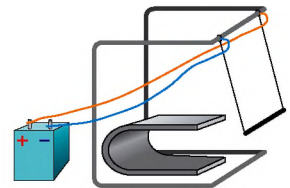


Fig. 5

12. (3 baluri) Va devia oare acul magnetic de la direcția «nord-sud», dacă de el se va apropia o bară de fier? o bară de cupru?
13. (4 baluri) Determinați poli electromagnetului (fig. 6). Cum se va schimba forța de ascensiune a electromagnetului, dacă vom deplasa spre stânga cursorul reostatului?
14. (4 baluri) Determinați direcția curentului de inducție într-un inel conductor închis în momentul închiderii cheii (fig. 7).
15. (4 baluri) O vergea de oțel cu lungimea de 40 cm și masa de 50 g este situată perpendicular pe niște rigle orizontale (fig. 8). De-a lungul riglelor este orientat câmpul magnetic uniform cu inducția de 0,25 T. Prin vergea curge curentul electric cu intensitatea de 2 A. Cu ce forță vergeaua apasă pe rigle?

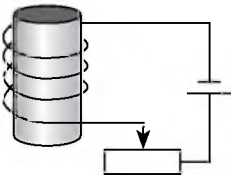


Fig. 6

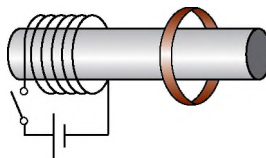


Fig. 7

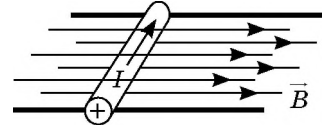


Fig. 8

Confrunțați răspunsurile voastre cu cele aduse la sfârșitul manualului. Însemnați însărcinările, pe care le-ați executat corect și numărați suma balurilor. Apoi această sumă împărțiți-o la trei. Rezultatul obținut va corespunde nivelului vostru de reușită la învățatură.



Însărcinările de antrenare cu verificare computațională voi le veți găsi pe resursul de învățământ «Învățământul interactiv».

De la stele până la broaștele «zburătoare» sau Pentru ce sunt necesari magneții supraputernici

La majoritatea oamenilor magneții se asociază cu busola. Inginerii își mai amintesc despre folosirea lor în electromotoare și generatoarele de curent electric. Dar aceste dispozitive deja sunt demult cunoscute. Așadar, studierea de mai departe a fenomenelor magnetice este de prisos?

Nu vă grăbiți cu răspunsul, amintiți-vă, de exemplu, despre trenul «fără frecare». Ca șine pentru astfel de trenuri servește câmpul magnetic. Doi magneți, unul dintre ei este amplasat în suporturi, iar al doilea – în însuși trenul dat sunt orientați unul spre altul cu polii de același nume, deci, ei se vor respinge. Ca rezultat – trenul parcă «zboară» deasupra drumului. Despre avantajele unei astfel de soluții tehnice amănunțit s-a povestit în pagina enciclopedică a manualului pentru clasa a 7-a. Să examinăm încă câteva exemple de aplicare a magneților supraputernici. Însă mai întâi de toate să ne lămurim ce sunt magneții supraputernici. Pentru aceasta să comparăm câmpurile magnetice ale diferitelor obiecte conform tabelului, în care sunt aduse date de câte ori câmpul obiectului dat este mai puternic decât câmpul magnetic al Pământului. Așadar, câmpul magnetic al Pământului este primit ca unitate. Însă, în unele cazuri chiar și acest câmp, comparativ nu mare, este factor dăunător și savanții s-au învățat să-l ecranizeze (micșoreze) în încăperi special amenajate – camerele magnetoecranate – camerele magnetoecranate. Cea mai mică valoare a câmpului magnetic într-o astfel de cameră este de 10 milioane ori mai mică decât câmpul magnetic al Pământului.

După cum se vede din tabel, este creat un magnet, câmpul magnetic al căruia este mai puternic decât câmpul magnetic al Pământului de 200 000 ori. Care este destinația acestor magneți puternici?

În primul rând fizicienii au nevoie de magneți puternici pentru dirijarea fasciculelor de particule încărcate în acceleratoare. În fig 1 este reprezentat unul dintre cele mai puternice acceleratoare din lume. Particulele încărcate se mișcă de-a lungul unui inel gigantic cu diametrul de câțiva kilometri. Pentru ca ele să nu se «verse» pe pereți și sunt necesari magneții permanenți supraputernici (fig. 2).



Fig. 1. Unul dintre cele mai mari acceleratoare de particule încărcate din lume



Fig. 2. Magneți supraputernici, care mențin particulele încărcate în interiorul acceleratorului

Mărimi relative ale câmpurilor magnetice

Sursa sau porțiunea, unde se măsoară câmpul magnetic	Valoarea relativă
Suprafața terestră	1
Camera cu ecranare magnetică	10^{-6}
Magnetul de laborator școlar	200
Mijlocul petei solare	3000
Electromagnet mare	30 000
Magnet de laborator supraputernic	200 000
Suprafața steii neutronice	10^{12}

Este bine cunoscută utilizarea magneților supraputernici în medicină: cu ajutorul lor se obțin imaginile organelor interne ale omului (fig. 3, 4). Spre deosebire de diagnosticarea cu ajutorul razelor Roengen metoda rezonanței magnetice este cu mult mai sigură.

Însfârșit dăm încă un exemplu de folosire a magnetului supraputernic. Inginerii deja au învățat să «zboare» trenurile grele, dar se poate oare încerca să zboare omul sau animalul?

S-a descoperit, că totul constă în materiale. În construcțiile trenului, pentru amplificarea câmpului magnetic pot fi folosite materiale speciale, dar iată că substanțele din care constă organismul astfel de proprietăți nu are. Doar nu vom implanta «fier» în organism pentru a încerca o plăcere îndoielnică! Dar în calea cuceririi levitației au ajutat magneții supraputernici. S-a constatat, că în cazul unor câmpuri magnetice foarte puternice chiar și magnetismul slab al unui organism este suficient pentru asigurarea forței necesare de respingere. Savanții au reușit să impună broasca să «zboare», amplasând-o în timpul experienței deasupra unui magnet supraputernic (fig. 5). După spusele cercetătorilor, drumeața după zbor se simțea normal. A rămas de făcut «puțin»: de mărit câmpul magnetic de 10–100 de ori – și omul va cunoaște simțul amețitor al zborului.



Fig. 3. Utilajul pentru cercetarea organelor interne ale omului cu ajutorul rezonanței magnetice



Fig. 4. Fotografia articulației, obținute cu ajutorul aplicării rezonanței magnetice

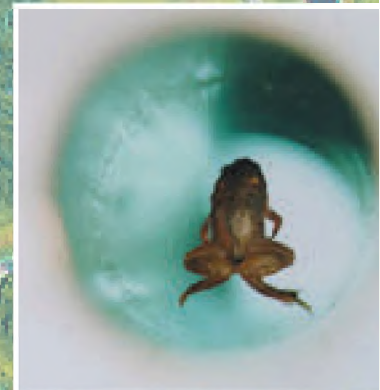


Fig. 5. Broasca «zburătoare»

Temele orientative ale proiectelor

1. Materialele magnetice și utilizarea lor.
2. Înregistrarea magnetică a informației.
3. Manifestarea și utilizarea interacțiunilor magnetice în natură și tehnică.
4. Câmpul geomagnetic al Pământului.
5. Furtunile magnetice și influența lor asupra sănătății omului.
6. Diverse dispozitive electromagnetice.
7. Generatoarele de curent electric.

Temele referatelor și comunicărilor

1. Influența câmpului magnetic asupra calității și vitezei de germinare a semințelor.
2. Influența câmpului magnetic asupra vieții și sănătății omului.
3. Forța Lorentz. Manifestările forței Lorentz în natură, aplicarea în tehnică.
4. Istoria studierii magnetismului.
5. Momentele magnetice ale atomului și ale componentelor lui.
6. Substanțele antimagnetice și aplicarea lor.
7. Contribuția învățaților ucraineni în studierea magnetismului.
8. M. Faraday și J. Maxwell – fondatorii teoriei câmpului electromagnetic.
9. Furtunile magnetice în atmosfera planetelor–gigante Saturn și Uranus.
10. Nicola Tesla – omul, care și-a depășit vremea sa.
11. Cum funcționează acceleratoarele particulelor încărcate.
12. Ce este separatorul magnetic și pentru ce el este destinat.
13. Generatorul magnetohidrodinamic. Ce generează el și cum funcționează.
14. Ce este bucla de histeresis și cum ea este legată de magnetizare și supramagnetizare.
15. Lichidul magnetic: proprietăți unice, exemple de utilizare.

Temele cercetărilor experimentale

1. Studiarea proprietăților magneților permanenți.
2. Studiarea câmpului magnetic al Pământului.
3. Măsurarea inducției magnetice a câmpului magnetic al unei bobine parcurse de curent; a câmpului magnetic al unui magnet-potcoavă.
4. Confecționarea generatorului de curent electric.
5. Studiarea fenomenului inducției electromagnetice.
6. Confecționarea lichidului magnetic, studierea proprietăților lui.
7. Confecționarea electromotorului.

CAPITOLUL II

FENOMENE LUMINOASE

- Voi nu o dată v-ați luat măsura înălțimii, iar acum veți afla, cum cunoscând propria înălțime să se măsoare înălțimea unui copac imens
- Voi deseori ați văzut curcubeul, iar acum veți afla, cum să-l obțineți la voi acasă
- Vă este bine cunoscut proverbul «Noaptea toate pisicile sunt gri», iar acum îl veți putea explica din punct de vedere al fizicii
- Voi înțelegeți, că unii nu se pot lipsi de ochelari, iar acum veți afla de ce ochelarii ajută de a vedea mai bine



§ 9. FENOMENE LUMINOASE. SURSE ȘI RECEPTORI DE LUMINĂ. VITEZA DE PROPAGARE A LUMINII

Dintre cinci organe de simț cea mai mare parte de informație despre mediul înconjurător ne dă nouă văzul. Însă a vedea mediul înconjurător noi putem numai de aceea, că în ochii noștri nimerește lumină. Așadar, începem studierea fenomenelor luminoase, sau optice (de la grecesc. optikos – de vedere) – astfel, ce sunt legate de lumină.

1 Observăm fenomenele luminoase

Cu fenomenele luminoase voi vă întâlniți în fiecare zi, doar ele sunt o parte din condițiile naturale, în care noi existăm.

Unele dintre fenomenele luminoase ne par miracole adevărate, de exemplu mirajele în deșert, aurorele boreale. Însă fiți de acord, că și fenomenele luminoase mai «obișnuite»: sclipirea picăturii de rouă în razele solare, calea lunară pe întinsul apei, podul în șapte culori ale curcubeului după o ploaie de vară, fulgerul în norii de furtună, strălucirea stelelor pe cerul nocturn – de asemenea sunt miracole, deoarece ele fac lumea din jurul nostru minunată, plină de frumusețe fermecată și armonie.

2 Clarificăm, ce sunt sursele de lumină

Sursele de lumină – acestea-s corpurile fizice, particulele (atomii, moleculele, ionii) care emit lumină.

Priviți în jur, adresați-vă la experiența voastră – și voi, fără îndoială, veți numi multe surse de lumină: steaua, fulgerul, flacăra lumânării, becul, monitorul calculatorului etc. (vezi, de exemplu, fig. 9.1). Lumină pot radia și unele ființe (licuricii – punctele strălucitoare de lumină, care pot fi văzute într-o noapte caldă de vară în iarbă de pădure, unele animale de mare, radiolaria ș. a.).

Într-o noapte clară de lună noi putem foarte bine să vedem obiectele, luminate de lumina lunii. Însă Luna nu poate fi considerată sursă de lumină, doar ea nu radiază lumină, ci numai reflectă lumina ce vine de la Soare.

? Poate oare fi considerată sursă de lumină oglinda, cu ajutorul căreia voi trimiteți un «iepurăș de soare»? Argumentați răspunsul.



Fig. 9.1. Unele surse de lumină

3 Deosebim sursele de lumină

În dependență de *proveniență* se deosebesc surse de lumină **naturale** și **artificiale** (confecționate de om).

La *sursele naturale* aparțin, de exemplu, Soarele și stelele, lava fierbinte și aurorele boreale, unele obiecte luminoase dintre animale și plante (caracatița, bacterii luminescente, licuricii).

Sursele naturale nu pot satisface necesitatea omului de lumină, de aceea încă din timpuri străvechi au început să creeze *surse artificiale de lumină*. De la început acestea erau rugurile și opaițele, mai târziu – lumânările, lămpile cu ulei și cu petrol lampant; la sfârșitul sec. XIX a fost inventat primul bec electric. Astăzi diferite feluri de becuri electrice se aplică pretutindeni (fig. 9.2, 9.3).

? Ce feluri de becuri electrice se utilizează în locuințe? Ce fel de becuri se utilizează pentru iluminare diferită?

Sursele de lumină se împart în **termice** și **luminescente**.

Sursele termice radiază lumină datorită faptului, că au o temperatură înaltă (fig. 9.4).

Pentru luminarea *surselor luminescente* nu este nevoie de o temperatură înaltă: radiația luminoasă poate fi suficient de intensă, iar sursa în acest timp să rămână relativ rece. Exemple de surse luminescente de lumină sunt aurora și planctonul marin, ecranul telefonului și indicatorul luminos, lampa cu LED-uri și becul lumina zilei, semnul rutier acoperit cu un strat de vopsea luminescentă și indicatorul rutier etc.



Fig. 9.2. Surse puternice de lumină artificială sunt becurile cu halogen în farurile unui automobil modern



Fig. 9.3. Semnalele semafoarelor moderne sunt clar vizibile. Semnale luminoase moderne sunt clar vizibile chiar și atunci, când soarele strălucește puternic. În astfel de semafoare becurile incandescente sunt înlocuite cu becuri cu LED-uri

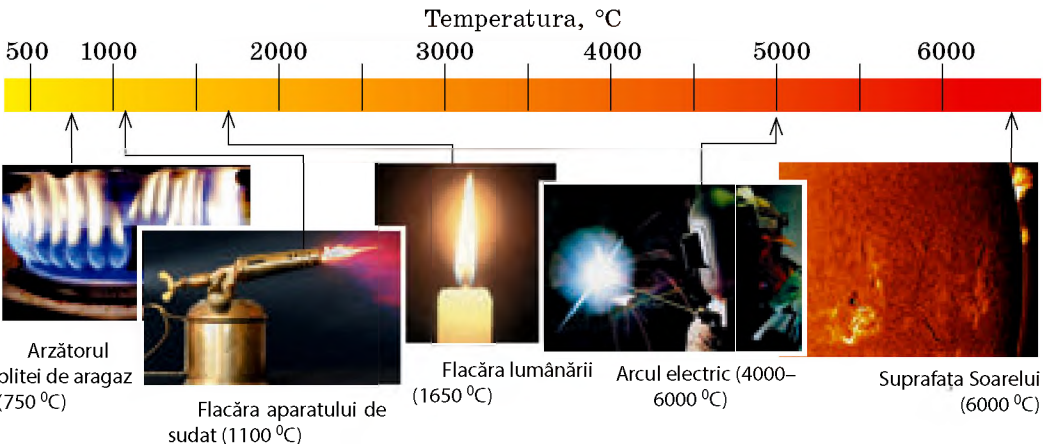


Fig. 9.4. Unele surse termice de lumină

4 Studiem sursele de lumină punctiforme și extinse

Sursa de lumină, care radiază lumină la fel în toate direcțiile și dimensiunile căreia, luând în considerație distanța până la locul de observare, pot fi neglijate se numește sursă punctiformă de lumină.

Cel mai bun exemplu de surse punctiforme de lumină sunt stelele, doar noi le observăm de pe Pământ, adică de la o distanță, ce depășește de milioane de ori dimensiunile stelelor însuși.

Sursele de lumină ce nu sunt punctiforme se numesc surse de lumină extinse.

De cele mai frecvente ori noi avem de afaceră cu sursele de lumină extinse. Acestea-s și becul lumina zilei, și ecranul telefonului celular, și flacăra lumânării, și focul rugului.

În dependență de condiții una și aceeași sursă de lumină poate fi considerată atât extinsă, cât și punctiformă.



Fig. 9.5. pentru însărcinarea din § 9

? În fig. 9.5 este reprezentat un felinar pentru designul peisagistic. În care caz, după părerea voastră acest felinar poate fi considerat drept sursă punctiformă de lumină?

5 Caracterizăm receptorii de lumină

Receptorii de lumină – acestea-s dispozitivele, care își schimbă proprietățile sale sub acțiunea luminii și cu ajutorul cărora poate fi observată radiația luminoasă.

Receptorii de lumină pot fi *artificiali* și *naturali*. În orice receptor de lumină energia radiației luminoase se transformă în alte feluri de energie – termică, care se observă prin încălzirea corpurilor, ce absorb lumina, electrică, chimică și chiar mecanică. În urma unor astfel de transformări receptorii într-un anumit mod reacționează la lumină sau la variația ei.

De exemplu, unele sisteme de pază funcționează pe baza receptorilor fotoelectrici de lumină – fotoelementelor. Fasciculele subțiri de lumină, ce practic străbat spațiul din jurul obiectului de pază, sunt orientate pe fotoelemente (fig. 9.6). Dacă se va acoperi unul dintre aceste fascicule, atunci fotoelementul nu obține energie luminoasă și imediat «v-a da de știre» despre aceasta.

În bateriile solare fotoelementele transformă energia luminoasă în energie electrică. Centralele electrice solare – aceasta-s «câmpuri energetice» mari din baterii solare.



Fig. 9.6. în sistemele de pază moderne se utilizează fotoelemente sensibile

Timp îndelungat pentru obținerea fotografiilor se utiliza numai receptori fotochimici de lumină (pelicula fotografică, hârtia fotografică), în care în rezultatul acțiunii luminii au loc anumite reacții chimice (fig. 9.7).

În aparatele fotografice digitale moderne în loc de peliculă fotografică se utilizează o matrice, care constă dintr-o cantitate mare de fotoelemente. Fiecare dintre aceste elemente primește partea «sa» de fascicul luminos, o transformă în semnal electric și o transmite într-un anumit loc al ecranului.

Receptori naturali de lumină sunt ochii ființelor vii (fig. 9.8). Sub acțiunea luminii pe retina ochiului apar impulsuri nervoase, în urma cărora creierul formează imaginația despre mediul înconjurător.



Fig. 9.7. Pelicula fotografică și hârtia fotografică – receptori fotochimici de lumină



Fig. 9.8. Ochii ființelor vii – receptori naturali de lumină

6 Aflăm despre viteza de propagare a luminii

Privind cerul înstelat, voi cu greu vă imaginați, că unele stele deja s-au stins. Mai mult decât atât, mai multe generații de strămoșii ai noștri se bucură de aceleași stele, iar aceste stele nu existat chiar și atunci! Cum poate fi așa, că lumina de la stea este, dar steaua însăși deja nu există?

Chestia constă în aceea, că lumina se propagă în spațiu cu viteză finită. Viteza de propagare a luminii c este o mărime enormă, și în vid ea constituie aproximativ trei sute de mii kilometri pe secundă:

$$c = 299\,792\,458 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

*Lumina parcurge distanțele de mii de kilometri în miimi de secundă. Anume din acest motiv în cazul că distanța de la receptor până la sursa de lumină este mică, ne pare că lumina se propagă momentan. Dar iată că de la stelele îndepărtate lumina vine până la noi mii și milioane de ani.

De la cea mai apropiată stea Alpha Centauri lumina vine până la Pământ aproape în 4 ani. De aceea, uitându-ne la această stea, noi într-adevăr vedem cum ea a fost 4 ani în urmă.

Dar însă există galaxii departe de noi la milioane de ani lumină (adică lumina merge până la ele milioane de ani). Imaginați-vă, că într-o astfel de galaxie există o civilizație înalt dezvoltată din punct de vedere al tehnologiilor. atunci, reiese că ei «văd» planeta noastră încă din timpul dinozaurilor!



Facem totalurile

* În timpul rezolvării problemelor vom folosi valoarea aproximativă a vitezei de propagare a luminii în vid:

$$c = 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}} = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Corpurile fizice, atomii și moleculele, care emit lumină se numesc surse de lumină. Sursele de lumină pot fi termice și luminescente; naturale și artificiale; punctiforme și extinse. De exemplu, aurora boreală – sursă de lumină extinsă luminescentă naturală.

Dispozitivele, care-și modifică parametrii săi în rezultatul acțiunii luminii și cu ajutorul cărora poate fi observată radiația luminoasă se numesc receptori de lumină. În receptori de lumină energia radiației luminoase se transformă în alte feluri de energie. Organele de văz ale ființelor – receptori naturali de lumină.

Lumina se propagă în spațiu cu viteză finită. Viteza de propagare a luminii în vid aproximativ constituie: $c = 3 \cdot 10^8$ m /s.



Întrebări pentru verificare

1. Ce rol joacă lumina în viața omului? 2. Dați definiția sursei de lumină. Dați exemple.
3. Este oare Luna sursă de lumină? Argumentați răspunsul.
4. Dați exemple de surse de lumină naturale și artificiale.
5. Ce au comun sursele de lumină termice și cele luminescente? Prin ce ele se deosebesc?
6. În ce condiții sursa de lumină se consideră punctiformă?
7. Ce dispozitive se numesc receptori de lumină? Dați exemple de receptori de lumină naturali și artificiali.
8. Care este viteza de propagare a luminii în vid.



Exercițiul nr. 9

1. Stabiliți corespondența dintre sursa de lumină (vezi des.) și felul ei.

- A naturală termică
- B artificială termică
- C naturală luminescentă
- D artificială luminescentă



1 Telefonul



2 Flacăra



3 Licuriciul

2. Pentru fiecare rând determinați cuvântul sau îmbinarea de cuvinte «fără rost».

- a) flacăra lumânării, Soarele, steaua, Luna, lampa cu LED-uri;
 - b) ecranul calculatorului în lucru, fulgerul, becul cu incandescență, flacăra;
 - c) becul lumina zilei, flacăra arzătorului cu gaz, rugul, radiolaria.
3. În cât timp aproximativ lumina parcurge distanța de la Soare până la Pământ – 150 mln. km?
 4. În care dintre cazurile menționate Soarele poate fi considerat drept sursă punctiformă de lumină?
 - a) observarea eclipsei de Soare;
 - b) observarea Soarelui dintr-o navă cosmică, care zboară în afara sistemului Solar;
 - c) determinarea timpului cu ajutorul ceasornicului solar.
 5. Una dintre unitățile de măsură a lungimii, care este folosită în astronomie este anul lumină. Câți metri constituie un an lumină, dacă el este egal cu distanța, pe care o parcurge lumina în vid într-un an?
 6. Folosiți-vă de surse suplimentare de informații și aflați cine pentru prima dată a măsurat viteza de propagare a luminii. Ce anume a devenit un imbold pentru învățat?

§ 10. RAZA DE LUMINĂ ȘI FASCICULUL DE LUMINĂ. LEGEA PROPAGĂRII RECTILINII A LUMINII. ECLIPSELE DE SOARE ȘI DE LUNĂ

Când vă jucați de-a ascunselea sau creați «iepurăși de soare», atunci fără să vă dați seama vă folosiți de legea propagării rectilinii a luminii. Să clarificăm, în ce constă această lege și ce fenomene ea le explică.

1 Ne învățăm a deosebi fasciculul de lumină de raza de lumină

Pentru observarea fasciculelor de lumină nu avem nevoie de nici un utilaj special (fig. 10.1). E suficient, de exemplu, sau să se deschidă ușa într-un coridor întunecat dintr-o încăpere luminoasă, sau să se aprindă o lanternă în întuneric, sau într-o zi senină însoțită să se închidă perdelele nu până la sfârșit într-o încăpere. *Fasciculele de lumină* în primul caz cad pe podea prin crăpătura ușii; în al doilea caz lumina se orientează într-o anumită direcție de către reflectorul lanternei; în ultimul caz fasciculele de lumină trec în încăpere prin crăpătura dintre perdele.

În viața reală avem de a face doar cu fascicule de lumină. Cu toate că, sunteți de acord, că pentru noi este obișnuit, atunci când se spune: o rază de soare, raza proiectorului, o rază verde etc. De fapt, din punctul de vedere al *opticii geometrice*, pe care noi o vom studia în acest an, ar fi corect să spunem: un fascicul de raze solare, un fascicul de raze verzi etc. Dar iată pentru reprezentarea schematică a fasciculelor de lumină se folosesc *razele de lumină* (vezi fig. 10.2).

Raza de lumină – aceasta-i linia, ce indică di-recția de propagare a energiei luminoase.

Așadar, dacă în continuare în text se vor întâlni frazele, îmbinările de cuvinte de genul «raza de lumină cade», «refracția razei» etc. trebuie de avut în vedere, că este vorba despre un fascicul de lumină, direcția căruia este dată de această rază.

? Examinați fig. 10.1, 10.2 și determinați, la ce tip de fascicule de lumină aparține fasciculul de raze solare. *Sugestie:* imaginați-vă, cum arată șinele de cale ferată pentru un observator, care stă pe linie

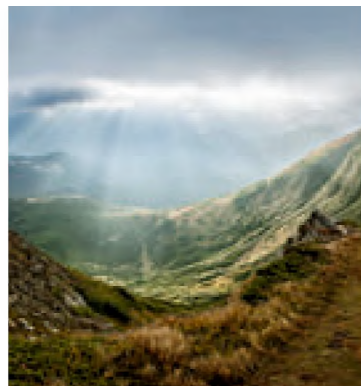


Fig. 10.1. Fasciculele de lumină solară, ce străbat norii

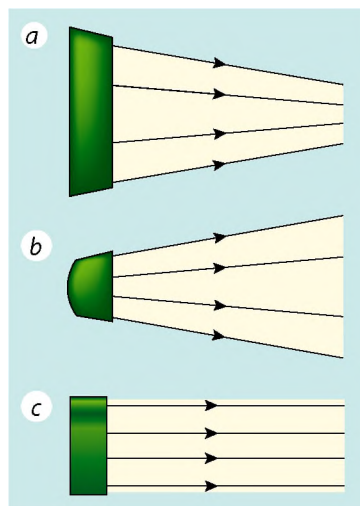


Fig. 10.2. Fasciculul de lumină – aceasta-i totalitatea razelor de lumină. Fasciculele de lumină: a – convergent; b – divergent; c – paralel

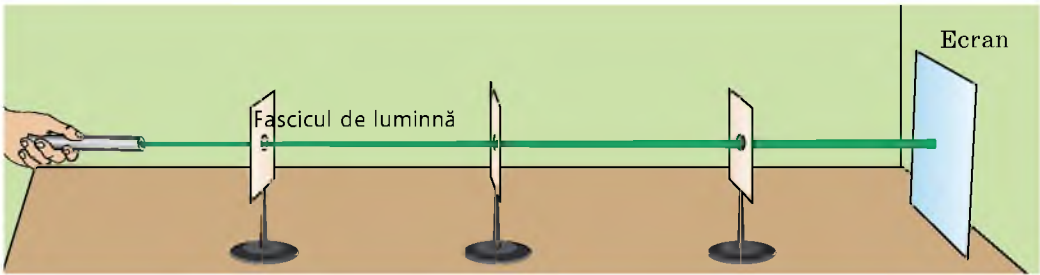


Fig. 10.3. Experiența, care demonstrează propagarea rectilinie a luminii

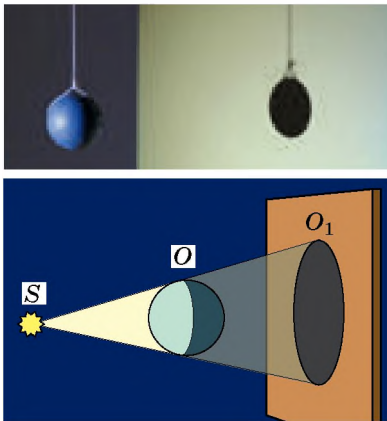


Fig. 10.4. Formarea umbrei totale O_1 de la obiectul O iluminat de sursa punctiformă de lumină S

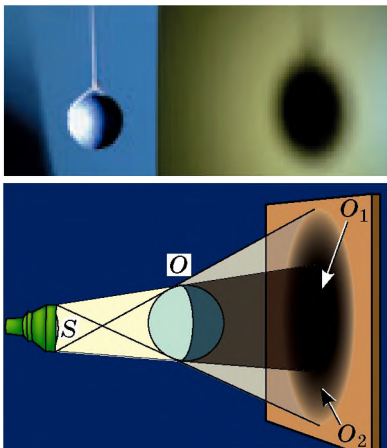


Fig. 10.5. Formarea umbrei totale O_1 și penumbrei O_2 de la obiectul O iluminat de sursa extinsă de lumină S

2 Ne convingem de propagarea rectilinie a luminii

Vom efectua o experiență (vezi fig. 10.3). Vom așeza pe rând o sursă de lumină, câteva foi de carton cu orificii cu diametrul de aproximativ 5 mm, un ecran. Vom miplasa foile astfel, încât pe ecran să apară o pată luminoasă. Dacă acum se va lua, de exemplu, o andrea, ea ușor va trece prin toate orificiile, adică se va constata că toate orificiile sunt situate pe o dreaptă.

Această experiență demonstrează **legea propagării rectilinii a luminii**:

Într-un mediu omogen transparent lumina se propagă rectiliniu.

Despre această lege încă cu peste 2500 de ani în urmă a scris savantul Greciei antice *Euclid*. În geometrie noțiunea de rază și de linie dreaptă au apărut pe baza imaginației despre razele de lumină.

3 Aflăm despre umbra totală și penumbră

Prin propagarea rectilinie a luminii poate fi explicat faptul, că orice corp netransparent iluminat de o sursă de lumină formează **umbra**.

Dacă sursa de lumină este punctiformă, umbra căzută de la un obiect va fi clară. În acest caz se formează numai **umbra totală** (fig. 10.4).

Umbra totală – este porțiunea spațiului, în care nu nimereste lumina de la sursă.

Dacă corpul este iluminat de la o sursă extinsă de lumină, atunci se formează umbră cu marginile neclare, adică se formează nu numai umbra totală, ci și **penumbra** (fig. 10.5).

Penumbra – aceasta-i porțiunea spațiului, iluminată de unele dintre sursele punctiforme de lumină sau o parte a sursei extinse.

? Oare vedem noi lumina de la o sursă, fiind situați în regiunea umbrei complete? penumbrei? Ce fel, după părerea voastră va fi conturul penumbrei (clar sau neclar), dacă obiectul va fi iluminat de două surse punctiforme de lumină (vezi fig. 10.6)?

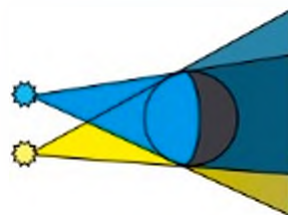


Fig. 10.6. Pentru însărcinarea din § 10

Formarea umbrei totale și penumbrei în dimensiuni cosmice noi observăm în timpul eclipselor de Soare și de Lună. În urma rotației Lunii în jurul Pământului uneori se întâmplă așa, că Luna, Soarele și Pământul sunt amplasate pe o singură dreaptă. Dacă totodată Luna este situată între Soare și Pământ, atunci umbra de la Lună cade pe Pământ, – pe Pământ se observă eclipsa de Soare (fig. 10.7). În acele locuri ale Pământului, pe care a căzut umbra totală a Lunii se observă eclipsele totale de Soare, iar în locurile penumbrei – eclipsele parțiale de Soare. În decursul unui an pe Pământ se observă 2-5 eclipse de Soare.

Când Luna, rotindu-se în jurul Pământului, nimereste în zona umbrei, pe care o lasă Pământul, are loc **eclipsa de Lună** (fig. 10.8). În decursul unui an pe Pământ se observă 2-4 eclipse de Lună.

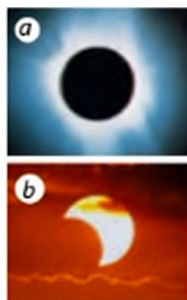
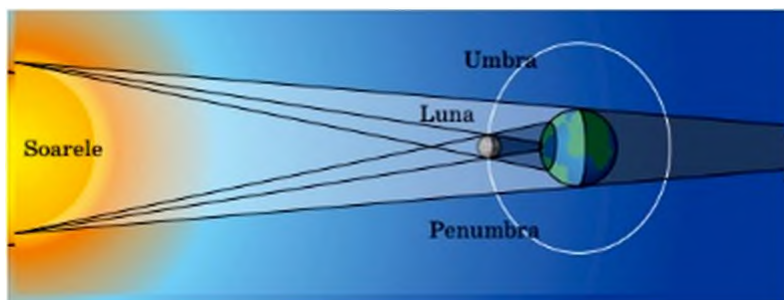


Fig. 10.7. Eclipsa de Soare: a – totală (în regiunea umbrei totale); b – parțială (în regiunea penumbrei)

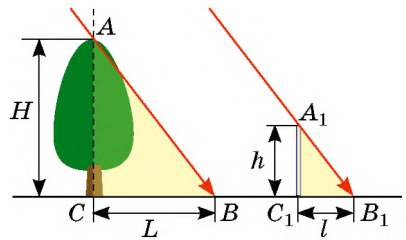


Fig. 10.8. Eclipsa de Lună: a – totală (Luna este în poziția 1); b – parțială (Luna este în poziția 2)

4 Ne învățăm a rezolva probleme

Problemă. Într-o zi însorită lungimea umbrei unei rigle cu lungimea de 1 m pusă în poziție verticală este de 24 cm, iar lungimea umbrei copacului – 3,6 m. Determinați înălțimea copacului.

Analiza problemei fizice. Pentru rezolvarea problemei ne vom folosi de legea propagării rectilinii a luminii. Vom efectua un desen explicativ; menționăm, că fasciculul de lumină, care vine de la Soare este paralel.



Se dă:

$$h = 1 \text{ m}$$

$$l = 24 \text{ cm} = 0,24 \text{ m}$$

$$L = 3,6 \text{ m}$$

Să se afle:

$$H \text{ — ?}$$

Căutarea modelului matematic, rezolvarea

Din desen vedem, că $\triangle ACB \sim \triangle A_1C_1B_1$.

Din asemănarea triunghiurilor avem: $\frac{H}{h} = \frac{L}{l} \Rightarrow H = \frac{h \cdot L}{l}$.

Verificăm unitatea de măsură, aflăm valoarea mărimii căutate:

$$[H] = \frac{\text{m} \cdot \text{m}}{\text{m}} = \text{m}; H = \frac{1 \cdot 3,6}{0,24} = \frac{360}{24} = \frac{30}{2} = 15 \text{ (m)}.$$

Răspuns: $H = 15 \text{ m}$.



Facem totalurile

Într-un mediu omogen transparent lumina se propagă rectiliniu. Linia, care indică direcția de propagare a energiei luminoase se numește rază de lumină.

Din cauză, că lumina se propagă rectiliniu corpurile netransparente formează umbra (umbra totală, penumbra).

Umbra totală – regiunea spațiului, în care nu nimereste lumina de la sursa (sursele) de lumină. Penumbra – regiunea spațiului, iluminată de unele dintre sursele punctiforme de lumină prezente sau o parte din sursa extinsă.

În timpul eclipselor de Soare și de Lună se observă formarea umbrei și penumbrei la scară cosmică.



Primele dispozitive de măsurare a timpului au fost *ceasurile solare*. Acțiunea ceasului solar se bazează pe aceea, că lungimea și amplasarea umbrei de la un obiect iluminat de Soare variază pe parcursul zilei. Orice ceas solar este compus dintr-un cadran (o suprafață plană cu cadranul gradat pe ea) și un gnomon (o tijă indicatoare din metal, plastic sau lemn, fixată pe cadran).



Întrebări pentru verificare

1. Dați definiția razei de lumină. 2. Formulați legea propagării rectilinii a luminii.
3. Care experiențe și fenomene confirmă faptul, că lumina se propagă rectiliniu? 4. În ce condiții obiectul va forma numai umbra totală, dar în ce condiții – umbra totală și penumbra? 5. Când pe Pământ se observă eclipsa totală de Soare? Eclipsa parțială de Soare? 6. Când pe Pământ se observă eclipsa totală de Lună? Eclipsa parțială de Lună?



Exercițiul nr. 10

1. Ochiul observatorului este situat în fața unei fante în punctul A (fig. 1). Găsiți prin construcție, ce parte a copacului o vede observatorul. În ce punct el va vedea copacul în întregime?
2. O minge este iluminată de două surse punctiforme de lumină S_1 și S_2 (fig. 2). Efectuați desenul în caiet, reprezentați umbra și penumbra, pe care le formează mingea pe ecran.

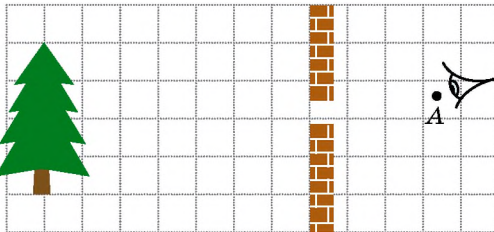


Fig. 1

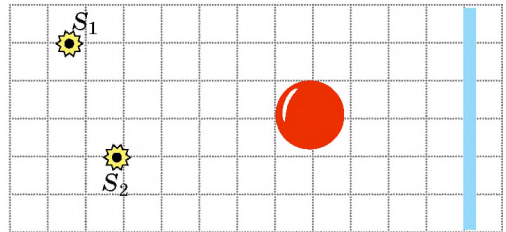


Fig. 2

3. În timpul eclipsei de Soare pe suprafața Pământului se formează umbra și penumbra Lunii (fig. 3, a). În fig. 3, b–d sunt reprezentate fotografiile acestei eclipse, făcute din diferite puncte ale Pământului. Care fotografie este făcută în punctul 1? punctul 2? punctul 3?

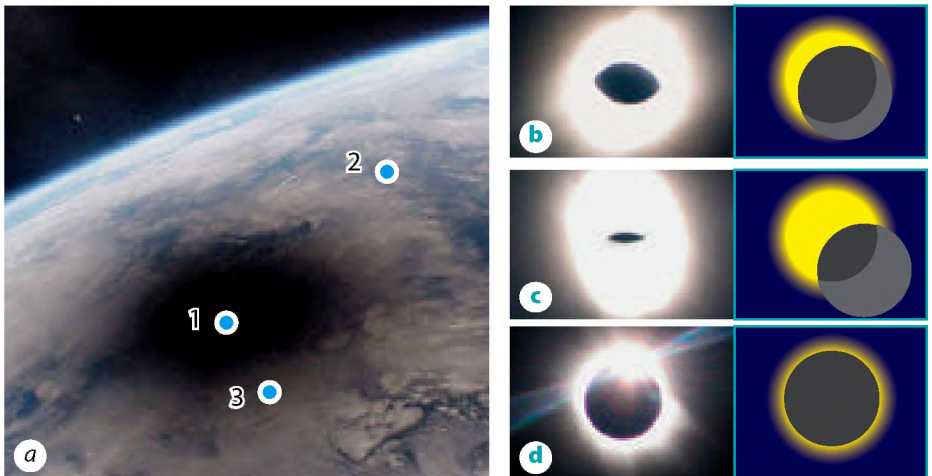


Fig. 3

4. Becul electric, ce are forma unei sfere cu diametrul de 6 cm, este situat la distanța de 1 m de la ecran. Determinați la ce distanță minimă de la ecran trebuie de amplasat o minge de tenis cu diametrul de 40 mm, pentru ca ea să nu formeze umbră pe ecran, ci să formeze numai penumbra.

5. De ce un avion, ce zboară la mare înălțime nu formează umbre chiar și pe o vreme însorită? Explicați răspunsul, efectuând un desen corespunzător.
6. Un cosmonaut, fiind pe Lună observă Pământul. Ce va vedea cosmonautul în momentul, când pe Pământ va avea loc eclipsa totală de Lună? Eclipsa parțială de Lună?
7. Gândiți-vă, de ce eclipsele de Lună noi le observăm mai frecvent decât cele de Soare, doar în decursul unui an cantitatea lor este aproape aceeași.
8. O alee dreaptă în parc este iluminată de un felinar electric. Propuneți o metodă de apreciere a înălțimii, la care este situat felinarul fără dispozitive de măsurare a lungimii. *Sugestie:* voi înșivă vă aflați pe această alee și vă cunoașteți înălțimea voastră.
9. În fig. 4 este reprezentat un triunghi dreptunghic. Cateta a este egală cu 5 cm, unghiul α . Determinați lungimile ipotenuzei și a catetei a doua ale triunghiului. Rezolvați problema prin două metode.

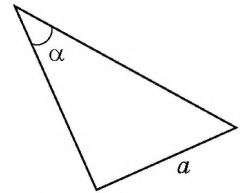


Fig. 4



Însărcinare experimentală

1. Amplasați o lumânare sau o lampă de masă la distanța de 30–40 cm de la perete. Între perete și lumânare așezați palma. Schimbând distanța de la lumânare până la palmă, urmăriți schimbările, ce au loc pe perete. Descrieți și explicați observațiile voastre.
2. Propuneți o metodă, cum se poate verifica este oare dreaptă linia trasată pe carton, folosind acele cu gămălie.
3. Confectionați *camera-obscură* (de la lat. *camera* – cameră, *obscura* – întuneric) sau cum ea se mai numește cameră-pinhole (din l. engl. *pinhole-camera* – cameră cu orificiu). Schema de funcționare a unui astfel de aparat a fost găsită în lucrările lui Aristotel (sec. IV î. e. n.) și a filozofului chinez Mo Ti (sec. V î. e. n.). Camera-obscură se consideră «premergătoarea» aparatului de fotografiat modern.
Pentru confectionarea camerei:

- 1) Luați o cutie de carton și confectionați ecranul: tăiați într-unul dintre pereții cutiei o fereastră mică (fig. 5, a) și înclieați fereastra cu hârtie de calc (fig. 5, b);
- 2) În partea opusă a cutiei faceți un orificiu cu diametrul de aproximativ 1 mm (fig. 5, c).

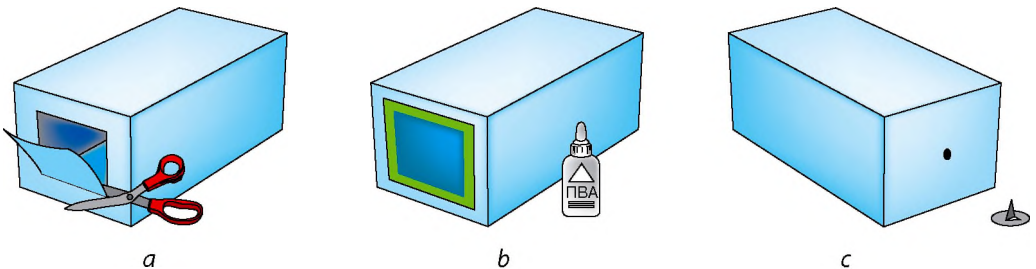


Fig. 5

Într-o încăpere închisă apropiați orificiul de flacăra lumânării și obțineți imaginea flăcării pe ecran. Ce fel este această imagine: dreaptă sau răsturnată, mărită sau micșorată, clară sau vagă? Amintiți-vă legea propagării rectilinii a luminii și explicați, cum se formează această imagine.



§ 11. REFLEXIA LUMINII. LEGILE REFLEXIEI LUMINII. OGLINDA PLANĂ

Majoritatea obiectelor, ce vă înconjoară: clădirile, copacii, colegii de clasă etc – nu sunt surse de lumină. Însă voi le vedeți. Răspunsul la întrebarea «De ce e așa?» voi îl veți găsi în acest paragraf.

1 Clarificăm, de ce noi vedem corpurile, care nu sunt surse de lumină

Voi deja știți, că într-un mediu omogen transparent lumina se propagă rectiliniu. Dar ce se întâmplă, dacă în drumul fasciculului de lumină este un corp oarecare? O parte din lumină poate trece prin corp, dacă acest corp este transparent, o parte va fi *absorbită*, iar o parte nepărat se va *reflecta* de la corp. Unele raze reflectate vor nimeri în ochii noștri și noi vom vedea acest corp (fig. 11.1).

2 Stabilim legile reflexiei luminii

Pentru stabilirea legilor reflexiei luminii ne vom folosi de un dispozitiv special – *discul optic**. În centrul discului vom fixa o oglindă și vom direcționa pe ea un fascicul îngust de lumină astfel, ca el să producă pe suprafața discului o fâșie luminoasă. Vedem, că fasciculul de lumină reflectat de la oglindă de asemenea formează o fâșie luminoasă pe suprafața discului (vezi fig. 11.2).

Dăm direcția fasciculului de lumină, care cade cu raza CO (fig. 11.2). această rază se numește *rază incidentă*. Direcția fasciculului de lumină reflectat o dăm cu raza OK . Această rază se numește *rază reflectată*.

Din punctul O , în care cade raza de lumină, ducem perpendiculara OB pe suprafața oglinzii. Atragem atenția la aceea, că *raza incidentă, raza reflectată și perpendiculara sunt situate în același plan* – planul suprafeței discului.

Unghiul dintre raza incidentă și perpendiculara, dusă din punctul de incidență se numește **unghi de incidență**; unghiul β dintre raza reflectată și această perpendiculară se numește **unghi de reflexie**.

Măsurând unghiurile α și β , ne putem convinge, că ele sunt egale.

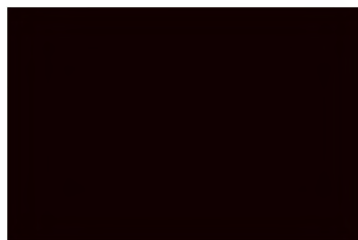


Fig. 11.1. În cazul lipsei sursei de lumină este imposibil de văzut ceva. Dacă însă este sursa de lumină noi vedem nu numai sursa, ci și obiectele, care reflectă lumina ce vine de la sursă

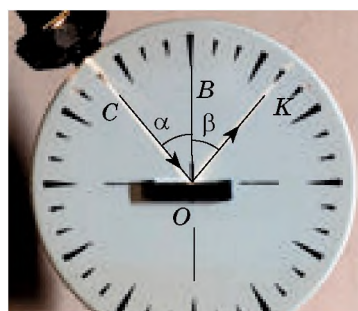


Fig. 11.2. Stabilirea legilor reflexiei luminii cu ajutorul discului optic: – unghi de incidență; *unghiul* – unghi de reflexie

* Discul optic – este un disc alb, pe care sunt trasate diviziuni, iar pe marginea discului este instalat un iluminator.



Fig. 11.3. Odată cu schimbarea unghiului de incidență variază și unghiul de reflexie. Unghiul de incidență de fiecare dată este egal cu unghiul de reflexie

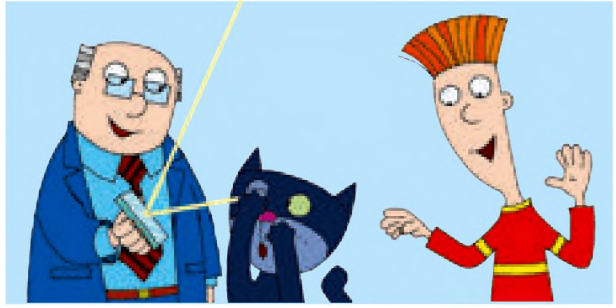


Fig. 11.4. Pentru însărcinarea din § 11



Fig. 11.5. Demonstrarea reversibilității razelor de lumină: raza reflectată merge pe calea razei incidente



Fig. 11.6. De fiecare dată, apropiindu-ne de oglindă, noi vedem în ea «gemenele» nostru. Bineînțeles, nici un «gemene» acolo nu există – noi vedem în oglindă imaginea noastră

Dacă vom deplasa sursa de lumină de-a lungul marginii discului, unghiul de incidență al fasciculului de lumină se va schimba și corespunzător se va schimba și unghiul de reflexie, în același timp de fiecare dată unghiul de incidență și unghiul de reflexie vor fi egale (fig. 11.3). Așadar, noi am stabilit legile reflexiei luminii:

1. Raza incidentă, raza reflectată și perpendiculara la suprafața de reflexie duse din punctul de incidență al razei se găsesc în același plan.
2. Unghiul de reflexie este egal cu unghiul de incidență $\beta = \alpha$.

Legile reflexiei luminii au fost descoperite de către savantul Greciei antice *Euclid* încă în sec. III î. e. n.

? În ce direcție trebuie să întoarcă profesorul oglinda, pentru ca «iepurășul de soare» să nimească în ochiul elevului (fig. 11.4)?

Cu ajutorul oglinzii de pe discul optic se poate demonstra de asemenea reversibilitatea razelor de lumină: dacă raza incidentă de-o direcționat pe calea razei reflectate, atunci raza reflectată va merge pe calea celei incidente (fig. 11.5).

3 Studiem imaginea în oglinda plană

Să examinăm cum se formează imaginea într-o oglindă plană (fig. 11.6). Fie că dintr-o sursă punctiformă de lumină S pe suprafața unei oglinzi plane cade un fascicul divergent de lumină.

Din acest fascicul vom separa razele SA , SB și SC . Folosindu-ne de legile reflexiei luminii, vom construi razele reflectate AA_1 , BB_1 și CC_1 (fig. 11.7, a). Aceste raze vor merge sub formă de fascicul divergent. Dacă ele vor fi prelungite în partea opusă (în spatele oglinzii), ele toate se vor intersecta într-un singur punct – S_1 , care este situat după oglindă.

Dacă o parte din razele reflectate de oglindă va nimeri în ochiul vostru, vi se va părea, că razele reflectate ies din punctul S_1 cu toate, că în realitate nici o sursă de lumină în punctul S_1 nu există. De aceea punctul S_1 se numește **imagina virtuală** a punctului S . *Oglinda plană întotdeauna dă o imagine virtuală.*

Să stabilim cum sunt situate obiectul și imaginea lui în raport cu oglinda. Pentru aceasta să apelăm la geometrie. Să examinăm, de exemplu, raza SC , care cade pe oglindă și se reflectă de la ea (fig. 11.7, b).

Din desen vedem, că – sunt triunghiuri dreptunghice, care au o latură comună CO și unghiurile ascuțite egale (deoarece conform legii reflexiei luminii). Din egalitatea triunghiurilor avem, că , adică punctul S și imaginea lui sunt simetrice în raport cu suprafața oglinzii plane.

Același lucru poate fi spus și despre imaginea unui obiect: **obiectul și imaginea lui sunt simetrice în raport cu suprafața oglinzii plane.**

1. Oglinda plană dă imaginea virtuală a obiectului.
2. Imaginea obiectului în oglinda plană și însuși obiectul sunt simetrice în raport cu suprafața oglinzii și aceasta înseamnă:
 - 1) imaginea obiectului are dimensiuni egale cu dimensiunea obiectului însuși;
 - 2) imaginea obiectului este situată la aceeași distanță de la suprafața oglinzii ca și obiectul;
 - 3) dreapta, care unește punctul de pe obiect cu punctul corespunzător lui de pe imagine este perpendiculară pe suprafața oglinzii.

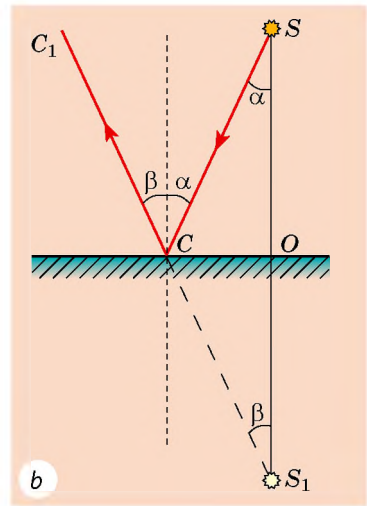
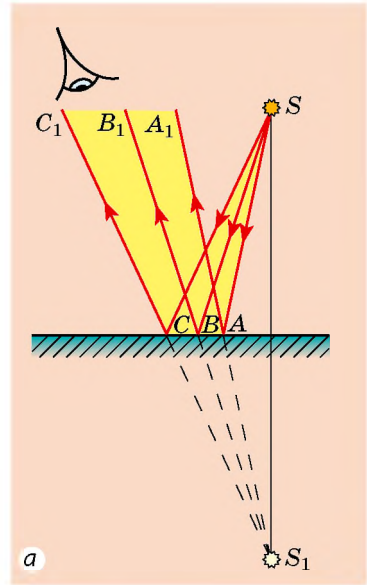


Fig. 11.7. Obținerea imaginii unei surse punctiforme de lumină în oglinda plană: S – sursă de lumină; S_1 – imaginea virtuală a sursei de lumină

4 Deosebim reflexia oglindită și difuză a luminii

Seara, când în cameră este lumină, noi putem vedea imaginea proprie în sticla geamului. Însă imaginea dispare, dacă se închid perdelele: privind la pânză, noi nu ne vedem imaginea.

Dar de ce în pânză nu se poate vedea imaginea? Răspunsul la această întrebare este legat cel puțin de două fenomene fizice.

Primul dintre ele – **reflexia luminii**. Pentru ca să apară imaginea, lumina trebuie de la suprafață să se reflecte *oglindit*: după reflexia oglindită a luminii, care vine de la sursa punctiformă S , prelungirile razelor reflectate se vor intersecta într-un punct S_1 , care și va fi imaginea punctului S (fig. 11.8, *a*). O astfel de reflexie este posibilă numai de la suprafețe foarte netede. Ele așa și se numesc – *suprafețe oglinдите*. În afară de oglinda obișnuită, exemple de suprafețe oglinдите sunt sticla, mobila șlefuită, suprafața liniștită a apei etc. (fig. 11.8, *b, c*).

Dacă lumina se reflectă de la o suprafață rugoasă, atunci reflexia se numește *dispersată*, sau *difuză* (fig. 11.9). În acest caz razele reflectate se propagă în direcții diferite (anume de aceasta noi vedem obiectul iluminat din orice parte). E clar, că suprafețe, care dispersează lumina sunt cu mult mai multe decât cele oglinдите.

? Uitați-vă împrejur și numiți cel puțin zece suprafețe, care reflectă difuz lumina.

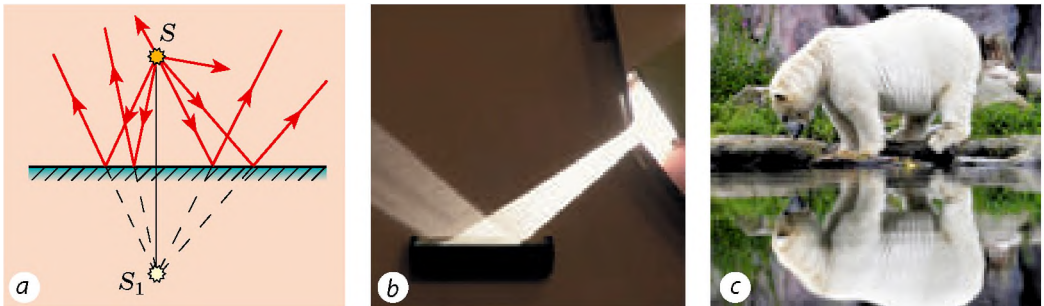



Fig. 11.8. Reflexia oglindită a luminii – este reflexia luminii de la o suprafață netedă



Fig. 11.9. Reflexia difuză (dispersată) a luminii – este reflexia luminii de la o suprafață rugoasă

Al doilea fenomen fizic, ce influențează asupra posibilității de a vedea imaginea – este **absorbția luminii**. Doar lumina nu numai se reflectă de la corpurile fizice, ci și este absorbită de ele. Cele mai bune reflectoare de lumină – oglinzile: ele pot reflecta până la 95 % din lumina incidentă. Corpurile de culoare albă sunt bune reflectoare de lumină, dar iată suprafața neagră absoarbe practic toată lumina, ce cade pe ea.

? Toamna când cade prima zăpadă nopțile devin mult mai luminoase. De ce? 

5 **Ne învățăm a rezolva probleme**

Problemă. În fig. 1 este reprezentat schematic obiectul BC și oglinda NM . Găsiți prin metodă grafică porțiunea, din care imaginea obiectului BC este văzută în întregime.

Analiza problemei fizice. Pentru a vedea imaginea unui punct anumit în oglindă, este necesar, ca în ochiul observatorului să se reflecte cel puțin o parte dintre razele, ce cad din acest punct pe oglindă. Bineînțeles, dacă în ochi se vor reflecta razele, care ies din punctele extreme ale obiectului, atunci în ochi se vor reflecta și razele, ce ies din toate punctele obiectului.

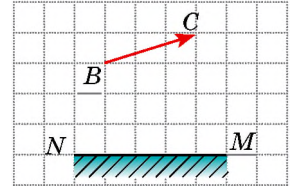


Fig. 1

Rezolvarea și analiza rezultatelor

- Vom construi punctul B_1 , care este imaginea punctului B în oglinda plană (fig. 2, a). Regiunea, mărginită de suprafața oglinzii și razele reflectate de punctele extreme ale oglinzii va fi acea porțiune, din care se vede imaginea B_1 a punctului B în oglindă.
- În mod analogic construind imaginea C_1 a punctului C , vom determina regiunea de vedere a lui în oglindă (fig. 2, b).
- Să vadă imaginea întregului obiect observatorul poate numai în acel caz, dacă în ochiul lui nimeresc razele, care dau ambele imagini – B_1 și C_1 (fig. 2, c). Așadar, regiunea portocalie – este regiunea, din care imaginea obiectului se vede în întregime.

? Analizați rezultatul obținut, examinați mai o dată fig. 2 din problemă și propuneți o metodă mai simplă de găsire a regiunii de vedere a obiectului în oglinda plană. Verificați presupunerile voastre, construind regiunea de vedere a câteva obiecte prin două metode

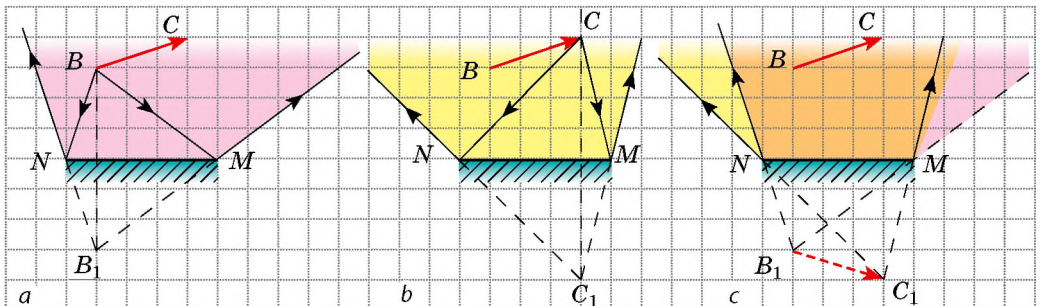


Fig. 2



Facem totalurile

Toate corpurile vizibile reflectă lumina. În timpul reflexiei luminii se respectă două legi ale reflexiei luminii: 1) raza incidentă, raza reflectată și perpendiculara la suprafața de reflexie duse din punctul de incidență al razei sunt situate în același plan; 2) unghiul de reflexie este egal cu unghiul de incidență.

Imaginea obiectului în oglinda plană este virtuală, egală după dimensiuni cu însuși obiectul și situată la aceeași distanță de oglindă, ca și obiectul.

* Se deosebește reflexia oglindită și difuză a luminii. În cazul reflexiei oglindite noi putem vedea imaginea virtuală a obiectului în suprafața reflectată; în cazul reflexiei difuze imaginea nu există.



Întrebări pentru verificare

1. De ce noi vedem obiectele din jurul nostru? 2. Care unghi se numește unghi de incidență? Unghi de reflexie? 3. Formulați legile reflexiei luminii. 4. Cu ajutorul cărui dispozitiv se poate confirma justetea legilor reflexiei luminii? 5. În ce constă proprietatea reversibilității razelor de lumină? 6. În ce caz imaginea se numește virtuală? 7. Caracterizați imaginea obiectului în oglinda plană. *8. Prin ce se deosebește reflexia difuză de cea oglindită?



Exercițiul nr. 11

1. O fetiță se află la distanța de 1,5 m de la o oglindă plană. La ce distanță de fetiță este situată imaginea ei? Caracterizați-o.
2. Șoferul unui automobil, privind în oglinda retrovizoare, a văzut în ea un pasager așezat pe bancheta din spate. Poate oare pasagerul în acest moment, privind în aceeași oglindă să vadă șoferul?
3. Transcrieți des. 1 în caiet, construiți pentru fiecare caz raza incidentă (sau reflectată). Notați unghiurile de incidență și de reflexie.
4. Unghiul dintre razele incidentă și reflectată constituie 80° . Cu ce este egal unghiul de incidență al razei?
5. Obiectul a fost situat la distanța de 30 cm de la oglinda plană. Apoi obiectul a fost deplasat cu 10 cm de la oglindă în direcție, perpendiculară față de suprafața oglinzii, și cu 15 cm – paralel față de ea. Care a fost distanța dintre obiect și imaginea lui? În care s-a transformat?
6. Vă apropiați de o vitrină oglindită cu viteza de 4 km/oră. Cu ce viteză se apropie de voi imaginea voastră? Cu cât se va micșora distanța dintre voi și imaginea voastră, când veți parcurge 2 m?

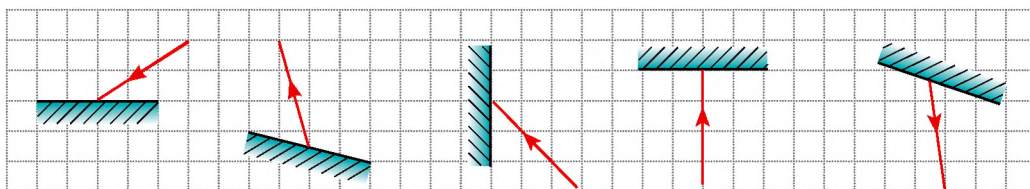


Fig. 1

7. O rază solară se reflectă de la suprafața unui lac. Unghiul dintre raza incidentă și orizont este de două ori mai mare decât unghiul dintre razele incidentă și reflectată. Cu ce este egal unghiul de incidență a razei?
8. O fetiță privește în oglinda, ce atârână pe perete sub un unghi mic (fig. 2).
 - 1) Construiți imaginea fetiței în oglindă.
 - 2) Găsiți prin metodă grafică, ce parte a corpului său vede fetița; regiunea, din care fetița se vede în întregime.
 - 3) Ce schimbări se vor observa, dacă oglinda se va acoperi treptat cu un ecran netransparent?
9. Noaptea în lumina farurilor automobilului balta de pe asfalt îi pare șoferului o pată întunecată pe fonul mai deschis al drumului. De ce?
10. În fig. 3 este reprezentat mersul razelor în periscop – dispozitiv, funcționarea căruia se bazează pe propagarea rectilinie a luminii. Explicați, cum funcționează acest dispozitiv. Folosiți-vă de surse suplimentare de informații și aflați unde el se aplică.

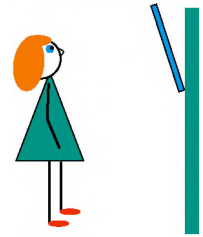


Fig. 2

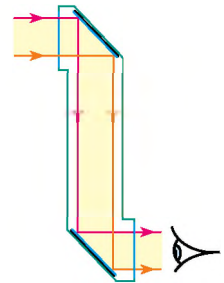
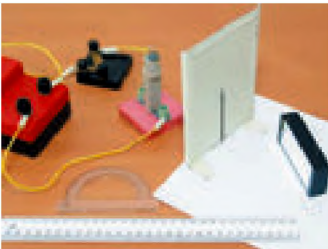


Fig. 3

LUCRARE DE LABORATOR NR. 3



Tema: Studiarea reflexiei luminii cu ajutorul oglinzii plane.

Scopul: de a verifica pe cale experimentală legile reflexiei luminii.

Utilajul: o riglă, un raportor, creion, o sursă de lumină (lumânare sau bec pe suport), ecran cu fantă, câteva foi curate albe.

INDICAȚII LA LUCRARE



Pregătirea pentru executarea experimentului

1. Înainte de a efectua lucrarea amintiți-vă: 1) cerințele securității în timpul lucrului cu obiectele din sticlă; 2) legile reflexiei luminii.
2. Montați instalația experimentală (fig. 1). Pentru aceasta:
 - 1) instalați ecranul cu fantă pe foia albă;
 - 2) deplasând sursa de lumină, obțineți pe foaie franja de lumină;
 - 3) sub un anumit unghi față de franjă și perpendicular pe foaie instalați oglinda plană, convingându-vă, că fasciculul reflectat de lumină de asemenea lasă pe foie o franjă bine vizibilă.

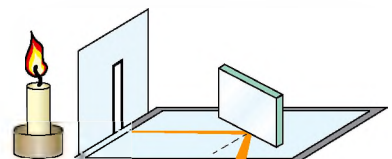


Fig. 1

▶ Experiența

Respectați strict instrucțiunile tehnicii securității (vezi forțașul).

1. Cu un creion bine ascuțit trasați pe foaie de-a lungul oglinzii o linie.
2. Puneți pe foaie trei puncte: primul – la mijlocul fascicului incident de lumină, al doilea – la mijlocul fascicului reflectat de lumină, al treilea – în locul de incidență al fascicului pe oglindă (fig. 2).
3. Repetați acțiunile descrise mai de câteva ori (pe foi diferite), instalând oglinda sub diferite unghiuri față de fasciculul incident de lumină.

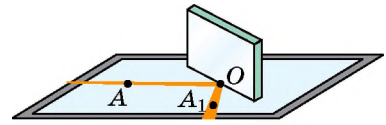


Fig. 2

4. Schimbând unghiul dintre oglindă și foaie, convingeți-vă în aceea, că în acest caz voi nu vedeți fasciculul reflectat de lumină.

▶ Prelucrarea datelor experienței

Pentru fiecare experiență:

- 1) construiți raza incidentă pe oglindă și raza reflectată;
- 2) din punctul de incidență al razei duceți perpendiculara la suprafața oglinzii;
- 3) notați și măsurați unghiul de incidență (α) și unghiul de reflexie (β) al luminii.

Rezultatele măsurătorilor introduceți-le în tabel.

Numărul experienței	Unghiul de incidență, grade	Unghiul de reflexie β , grade
1		
...		

▣ Analiza rezultatelor experienței și a rezultatelor ei

Analizați experiența și rezultatele ei. Faceți concluzia, în care să menționați: 1) ce corelație dintre unghiul de incidență al fascicului de lumină și unghiul de reflexie al lui ați stabilit; 2) sunt oare rezultatele experiențelor absolut exacte? Dacă nu, atunci în ce constă pricina erorii?

+ Însărcinare creativă

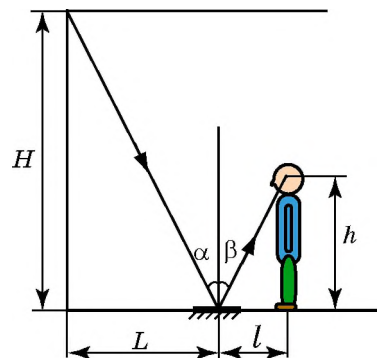
Folosind desenul, gândiți-vă și scrieți planul efectuării experienței de determinare a înălțimii camerei cu ajutorul unei oglinzi plane; notați utilajul necesar. După posibilitate efectuați experiența.

*** Însărcinare «cu steluță»**

Pentru fiecare experiment evaluați eroarea relativă a experienței după formula:

$$\varepsilon = \left| 1 - \frac{\beta}{\alpha} \right| \cdot 100\%,$$

unde α – unghiul de incidență; β – unghiul de reflexie.





§ 12. REFRAȚIA LUMINII LA SUPRAFAȚA DE SEPARAȚIE DINTRE DOUĂ MEDII. LEGILE REFRAȚIEI LUMINII

În unul dintre tractele Greciei antice este descrisă experiența: «Trebuie de se amplasat astfel, încât inelul plat pus pe fundul vasului să se ascundă după margine. Apoi, fără a schimba poziția ochilor de turnat apă. Lumina se va refracta pe suprafața apei și inelul va deveni vizibil» (vezi fig. 12.1). Acest «truc» voi îl puteți demonstra familiei voastre chiar acum, dar iați să-l explicați veți putea după studierea acestui paragraf.



Fig. 12.1. «Trucul» cu moneda. Dacă în ceașcă lipsește apa, noi nu vedem moneda, ce se află pe fundul ei (a); dacă însă se va turna apă, fundul ceștii parcă se ridică și moneda devine vizibilă (b)

1 Stabilim legile refracției luminii

Să efectuăm o experiență (fig. 12.2). Vom orienta pe suprafața plană a unui cilindru transparent de sticlă, fixat pe discul optic un fascicul subțire de lumină. Lumina nu numai se va reflecta de la suprafața cilindrului, dar și parțial va trece prin sticlă. Așadar, în timpul trecerii din aer în sticlă direcția de propagare a luminii se schimbă.



Schimbarea direcției de propagare a luminii la suprafața de separație dintre două medii se numește refracție a luminii.

Unghiul γ (gama), format de raza refractată și perpendiculara la suprafața de separație dintre două medii dusă din punctul de incidență se numește **unghi de refracție**.

Efectuând o serie de experiențe cu discul optic, vom observa, că odată cu mărirea unghiului de incidență unghiul de refracție se va micșora (fig. 12.3). Dacă însă lumina cade perpendicular pe suprafața de separație dintre două medii (unghiul de incidență $\alpha=0$), atunci direcția de propagare a luminii nu se schimbă.

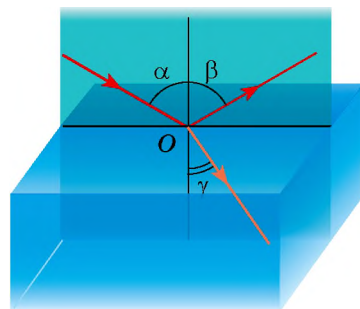


Fig. 12.2. Observarea refracției luminii în cazul trecerii ei din aer în sticlă: α – unghiul de incidență; β – unghiul de reflexie; γ – unghi de refracție

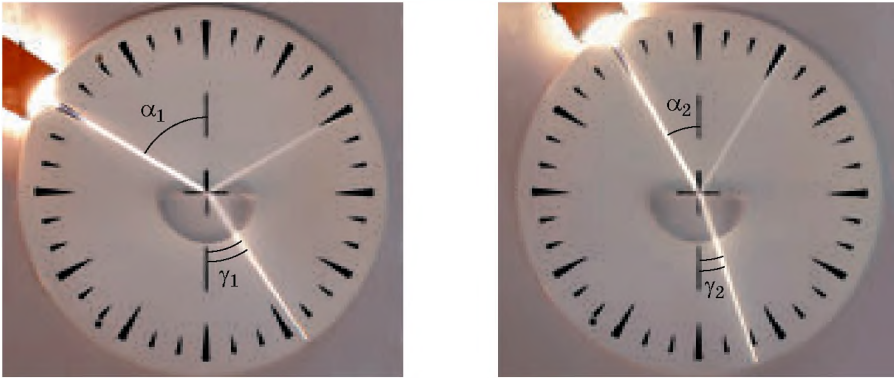


Fig. 12.3. Stabilirea legilor refracției luminii: în cazul micșorării unghiului de incidență ($\alpha_2 < \alpha_1$) unghiul de refracție de asemenea se micșorează ($\gamma_2 < \gamma_1$) totodată $\frac{\sin \alpha_1}{\sin \gamma_1} = \frac{\sin \alpha_2}{\sin \gamma_2}$

Prima amintire despre refracția luminii poate fi găsită în lucrările filozofului Greciei antice *Aristotel* (sec. IV î.e.n.), care își punea întrebarea: «De ce bățul în apă pare a fi rupt?». Dar iată legea, care descrie cantitativ refracția luminii a fost stabilită tocmai în anul 1621 de către naturalistul olandez *Willebrord Snellius* (1580- 1626).

Legile refracției luminii:

1. Raza incidentă, raza refractată și perpendiculara pe suprafața de separație dintre două medii duse din punctul de incidență al razei sunt situate în același plan
2. Raportul sinusului unghiului de incidență către sinusul unghiului de refracție pentru două medii date este o mărime constantă:

$$\frac{\sin \alpha \sin \gamma}{\gamma} = n_{21}$$

unde n_{21} – mărimea fizică, care se numește *indice relativ de refracție al mediului 2* (mediului, în care lumina se propagă după refracție) în raport cu mediul 1 (mediului, din care vine lumina).

2 Aflăm despre cauza refracției luminii

De ce totuși lumina, trecând dintr-un mediu în altul își schimbă direcția?

Problema constă în aceea, că în diferite medii lumina se propagă cu viteză diferită, însă întotdeauna mai lent decât în vid. De exemplu, în apă viteza de propagare a luminii este de 1,33 ori mai mică decât în vid; când lumina trece din apă în sticlă viteza de propagare a luminii se mai micșorează de 1,3 ori; în aer viteza de propagare a luminii este de 1,7 ori mai mare, decât în sticlă și numai puțin (aproximativ de 1,0003 ori) mai mică, decât în vid.

Anume schimbarea vitezei de propagare a luminii în cazul trecerii dintr-un mediu transparent în altul este pricina refracției luminii.

Este primit de-a vorbi despre densitatea optică a mediului: cu cât este mai mică viteza luminii într-un mediu (cu cât este mai mare indicele de refracție), cu atât mai mare este densitatea optică a lui.

- 7 Cum considerați, densitatea optică a cărui mediu este mai mare – a apei sau a sticlei? Densitatea optică a cărui mediu este mai mică – a sticlei sau a aerului?

3 Stabilim sensul fizic al indicelui de refracție

Indicele relativ de refracție (n_{21}) arată de câte ori viteza de propagare a luminii în mediul 1 este mai mare (sau mai mică), decât viteza de propagare a luminii în mediul 2:

$$n_{21} = \frac{v_1}{v_2}$$

Amintind legea a doua a refracției luminii: $n_{21} = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}$, avem:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{v_1}{v_2}$$

Analizând ultima formulă, ajungem la concluziile:

- 1) *cu cât mai mult se schimbă viteza luminii, cu atât mai mult se refractă lumina;*
- 2) *dacă raza de lumină trece într-un mediu cu densitate optică mai mare (adică viteza luminii se micșorează: $v_2 < v_1$), atunci unghiul de refracție este mai mic decât unghiul de incidență: $\gamma < \alpha$ (vezi, de exemplu fig. 12.2, 12.3);*
- 3) *dacă raza de lumină trece într-un mediu cu densitate optică mai mică (adică viteza luminii se mărește: $v_2 > v_1$), atunci unghiul de refracție este mai mare decât unghiul de incidență: $\gamma > \alpha$ (fig. 12.4).*

De obicei viteza de propagare a luminii într-un mediu se compară cu viteza de propagare a ei în vid. Atunci când lumina nimereste într-un mediu din vid, indicele de refracție n se numește indice absolut de refracție a luminii.

Indicele de refracție absolut arată de câte ori viteza de propagare a luminii în mediu este mai mică decât în vid:

$$n = \frac{c}{v},$$

unde c – viteza de propagare a luminii în vid ($c = 3 \cdot 10^8$ m/s); v – viteza de propagare a luminii în mediu.

Viteza de propagare a luminii în vid este mai mare decât în oricare mediu, de aceea indicele de refracție absolut întotdeauna este mai mare decât unitatea (vezi tab.).

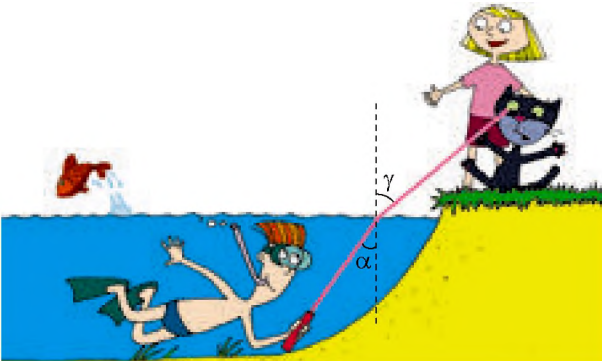


Fig. 12.4. La trecerea luminii dintr-un mediu cu densitatea optică mai mare într-un mediu cu densitatea optică mai mică unghiul de refracție este mai mare decât unghiul de incidență ($\gamma > \alpha$)

Substanța	Indicele de refracție absolut
Aerul	1,0003
Gheața	1,31
Apa	1,33
Benzina	1,50
Sticla	1,43–2,17
Cuarțul	1,54
Diamantul	2,42

*** 4 Aplicăm fenomenul reflexiei interne totale a luminii**

Vom examina exemplul, când lumina trece dintr-un mediu cu densitatea optică mai mare în mediul cu densitatea optică mai mică (fig. 12.5). Vedem, că în cazul măririi unghiului de incidență ($\alpha_2 > \alpha_1$) unghiul de refracție se apropie de 90° , strălucirea fascicului refractat scade, iar a celui reflectat, invers, se mărește. Bineînțeles, dacă se va mări în continuare unghiul de incidență, unghiul de refracție va atinge 90° , fasciculus refractat va dispărea, iar fasciculus incident complet (fără pierderi de energie) se va întoarce în primul mediu – lumina se reflectă complet.

Fenomenul, în care lipsește refracția luminii (lumina se reflectă complet de la mediul cu densitate optică mai mică) se numește reflexie internă totală a luminii.

Fenomenul reflexiei interne totale este bine cunoscut celor dintre voi, care a înotat vreodată sub apă cu ochii deschiși (fig. 12.6).



Fig. 12.5. Dacă lumina cade din sticlă în aer, în cazul măririi unghiului de incidență unghiul de refracție se apropie de 90° , iar strălucirea ei scade



Fig. 12.6. Observatorului, care se află sub apă o parte din suprafața apei i se pare lucioasă ca oglinda

Meșterii pe parcursul secolelor aplică fenomenul reflexiei interne totale pentru sporirea atractivității pietrelor prețioase. Pietrele naturale se prelucrează – li se dă formă de poliedre: muchiile pietrei efectuează rolul «oglinzilor interne» și piatra «joacă» în raza de lumină, ce cade pe ea.

Reflexia totală a luminii se aplică în tehnica optică (fig. 12.7). Totodată principala aplicație a acestui fenomen este legată de **optica cu fibre**. Dacă se direcționează la un capăt al «firului de sticlă» integru un fascicul de lumină, atunci după multiple reflexii lumina va ieși la capătul opus al lui independent de faptul, ce fel va fi firul – îndoit sau rectiliniu. Un astfel de «fir» se numește **ghid de lumină** (fig. 12.8).

Ghidurile de lumină sunt aplicate în medicină pentru cercetarea organelor interne (endoscopia); în tehnică, în particular pentru determinarea defectelor din interiorul motoarelor fără demontarea lor; pentru iluminarea cu lumină solară a încăperilor închise; în lămpile decorative etc. (fig. 12.9).

Dar cel mai mult sunt răspândite ghidurile de lumină ca cabluri pentru transmiterea informației (fig. 12.10). «Cablul din fibre optice» este cu mult mai ieftin și ușor decât cel din aramă, el practic nu-și modifică proprietățile sub acțiunea mediului ambiant, permite transmiterea informației la distanțe mari fără amplificare. Astăzi liniile de telecomunicații cu cabluri din fibre optice înlocuiesc vertiginos pe cele tradiționale. Când veți privi televizorul sau vă veți folosi de Internet, amintiți-vă, că cea mai mare parte din «calea» sa semnalul o parcurge pe «cale de sticlă».

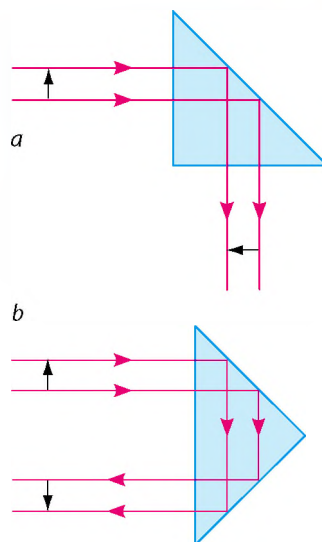


Fig. 12.7. În numeroase dispozitive optice direcția de propagare a luminii se schimbă cu ajutorul prisme cu reflexie totală: *a* – prisma întoarce imaginea; *b* – prisma răstoarnă imaginea

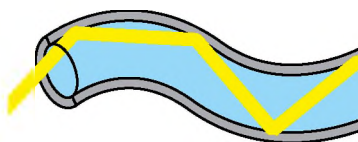


Fig. 12.8. Propagarea fascicului de lumină prin ghidul de lumină



Fig. 12.9. Lampă decorativă cu ghiduri de lumină

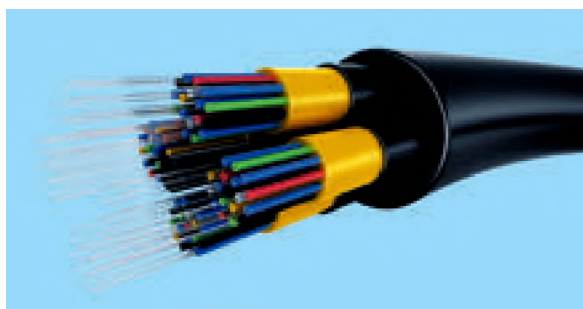


Fig. 12.10. Cablu cu fibre optice

5 Ne învățăm a rezolva probleme

Problemă. O rază de lumină trece din mediul 1 în mediul 2 (fig. 12.11, a). Viteza de propagare a luminii în mediul 1 constituie $2,4 \cdot 10^8$ m/s. Determinați indicele absolut de refracție al mediului 2 și viteza de propagare a luminii în acest mediu.

Analiza problemei fizice. Din fig. 12.11, a vedem, că la suprafața de separație dintre două medii lumina se refractă, așadar, viteza de propagare a ei se schimbă.

Vom efectua un desen explicativ (fig. 12.11, b), în care:

- 1) vom reprezenta razele indicate în condiția problemei;
- 2) vom duce din punctul de incidență al razei perpendiculara la suprafața de separație dintre două medii;
- 3) vom nota cu unghiul de incidență α și γ unghiul de refracție.

Indicele absolut de refracție – este indicele de refracție în raport cu vidul. De aceea pentru rezolvarea problemei trebuie să ne amintim valoarea vitezei luminii în vid și să aflăm viteza luminii în mediul 2 (v_2).

Pentru calculul v_2 vom determina sinusurile unghiurilor de incidență și de refracție.

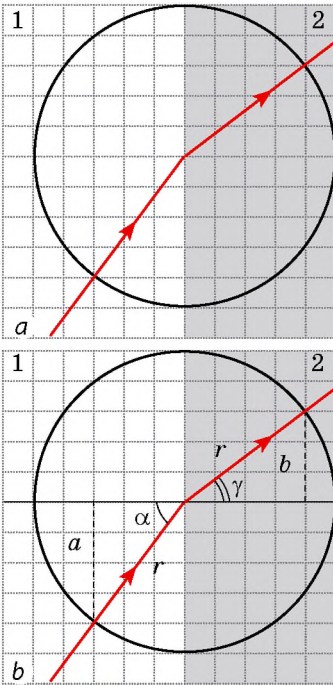


Fig. 12.11. Pentru problema din § 12

Se dă:

$$v_1 = 2,4 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Să se afle:

$$n_2 - ?$$

$$v_2 - ?$$

Căutarea modelului matematic, rezolvarea

Din definiția indicelui absolut de refracție:

$$n_2 = \frac{c}{v_2}.$$

$$\text{Deoarece } \frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}, \text{ atunci } v_2 = \frac{v_1 \sin \gamma}{\sin \alpha}.$$

Din fig. 12.11, b vedem, că $\sin \alpha = \frac{a}{r}$, iar $\sin \gamma = \frac{b}{r}$, unde r — raza cercului.

Aflăm valoarea mărimii căutate:

$$\sin \alpha = \frac{a}{r} = \frac{4}{5} = 0,8, \quad \sin \gamma = \frac{b}{r} = \frac{3}{5} = 0,6;$$

$$v_2 = \frac{2,4 \cdot 10^8 \cdot 0,6}{0,8} = 1,8 \cdot 10^8 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right); \quad n_2 = \frac{3 \cdot 10^8}{1,8 \cdot 10^8} = \frac{30}{18} = \frac{5}{3} \approx 1,7.$$

Analiza rezolvării. Din condiția problemei unghiul de incidență este mai mare decât unghiul de refracție și aceasta înseamnă, că viteza luminii în mediul 2 este mai mică decât viteza luminii în mediul 1. Așadar, rezultatele obținute sunt reale.

Răspuns: $n_2 \approx 1,7$; $v_2 = 1,8 \cdot 10^8$ m/s.



Facem totalurile

Fasciculul luminos, căzând pe suprafața de separație dintre două medii se împarte în două fascicule. Unul dintre ele – reflectat – se reflectă de la suprafață, supunându-se legilor reflexiei luminii. Al doilea – refractat – trece în al doilea mediu, schimbându-și direcția.

Legile refracției luminii:

1. Raza incidentă, raza refractată și perpendiculara pe suprafața de separație dintre două medii ducă din punctul de incidență al razei sunt situate în același plan.

2. Pentru două medii date raportul sinusului unghiului de incidență α către sinusul unghiului de refracție este o mărime constantă: $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n_{21}$. Cauza refracției luminii – schimbarea vitezei de propagare a ei în timpul trecerii dintr-un mediu în altul. Indicele relativ de refracție arată, de câte ori viteza de propagare a luminii în mediul 1 este mai mare (sau mai mică), decât viteza de propagare a luminii în mediul 2: $n_{21} = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{v_1}{v_2}$.

barea vitezei de propagare a ei în timpul trecerii dintr-un mediu în altul. Indicele relativ de refracție arată, de câte ori viteza de propagare a luminii în mediul 1 este mai mare (sau mai mică), decât viteza de propagare a luminii în mediul 2: $n_{21} = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{v_1}{v_2}$.

În cazul când lumina nimerește într-un mediu din vid, indicele de refracție se numește indice absolut de refracție a luminii: $n = c / v$.

Dacă în timpul trecerii luminii din mediul 1 în mediul 2 viteza de propagare a luminii s-a micșorat (adică indicele de refracție al mediului 2 este mai mare decât indicele de refracție al mediului 1: $n_2 > n_1$), atunci se spune, că lumina a trecut dintr-un mediu cu densitatea optică mai mică în mediul cu densitatea optică mai mare (și invers).



Întrebări pentru verificare

1. Care experiențe confirmă fenomenul refracției luminii la suprafața de separare a două medii? 2. Formulați legile refracției luminii. 3. În ce constă pricina refracției luminii?
4. Ce arată indicele de refracție a luminii? 5. Cum viteza de propagare a luminii este legată de densitatea optică a mediului? 6. Dați definiția indicelui absolut de refracție a luminii.

Exercițiul nr. 12



1. Copiați fig. 1 în caiet. Ținând cont de aceea, că mediul 1 are densitate optică mai mare decât mediul 2, pentru fiecare caz construiți schematic raza incidentă (sau refractată), notați unghiul de incidență și unghiul de refracție.

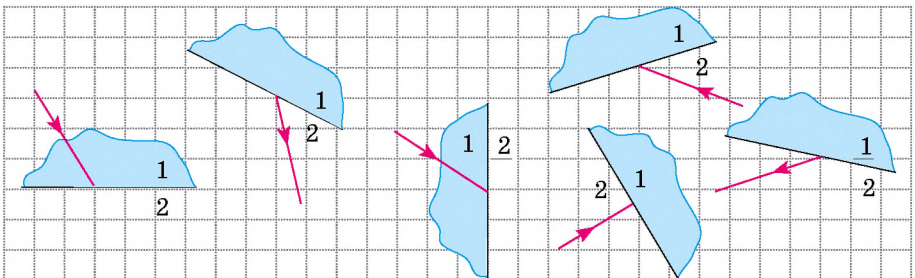


Fig. 1

- Calculați viteza de propagare a luminii în diamant; în apă; în aer.
- Raza de lumină cade din aer în apă sub un unghi de 60° . Unghiul dintre razele reflectată și refractată constituie 80° . Calculați unghiul de refracție al razei.
- Când noi, stând pe malul unui lac încercăm să determinăm la ochi adâncimea lui, ea întotdeauna ni se pare mai mică, decât este în realitate. Folosind fig. 2, explicați de ce se întâmplă astfel.
- În cât timp lumina atinge fundul iazului cu adâncimea de 900 m de la suprafața apei?
- Explicați «trucul» cu inelul (moneda), amintit la începutul § 12 (vezi fig. 12.1).
- Raza de lumină trece din mediul 1 în mediul 2 (fig. 3). Viteza de propagare a luminii în mediul 1 constituie $2,5 \cdot 10^8$ m/s. Determinați:
 - densitatea optică a cărui mediu este mai mare;
 - indicele de refracție al mediului 2 în raport cu mediul 1;
 - viteza de propagare a luminii în mediul 2;
 - indicele absolut de refracție al fiecărui mediu.
- Consecință a refracției luminii în atmosfera Pământului este apariția mirajelor și de asemenea faptul, că noi vedem Soarele și stelele puțin mai sus de poziția lor reală. Folosiți-vă de surse suplimentare de informații și aflați despre aceste fenomene naturale în mod detaliat.

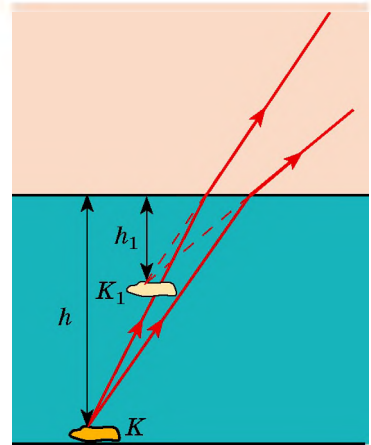


Fig. 2

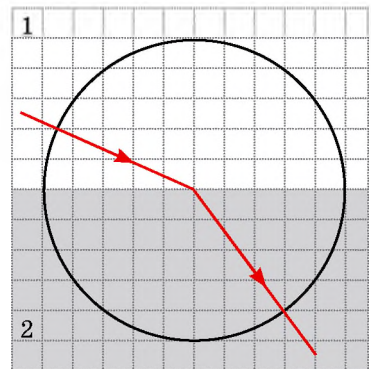


Fig. 3



Insărcinări experimentale

1. «Trucul cu moneda». Demonstrați prietenilor voștri sau rudelor experiența cu moneda (vezi fig. 12.1). Explicați-o.

2. «Oglinda de apă». Urmăriți reflexia totală a luminii. Pentru aceasta umpleți un pahar cu apă aproape pe jumătate. Introduceți în apă un obiect oarecare, de exemplu corpul unui pix de plastic, de dorit cu inscripție. Ținând paharul în mâini, amplasați-l aproximativ la distanța de 25 – 30 cm de la ochi (vezi des.). În timpul experienței voi trebuie să urmăriți corpul pixului.

Mai întâi, ridicând ochii, veți vedea corpul pixului în întregime (atât partea e sub apă cât și cea de deasupra ei). Îndepărtați treptat paharul de la voi, fără a schimba înălțimea de ridicare a lui. Când paharul va fi suficient de îndepărtat de ochii voștri, suprafața apei va deveni pentru voi oglindită – voi veți vedea imaginea oglindită a părții corpului pixului de sub apă. Explicați fenomenul observat.



LUCRARE DE LABORATOR NR. 4



Tema: Studiarea refracției luminii

Scopul: de a determina indicele de refracție a sticlei în raport cu aerul.

Utilajul: o placă de sticlă cu muchiile paralele, un creion, echer cu scară milimetrică, compas.

INDICAȚII LA LUCRARE

II Pregătirea pentru executarea experimentului

1. Înainte de a efectua lucrarea amintiți-vă:

- 1) cerințele securității în timpul lucrului cu obiectele din sticlă;
- 2) legile refracției luminii;
- 3) formula pentru determinarea indicelui de refracție.

2. Pregătiți desenele pentru efectuarea lucrării (vezi des.

1). Pentru aceasta:

1) puneți placa de sticlă pe foaia caietului și cu un creion bine ascuțit trasați conturul plăcii;

2) pe segmentul, ce corespunde poziției muchiei superioare de refracție a plăcii:

- notați punctul O ;
- trasați prin punctul O dreapta, perpendiculară pe segmentul dat;
- cu ajutorul compasului construiți un cerc cu raza de 2,5 cm și centrul în punctul O ;

3) sub un unghi de aproximativ 45° duceți raza, care va reprezenta direcția fasciculului de lumină, ce cade în punctul O ; notați punctul de intersecție al razei și cercului cu litera A ;

4) repetați acțiunile descrise în punctele 1-3, mai de două ori (faceți mai două desene), mai întâi măbind, iar apoi micșorând unghiul dat de incidență al razei de lumină.

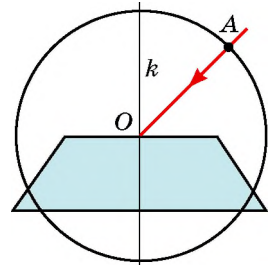


Fig. 1

► Experiența

Respectați strict instrucțiunile tehnicii securității (vezi forțașul).

1. Așezați placa de sticlă pe primul contur.
2. Privind la raza AO prin sticlă, puneți lângă muchia inferioară a plăcii punctul M astfel, încât el să pară a fi situat în prelungirea razei AO (fig. 2).
3. Repetați acțiunile, descrise în punctele 1 și 2 mai pentru două conture.

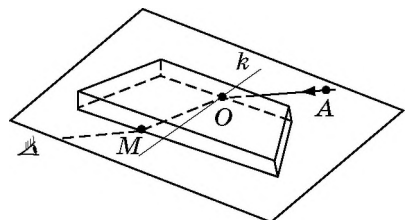


Fig. 2

► Prelucrarea rezultatelor experienței

Rezultatele măsurătorilor și calculelor treceti-le deodată în tabel.

Pentru fiecare experiență (vezi fig. 3):

1) Duceți raza refractată OM.
2) Găsiți punctul de intersecție dintre raza OM și cerc (punctul B).

3) Din punctele A și B coborâți perpendiculare pe dreapta k , măsurați lungimile a și b ale segmentelor obținute și raza cercului r .

4) Determinați indicele de refracție al sticlei în raport cu aerul:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}, \text{ unde } \sin \alpha = \frac{a}{r}, \text{ iar } \sin \beta = \frac{b}{r}, \text{ de}$$

$$\text{aceea } n = \frac{a}{b}.$$

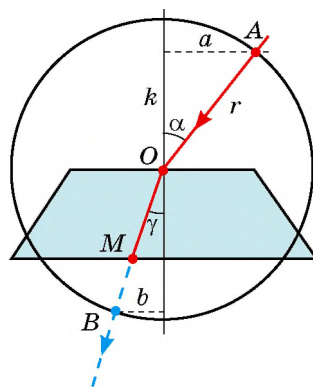


Fig. 3

Numărul experienței	Lungimea segmentului a , mm	Lungimea segmentului b , mm	Indicele relativ de refracție n
1			
...			

□ Analiza rezultatelor experienței

Analizați experiența și rezultatele ei. Formulați concluzia, în care să menționați: 1) ce mărime fizică ați determinat; 2) ce rezultat ați obținut; 3) depinde oare valoarea mărimii obținute de unghiul de incidență al luminii; 4) în ce constă pricina erorii posibile a experienței.

+ Însărcinare creativă

Folosind fig. 4, gândiți-vă și scrieți planul efectuării experienței de determinare a indicelui de refracție al apei în raport cu aerul. Dacă e posibil efectuați experiența.

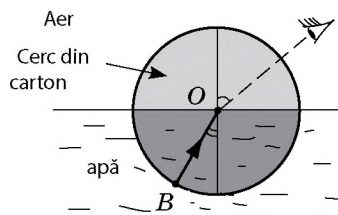


Fig. 4

* Însărcinare «cu steluță»

Pentru una din experiențe apreciați eroarea relativă a experimentului, folosind formula:

$$\varepsilon = \left| 1 - \frac{n_{\text{măs}}}{n} \right| \cdot 100\%,$$

unde $n_{\text{măs}}$ – valoarea indicelui de refracție al sticlei în raport cu aerul obținută în timpul experienței; n – valoarea tabelară a indicelui de refracție al sticlei, din care este confecționată placa (întrebați învățătorul).

§ 13. DISPERSIA LUMINII. COMPONENTA SPECTRALĂ A LUMINII NATURALE. CULORILE

Amintiți-vă: o zi însorită de vară – și dintr-odată pe cer apare un nor, cade ploaia, care pare să nu observe, că soarele continuă să strălucească. Așa o ploaie în popor se numește oarbă. Ploaia n-a reușit să se termine, dar pe cer deja a apărut curcubeul (fig. 13.1). De ce a apărut el?



Fig. 13.1. Curcubeul poate fi observat, în special în stropii unei fântâni arteziene sau a unei cascade

1 Să descompunem lumina solară în spectru

Încă din vechime s-a observat, că fasciculul de lumină solară, străbătând prisma devine colorat. Se consideră că pricina acestui fenomen se ascunde în proprietatea prismei de a colora lumina. Dacă aceasta este adevărat a clarificat în a. 1665 renumitul fizician englez *Isaac Newton* (1643 – 1727), efectuând o serie de experimente interesante.

Pentru a obține un fascicul îngust de lumină Newton a făcut într-o ferăstruică o deschizătură mică. Atunci când înaintea deschizăturii era așezată prisma pe peretele opus în loc de o pată rotundă luminoasă apărea o fâșie colorată, pe care savantul a numit-o **spectru**. Pe fâșie (ca și la curcubeu) Newton a evidențiat șapte culori: *roșie, portocalie, galbenă, verde, albastră, indigo, violetă* (fig. 13.2, a).

Apoi savantul cu ajutorul unui ecran cu deschizătură evidenția din fasciculul larg de diferite culori fascicule înguste de o singură culoare (monocromatice) și din nou le orienta spre prismă. Asemenea fascicule erau abătute de prismă, dar deja nu se mai descompuneau în spectru (fig. 13.2, b). Totodată cel mai mult era abătut fasciculul de lumină violet, iar cel mai puțin – roșu.

Rezultatele experiențelor i-au permis lui Newton să facă următoarele *concluzii*:

- 1) fasciculul de lumină albă (solară) este compus din lumină de diferite culori;
- 2) prisma nu «colorează» lumina albă, ci o descompune (o descompune într-un spectru) din cauza refracției diferite a luminii de diferite culori.

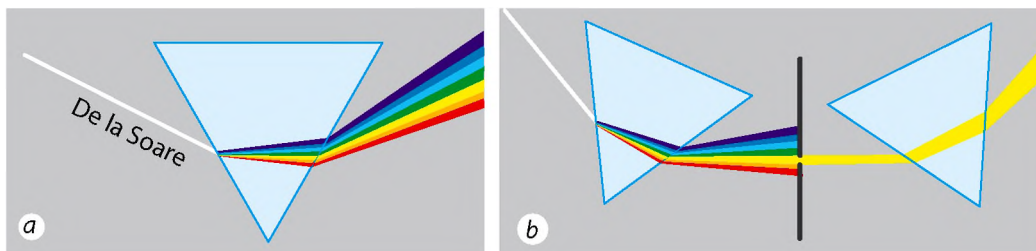


Fig. 13.2. Schema experiențelor lui I. Newton de stabilire a compoziției spectrale a luminii

Comparați **fig. 13.1** și **fig. 13.2**: culorile curcubeului sunt și culorile spectrului. Și aceasta nu e miraculos, deoarece în realitate curcubeul este un spectru enorm al luminii solare. Una dintre pricinile apariției curcubeului constă în aceea, că o mulțime de picături mici de apă refractă lumina albă a Soarelui.

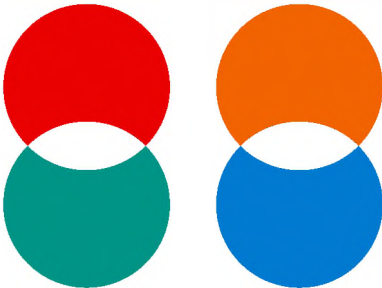


Fig. 13.3. Unele culori suplimentare

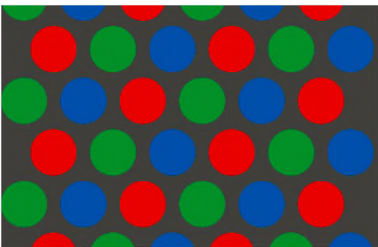


Fig. 13.4. Dacă privim printr-o lupă la ecranul calculatorului, vom vedea o mulțime de cercuri mărunte de culorile roșie, verde și albastră



Aflăm despre dispersia luminii

Experiențele lui Newton au demonstrat în special, că fasciculele de lumină violetă, refractându-se în prizmă, întotdeauna se abat mai mult decât cele roșii. Aceasta înseamnă, că *pentru lumină de diferite culori indicele de refracție al sticlei este diferit*. Anume din această cauză fasciculul de lumină albă și se descompune în spectru.

Fenomenul descompunerii luminii în spectru, condiționat de dependența indicelui absolut de refracție al mediului de culoarea luminii se numește dispersie a luminii.

Pentru majoritatea mediilor transparente cel mai mare indice de refracție îl are lumina de culoare violetă, cel mai mic – de culoare roșie.



Lumina de care culoare – violetă sau roșie – se propagă în sticlă mai repede? *Sugestie*: amintiți-vă, cum depinde indicele de refracție al mediului de viteza de propagare a luminii în acest mediu



Caracterizăm culorile

În spectrul luminii solare tradițional sunt evidențiate șapte culori, se pot evidenția și mai multe. Însă voi niciodată nu veți putea evidenția, de exemplu, culoarea cafenie sau liliacie. Aceste culori sunt *compuse* – ele se formează în *urma suprapunerii (amestecării) culorilor spectrale (pure)* în diferite proporții. Unele culori spectrale se numesc *suplimentare* (fig. 13.3).

Pentru văzul omului o importanță deosebită au **trei culori spectrale**: roșie, verde și albastră: suprapunându-se aceste culori dau senzație de o varietate mare de culori și nuanțe.

Pe suprapunerea a celor trei culori spectrale în proporții diferite se bazează imaginea colorată pe ecranul calculatorului, televizorului, telefonului (fig. 13.4).



Fig. 13.5. Datorită faptului, că diferite corpuri reflectă, refractă și absorb lumina solară în mod, noi vedem lumea înconjurătoare multicoloră

4 Stabilim, de ce lumea este multicoloră

Știind, că lumina albă este compusă se poate explica, de ce lumea înconjurătoare, fiind iluminată numai de o singură sursă de lumină albă – Soare, noi o vedem multicoloră (fig. 13.5).

Astfel, suprafața unei foi de hârtie de birou la fel de bine reflectă razele de diferite culori, de aceea foaia, fiind iluminată cu lumină albă, ne pare albă. Rucsacul albastru, iluminat de aceeași lumină albă, reflectă în special razele de culoare albastră, iar restul le absoarbe.

? Dar ce culoare în special reflectă petalele de floarea soarelui? Frunzele plantelor?

Lumina albastră, orientată pe petalele roșii ale trandafirului aproape în întregime este absorbită de ele, deoarece petalele reflectă în special razele roșii, iar restul – le absoarbe. De aceea trandafirul, fiind iluminat cu lumină albastră, ne va părea practic negru. Dacă însă se va ilumina cu lumină albastră zăpada albă, atunci ea ne va părea albastră, doar zăpada albă reflectă razele de toate culorile (inclusiv și cele albastre). Dar iată blana pisicii absoarbe bine toate razele, de aceea, cu orice lumină noi o vom ilumina, pisica la fel ne va părea neagră (fig. 13.6).

Atrageți atenția! Deoarece culoarea corpului depinde de caracteristicile luminii incidente, în întuneric noțiunea de culoare este lipsită de orice sens.



Fig. 13.6. Culoarea corpului depinde atât de proprietățile optice ale suprafeței lui, cât și de caracteristicile luminii incidente.



Facem totalurile

Fasciculul de lumină albă este compus din lumină de diferite culori. Se disting șapte culori spectrale principale: roșie, portocalie, galbenă, verde, albastră, indigo, violetă. Indicele de refracție al luminii și deci viteza de propagare a luminii în mediu depinde de culoarea luminii.

Dependența indicelui de refracție al mediului de culoarea luminii se numește dispersie a luminii. Noi vedem lumea înconjurătoare multicoloră datorită faptului, că diferite corpuri în mod diferit reflectă, refractă și absorb lumina.



Întrebări pentru verificare

1. Descrieți experiențele lui I. Newton cu privire la stabilirea compoziției spectrale a luminii.
2. Numiți șapte culori spectrale.
3. Ce culoare de lumină se refractă mai mult în substanță? Iar mai puțin?
4. Dați definiția dispersiei luminii. Care fenomen natural este legat de dispersie?
5. Care culori se numesc suplimentare?
6. Numiți trei culori principale ale spectrului. De ce ele se numesc astfel?
7. De ce lumea înconjurătoare noi o vedem multicoloră?



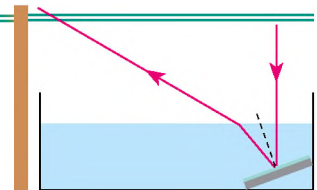
Exercițiul nr. 13

1. Cum vor părea literele negre pe o foaie albă, dacă vor fi privite printr-o sticlă verde? Cum va părea în acest caz culoarea foii?
2. Ce culoare de lumină trece printr-o sticlă albastră? Se absoarbe de ea?
3. Prin sticlă de care culoare nu se poate vedea textul scris pe o foaie albă cu cerneală violetă?
4. În apă se propagă fascicule de lumină de culori roșie, portocalie și albastră. Viteza de propagare a cărui fascicul este cea mai mare?
5. Folosiți-vă de surse suplimentare de informații și aflați, de ce culoarea cerului e albastră; de ce Soarele la apus deseori e de culoare roșie.



Însărcinare experimentală

«Creatorii curcubeului». Umpleți un vas nu prea adânc cu apă și puneți-l lângă un perete deschis. La fundul vasului puneți o oglindă plană (vezi des.). Orientați spre oglindă un fascicul de lumină – pe perete va apărea un «iepurăș de soare». Examinați-l și explicați fenomenul observat.



Fizica și tehnica în Ucraina

Universitatea națională din Kiev Taras Șevcenko (UNK) a fost întemeiată la 8 noiembrie anul 1833 ca universitatea imperială a Sfântului Vladimir. Primul rector al universității – renumitul învățat-enciclopedist *Mihail Olexandrovici Maximovici*.

De UNK sunt legate numele renumiților învățați – matematicieni, fizicieni, ciberneticieni, astronomi: D. O. Grave, M. P. Kravciuc, G. V. Pfeifer, M. M. Bogoliubov, V. M. Glușkov, A. V. Skorohoda, I. I. Ghelman, B. V. Ghinidenko, V. S. Mihalevici, M. P. Avenarius, M. M. Șiller, I. I. Kosonogov; O. G. Sâtenko, V. E. Lașkariov, R. P. Fogheli, M. F. Handrikov, S. C. Vsehsviatsikii.

În lume sunt renumite școlile Universității din Kiev – algebrică, teoriei probabilității și statisticii matematice, mecanicii, fizicii semiconductoarelor, electronicii fizice și fizicii suprafețelor, metalogenă, opticii materialelor noi ș. a. Din anul 2008 rectorul universității este academicianul ANȘU, erou al Ucrainei Leonid Vasiliovici Gubersikii.



§ 14. LENTILE. PUTEREA OPTICĂ A LENTILEI

La lecțiile de biologie voi, probabil, ați lucrat cu microscopul. Mai precis, că sunteți familiarizați cu binoclul, luneta, telescopul, ați lucrat cu aparatul de fotografiat. Unii dintre voi purtați ochelari. Toate aceste dispozitive au ceva comun – partea lor principală este o lentilă. Despre aceea, ce importanță au aceste dispozitive în viața omului, voi puteți povesti și singuri, dar iată despre aceea, ce este lentila, ce feluri de lentile sunt și care sunt proprietățile lor veți afla din acest paragraf.

1

Deosebim lentilele

Lentila – un corp transparent, delimitat din ambele părți de suprafețe sferice*.

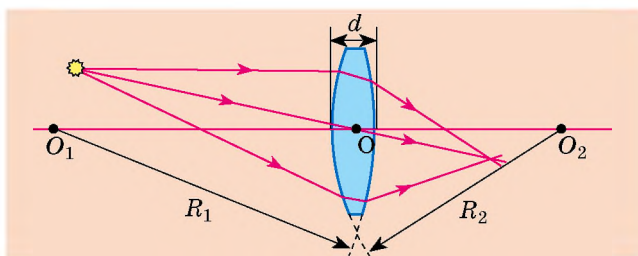
În conformitate cu forma lentilele se împart în *convexe* (fig. 14.1) și *concave* (fig. 14.2).

Dacă grosimea lentilei d este de multiple ori mai mică decât razele suprafețelor sferice, care delimitează lentila, atunci o astfel de lentilă se numește *subțire*. În continuare vom avea în vedere numai lentilele subțiri.

Dreapta, care trece prin centrele suprafețelor sferice, care delimitează lentila se numește **axă optică principală a lentilei** (fig. 14.3).

Dacă asupra lentilei se va orienta un fascicul de raze de lumină, ele se vor refracta în ea, adică își vor schimba direcția. Totodată pe axa optică principală este un punct, prin care trec razele de lumină fără a se refracta. Acest punct se numește **centrul optic al lentilei** (vezi fig. 14.3).

Vom orienta pe lentilă un fascicul de raze paralele cu *axa optică principală a ei*. Dacă aceste raze, trecând prin lentilă merg ca un fascicul convergent, atunci această lentilă se numește **convergentă**. Punctul F , în care în acest caz se intersectează razele refractate se numește **focar principal real al lentilei** (vezi fig. 14.4). Lentila



este **divergentă**, dacă razele paralele cu axa ei principală, după trecerea prin ea ies în formă

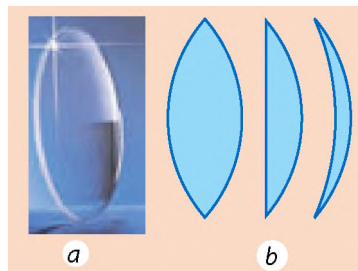


Fig. 14.1. Lentila convexă – lentila, grosimea căreia la mijloc este mai mare decât lângă marginile ei: a – aspectul; b – diferite lentile convexe în secțiune

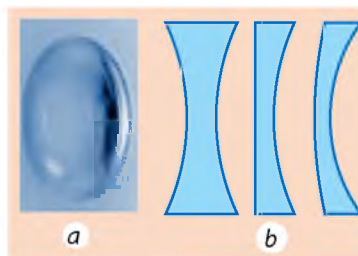


Fig. 14.2. Lentila concavă – lentila, grosimea căreia la mijloc este mai mică decât lângă marginile ei: a – aspectul; b – diferite lentile concave în secțiune

Fig. 14.3. Lentilă sferică subțire: O_1, O_2 – axă optică principală a lentilei; d – grosimea lentilei; R_1, R_2 – razele suprafețelor sferice, care delimitează lentila; O – centrul optic al lentilei

*Una din suprafețele lentilei poate fi *plană*, deoarece planul poate fi privit ca o sferă cu rază infinită. Lentilele de asemenea pot fi *cilindrice*, însă ele se întâlnesc foarte rar.

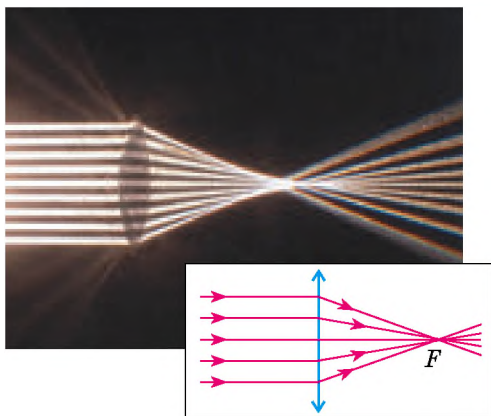


Fig. 14.4. Mersul razelor după refracție în lentila convergentă. Punctul F – focarul principal real al lentilei

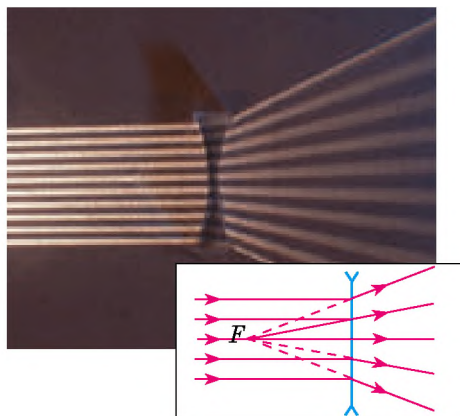


Fig. 14.5. Mersul razelor după refracție în lentila divergentă. Punctul F – focarul principal virtual al lentilei

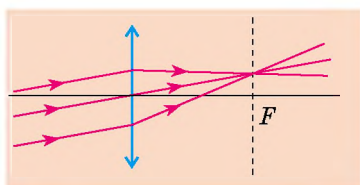


Fig. 14.6. Mersul razelor paralele după refracție în lentila convergentă

de fascicul divergent. Punctul F , în care se intersectează prelungirile razelor refractate se numește focar principal virtual al lentilei (fig. 14.5).

Atrageți atenția: orice fascicul de raze paralele, chiar dacă aceste raze nu sunt paralele cu axa optică principală, după refracție în lentila convergentă întotdeauna se intersectează într-un punct (fig. 14.6) (dacă lentila este divergentă, într-un punct se intersectează prelungirile razelor refractate).

Dacă densitatea optică a materialului, din care este confecționată lentila este mai mare decât densitatea optică a mediului ($n_2 > n_1$), atunci lentila convexă va aduna razele (adică va fi convergentă), iar lentila concavă va împrăști razele (adică va fi divergentă).

Dacă puterea optică a materialului din care este confecționată lentila este mai mică decât densitatea optică a mediului ($n_2 < n_1$), atunci lentila concavă va fi divergentă (fig. 14.7, *a*), iar lentila concavă – convergentă (fig. 14.7, *b*).

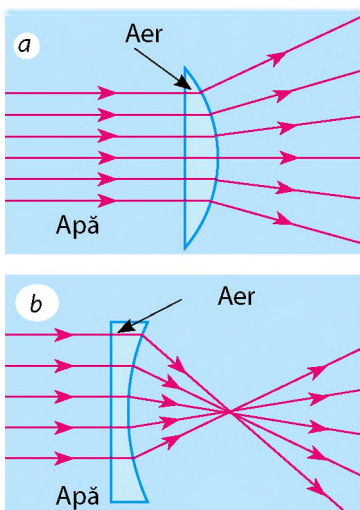


Fig. 14.7. Lentilele de aer în apă (*a*) – convexă și (*b*) – concavă

? Ce părere aveți, va fi convergentă sau divergentă o lentilă convexă de sticlă în aer? O lentilă convexă de aer în sticlă?

2 Dăm definiția puterii optice a lentilei

Independent de formă fiecare lentilă are două focare principale*, situate la aceeași distanță de la centrul optic al lentilei (vezi fig. 14.8).

Distanța de la centrul optic al lentilei până la focarul principal se numește distanță focală a lentilei.

Distanța focală (ca și focarul) se notează cu simbolul F . Unitatea de măsură a distanței focale în SI – metrul:

$$[F] = 1\text{ m}.$$

Distanța focală a lentilei convergente este considerată pozitivă, iar a celei divergente – negativă. Evident, că cu cât mai puternice sunt proprietățile refractare ale lentilei, cu atât mai mică după modul este distanța ei focală (fig. 14.8).

Mărimea fizică, care caracterizează lentila și este invers proporțională cu distanța focală a lentilei se numește putere optică a lentilei.

Puterea optică a lentilei se notează cu simbolul D și se calculează după formula:

$$D = \frac{1}{F},$$

unde F – distanța focală.

Unitatea de măsură a puterii optice – **dioptria**: $[D] = 1\text{ dptr} = \frac{1}{\text{m}} = 1\text{ m}^{-1}$.

1 dioptrie – este puterea optică a lentilei, distanța focală a căreia este egală cu **1 m**.

Puterea optică a lentilei convergente este pozitivă, iar a lentilei divergente – negativă.

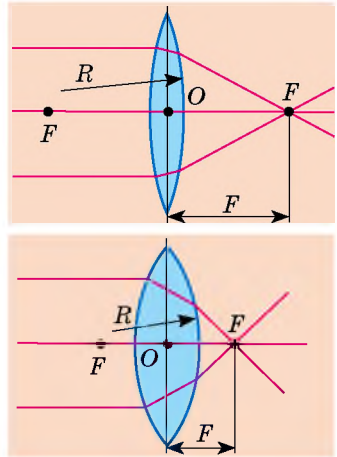


Fig. 14.8. Cu cât sunt mai mici razele R a suprafețelor sferice, ce mărginesc lentila, cu atât mai tare această lentilă refractă lumina, deci, cu atât mai mică este distanța ei focală F



Facem totalurile

Corpul transparent, mărginit din două părți de suprafețe sferice se numește lentilă.

Lentila este convergentă, dacă fasciculul de raze paralele, ce cade pe ea după refracție în lentilă se intersectează într-un punct. Acest punct se numește focar real al lentilei. Lentila este divergentă, dacă razele paralele, ce cad pe ea după refracție ies sub formă de un fascicul divergent, iar prelungirile razelor refractate se intersectează în focarul virtual al lentilei. Mărimea fizică, care caracterizează proprietățile refractare ale lentilei și este invers proporțională cu distanța focală a lentilei se numește putere optică a lentilei: $D = \frac{1}{F}$.

Puterea optică se măsoară în dioptrii: $1\text{ dioptrie} = 1\text{ m}^{-1}$.

* În cele ce urmează focarul principal al lentilei de obicei îl vom numi focarul lentilei.



Verificați-vă cunoștințele

1. Dați definiția lentilei. 2. Ce tipuri de lentile cunoașteți? 3. Cu ce se deosebește lentila divergentă de cea convergentă? 4. Ce se numește focar real al lentilei? 5. De ce focarul lentilei divergente se numește virtual? 6. Ce se numește distanță focală a lentilei? 7. Dați definiția puterii optice a lentilei. În ce unități se măsoară? 8. Puterea optică a cărei lentile este luată drept unitate?



Exercițiul nr. 14

1. Puterea optică a unei lentile este egală cu -2 dptr, iar a alteia $+2$ dptr. Prin ce se deosebesc aceste lentile?
2. Distanța focală a unei lentile este egală cu $+0,5$ m, iar a alteia $+1$ m. Care lentilă are o putere optică mai mare?
3. Puterea optică a lentile este egală cu $-1,6$ dptr. Care este distanța focală a acestei lentile? Ce lentilă este aceasta – convergentă sau divergentă?
4. Două lentile convergente sunt confecționate din aceeași fel de sticlă. Cum după pipăit de determinat, care lentilă are o putere optică mai mare?
5. Pe o lentilă a fost îndreptat un fascicul paralel de lumină (fig. 1). Determinați, ce lentilă este aceasta. Treceți desenul în caiet. Notați centrul optic și focarul lentilei. Măsurați distanța focală și determinați puterea optică a lentilei.
6. În gheață este o cavitate sub formă de lentilă convexă. Această lentilă va aduna sau împrăstia lumina? Argumentați răspunsul.
7. Care dintre triunghiurile reprezentate în fig. 2 sunt asemenea? Determinați lungimea segmentelor S_1A_1 și OF , dacă $AO = 10$ cm, $SA = 2$ cm, $OA_1 = 6$ cm.

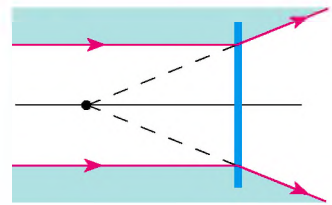


Fig. 1

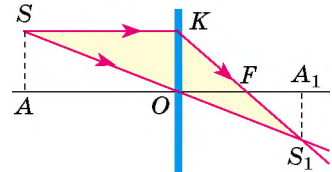


Fig. 2



Însărcinare experimentală

Propuneți o metodă de măsurare a distanței focale și puterii optice a lentilei convergente cu ajutorul riglei. Efectuați măsurătorile.

Sugestie: razele, ce vin de la un obiect îndepărtat sunt paralele.

Fizica și tehnica în Ucraina

Institutul de fizică al ANȘ a Ucrainei (Kiev) – instituție de știință premergătoare în rezolvarea problemelor fundamentale ale fizicii experimentale și teoretice.

Sunt cunoscute pe scară largă realizările savanților institutului în domeniul fizicii corpului solid și a cristalelor lichide, opticii, electronicii fizice și cuantice, energeticii nucleare, nanofizicii, etc. Colaboratorii institutului au devenit autori a șase descoperiri științifice înregistrate.

Cu institutul sunt legate numele a așa învățați renumiți ca V. P. Lănnăk, G. V. Pfeiffer, V. E. Lașkariov, S. I. Pekar, M. V. Pascinăk, O. I. Leipunsikii, N. D. Morgulis, G. D. Latășev, O. S. Davâdov, A. F. Prăhotiko, M. T. Șpak ș. a.

Pe baza subdiviziunilor institutului de fizică în componența Academiei de științe a fost creat Institutul de metalofizică, Institutul semiconductoarelor, Institutul fizicii teoretice, Institutul cercetărilor nucleare, Institutul opticii aplicate al ANȘU. Astăzi la Institutul de fizică lucrează renumiți învățați, academicieni ai ANȘU: A. G. Naumoveți (fizică electronică) – vice-președintele ANȘU, M. S. Brodin (optică neliniară) – directorul de cinste al Institutului, L. P. Iațenko (optică coerentă și cuantică) – directorul institutului din anul 2008.

§ 15. CONSTRUCȚIA IMAGINILOR ÎN LENTILE. UNELE APARATE OPTICE. FORMULA LENTILEI SUBȚIRI

Dorespunzător, și a obiectului (fig. 15.1). Această are loc de aceea, că toate razele ce au ieșit din partea iluminată și au căzut pe lentilă, după refracție se intersectează într-un punct. În dependență de distanța dintre obiect și lentilă imaginea obiectului poate fi mărită sau micșorată, decât însuși obiectul, virtuală sau reală.

Vom stabili, în ce condiții cu ajutorul lentilei se formează unele sau altele imagini și vom studia regulile de construire ale lor. Principala proprietate a lentilelor constă în aceea, că lentilele dau imaginea punctului.



Fig. 15.1. Obținerea imaginii flăcării unei lumânări cu ajutorul lentilei convergente

1 Căutăm «raze comode»

Oricare obiect poate fi reprezentat ca o totalitate de puncte. Fiecare punct al obiectului emite (sau reflectă) raze în toate direcțiile. În formarea imaginii în lentilă iau parte o mulțime de raze, însă pentru construirea imaginii unui oarecare punct S e suficient de găsit punctul de intersecție al oricăror două raze, ce ies din punctul S și trec prin lentilă. De obicei pentru aceasta se alege două dintre trei «raze comode» (fig. 15.2).

Punctul S_1 va fi **imaginea reală** a punctului S , dacă în punctul S_1 se intersectează *numai* razele refractate (fig. 15.2, *a*). Punctul S_1 va fi **imaginea virtuală** a punctului S , dacă în punctul S_1 se intersectează *prelungirile* razelor refractate (fig. 15.2, *b*).

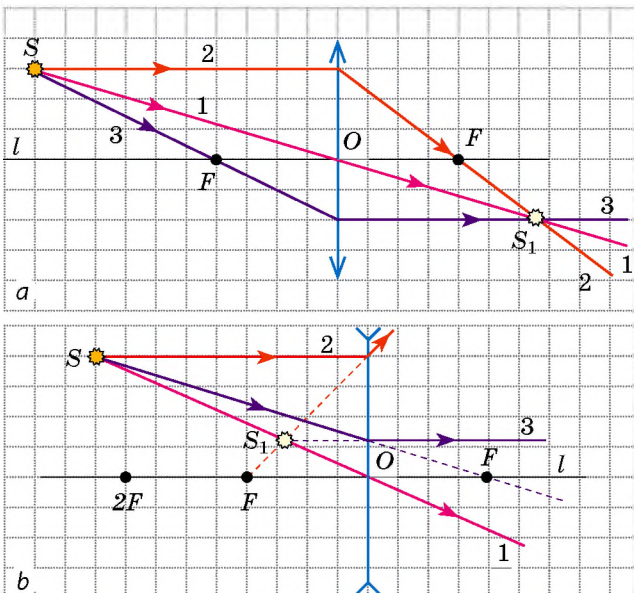


Fig. 15.2. Trei raze mai simple din construcție («raze comode»): 1 – raza, care trece prin centrul optic O al lentilei, – nu se refractă și nu-și schimbă direcția; 2 – raza paralelă cu axa optică principală l a lentilei, – după refracție în lentilă trece prin focarul F (*a*), sau prin focarul F trece prelungirea ei (*b*); 3 – raza, care trece prin focarul F , – după refracția din lentilă merge paralel cu axa optică principală l a lentilei (*a, b*)

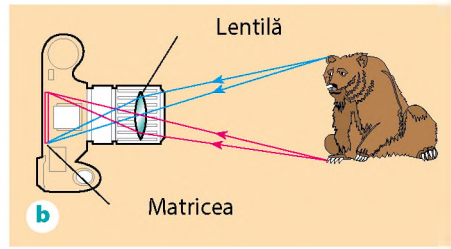
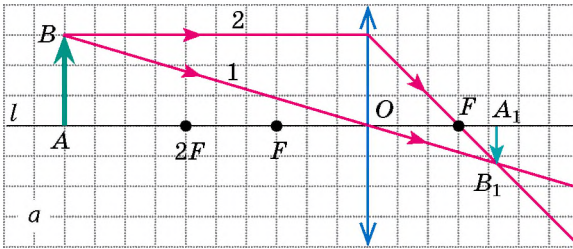


Fig. 15.3. *a* – construcția imaginii A_1B_1 a obiectului AB în lentila convergentă: obiectul AB este situat după focarul dublu al lentilei; *b* – mersul razelor în aparatul fotografic

2 Construim imaginea obiectului, pe care îl dă lentila

Vom cerceta toate cazurile posibile ale amplasării obiectului AB în raport cu lentila convergentă și vom demonstra, că dimensiunile și tipul imaginii depind de distanța dintre obiect și lentilă.

1. *Obiectul este amplasat după focarul dublu al lentilei convergente* (fig. 15.3, *a*). Mai întâi vom construi imaginea punctului B . Pentru aceasta vom folosi două raze 1 și 2. După refracție în lentilă ele se vor intersecta în punctul B_1 . Așadar, punctul B_1 este imaginea reală a punctului B . Pentru construirea imaginii punctului A ducem perpendiculara din punctul B_1 pe axa optică principală l . Punctul A_1 de intersecție al perpendiculararei și a axei l și este imaginea punctului A .

Așadar, A_1B_1 este imaginea obiectului AB . Vedem, că această imagine este *reală, micșorată, răsturnată*. Așa o imagine se obține, de exemplu, pe retina ochiului sau pe matricea aparatului de fotografiat (fig. 15.3, *b*).

2. *Obiectul este amplasat între focar și focarul dublu al lentilei convergente* (fig. 15.4, *a*). Imaginea obiectului este *reală, mărită, răsturnată*. Așa o imagine permite să se obțină camerele de proiecție pe ecran (fig. 15.4, *b*).

3. *Obiectul este amplasat între focar și lentila convergentă* (fig. 15.5, *a*). După refracție în lentilă razele, care au ieșit din punctul B merg ca un fascicul divergent. Însă prelungirile lor se intersectează în punctul B_1 .

În acest caz imaginea obiectului este *virtuală, mărită, dreaptă*. Această imagine este situată de aceeași parte a lentilei ca și obiectul, de aceea noi nu o putem vedea pe ecran, dar o vedem privind la obiect prin lentilă. Anume o astfel de imagine dă lentila convergentă cu distanță focală mică - lupa (fig. 15.5, *b*).

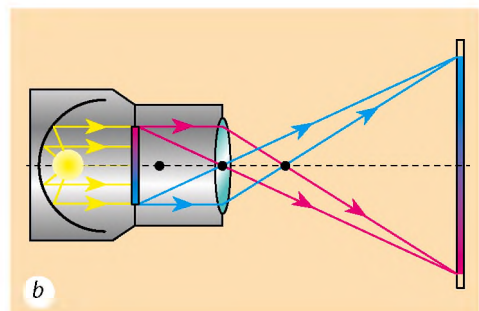
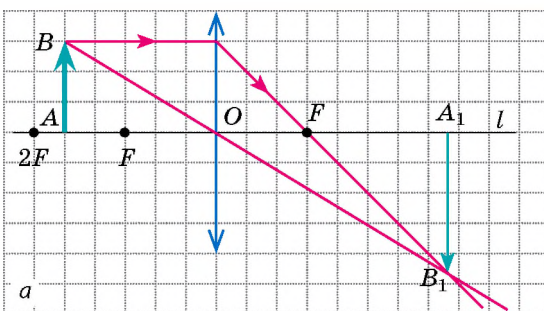


Fig. 15.4. *a* – construcția imaginii A_1B_1 a obiectului AB în lentila convergentă: obiectul AB este situat între focar și focarul dublu al lentilei; *b* – mersul razelor în aparatul de proiecție

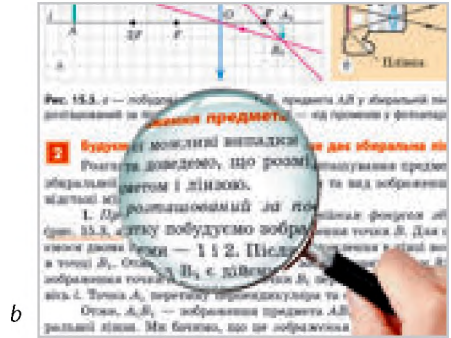
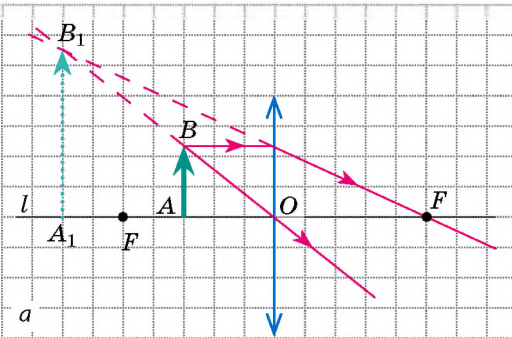


Fig. 15.5. *a* – construcția imaginii A_1B_1 a obiectului în lentila convergentă: obiectul AB este situat între lentilă și focarul ei; *b* – cu ajutorul lupei se poate obține imaginea mărită a obiectului și o putem studia detaliat

4. *Obiectul este amplasat la distanță focală de lentila convergentă.* După refracție toate razele merg ca un fascicul paralel (fig. 15.6), așadar, în acest caz noi nu vom obține nici imaginea reală nici virtuală

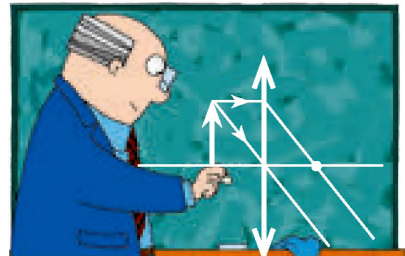


Fig. 15.6. Dacă obiectul va fi amplasat în focarul lentilei convergente, noi nu vom obține imaginea lui

? Ce fel va fi imaginea, dacă obiectul va fi amplasat în focarul dublu al lentilei? Construiți această imagine și confirmați sau negați presupunerea voastră.

Examinați cu atenție fig. 15.7, în care este reprezentată construcția imaginilor obiectului, obținute cu ajutorul lentilei divergente. Vedem, că lentila divergentă întotdeauna dă imagine virtuală, micșorată, dreaptă amplasată din aceeași parte a lentilei ca și obiectul însuși.

? Aflați, vom obține oare imagine, dacă vom amplasa obiectul în focarul lentilei divergente.

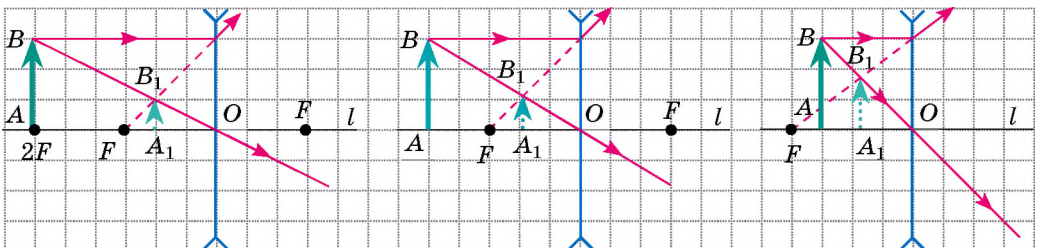


Fig. 15.7. Lentila divergentă totdeauna dă imagine virtuală, micșorată dreaptă

Cel mai des se întâmplă așa, că obiectul este mai mare decât lentila sau o parte a lentilei este acoperită cu un ecran netransparent (de exemplu, lentila obiectivului aparatului fotografic). Oare se schimbă în acest caz aspectul imaginii? Bineînțeles că nu. Doar din fiecare punct al obiectului pe lentilă cade o mulțime de raze și ele toate se adună în punctul corespunzător al imaginii. Acoperirea unei părți a lentilei provoacă numai faptul, că energia care nimereste pe fiecare punct al imaginii se micșorează. Imaginea va fi mai puțin strălucită, însă nici aspectul ei, nici locul amplasării nu se vor schimba. Anume de aceasta, construind imaginea, noi ne putem folosi de toate razele comode, chiar și de acele, ce trec prin lentilă (fig. 15.8).

3 Obținem formula lentilei subțiri

Vom construi imaginea obiectului în lentila convergentă (fig. 15.9).

Să examinăm triunghiurile dreptunghice FOC și FA_1B_1 . Aceste triunghiuri sunt asemenea, de aceea $\frac{OC}{A_1B_1} = \frac{FO}{FA_1}$, sau $\frac{h}{H} = \frac{F}{f-F}$ (1).

Triunghiurile BAO și B_1A_1O tot sunt asemenea, de aceea $\frac{AB}{A_1B_1} = \frac{AO}{A_1O}$, sau $\frac{h}{H} = \frac{d}{f}$ (2).

Comparând părțile drepte ale egalităților (1) și (2) avem $\frac{F}{f-F} = \frac{d}{f}$, adică $Ff = df - dF$, sau $df = Ff + dF$. Împărțind ambele părți ale ultimei egalități la, obținem **formula lentilei subțiri**:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}, \text{ sau } D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f},$$

unde $D = \frac{1}{F}$ — puterea optică a lentilei.

În timpul rezolvării problemelor trebuie de luat în considerație:

- distanța f (de la lentilă până la imagine) trebuie luată cu semnul «-», dacă imaginea este virtuală, și cu semnul «+», dacă imaginea este reală;
- distanța focală F a lentilei convergente este pozitivă, iar a lentilei divergente – negativă;

mărirea lentilei (D – lit. ucraineană) se calculează după formula: $g = \frac{H}{h} = \left| \frac{f}{d} \right|$.

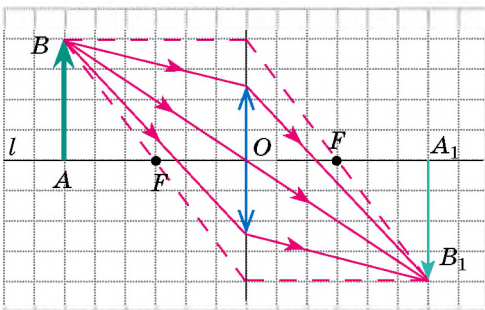


Fig. 15.8. Construirea imaginii unui obiect în cazul, când obiectul este cu mult mai mare decât lentila

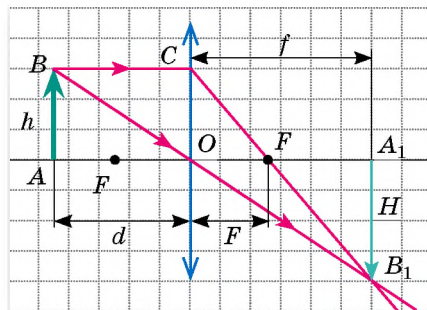


Fig. 15.9. Pentru obținerea formulei lentilei subțiri: h – înălțimea obiectului; H – înălțimea imaginii; d – distanța de la obiect până la lentilă, f – distanța de la lentilă până la imagine; F – distanța focală

4 Ne învățăm a rezolva probleme

Problema nr. 1. Un băiat, privind o monedă cu lupa, puterea optică a căreia este de +10 dptr, a pus moneda la 6 cm de la lupă. Determinați: 1) distanța focală a lentilei; 2) la ce distanță de la lentilă băiatul a observat imaginea monedei; 3) ce fel este această imagine – reală sau virtuală; 4) ce mărime dă lupa.

Analiza problemei fizice. Lupa poate fi considerată o lentilă subțire, de aceea ne vom folosi de formula lentilei subțiri. Distanța focală o vom găsi, folosind definiția puterii optice a lentilei.

Se dă:

$$d = 6 \text{ cm} = 0,06 \text{ m}$$

$$D = +10 \text{ dptr}$$

Să se afle:

$$F = ?$$

$$f = ?$$

$$g = ?$$

Căutarea modelului matematic, rezolvarea

Conform definiției $D = \frac{1}{F} \Rightarrow F = \frac{1}{D}$.

După formula lentilei subțiri: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d}$,
sau $\frac{1}{f} = \frac{d - F}{Fd}$. Deci, $f = \frac{Fd}{d - F}$.

Cunoscând distanța f , vom determina mărirea: $g = \frac{H}{h} = \frac{|f|}{|d|}$.

Verificăm unitățile de măsură, aflăm valoarea mărimilor căutate:

$$[F] = \frac{1}{\text{dptr}} = \frac{1}{\text{m}^{-1}} = \text{m}, \quad F = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ (m)};$$

$$[f] = \frac{\text{m} \cdot \text{m}}{\text{m} - \text{m}} = \frac{\text{m}^2}{\text{m}} = \text{m}, \quad f = \frac{0,1 \cdot 0,06}{0,06 - 0,1} = -0,15 \text{ (m)}; \quad g = \frac{0,15}{0,06} = \frac{15}{6} = \frac{5}{2} = 2,5.$$

Semnul «-» înaintea valorii f ne spune despre aceea, că imaginea este virtuală.

Răspuns: $F = 10 \text{ cm}$; $f = -15 \text{ cm}$; imaginea este virtuală; $g = 2,5$.



Facem totalurile

În dependență de tipul lentilei (convergentă sau divergentă) și locul amplasării obiectului în raport cu această lentilă se obțin diferite imagini ale obiectului:

Locul amplasării obiectului	Caracteristica imaginii în lentilă	
	convergentă	divergentă
După focarul dublu al lentilei ($d > 2F$)	reală, micșorată, răsturnată	virtuală, micșorată, dreaptă
În focarul dublu ($d = 2F$)	reală, egală, răsturnată	
Între focar și focarul dublu al lentilei ($F < d < 2F$)	reală, mărită, răsturnată	
În focarul lentilei ($d = F$)	imagine nu există	
Între lentilă și focar ($d < F$)	virtuală, mărită, dreaptă	

Distanța d de la obiect la lentilă, distanța f de la lentilă la imagine și distanța focală F sunt legate prin formula lentilei subțiri: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$.

Întrebări pentru verificare



1. Care raze e comod să se folosească pentru construirea imaginii obținute cu ajutorul lentilei? 2. Se poate oare obține imaginea reală cu ajutorul lentilei divergente? Imaginea virtuală – cu ajutorul lentilei convergente? 3. Când imaginea obiectului poate fi văzută pe ecran – când această imagine este reală sau virtuală? 4. Cum se poate determina după aspectul imaginii este convergentă lentila sau divergentă? 5. Numiți dispozitivele optice, în care sunt lentile. 6. Ce mărimi fizice leagă formula lentilei subțiri? Ce regulă trebuie de respectat, aplicând această formulă?

Exercițiul nr. 15



1. Copiați fig. 1, *a, b* în caiet și pentru fiecare caz construiți imaginea obiectului *AB* în lentila subțire. Caracterizați imaginea.

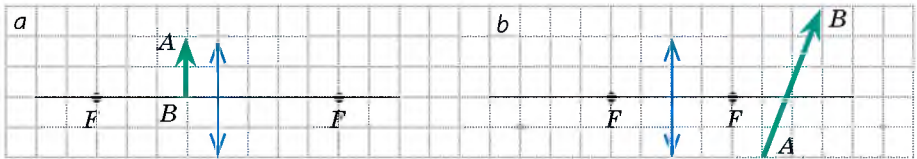


Fig 1

2. Puterea optică a lentilei este de +5 dptr. La ce distanță de la lentilă trebuie de amplasat o lumânare aprinsă, pentru a obține imaginea flăcării lumânării în dimensiune naturală?
3. Obiectul este situat la distanța de 1 m de la lentilă. Imaginea virtuală a obiectului este situată la distanța de 25 cm de la lentilă. Determinați puterea optică a lentilei. Ce fel de lentilă este aceasta – convergentă sau divergentă?
4. Pe o foaie cu text tipărit a nimerit o picătură de clei transparent. De ce literele, ce au nimerit sub picătură par a fi mai mari decât cele vecine?
5. Cu ajutorul lentilei s-a obținut imaginea clară a obiectului pe ecran. Determinați: 1) puterea optică a lentilei, dacă obiectul este situat la distanța de 60 cm de la lentilă, iar distanța dintre obiect și ecran este egală cu 90 cm; 2) înălțimea obiectului, dacă înălțimea imaginii lui este de 5 cm.
6. Copiați fig. 2, *a-c* în caiet și pentru fiecare caz determinați amplasarea centrului optic și focarelor lentilei, tipul lentilei, felul imaginii. (*KN* – axa optică a lentilei; *S* – punctul luminos; *S₁* – imaginea punctului luminos).

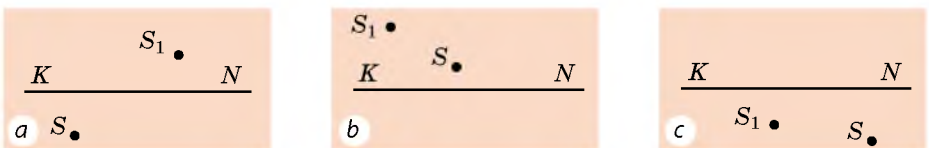


Fig. 2

7. Determinați puterea optică a lupei, care dă imagine mărită de 6 ori, situată la distanța de 20 cm de la lupă.
8. Cum se schimbă și în ce direcție se mișcă imaginea obiectului, dacă obiectul se mișcă de la infinit spre lentilă?
9. Folosiți-vă de surse suplimentare de informații și aflați despre istoria aparatului de fotografiat. Pregătiți o prezentare power point.

LUCRARE DE LABORATOR NR. 5



Tema: Determinarea distanței focale și puterii optice a lentilei subțiri.

Scopul: de a determina distanța focală și puterea optică a unei lentile convergente subțiri.

Utilajul: o lentilă convergentă pe suport, ecran, sursă de lumină (lumânare sau bec electric), panglică de măsurat.

INDICAȚII LA LUCRARE

▮ Pregătirea pentru executarea experimentului

1. Înainte de a efectua lucrarea amintiți-vă: 1) cerințele securității în timpul lucrului cu obiectele din sticlă și cele inflamabile; 2) formula lentilei subțiri; 3) definiția puterii optice.
2. Analizați formula lentilei subțiri, gândiți-vă, ce măsurări trebuie să faceți pentru a determina distanța focală a lentilei.

▶ Experiența

Respectați strict instrucțiunile tehnicii securității (vezi forțașul).

Rezultatele măsurărilor treceți-le deodată în tabel.

1. Obțineți pe ecran imaginea clară micșorată a sursei de lumină, amplasând lentila între sursa de lumină și ecran.
2. Măsurați distanța d de la sursa de lumină până la lentilă și distanța f de la lentilă până la ecran.
3. Deplasând lentila, obțineți pe ecran imaginea clară mărită a sursei de lumină.
4. Din nou măsurați distanța d de la sursa de lumină până la lentilă și distanța f de la lentilă până la ecran.

▶ Prelucrarea rezultatelor experienței

1. Pentru fiecare experiment determinați:
 - 1) distanța focală a lentilei (folosind formula lentilei subțiri);
 - 2) puterea optică a lentilei (folosind definiția puterii optice).
1. Terminați completarea tabelului.

Numărul experienței	Distanța de la obiect până la lentilă d , m	Distanța de la lentilă până la ecran l , m	Distanța focală a lentilei F , m	Puterea optică a lentilei D , dptr
1				
2				

▣ Analiza rezultatelor experienței

Analizați experiența și rezultatele ei. Formulați concluzia, în care: 1) comparați valorile distanțelor focale, obținute în diferite experiențe; 2) aflați de la profesor valoarea puterii optice a lentilei indicată în pașaport și comparați-o cu valorile puterii optice obținute în timpul experienței; 3) indicați pricinile neconcordanței posibile ale rezultatelor.

+ **Însărcinare creativă**

Determinați distanța focală a lentilei prin două metode: 1) obținând pe ecran imaginea obiectului îndepărtat (de exemplu, a copacului de după geam); 2) obținând pe ecran imaginea sursei de lumină, care după dimensiune este egală cu dimensiunea ecranului însuși. Ce măsurători și calcule ați efectuat în fiecare caz?

***** **Însărcinare «cu steluță»**

Pentru una din experiențe apreciați eroarea relativă a experimentului, folosind formula: $\varepsilon = \left| 1 - \frac{D_{\text{măs}}}{D_{\text{pașap}}} \right| \cdot 100\%$, unde $D_{\text{măs}}$ — valoarea puterii optice a lentilei obținută în timpul experienței; $D_{\text{pașap}}$ — valoarea puterii optice a lentilei conform pașaportului dispozitivului.

i **§ 16. OCHIUL CA SISTEM OPTIC. VĂZUL ȘI VEDEREA. OCHELARI. DEFECTELE DE VEDERE ȘI CORECTAREA LOR**

Organul de vedere al omului este ochiul – unul dintre cele mai perfecte și în același timp simple dispozitive optice. Cum este făcut ochiul? De ce unii oameni văd rău și cum de le corectat vederea? Cum este legată producția de desene animate de particularitățile vederii omului? Despre toate acestea veți afla din acest paragraf.

1 **Ne amintim construcția ochiului**

Ochiul omului – sistem optic natural. Ochiul este compus din câteva elemente optice, care împreună sunt destinate pentru crearea imaginii.

Ochiul (vezi fig. 16.1) are formă sferică cu diametrul de aproximativ 2,5 cm și din exterior este acoperit cu o membrană densă netransparentă – **sclerotică**. Partea din față a scleroticii trece în membrana transparentă corneică – **corneea**, care acționează ca o lentilă convergentă și asigură 75 % a capacității ochiului de a refracta lumina.

Partea interioară a scleroticii este acoperită cu o *membrană vasculară* care în partea anterioară a ochiului trece în *membrana coroidă* – **coroida**. În centrul coroidei este o deschizătură rotundă – **pupila**. Pupila se îngustează în cazul amplificării iluminării și se dilată în cazul slăbirii ei.

■ Capacitatea ochiului de a se adapta la iluminare diferită se numește adaptare.

În spatele pupilei se află **crystalinul** – o lentilă convergentă, care datorită mușchilor poate schimba curbura sa, și deci, puterea optică.

La formarea imaginii participă și corpul sticlos – o masă gelatinoasă transparentă, ce umple spațiul dintre cristalini și retină.

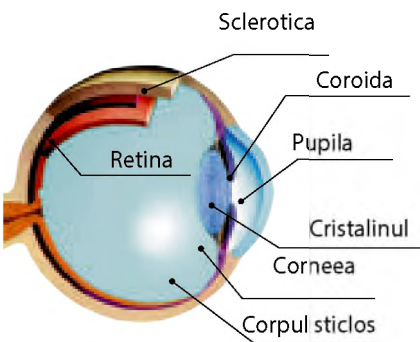


Fig. 16.1. Structura ochiului

Lumina, care nimerește în ochi se refractă în cornee, cristalin și corpul sticlos. Ca urmare pe retină – suprafața fundului ochiului, sensibilă la lumină – se formează imaginea reală, răsturnată, micșorată a obiectului (fig. 16.2).

2 Clarificăm de ce omul vede atât obiectele îndepărtate, cât și cele ce sunt alături

Dacă omul are vedere bună, el vede clar atât obiectele situate departe cât și cele apropiate. Aceasta are loc de aceea, că în cazul schimbării distanței până la obiect cristalinul își modifică curbura sa, adică își schimbă puterea sa optică.

Capacitatea cristalinului de a-și schimba curbura în cazul schimbării distanței până la obiectul cercetat se numește acomodare.

Cea mai mică distanță, la care ochiul vede obiectele fără încordare se numește **distanța vizibilității optime**.

Pentru omul cu vederea normal distanța vizibilității optime este egală cu 25 cm. Anume la această distanță acest om ține cartea.

3 Facem cunoștință cu inerția vederii

Dacă un artificiu de mână se va deplasa repede în întuneric, atunci observatorul va vedea figurile luminoase create de «conturul de foc». În timpul rotirii rapide a caruselului becurile lui colorate, îmbinându-se par pentru observator ca niște inele. Ochii omului tot timpul clipesc, totodată noi nu observăm, că într-un anumit interval de timp obiectul pe care-l privim, devine nevăzut.

Toate fenomenele descrise se explică prin **inerția vederii**. Chestia constă în aceea, că după ce imaginea obiectului dispăre de pe retina ochiului (obiectul este înlăturat, nu mai este iluminat, este acoperit cu un ecran netransparent etc.) imaginea vizuală, provocată de acest obiect se păstrează în decurs de 0,1 c.

Inerția vederii se aplică în filmele animate. Desenele pe ecran foarte repede se înlocuiesc unul pe altul (24 de ori pe secundă); în timpul înlocuirii lor ecranul nu se iluminează, însă spectatorul nu observă aceasta, dar pur și simplu vede o serie de desene, ce alternează. Astfel pe ecran se crează o iluzie a mișcării.

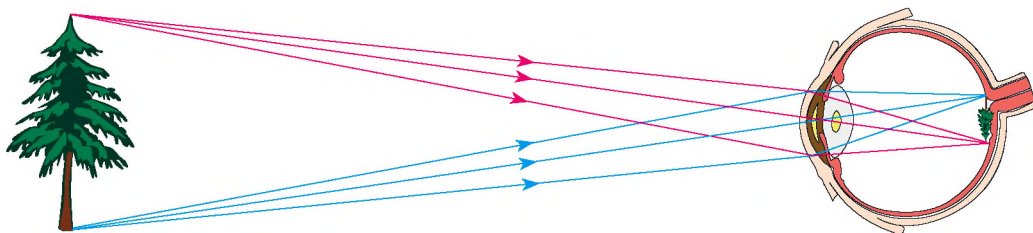


Fig. 16.2. Imaginea, care s-a format pe retina ochiului – reală, micșorată, răsturnată

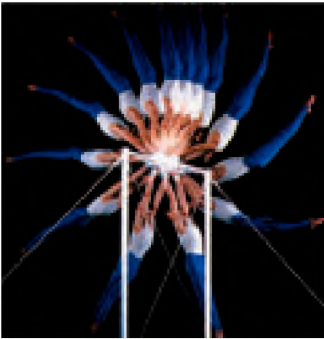


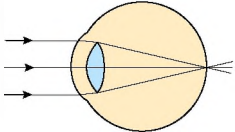
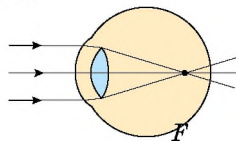
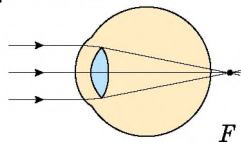
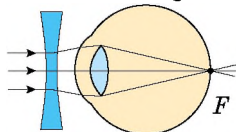
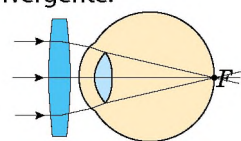
Fig. 16.3. Imaginea stroboscopică a unui gimnast

? Câte desene trebuie să deseneze pictorul, pentru a obține un film animat cu durata de numai 10 min?

Pe inerția vederii de asemenea se bazează aplicarea stroboscopului. (Stroboscopul reprezintă în sine o sursă de lumină, ce emite impulsuri luminoase peste intervale mici de timp egale.) În timpul fotografierii obiectelor, care sunt iluminate de stroboscop, se obțin imagini stroboscopice (fig. 16.3).

4

Aflăm despre defectele de vedere și corectarea lor

Vedere normală	Defectele de vedere	
	Miopia	Prizbiția
<p>Focarul F al sistemului optic al ochiului este situat pe retină.</p>  <p>Pe retină se formează F imaginea clară a obiectelor îndepărtate.</p>	<p>Focarul F al sistemului optic al ochiului în stare neîncordată este situat în fața retinei.</p>  <p>Pe retină se formează imaginea difuză a obiectelor îndepărtate.</p>	<p>Focarul F al sistemului optic al ochiului în stare neîncordată este situat după retină.</p>  <p>Pe retină se formează imaginea difuză a obiectelor îndepărtate.</p>
<p>Distanța vizibilității optime – aproximativ 25 cm. Anume la această distanță omul cu vedere normală ține cartea.</p>	<p>Distanța vizibilității optime este mai mică decât 25 cm. Omul cu ochi miopi citește cartea, apropiind-o de ochi.</p>	<p>Distanța vizibilității optime este mai mare decât 25 cm. Omul cu ochi prizbiți citește cartea, îndepărtând-o de ochi.</p>
<p>Distanța focală a ochiului normal constituie aproximativ 1,71 cm.</p> <p>? Determinați puterea optică a sistemului optic «ochi normal».</p>	<p>Miopia se înlătură cu ochelari cu lentile divergente.</p> 	<p>Prizbiția se înlătură cu ajutorul ochelarilor cu lentile convergente.</p> 



Facem totalurile

Din punctul de vedere al fizicii ochiul reprezintă în sine un sistem optic, elementele principale ale căruia sunt corneea, cristalinul și corpul sticlos. În acest sistem optic se refractă lumina și în rezultat se formează imaginea micșorată, reală, răsturnată a obiectului.

După ce imaginea obiectului dispare de pe retina ochiului, imaginea vizuală provocată de acest obiect se păstrează în memoria omului în decurs de 0,1 c. Această proprietate se numește inerția vederii.



Întrebări pentru verificare

1. Descrieți structura ochiului uman și menirea elementelor optice ale lui. 2. Cum se modifică diametrul pupilei în cazul micșorării iluminării? 3. De ce omul cu vedere normală poate vedea la fel de clar atât obiectele așezate departe cât și cele apropiate? 4. Care defect de vedere se numește miopie? Cum poate fi el corectat? 5. Care defect de vedere se numește prezbiție? Cum poate fi el corectat? 6. Care proprietate a vederii se numește inerția vederii? Aduceți exemple de aplicare ale acestei proprietăți.



Exercițiul nr. 16

1. Puterea optică a lentilelor ochelarilor bunicii este de $-2,5$ dptr. Care este distanța focală a acestor lentile? Ce defect de vedere are bunica?
2. La ce distanță minimă de la ochi omul cu vedere normală trebuie să așeze oglinda, pentru ca, fără a se încorda să vadă imaginea ochiului?
3. De ce pentru a vedea mai bine, omul cu ochi miop mijeste ochii?
4. De ce chiar și în apă curată omul fără mască vede rău?
5. Un băiat citește o carte, ținând-o la distanța de 20 cm de la ochi. Determinați puterea optică a lentilelor, care sunt necesare băiatului, pentru a citi cartea la distanța vizibilității optime pentru ochi normal.
6. Faceți analogia dintre aparatul de fotografiat și ochiul omului. Ce funcție a ochiului o îndeplinește o parte sau alta a aparatului de fotografiat? În caz de necesitate apelați la surse suplimentare de informații.
7. Folosiți surse suplimentare de informații și aflați despre metodele de profilactică a bolilor de vedere. Cum poate fi corectată vederea?



Însărcinare experimentală

Propuneți câteva metode, cu ajutorul cărora se poate determina, ce defect de vedere (miopie sau prezbiție) corectează unii sau alții ochelari. Găsiți câțiva ochelari diferiți (împrumutați-le de la rude, vecini, prieteni) și verificați oare «funcționează» metodele propuse.

Fizica și tehnica în Ucraina



Olexandr Todorovici Smakula (1900 – 1983) – renumit fizician și inventator ucrainean. Folosind noțiunea de oscilatori cuantici O. T. Smakula a putut să explice colorarea radioactivă a cristalelor și să deducă corelația matematică cantitativă, cunoscută în știință ca «formula lui Smakula». Lucrările savantului au permis să fie efectuată sinteza vitaminelor A, B2 ș. a., iar procesul de transformare a carbonului cristalin se numește acum «*inversia lui Smakula*».

În anul 1935 O. T. Smakula a făcut descoperirea și a obținut patentul la descoperire, datorită cărui fapt numele lui va rămâne pentru totdeauna în istoria științei – metoda îmbunătățirii dispozitivelor optice («acoperirile optice antireflexive»). Esența descoperii constă în aceea, că suprafața lentilei de sticlă se acoperă cu un strat special de peliculă dintr-un anumit material cu grosimea de $\frac{1}{4}$ din lungimea undei incidente, ceea ce micșorează considerabil reflexia luminii de la suprafața lentilei și totodată mărește contrastul imaginii. Această descoperire a devenit o mare realizare, deoarece lentilele optice sunt elementul principal al diverselor aparate (aparatele de fotografiat, binoculurilor, dispozitivelor optice pentru arme, ș. a.).

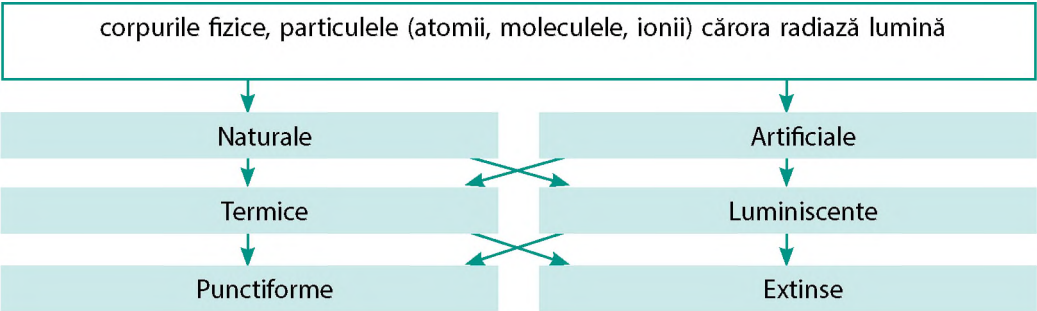
Anul 2000 a fost declarat de către UNESCO anul lui Smakula.

FACEM TOTALURILE CAPITOLULUI II

«Fenomene luminoase»

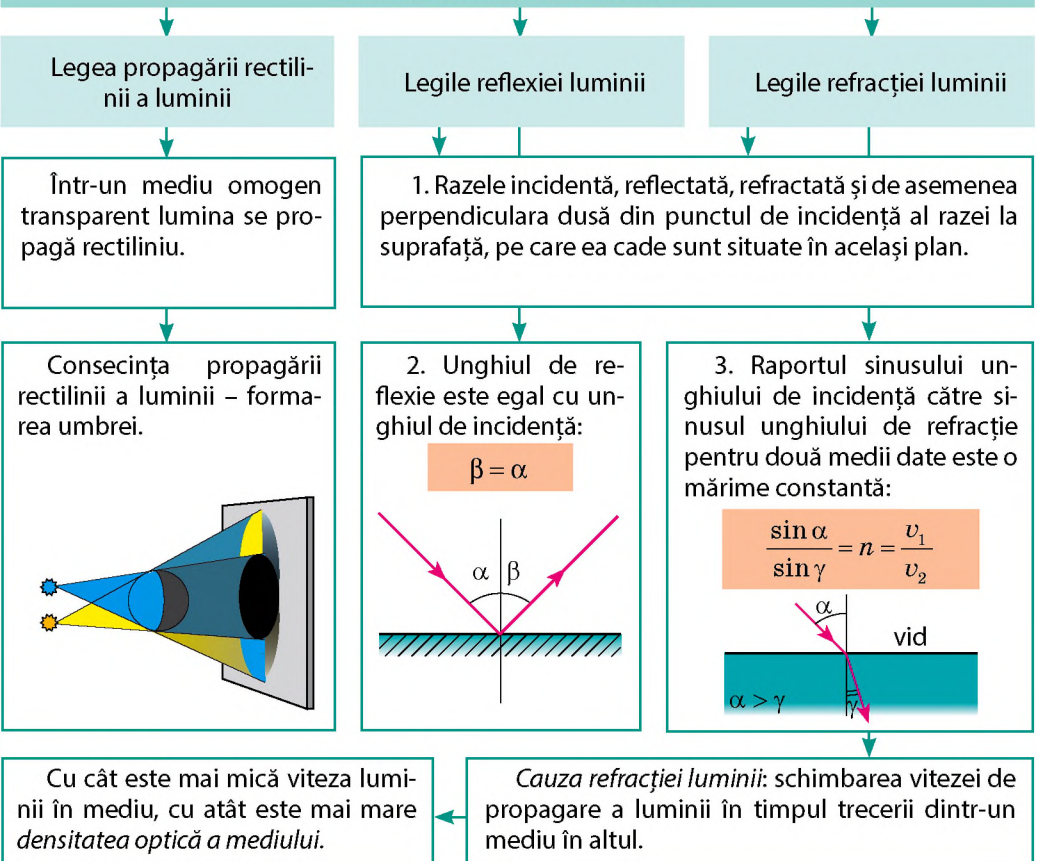
1. Studiind capitolul II, am aflat, că vedem lumea înconjurătoare datorită faptului, că corpurile din jurul nostru reflectă lumina sau însuși sunt surse de lumină.

SURSELE DE LUMINĂ

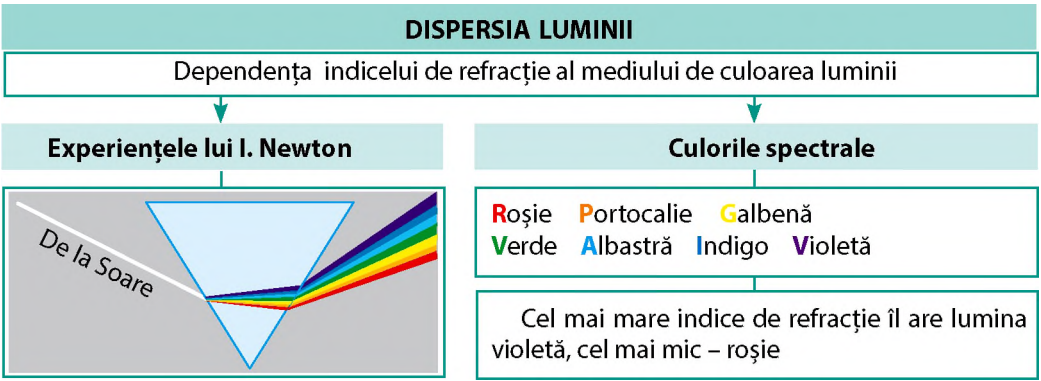


2. Ați aflat despre *legile propagării luminii – legile opticii geometrice.*

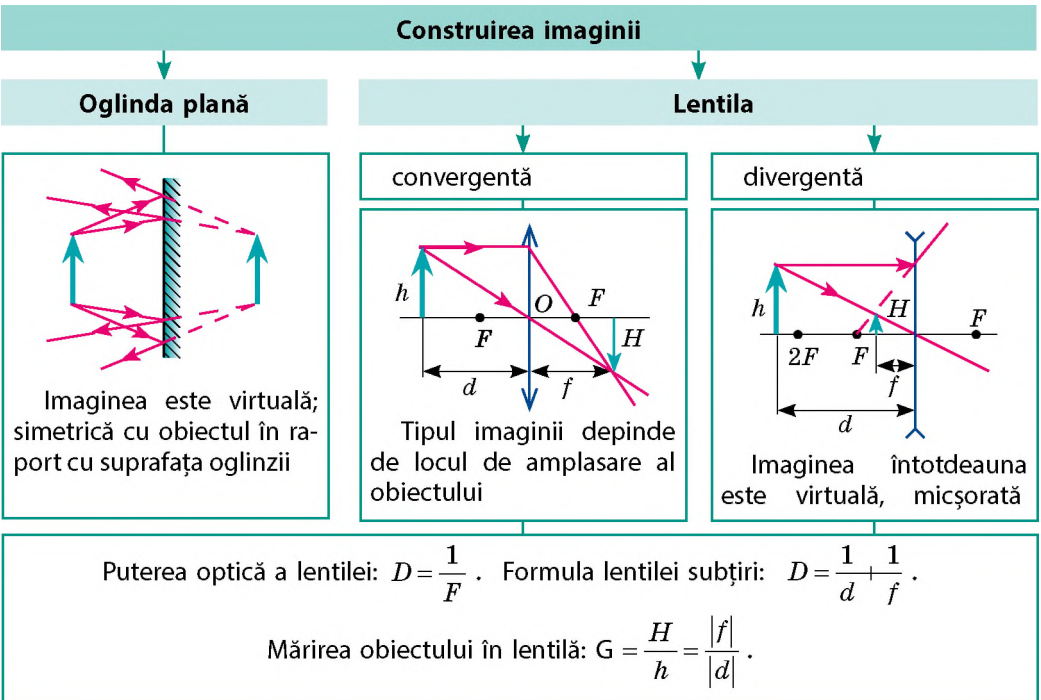
LEGILE OPTICII GEOMETRICE



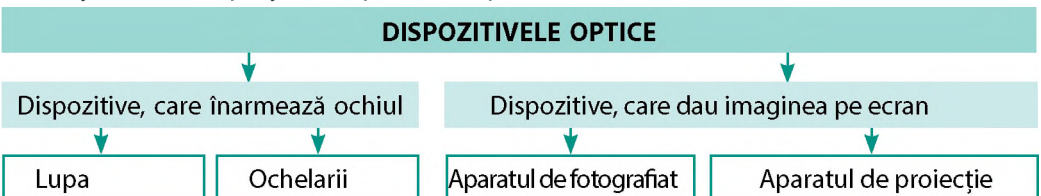
3. Ați făcut cunoștință cu experiențele lui I. Newton și ați stabilit, că lumina albă este compusă din lumină de diferite culori. Lumina de diferite culori în vid se propagă cu aceeași viteză ($c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$), iar în mediu – cu viteză diferită.



4. Ați învățat a construi imaginea în oglinda plană și în lentile.



5. Ați făcut cunoștință cu dispozitivele optice, în care se utilizează lentilele.



ÎNSĂRCINĂRI PENTRU AUTOVERIFICARE LA CAPITOLUL II

«Fenomene luminoase»

Însărcinările 1–7 conțin numai un răspuns corect.

1. (1 bal) Ce fenomen fizic ilustrează fotografia (fig. 1)?



Fig. 1

- a) reflexia luminii;
- b) absorbția luminii;
- c) dispersia luminii;
- d) refracția luminii.

2. (1 bal) Care fenomen se confirmă prin existența eclipselor de Soare și de Lună?

- a) legea reflexiei luminii;
- b) legea propagării rectilinii a luminii;
- c) legea conservării energiei;
- d) legea refracției luminii;

3. (1 bal) Ce fel este imaginea obiectului în oglinda plană?

- a) mărită reală;
- b) dreaptă reală;
- c) micșorată virtuală;
- d) dreaptă virtuală.

4. (1 bal) O rază de lumină cade din aer pe suprafața unei plăci de sticlă (fig. 2). Pe care dintre desenele reprezentate sunt indicate corect toate trei unghiuri: unghiul de incidență α , unghiul de reflexie β și unghiul de refracție γ ?

- a) 1;
- b) 2;
- c) 3;
- d) 4.

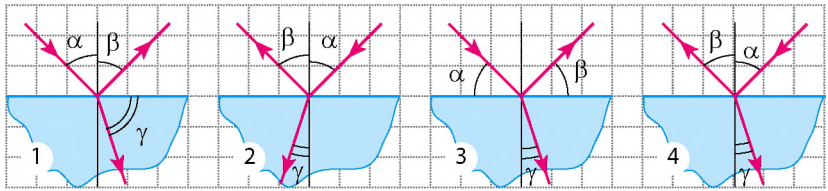


Fig. 2

5. (2 baluri) Care punct (fig. 3) este imaginea punctului luminos S în oglinda plană?

- a) 1;
- b) 2;
- c) 3;
- d) imagine în oglindă nu este.

6. (2 baluri) Cu ce este egală puterea optică a lentilei, mersul razelor în care este reprezentat în fig. 4?

- a) $-0,04$ dptr
- b) $+4$ dptr
- c) $+25$ dptr
- d) $+50$ dptr.

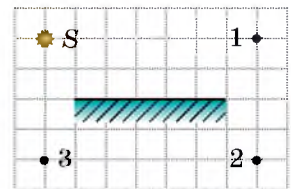


Fig. 3

7. (2 baluri) Ce fel de defect al vederii are omul, dacă el poartă ochelari, partea inferioară a cărora – lentile convexe, iar partea superioară – plate?

- a) prizbiția;
- b) miopia;
- c) omul nu are defecte de vedere;
- d) e imposibil de determinat.

8. (2 baluri) În timpul fotografierii pe obiectivul aparatului de fotografiat s-a așezat o muscă. Va influența oare aceasta asupra imaginii și dacă va influența, atunci cum?



Fig. 4

- a) nu va influența în nici un fel;
 b) pe imagine va apărea imaginea muștei;
 c) imaginea va fi mai puțin strălucită;
 d) imaginea va fi mai puternic strălucită.
9. (3 baluri) Omul se apropie de oglindă cu viteza de 2 m/s. Cu ce viteză față de om se apropie imaginea lui în oglindă?
10. (3 baluri) Unghiul de incidență al razei pe o suprafață oglindită este egal cu 70° . Cu ce este egal unghiul dintre raza reflectată și suprafața oglindită?
11. (3 baluri) Lumina cade din aer pe suprafața unei substanțe transparente sub un unghi de 45° . Determinați indicele absolut de refracție al acestei substanțe, dacă lumina refractată se propagă sub un unghi de 60° față de suprafața de separație a mediilor.
12. (3 baluri) Obiectul este situat la distanța de 1m de la lentila convergentă cu distanța focală de 0,5 m. La ce distanță de la oglindă este situată imaginea acestui obiect?
13. (3 baluri) Stabiliți corespondența dintre mediu și viteza de propagare a luminii în acest mediu.
- | | |
|-------------|-------------------------|
| 1 Diamantul | A $1,24 \cdot 10^8$ m/s |
| 2 Benzina | B $1,76 \cdot 10^8$ m/s |
| 3 Gheața | C $2,00 \cdot 10^8$ m/s |
| | D $2,29 \cdot 10^8$ m/s |

14. (4 baluri) În fig. 5 este reprezentată axa optică principală KM a lentilei, obiectul AB și imaginea lui A_1B_1 . Determinați tipul lentilei, distanța ei focală și puterea optică a ei.
15. (4 baluri) De ce curbura cristalinului ochiului peștelui (fig. 6) este mai mare decât a omului?
16. (4 baluri) Examinând un timbru cu lupa, un băiat o vede la distanța vizibilității optime mărită de 4 ori. La ce distanță de la ochi băiatul ține lupa, dacă el are vedere normală, iar puterea optică a lupei constituie +15 dptr?

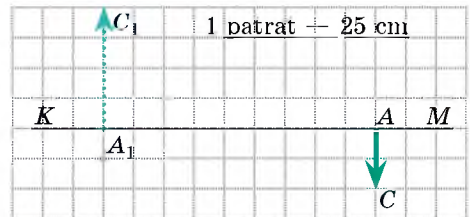


Fig. 5



Fig. 6

Verificați răspunsurile voastre cu cele de la sfârșitul manualului. Însemnați însărcinările, pe care le-ați executat corect și numărați suma balurilor. Apoi această sumă împărțiți-o la trei. Rezultatul obținut va corespunde nivelului vostru de reușită la învățatură.



Însărcinările de antrenare cu verificare computațională le veți găsi pe resursa de învățământ «Învățământul interactiv».

Noi receptori și surse de lumină

În ultimii câțiva ani datorită progresului în electronică invențiile științifice unice au devenit publice. Progresul în domeniul electronicii a schimbat cardinal atât sursele cât și receptorii de lumină.

Întrebați bunicii voștri despre aceea, cum se făceau fotografiile în urmă cu douăzeci de ani sau mai mult. Se constată, că aceasta era o procedură destul de complicată. Pentru voi însă, a devenit un lucru obișnuit, văzând un lucru interesant, să apropiați camera de fotografiat a telefonului mobil, să apăsați butonul corespunzător și instantaneu să trimiteți imaginea gata la prieteni.

Să aducem un alt exemplu. Despre un fascicul orientat îngust de lumină, care are proprietăți unice, în trecut era vorba numai în romanele fantastice. În timpul nostru, fasciculul laser este utilizat pe scară largă atât de mult, încât chiar și cei mai îndrăzneți autori fantastici ai secolului trecut nu și-ar fi putut imagina acest lucru. Deci, reiese, domeniul fizicii numit «Optică» este foarte vechi și ați învățat în zadar capitolul II al manualului?

Să nu facem deci concluzii rapide și să cercetăm unele dintre dispozitivele optice contemporane mai amănunțit.

Laserul

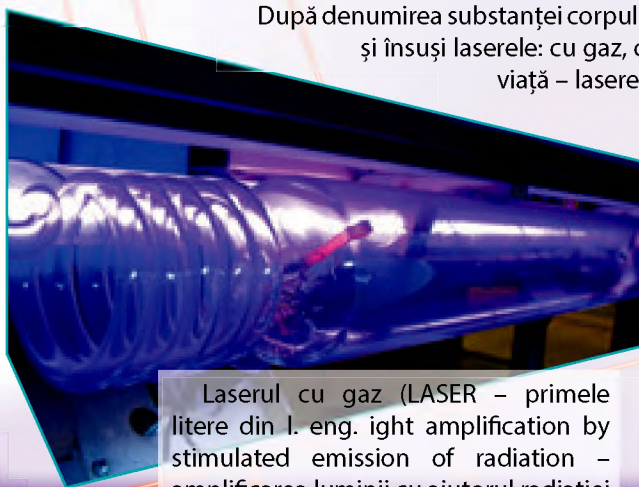
Ați văzut, cu siguranță, spectacole cu laser la circ sau concerte de estradă. Fascicule subțiri de lumină, care penetrează spațiul sălii, zboară repede deasupra capetelor spectatorilor. Spectacol fascinant!

În figură este prezentat unul dintre tipurile de lasere – cu gaz. «Firul» strălucitor de lumină într-un tub de sticlă – aceasta nu este o rază laser, ci o descărcare electrică, asemănătoare cu descărcarea în lămpile lumina zilei.

Descărcarea servește la «pomparea» corpului de lucru (gazului din interiorul tubului de sticlă). Procesul de «pompare» constă în aceea, că atomii gazului dobândesc treptat un surplus de energie de la descărcarea electrică, iar apoi prin avalanșă o cedează sub formă de impuls (scânteie) de lumină.

După denumirea substanței corpului de lucru au început să se clasifice și însuși laserele: cu gaz, cu lichid și cele mai convenabile în viață – laserele cu corpuri solide.

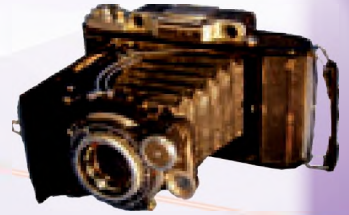
Spectacolul de estradă – pe departe nu este singura utilizarea a laserelor. Aceste dispozitive sunt utilizate pe scară largă în medicină, militarie, etc.



Laserul cu gaz (LASER – primele litere din l. eng. ight amplification by stimulated emission of radiation – amplificarea luminii cu ajutorul radiației induse)

Aparatul de fotografiat

Elementul, care fixează imaginea în aparatul de fotografiat de construcție veche a fost pelicula fotografică. Iar în aparatele de fotografiat digitale un astfel de dispozitiv este o placă, acoperită cu un strat de senzori foarte mici de lumină (pixeli). Fiecare dintre acești senzori fixează «o bucățică» din fasciculul de lumină. Cu cât este mai mică dimensiunea pixelului, cu atât mai calitativă imagine poate fi obținută. Placă unui aparat de fotografiat bun numără 18-20 milioane de pixeli. Numărul de pixeli în telefonul mobil este mai mic, deoarece filmarea – nu este funcția principală a telefonului. Prin urmare și calitatea imaginilor este mai rea.



Microprocesorul aparatului de fotografiat prelucrează informația de la senzorii și o stochează într-un fișier separat. Istoria fotografiei are mai mult de 150 de ani. Dar și în aparatul de fotografiat vechi și în cel mai modern unul dintre cele mai importante elemente este sistemul optic, care trebuie să asigure imaginea clară a diferitor obiecte filmate: și a prietenului vostru, care stă alături și a munților îndepărtați, care se văd la orizont. Se pare, că e prea devreme pentru a înregistra optica în arhivă, constructorii aparatelor fotografice moderne și camerelor de filmare le va mai fi de folos!

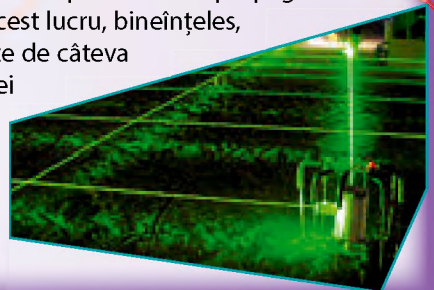
E interesant

Deseori creatorii de filme moderne în mod conștient (sau din cauza lipsei de cunoștințe) schimonosesc informația cu privire la posibilitățile laserului. Iată doar câteva exemple.

Oricât n-ai afuma tot nu se va vedea. În multe filme pentru a detecta sistemul de alarmă, eroii dau drumul la fum – și fasciculele laser devin vizibile. De fapt, a confecționa lasere, care funcționează în diapazonul infraroșu (invizibil pentru ochi) este cu mult mai simplu decât cele, care funcționează în diapazonul vizibil. Anume acestea se utilizează în sistemele de alarmă standard. Fasciculul infraroșu, cât nu l-ai afuma, oricum va rămâne invizibil pentru ochi.

Protejați-vă ochii. Laserii în filme sunt utilizați pentru tăierea obstacolelor metalice (gratii, uși de safeuri etc.) – și aceasta corespunde realității. Numai că autorii de filme de multe ori uită de protecția eroilor împotriva razelor reflectate. Reflexia unui fascicul supraputernic de la metalul, care se taie va fi, de asemenea, foarte puternică. Deci, cel puțin, protejați-vă ochii!

Încearcă să prinzi. Uneori creatorii de filme arată că procesul de propagare a fasciculului este asemănător cu zborul unui glonte. Acest lucru, bineînțeles, că nu este adevărat. Viteza de mișcare a glontului este de câteva sute de metri pe secundă. Din aceasta cauză zborul ei într-adevăr poate fi înregistrat, folosind filmare de mare viteză. Dar iată, în mod similar, de a urmări propagarea fasciculului luminos (amintim, că viteza luminii este enormă – 300 000 km / s) este imposibil.



Temele orientative ale proiectelor

1. Montarea celui mai simplu aparat optic.
2. Iluziile optice.
3. Studiarea puterii și randamentului surselor artificiale de lumină de diferite tipuri.
4. Oglinzile concave: proprietăți și exemple de aplicare
5. Fenomene optice în natură.
6. Ochiul și vederea.

Temele referatelor și comunicărilor

1. Viitorul – după diodele luminoase.
2. Miracolul fotosintezei.
3. Mirajele: cum ele se formează și unde ele pot fi observate.
4. Pentru ce are nevoie pietonul de suprafețe reflectoare de lumină pe hainele sale. Cum automobilii folosesc astfel de suprafețe.
5. Culoarea și lumina.
6. De ce noaptea aproape că nu deosebim culorile.
7. Cultura optică «Op-art» ca sinteză a științei și culturii.
8. Defectele de vedere și metodele de corectare a lor cu ajutorul aparatelor optice.
9. Aparat de vedere. De ce și cum poate fi restabilită vederea.
10. Aparatele optice în medicină.
11. Istoria fotografiei.
12. Purificarea ultravioletă a apei.
13. De ce bulele de săpun sunt multicolore.
14. Aparatele de viziune nocturnă.
15. Luneta: istoria creării, construcția, principiul ei de funcționare.

Temele cercetărilor experimentale

1. Studiarea legilor propagării luminii cu ajutorul aratatorului cu laser.
2. Studiarea legilor refracției luminii și a efectelor optice legate de ele. Trucurile optice.
3. Studiarea compoziției spectrale a luminii cu ajutorul prisme (restabilirea experiențelor lui I. Newton).
4. Studiarea proprietăților refractare ale lentilelor convergentă și divergentă.
5. Confecționarea dispozitivelor optice (camera obscură, caleidoscopul).

CAPITOLUL III

UNDELE MECANICE ȘI ELECTROMAGNETICE

- Voi știți, că cea mai mare parte de informație despre lumea înconjurătoare omul o primește prin văz și auz, iar acum veți afla, ce este comun între transmiterea informației cu ajutorul luminii și a sunetului
- Oricare dintre voi știe să se folosească de telefonul mobil, iar acum veți afla, cum funcționează legătura celulară
- Ați auzit despre moartea «Titanicului», iar acum veți afla, de ce e puțin probabil ca pacheboturile maritime moderne să sufere soarta lui
- Nu o dată ați auzit ecoul, iar acum veți afla cum ajută el la măsurarea adâncimii oceanului
- Știți bine ce este radiația Röntgen, iar acum veți afla ce este comun între razele Röntgen și cele luminoase.



§ 17. APARIȚIA ȘI PROPAGAREA UNDELOR MECANICE. MĂRIMILE FIZICE, CARE CARACTERIZEAZĂ UNDELE

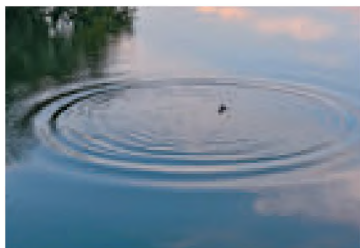


Fig. 17.1. De la o piatră aruncată în apă, pe suprafața apei se propagă undele

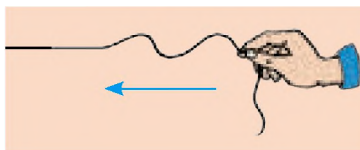


Fig. 17.2. Propagarea undelor de-a lungul unui odgon. Prin săgeată este arătată direcția de propagare a undei

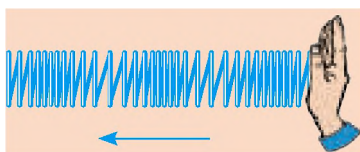


Fig. 17.3. Propagarea undei în resort. Prin săgeată este arătată direcția de propagare a undei

În cursul de fizică pentru clasa a 7-a ați studiat oscilațiile mecanice. Deseori se întâmplă așa, că oscilațiile apărute într-un loc se propagă în porțiunile vecine ale spațiului. Amintiți-vă, de exemplu, propagarea oscilațiilor de la o piatră aruncată în apă sau oscilațiile scoarței terestre, care se propagă de la epicentrul cutremurului de pământ. În asemenea cazuri se vorbește despre mișcarea ondulatorie – unde (fig. 17.1). Din acest paragraf veți afla despre particularitățile mișcării ondulatorii.

1 Creăm unde mecanice

Să luăm un odgon destul de lung, un capăt al căruia îl vom lega de o suprafață verticală, iar celălalt îl vom mișca în sus și în jos (oscila). Oscilațiile de la mână se vor propaga prin odgon, treptat implicând în mișcarea oscilatorie punctele tot mai îndepărtate – de-a lungul odgonului va alerga o undă mecanică (fig. 17.2).

Undă mecanică se numește propagarea oscilațiilor într-un mediu elastic*.

Să cercetăm alt exemplu. Să fixăm orizontal un resort moale și lung și să efectuăm pe capătul liber al lui o serie de lovituri consecutive – de-a lungul resortului va alerga o undă, care va fi compusă din condensări și rarefierii ale spirelor resortului (fig. 17.3).

Undele descrise mai sus pot fi văzute, însă majoritatea undelor mecanice sunt invizibile, de exemplu, undele sonore (fig. 17.4).

La prima vedere, toate undele mecanice sunt absolut diferite, însă pricinile apariției și propagării lor – aceleași. Haideți să deslușim.

2 Stabilim, cum și de ce în mediu se propagă unda mecanică

Orice undă mecanică este creată de un corp, care oscilează – *sursa undei*. Efectuând mișcarea oscilatorie, sursa undei *deformează* straturile mediului alăturate de ea (le comprimă și le dilată sau le deplasează).

* Mediul se numește *elastic*, dacă în timpul deformației lui apar forțe, care se opun acestei deformații – *forțe elastice*.

Ca urmare apar forțe elastice, care acționează asupra straturilor vecine ale mediului și le impune pe ele să efectueze oscilații forțate. Aceste straturi, la rândul lor, deformează următoarele straturi vecine și le fac să oscileze. Treptat, unul după altul, toate straturile mediului se alipesc la mișcarea oscilatorie – prin mediu se propagă o undă mecanică.

3 Deosebim unde mecanice transversale și longitudinale

Dacă se va compara propagarea unei prin odgon (vezi fig. 17.2) și prin resort (vezi fig. 17.3) se va observa o anumită diferență.

Părțile separate ale odgonului se mișcă (oscilează) perpendicular pe direcția de propagare a undei (în fig. 17.2 unda se propagă de la dreapta la stânga, iar părțile odgonului se mișcă în sus și în jos). Astfel de unde se numesc **transversale** (fig. 17.5). În timpul propagării undelor transversale are loc alunecarea unor straturi ale mediului în raport cu altele. În timpul alunecării straturilor de lichide și gaze forța elastică nu apare, de aceea *undele transversale se pot propaga numai în corpurile solide și nu se pot propaga în lichide și în gaze.*

În timpul propagării unei prin resort spirele separate ale resortului se mișcă (oscilează) de-a lungul direcției de propagare a undei. Astfel de unde se numesc **longitudinale** (fig. 17.6). În timpul propagării undelor longitudinale în mediu au loc deformații de compresiune și de alungire (de-a lungul direcției de propagare a undei densitatea mediului pe rând ba se mărește ba se micșorează). Astfel de deformații în orice mediu sunt însoțite de apariția forțelor elastice. De aceea *undele longitudinale se pot propaga și în corpurile solide, și în lichide, și în gaze.*

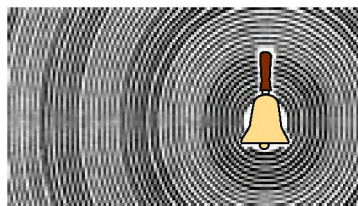


Fig. 17.4. Oscilațiile corpului, care emite sunet sunt cauza comprimărilor și rarefierilor mediului – prin mediu se propagă o undă sonoră

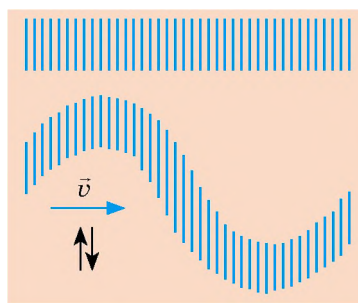


Fig. 17.5. În unda transversală straturile mediului oscilează perpendicular pe direcția de propagare a undei

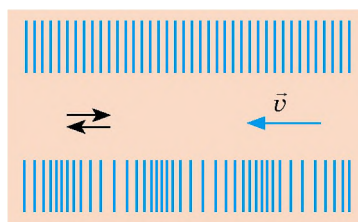


Fig. 17.6. În unda longitudinală straturile mediului oscilează de-a lungul direcției de propagare a undei

Undele pe suprafața lichidului nu sunt nici longitudinale, nici transversale. Ele au un caracter longitudinal-transversal, totodată particulele lichidului se mișcă după elipse. În aceasta ușor ne putem convinge, dacă vom arunca în mare o nuia ușoară și vom urmări mișcarea ei pe suprafața apei.

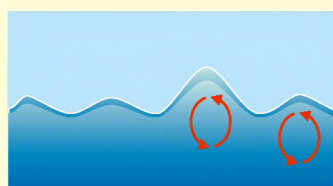




Fig. 17.7. Pentru însărcinarea din § 17

4 Descoperim principalele proprietăți ale undelor

1. Mișcarea oscilatorie se transmite de la un punct al mediului la altul nu instantaneu, ci cu o anumită întârziere, de aceea *undele se propagă în spațiu cu viteză finită*.
2. Sursă a undelor mecanice întotdeauna este corpul, care oscilează; deoarece oscilațiile particulelor mediului în timpul propagării undei sunt forțate, *frecvența oscilațiilor fiecărei particule ale mediului este egală cu frecvența oscilațiilor sursei undei*.
3. *Undele mecanice nu se pot propaga în vid*.
4. *Mișcarea oscilatorie nu este însoțită de transferarea substanței* – particulele mediului numai oscilează lângă unele poziții de echilibru.
5. Cu venirea undei particulele mediului încep să se

miște (obțin energie cinetică). Aceasta înseamnă, că în timpul propagării undei are loc *transferarea energiei*.

Transferarea energiei fără a fi transferată substanța este principala proprietate a oricărei unde.

? Amintiți-vă propagarea undelor pe suprafața apei (fig. 17.7). Care observații confirmă principalele proprietăți ale mișcării oscilatorii?

5 Amintim mărimile fizice, care caracterizează oscilațiile

Unda – este propagarea oscilațiilor. De aceea mărimile fizice, care caracterizează oscilațiile (frecvența, perioada, amplitudinea), de asemenea caracterizează și unda. Deci, ne amintim de clasa a 7-a.

	Mărimile fizice, care caracterizează oscilațiile		
	Frecvența oscilațiilor ν	Perioada oscilațiilor T	Amplitudinea oscilațiilor A
Definiția	numărul de oscilații într-o unitate de timp	timpul unei oscilații	distanța maximă, la care este abătut punctul de la poziția de echilibru
Formula pentru determinare	$\nu = \frac{N}{t}$ N — cantitatea oscilațiilor în timpul t	$T = \frac{t}{N}$	—
Unitatea de măsură în SI	hertz (1 Hz = 1 s ⁻¹)	secunda (s)	metrul (m)

Atrageți atenția! În timpul propagării unei mecanice toate părțile mediului, în care se propagă unda oscilează cu aceeași frecvență (ν), care este egală cu frecvența oscilațiilor sursei unde, de aceea perioada oscilațiilor (T) pentru toate punctele mediului de asemenea este aceeași, doar $T = \frac{1}{\nu}$. Dar iată amplitudinea oscilațiilor treptat scade odată cu îndepărtarea de la sursa unde.

6 Determinăm lungimea de undă și viteza de propagare a unde

Amintiți-vă propagarea unde prin odgon. Fie că capătul odgonului a efectuat o oscilație completă, adică timpul de propagare a unde este egal cu o perioadă ($t = T$). În acest timp unda se propagă la o anumită distanță λ (fig. 17.8, a). Această distanță se numește *lungime de undă*.

Lungimea de undă λ – distanța, la care se propagă unda în intervalul de timp egal cu o perioadă T :

$$\lambda = vT,$$

unde v – viteza de propagare a unde.

Unitatea de măsură a lungimii de undă în SI – metrul:

$$[\lambda] = 1\text{m}.$$

Nu e greu de observat, că punctele odgonului, care sunt situate unul de altul la distanța egală cu o lungime de undă, oscilează simultan – au aceeași fază a oscilațiilor (fig. 17.8, b, c). De exemplu, punctele A și B ale odgonului simultan se mișcă în sus, ating creasta unde, apoi simultan încep să se miște în jos ș.a.m.d.

Folosind formula $\lambda = vT$, se poate determina viteza de propagare a unde: $v = \frac{\lambda}{T}$. Considerând, că $\frac{1}{T} = \nu$, obținem **formula interdependenței lungimii, frecvenței și vitezei de propagare a unde – formula unde:**

$$v = \lambda\nu$$

Dacă unda trece dintr-un mediu în altul, atunci viteza ei de propagare se modifică; frecvența unde se determină de sursa unde, de aceea rămâne neschimbată. Astfel, în conformitate cu formula $v = \lambda\nu$ în cazul trecerii unde dintr-un mediu în altul lungimea de undă se schimbă.

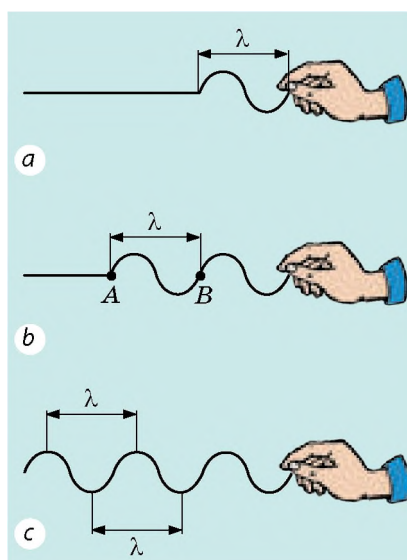


Fig. 17.8. Lungimea de undă este egală cu distanța, la care se propagă unda în timpul unei oscilații (aceasta de asemenea este distanța dintre două creste cele mai apropiate sau dintre două adâncituri cele mai apropiate)

Formula unde

$$v = \lambda\nu$$

- v — viteza de propagare a unde;
- λ — lungimea de undă;
- ν — frecvența unde

7 Ne învățăm a rezolva probleme

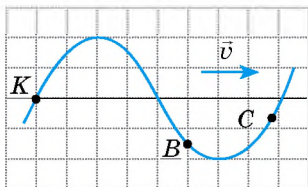


Fig. 1

- 1) amplitudinea, perioada, frecvența și lungimea de undă;
- 2) direcția, în care în momentul dat de timp se mișcă punctele K , B și C ale odgonului.

Rezolvarea

Unda este transversală, de aceea punctele odgonului efectuează oscilații perpendicular pe direcția de propagare a undei (se mișcă în sus și în jos lângă anumite poziții de echilibru).

1) Din fig. 1 vedem, că abaterea maximă de la poziția de echilibru (amplitudinea undei A) este egală cu 2 pătrățele. Așadar, $A = 2 \cdot 15 \text{ cm} = 30 \text{ cm}$.

Distanța dintre o creastă și o adâncitură – 60 cm (4 pătrățele), corespunzător distanța dintre două creste cele mai apropiate (lungimea de undă) este de două ori mai mare.

Deci, $\lambda = 2 \cdot 60 \text{ cm} = 120 \text{ cm} = 1,2 \text{ m}$

Frecvența și perioada T a oscilațiilor vom afla, folosind formula undei:

$$v = \lambda \nu \Rightarrow \nu = \frac{v}{\lambda} = \frac{3 \text{ m/s}}{1,2 \text{ m}} = 2,5 \frac{1}{\text{s}} = 2,5 \text{ Hz};$$

$$T = \frac{1}{\nu} = \frac{1}{2,5} = 0,4 \text{ (s)}.$$

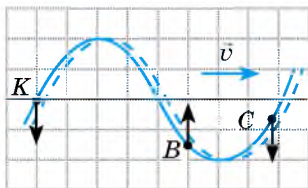


Fig. 2

2) Pentru determinarea direcției de mișcare a punctelor odgonului vom efectua un desen adăugător. Fie că într-un interval de timp mic unda s-a deplasat la o anumită distanță. Deoarece unda se deplasează la dreapta, iar forma ei cu timpul nu se schimbă, punctele odgonului vor avea pozițiile, care sunt indicate în fig. 2 cu linie punctată.

Unda este transversală, adică punctele odgonului se mișcă perpendicular pe direcția de propagare a undei. Din fig. 2 vedem, că punctul K peste intervalul de timp ν va fi situat mai jos de poziția sa inițială, deci viteza mișcării lui este orientată în jos; punctul B se va deplasa mai sus, deci viteza de mișcare a lui este orientată în sus; punctul C se va deplasa mai jos, deci viteza de mișcare a lui va fi orientată în jos.

Răspuns: $A = 30 \text{ cm}$; $T = 0,4 \text{ s}$ $\nu = 2,5 \text{ Hz}$; $\lambda = 1,2 \text{ m}$; punctele K și C se mișcă în jos, punctul B – în sus.



Facem totalurile

Propagarea oscilațiilor într-un mediu elastic se numește undă mecanică. Unda mecanică, în care particulele mediului oscilează perpendicular pe direcția de propagare se numește transversală; unda, în care particulele mediului oscilează de-a lungul direcției de propagare a undei se numește longitudinală.

Unda se propagă în spațiu nu instantaneu, ci cu o anumită viteză. În timpul propagării undei are loc transferarea energiei fără transferarea substanței. Distanța, la care se transmite unda în intervalul de timp egal cu o perioadă se numește lungime de undă și este distanța dintre două puncte cele mai apropiate, care oscilează simultan (au aceeași fază a oscilațiilor). Lungimea λ , frecvența ν și viteza v de propagare a undei sunt legate prin formula undei:

$$v = \lambda \nu$$

Întrebări pentru verificare



1. Dați definiția undei mecanice. 2. Descrieți mecanismul creării și propagării undei mecanice. 3. Numiți principalele proprietăți ale mișcării oscilatorii. 4. Care unde se numesc longitudinale? transversale? În ce fel de medii se propagă? 5. Ce este lungimea de undă? De ce depinde ea? 6. Cum sunt legate lungimea, frecvența și viteza de propagare a undei?



Spaca № 17

1. În fig. 1 este reprezentată propagarea undei prin odgon (a) și prin resort (b). Determinați lungimea fiecărei unde.
2. În ocean lungimea de undă atinge 270 m, iar perioada ei este egală cu 13,5 s. Determinați viteza de propagare a unei astfel de undă.
3. Coincid oare viteza de propagare a undei și viteza mișcării punctelor mediului, prin care se propagă unda?
4. De ce unda mecanică nu se propagă în vid?
5. În urma exploziei, efectuate de către geologi, în scoarța terestră s-a propagat o undă cu viteza de 4,5 km/s. Această undă, fiind reflectată de straturile adânci ale Pământului a fost fixată la suprafața Pământului peste 20 s după explozie. La ce adâncime este situată roca, densitatea căreia se deosebește esențial de densitatea scoarței terestre?
6. În fig. 2 sunt reprezentate două odgoane, prin care se propagă o undă transversală. În fiecare odgon este indicată direcția oscilațiilor unuia dintre punctele ei. Pentru fiecare caz a și b determinați direcția de propagare a undei.
7. În fig. 3 este reprezentată poziția a două fire, prin care se propagă unda, este indicată direcția de propagare a fiecărei unde. Latura pătrățelului este egală cu 20 cm. Pentru fiecare caz a și b determinați:
 1. amplitudinea, perioada, lungimea de undă;
 2. direcția, în care în momentul dat de timp se mișcă punctele A, B și C ale firului;
 3. numărul oscilațiilor, pe care le efectuează orice punct al firului în 30 s.
8. Omul, stând pe malul mării a determinat, că distanța dintre două creste vecine ale undelor, care merg una după alta este egală cu 15 m. Totodată, el a numărat, că în 75 s până la mal ajung 16 creste ale undelor. Determinați viteza de propagare a undelor.

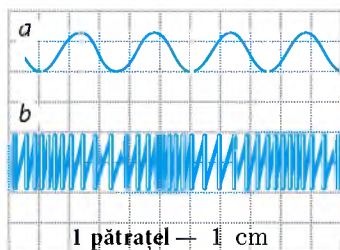


Fig. 1

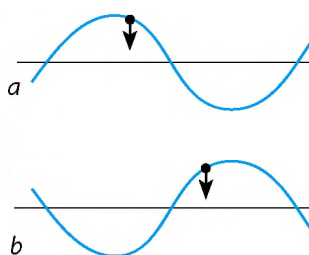


Fig. 2

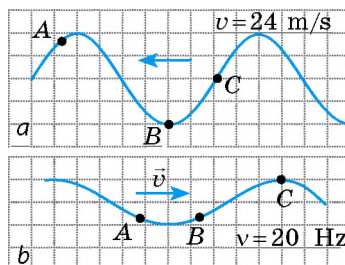


Fig. 3

§ 18. UNDELE SONORE. INFRASUNETUL ȘI ULTRASUNETUL

Noi locuim într-un ocean de sunete. Ce reprezintă în sine sunetele? Cum se formează ele? De ce e imposibil de auzit zgomotul motoarelor rachetei în cosmos? De ce tunetul se aude mai târziu decât se vede fulgerul? De ce în studiourile de înregistrare a sunetului pereții sunt acoperiți cu un strat de materiale, care absorb sunetul? Cum în întineric total liliacul și delfinul își găsesc prada? Să încercăm să găsim răspunsuri la aceste întrebări.



Fig. 18.1. După ce capătul riglei i se va da drumul, rigla va începe să oscileze și să emită sunet

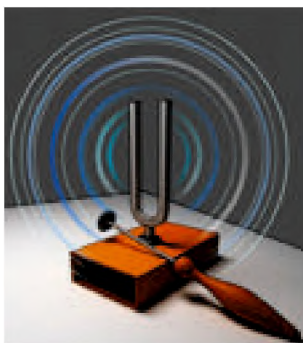


Fig. 18.2. Piciorușele camertonului oscilează și emit sunet

1 Facem cunoștință cu sursele și receptorii de sunete

Apăsați pe marginea mesei unul dintre capetele riglei și trageți de capătul liber al ei – el va începe să oscileze, iar voi veți auzi un sunet (fig. 18.1). Problema constă în aceea, că oscilațiile riglei sunt cauzate de comprimarea și rarefierea aerului și ca urmare – măririle și micșorările periodice ale presiunii în regiunea oscilațiilor. Aerul comprimat, tinzând să se dilate apasă asupra straturilor vecine, la rândul său comprimându-le. Astfel de la riglă în toate direcțiile începe să se propage o undă mecanică longitudinală, care în sfârșit atinge urechea voastră. Presiunea aerului lângă membrana urechii variază periodic și membrana începe să oscileze. Capătul riglei oscilează cu frecvența de 20 Hz, anume cu o astfel de frecvență începe să oscileze și membrana urechii, iar oscilațiile cu frecvența de la 20 până la 20 000 Hz omul le percepe ca sunet.

Sunetul – este fenomenul fizic, ce reprezintă în sine o undă sonoră cu frecvența de la 20 până la 20 000 Hz.

Sursele de sunet – sunt diferite corpuri, care oscilează cu frecvența de 20–20 000 Hz. Astfel, surse de sunet sunt membranele căștilor și strunele instrumentelor muzicale, difuzoarele amplificatoarelor de sunete și aripile insectelor, părțile mașinilor, etc. În trompetă, flaut, fluier sunetul se formează prin oscilațiile coloanei de aer din interiorul instrumentelor. Aparatele vocale ale oamenilor și animalelor de asemenea sunt surse de sunete.

? Dați mai câteva exemple de surse de sunete.

Pentru studierea sunetului e comod să se aplice camertonul (fig. 18.2). Acest dispozitiv reprezintă în sine «o praștie», fixată pe o cutie, în care lipsește un perete al ei. Dacă se va lovi cu ciocănașul de cauciuc piciorușele camertonului, atunci camertonul va emite un sunet clar lung, care slăbește treptat, însă nu-și schimbă frecvența sa.

În receptoarele sonore are loc transformarea semnalelor sonore în alte semnale, datorită cărui fapt sunetul poate fi perceput și analizat. La receptoarele sonore aparțin, în special, organele de auz ale omului și animalelor – în ele oscilațiile sonore (mecanice) se transformă în impulsuri nervoase. În tehnică pentru perceperea sunetului în principal se folosesc traductorii, în care oscilațiile sonore de obicei sunt transformate în electrice (fig. 18.3).

2 Măsurăm viteza de propagare a sunetului

Dacă noi de departe vedem momentul producerii sunetului (lovitura clopotului, baterea în palme, etc.), atunci observăm, că însăși sunetul noi îl auzim peste un anumit interval de timp. Cunoscând distanța până la sursa sonoră și timpul de întârziere, se poate măsura viteza de propagare a sunetului în aer.

Pentru prima dată viteza de propagare a sunetului în aer a fost măsurată de către savantul francez Marin Marseenne (1588 – 1648) în anul 1636.

La temperatura de 20°C viteza de propagare a sunetului în aer constituie aproximativ 340 m/s. Aceasta e de aproape un milion de ori mai mică decât viteza de propagare a luminii. Anume din această cauză tunetul se aude mai târziu decât se observă fulgerul (fig. 18.4).

Viteza de propagare a sunetului depinde de temperatură, densitate, componență și alte caracteristici ale mediului. Astfel, în lichide sunetul se propagă mai repede, decât în gaze și mai încet decât în corpurile solide. Viteza de propagare a sunetului de obicei se mărește odată cu mărirea temperaturii mediului. Totodată cu cât este mai mică masa moleculelor mediului, cu atât mai repede se propagă sunetul. Rezolvând probleme, vom folosi valorile aproximative ale vitezei de propagare a sunetului (vezi tab. de la pag. 120).



Fig. 18.3. În microfon oscilațiile sonore se transformă în electrice



Fig. 18.4. Dacă furtuna e departe de noi, atunci zgomotul tunetului poate fi auzit chiar și peste 10 – 20 s după ce este observat fulgerul

Primele măsurări precise ale vitezei de propagare a sunetului în apă au fost efectuate de către savanții din Elveția Jean Colladon și Charles Sturm în anul 1826.

Unul dintre cercetători se afla într-o luntre pe lacul din Geneva și lovea de un clopot scufundat în apă. Simultan cu lovitura avea loc și explozia prafului de pușcă. Al doilea cercetător, aflându-se la distanța de 16 km măsura timpul dintre explozia prafului de pușcă și sunetul de la lovitura clopotului, pe care el îl auzea printr-un tub scufundat în apă.

Valorile aproximative ale vitezelor de propagare ale sunetului în unele medii

Mediul	v , m/s
Apă	1500
Hidrogen	1250
Fier, oțel, fontă	5000
Aer	340
Sticlă	4500

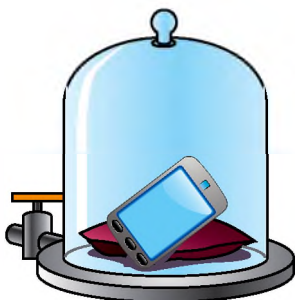


Fig. 18.5. Dacă se va pune telefonul mobil sub cupa unei pompe de aer și se va evacua aerul, atunci semnalul noi nu-l vom auzi

Atrageți atenția! Deoarece sunetul – undă mecanică, iar pentru propagarea unei mecanice este necesar mediul, unda sonoră nu se propagă în vid (fig. 18.5).

3 Studiem caracteristicile sunetului

Sunete de diferită frecvență noi le percepem ca sunete de ton diferit: cu cât este mai mare frecvența sunetului, cu atât este mai înalt tonul sunetului, și invers. Noi ușor deosebim tonul înalt al zumzetului țânțarului de tonul jos al bâzâitului bondarului, sunetul vioarei – de sunetul contrabasului.

Intensitatea sunetului se determină în primul rând de **amplitudinea** unei sonore (cea mai mare variație a presiunii în regiunea de observare): cu cât este mai mare amplitudinea, cu atât este mai intens sunetul. Totodată intensitatea sunetului de asemenea depinde de tonul lui (frecvența unei sonore). Urechea omului destul de rău percepe sunetele de frecvențe joase (aproape 20 Hz) și înalte (aproape 20 000 Hz) și cel mai bine – de frecvențe medii (1000–3000 Hz).

În timpul propagării sunetului are loc dispersia și atenuarea treptată a sunetului, adică micșorarea intensității lui. Cunoașterea legităților dispersiei sunetului este importantă pentru determinarea distanței de propagare a semnalului sonor. Astfel, asupra distanței de propagare a sunetului în aer influențează temperatura și presiunea atmosferică, forța și viteza vântului ș. a. Uneori în adâncul oceanului se formează condiții pentru propagarea supraîndepărtată a sunetului (peste 5000 km) – în asemenea caz se spune despre canalul sonor subacvatic.

4 Observăm reflexia sunetului

Dacă se va compara propagarea sunetului cu propagarea luminii, atunci se pot observa unele caracteristici comune. Și aceasta nu este întâmplător: lumina de asemenea este o undă, însă nu mecanică (despre aceasta veți afla mai târziu). La limita de separație dintre medii diferite unda sonoră, la fel ca și lumina, suferă absorbție și reflexie. Să ne oprim mai amănunțit asupra reflexiei sunetului.

În afară de intensitate și înălțime a tonului noi deosebim sunetele după timbrul: una și aceeași notă, luată la pian, saxofon sau de diferiți oameni noi o percepem în mod diferit. Estfel de «nuanțe» diverse a sunetelor se numesc timbruri. Problema constă în aceea, că sunetele sunt compuse: în afară de frecvență principală (după care noi și apreciem înălțimea sunetului) orice sunet conține câteva

frecvențe mai joase și mai înalte – *overtonuri*. Cu cât mai multe overtone conține sunetul principal, cu atât el este mai bogat.

Ecoul – este sunetul reflectat de un obstacol îndepărtat.

Dacă distanța până la obstacol este destul de mare, iar sunetul scurt (lovitură, aplauze, strigăt), noi vom auzi repetarea clară a sunetului. Dacă sunetul este lung, atunci ecoul se amestecă cu sunetul inițial și sunetul reflectat nu va fi distinct.

? Cum credeți, de ce în timpul furtunii, după ce a răsunat prima lovitură a tunetului un anumit timp mai auzim zgomotul lui?

Pe fenomenul reflexiei luminii se bazează funcționarea ecranelor de protecție împotriva zgomotului, care sunt instalate de-a lungul autostrăzilor și în apropierea aeroporturilor. Cercetarea reflexiei, dispersiei și atenuării sunetului în gaze, lichide și corpuri solide permite să se obțină informații despre structura internă a mediului, prin care se propagă sunetul.

5 Deosebim infrasunetul și ultrasunetul

Undele sonore, frecvența cărora este mai mică decât 20 Hz se numesc infrasonore (de la latin. *infra* – mai jos, sub).

Undele infrasonore i-au naștere în timpul lucrului unor mecanisme, în cazul exploziilor, alunecărilor de teren, vânturilor puternice în timpul furtunii, cutremurului de pământ etc.

Infrasunetul este foarte periculos pentru animale și oameni: el poate provoca simptomele bolii de mare, amețeli, orbire, poate cauza agresivitate înaltă. În cazul acțiunii îndelungate radiația infrasonoră intensă poate duce la stop cardiac. În acest caz omul nici nu înțelege, ce se întâmplă, doar el nu aude infrasunetul.

Undele sonore, frecvența cărora depășește 20 kHz, se numesc ultrasunore (de la latin. *ultra* – peste, după limite).

Ultrasunetul este prezent în zgomotul vântului și al cascadei, în sunetele, pe care le emit unele ființe vii. S-a stabilit, că ultrasunetul de până la 100 kHz este perceput de multe insecte și rozătoare (fig. 18.7); captează astfel de oscilații și câinii. E interesant, că copiii, spre deosebire de maturi, de asemenea aud semnalele ultrasunore (până la 24 000 Hz).

Unele ființe folosesc ultrasunetul pentru orientare sau vânat. Așa, liliicii și delfinii radiază ultrasunet și percep ecoul lui, datorită cărui fapt ei chiar și în întuneric total pot găsi drumul sau pot prinde prada. Se spune, că în asemenea cazuri animalele se folosesc de *ecolocație* (fig. 18.8).



Fig. 18.6. Ecoul se formează în urma reflexiei sunetului



Fig. 18.7. Emițătorul ultrasunor pentru insectifug

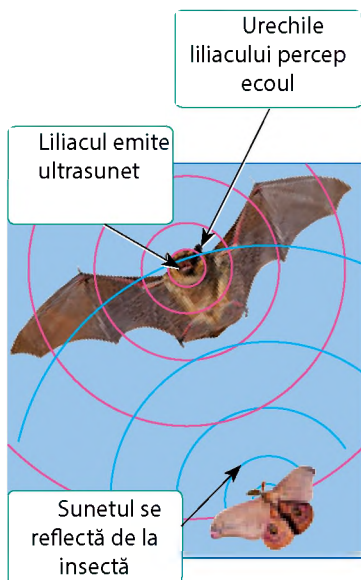


Fig. 18.8. În timpul vânătorii lilieci se folosesc de ecolocație

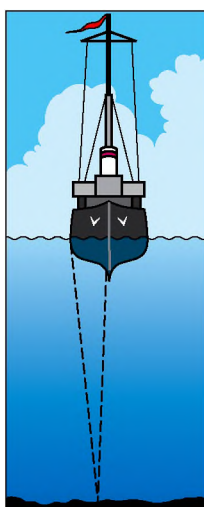


Fig. 18.9. Măsurarea adâncimii lacurilor cu ajutorul ecolocației

Ecolocația – metoda depistării și obținerii informației despre obiect cu ajutorul ecoului.

Oamenii s-au învățat să aplice ecolocația în diferite domenii, totodată cel mai des pentru ecolocație se utilizează anume ultrasunetul.

De exemplu, în medicină ecolocația permite «să vadă» pruncul încă nenăscut, studierea stării organelor interne, depistarea corpurilor străine în țesuturi. În tehnică ecolocația este aplicată pentru descoperirea defectelor în produse, măsurarea adâncimilor mărilor și oceanelor (fig. 18.9) ș.a.

În plus, cu ultrasunet se dezinfectează instrumentele chirurgicale, medicamentele, mâinile chirurgilor, etc. Tratamentul cu ajutorul ultrasunetului uneori permite evitarea intervențiilor chirurgicale.

Ultrasunetul se aplică de asemenea pentru prelucrarea materialelor dure, purificarea suprafețelor de impurități etc.



Verificați-vă cunoștințele

1. Ce este sunetul? 2. Dați exemple de surse și receptori de sunete. 3. De ce sursa sonoră emite sunet? 4. De ce depinde viteza de propagare a sunetului? 5. Prin ce mărime fizică se determină înălțimea tonului? 6. Prin ce se determină intensitatea sunetului? 7. Consecință a cărui fenomen este ecoul? 8. Ce este infrasunetul? Cum influențează el asupra omului? 9. Ce este ultrasunetul? Dați exemple de aplicare a ultrasunetului în natură, medicină, tehnică. 10. Ce este ecolocația?



Exercițiul nr. 18

1. Piciorușele camertonului oscilează cu frecvența de 440 Hz. Percepem oare noi unda, ce se propagă de la piciorușe ca sunet?
2. De ce un fluture, care zboară nu se aude, iar când zboară un țânțar noi auzim zumzăit?
3. Determinați lungimea undei sonore cu frecvența de 4 kHz în aer, în apă, în oțel.

4. De ce muzica și vocile cântăreților sună în mod diferit într-o sală goală și într-o sală plină cu spectatori?
5. Cu ajutorul ultrasunetului a fost măsurată adâncimea mării (vezi fig. 18.9). Semnalul reflectat de pe fundul mării a fost fixat peste 4 s după emiterea sa. Care este adâncimea mării în locul de măsurare?
6. Câte oscilații efectuează sursa sonoră în 5 s, dacă lungimea de undă în aer este egală cu 1m?
7. Viteza de propagare a sunetului în metal pentru prima dată a fost măsurată de către fizicianul francez Jean-Baptiste Biot (1774–1862). El a folosit țeava de fontă a conductei de aprovizionare cu apă din Paris (cu lungimea de 951 m). Când un capăt al țevii era lovit cu ciocanul, atunci la celălalt capăt se auzea o lovitură dublă. Cu câte secunde sunetul, care trecea prin fontă întrecea sunetul, ce trecea prin aer?
8. Folosiți-vă de surse suplimentare de informații și aflați, unde este aplicat ultrasunetul.
9. Folosiți-vă de surse suplimentare de informații și aflați despre influența zgomotului asupra sănătății omului. Cum se poate scădea la maxim acțiunea dăunătoare a zgomotului?
10. Sursa de lumină și oglinda sunt amplasate pe o singură dreaptă la distanța de 10,8 km una de alta. Peste cât timp lumina va ajunge la oglindă și se va întoarce înapoi?



Însărcinări experimentale

1. «*Aproape Pitagora*». Studierea sunetelor, pe care oscilând le emite struna, a fost efectuată încă de savantul Greciei antice Pitagora (sec. VI î.e.n.). El studia dependența înălțimii tonului de lungimea strunei. Folosindu-vă de o ață întinsă, determinați cum înălțimea tonului depinde de lungimea firului.
2. «*Rigla muzicală*». Repetați experiența reprezentată în fig. 18.1. Micșorând lungimea părții riglei, care oscilează, demonstrați, că cu cât această lungime este mai mică, cu atât mai mare este frecvența sunetului emis.
3. «*Bilă sensibilă*». Folosind o bilă ușoară suspendată de un fir, demonstrați că în timpul emiterii sunetului piciorușele camertonului oscilează, iar intensitatea sunetului depinde de amplitudinea oscilațiilor.

Fizica și tehnica în Ucraina



Boris Pavlovici Grabovskii (1901–1966) – fizician și inventator ucrainean, întemeietorul sistemului electronic de transmitere a imaginii mobile la distanță (pe principiul lui funcționează televiziunea modernă); fiul renumitului poet ucrainean Pavel Grabovskii.

Prima invenție a lui B. P. Grabovskii – comutatorul catodic, care a devenit fundamentul pentru construcția tubului de transmisie de televiziune, iar următorul – proiectul instalației de televiziune, pe care autorul a numit-o «radiotelefot».

La 26 iulie a. 1928 în Tașkent a avut loc experiența, în timpul căruia pentru prima dată în lume cu ajutorul metodei electronice a fost translată imaginea mobilă (fața laborantului).

Printre invențiile lui Boris Grabovskii – elicopterul de mic litraj, planorul cu trei aripi, aparatul pentru orientarea orbilor și aparatul pentru surdo-muți. Ideea patentată de obținere a razei catodice a fost cu succes aplicată în Institutul de sudare electrică, fapt despre care inventatorului îi scria personal directorul institutului academicianul B. E. Paton.

În a. 1977 în Tașkent a fost întemeiat Muzeul de televiziune electronică în numele lui B. Grabovskii. Există muzeul lui Boris Grabovskii la Tiumeni, și de asemenea în satul Pușkar-noe (Grabovskii de azi) regiunea Sumî.

LUCRARE DE LABORATOR NR. 6



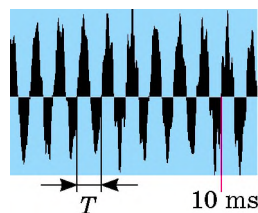
Tema: Studiarea oscilațiilor sonore ale diferitelor surse sonore cu ajutorul mijloacelor digitale moderne.

Scopul: de a stabili legătura dintre caracteristicile unei sonore (amplitudinea, frecvența), intensitatea și înălțimea sunetului.

Utilajul: calculatorul (sau telefonul mobil) cu programul corespunzător pentru înregistrarea sunetului și prelucrarea fișierului obținut (de exemplu, redactorul audio WavePad), microfon, camerton, generator de frecvențe sonore.

Date teoretice

Forma de înregistrare a sunetului poate fi diferită: magnetică, optică, digitală etc. Înregistrarea sunetului la calculatoare – exclusiv digitală. Sunetul înregistrat se stochează în fișierul audio și după prelucrare poate fi prezentat pe monitorul calculatorului în formă de un grafic de impulsuri, care reprezintă variația presiunii în zona de ascultare peste intervale egale mici de timp (vezi des.).



După grafic se poate aprecia:

- 1) *intensitatea sunetului* – se determină prin amplitudinea A a unei sonore;
- 2) *tonul sunetului* - se determină prin frecvența (perioada T) a unei sonore.

De exemplu, după graficul din figură determinăm, că în 10 ms au avut loc aproape 9 oscilații (mai precis – 8,8), deci frecvența unei sonore constituie:
$$v = \frac{8,8}{0,01 \text{ s}} = 880 \text{ Hz}$$

Astfel, pe grafic este reprezentată înregistrarea notei «la» din octava a doua (vezi tab.).

Notele	Frecvența , Hz		Ноты	Frecvența , Hz	
	Prima octavă	A doua octavă		Prima octavă	A doua octavă
Do	261,63	523,26	Sol	392,00	784,00
Re	293,66	587,32	La	440,00	880,00
Mi	329,63	659,26	Si	493,88	987,76
Fa	349,23	698,46			

INDICAȚII LA LUCRARE

II Pregătirea pentru executarea experimentului

1. Înainte de a efectua lucrarea amintiți-vă: 1) cerințele securității în timpul efectuării lucrărilor de laborator; 2) principale caracteristici ale sunetului.
2. Conectați calculatorul, uniți la el microfonul.
3. Lansați programul «Înregistrarea sunetului» (din setul de programe standard pentru SO Windows), apăsați tasta «Start» și alegeți comenzile: Programe → Standarte → Aplicații → Înregistrarea sunetului.

▶ **Experiența**

Respectați strict instrucțiunile tehnicii securității (vezi forzațul).

Fișierele audio păstrați-le cu numele respective.

1. Conectați generatorul de frecvență sonoră, reglați semnalul emis pentru o frecvență de 440 Hz.
2. Conectați înregistrarea semnalului. Deconectați înregistrarea peste 4 – 6 s.
3. Măriți intensitatea semnalului generatorului, fără a schimba frecvența și repetați acțiunile descrise în p. 2.
4. Reglați semnalul emis pentru frecvența de 880 Hz și repetați acțiunile descrise în p. 2.
5. Puneți camertonul. Loviți-l cu ciocănașul de cauciuc și repetați acțiunile descrise în p. 2.
6. Cântați la microfon câteva note, repetând pentru fiecare notă acțiunile descrise în p. 2.

▶ **Prelucrarea rezultatelor experienței**

Rezultatele măsurărilor și calculelor treceți-le deodată în tabel.

1. Pentru fiecare experiență determinați frecvența undei sonore. Pentru aceasta:
 - 1) deschideți fișierul audio (pe ecran veți vedea un grafic, asemănător cu cel reprezentat în figură);
 - 2) calculați numărul de oscilații, de exemplu în 10 ms;
 - 3) după formula $v = N/t$ calculați frecvența oscilațiilor undei sonore.

Nr. experienței	Denumirea experienței	Timpul oscilațiilor t , ms	Numărul de oscilații N	Frecvența undei Hz
1				
...				

2. Faceți screenshot pentru oricare trei experimente, scoateți-le la tipar și încleiați-le în caiet (sau efectuați desenele). Semnați aceste experiențe.

□ **Analiza rezultatelor experienței**

Analizați experiența și rezultatele ei. Formulați concluzia, în care: 1) comparați valorile obținute cu frecvențele date ale generatorului, frecvența camertonului, valorile tabelare ale frecvențelor, ce corespund anumitor note; 2) indicați cauzele neconcordanței posibile ale rezultatelor.

* **Însărcinare «cu steluță»**

Pentru una din experiențe apreciați eroarea relativă a experienței, folosind formula:

$$\varepsilon = \left| 1 - \frac{v_{\text{măsurată}}}{v_{\text{dată}}} \right| \cdot 100 \%$$

+ **Însărcinare creativă**

Gândiți-vă, ce experiență trebuie de efectuat, pentru a constata care materiale mai bine absorb sunetul; prin care materiale sunetul se propagă cel mai bine. Scrieți planul experienței. Efectuați experienței și notați rezultatele ei.

§ 19. CÂMPUL ELECTROMAGNETIC ȘI UNDELE ELECTROMAGNETICE

Oare v-au citit în copilărie povești? Probabil, că da. Amintiți-vă: «mărul de aur se rostogolește pe un talger de argint» și eroul poveștii vede «munții înalți, mările adânci» și multe altele, ce se întâmplă după «șapte mări și șapte munți». Despre ce vă amintește acest dispozitiv fermecat? Probabil, printre altele și despre internetul mobil. Despre aceea, ce descoperiri în fizică au permis să fie inventat un astfel de lucru «fermecat» va merge vorba în acest paragraf.



Fig. 19.1. James Clerk Maxwell (1831–1879) – fizician și matematician englez, creatorul electrodinamicii clasice, unul dintre fondatorii fizicii statistice

1 Aflăm despre câmpul electromagnetic

Mai întâi de toate amintim: există două feluri de materii – *substanța* și *câmpul*. Ambele există în mod real și nu reprezintă în sine un anumit «model», prevăzut pentru aceea, ca să explice unele sau altele fenomene fizice.

Anul trecut ați aflat despre *câmpul electric*, în acest an – despre *câmpul magnetic*. De asemenea, ați stabilit, că *câmpul magnetic variabil* nu numai că acționează asupra particulelor încărcate mobile și asupra corpurilor magnetizate, ci și *crează câmp electric*. La o astfel de concluzie a ajuns la timpul său *M. Faraday*.

Conducându-se de principiul simetriei, renumitul fizician englez James Maxwell (fig. 19.1) a lansat ipoteza confirmată mai târziu despre aceea, că nu numai câmpul magnetic variabil crează câmp electric, dar și câmpul electric variabil crează câmp magnetic. Corespunzător acestei ipoteze *câmpurile electrice și magnetice întotdeauna există împreună* și nu are sens să fie studiate ca obiecte aparte. Adică există unicul **câmp electromagnetic**, iar

câmpurile electric și magnetic – sunt două componente (două forme de existență) ale *câmpului electromagnetic*.

Câmpul electromagnetic – o formă a materiei, cu ajutorul căreia se realizează interacțiunea dintre corpurile și particulele încărcate și corpurile magnetizate.

Unii pot să nu fie de acord cu concluzia lui Maxwell, doar știu bine, că de exemplu, lângă un corp încărcat imobil există numai câmp electric, iar lângă un magnet permanent imobil – numai câmp magnetic. Însă amintiți-vă: mișcarea și repausul depind de alegerea sistemului de referință.

Imaginați-vă, că voi ținând în mâini o bilă încărcată, mergeți la prietenul vostru. Dacă omul ar avea capacitatea întotdeauna de a depista câmpul electromagnetic, atunci în acest caz voi ați «vedea» numai o componentă – câmpul electric, deoarece în raport cu voi sarcina este imobilă. În același timp prietenul vostru ar fi «văzut» atât câmpul electric, cât și câmpul magnetic de aceea, că în raport cu el sarcina se mișcă și câmpul electric este variabil (vezi fig. 19.2).

? Dacă prietenul vostru va lua un magnet și-l va duce de la voi (vezi fig. 19.3), care dintre voi «va constata» numai câmpul magnetic, dar care, și cel magnetic, și cel electric?

Astfel, afirmația, că în punctul dat există numai câmp electric (sau numai magnetic) nu are sens, doar nu este indicat sistemul de referință. Totodată noi niciodată nu vom găsi sistemul de referință, în raport cu care ar fi «dispărut» ambele componente ale câmpului electromagnetic, doar *câmpul electromagnetic este material*.

2 Creăm unde electromagnetice

Analizând toate legile electrodinamicii cunoscute la momentul dat J. Maxwell din punct de vedere matematic a obținut concluzia fantastică la vremea aceea: în natură trebuie să existe *unde electromagnetice*.

Unda electromagnetică – este procesul de propagare în spațiu a câmpului electromagnetic.

Vom încerca să ne imaginăm, cum se formează și cum se propagă unda electromagnetică. Să luăm un conductor, prin care trece curentul (fig. 19.4). După cum se știe, lângă oricare conductor cu curent există câmp magnetic. Câmpul magnetic, creat de curent de asemenea este variabil. Conform teoriei lui Maxwell câmpul magnetic variabil trebuie să creeze câmp electric, care la fel va fi variabil. Câmpul electric variabil va crea câmp magnetic și a. m. d. Deci, vom obține *propagarea oscilațiilor câmpului electromagnetic – unda electromagnetică* (fig. 19.5). Frecvența a acestei unde este egală cu frecvența, cu care variază intensitatea curentului în conductor, iar *conductorul parcurs de curent alternativ este sursă a undelor electromagnetice*.

În mod similar cum unda mecanică se poate rupe de la sursa sa (amintiți-vă propagarea undei de la o piatră aruncată în apă), unda electromagnetică la fel se poate rupe de la sursa sa și începe să se propage în spațiu de sinestătător.



Fig. 19.2. În sistemul de referință legat de băiat, se observă numai componenta electrică a câmpului electric. În sistemul de referință legat de fetiță, se observă ambele componente – și cea electrică, și cea magnetică.



Fig. 19.3. Pentru însărcinarea din § 19

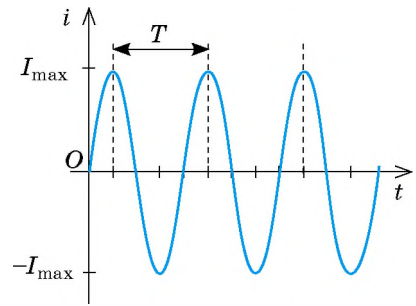


Fig. 19.4. Curentul alternativ – este curentul, intensitatea căruia variază periodic: cu timpul valoarea intensității curentului ba se mărește, ba se micșorează; variază și direcția curentului

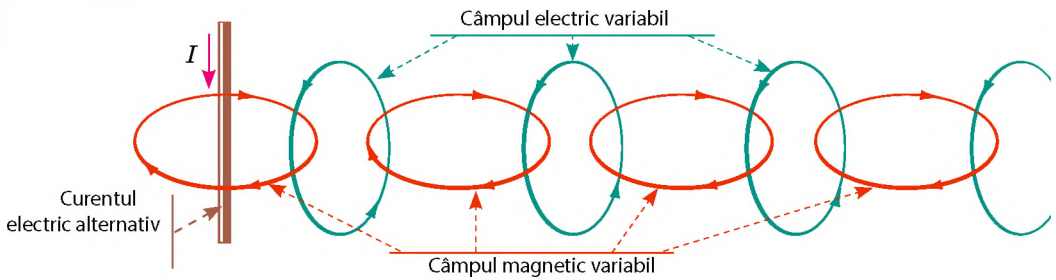


Fig. 19.5. Reprezentarea schematică a mecanismului propagării unei unde electromagnetice

E interesant, că unele unde electromagnetice «călătoresc» în Univers aproape de la începutul existenței lor.

Conform teoriei lui Maxwell, *sursă a unei unde electromagnetice poate fi orice particulă, care se mișcă cu accelerație* (adică particula, care permanent își schimbă viteza mișcării sale sau ca valoare, sau ca direcție, sau simultan și ca valoare și ca direcție). Dacă însă particula este imobilă sau se mișcă cu viteză constantă, lângă ea există câmp electromagnetic, dar particula nu emite o undă electromagnetică.

Radiația undelor electromagnetice este însoțită de unele procese, ce au loc în interiorul moleculelor, atomilor, nucleelor atomilor (teoria unor astfel de procese – *teoria cuantică* – a fost elaborată în sec. XX).

3 Caracterizăm unda electromagnetică

Unda electromagnetică, ca și cea mecanică, este caracterizată de *frecvența* (ν), *lungimea de undă* (λ) și *viteza de propagare a undei* (v). Ca și în cazul undelor mecanice, mărimile date sunt legate cu *formula undei*:

$$v = \lambda \nu$$

Însă, spre deosebire de undele mecanice, pentru propagarea undelor electromagnetice nu e nevoie de mediu. Dimpotrivă, cel mai bine și cel mai repede undele electromagnetice se propagă în vid. J. Maxwell a calculat pe cale teoretică viteza de propagare a undei electromagnetice în vid și cu surprindere a constatat, că valoarea obținută coincide cu valoarea vitezei luminii în vid (la momentul dat ea deja era calculată pe cale experimentală):

$$v = c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

J. Maxwell a lansat o ipoteză corectă și îndrăznească pentru vremea dată: *lumina este un caz particular al undelor electromagnetice* (fig. 19.6). Savantul nu numai că a descoperit natura luminii, dar și a prevăzut existența și proprietățile diferitor unde electromagnetice.

În vid – și numai în el – toate undele electromagnetice se propagă cu aceeași viteză (c), de aceea pentru vid lungimea de undă și frecvența unei unde electromagnetice sunt legate prin formula:

$$c = \lambda \nu$$

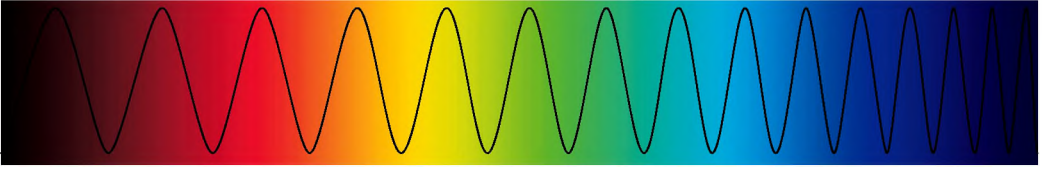


Fig. 19.6. Lumina – unde electromagnetice. Frecvența acestor unde variază aproximativ de la $4 \cdot 10^{14}$ Hz (culoarea roșie) până la $7,5 \cdot 10^{14}$ Hz (culoarea violetă)

În timpul trecerii dintr-un mediu în altul viteza de propagare a unei electromagnetice se schimbă, se schimbă și lungimea de undă, dar iată frecvența rămâne neschimbată. În aer viteza de propagare a undelor electromagnetice apropare e aceeași ca și în vid.

Peste 15 ani de la crearea teoriei câmpului electromagnetic a lui Maxwell a fost confirmată pe cale experimentală: *Heinrich Hertz* (fig. 19.7) a demonstrat emiterea și recepția undelor electromagnetice. Hertz nu numai că a obținut undele electromagnetice, ci și a studiat proprietățile lor. El a constatat, că *undele electromagnetice*:

- *se reflectă de la suprafețele obiectelor* (unghiul de reflexie este egal cu unghiul de incidență);
- *se refractă la granița cu dielectricul*;
- *parțial se absoarbe de substanță și parțial se împărtășie de ea etc.*

Toate aceste fenomene sunt condiționate de acțiunea câmpului electromagnetic asupra particulelor încărcate în substanță. Astfel, dacă unda electromagnetică cade pe suprafața metalului, atunci asupra electronilor liberi acționează câmpul electric variabil (componenta electrică a unei electromagnetice). În urma acestei acțiuni în stratul de la suprafața metalului i-au naștere curenți electrici alternativi, care și radiază unda electromagnetică reflectată.



Fig. 19.7. Heinrich Rudolf Hertz (1857–1894) – fizician german, unul dintre întemeietorii electrodinamicii



Facem totalurile

Interacțiunea particulelor încărcate se efectuează cu ajutorul câmpului electromagnetic, câmpul electromagnetic are două componente (două forme de detectare) – componenta electrică (câmpul electric) și componenta magnetică (câmpul magnetic): câmpul magnetic, care variază crează câmp electric, iar câmpul electric, care variază crează câmp magnetic.

Propagarea în spațiu a câmpului electromagnetic variabil se numește undă electromagnetică. Viteza de propagare a unei, lungimea ei de undă și frecvența sunt legate între ele prin formula unei: $v = \lambda \nu$. Cel mai bine și cel mai repede undele electromagnetice se propagă în vid. Viteza de propagare a undelor electromagnetice în vid este una și aceeași pentru orice unde electromagnetice și este egală cu viteza luminii. Lumina de asemenea este o undă electromagnetică. Pentru vid formula unei are forma: $c = \lambda \nu$.



Întrebări pentru verificare

1. În ce constă ipoteza lui J. Maxwell? 2. Dați definiția câmpului electromagnetic, numiți părțile lui componente. 3. Dați exemple, ce confirmă relativitatea câmpurilor electric și magnetic. 4. Cum se formează unda electromagnetică? Ce obiecte o pot emite? 5. Ce mărimi fizice caracterizează unda electromagnetică? Cum sunt ele legate? 6. Ce proprietăți ale undelor electromagnetice au fost stabilite în urma experiențelor lui H. Hertz?



Exercițiul nr. 19

1. Electromagnetul unei macarale este alimentat cu curent continuu. Determinați:
 - 1) în ce caz electromagnetul crează pentru operatorul macaralei câmpuri și electric și magnetic: a) electromagnetul nu se mișcă; b) electromagnetul transportă încărcătura;
 - 2) în ce cazuri electromagnetul emite unde electromagnetice: a) în momentul închiderii circuitului; b) în momentul deschiderii circuitului; c) când electromagnetul nemșcat ține încărcătura.
2. Completați tabelul, considerând, că undele electromagnetice se propagă în aer.

Sursa de undă	Lungimea de undă	Frecvența	Viteza
Conductorul liniei de transmisie electrică		50 Hz	
Emițătorul radio	10 cm		
Emițătorul infraroșu	1,5 m		

3. După datele din fig. 19.6 determinați lungimile undelor electromagnetice pentru lumina de culorile violetă și roșie. Examinați două cazuri: lumina se propagă a) în vid; b) în sticlă (indicele de refracție al sticlei pentru lumina de culoare roșie este egal cu 1,64, pentru lumina de culoare violetă – 1,67).
4. Folosindu-vă de surse suplimentare de informații aflați despre inventarea radioului. Faceți o mică comunicare.
5. O luntre se leagă în mare. Undele se propagă cu viteza de 12 m/s; lungimea de undă este de 24 m. Care este frecvența loviturilor valurilor de luntre? Care este timpul dintre lovituri?



§ 20. SCARA UNDELOR ELECTROMAGNETICE

Legătura celulară comodă, lumina strălucită a Soarelui, radiația radioactivă teribilă, radiația ultravioletă utilă în doze mici, căldura blândă a sobei, razele Röntgen, ce «văd prin» ... toate acestea – unde electromagnetice, au natură comună și se propagă în vid cu aceeași viteză. De ce atunci proprietățile lor sunt atât de diferite? Este oare între ele o oarecare diferență principală? Cum se formează diferite feluri de unde electromagnetice și unde sunt ele aplicate? Vom încerca să deslușim.



Vom studia scara undelor electromagnetice

Diferite feluri de unde electromagnetice în primul rând se deosebesc prin frecvență, și deci și prin lungimea de undă. Anume prin diferența frecvențelor se explică faptul, că unele

dintre proprietățile undelor electromagnetice se deosebesc esențial. Dacă se vor amplasa toate undele electromagnetice în ordinea creșterii frecvenței lor (fig. 20.1), vom vedea, că frecvențele pot să difere de mai mult de 10^{16} ori. Fiți de acord, aceasta este o diferență colosală! Și de aceea, nu e greu să ne imaginăm, cât de diferite pot fi și proprietățile undelor electromagnetice.

Scara undelor electromagnetice reprezentată în fig. 20.1 este împărțită în porțiuni, care corespund diferitor diapazoane de lungimi de undă și frecvențe ale undelor electromagnetice (diferitor feluri de unde electromagnetice). Undele de un diapazon au aceeași metodă de radiație și proprietăți asemănătoare.

Radiundele – de la supralungi cu lungimea de undă de peste 10 km până la cele ultrascurte și microunde cu lungimea mai mică decât 0,1 mm – sunt generate de curentul electric alternativ.

Undele electromagnetice de diapazon optic sunt generate de atomii excitați. În acest diapazon se deosebesc:

- *radiația infraroșie* (termică) (lungimea de undă constituie de la 780 mm până la 1–2 mm);
- *lumina vizibilă* (lungimea de undă – 400–780 nm);
- *radiația ultravioletă* (lungimea de undă – 10–400 nm).

Radiația Röntgen (lungimea de undă – 0,01–10 nm) apare în urma frânării bruște (prin lovitură) a electronilor și de asemenea în urma proceselor din interiorul învelișurilor electronice ale atomilor.

Radiația γ – (lungimea de undă mai mică decât 0,05 nm) este emisă de nucleele excitate ale atomilor în timpul reacțiilor nucleare, transformărilor radioactive ale nucleelor atomice și transformărilor particulelor elementare.

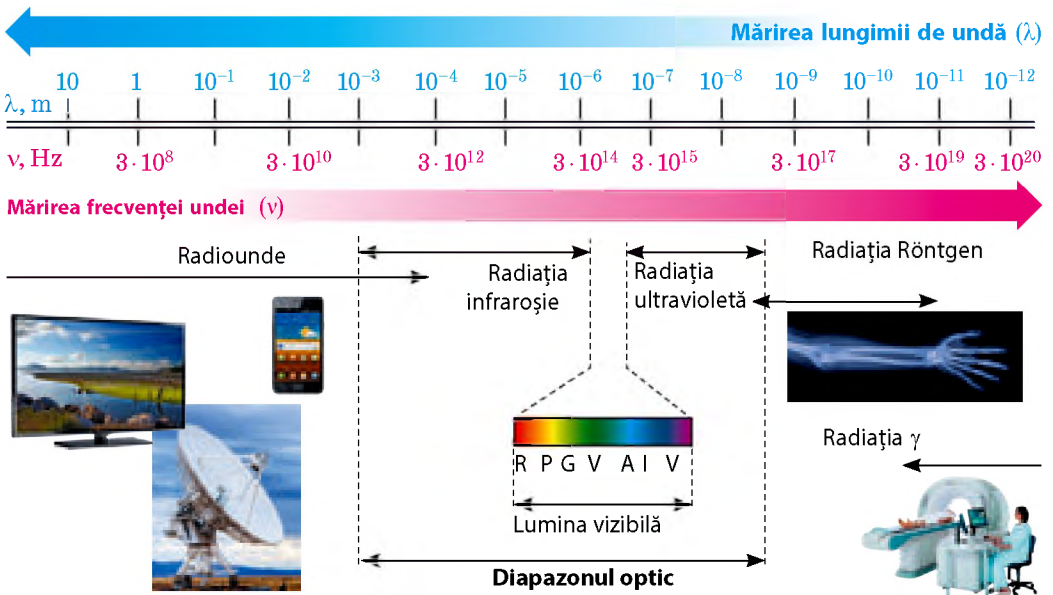


Fig. 20.1. Scara (spectrul) undelor electromagnetice – succesiunea continuă de frecvențe și lungimi de undă ale undelor electromagnetice, ce există în natură



Fig. 20.2. Cuptorul cu microunde – dispozitiv, în care sunt aplicate undele radio de frecvență înaltă (de obicei $2,45 \cdot 10^9$ Hz)

2 Utilizăm radiundele

Undele electromagnetice din *diapazonul radio* sunt aplicate cel mai pe larg: comunicația celulară modernă, comunicația radio, televiziunea, detectarea, depistarea și cercetarea diferitelor obiecte (radiolocația), determinarea amplasării mijloacelor de transport și a oamenilor (GPS – navigare, GPS – monitorizare ș. a.), legătura cu aparatele cosmice etc (fig. 20.2).

Undele radio au făcut viața omului cu mult mai confortabilă. Noi nu le simțim, cu toate că ele și influențează asupra stării generale a oamenilor și animalelor, totodată cu cât undele sunt mai scurte, cu atât mai clar reacționează la ele organismele.

Undele electromagnetice puternice influențează în mod dăunător asupra omului. Medicii afirmă, că telefonul celular – o sursă periculoasă de radiație electromagnetică, cu atât mai mult că el deseori se află aproape de creierul și de ochii omului. Fiind absorbite de țesuturile creierului omului, de analizorii sonori și vizuali, undele le transmit lor energie. Cu timpul aceasta poate duce la dereglări ale sistemelor nervos, endocrin și cel cardiovascular.

3 Studiem radiația infraroșie

Între undele radio și radiația vizibilă este situată porțiunea radiației infraroșii (*termice*), care se aplică în industrie pentru uscarea suprafețelor acoperite cu lac, a lemnului, cerealelor, ș.a.m.d. Razele infraroșii sunt aplicate în pupitrele de dirijare la distanță, sistemele automatice, sistemele de pază, etc. Aceste raze nu distrag atenția oamenilor, datorită faptului că sunt invizibile. Însă există aparate, care pot să perceapă și să transforme imaginea infraroșie invizibilă în cea vizibilă. Astfel funcționează termovizoarele – aparatele de viziune nocturnă, care «simt» undele infraroșii cu lungimea de undă de 3–15 m. Astfel de unde sunt emise de corpurile, care au temperatura de la – 50 până la 500 °C.

E interesant, că mulți reprezentanți ai faunei au așa-numitele «dispozitive de viziune nocturnă», care sunt capabile să perceapă razele infraroșii (fig. 20.3, 20.4).

Din tot spectrul radiației infraroșie este cea mai înrudită cu organismul omului. Undele cu lungimile de aproximativ de la 7 până la 14 m corespund radiației corpului uman și exercită asupra organismului omului o acțiune utilă minunată. Cea mai cunoscută sursă naturală a astfel de unde pe Pământ – este Soarele, iar cea mai cunoscută artificială – soba, și fiecare om a simțit numai-decât pe sine însuși influența lor benefică.



4 Aflăm despre radiația ultravioletă

Radiația ultravioletă, spre deosebire de lumina vizibilă și radiația infraroșie are o înaltă activitate chimică, de aceea ea este folosită pentru dezinfectarea aerului în spitale și locurile aglomerate.

Principala sursă naturală de radiație ultravioletă – Soarele. Atmosfera Pământului parțial reține undele ultraviolete: undele mai scurte de 290 nm (ultravioletul rigid) se rețin în straturile superioare ale atmosferei de către ozon, iar cele cu lungimea de undă între 290 – 400 nm (ultravioletul moale) sunt absorbite de dioxidul de carbon, vaporii de apă și ozon.

În doze mari radiația ultravioletă este dăunătoare pentru sănătatea omului (fig. 20.5). Pentru a micșora probabilitatea insolației și a cancerului pielii, medicii recomandă de a nu se expune vara la soare între orele 10 și 13, când radiația solară este cea mai intensă. Totodată în doze mici radiația ultravioletă influențează benefic asupra omului, doar ea favorizează formarea vitaminei D, fortifică sistemul imun, stimulează o serie de funcții vitale importante în organism.

5 Radiația Röntgen și γ

Cea mai largă utilizare a radiației Röntgen este în medicină, deoarece ea are proprietatea de a trece prin corpurile netransparente (de exemplu, corpul omului). Țesuturile oaselor sunt mai puțin transparente pentru radiația Röntgen decât alte țesuturi ale organismului omului, de aceea oasele se văd clar pe roentgenogramă. Fotografierea Röntgen este de asemenea folosită în industrie (pentru descoperirea defectelor), în chimie (pentru analiza compușilor), în fizică (pentru cercetarea structurii cristalelor).

Radiația Röntgen efectuează acțiuni de ruinare asupra celulelor organismului, de aceea trebuie folosită cu multă precauție.

Radiația γ , care are cea mai mare putere de penetrare, este folosită în defectoscopie (pentru descoperirea defectelor în interiorul pieselor); în apicultură și industria alimentară (pentru sterilizarea produselor alimentare). Asupra organismului omului radiația efectuează acțiuni foarte dăunătoare, în același timp radiația strict direcționată și dozată este folosită în medicină la tratarea bolilor canceroase pentru distrugerea celulelor canceroase (radioterapia).



Fig. 20.3. Calmarii de adâncimi mari afară de cei obișnuiți mai au și ochi termoscopici – ei sunt amplasați pe coadă și captează raze infraroșii



Fig. 20.4. Șarpele cu clopoțel american posedă un locator termic extraordinar de sensibil, amplasat în adâncitura dintre ochi



Fig. 20.5. Radiația ultravioletă este în deosebi de periculoasă pentru retina ochiului, de aceea sus în munți, unde razele ultraviolete sunt puțin absorbite de atmosferă trebuie neapărat de protejat ochii



Facem totalurile

Spectrul (scara) undelor electromagnetice – succesiune continuă de frecvențe și lungimi ale undelor electromagnetice, care există în natură.

După metoda de radiație se disting: radiunde (sunt generate de curentul electric alternativ); unde electromagnetice de diapazon optic (radiația infraroșie, lumina vizibilă, radiația ultravioletă; este emisă de atomii excitați); radiația Röntgen (se obține în timpul frânării accelerate a electronilor); radiația γ (este emisă de nucleele excitate ale atomilor). Undele electromagnetice de diferite domenii au diferite proprietăți, de aceea în mod diferit influențează asupra omului și au diferite domenii de aplicație.

Toate felurile de unde electromagnetice se propagă în spațiu cu aceeași viteză. Odată cu mărirea frecvenței undei (micșorarea lungimii ei) se mărește capacitatea de penetrare și activitatea chimică a radiației electromagnetice.



Verificați-vă cunoștințele

1. Numiți tipurile de radiații electromagnetice pe care le știți? 2. Ce au comun toate felurile de unde electromagnetice? Prin ce se deosebesc ele? 3. Cum se schimbă proprietățile undelor electromagnetice odată cu mărirea frecvenței lor? 4. Aduceți exemple de utilizare a diferitor feluri de unde electromagnetice. 5. Cum de evitat influența negativă a unor tipuri de radiații electromagnetice asupra sănătății omului?



Exercițiul nr. 20

1. Aranjați felurile undelor electromagnetice, pe care le cunoașteți în ordinea creșterii lungimii lor:

- 1) lumina vizibilă; 2) radiația ultravioletă; 3) radiunde; 4) radiația Röntgen.
2. Stabiliți corespondența între sursa de radiații și undele electromagnetice, pe care ea cel mai bine le radiază.
- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| 1 Telefonul mobil | A Radiația γ |
| 2 Bateria de încălzire | B Radiația Röntgen |
| 3 Licuriciul | C Radiația infraroșie |
| 4 Preparatul radioactiv | D Lumina vizibilă |
| | E Radiunde |

3. Lungimea de undă a luminii de culoare galbenă în vid – 570 nm. Care este frecvența acestei unde?

4. Care este lungimea undei electromagnetice în vid, dacă frecvența ei este egală cu $3 \cdot 10^{12}$ Hz? La ce diapazon aparține această undă?

5. Folosiți-vă de surse suplimentare de informații și aflați despre descoperirea oricărui dispozitiv, acțiunea căruia este bazată pe radiația electromagnetică.



6. Distanța până la un obstacol, care reflectă sunetul este egală cu 68 m. Peste cât timp omul va aude ecoul, dacă unda sonoră se propagă în aer?

§ 21. BAZELE FIZICE ALE MIJLOACELOR MODERNE DE COMUNICAȚIE FĂRĂ FIRE. RADIOLOCAȚIA

Adresându-ne la scara undelor electromagnetice (vezi fig. 20.1), vom vedea, că cea mai mare porțiune a ei aparține radioundelor. Deoarece frecvențele acestor unde se deosebesc esențial, atunci se deosebesc și proprietățile lor. Mai detaliat despre diferite feluri de radiunde veți afla în clasele superioare, iar acum ne vom opri numai la aplicarea radioundelor ultrascurte (cu lungimea de la câțiva centimetri până la câțiva metri).

1 Clarificăm particularitățile propagării radioundelor ultrascurte

După proprietățile sale radioundele ultrascurte sunt foarte apropiate de razele vizibile: ele se propagă în limitele vizibilității directe, ele pot fi emise prin fascicule înguste. Anume aceste fascicule au asigurat utilizarea pe scară largă a radioundelor ultrascurte în radiolocație, legătura fără fire, televiziunea prin sateliți. Fasciculus îngust mai puțin este împrăștiat (ceea ce permite de a utiliza emițătoare mai puțin puternice), el mai ușor este receptat.

2 Aflăm de ce comunicația mobilă este numită structură celulară

Comunicația cu structură celulară – este unul dintre tipurile de comunicație radio mobile, la baza căruia se află rețeaua cu structură celulară.

Pentru comunicația celulară sunt folosite undele electromagnetice cu frecvența de la 450 până la 3000 MHz. Principala particularitate a unei asemenea comunicații constă în aceea, că zona totală de acoperire se împarte în porțiuni mici – celule (ele se numesc așa, deoarece ele au forma unui hexagon). Fiecare celulă are aria de 25 km² și este alimentată de o stație de bază aparte. Celulele, acoperindu-se parțial formează rețeaua (fig. 21.1).

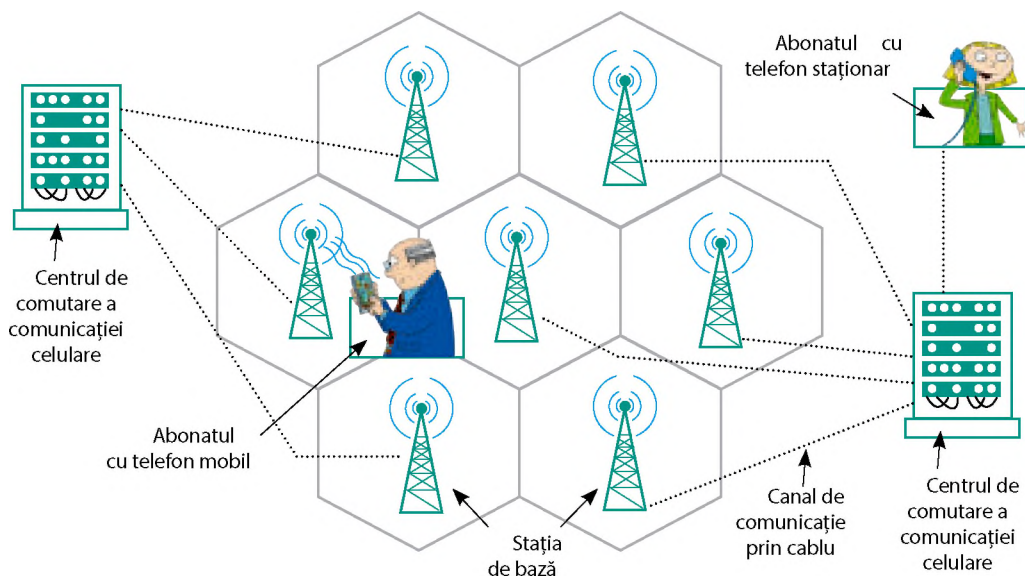


Fig. 21.1. Elementele de bază ale rețelei celulare: telefoanele celulare, stațiile de bază, centrele de comutare

Fiecare știe să se folosească de telefonul mobil. Vom clarifica, cum el efectuează legătura. Atunci când voi conectați telefonul, el începe să «audieze» efirul și găsește semnalul stației de bază a acelei celule unde vă aflați la momentul dat. După aceasta telefonul radiază radiosemnalul – trimite stației codul său de identificare. De atunci telefonul și stația întrețin un contact radio permanent, făcând periodic schimb de fascicule.

Dar voi doar nu totdeauna vă aflați în același loc, și dacă cu timpul vă veți afla în altă celulă, telefonul vostru va regla legătura cu stația de bază a altei celule. Celulele parțial se intersectează, de aceea voi nici nu veți observa, că vă deservește o altă stație. Dar iată dacă telefonul nu va putea «găsi» cea mai apropiată stație și transmite ei codul său, legătura se va întrerupe și pe ecran se va ivi, că rețeaua lipsește.

Procesele descrise sunt «conduse» de către *centrele de comutare*, care sunt legate cu stațiile de bază prin canalele de legătură prin cablu. Anume centrul de comutare neîntrerupt «urmărește» locul de amplasare al telefonului vostru mobil. El vă «transmite» de la o stație de bază la alta atunci, când voi călătoriți dintr-o celulă în alta. Anume datorită centrelor de comutare și se realizează ieșirea la alte rețele: voi puteți telefona unui prieten, telefonul căruia este deservit de alt operator sau telefona pe telefonul staționar etc.

3 Studiem radiolocația

Proprietatea radioundelor de a se reflecta de metale a fost descoperită de către H. Hertz. Mai târziu a fost stabilit, că undele electromagnetice se reflectă de la orice corpuri, în plus cu cât mai bine corpul conduce curentul electric, cu atât mai mare va fi energia undei reflectate. *Pe reflexia radioundelor se bazează radiolocația.*

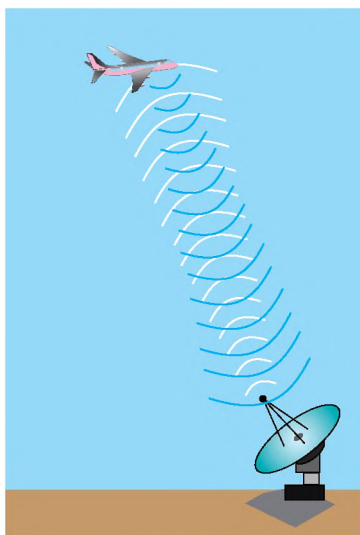


Fig. 21.2. Principiul de lucru al radiolocatorului

Radiolocația – metoda de depistare, recunoaștere și determinare a locului de amplasare a obiectelor cu ajutorul radioundelor.

Instalația de radiolocație – **radiolocatorul (radarul)** – asigură emiterea radioundelor și totodată recepționarea radioundelor, care se reflectă de la obiect (fig. 21.2).

Dacă radioundele vor fi emise în toate direcțiile sau sub formă de un fascicul larg, atunci ele se vor reflecta simultan de la numeroase obiecte recunoscând, unde este amplasat obiectul studiat, de exemplu, avionul va fi imposibil. De aceea radiolocatorul emite unde *directionat și sub formă de un fascicul îngust*, iar depistarea semnalului reflectat mărturisește despre aceea, că obiectul studiat este situat în direcția de propagare a radioundelor (fig. 21.3).

Se disting două regimuri principale de funcționare ale radiolocatorului. În regim de căutare (scanare) antena radiolocatorului tot timpul scanează spațiul (de exemplu, se rotește în direcție orizontală și totodată se

mișcă în sus-în jos). În regim de observare antena tot timpul este orientată spre obiectul ales.

4 Aflăm cum funcționează radiolocatorul

Radiosemnalul, pe care-l emite radiolocatorul, reprezintă în sine un impuls de scurtă durată (cu durata de milionimi de secundă), dar foarte puternic. După ce impulsul este emis, antena radiolocatorului se conectează automat pe recepționare: radiolocatorul «ascultă» eterul – așteaptă semnalul reflectat. Receptorul are o sensibilitate foarte înaltă (semnalul reflectat este destul de slab) și din această cauză în timpul radiației impulsului el este deconectat de la emițător, de altfel se va defecta aparatul.

Peste un anumit interval de timp (cu mult mai mare decât durata impulsului) antena din nou se conectează pentru emițător și radiolocatorul emite următorul impuls.

Distanța s până la obiect este determinată de timpul t în care radiosemnalul parcurge drumul până la obstacol și înapoi. Viteza de propagare a undelor electromagnetice în aer practic este egală cu viteza de propagare a luminii în vid ($c = 3 \cdot 10^8$ m/s), de aceea:

$$s = \frac{c \cdot t}{2}$$

Intervalul de timp t este foarte mic. Astfel, dacă distanța până la obiect este egală cu 120 km, atunci radiosemnalul reflectat se va întoarce peste 0,8 ms ($t = \frac{2s}{c}$).

5 Aplicăm radiolocația

Radiolocatoarele au fost create exclusiv pentru înarmarea armatei – pentru depistarea avioanelor vrăjmașului (fig. 21.4).

Cu timpul radiolocația a obținut o utilizare largă în alte ramuri. *Navele aeriene, maritime și oceanice* moderne neapărat sunt înzestrate cu radiolocatoare. Cu ajutorul radiolocatorului navigatorul navei poate găsi pasaje libere între nori sau ghețari, poate evita ciocniri cu alte nave pe timp de furtună, clarifica cursul, poate determina locul amplasării sale (fig. 21.5).

Stațiile de radiolocație în aeroporturi ajută să fie realizată aterizarea navelor aeriene, iar stațiile instalate de-a lungul malului, asigură intrarea sigură a navelor în port.



Fig. 21.3. Radiația fascicului direcționat îngust de radiunde ultracurte și recepția semnalului reflectat este asigurată de antena parabolică a radiolocatorului



Fig. 21.4. «Radarul zburător» modern poate depista avionul inamicului la distanța de 540 km



Fig. 21.5. Radarul navei maritime moderne

Radiolocația este aplicată în cercetările științifice, meteorologie, agricultură și silvicultură. Ea ajută la alcătuirea hărților reliefului scoarței terestre, cercetarea densității vegetației, descoperirea incendiilor de pădure, determinarea compoziției solului, etc.

O importanță deosebită are radiolocația în cercetările cosmice. Lansarea și aterizarea aparatelor cosmice sunt imposibile fără utilizarea radiolocatoarelor. Cu ajutorul radiolocației a fost precizată distanța până la Lună, Venus, Marte. Radiolocatoarele instalate pe sateliții artificiali ai lui Venus au ajutat la trecerea prin stratul de nori ai acestei planete și la determinarea reliefului ei.

Facem totalurile



În ultimul timp o aplicare deosebit de largă a obținut undele din dapazonul ultrascort: cu ajutorul antenelor speciale ele pot fi orientate sub formă de un fascicul îngust, care este mai puțin împrăștiat, iar aceasta permite să fie utilizate emițătoare mai puțin puternice. Radioundele ultrasonore sunt aplicate în comunicația cu structură celulară, televiziunea prin sateliți, radiolocație.

Comunicația cu structură celulară – una dintre felurile de radiocomunicație mobilă, la baza căreia stă rețeaua cu structură celulară.

Radiolocația – depistarea, recunoașterea și determinarea locului de amplasare a obiectelor cu ajutorul radioundelor. Radiolocatorul crează un fascicul direcționat îngust de radiunde și recepționează radioundele, reflectate de la obiecte. Distanța până la obiect se

determină după timpul de trecere a radioimpulsului până la obiect și înapoi: $s = \frac{ct}{2}$.

Verificați-vă cunoștințele



1. În ce constă principalul avantaj al radioundelor ultrasonore? 2. Ce este comunicația cu structură celulară? Cum ea este organizată? 3. Ce este radiolocația? Pe ce ea este bazată? 4. Descrieți principiul de lucru al radiolocatorului. 5. Cum cu ajutorul radiolocației se determină locul amplasării obiectului (distanța, direcția)? 6. Unde este aplicată radiolocația?



Exercițiul nr. 21

1. La ce distanță este observat obiectul, dacă semnalul reflectat s-a întors peste 20 μs după emiterere?
2. Radiolocatorul funcționează pe frecvența de $6 \cdot 10^8$ Hz. Ce lungime de undă are radiounda emisă?
3. Caracteristicile radioundelor ultrasonore (practic nu se reflectă de ionosferă, energia lor se pierde considerabil numai în apropierea suprafeței Pământului, ele pot fi orientate sub formă de un fascicul îngust) au asigurat utilizarea lor în televiziunea prin sateliți. Folosiți-vă de surse suplimentare de informații și aflați, cum este organizată televiziunea prin sateliți.
4. Aplicarea stațiilor de radiolocație pentru detectarea mașinilor militare (avioanelor, navelor) a cauzat căutarea activă a metodelor de reducere a vizibilității tehnicii militare. Astfel a luat naștere tehnologia stealth. Folosiți-vă de surse suplimentare de informații și aflați, dacă s-a reușit cel puțin parțial «să se ascundă» mașinile militare. Dacă s-a reușit, atunci cum?

Teledetecția Pământului (TP)

Teledetecția (TP) – este observarea și studierea suprafeței Pământului cu ajutorul dispozitivelor, amplasate de la el la o distanță mare (de exemplu, pe sateliți sau avioane). Unde se utilizează TP?

Din punct de vedere tehnic, cea mai simplă ramură de aplicație a TP – prognoza meteorologică, în același timp cu datele obținute se folosesc practic toți.

În mod normal, prognozele meteo de televiziune sunt însoțite de imagini din spațiul cosmic (fig. 1). Cu toate acestea, imaginile sclipitoare la televizor – aceasta, bineînțeles, nu este totul ceea ce este necesar pentru prognozarea meteo!

Satelitul nu poate fotografia întreaga suprafață a Pământului imediat. La fel cum farurile automobilului iluminează doar drumul, lăsând marginea drumului în întuneric, așa și satelitul, ocolind Pământul «vede» doar o anumită bandă. Lățimea acestei bande poate varia de la 7 până la 1500 km și depinde de precizia necesară de observare: cu cât se obține mai multe informații, cu atât banda este mai îngustă.

În timpul următorului ocol satelitul «studiază» banda adiacentă și așa mai departe. Dacă se combină datele de la mai multe astfel de benzi se poate obține «imaginea» pentru o suprafață mare, de exemplu pentru întreaga noastră țară (fig. 2).

Satelitul transmite informația la antena de recepție; informația este prelucrată



Fig. 2. Prognozarea meteo televizată cu utilizarea imaginilor de la sateliți

și convertită în imagini obișnuite. Apoi informația este trimisă la meteorologi, care combină datele din spațiul cosmic cu rezultatele observațiilor terestre și pe baza modelelor matematice complexe prezice temperatura și starea atmosferei pentru o zi, o săptămână, o lună...

Pentru analiza suprafeței Pământului se folosește o «armată» întreagă de sateliți. Majoritatea dintre ei obține datele din domeniul vizibil al undelor electromagnetice, dar sunt și dintre aceia, care studiază suprafața cu fascicule electromagnetice din domeniul undelor de lungimi centimetrice (microunde) și de asemenea de lungimi mai mari (de peste 1 m).

Cu obținerea și prelucrarea datelor de la sateliți se ocupă în diferite organizații; în țara noastră activitatea acestor organizații este coordonată de *Agenția Cosmică de Stat a Ucrainei*.

Pe lângă prognozarea meteo datele din spațiul cosmic sunt utilizate pentru analiza stării stratului de zăpadă, prognozarea inundațiilor, incendiilor, secetei, cutremurelor, estimării recoltelor viitoare și multe altele. De exemplu, pentru a preveni accidentele din cauza unei ciocniri cu ghețarii, căpitanilor de nave le este important să cunoască situația ghețarilor. Aceste date, de asemenea, sunt obținute din spațiu.



Fig. 1. Harta Ucrainei văzută de pe satelit

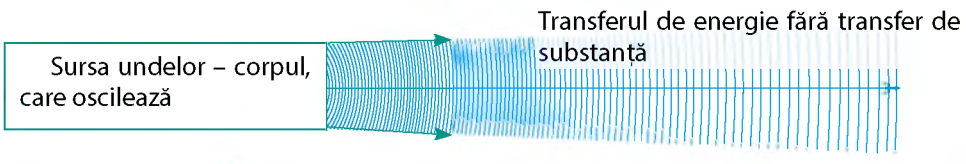
FACEM TOTALURILE CAPITOLULUI III

«Undele mecanice și electromagnetice»

1. Voi ați aflat despre existența *undelor mecanice* și *felurile lor*.

UNDE MECANICE

Unda mecanică – propagarea oscilațiilor într-un mediu elastic.



Longitudinale

Particulele oscilează de-a lungul direcției de propagare a undei



Transversale

Particulele oscilează perpendicular pe direcția de propagare a undei



2. Ați aflat despre *mărimile fizice, care caracterizează undele mecanice* și *ați stabilit corelația dintre ele*.

MĂRIMILE FIZICE

Frecvența undei

$[v] = 1 \text{ Hz}$

Este egală cu frecvența oscilațiilor sursei undelor

Viteza de propagare a undei

$[v] = 1 \text{ m/s}$

Variază în timpul trecerii dintr-un mediu în altul

Lungimea de undă

$[\lambda] = 1 \text{ m}$

Formula undei: $v = \lambda v$

3. Ați făcut cunoștință cu *undele sonore* și ați stabilit, că *undele sonore* – *acestea-s undele mecanice longitudinale de o anumită frecvență*

UNDELE SONORE

Infrasunetul
(1mHz – 20 Hz)

Efectuează o influență negativă asupra sănătății omului

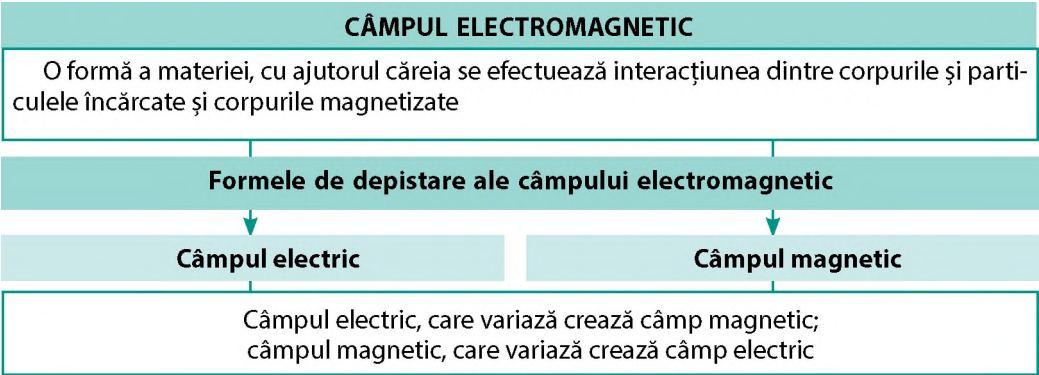
Sunetul auzibil
(20 Hz – 20 kHz)

Înălțimea sunetului se determină prin frecvența undei sonore; intensitatea – prin amplitudine

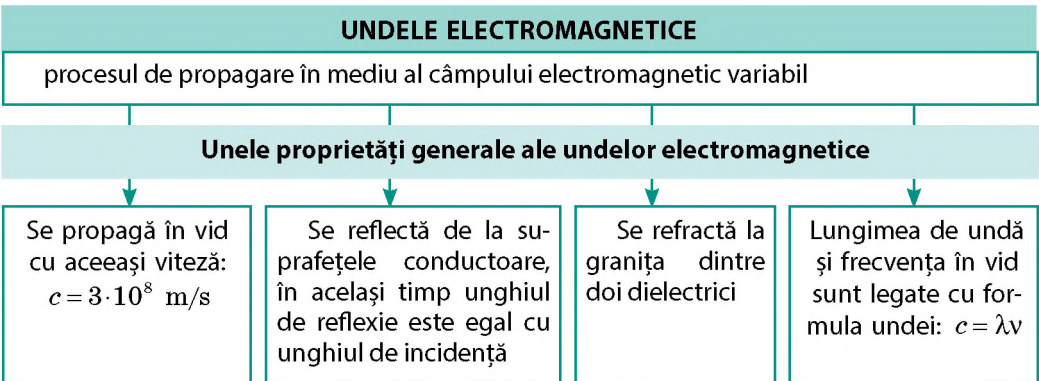
Ultrasunetul
(peste 20 kHz)

Sunt utilizate în medicină, defectoscopie, ecologie

4. Ați aflat, că cercetările teoretice ale lui *J. Maxwell* și numeroasele experiențe au demonstrat *legătura nedespărțită dintre câmpurile electric și magnetic*. Aceste câmpuri formează *unicul câmp electromagnetic*.



5. Ați aflat, că în natură există *unde electromagnetice*, ați făcut cunoștință cu proprietățile undelor electromagnetice de diferite domenii și cu unele exemple de aplicare ale lor.



Se mărește frecvența, scade lungimea de undă a unei unde electromagnetice

Radi- unde	Domeniul optic			Radiația Röntgen	Radiația γ
	radiația infraroșie	lumina vizibilă	radiația ultravioletă		

Crește capacitatea de penetrare, se amplifică activitatea chimică

6. Ați stabilit, că pe proprietățile *radiundelor ultrasonore* de a se propaga sub formă de un fascicul îngust și de se reflecta de la obstacole este bazată **radiolocația** – *depistarea, recunoașterea și determinarea locului de amplasare al obiectelor cu ajutorul radiundelor*. Distanța până la obiect se determină după timpul de trecere a radioimpulsului până la obiect și înapoi:

$$s = \frac{ct}{2}$$

ÎNSĂRCINĂRI PENTRU AUTOVERIFICARE LA CAPITOLUL III

«Undele mecanice și electromagnetice»

Însărcinările 1 – 8 conțin numai un răspuns corect.

1. (1 bal) Pe care proprietate a undelor mecanice este bazată radiolocația?
 - a) transportarea energiei fără transportarea substanței;
 - b) reflexia undei;
 - c) dependența lungimii de undă de mediul, în care ea se propagă;
 - d) variația amplitudinii undei odată cu mărirea distanței până la sursă.

2. (1 bal) În care mediu se propagă undele mecanice transversale?
 - a) în lichide;
 - b) în vid;
 - c) în orice mediu;
 - d) în corpul solid.

3. (1 bal) Care afirmație este greșită?
 - a) undele mecanice longitudinale nu se propagă în corpuri solide;
 - b) undele mecanice nu se propagă în vid;
 - c) lumina – undă electromagnetică;
 - d) sunetul – undă mecanică.

4. (1 bal) Care obiect poate fi sursă de undă mecanică?
 - a) particula încărcată, care se mișcă cu accelerație;
 - b) corpul, care oscilează;
 - c) corpul, care se mișcă uniform;
 - d) corpul magnetizat imobil.

5. (1 bal) Magnetul permanent este situat pe banca unui tramvai, care se mișcă uniform. În raport cu care dintre observatorii indicați există numai componenta magnetică a câmpului electromagnetic?
 - a) conductorul, care trece prin salon;
 - b) pasagerul automobilului de sens opus;
 - c) pietonul, care stă lângă drum;
 - d) șoferul autobuzului, ce se mișcă din urma tramvaiului cu aceeași viteză.

6. (2 baluri) Când unda trece în alt mediu, atunci nu se schimbă:
 - a) amplitudinea undei;
 - b) lungimea de undă;
 - c) frecvența undei;
 - d) viteza de propagare a undei.

7. (2 baluri) Care fenomen natural nu este însoțit de apariția undelor mecanice?
 - a) curcubeul;
 - b) fulgerul;
 - c) cutremurul de pământ;
 - d) vântul.

8. (2 baluri) La distanța de 170 m de la o clădire înaltă stă un om. Din mâinile lui cade pe trotuar un corp metalic. Peste cât timp după lovitură omul poate să audă ecoul?
 - a) 0,5 s;
 - b) 1 s;
 - c) 2 s;
 - d) 4 s.

9. (2 baluri) La ce distanță este situat obiectul, dacă radiosemnalul reflectat de la el s-a întors peste 2 μ s după iradiere?

10. (3 baluri) Stabiliți corespondența dintre receptor și felul undelor electromagnetice, pe care el de obicei le recepționează.
- | | |
|------------------------------------|-----------------------|
| 1 Dispozitivul de viziune nocturnă | A Radiația γ |
| 2 Antena satelitului | B Radioundele |
| 3 Ochiul omului | C Radiația infraroșie |
| | D Lumina vizibilă |
11. (3 baluri) Printr-un odgon întins se propagă o undă (fig. 1). În ce direcție se mișcă punctul A în momentul de timp fixat pe desen?
12. (3 baluri) Viteza de mișcare a glontului este egală cu 680 m/s. Cu cât mai repede va nimeri glonte în ținta situată la distanța de 1360 m, decât la ținta va ajunge sunetul împușcăturii?
13. (3 baluri) Albina, care zboară după miere face în medie 180 de bătăi din aripi pe secundă. Însă atunci când această albină se întoarce la stup, numărul de bătăi pe secundă crește până la 280. Cum acest lucru afectează sunetul, pe care-l auzim?
14. (4 baluri) Care este lungimea unei sonore în aer, dacă sursa de lumină efectuează 5100 de oscilații pe secundă? Care este lungimea acestei unde în apă?
15. (4 baluri) După graficul oscilațiilor unei mecanice (fig. 2) determinați perioada oscilațiilor și frecvența undei. Care este lungimea undei, dacă unda se propagă cu viteza de 20 m/s?
16. (4 baluri) Radioundele, lungimea cărora este de 6 m trec din vid într-un mediu, unde viteza lor de propagare este de 1,5 ori mai mică decât în vid. Determinați frecvența și lungimea de undă a radioundei.

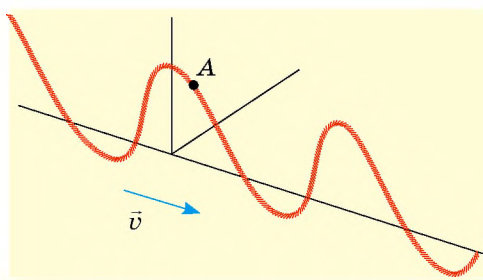


Fig. 1

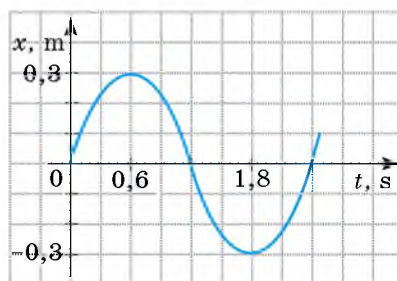


Fig. 2

Confrunțați răspunsurile voastre cu cele aduse la sfârșitul manualului. Însemnați însărcinările, pe care le-ați executat corect și numărați suma balurilor. Apoi această sumă împărțiți-o la trei. Rezultatul obținut va corespunde nivelului vostru de reușită la învățatură.



Însărcinările de antrenare cu verificare computațională le veți găsi pe resursul de învățământ «Învățământul interactiv».

Temele orientative ale proiectelor

1. Sunetele în viața omului.
2. Aplicarea infra - și ultrasunetelor în tehnică.
3. Vibrațiile și zgomotele și influența lor asupra organismelor.
4. Undele electromagnetice în natură și tehnică.
5. Influența radiației electromagnetice asupra organismului omului.
6. Felurile poluării acustice. Măsurarea nivelului de poluare acustică. Studiarea influenței poluării acustice asupra organismelor vii.
7. Instrumentele muzicale ca surse de diferite unde sonore.

Temele referatelor și comunicărilor

1. Mecanismul formării undelor pe suprafața apei.
2. Ecoul fermecat.
3. Ce sunt rezonatoarele acustice și unde ele sunt aplicate.
4. Efectul Dippler și utilizarea lui pentru controlul vitezei de mișcare a mijloacelor de transport.
5. Vocile de bărbăți, de femei, de copii: cum și de ce ele se deosebesc.
6. Mijloacele de protecție împotriva zgomotului în orașele mari
7. Cavitația ultrasonoră.
8. Utilizarea ultrasunetului în tehnică.
9. Formarea infrasunetului în ocean.
10. Vizualizarea oscilațiilor sonore.
11. Radioundele în viața noastră.
12. Istoria inventării radioului.
13. Poluarea electromagnetică.
14. Utilizarea radiolocației în astronomie.
15. Efectul Doppler în astronomie, sau cum s-a demonstrat, că galaxiile zboară.
16. Acțiunea radiației ultraviolete asupra organismului omului.
17. W. Röntgen sau I. Puliui: cine a descoperit pentru prima dată razele – X.
18. Istoria studierii fenomenelor luminoase.

Temele cercetărilor experimentale

1. Confecționarea diverselor surse sonore și studierea caracteristicilor acustice ale lor.
2. Stabilirea dependenței înălțimii sunetului de frecvența oscilațiilor sursei de unde sonore.
3. Studiarea proceselor reflectoare, refractare și suprapunere ale undelor mecanice pe suprafața apei.

CAPITOLUL IV

FIZICA ATOMULUI ȘI A NUCLEULUI ATOMULUI. BAZELE FIZICE ALE ENERGETICII NUCLEARE

- Știți cum funcționează motorul termic, iar acum veți afla, cum funcționează reactorul nuclear
- Ați auzit, că radiația provoacă daune, iar acum veți afla, cum ea tratează
- Știți, că viața pe Pământ este imposibilă fără energie solară, iar acum veți afla de unde Soarele o «ia»
- Știți, că sarcinile de același semn se resping, iar acum veți afla, când ele se atrag
- Puteți calcula, câtă căldură se degajă la arderea 1 kg de lemne, iar acum veți putea calcula cantitatea de căldură, ce se degajă la «arderea» 1 kg de uraniu



§ 22. MODELUL CONTEMPORAN AL ATOMULUI. MODELUL PROTONO-NEUTRONIC AL NUCLEULUI ATOMIC. FORȚELE NUCLEARE. IZOTOPII

Istoria științei fizice numără aproape 2500 ani, însă tocmai în secolul trecut fizicienii s-au transformat din profesori respectați și savanți de cabinet în consultanți de guverne. Numărul de specialiști-fizicieni s-a mărit de sute de ori, au fost create întreprinderi uriașe pentru producerea aparatelor fizice și utilajului (fig. 22.1). Și s-a întâmplat acest lucru în primul rând datorită succeselor fizicii nucleare, care studiază structura și proprietățile nucleelor atomice, procesele, ce au loc în ele, și mecanismele de transformare ale nucleelor atomice. În acest paragraf veți afla mai multe despre atom și nucleul atomic.

1 Aflăm despre experiența clasică a lui Rutherford

Experiențele efectuate de mulți savanți de-a lungul sec. XIX au demonstrat, că atomul are o structură compusă. Fizicienii au aflat, că în componența atomului intră electroni, care au sarcină negativă, iar atomul în întregime este neutru.

În anii 1908–1911 sub conducerea lui *Ernest Rutherford* (fig. 22.2) cercetătorul cu experiență *Hans Geiger* (1882–1945) și tânărul aspirant *Ernest Marsden* (1889–1970) au efectuat o serie de experiențe privind stabilirea structurii atomului. Pentru experiențe savanții au folosit o substanță, din care zburau cu o viteză mare particulele încărcate pozitiv – așa-numitele *particule (particule alfa)*.

Fasciculul îngust de particule dintr-un container de plumb erau direcționate pe o foiță subțire de aur, iar apoi nimereau pe un ecran, acoperit cu un strat de cristal de sulfură de zinc (fig. 22.3). Dacă pe un asemenea ecran nimeria particule, atunci în locul unde ea a nimerit apărea o scânteiere slabă. Savanții observau scânteierile cu ajutorul microscopului și înregistrau fiecare nimerire în ecran a particulelor.

În rezultatul experiențelor s-a clarificat, că majoritatea ponderabilă a particulelor trece prin foița subțire de aur, fără a-și schimba direcția mișcării, unele din ele deviază de la traiectoria inițială. Dar iată că aproximativ una din 20 000 de particule sare înapoi, parcă se lovește de un oarecare obstacol din foița de aur (fig. 22.4).

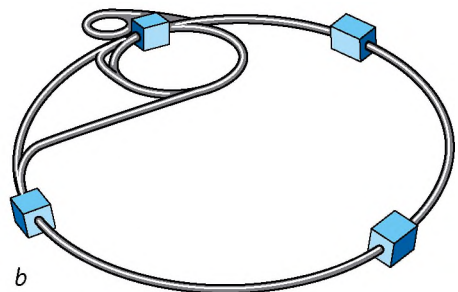


Fig. 22.1. Cea mai mare instalație de investigație la ora actuală – acceleratort de particule încărcate, primul demaraj al căruia a avut loc în a. 2008: a – aspectul interior; b – reprezentarea schematică. Uimesc dimensiunile acestui acceleratort: particulele elementare își iau viteza într-un inel imens cu lungimea de 26 km. Țările din Europa au fost nevoite să-și îmbine eforturile sale pentru a construi acest miracol al tehnicii

Bineînțeles, că E. Rutherford nu putea vedea structura internă a atomului, de aceea a folosit logica. Dacă sarcina pozitivă și masa sunt uniform distribuite în tot volumul atomului (anume așa o imagine despre atom exista la acea oră), atunci toate particulele ar fi trebuit să străbată foița de aur, practic nedevind, doar energia lor este colosală (aceasta e aproximativ așa cum ai lovi cu mingea prin păianjenis).

Dacă însă sarcina pozitivă și masa sunt concentrate într-un mic volum din interiorul atomului, iar în spațiul înconjurător este «deșert», atunci bombardarea cu particule ne-ar aminti aruncăturile mingii de tenis de departe într-o cutie metalică, fixată de o prăjină. Numai într-un număr foarte mic de cazuri mingea va sări de la cutie și se va întoarce înapoi, restul vor zbura alături de țintă.

Evident, că a doua presupunere cu mult mai bine ne convine pentru explicarea rezultatelor experienței. Astfel după experimentele menționate Rutherford în a. 1911 a lansat *modelul nuclear al atomului*: atomul este compus din nucleu încărcat pozitiv, înconjurat de particule încărcate negativ – electroni; anume în nucleu este concentrată aproape întreaga masă a atomului.

? Va sări oare înapoi particula α în experiența lui Rutherford, dacă nucleul ar fi avut sarcină negativă? Dacă masa nucleului ar fi fost cu mult mai mică decât masa particulei α ?

Cu toate că în nucleu este concentrată aproape toată masa atomului, dimensiunea nucleului în comparație cu atomul este extrem de mică (aproximativ diametrul atomului este egală cu 10^{-15} m). Pentru claritate imaginați-vă, că s-a reușit mărirea atomului până la dimensiunile unui stadion



Fig. 22.2. Ernest Rutherford (1871–1937) – remarcabil fizician englez. A pus bazele teoriei despre radioactivitate și structura atomului, a realizat prima reacție nucleară. Laureat al Premiului Nobel (a. 1908), membrul tuturor academiilor de științe din lume

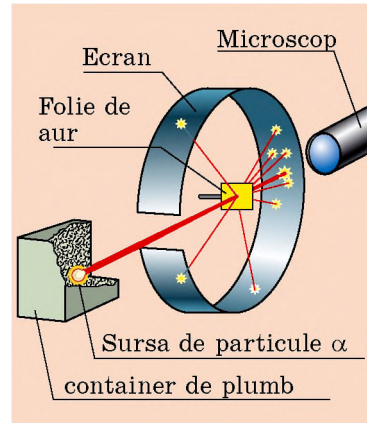


Fig. 22.3. Schema experienței de împrăștiere a particulelor (experiența lui Rutherford)

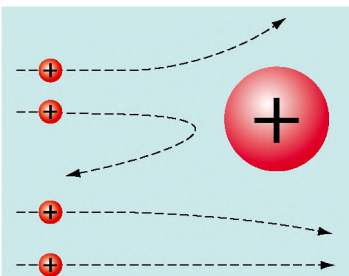


Fig. 22.4. Traiectoriile particulelor, care zboară pe lângă nucleu de Aur. Cu cât mai aproape de nucleu trece particula, cu atât mai mare va fi forța de respingere, care acționează asupra ei și cu atât mai mult deviază particula de la traiectoria sa inițială

Dimensiunea nucleului unui astfel de atom tot va crește. Cu cât? Calculele vor demonstra că în acest caz diametrul nucleului atomului va fi egal cu dimensiunea unei furnici, ce se târâie pe iarba stadionului. Modelul nuclear al atomului, propus de către Rutherford a fost dezvoltat în lucrările renumitului fizician danez Niels Bohr (1885–1962). Anume pe modelul nuclear se bazează concepția modernă despre structura atomului (fig. 22.5).

2 Să ne amintim structura nucleului atomului

Din cursurile de fizică și chimie știți bine, că nucleul atomului este compus din particule de două feluri: **protoni**, care au sarcină electrică pozitivă, și **neutroni**, care nu au sarcină. Masa protonului este aproximativ egală cu masa neutronului și aproape de 2000 de ori mai mare decât masa electronului. Protonii și neutronii, ce intră în componența nucleului atomic se numesc **nucleoni**. Cantitatea totală a protonilor și neutronilor în atom se numește **număr nucleonic (de masă)** și se notează cu simbolul **A**.

Atomul este neutru din punct de vedere electric: sarcina totală a protonilor în nucleu este egală cu sarcina totală a electronilor, care se rotesc în jurul nucleului. Deoarece sarcina protonului după modul este egală cu sarcina electronului, atunci e clar, că într-un atom cantitatea de protoni este egală cu cantitatea de electroni.

Cantitatea de protoni din nucleu este numită **număr de sarcină (număr protonic)** și se notează cu simbolul **Z**. Numărul de ordine al elementului în Sistemul periodic al lui D. I. Mendeleev corespunde numărului de protoni din nucleu (numărului de sarcină).

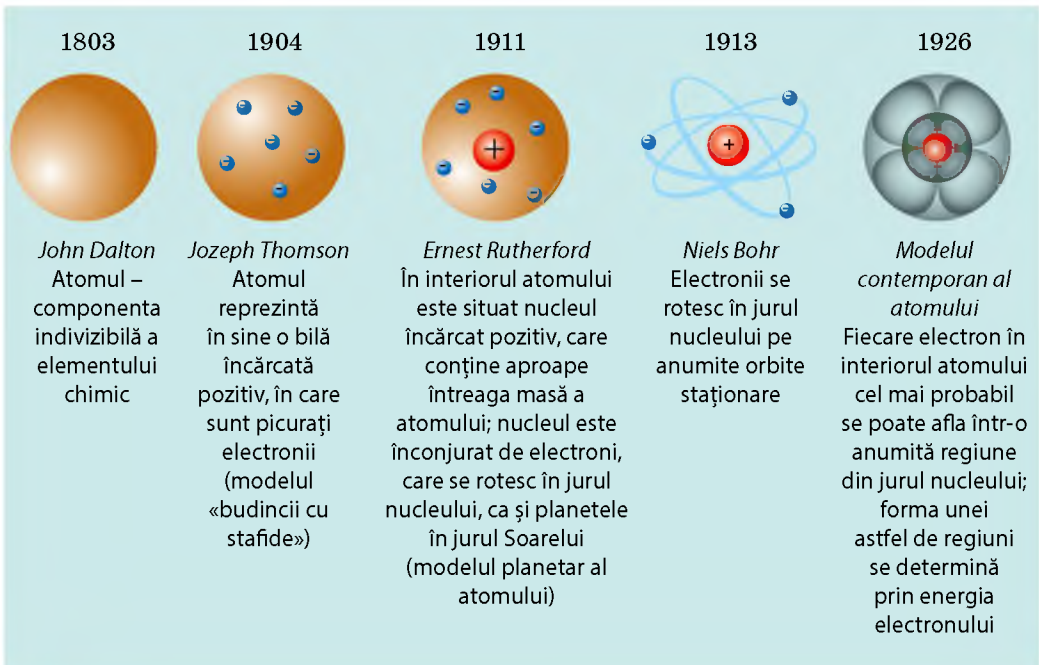


Fig. 22.5. «Evoluția» modelului atomului

Cunoscând numărul de sarcină (Z) și cel de masă (A) al nucleului atomului, se poate determina *cantitatea de neutroni* (N) în acest nucleu: $N = A - Z$.

Specia de atomi, care este caracterizată de o anumită valoare a numărului de sarcină și o anumită valoare a numărului de masă se numește nuclid (fig. 22.6).

? Câți protoni și neutroni conține nucleul nuclidului de Aluminiu (${}^{27}_{13}\text{Al}$)?

Dacă nuclizii au același număr de sarcină, atunci proprietățile lui chimice sunt aceleași – nuclizii aparțin aceluiași element chimic.

Felurile atomilor unuia și aceluiași element chimic, nucleele căruia conțin același număr de protoni, dar număr de neutroni diferit se numesc izotopi («de același loc»).

Fiecare element chimic are câțiva izotopi (fig. 22.7).

3 Aflăm despre interacțiunea tare

Deja vă este cunoscut faptul, că electronii posedând sarcină negativă sunt reținuți pe lângă nucleul pozitiv datorită interacțiunii electromagnetice. Dar în ce mod în componența aceluiași nucleu și la o distanță foarte mică unul de altul se mențin protonii, doar particulele încărcate cu sarcini de același nume se resping?

S-a stabilit, că toate particulele în interiorul nucleului se atrag una spre alta datorită interacțiunii, care e de o sută de ori mai tare decât respingerea electromagnetică a protonilor (fig. 22.8). anume din această cauză interacțiunea nucleonilor se numește **interacțiune tare**.

Forțele, care acționează între protoni și neutroni în nucleu și asigură existența nucleelor atomice se numesc forțe nucleare.

Principalele proprietăți ale forțelor nucleare:

- 1) sunt numai *forțe de atracție*;
- 2) sunt *de scurtă durată*: măsurătorile au arătat, că forțele nucleare dintre nucleoni se manifestă numai la distanțe, care aproximativ sunt egale cu dimensiunile nucleonului (10^{-15} m);

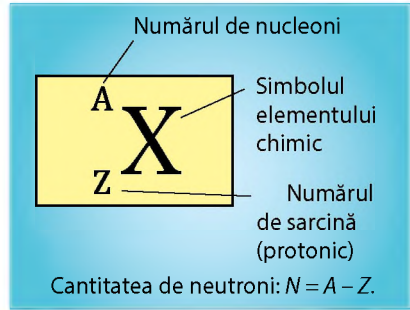


Fig. 22.6. Notarea nuclidului elementului chimic

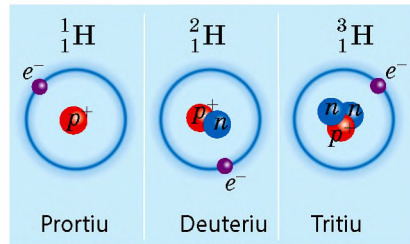


Fig. 22.7. Izotopii Hidrogenului, care există în natură. Cu simbolul sunt notați e -electronii, p -protonii, n - neutronii.

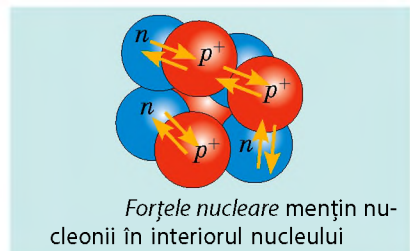
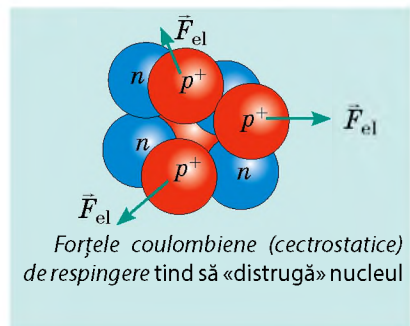


Fig. 22.8. Forțele de interacțiune dintre nucleonii nucleului

Deoarece toți protonii unui atom au sarcină pozitivă și se află toți în nucleu, apare întrebarea de ce nu se resping, fenomen fizic obișnuit la particulele cu același semn al încărcăturii electrice. Răspunsul este dat de teoria cuantică a câmpului: protonii interacționează nu numai prin forța electrostatică, dar și prin forțe nucleare tari. Acestea din urmă sunt transmise de gluoni.

Protonii au fost descoperiți în anul 1917 de către fizicianul Ernest Rutherford.

3) *nu depind de sarcină*: la una și aceeași distanță forțele, ce acționează între doi protoni, între doi neutroni sau între un proton și un neutron sunt aceleași;

4) *au proprietatea de saturație*: nucleonul este capabil de interacțiunea nucleară simultană numai cu o cantitate nu mare de nucleoni-«vecini».



Facem totalurile

În rezultatul experiențelor efectuate sub conducerea lui E. Rutherford a fost elaborat modelul nuclear al structurii atomului, conform căruia toată sarcina pozitivă a atomului este concentrată în nucleul său – porțiunea, dimensiunile căreia sunt mici în comparație cu dimensiunile atomului.

Nucleele atomului sunt compuse din nucleoni – protoni și neutroni. Numărul de protoni (Z) în nucleul atomului elementului dat este egal cu numărul de ordine al acestui element în Sistemul periodic al elementelor chimice al lui D. I. Mendeleev, numărul de nucleoni (A) – cu numărul de masă.

Specia de atomi, care este caracterizată de un anumit număr de protoni și o anumită valoare totală a numărului de nucleoni se numește nuclid.

Felurile elementelor chimice, atomii cărora conțin în nucleele sale același număr de protoni, însă un număr de neutroni diferit se numesc izotopi ai elementului chimic dat.

În nucleu nucleonii se mențin împreună datorită acțiunii forțelor nucleare. Forțele nucleare sunt de scurtă durată – la distanțe mai mari decât dimensiunile nucleonului ele nu se manifestă.



Verificați-vă cunoștințele

1. Descrieți experiența lui E. Rutherford de împrăștiere a particulelor și rezultatele ei. 2. Din ce particule este compus atomul? nucleul atomului? 3. Ce este numărul de sarcină? Numărul de masă? 4. Cum se determină numărul de protoni și neutroni în nucleu? Dați exemplu. 5. Ce este nuclidul? 6. Care nuclizi se numesc izotopi? Numiți izotopii Hidrogenului. 7. Ca tip de interacțiune sigură menținerea nucleonilor în nucleul atomic? 8. Dați definiția forțelor nucleare, numiți proprietățile lor.



Exercițiul nr. 22

1. Câți protoni și câți neutroni se conțin în nucleul atomului de Argon ${}_{18}^{40}\text{Ar}$?
2. Prin ce se deosebesc nucleele izotopilor de Uraniu: ${}_{92}^{238}\text{U}$ și ${}_{92}^{235}\text{U}$?
3. În nucleul atomului de Bor se conțin 5 protoni și 6 neutroni. Câți electroni sunt în acest atom? câți nucleoni sunt în nucleul lui?

4. Dintre simbolurile elementelor chimice enumerate menționați-l pe acel, care corespunde atomului cu cel mai mare număr de electroni: Ca, Cu, Ge, Sb, P. Folosiți-vă de Sistemul periodic al elementelor chimice a lui D. I. Mendeleev.
5. Estimați forța interacțiunii nucleare dintre protonii nucleului la distanța de 10^{-15} m.
6. Folosiți-vă de surse suplimentare de informații și aflați despre viața și activitatea științifică a concetățeanului nostru D. D. Ivanenco.



§ 23. RADIOACTIVITATEA. RADIAȚIILE RADIOACTIVE

În sec. XXI este puțin probabil că se va găsi un om care cel puțin o dată în viață să nu fi făcut fotografia Röntgen. Dar iată, că la sfârșitul secolului al XIX-lea imaginea mâinii omului cu structura vizibilă a oaselor (fig. 23.1) a ocolit paginile ziarelor din lumea întreagă și a devenit o adevărată senzație pentru fizicieni. Savanții au început cercetarea razelor Röntgen și căutarea sursei lor. Unul dintre acești savanți a fost fizicianul francez A. Becquerel (fig. 23.2), cu ce concluzii neașteptate s-au terminat cercetările lui, veți afla din acest paragraf.



Fig. 23.1. Prima fotografie Röntgen a mâinii

1 Aflăm despre istoria descoperirii radioactivității

Odată cu descoperirea razelor Röntgen s-a început istoria radioactivității și a pus umărul la aceasta întâmplarea.

Drept imbold pentru cercetări a devenit presupunerea, că razele Röntgen pot apărea în timpul luminiscentei de scurtă durată a unor substanțe iradiate anterior cu lumină solară*. La asemenea substanțe aparțin, de exemplu, unele săruri de uraniu. De una din ele și s-a folosit A. Becquerel, pentru a verifica ipoteza menționată.

Știind, că razele Röntgen, spre deosebire de cele luminoase trec prin hârtia neagră, savantul a luat o placă fotografică învelită în hârtie neagră**, a pus pe ea crupe din sare de uraniu și pentru câteva ore a scos placa fotografică la lumina solară strălucitoare. După dezvoltare pe placa fotografică au apărut pete negre anume în acele locuri, unde era situată sarea de uraniu.

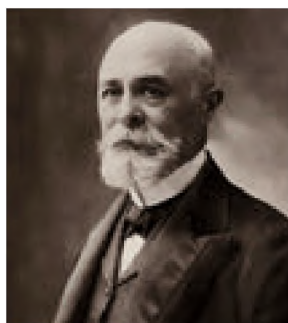


Fig. 23.2. Anri Antuan Becquerel (1852–1908) – fizician francez, în anul 1896 a descoperit radiația radioactivă a sărurilor de uraniu.

* O astfel de iluminare se numește *fluorescență*.

** *Placa fotografică* – o placă de sticlă, acoperită cu o substanță sensibilă la lumină.

Albert Einstein compara descoperirea radioactivității cu descoperirea focului, deoarece considera, că focul și radioactivitatea – sunt repere la fel de importante în istoria omenirii.



Fig. 23.3. Maria Skłodovskaya Curie (1867–1934) – fizician și chimist francez (a provenit din Polonia), laureat a două premii Nobel. Așa o onoare în decursul istoriei au avut-o numai trei cercetători



Fig. 23.4. Pierre Curie (1859–1906) – fizician francez, laureat a două premii Nobel

Astfel a fost stabilit, că sarea de uraniu are o putere mare de pătrundere și acționează asupra plăcii fotografice.

Becquerel a hotărât să continue cercetările și a pregătit experiența, care puțin se deosebea de cea precedentă. Însă timpul posomorât l-a încurcat pe savant să ducă la bun sfârșit intenția sa și el cu regret a pus placa fotografică, gata pentru experiment, cu sarea de uraniu și crucea de cupru între ele în sertarul mesei. Peste câteva zile, așa și neașteptând apariția soarelui, savantul a hotărât pentru orice eventualitate să dezvolpeze placa fotografică. Rezultatul a fost neașteptat: pe placă a apărut conturul crucii. Deci lumina solară aici nu joacă nici un rol și *sarea de uraniu, fără acțiunea factorilor exteriori, emite radiație invizibilă*, pentru care nu prezintă piedici chiar și stratul de cupru!

Mai târziu o astfel de radiație a fost numită **radiație radioactivă** (de la latin. *radio* – radiez, *activus* – care acționează); capacitatea substanțelor de a emite radiație radioactivă – radioactivitate; nuclizii, nucleele cărora au o asemenea capacitate – **radionuclide**.

2 Aflăm despre radionuclide

«Oare numai uraniul emite "razele Becquerel"?» - anume cu căutarea răspunsului la această întrebare a început lucrul său de a studia radioactivitatea M. Skłodovskaya-Curie (fig. 23.3). Verificând minuțios posibilitatea radioactivității practic la toate elementele cunoscute la acea oră ea a stabilit, că proprietăți radioactive posedă de asemenea Toriu. Afară de aceasta, M. Skłodovskaya-Curie și soțul ei P. Curie (fig. 23.4) au descoperit și elemente radioactive noi, în particular Poloniu și Radium.

? Gândiți-vă, ce i-a făcut pe soții Curie să numească elementele anume astfel.

Ulterior s-a constatat, că radioactivitatea este proprie tuturor nuclizilor elementelor chimice fără excepție, numărul de ordine al cărora este mai mare decât 82 ($Z > 82$). Însă și toate celelalte elemente au nuclizi radioactivi (toate cele naturale sau obținute pe cale artificială).

3 Studiem compoziția radiației radioactive

Experiențele de studiere ale naturii radiației radioactive au arătat, că substanțele radioactive pot emite raze de trei feluri: particule încărcate pozitiv (*radiația (alfa)*), particule încărcate negativ (*radiația (beta)*) și raze neutre (*radiația γ (gamma)*). În fig. 23.5 este reprezentată schema unei astfel de experiențe: fasciculul de radiație îngust nimereste mai întâi în câmpul magnetic puternic al magnetului permanent, iar apoi pe placa fotografică. După dezvoltarea plăcii pe ea clar se văd trei pete întunecate.

Amintiți-vă, direcția mișcării căror particule este primit să se ia drept direcție a curentului electric și, folosind fig. 23.5 și regula mâinii stângi convingeți-vă, că particulele au sarcină pozitivă.

Cel mai mare aport în studierea radiației α -a adus E. Rutherford. Savantul unul dintre primii a stabilit, că **radiația α** – este un flux de nuclee ale atomilor de Helium (${}^4_2\text{He}$), care se mișcă cu viteza de ordinul 10^7 m/s. Sarcina particulei α este egală cu două sarcini elementare $q_\alpha = +2|e| \approx +3,2 \cdot 10^{-19}$ C.

Radiația β , ca și radiația deviază în câmp magnetic, însă în direcție opusă. S-a constatat că **radiația β** – aceasta-i un flux de electroni (${}^0_{-1}e$), care zboară cu o viteză colosală (aproapătă de viteza de propagare a luminii).

Sperăm, că nu va fi dificil să scrieți sarcina și masa particulei β .

Studierea **radiației γ** a arătat, că acestea-s unde electromagnetice de o frecvență extrem de înaltă (peste 10^{18} Hz). Viteza de propagare a undelor în vid constituie $3 \cdot 10^8$ m/s.

4 Ne apărăm de radiația radioactivă

La majoritatea oamenilor cuvântul «radiația» se asociază cu pericolul. Și aceasta, bineînțeles, este adevărat. Radiația radioactivă nu este fixată de către organele omului, dar se știe, că ea poate aduce la consecințe tragice. De influența radiației se poate apăra, construind obstacol în calea radiației.

Cel mai simplu este de a se apăra de radiațiile α și β . Cu toate că particulele α și β zboară cu o viteză enormă, fluxul lor este ușor oprit chiar și de un obstacol subțire. Conform rezultatelor experiențelor, e suficient de o foaie subțire de hârtie (0,1 mm), pentru a opri particulele α ; radiația β este complet absorbită de o placă de aluminiu cu grosimea de 1 mm (fig. 23.6).

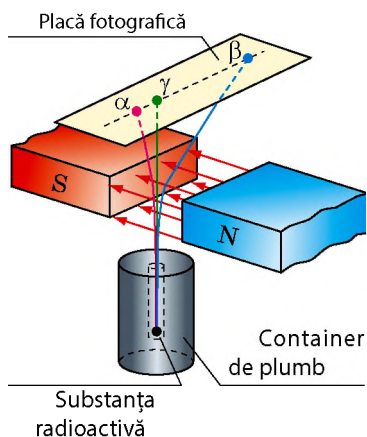


Fig. 23.5. Schema experienței pentru studierea naturii radiației radioactive

Felurile radiației radioactive

Radiația α –nucleele atomilor de Helium

radiația β –electroni rapizi

radiației γ – unde electromagnetice de o frecvență extrem de înaltă (lungime de undă scurtă)

Cel mai greu este de se protejat de radiația γ – ea străbate prin straturi de materiale suficient de groase. În anumite cazuri pentru a se apăra de radiația γ sunt necesari pereți din beton cu grosimea de câțiva metri.

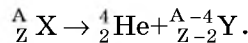
5 Dăm definiția radioactivității

Studierea radioactivității a arătat, că radiația radioactivă este consecința transformării nucleelor atomilor. În plus aceste transformări au loc spontan (fără nici un fel de pricini), ele nu pot fi accelerate sau încetinite, ele nu depind de influența exterioară, adică asupra lor nu influențează variațiile presiunii și temperaturii, acțiunea câmpurilor electric și magnetic, reacțiile chimice, schimbarea iluminării, etc.

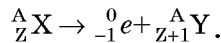
Radioactivitatea – capacitatea nucleelor radionuclizilor să se transforme spontan în nucleele altor elemente cu emiterea microparticulelor.

Radiind particula α sau β , nucleul inițial (matern) se transformă în nucleul atomului altui element (nucleu fiică); dezintegrările α și β pot fi însoțite de radiația γ . S-a stabilit, că transformările radioactive se supun așa-numitelor *reguli de deplasare*.

1. În timpul dezintegrării α numărul de nucleoni ai nucleului atomului se micșorează cu 4, de protoni – cu 2, de aceea se formează nucleul elementului, numărul de ordine al căruia este cu 2 unități mai mic, decât numărul de ordine al elementului inițial (fig. 23.7):



2. În timpul dezintegrării β numărul de nucleoni ai nucleului atomului nu se schimbă, totodată numărul de protoni se mărește cu 1, de aceea se formează nucleul elementului, numărul de ordine al căruia este cu o unitate mai mare, decât numărul de ordine al elementului inițial (fig. 23.7):



❓ Se știe, că radonul (${}^{222}_{86} \text{Rn}$) este α -radioactiv. Nucleul căruia element se formează în rezultatul dezintegrării α a radonului?

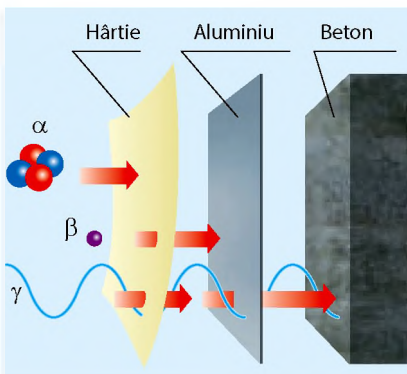


Fig. 23.6. Protecția de radiația radioactivă

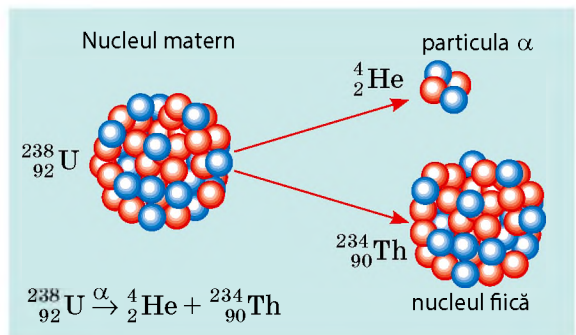


Fig. 23.7. În timpul dezintegrării α nucleul matern se dezintegrează în două părți: particula – α și nucleul (nou)

*** 6 Aflăm despre șiruri radioactive**

Rezultă, că după explicarea radioactivității, visul alchimiştilor Evului mediu despre transformarea substanțelor în aur s-a realizat. În realitate – nu. Savanții au clarificat, că nucleul atomului primar (matern) al elementului radioactiv X poate suferi o serie de transformări: nucleul atomului elementului X se transformă în nucleul atomului elementului Y, apoi în nucleul atomului elementului Z ș.a.m.d., însă în acest lăntșor nu pot fi «oaspeți» întâmplători.

Totalitatea izotopilor, care apar ca consecință a unui șir de transformări radioactive consecutive ale nucleului matern dat se numește **șir radioactiv**. Unul dintre șirurile unor astfel de transformări este dat în fig. 23.9. S-a constatat, că există patru șiruri radioactive, care conțin toate elementele radioactive cunoscute în natură: șirul Toriului (începe cu Toriu-232); șirul uraniu-Radiu (începe cu Uraniu-238); șirul Uraniu-Actiniu (începe cu Uraniu-235); șirul neptuniului (începe cu Neptuniu-237).

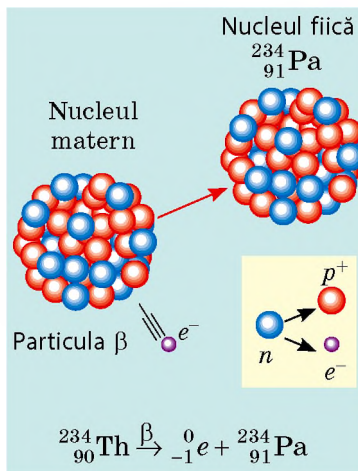


Fig. 23.8. În timpul dezintegrării β unul dintre neutronii nucleului matern se transformă într-un proton și un electron; electronul este radiat, iar protonul rămâne în nucleu (se formează un nucleu nou)



Facem totalurile

Radiația radioactivă a fost descoperită de către fizicianul francez A. Becquerel.

Majoritatea nuclizilor existenți în natură și a celor obținuți pe cale artificială sunt radioactivi: nucleele lor se dezintegrează liber, radiind microparticule și transformându-se în alte nuclee.

Felurile radiației radioactive		
Particulele α	Particulele β	Razele γ
un flux de nuclee de heliu	un flux de electroni	Unde electromagnetice
v_α de ordinul 10^7 m/s	v_β aproximativ $3 \cdot 10^8$ m/s	$v_\gamma = c = 3 \cdot 10^8$ m/s
$q_\alpha = +2e$	$q_\beta = -e$	nu au sarcină
Sunt oprite de o foaie de hârtie (0,1 mm)	Sunt oprite de o placă de aluminiu (1 mm)	Sunt oprite de un strat de beton (câțiva metri)

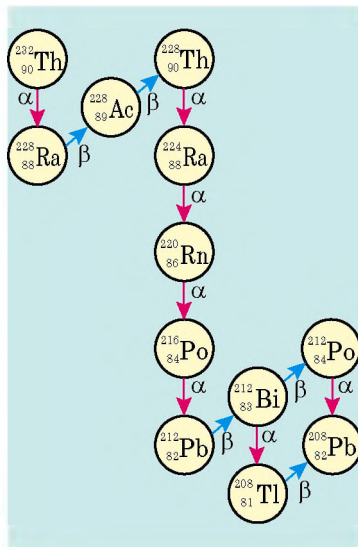


Fig. 23.9. Șirul radioactiv al toriului. Șirul începe cu Toriu-232, care se întâlnește în natură și se încheie cu Plumb-208, care este stabil (neradioactiv).



Întrebări pentru verificare

1. Cum a fost descoperită radioactivitatea? 2. Dați exemple de elemente radioactive naturale. 3. Descrieți experiența pentru studierea naturii radiației radioactive. 4. Ce feluri de radiație radioactivă cunoașteți? 5. Care este natura fizică a radiațiilor α ; β ; γ ? 6. Cum să ne apărăm de radiația radioactivă? 7. Dați definiția radioactivității. 8. Ce se întâmplă cu nucleul atomului în timpul radiației particulei α ? particulei β ?

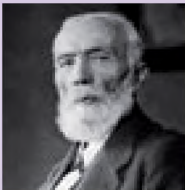


Exercițiul nr. 23

- Ce feluri de radiații radioactive au acționat asupra plăcii fotografice în experiențele lui A. Becquerel? Studiați două cazuri: a) crupele sării de uraniu sunt presărate direct pe hârtia neagră, în care este învelită placa; b) sarea de uraniu este pusă pe crucea de cupru, care la rândul său este așezată pe placa fotografică învelită în hârtie neagră.
- Lungimea de undă a radiației γ în vid este de 0,025 nm. Determinați frecvența ei.
- Folosind fig. 23.9, scrieți câteva reacții de dezintegrare, specifice pentru șirul radioactiv al toriului.
- În timpul dezintegrării radioactive a radiului (${}^{228}_{88}\text{Ra}$) din nucleul lui este radiată o particulă β . În nucleul cărui element se transformă în acest caz nucleul atomului de radiu? Scrieți ecuația reacției.
- Determinați masa particulei α , știind că masa protonului și masa neutronului sunt aproximativ egale cu $1,7 \cdot 10^{-27}$ kg. Care este energia cinetică a particulei α , dacă ea se mișcă cu viteza de $1,5 \cdot 10^7$ m/s?
- «Totul este otrăvă și totul este medicament – depinde de doză». Această frază aparține renumitului medic al Epocii Renașterii Paracelsus (numele adevărat – Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim (1493–1541)). Folosiți-vă de surse suplimentare de informații și aflați, cum radiația radioactivă dăunătoare se utilizează pentru tratarea bolnavilor.
- Avem 2 moli de uraniu și 2 moli de heliu. Câți atomi sunt în fiecare substanță?



Fizica și tehnica în Ucraina



Ivan Pavlovici Pulyui (1845–1918) – fizician ucrainean, electrotehnician, inventator. Încă cu 14 ani înaintea lui Wilhelm Röntgen el a construit tubul, care mai târziu a devenit prototipul aparatelor Röntgen moderne. I. P. Pulyui a analizat cu mult mai profund decât Röntgen natura și mecanismul apariției razelor X (ulterior ele au fost numite raze Röntgen) și de asemenea prin exemple a demonstrat esența lor.

I. P. Pulyui unul dintre primii a început construirea și confecționarea dispozitivelor cu vid, inclusiv și lampa cu descărcare fluorescentă – aparatul a devenit recunoscut și a intrat în istoria tehnicii ca «lampa lui Pulyui» (Pulujlampe). Imaginile în raze X, efectuate de către Pulyui cu ajutorul acestei lămpi, cel mai des au fost reeditate în revistele științifico-populare din Europa ca fiind neîntrecute după calitate pentru ilustrarea aplicării acestor raze în medicină.

Una dintre lucrările savantului – invenția patentată, care a dat posibilitatea de a folosi linia de transmisie a curentului alternativ pentru comunicația telefonică.

Numele lui I. P. Pulyui îl poartă universitatea tehnică națională din Ternopol. ANȘU a fondat premiul în numele lui Ivan Pulyui – pentru lucrări renumite în domeniul fizicii aplicate.

§ 24. ACTIVITATEA SUBSTANȚEI RADIOACTIVE. UTILIZAREA IZOTOPIILOR RADIOACTIVI

Se poate oare afla, care anume nucleu într-o anumită substanță radioactivă se va dezintegra primul? Care va fi următorul? Care se va dezintegra ultimul? Fizicienii afirmă, că de afla acest lucru e imposibil: dezintegrarea unuia sau a altuia nucleu al radionuclidului – eveniment întâmplător. Totodată comportarea substanței radioactive în general se supune unor legi bine determinate.

1 Aflăm despre perioada de semidezintegrare

Dacă se va lua o retortă închisă de sticlă, ce conține o anumită cantitate de radon-220, atunci se va constata, că aproximativ peste 56 s cantitatea radonului în retortă se va înjumătăți. Peste alte 56 s din rest tot va rămâne jumătate ș.a.m.d. Deci, e evident de ce intervalul de timp de 56 s a fost numit perioadă de semidezintegrare a radonului-220.

Perioada de semidezintegrare $T_{1/2}$ — este mărimea fizică, care caracterizează radionuclidul și este egală cu timpul, în decursul căruia se dezintegrează jumătate din cantitatea existentă de nucleu a radionuclidului dat.

Unitatea de măsură a perioadei de semidezintegrare în SI - **secunda**:

$$[T_{1/2}] = 1 \text{ s}$$

Fiecare nucleu radioactiv are perioada sa de semidezintegrare (vezi tab.).

? Mostră conține $6,4 \cdot 10^{20}$ atomi de iod-131. Câți atomi de iod-131 vor fi în mostră peste 32 de zile?

2 Dăm definiția activității sursei radioactive

? Și uraniul-238 și radiul-226 sunt α radioactive (nucleele lor se pot dezintegra spontan într-o particulă α și nucleul fiică corespunzător). Dacă cantitatea atomilor uraniului-238 și radiului-226 este aceeași, din care mostră în 1s va zbura mai multe particule α ?

Sperăm, că voi ați răspuns corect la întrebarea dată și, considerând că perioadele de semidezintegrare ale radionuclizilor dați se deosebesc aproape de 3 mln. de ori ați determinat, că în același timp în mostră radiului vor avea loc cu mult mai multe dezintegrări α decât în mostră uraniului.

Perioada de semidezintegrare a unor izotopi radioactivi

Radionuclidul	Perioada de semidezintegrare $T_{1/2}$
Iod-131	8 zile
Carbon-14	5700 ani
Cobalt-60	5,3 ani
Plutoniul-239	24 mlrd ani
Radiu-226	1600 ani
Radon-220	56 s
Radon-222	3,8 zile
Uraniu-235	0,7 mlrd ani
Uraniu-238	4,5 mlrd ani
Ceziu-137	30 ani

Mărimea fizică, care numeric este egală cu cantitatea de dezintegrări, care au loc într-o anumită sursă radioactivă într-o unitate de timp se numește activitate a sursei radioactive.

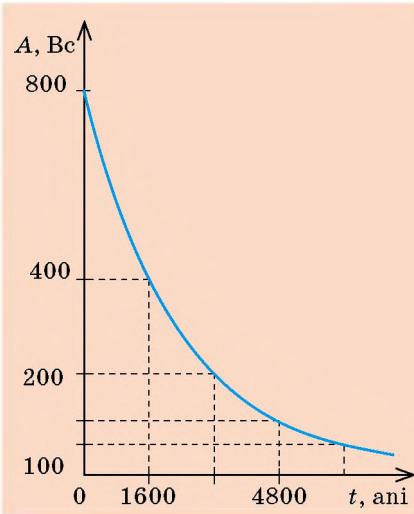
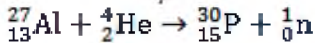


Fig. 24.1. Graficul dependenței activității radiului-226 de timp. Perioada de semidezintegrare a radiului-226 constituie 1600 ani

Istoria descoperirii izotopilor radioactivi artificiali

Primul izotop artificial radioactiv ($^{30}_{15}\text{P}$) a fost obținut la începutul anului 1934 de către familia *Frederic și Iren Jolio-Curie*. Iradiind alumiul cu particulele α , ei au observat emisia neutronilor, adică avea loc următoarea reacție nucleară:



Fizicianul italian *Enrico Fermi* și-a proslăvit numele său prin câteva descoperiri remarcabile. Însă cea mai înaltă decorație – Premiul Nobel – savantul a obținut-o pentru descoperirea radioactivității artificiale, provocată de bombardarea substanței cu neutroni lenți. Astăzi metoda iradierii cu neutroni este aplicată în industrie pentru obținerea izotopilor radioactivi.

Activitatea sursei radioactive se notează cu litera A ; *unitatea de măsură a activității în SI – becquerel-ul*.

1 Bc – este activitatea unei asemenea surse radioactive, în care în 1 s are loc 1 act de dezintegrare:

$$[A] = 1 \text{ Bc} = 1 \frac{\text{dez}}{\text{s}} = 1 \text{ s}^{-1}$$

1 Bc – este o activitate foarte mică, de aceea este folosită unitatea activității din afara sistemului SI – curie (Ci):

$$1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bc}$$

? În cinstea căror savanți sunt numite unitățile de măsură amintite? Ce descoperiri au făcut ei?

Dacă mostra conține atomi numai de un singur radionuclid, atunci activitatea acestei mostre poate fi determinată după formula:

$$A = \lambda N,$$

unde N – numărul de atomi ai radionuclidului în mostră la momentul dat de timp; λ – constanta dezintegrării radioactive a radionuclidului (mărimea fizică, care este caracteristica radionuclidului și este legată cu perioada de semidezintegrare cu corelația: $\lambda = \frac{0,69}{T_{1/2}}$; $[\lambda] = 1\text{s}^{-1}$).

Deoarece cu scurgerea timpului în mostra radioactivă cantitatea de nuclee ale radionuclizilor, care nu s-au dezintegrat scade, atunci se micșorează

3 Aflăm despre utilizarea izotopilor radioactivi

Prezența într-un anumit obiect ale radionuclizilor substanței poate fi observată după iradiere. Ați constatat deja, că activitatea radiației depinde de felul radionuclidului și cantitatea lui, care scade cu timpul. Toate acestea sunt puse la baza utilizării izotopilor radioactivi, pe care fizicienii s-au învățat a-i obține pe cale artificială. Astăzi pentru fiecare element chimic, care se întâlnește în natură sunt obținuți izotopi radioactivi.

Pot fi determinate două direcții de utilizare a izotopilor radioactivi.

1. *Utilizarea izotopilor radioactivi ca indicatori.* Radioactivitatea este un semn distinctiv, cu ajutorul căruia poate fi observată prezența elementului, urmărită comportarea elementului în timpul proceselor fizice și chimice etc. (vezi, de exemplu, fig. 24.2).
2. *Utilizarea izotopilor radioactivi ca surse de radiație γ* (vezi, de exemplu, fig. 24.3).

Vom mai examina câteva exemple.



Fig. 24.2. Pentru a stabili, cum plantele absorb îngrășămintele, la aceste îngrășăminte se adaugă izotopul radioactiv de fosfor, iar apoi se cercetează plantele în privința radioactivității și se stabilește cantitatea de fosfor absorbit

4 Utilizăm izotopii radioactivi pentru diagnosticarea bolilor

Organismul omului are proprietatea de a acumula în țesuturi anumite substanțe chimice. Se știe, de exemplu, că glanda teroidă acumulează în țesuturile sale iodul, țesutul osos – fosforul, calciul și stronțiu, ficatul – unii coloranți ș. a. Viteza de acumulare a substanței depinde de starea sănătății organului. De exemplu, se știe, că activitatea glandei teroide crește brusc în cazul bolii Basedov.

După cantitatea de iod în glanda teroidă e comod de urmărit cu ajutorul izotopului γ -radioactiv al lui. Proprietățile chimice ale iodului radioactiv și ale celui stabil nu se deosebesc, de aceea iodul-131 radioactiv se va acumula la fel ca și izotopul lui stabil.

Dacă glanda teroidă este normală, atunci după un anumit timp după introducerea în organism a iodului-131 radiația γ de la el va avea o anumită intensitate optimă. Dar iată dacă glanda teroidă funcționează cu abateri de la normă, atunci intensitatea radiației γ va fi anormal de înaltă sau invers-joasă.

E clar, că utilizând metodele de diagnostic menționate e necesar de a doza minuțios cantitatea preparatului radioactiv, pentru ca iradierea internă să provoace o influență negativă minimă asupra organismului omului.

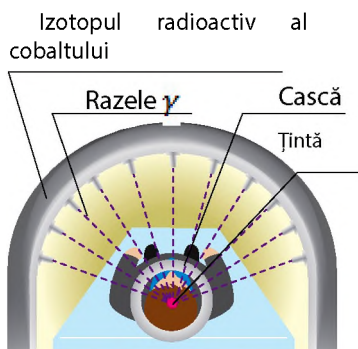


Fig. 24.3. Utilizarea radiației γ pentru tratarea tumorilor. Pentru ca razele γ să nu afecteze celulele sănătoase, se folosesc câteva fascicule slabe de raze γ , care se concentrează pe tumoare



Fig. 24.4. 1 g de carbon obținut de la un copac tânăr are activitatea de 14–15 Bc (radiază 14–15 Bc de particule β pe secundă). Peste 5700 de ani după moartea copacului cantitatea de dezintegrări β pe secundă se micșorează în jumătate

5 Determinăm vârsta obiectelor străvechi

În atmosfera Pământului permanent există o anumită cantitate de carbon β -radioactiv $^{14}_6\text{C}$, care se formează din azot în urma reacției nucleare cu neutroni. Acest izotop în componența dioxidului de carbon (CO_2) este absorbit de către plante, iar prin ele – de animale. Până când animalul sau planta sunt vii, conținutul carbonului radioactiv în ele se menține neschimbat. După moartea organismului cantitatea carbonului radioactiv începe să scadă, scade și activitatea radiației β . Știind, că perioada de semidezintegrare a carbonului $^{14}_6\text{C}$ constituie 5700 de ani, se poate determina vârsta descoperirilor arheologice (fig. 24.4).

6 Să aplicăm radiația γ în tehnică

O însemnătate deosebit de importantă în tehnică o au *detectorii de defecte gama*. Cu ajutorul acestor aparate se verifică, de exemplu, calitatea îmbinărilor sudate. Dacă meșterul, sudând balamalele la poartă omite o greșală, atunci peste un anumit timp balamalele vor cădea. Aceasta, bineînțeles, este neplăcut, însă situația poate fi reparată. Dar iată dacă a fost comisă o greșală în procesul sudării elementelor construcției unui pod sau a unui reactor nuclear, tragedia este inevitabilă. Datorită

faptului, că razele γ sunt absorbite în mod diferit de oțelul compact și de oțelul cu goluri, detectorul de defecte gama «vede» crăpăturile din interiorul metalului, deci scoate la iveală greșeala în etapa fabricării obiectului.

7 Nimicim microbii cu ajutorul radiației

Se știe, că o anumită doză de radiație omoară organismele. Doar nu toate organismele sunt folositoare omului. Astfel, medicii permanent lucrează asupra debarasării de microbi care provoacă boli. Amintiți-vă: în spitale se spală podeaua cu soluții speciale, iradiază încăperile cu radiație ultravioletă, prelucrează instrumentele medicale ș.a.m.d. astfel de proceduri se numesc dezinfecție și sterilizare.

Specificul radiației γ a permis de-a industrializa procesul de sterilizare (fig. 24.5). Așa o sterilizarea se efectuează în instalații create în mod special cu protecție sigură împotriva radiației.

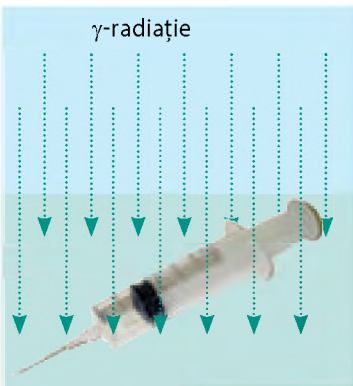


Fig. 24.5. Cea mai răspândită producție medicală: seringile, sistemele de transfuzie a sângelui și altele – înainte de-a fi transmise consumatorului sunt sterilizate minuțios cu ajutorul radiației γ

Ca drept sursă de raze γ - se folosesc izotopii cobaltului (${}_{27}^{60}\text{Co}$) și ceziului (${}_{55}^{137}\text{Cs}$).

8 Ne învățăm a rezolva probleme

Problemă. Determinați masa radiului-226, dacă activitatea lui constituie 5 Ci. Constanta dezintegrării radioactive a radiului-226 este egală cu $1,37 \cdot 10^{-11} \text{ s}^{-1}$.

Analiza problemei fizice, căutarea modelului matematic

Pentru rezolvarea problemei vom folosi formula pentru determinarea activității: $A = \lambda N$. Știind activitatea, aflăm cantitatea N a atomilor de radium. Masa substanței poate fi determinată, dacă cantitatea atomilor se va înmulți cu masa unui atom: $m = N \cdot m_0$.

Din cursul de chimie știți:

- 1 mol de substanță conține $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ atomi;
- Masa atomului $m_0 = \frac{M}{N_A}$, unde M - masa molară a substanței (masa a 1 mol)

Se dă:

$$\begin{aligned} A &= 5 \text{ Ci} = 5 \cdot 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bc} \\ \lambda &= 1,37 \cdot 10^{-11} \text{ s}^{-1} \\ N_A &= 6,02 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol} \\ M &= 226 \text{ g/mol} = \\ &= 226 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol} \end{aligned}$$

Rezolvarea

$$m = N \cdot m_0, \text{ unde } m_0 = \frac{M}{N_A}, \text{ deci, } m = N \cdot \frac{M}{N_A}.$$

$$\text{Deoarece } A = \lambda N, \text{ atunci } N = \frac{A}{\lambda}.$$

Vom înlocui expresia pentru N în expresia pentru masă:

$$m = \frac{A}{\lambda} \cdot \frac{M}{N_A} = \frac{AM}{\lambda N_A}.$$

Aflați:

m — ?

Verificăm unitatea de măsură, determinăm valoarea mărimii căutate:

$$[m] = \frac{\text{Bc} \cdot \text{kg/mol}}{\text{s}^{-1} \cdot \text{1/mol}} = \frac{\text{s}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}}{\text{s}^{-1} \cdot \text{mol}} = \text{kg}; m = \frac{5 \cdot 3,7 \cdot 10^{10} \cdot 226 \cdot 10^{-3}}{1,37 \cdot 10^{-11} \cdot 6,02 \cdot 10^{23}} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ (kg)}.$$

Răspuns: $m = 5,1 \text{ g}$.



Facem totalurile

Timpul, în decursul căruia se dezintegrează jumătate din cantitatea existentă a nucleelor radionuclidului dat se numește perioadă de semidezintegrare $T_{1/2}$. perioada de semidezintegrare este caracteristica radionuclidului.

Mărimea fizică, care numeric este egală cu cantitatea de dezintegrări, ce au loc într-o anumită sursă radioactivă într-o unitate de timp se numește activitatea sursei radioactive. Dacă sursa conține atomi numai a unui singur radionuclid, atunci activitatea A a sursei poate fi calculată după formula: $A = \lambda N$, unde N - cantitatea atomilor radionuclidului în mostră; λ - constanta dezintegrării radioactive a radionuclidului. Unitatea de măsură a activității în SI - becquerel (Bc). Cu timpul activitatea radionuclizilor scade și această proprietate se aplică pentru determinarea vârstei descoperirilor arheologice. Izotopii creați pe cale artificială sunt utilizați pentru sterilizarea instrumentelor medicale de unică folosință, diagnosticul și tratarea bolilor, depistarea defectelor în metale, ș.a.



Întrebări pentru verificare

1. Dați definiția perioadei de semidezintegrare. Ce caracterizează această mărime fizică? 2. Ce este activitatea sursei radioactive? 3. Care este unitatea de măsură a activității în SI? 4. Cum activitatea radionuclidului este legată de constanta dezintegrării ei? 5. Se va schimba oare cu timpul activitatea radionuclidului? Dacă se va schimba, atunci de ce și cum? 6. Dați exemple de utilizare ale izotopilor radioactivi.



Exercițiul nr. 24

1. Este dată aceeași cantitate de nuclee ale iodului-131, radonului-220 și uraniului-235. Care radionuclid are cea mai mare perioadă de semidezintegrare? Activitatea căruia radionuclid la momentul dat este cea mai mare? Argumentați răspunsul.
2. În mostră se conțin $2 \cdot 10^{20}$ atomi de iod-131. Determinați câți nuclee de iod vor dezintegra în mostră în decurs de o oră. Activitatea iodului-131 în decursul acestei ore de o considerat constantă. Constanta dezintegrării radioactive a iodului-131 este egală cu $9,98 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1}$.
3. Perioada de semidezintegrare a carbonului-14 radioactiv constituie 5700 ani. De câte ori s-a micșorat cantitatea atomilor de carbon-14 într-un pin, care a fost tăiat 17 100 ani în urmă?
4. Determinați perioada de semidezintegrare a radionuclidului, dacă în intervalul de timp de 1,2 s cantitatea nucleelor, care s-au dezintegrat constituie 75 % din cantitatea lor inițială.
5. La momentul dat de timp în mostra radioactivă se conține 0,05 mol de radon-220. Determinați activitatea radonului-220 în această mostră.
6. La momentul actual una dintre cele mai considerabile este cercetarea schimbului de substanțe în organismul omului cu ajutorul izotopilor radioactivi. În special, s-a constatat, că într-un timp comparativ mic organismul aproape complet se restabilește. Folosiți-vă de surse suplimentare de informații și aflați despre aceste cercetări mai multe.

Fizica și tehnica în Ucraina

Centrul Național de știință «Institutul fizico-tehnic din Harkiv» (INȘ IFTH) – centru recunoscut în întreaga lume în domeniul științelor fizice. Instituția a fost creată în anul 1928 după inițiativa academicianului A. F. Ioffe ca institut fizico-tehnic ucrainean cu scopul cercetărilor în domeniul fizicii nucleare și fizicii corpului solid.

Deja în anul 1932 la institut a fost obținut un rezultat extraordinar – a fost realizată descompunerea nucleului atomului de Litiu. Ulterior în condiții de laborator au fost obținuți hidrogenul și heliul lichid, a fost construit primul radiolocator tridimensional, efectuate primel cercetări ale tehnicii supravidate, ceea ce a dat un imbold în dezvoltarea unei direcții fizico-tehnice noi – metalurgiei cu vid. În timpul de după război savanții institutului au jucat un rol important în rezolvarea problemei de utilizare a energiei nucleare.

În diferiți ani la INȘ IFTH au lucrat renumiții fizicieni: I. V. Obremov, L. D. Landau, I. V. Curciatov, C. D. Săneliniov, L. V. Șubnicov, O. I. Leipunsichii, E. M. Lifșiți, I. M. Lifșiți, A. C. Valiter, B. G. Lazarev, D. D. Ivanenco, A. I. Ahiezer, V. E. Ivanov, I. B. Fainberg, D. V. Volcov ș. a. Școlile de știință create la institut sunt recunoscute în întreaga lume.

La INȘ IFTH este situat cel mai puternic din CSI accelerator de electroni, și de asemenea o mulțime de complexe termonucleare «Uragan».

Directorul general al centrului – renumitul fizician ucrainean, academicianul ANȘU M. F. Șuliga.



§ 25. ACȚIUNEA IONIZATOARE A RADIAȚIEI RADIOACTIVE. FONDUL RADIOACTIV NATURAL. DOZIMETRE

Radiația radioactivă poate fi destul de periculoasă pentru organisme. Din acest paragraf veți afla, de ce e așa, cu ajutorul căror aparate se poate măsura nivelul de radiație, de ce nivel trebuie să ne ferim, iar de care putem fi liniștiți.

1 Aflăm despre influența radiației ionizate asupra organismului

Radiațiile radioactive α , β , și γ efectuează o influență considerabilă asupra organismelor vii. Nimerind într-o oarecare substanță, radiația radioactivă îi transmite energie. Ca urmare a absorbirii acestei energii unii atomi și unele molecule ale substanței se ionizează (fig. 25.1), ceea ce are ca consecință schimbarea activității chimice a lor, se formează compuși chimici noi extrem de activi.

Activitatea vitală a oricărui organism este asigurată de către reacțiile chimice, care decurg în celulele lui, de aceea iradierea radioactivă puternică aduce la dereglarea funcțiilor aproape ale tuturor organelor: crește fragilitatea și permeabilitatea vasculară, scade rezistența organismului, are loc defectarea tractului gastro-intestinal, se dereglează funcțiile organelor hematopoietice, celulele normale se transformă în maligne.

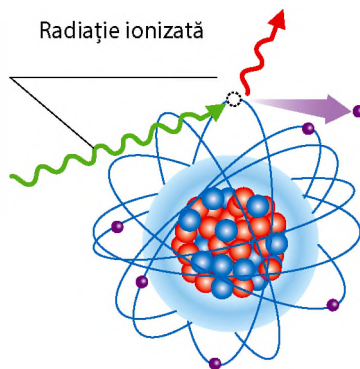


Fig. 25.1. Ca urmare a absorbirii radiației ionizate electronul zboară din atom și atomul se transformă în ion pozitiv

2 Caracterizăm radiația ionizată

E clar, că cu cât este mai mare energia iradiată absorbită de o substanță, cu atât este mai mare influența acestei radiații asupra substanței.

Raportul energiei radiației ionizate W absorbite de substanță către masa acestei substanțe m se numește doză absorbită de radiație ionizată (D):

$$D = \frac{W}{m}$$

Unitatea de măsură a dozei absorbite de radiație ionizată în SI – **grey** –ul în cinstea fizicianului englez L. Gray (fig. 25.2)):

$$[D] = 1 \text{ Gr} = 1 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$



Fig. 25.2. Luix Garold Gray (1905–1965) – fizician englez, a lucrat asupra problemelor legate cu influența iradierii sistemelor biologice, fondatorul radiobiologiei

Coeficienții calității radiației ale unor tipuri de radiație ionizată

Tupul radiației	Coeficienții calității radiației (K)
Radiația α	20
Radiația β	1
Radiația γ	1
Neutronii	5–10
Protonii	5

Influența biologică a diverselor tipuri de radiații asupra organismelor este aceeași în cazul absorbirii aceluiași doze. De exemplu, pentru aceeași energie radiația α este cu mult mai periculoasă decât radiația β .

Mărimea fizică, care caracterizează influența biologică a dozei absorbite de radiație ionizată se numește doză echivalentă de radiație ionizată (H).

$$H = K \cdot D$$

unde D – doza absorbită; K – coeficientul calității, care caracterizează pericolul tipului dat de radiație: cu cât este mai mare coeficientul calității, cu atât este mai periculoasă radiația (vezi tab.).

unitatea de măsură a dozei echivalente în SI – zivertul (în cinstea savantului suedez R. M. Zivert (fig. 25.3)):

$$[H] = 1 \text{ Zv}$$

3 Descoperim particularitățile influenței radiației

Leziunile organismelor, cauzate de influența radiației au o serie de particularități.

În primul rând, cele mai sensibile la radiație sunt acele celulele, care repede se divid. Astfel, prima simte acțiunea radiației radioactive măduva oaselor, ca urmare se dereglează procesul formării sângelui.

În al doilea rând, diferite tipuri de organisme au sensibilitate diferită la radiația radioactivă (fig. 25.4). Cele mai rezistente la radiație sunt cele monocelulare.

În al treilea rând, consecințele influenței aceleiași doze absorbite de radiație depind de vârsta organismului.

Vom menționa, că în afară de iradiere există și pericolul iradierii interne, doar radionuclizii pot nimeri în organism, de exemplu, cu mâncarea și cu apa. Pericolul sporit al iradierii interne este condiționat de câteva pricini.

În primul rând, unele radionuclide sunt capabile să aleagă locul acumulării în unele organe. De exemplu, 30 % de iod se acumulează în glanda tiroidă, a cărei masă constituie numai 0,03 % din masa corpului uman. Iodul radioactiv, astfel, toată energia se dă unui volum mic de țesut.



Fig. 25.3. Rolf Maximilian Zivert (1896 – 1966) – savant suedez. A lucrat în domeniul fizicii medicinale, a cercetat influența radiației asupra sistemelor biologice

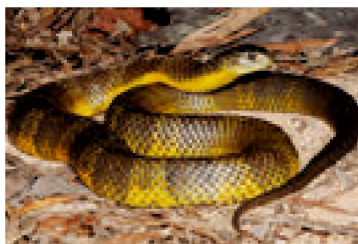


Fig. 25.4. Șerpii sunt foarte rezistenți la radiații. Unii dintre ei pot rezista la radiații radioactive până la 150 Gr

În al doilea rând, radiația internă este durabilă: radionuclidul, care a nimerit în organism nu degrabă este eliminat din el, ci suferă o serie de transformări în interiorul organismului. În acest caz apare radiația radioactivă, care efectuează acțiuni de ruinare, ionizând moleculele și într-un astfel de mod modifică activitatea lor biochimică.

4 Aflăm despre fondul radioactiv

Toți oamenii de pe Pământ sunt expuși influenței radiației, doar în orice localitate permanent există un anumit *fond radioactiv* (fig. 25.5).

Fondul radioactiv al Pământului este constituit din câteva componente: radiația cosmică; radiația emisă de radionuclizii naturali, care se conțin în scoarța terestră, aer și în alte obiecte ale mediului ambiant; radiația izotopilor radioactivi artificiali.

Radiația radionuclizilor naturali și radiația cosmică formează fondul radioactiv natural.

Ca urmare a activității omului fondul radioactiv al Pământului s-a mărit considerabil – a avut loc sporirea tehnogenă a fondului radioactiv. Exemplu a unei astfel de activități a omului – dobândirea bogățiilor subpământesti, care conțin o cantitate sporită de radionuclizi. Astfel, conținut mare de izotopi radioactivi naturali este în granit. Mai departe construim lăncșorul. Piatra spartă de granit este component al betonului, din care se construiesc case.

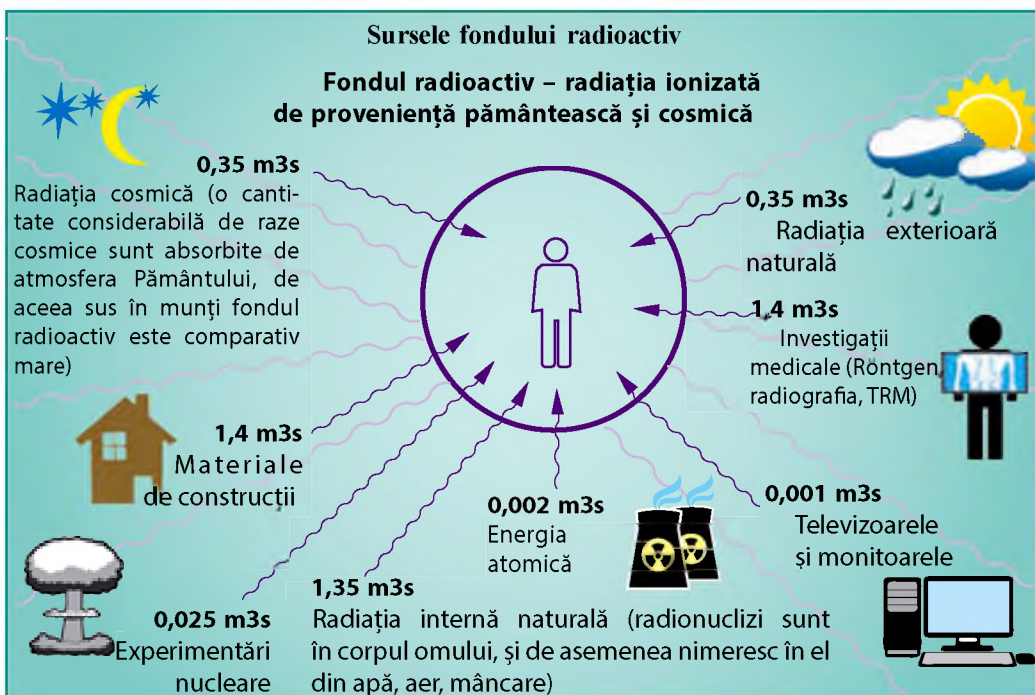


Fig. 25.5. Dozele echivalente medii de radiație ionizată, pe care le primește omul în decursul unui an de la unele surse de radiație

Așadar, fondul radioactiv sporit trebuie căutat în primul rând în interiorul clădirilor construite din beton, mai ales în încăperile închise, care nu se aerisesc (concentrația radonului în încăperile închise este în medie de opt ori mai mare decât în mediul exterior).

? Analizați fig. 25.5. de la care surse omul primește cea mai mare doză de radiație? Oare este considerabilă influența radiației legată de dezvoltarea energeticii atomice?

5 Facem cunoștință cu dozimetrul

Viața pe Pământ a apărut și se dezvoltă în condițiile acțiunii permanente ale radiației. De aceea fondul radioactiv natural nu influențează radical asupra vieții și sănătății oamenilor. Cercetările radiobiologice moderne arată, că pentru dozele, care corespund fondului radioactiv 1-2 mZv pe an, acțiunea radiației nu dăunează omului și sănătății lui.

Însă chiar și o mărire nu mare a nivelului de radiație poate provoca defecte genetice, care, posibil vor ieși la iveală în starea sănătății copiilor și nepoților persoanei, care a fost iradiată. De exemplu, doza echivalentă de radiație de 1 Zv, obținută în decursul a câteva ore provoacă schimbări periculoase în sânge, iar în cazul dozei de 3-5 Zv provoacă decesul. De aceea lucrătorii, care au de aface cu radiația sau un timp anumit se află pe teritoriul poluat radioactiv neapărat se folosesc de *dozimetre*.

Dozimetrul – aparat pentru măsurarea dozei de radiație ionizată, primită de aparat (și de persoana, care se folosește de el) într-un anumit interval de timp, de exemplu în perioada aflării pe un anumit teritoriu sau în decursul unui schimb de lucru.

Dispozitivele pentru măsurarea intensității radiației ionizate de la o anumită sursă (lichid, gaz, suprafață poluată) se numesc **radiometre** (sau *dozimetre de tipul doi*) (fig. 25.6, a).

Principala componentă a oricărui dozimetru este detectorul – dispozitivul, care servește pentru a înregistra radiația ionizată (vezi fig. 25.6, b). În cazul nimeririi radiației ionizate pe detector apar semnale electrice (impulsuri de curent sau tensiune), pe care le socoate dispozitivul de măsurare. Datele despre doza radiației ionizate sunt transmise dispozitivului de ieșire (apar pe vizualizorul dozimetrului); informația despre sporirea radiației poate fi reprezentată prin iluminare, semnal sonor, etc.

În organismul omului se conțin în jur de $3 \cdot 10^{-3}$ g de potasiu și $6 \cdot 10^{-9}$ g de radium. Ca urmare în organismul omului în fiecare secundă au loc 6 mii de dezintegrări β și 220 de dezintegrări α .

Încă 2500 de dezintegrări β în fiecare secundă au loc datorită carbonului radioactiv.

În general în corpul omului în fiecare secundă au loc 10 000 acte de dezintegrare.



Facem totalurile

Nimerind în substanță, radiația radioactivă îi transmite energie. Ca rezultat unii atomi și molecule ale substanței se ionizează, se modifică activitatea lor chimică.

Deoarece viața organismelor se bazează pe reacțiile chimice, atunci radiația radioactivă exercită o acțiune biologică.

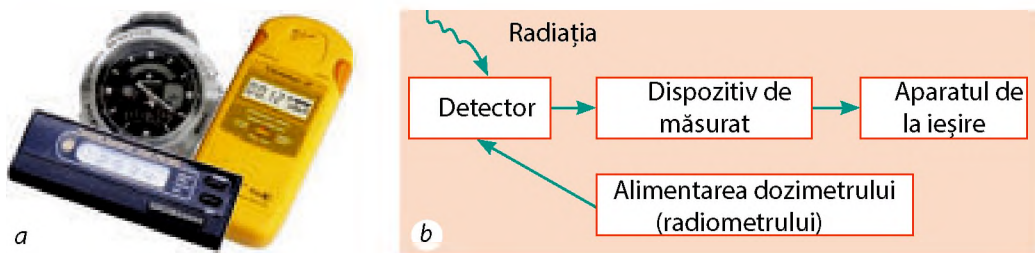


Fig. 25.6. Dozimetre casnice (radiometre): a – aspectul; b – schema-bloc tipică

Raportul energiei radiației ionizate W absorbită de substanță de masă a acestei substanțe m se numește doză absorbită de radiație ionizată D : $D = W/m$. Acțiunea biologică a radiației ionizate depinde atât de doza absorbită, cât și de particularitățile radiației însăși; caracteristica influenței biologice este doza echivalentă a radiației ionizate: $H = KD$, unde K coeficientul calității.

Unitatea de măsură a dozei de radiație ionizată în SI – gray (Gr), unitatea de măsură a dozei echivalente – zivert (Zv). Pentru măsurarea dozelor de radiație ionizată se folosește dozimetrele.

Pe suprafața Pământului se înregistrează un anumit nivel de radiație – fondul radioactiv, care este compus din radiația cosmică, radiația radionuclizilor naturali și izotopilor radioactivi artificiali.



Verificați-vă cunoștințele

1. În ce constă acțiunea biologică a radiației asupra organismelor? 2. Dați definiția dozei absorbite de radiație ionizată. Care este unitatea ei de măsură în SI? 3. Cum se calculează doza echivalentă de radiație ionizată? Care este unitatea ei de măsură în SI? 4. Care sunt particularitățile influenței radiației? Prin ce este condiționat pericolul sporit al radionuclizilor, care au nimerit în organism? 5. Numiți cauzele influenței permanente a radiației, indiferent de locul de trai. 6. Ce este fondul radioactiv? Din care componente el este compus? 7. Numiți sursele fondului radioactiv al Pământului. 8. Pentru ce sunt destinate dozimetrele? Care este principiul lor de lucru?



Exercițiul nr. 25

1. Vă aflați în apropierea unei surse de radiație α . Cum vă puteți proteja de influența dăunătoare a radiației?
2. În rezultatul iradierii exterioare un lucrător al laboratorului în fiecare secundă primește o doză absorbită de radiație ionizată, care este egală cu $2 \cdot 10^{-9}$ Gr. Ce doză absorbită primește lucrătorul în decursul unei ore?
3. În timpul iradierii interne fiecare gram de țesut viu a absorbit 10^8 de particule α . Determinați doza echivalentă de radiație, dacă energia fiecărei particule α este egală cu $8,3 \cdot 10^{-13}$ J.

4. Ce doză echivalentă de radiație ionizată primește o persoană, care se află în apropierea sursei de radiație γ în decurs de 1 oră, dacă în fiecare secundă ea primește o doză absorbită de $25 \cdot 10^{-9}$ Gr?
5. Există ipoteza, că omenirea a apărut datorită mutațiilor, care a avut loc la maimuțe în urma acțiunii radiației radioactive. Folosindu-vă de surse suplimentare de informații, aflați mai multe despre această ipoteză. Oare se poate fi de acord cu ea? Argumentați răspunsul.



Însărcinare experimentală

Dacă aveți posibilitatea folosiți-vă de dozimetru, măsurați fondul radioactiv în diferite puncte ale locuinței voastre, în apropierea pavajelor din granit, în case din beton, din cărămidă și din lemn, în subsolul casei, la etajul întâi. Explicați rezultatele cercetărilor voastre.



§ 26. REACȚIA NUCLEARĂ ÎN LANȚ. REACTORUL NUCLEAR

«...Epocile anterioare au primit denumirea de la anumite materiale: a fost epoca de piatră, de bronz, de fier. Însă nici una din ele nu s-ar fi realizat dacă omul n-ar fi știut focul. Adevărata bogăție a lumii – energia lui», – scria Frederic Soddy (1877-1956) în cartea sa «Materia și energia». Al XX-lea secol poate fi numit cu fermitate atomică, doar anume în acest secol omul a descoperit și a început să stăpânească energia nucleului atomic. Însă, cum ajută cercetările fizicii nucleare pentru asigurarea omenirii cu energie veți afla din acest paragraf.



Aflăm despre împărțirea nucleelor grele și reacția nucleară în lanț

La sfârșitul anului 1938 radiochimistii germani Otto Hahn (1879-1968) și Fritz Strassmann (1902-1980) efectuau experimente de iradiere ale uraniului cu neutroni. Pentru marea surprindere a savanților, în timpul experiențelor a fost obținut bariul și alte elemente din partea de mijloc al Sistemului periodic al elementelor chimice a lui D. I. Mendeleev.

Explicând rezultatele experiențelor surprinzătoare pentru învățații din vremea aceea radiochimistul australian Lise Meitner (1878-1968) și fizicianul englez Otto Frisch (1904-1979) au ajuns la concluzia, că nucleul de uraniu (nucleu greu), absorbind un neutron, «crapă» – se descompune în nuclee mai ușoare.

Astfel a fost descoperită **fisiunea nucleului** – *divizarea nucleului atomului greu în două nuclee (mai rar trei), care se numesc fragmente ale fisiunii* (fig. 26.1)*.

* În anul 1945 pentru descoperirea fisiunii nucleelor atomice grele Otto Hahn a primit Premiul Nobel pentru chimie.

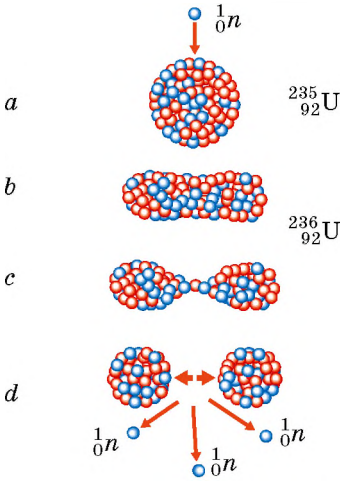


Fig. 26.1. Schema fisiunii nucleului de uraniu. Absorbând neutronul (a), nucleul de uraniu se excită și obține o formă alungită (b); treptat întinzându-se (c), nucleul nou instabil se descompune în două fragmente (d)

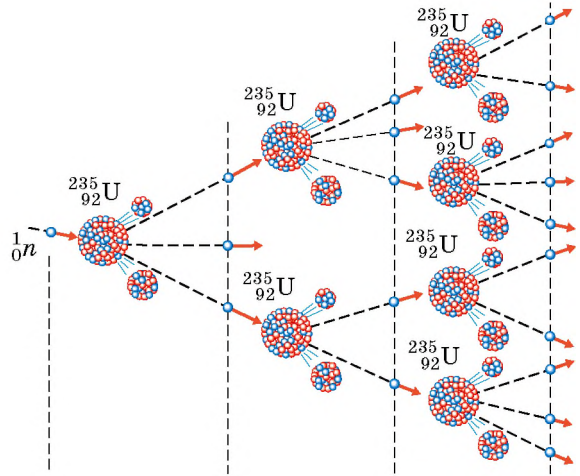


Fig. 26.2. Reprezentarea schematică a reacției nucleare în lanț: în timpul unui act de fisiune a nucleului de uraniu se emit 2 sau 3 neutroni, datorită cărora și se dezvoltă reacția nucleară în lanț

? Examinați fig. 26.1 și explicați, de ce fragmentele zboară cu viteză foarte mare. Sugerție: forțele nucleare (forțe de atracție, care mențin nucleonii în interiorul nucleului) sunt de scurtă durată, iar forțele electrostatice (coulombiene) – de lungă durată.

Dacă ați studiat atent schema din fig. 26.1, atunci, probabil, ați atras atenția asupra faptului, că în timpul fisiunii nucleului de uraniu în afară de fragmente ale fisiunii se emit neutroni. Acești neutroni pot cauza fisiunea altor nuclee de uraniu, care la rândul său la fel vor emite neutroni, ce sunt capabili să provoace fisiunea următoarelor nuclee ș.a.m.d. numărul de nuclee, ce se descompun repede va crește – în mostra de uraniu va avea loc **reacția nucleară în lanț** (fig. 26.2).

Foarte important este faptul că reacția nucleară în lanț este însoțită de degajarea unei cantități considerabile de energie. În timpul fisiunii unui nucleu de uraniu se degajă numai $3,2 \cdot 10^{-11}$ J de energie, însă dacă vor fisiona toate nucleele, care se conțin, de exemplu, într-un mol de uraniu (235 g de uraniu; $6,02 \cdot 10^{23}$ nuclee), energia, care se va degaja va fi egală aproximativ cu $19,2 \cdot 10^{12}$ J. Aceași cantitate de energie se va degaja, dacă se va arde, de exemplu 450 t de petrol.

2 Facem cunoștință cu construcția reactorului nuclear

Reacția de fisiune în lanț, care are loc în uraniu și în altele câteva elemente este baza pentru transformarea energiei nucleare în termică și electrică. Amintiți-vă: în timpul reacției în lanț permanent apar noi și noi fragmente de nuclee, care se mișcă cu o viteză mare. Dacă am scufunda în apă rece o bară de uraniu, atunci fragmentele se vor ciocni cu moleculele de apă și le vor ceda lor energia sa.

Ca urmare apa rece se va încălzi sau chiar se va transforma în vapori. Anume astfel funcționează reactorul nuclear, în care energia nucleară se transformă în termică.

Reactorul nuclear – dispozitivul, destinat pentru realizarea reacției dirijate de fisiune în lanț, care întotdeauna este însoțită de degajarea energiei.

În reactoarele nucleare (fig. 26.3) combustibilul nuclear (uraniu sau plutoniu) este amplasat în interiorul așa-numitelor elemente exotermice (EExTce). Produsele fisiunii încălzesc învelișurile EExTce, și ei transmit energia apei, care în cazul dat este agent termic. Energia obținută se transformă ulterior în electrică (fig. 26.4) asemănător cu aceea, cum se întâmplă la centralele termoelectrice obișnuite.

Pentru a dirija reacția nucleară și a exclude probabilitatea exploziei, se folosesc barele de reglare, confecționate din material, care bine absorb neutronii. Astfel, dacă temperatura în reactor crește, barele în mod automat se scufundă în intervalele dintre EExTce-uri, ca rezultat cantitatea de neutroni ce intră în reacție scade și reacția în lanț este încetinită.

3 Aflăm despre reacția termonucleară

Noi am stabilit, că în urma fisiunii nucleelor grele se formează elemente din porțiunea mijlocului Sistemului periodic al elementelor chimice a lui D. I. Mendeleev și se degajă energie (fig. 26.5, a). Această energie se numește nucleară, doar ea este «ascunsă» în nucleul atomului. Evident, că dacă ne-ar veni ideea de a uni din nou fragmentele de fisiune, atunci ar fi trebuit să se consume aceeași energie.

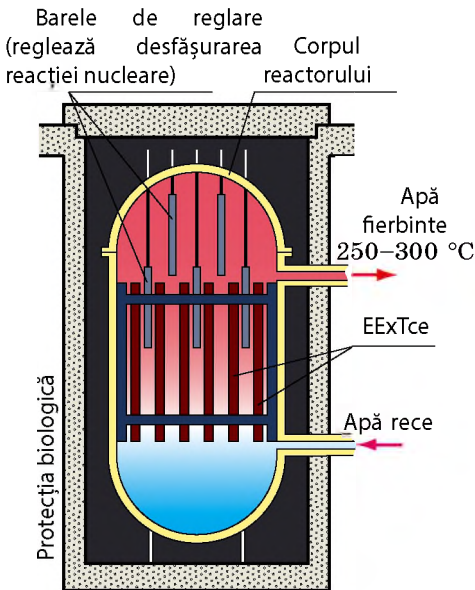


Fig. 26.3. Schema construcției reactorului nuclear

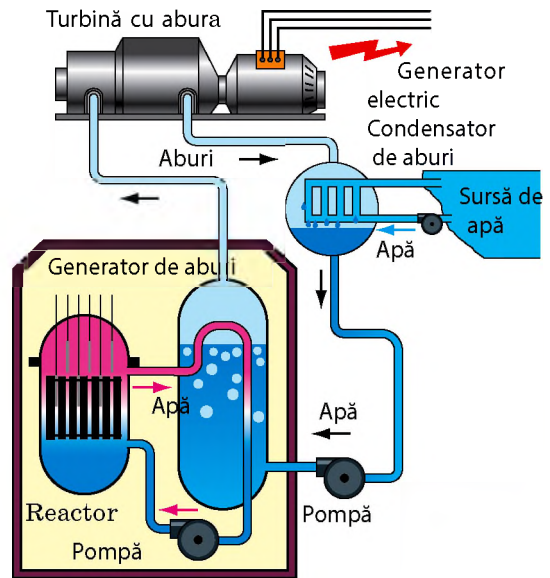


Fig. 26.4. Principiul de funcționare al centralelor atomoelectrice

7 Amintiți-vă, pe care lege fundamentală se bazează ultima afirmație.

Dar iată dacă se va lua nucleele izotopilor ușori, de exemplu nucleul de deuteriu și nucleul de tritiu, atunci în urma combinării energiei se va degaja* (fig. 26.5, b).

Reacția de îmbinare a nucleelor ușoare în mai grele, care are loc la temperaturi foarte înalte (peste 10^{70}C) și este însoțită de degajarea energiei se numește sinteză termonucleară.

Temperaturile înalte, adică energiile cinetice mari ale nucleelor, sunt necesare pentru aceea, ca să fie învinse forțele de respingere electrică ale nucleelor (particulelor încărcate la fel). Fără aceasta este imposibil să se apropie nucleele ușoare la astfel de distanțe, la care încep să acționeze forțele nucleare de atracție.

În natură reacțiile termonucleare au loc în interiorul stelelor, unde izotopii de hidrogen se transformă în heliu (vezi fig. 26.5, b). Astfel, pe contul reacțiilor termonucleare, ce au loc în interiorul Soarelui, el în fiecare secundă emite în spațiul cosmic $3,8 \cdot 10^{26}$ J de energie. Aceasta este o energie colosală – pentru a o obține trebuie să fie ars de mii de ori mai mult cărbune, decât au toate rezervele cunoscute ale Pământului.

Reacțiile termonucleare – sursă de energie aproape nesecată. Fizicienii deja s-au învățat a crea condiții pentru apariția unor astfel de reacții, dar iată aplicarea lor pe scară industrială până când rămâne la nivelul experimentelor.

4 Ne învățăm a rezolva probleme

Problemă. Determinați masa uraniului-235, pe care o pierde în decursul unei zile reactorul centralei atomoelectrice, dacă puterea electrică de ieșire a blocului corespunzător al centralei electrice constituie 1000 MW, iar randamentul lui – 30 %. Masa unui nucleu de uraniu-235 este egală cu $3,9 \cdot 10^{-25}$ kg, iar în timpul fiecărui act de fisiune se degajă $3,2 \cdot 10^{-11}$ J de energie.

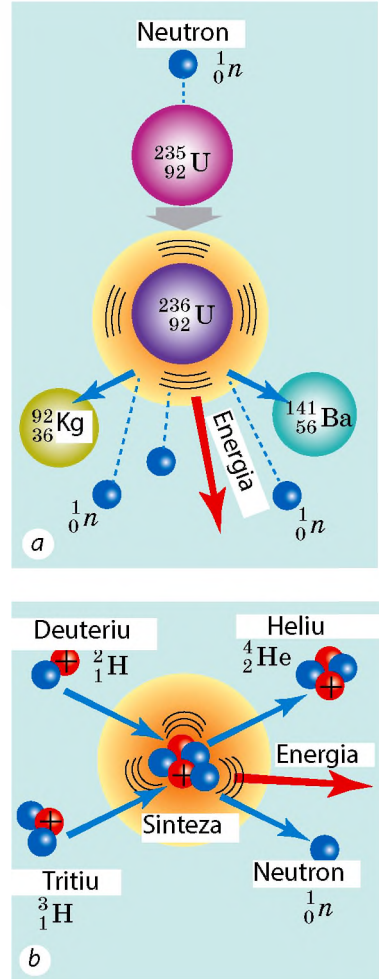


Fig. 26.5. Și fisiunea nucleelor grele (a) și sinteza nucleelor ușoare (b) sunt însoțite de degajarea energiei

*Această proprietate se explică prin energia specifică de legătură diferită pentru nucleele atomice, despre care veți afla, studiind fizica în clasele superioare.

Analiza problemei fizice, căutarea modelului matematic

Pentru rezolvarea problemei ne vom folosi de definiția randamentului: $\eta = \frac{E_{util}}{E_{total}}$.

Aici E_{util} – energia electrică, pe care o produce blocul centralei atomoelectrice în decursul zilei: $E_{util} = P_{util} \cdot t$ (timpul t este dat în secunde); $E_{total} = E_0 \cdot N$, unde E_0 – energia, care se degajă în timpul dezintegrării unui atom, N – numărul de nuclee, care au fisionat.

Vom reprezenta numărul de nuclee în combustibilul nuclear de uraniu prin masa combustibilului (m) și masa unui nucleu (m_0): $N = \frac{m}{m_0}$.

Sedă:

$$t = 1 \text{ zi} = 1 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}$$

$$P_{util} = 1000 \text{ MW} = 1 \cdot 10^9 \text{ W}$$

$$\eta = 30\% = 0,3$$

$$m_0 = 3,9 \cdot 10^{-25}$$

$$E_0 = 3,2 \cdot 10^{-11} \text{ kg}_j$$

Să se afle:

m – ?

Rezolvarea

Conform definiției randamentului: $\eta = \frac{E_{util}}{E_{total}}$ unde

$$E_{util} = P_{util} \cdot t; E_{total} = E_0 \cdot N = \frac{E_0 \cdot m}{m_0}$$

Vom înlocui expresiile pentru determinarea E_{util} și E_{total} în formula pentru randament. Avem:

$$m = \frac{P_{util} \cdot t \cdot m_0}{E_0 \cdot \eta}$$

Din ultima formulă aflăm $m = \frac{P_{cor} \cdot t \cdot m_0}{E_0 \cdot \eta}$.

Verificăm unitatea de măsură, determinăm valoarea mărimii căutate:

$$\eta = \frac{E_{util}}{E_{total}} [m] = \frac{\text{W} \cdot \text{s} \cdot \text{kg}}{\text{J}} = \frac{\text{J/s} \cdot \text{s} \cdot \text{kg}}{\text{J}} = \frac{\text{J} \cdot \text{kg}}{\text{J}} = \text{kg}$$

$$m = \frac{1 \cdot 10^9 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 3,9 \cdot 10^{-25}}{3,2 \cdot 10^{-11} \cdot 0,3} = \frac{10^9 \cdot 24 \cdot 36 \cdot 10^2 \cdot 39 \cdot 10^{-25}}{32 \cdot 10^{-12} \cdot 3} = 3,5 \text{ (kg)}.$$

Răspuns: $m = 3,5 \text{ kg}$.

Reiese, că chiar și un bloc al centralei atomoelectrice produce mai multă energie, decât consumă un oraș mare. Într-adevăr, în decurs de o zi un bloc al centralei atomoelectrice produce: $E_{util} = P_{util} \cdot t = 1000 \text{ MW} \cdot 24 \text{ ore} = 24\,000 \text{ MW} \cdot \text{oră}$ de energie, iar de exemplu, Kievul în zilele de vară consumă $300 \text{ MW} \cdot \text{oră}$.



Facem totalurile

Absorbția neutronului de către nucleul de uraniu poate cauza fisiunea nucleului. Această reacție este însoțită de eliberarea neutronilor, care se conțin în nucleu, iar aceștia la rândul lor, pot cauza fisiunea altor nuclee de uraniu – va avea loc reacția nucleară în lanț, care este însoțită de degajarea energiei colosale. Procesul de transformare al energiei nucleare în cea termică are loc în reactoarele nucleare – dispozitive, destinate pentru realizarea reacției nucleare în lanț dirijate.

Cu degajarea energiei este însoțit și procesul de sinteză al nucleelor ușoare. O astfel de reacție a primit denumirea de termonucleară, deoarece pentru începutul ei este necesară o temperatură foarte înaltă. Reacțiile termonucleare de sinteză au loc în interiorul stelelor. Astăzi savanții lucrează asupra creării reactoarelor termonucleare – dispozitive, destinate pentru obținerea energiei pe baza reacției termonucleare de sinteză, care are loc în plasmă la temperaturi foarte înalte (de peste 10^{70}C).



Verificați-vă cunoștințele

1. Ce fel de procese se petrec în urma absorbției neutronului de către nucleul de uraniu? 2. Descrieți mecanismul reacției nucleare în lanț. 3. Ce transformări de energie au loc în reactoarele nucleare? 4. Cum funcționează centrala atomoelectrică? 5. Care proces se numește sinteză termonucleară? 6. De unde se «ia» energia stelei?



Exercițiul nr. 26

1. Într-o zi senină însorită pe fiecare 1 m^2 de suprafață orizontală deschisă în fiecare secundă nimereste 650 J de energie solară. Câtă energie solară într-o oră nimereste pe acoperișul clădirii, aria acoperișului căreia este egală cu 100 m^2 ? Câte (în kilograme) lemne uscate trebuie de ars, pentru a obține aceeași cantitate de energie, ce nimereste pe acoperișul clădirii de la Soare (căldura specifică de ardere a lemnului uscat – 10 MJ/kg)? Gândiți-vă, unde vă pot fi de folos asemenea calcule.
2. Ce cantitate de energie poate fi obținută de la fisiunea 1 g de uraniu-235, dacă în timpul fisiunii fiecărui nucleu se degajă energia, care este egală cu $3,2 \cdot 10^{-11}\text{ J}$?
3. Puterea unui spărgător de gheață nuclear – $80\ 000\text{ kW}$. Consumul de către reactor a uraniului - 235 constituie 500 g pe zi. Determinați randamentul reactorului.
4. Folosiți-vă de surse suplimentare de informații și aflați, când și unde a fost realizată prima reacție nucleară în lanț dirijată; când și unde a fost creat primul reactor nuclear industrial; există oare pe planeta noastră locuri, unde are loc reacția nucleară în lanț naturală.

Fizica și tehnica în Ucraina

Institutul cercetărilor nucleare al ANȘU (Kiev) – instituție științifică de frunte în domeniul fizicii nucleare și energeticii atomice. Institutul a fost creat în anul 1970 pe baza catedrelor nucleare ale Institutului de fizică al AȘ a URSS.

Întemeietorul și primul director al institutului a fost academicianul ANȘU M. V. Pasicinic. Ulterior instituția a fost condusă de către academicianul O. F. Nimeți, academicianul V.I. Slisenco.

Principalele direcții de lucru ale institutului – cercetările fundamentale și aplicate ale fizicii nucleare ale energiilor joase și medii, fizicii reactoarelor, teoriei nucleului, plasmelor nucleare, și de asemenea interacțiunii neutronilor, protonilor, deuteronilor, particulelor α și nucleelor grele cu nucleele aproape ale tuturor elementelor Sistemului periodic al elementelor chimice a lui D. I. Mendeleev.

Sub conducerea savanților renumiți la institut s-au format renumitele școli științifice: de fizică neutronică, de fizică a reacțiilor nucleare cu particulele încărcate, de teorie microscopică a nucleului, spectroscopie optică, fizică neaccelerată a particulelor elementare.

Învățații institutului au jucat un rol important în înlăturarea urmărilor accidentului de la CAE de la Cernobâl.

§ 27. ENERGETICA ATOMICĂ A UCRAINEI. PROBLEMELE ECOLOGICE ALE ENERGETICII ATOMICE

Marele avantaj al combustibilului nuclear față de cel tradițional (gazul, petrolul, cărbunele) constă în aceea, că eficacitatea energetică a combustibilului nuclear este de milioane de ori mai înaltă (de 2 mln. ori mai înaltă decât a petrolului, de 3 mln. ori – decât a cărbunelui). În afară de aceasta resursele de combustibil nuclear sunt de zeci de ori mai multe decât tipurile hidrocarbonate de combustibil, iar arderea lor nu necesită oxigen. Însă utilizarea combustibilului nuclear este legată de anumite greutăți.



Fig. 27.1. EExTc (element exotermic) – o parte a reactorului, dispozitiv, în care se conține combustibilul nuclear (pastile de dioxid de Uraniu)

1 Aflăm despre ciclul nuclear

Pentru a obține un kilogram de combustibil de o eficacitate joasă, de exemplu un kilogram de lemne, e suficient de mers la pădure. Dar iată pentru a obține un kilogram de combustibil nuclear, trebuie de creat o întreagă industrie. În plus, după arderea kilogramului de lemne cenușa se poate împrăștia. Dar ce-i de făcut cu EExTce (fig. 27.1), care și-au consumat resursele sale? Doar anume în EexT ce se realizează reacția nucleară în lanț și de aceea ele conțin o cantitate enormă de fragmente radioactive cu o perioadă mare de semidezintegrare.

Consecutivitatea operațiilor de dobândire ale combustibilului nuclear, fabricare a EExTce, utilizare a EExTce la centralele atomoelectrice și prelucrare ulterioară a deșeurilor radioactive se numește ciclul nuclear (fig. 27.2).

După rezervele de minereu de uraniu Ucraina ocupă locul al 11 din lume. Aceste rezerve vor ajunge pentru mai multe decenii. Însă pentru a transforma minereul în combustibil nuclear și confecționa EExTce, e nevoie de o industrie specializată (lănțisor de industrii interconexate), pe care Ucraina în întregime nu o are. Pentru centralele atomoelectrice din Ucraina EExTce sunt confecționate peste hotare.

După ce în EExTce fisionează o anumită parte din combustibilul nuclear (fizicienii spun: «EExTc a ars»), el este înlocuit cu altul nou. EExTce, care și-au prelucrat rezerva sa sunt foarte radioactive, de aceea ele sunt amplasate în containere speciale adânc în pământ, acolo ele trebuie să se păstreze sute de ani.

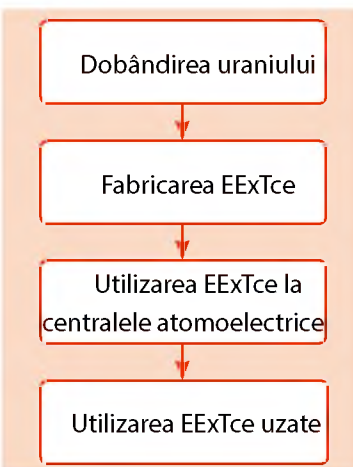


Fig. 27.2. Schema ciclului nuclear

La momentul actual în Ucraina numai centrala atomoelectrică din Zaporijie (fig. 27.3) are propriul depozit pentru EExTce uzate. EExTce de la alte centrale atomoelectrice sunt exportate în Rusia, pentru ce țara noastră plătește o mulțime de bani. Există intenții să se construiască un depozit pentru EExTce în zona de 30 de km de la Cernobâl, doar acest teritoriu încă mult timp nu va fi potrivit pentru traiul oamenilor. În afară de aceasta, loc pentru depozit s-ar putea oferi și altor țări.

? Gândiți-vă asupra argumentelor «pentru» și «împotriva» construcției unui astfel de depozit.

2 Aflăm despre energetica atomică a Ucrainei

Ucraina aparține la acele țări din lume, în care datorită existenței tehnologiilor de performanță și a inginerilor și savanților de calificare înaltă este creată și funcționează cu succes industria energeticii atomice. La ora actuală în țară funcționează patru centrale atomoelectrice: din Zaporijie, din Rivne, ucraineană de Sud, din Hmelnițk (fig. 27.3–27.6). la aceste centrale atomoelectrice funcționează 15 blocuri atomoenergetice, puterea totală a cărora constituie 13 580 MW. Centralele atomoelectrice le revine aproape jumătate din energia electrică, ce se produce în țară.

Centralele atomoelectrice sunt deservite de către colective de mii de specialiști, care au o calificare înaltă. De fapt pe lângă fiecare din centralele atomoelectrice ucrainene a crescut un orașel.

Existența surselor de energie electrică în Ucraina, care funcționează datorită combustibilului nuclear, fără dor și poate, atenuază deficitul tot mai mare al agenților energetici «tradiționali»: al gazului, petrolului, cărbunelui.

Când merge vorba despre CAE, temerile unui om de rând sunt legate de cuvântul «radiație». Dar, cum arată experiențele, mai mare influență a radiației asupra omului are loc pe contul surselor naturale de radiație, în timpul investigărilor medicinale și tratamentului. Radiația, legată de dezvoltarea «normală» a energeticii atomice, constituie numai o parte mică din radiația, care este cauzată de activitatea omului. Însă, cu părere de rău, istoria omenirii număra câteva cazuri de dezvoltare anormală ale acțiunilor la reactoarele nucleare. Urmările acestor cazuri au fost catastrofice.



Fig. 27.3. CAE Zaporizica – cea mai mare centrală atomoelectrică din Europa, la ea funcționează 6 blocuri atomice energetice



Fig. 27.4. CAE Rivnenisica – are 4 blocuri atomice energetice



Fig. 27.5. CAE Pivdenno-Ucrainsica are 3 blocuri atomice energetice



Fig. 27.6. CAE Hmelinițca are 2 blocuri atomice energetice

3

Amintim istoria tragediei de la Cernobâl

26 aprilie a. 1986 este însemnat în istoria Ucrainei cu culori negre. Anume în acea zi a avut loc explozia celui de-al 4-lea grup energetic al centralei atomoelectrice de la Cernobâl (fig. 27.7). Conducerea centralei a dat permisul pentru încercarea lucrului reactorului nuclear în regim de putere variabilă, ceea ce nu era prevăzut în construcția reactorului. Ca rezultat s-a realizat emisia neregulată a energiei nucleare în interiorul reactorului și a avut loc explozia.

Explozia dus la incendiu în blocul energetic 4 și la o lansare de substanțe radioactive de dimensiuni catastrofale. Corpul reactorului a început să funcționeze ca un cuptor colosal, aruncând în atmosferă fumul radioactiv. Vântul a împrăștiat acest fum de-a lungul a sute și mii de kilometri (nivelul înalt de radiație a fost fixat chiar și în Suedia). La lichidarea accidentului la CAE de la Cernobâl au luat parte specialiști din toate republicile Uniunii Sovietice.

Un rol deosebit în deminuirea dimensiunilor tragediei l-au jucat pompierii. Cu prețul vieții lor ei au preîntâmpinat răspândirea incendiului asupra altor reactoare ale centralei atomoelectrice de la Cernobâl.

Cu un dezastru de așa proporții omenirea mai înainte nu s-a întâlnit, de aceea nu s-a reușit stingerea promptă a incendiului. Ca rezultat ținuturi întregi din Rusia, Ucraina, Bielorusia au devenit poluate cu substanțe radioactive, iar din zona de 30 km din jurul centralei a fost evacuată toată populația.

Ulterior deasupra reactorului distrus s-a construit așa-numitul sarcifag – construcție din beton, care protejează mediul ambiant de răspândirea poluării radioactive (fig. 27.8).

La ora actuală toate blocurile energetice ale centralei atomoelectrice de la Cernobâl sunt scoase din funcțiune; împreună cu organizații internaționale Ucraina a mai construit un sarcifag, mai desăvârșit. După ce s-a întâmplat tragedia au trecut 30 ani, însă consecințele poluării radioactive, mai ales în zona centralei atomoelectrice de la Cernobâl sunt simțite și astăzi.



Fig. 27.7. Al patrulea bloc energetic al centralei atomoelectrice până la explozie (a) și după explozie (b)



Fig. 27.8. Sarcofagul celui de-al 4-lea bloc energetic al centralei atomoelectrice de la Cernobîl

Un accident de asemenea dimensiuni a avut loc în Japonia în a. 2011 – la centrala atomoelectrică «Fucusima-1». În urma cutremurului și tsunamiului și-au încetat acțiunea pompele, ce pompau purtătorul de căldură. A avut loc supraîncălzirea și defectarea reactorului nuclear, și substanța radioactivă a poluat mediul înconjurător.

Deci astăzi omenirea s-a trezit în fața unei deleme: epuizarea treptată a purtătorilor tradiționali de energie parcă imboldă la dezvoltarea energeticii atomice, totodată de la accidente tragice nu sunt asigurate nici chiar așa țări de dezvoltate ca Japonia. Guvernul Germaniei și-a făcut alegerea sa și a interzis dezvoltarea energeticii atomice.

? Dar care este părerea voastră cu privire la această întrebare? Chibzuiți asupra argumentelor «pentru» și «împotriva».



Facem totalurile

Consecutivitatea operațiilor de dobândire ale combustibilului nuclear, fabricare a EExTce, utilizare a EExTce la centralele atomoelectrice și prelucrare ulterioară a deșeurilor radioactive se numește ciclu nuclear.

La ora actuală în Ucraina funcționează patru centrale atomoelectrice cu puterea totală a cărora de 13 580 MW. CAE le revine aproape jumătate din energia electrică, ce se produce în țară. Dacă centrala atomoelectrică funcționează în mod «normal», (EExTce prelucrate sunt păstrate la depozite de nădejde, nu au loc dereglări în lucrul reactorului, sunt efectuate toate măsurile prevăzute de documentele normative), atunci ea aproape că nu exercită influență radioactivă asupra mediului ambiant.

La 26 aprilie a. 1986 a avut loc accidentul de la Cernobîl – explozia la blocul al 4-lea al CAE de la Cernobîl. Explozia a provocat cea mai mare din lume poluare a teritoriului, în special teritoriile mari din Rusia, Ucraina și Bielorusia. Urmările acestei poluări sunt simțite și astăzi. Un accident asemănător după dimensiuni a avut loc la centrala atomoelectrică «Fucusima – 1» din Japonia în a. 2011.



Întrebări pentru verificare

1. Enumerați avantajele și neajunsurile utilizării combustibilului nuclear.
2. Care este succesiunea operațiilor ciclului nuclear?
3. Numiți centralele atomoelectrice din Ucraina.
4. Ce știți despre tragedia de la Cernobîl?

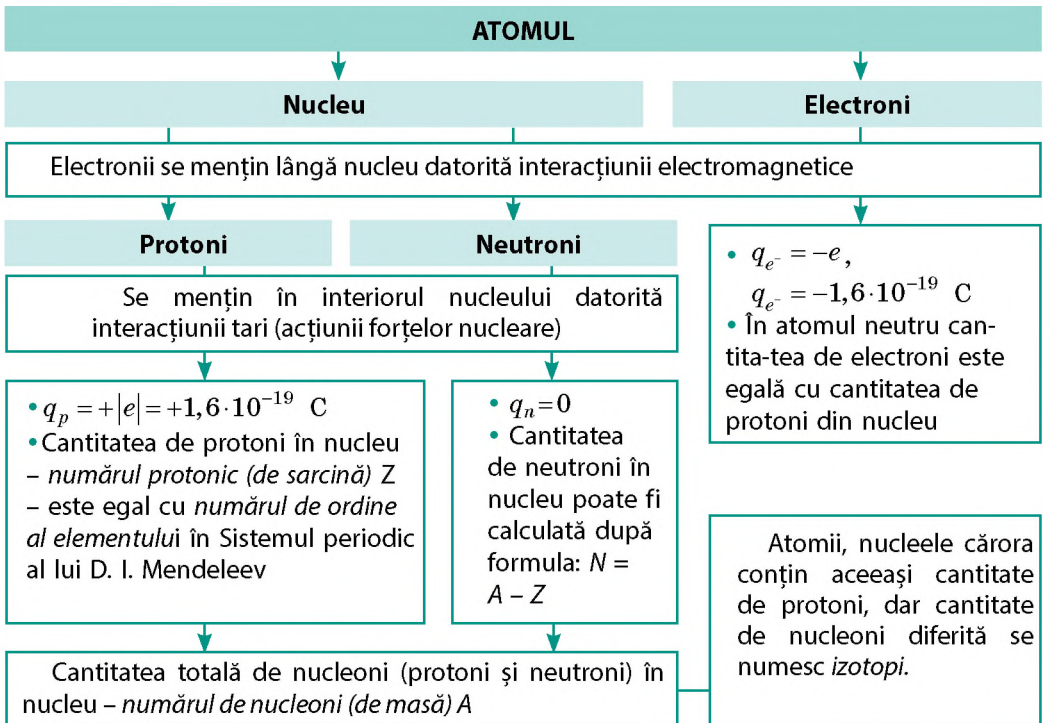
Exercițiul nr. 27

1. La CAE din Hmelnițk sunt instalate reactoare de tipul BBEP-440 (puterea electrică – 440 MW), puterea termică a cărora este egală cu 1375 MW. Determinați randamentul reactoarelor de acest tip.
2. La două blocuri ale CAE din Rivne sunt instalate reactoare de tipul BBEP-440 (puterea electrică – 440 MW), iar la alte două – reactoare de tipul BBEP-1000 (puterea electrică – 1000 MW). Câtă energie (în kWoră) poate produce CAE din Rivne într-o zi, funcționând în toate puterile.
3. Câtă energie pe zi produce CAE din Zaporojie, dacă unul dintre blocurile ei se află la reparație planificată, iar restul funcționează din toate puterile? Puterea termică a fiecărui reactor la CAE este egală cu 3000 MW, randamentul – 33,3 %.
4. Câte kilograme de uraniu-235 pe zi consumă reactoarele CAE ucraineană de Sud, dacă puterea termică a fiecărui reactor este egală cu 3000 MW? În timpul fisiunii unui nucleu de uraniu-235 se degajă $3,2 \cdot 10^{-11}$ J de energie, care se transmite complet conducătorului de căldură (apei).
5. Osiți-vă de surse suplimentare de informații și aflați despre perspectivele dezvoltării energiei atomice ale Ucrainei.

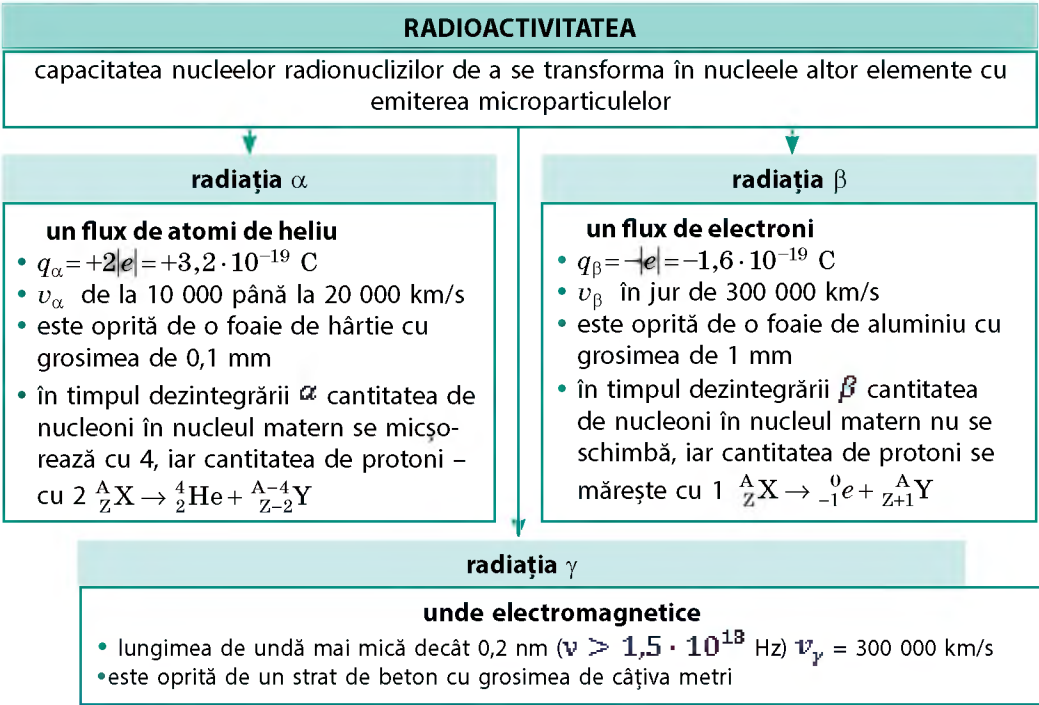
FACEM TOTALURILE CAPITOLULUI IV

«Fizica atomului și a nucleului atomului. Bazele fizice ale energeticii nucleare»

1. Studiind capitolul IV, v-ați amintit despre *structura atomului și a nucleului atomic*, ați aflat despre *forțele nucleare*.



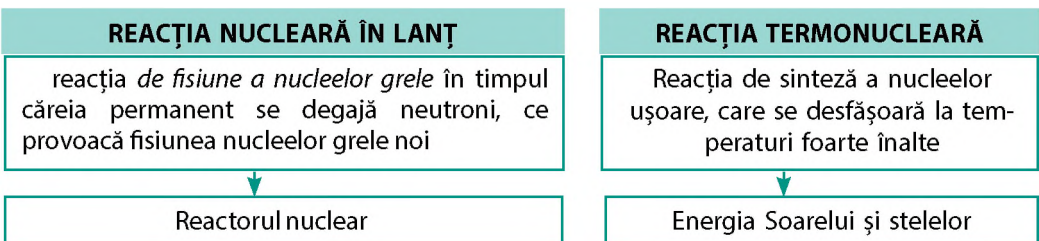
2. Ați aflat, cum a fost descoperit fenomenul radioactivității, ați stabilit natura radiației radioactive.



3. Ați făcut cunoștință cu mărimile fizice, care caracterizează radiația radioactivă, radionuclizii și mostre radioactive.

Mărimea fizică	Formula de calcul	Unitatea de măsură		Corelația dintre unități
		în SI	n afara sistemului	
Activitatea mostrei	$A = \lambda N$	becquerel (Bc)	curie (Ci)	1 Ci = $3,7 \cdot 10^{10}$ Bc
Doza absorbită	$D = W / m$	gray (Gr)	rad (rad)	1 rad = 0,01 GR
Doza echivalentă	$H = KD$	zivert (Zv)	ber (ber)	1 ber = 0,01 Zv

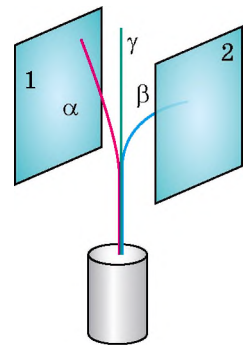
4. Ați stabilit, că în urma absorbției neutronului de către nucleul greu poate avea loc fisiunea spontană a nucleului, care este însoțită de degajarea energiei și ați aflat, că reacția de sinteză a nucleelor ușoare de asemenea este însoțită de degajarea energiei.



ÎNSĂRCINĂRI PENTRU AUTOVERIFICARE LA CAPITOLUL IV «Fizica atomului și a nucleului atomului. Bazele fizice ale energeticii nucleare»

Însărcinările 1– 8, 10 conțin numai un răspuns corect.

- (1 bal) În nucleul atomului de Beriliu sunt 4 protoni și 5 neutroni. Câți electroni sunt în atomul de Beriliu?
 - 1 electron;
 - 4 electroni;
 - 5 electroni;
 - 9 electroni.
- (1 bal) În nucleul elementului chimic sunt 33 de protoni și 43 de neutroni. Ce element este acesta?
 - Tehniciu;
 - Arseniu;
 - Uraniu;
 - Aur.
- (1 bal) Pe baza experiențelor cu particulele α E. Rutherford:
 - a propus modelul neutrono-protonic al nucleului atomic;
 - a explicat fenomenul radioactivității;
 - a explicat mecanismul reacției nucleare în lanț;
 - a propus modelul nuclear al structurii atomului.
- (1 bal) La dezintegrarea α a atomului unui element se formează nucleul atomului elementului, care în Sistemul periodic al elementelor D. I. Mendeleev este amplasat de la elementul primar:
 - cu două pătrățele la stânga;
 - cu două pătrățele la dreapta;
 - cu un pătrățel la dreapta;
 - cu un pătrățel la stânga.
- (2 baluri) Sarcina nucleului unui element chimic constituie $3,2 \cdot 10^{-19}$ C. Care element este acesta?
 - Potasiu;
 - Heliu;
 - Litiu;
 - Germaniu.
- (2 baluri) Fasciculul de radiație radioactivă este împrăștiat, trecând printre plăcile încărcate (vezi des.). Care este semnul fiecărei plăci?
 - placa 1 «+», placa 2 «-»;
 - placa 1 «-», placa 2 «+»;
 - placa 1 «+», placa 2 «+»;
 - placa 1 «-», placa 2 «-».
- (2 baluri) Determinați activitatea mostrei radioactive, dacă în fiecare oră în ea se dezintegrează $7,2 \cdot 10^{10}$ nuclee. Considerați activitatea mostrei constantă.
 - $7,2 \cdot 10^{10}$ Bc;
 - $1,2 \cdot 10^9$ Bc;
 - $3,6 \cdot 10^8$ Bc;
 - $2 \cdot 10^7$ Bc.
- (2 baluri) Reacția termonucleară de sinteză se petrece cu condiția:
 - absorbției neutronului de către nucleu;
 - temperaturii înalte;
 - presiunii joase;
 - prezenței nucleelor grele.



9. (3 baluri) Stabiliți corespondența dintre cantitatea de componenți ai nuclidului și nuclidul însuși.

- 1 70 de electroni
- 2 57 de protoni
- 3 57 de neutroni
- 4 70 de nucleoni

- A Neonul ${}_{10}^{21}\text{Ne}$
- B Galiu ${}_{31}^{70}\text{Ga}$
- C Ruteniu ${}_{44}^{101}\text{Ru}$
- D Lantanu ${}_{57}^{140}\text{La}$
- E Iterbiu ${}_{70}^{173}\text{Yb}$

10. (3 baluri) Care dintre reacțiile de mai jos este o reacție de dezintegrare β ?

- a) ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1n \rightarrow \text{X}$;
- b) ${}_{90}^{230}\text{Th} \rightarrow \text{X} + {}_{88}^{226}\text{Ra}$;
- c) ${}_{90}^{234}\text{Th} \rightarrow \text{X} + {}_{91}^{234}\text{Pa}$;
- d) ${}_{1}^3\text{T} + {}_{1}^2\text{D} \rightarrow \text{X} + {}_{2}^4\text{He}$.

11. (3 baluri) Radonul ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ a suferit consecutiv două dezintegrări α și două β . Nucleul cărui element este rezultatul acestor dezintegrări?

12. (3 baluri) Într-o mostră se conțin $1,6 \cdot 10^{10}$ nuclee ale izotopului de Bismut ${}_{83}^{214}\text{Bi}$, perioada de dezintegrare a căruia este de 20 min. Câte nuclee de Bismut au rămas în mostră peste o oră?

13. (3 baluri) La momentul dat de timp în mostra radioactivă se conțin $2 \cdot 10^{-10}$ moli de radium. Câte nuclee de Radium se vor dezintegra în următoarea secundă? Constanta dezintegrării radioactive a Radiumului $\lambda = 1,37 \cdot 10^{-11} \text{ s}^{-1}$.

14. (4 baluri) Doza medie de radiație absorbită de un lucrător, ce deservește instalația Röntgen este egală cu 7 mGr în decurs de 1 oră. Oare nu e periculos să se lucreze cu această instalație în decurs de 200 zile pe an câte 6 ore zilnic, dacă doza limită-admisibilă de radiație este egală cu 50 mGr pe an? Se știe, că lucrătorul primește de la fondul radioactiv natural 2 mGr pe an.

15. (4 baluri) În urmă a trei dezintegrări α și două β dintr-un oarecare nucleu matern s-a format nucleul de Poloniu ${}_{84}^{213}\text{Po}$. Determinați nucleul matern.

16. (4 baluri) Determinați, ce masă de Uraniu-235 consumă într-o zi centrala atomoelectrică cu puterea de 2 GW, dacă randamentul ei constituie 25 %, iar în timpul fiecărei dezintegrări a nucleului de ${}_{92}^{235}\text{U}$ se degajă $3,2 \cdot 10^{-11} \text{ J}$ de energie.

Confrunțați răspunsurile voastre cu cele aduse la sfârșitul manualului. Însemnați însărcinările, pe care le-ați executat corect și numărați suma balurilor. Apoi această sumă împărțiți-o la trei. Rezultatul obținut va corespunde nivelului vostru de reușită la învățatură.



Înșărcinările de antrenare cu verificare computațională le veți găsi pe resursul de învățământ «Învățământul interactiv».



Fig. 1. Utilaj pentru terapia radiativă

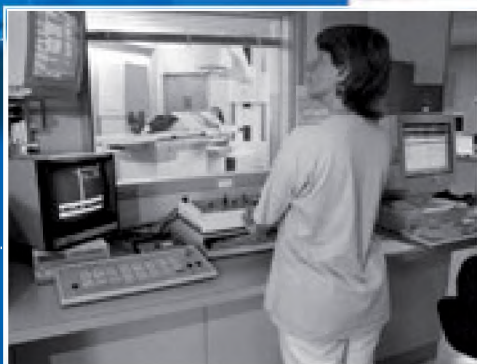


Fig. 2. În timpul procedurilor medicinale personalul medical se găsește în încăperi, protejate de radiație



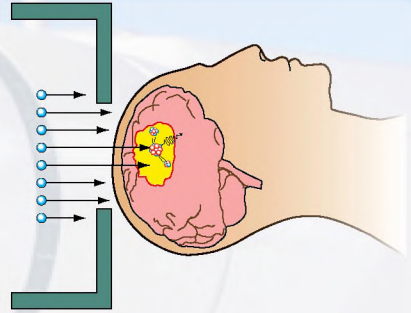
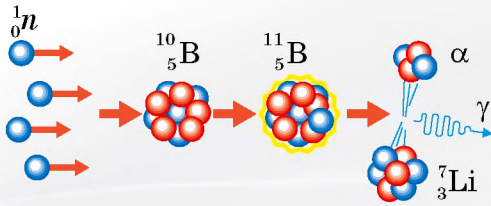
Fig. 3. Reprezentarea schematică a dependenței gradului de leziune a țesutului (X) de adâncimea parcursului (l)

De la experiențele lui Rutherford până la tratarea bolilor

Majoritatea populației țării noastre, ținând minte accidentul de la CAE de la Cernobâl, cu suspecție se atârnă la cuvântul «radiație». Finalizând studierea capitolului IV ați aflat, că radiația radioactivă – aceasta, se înțelege, este periculoasă. Însă dacă vom respecta regulile de securitate, vom controla nivelul fondului radioactiv, la timp vom executa măsurile necesare, atunci pericolul poate fi micșorat.

Dar poate oare să fie utilă radiația pentru organism? Se constată, că în cazul unor anumite boli pentru păstrarea vieții pacientului medicii sunt nevoiți practic să-i provoace leziuni. Astfel, cea mai răspândită formă a terapiei radiative este iradierea pacientului cu raze- γ , capacitatea de penetrare a cărora este suficient de mare (fig. 1, 2). Însă în timpul iradierii organului intern bolnav sunt iradiate și organele sănătoase ale organismului.

A fost naturală dorința fizicienilor de-a soluționa această problemă. Prima soluție – aplicarea altui tip de radiație. A ieșit la iveală că protonii, accelerați până la viteze mari au anumite avantaje în raport cu radiația γ . Se știe, că protonii lizează cel mai mult locurile din apropierea stațiunilor, iar pe alte segmente ale traiectoriei lor nivelul leziunilor este cu mult mai mic (fig. 3). Schimbând energia protonilor, se poate schimba și locurile de staționare ale lor în așa un mod ca aceste locuri să cadă pe celulele bolnave. Atunci, după cum se vede din fig. 3, nivelul vătămării țesuturilor sănătoase va fi considerabil mai mic, decât a celor bolnave. Totodată doza iradierii porțiunii până «la ghebă» este de zeci de ori mai joasă, iar după «ghebă» în general este nulă. Cu părere de rău, costul mare al utilizării acceleratorului protonilor n-a permis ca această metodă să devină utilizabilă în masă.



O altă metodă de iradiere a țesuturilor bolnave – terapia bor-neutron capturare (TBNC) – a fost propusă comparativ nu demult. Marele avantaj al TBNC – precizia ei. această terapie poate fi comparată cu «agentul 007», care-și rezolvă exact problema.

Ideea terapiei bor-neutron capturare constă în următoarele. Obiectul-cheie în terapie este nucleul atomului de Bor. Anume el, ca un portar de frunte, poate «prinde» neutronii cu mult mai bine decât alte nuclee. De aceea în timpul iradierii țesuturilor cu neutroni nucleul Borului va reuși «să prindă» un neutron, chiar și atunci când vor zbura foarte puțini. Nucleele altor elemente practic nu vor observa această iradiere, adică doza de radiație dăunătoare cu neutroni va fi redusă la minim.

După ce nucleul de Bor «va prinde» neutronul, el va suferi transformarea radioactivă și va dezintegra în nucleul de Litiu și particula α (fig. 4), care au energie cinetică capabilă să distrugă numai o singură celulă. Așadar, dacă vom orienta nucleul de Bor nemijlocit în celula bolnavă, atunci numai ea va fi distrusă (fig. 5). Aprovizionarea cu nuclee de Bor este realizată de tipuri speciale de preparate medicinale.

Temele orientative ale proiectelor

1. Familiarizarea cu lucrul dozimetrului casnic.
2. Compunerea hărții radioactive a regiunii.
3. Analiza radiologică a produselor localnice de alimentare.
4. Problemele ecologice ale energiei atomice.
5. Fisiunea atomului: Iada Pandorei sau focul lui Prometeu?
6. Viitorul Soarelui și altor stele.

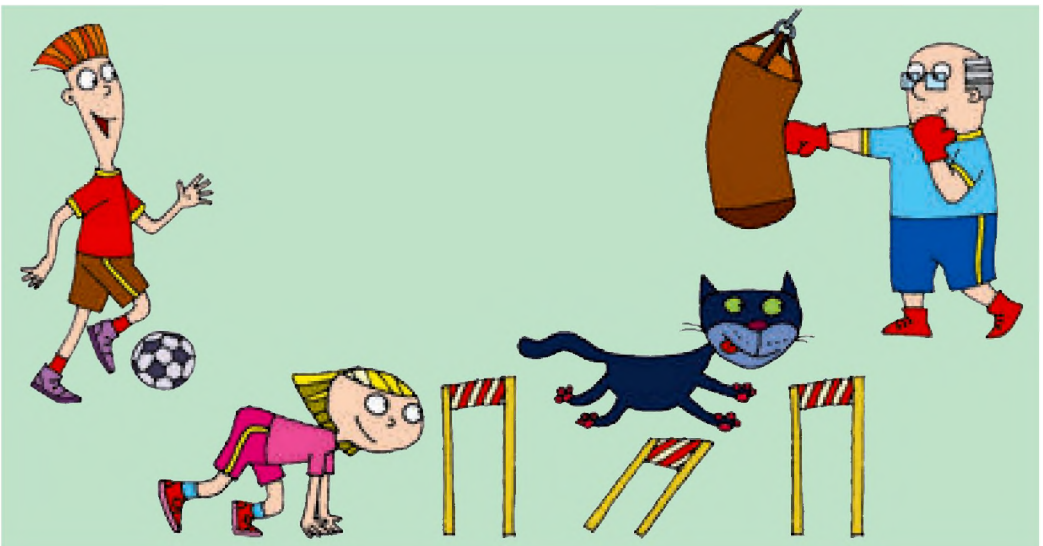
Temele referatelor și comunicărilor

1. Marele colider andronic – calea spre studierea structurii Universului.
2. Istoria atomului: de la Democrit până la Rutherford.
3. Cărămizile materiei, sau Ce sunt cuarzii.
4. Eroismul științific al lui Pierre și Maria Curie (istoria descoperirii radiului).
5. Cum Rutherford a stabilit natura particulelor α .
6. Istoria creării reactoarelor nucleare.
7. Primele centrale atomoelectrice.
8. Organizarea și securitatea reactoarelor atomice.
9. Cernobîl și Ficusima – două accidente nucleare enorme.
10. Reactorul termonuclear – reactorul viitorului.
11. Drama ideii: istoria bombei atomice.
12. Istoria obținerii izotopilor radioactivi artificiali.
13. Unde și cum sunt utilizați izotopii radioactivi artificiali.
14. Metodele nuclear-fizice de studiere ale vârstei descoperirilor arheologice.
15. Ce sunt băile cu radon.
16. Cronologia epocii atomice.
17. Centralele atomoelectrice ale Ucrainei.
18. Energetica atomică mondială.

CAPITOLUL V

MIȘCAREA ȘI INTERACȚIUNEA. LEGILE CONSERVĂRII

- Puteți să determinați drumul în cazul mișcării cu viteză constantă, iar acum veți afla, cum se află drumul parcurs de corp, când el își încetinește sau își accelerează mișcarea sa
- Sigur ați auzit proverbul «Cum se strigă așa se aude», iar acum veți afla, care lege a lui Newton poate fi formulată anume așa
- Știți, că în timpul mersului vă respingeți de la suprafața drumului, iar acum veți afla, de ce se respinge racheta, mișcându-se în spațiul cosmic
- Știți, că viteza mișcării automobilului se măsoară cu spidometrul, iar acum veți afla, cum se confecționează dispozitivul pentru măsurarea vitezei de mișcare a glontelui
- Știți despre legea conservării energiei, iar acum veți afla despre legea conservării impulsului





§ 28. MIȘCAREA RECTELINIE UNIFORM ACCELERATĂ. ACCELERAȚIA. VITEAZA MIȘCĂRII RECTILINII UNIFORM ACCELERATE

Studiind fizica în clasa a 7-ea, ați aflat despre mișcarea mecanică și în mod detaliat ați făcut cunoștință cu cel mai simplu fel al ei – mișcarea rectilinie uniform. Capitolul mecanicii, care studiază mișcarea corpurilor și totodată nu examinează pricinile, pentru care această mișcare este provocată, se numește **cinematica** (din l. greacă «kinematos» - mișcare). Noi vom continua studiarea cinematicii și astăzi veți afla despre mișcarea rectilinie uniform accelerată și mărimile fizice, ce o caracterizează.

1 Repetăm cinematica

Mișcarea mecanică – este schimbarea cu timpul a poziției corpului în spațiu în raport cu alte corpuri.

- ? Examinați fig. 28.1. În raport cu care corpuri se mișcă corpurile reprezentate în figură? În raport cu care corpuri ele se află în stare de repaus? De ce mișcarea mecanică se numește relativă?

Punctul material – este modelul fizic al corpului, dimensiunile căruia în condițiile problemei pot fi neglijate.

- ? În care caz corpurile, reprezentate în fig. 28.1, pot fi considerate drept puncte materiale?

În dependență de forma traiectoriei se deosebesc mișcările curbilinie și rectilinie. Lungimea traiectoriei este egală cu drumul, pe care l-a parcurs corpul. **Drumul** l – mărime fizică. Dar iată **deplasarea** – este o mărime fizică vectorială (fig. 28.2).

Dacă corpul în orice intervale de timp egale efectuează deplasări egale, atunci o astfel de mișcare se numește **rectilinie uniformă**. Viteza \vec{v} unei asemenea mișcări nu se schimbă nici ca valoare, nici ca direcție; direcția vectorului vitezei coincide cu direcția deplasării ($\vec{v} \uparrow \uparrow \vec{s}$);



Fig. 28.1. unele exemple de mișcare mecanică ale corpurilor

modulul vitezei mișcării rectilinii uniforme se calculează după formula $v = \frac{s}{t}$.

Așadar, folosind cunoștințele din cursul anterior de fizică vom continua studiarea cinematicii.

2 Dăm definiția accelerației

Vom efectua o experiență simplă, pentru care vom lua un uluc lung și o bilă. Ridicând unul din capetele ulucului, vom pune bila în el și-i vom da drumul (fig. 28.3, a). Vedem: cu cât mai departe va fi bila de la capătul de sus cu atât mai mare distanță ea va parcurge în 1 s. Aceasta înseamnă, că viteza mișcării bilei crește.

Vom repeta experiența, mărind unghiul de înclinație al ulucului (fig. 28.3, b), – în acest caz viteza mișcării bilei se mărește și mai repede.

Accelerația – este mărimea fizică vectorială, ce caracterizează viteza variației vitezei mișcării corpului și este egală cu raportul variației vitezei de mișcare a corpului către intervalul de timp, în care s-a produs această variație:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t},$$

unde \vec{a} — accelerația mișcării corpului; \vec{v}_0 — viteza inițială (viteza mișcării în momentul începutului măsurării timpului) \vec{v} — viteza mișcării corpului peste intervalul de timp t .

Pentru a evita operații complicate cu vectorii, vom folosi formula dată, scrisă pentru proiecții pe axa de coordonate (de exemplu, pe axa OX):

$$a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t}$$

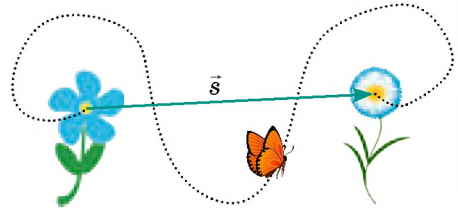


Fig. 28.2. Depășirea arată, în care direcție și la ce distanță s-a deplasat corpul într-un anumit interval de timp

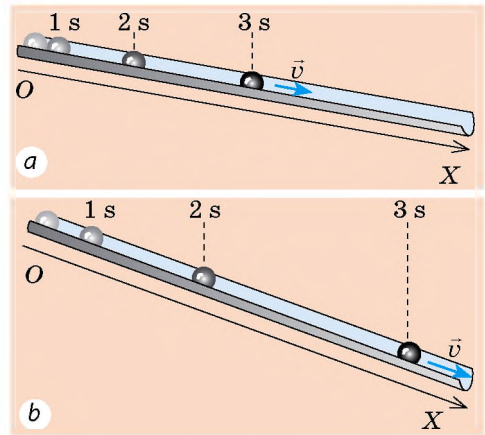
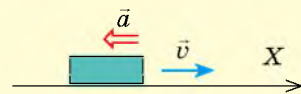


Fig. 28.3. Poziția bilei, care se rostogolește prin uluc peste 1 s, 2 s și 3 s după începutul mișcării

Să repetăm matematica



- Dacă direcția vectorului coincide cu direcția axei de coordonate, atunci proiecția vectorului pe această axă este egală cu modulul vectorului.
- Dacă direcția vectorului este opusă direcției axei de coordonate, atunci proiecția vectorului pe această axă este egală cu modulul vectorului luat cu semnul «-».

Pentru cazul, reprezentat în figură:

$$a_x = -a; v_x = v.$$

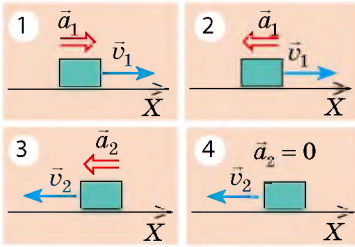


Fig. 28.4. Pentru însărcinarea din § 28.



Fig. 28.5. Mergând spre școală când mai repede, când mai încet vă măriți viteza mișcării voastre, uneori încetiniți mișcarea, iar unele intervale de timp vă mișcați cu viteză neschimbată

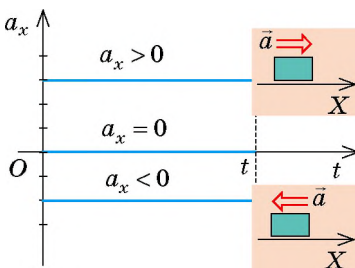


Fig. 28.6. Graficul dependenței $a_x(t)$ pentru mișcarea rectilinie uniform accelerată

Unitatea de măsură a accelerației în SI – **metru pe secundă la pătrat**:

$$[a] = \frac{1 \text{ m/s}}{\text{s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Direcția accelerației coincide cu direcția rezultantei forțelor ce acționează asupra corpului.

- Dacă accelerația este orientată în direcția mișcării corpului ($\vec{a} \uparrow \vec{v}$) atunci viteza mișcării corpului crește (rezultanta «împinge» și accelerează corpul).
- Dacă accelerația este orientată în direcția opusă mișcării corpului ($\vec{a} \downarrow \vec{v}$) atunci viteza mișcării corpului scade (rezultanta «împinge» și decelerează corpul).
- Dacă $a=0$, atunci forțele, care acționează asupra corpului sunt compensate și corpul se mișcă rectiliniu uniform sau se află în stare de repaus.

? Pentru fiecare caz (fig. 28.4), aflați se mărește sau se micșorează viteza mișcării corpului în momentul de timp dat. Dați exemple de asemenea mișcări.

3 Aflăm, care mișcare se numește rectilinie uniform accelerată

Dacă corpul se mișcă neuniform, atunci viteza lui permanent se schimbă, totodată de obicei în intervale de timp egale viteza mișcării corpului nu variază la fel (fig. 28.5). În acest an de învățământ veți studia cel mai simplu fel de mișcare accelerată – mișcarea rectilinie uniform accelerată și veți afla, că astfel de mișcare există, dacă rezultanta forțelor aplicate corpului este neschimbată.

Mișcarea rectilinie uniform accelerată – este mișcarea, în timpul căreia viteza mișcării corpului în orice intervale de timp egale variază la fel.

Cu alte cuvinte, *mișcarea rectilinie uniform accelerată* – aceasta-i mișcarea, în timpul căreia corpul se mișcă după o traiectorie rectilinie cu accelerație constantă. În timpul unei astfel de mișcări accelerația corpului nu variază cu timpul, de aceea graficul dependenței $a_x(t)$ reprezintă un segment de dreaptă, paralel cu axa timpului (fig. 28.6).

4 Determinăm viteza mișcării rectilinii uniform accelerate

Dacă corpul se mișcă uniform accelerat, atunci viteza mișcării lui tot timpul se schimbă. De aceea în continuare, vorbind despre viteza mișcării corpului, vom avea în vedere viteza lui momentană.

Viteza momentană – este viteza mișcării corpului în momentul de timp dat, viteza în punctul dat al traiectoriei.

Pentru calculul vitezei mișcării rectilinii uniform accelerate a corpului ne vom folosi de definiția accelerației. Deoarece $\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$, atunci

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

Vom folosi această formulă, scrisă pentru proiecții pe axa OX , pe care o vom orienta de-a lungul traiectoriei de mișcare a corpului:

$$v_x = v_{0x} + a_x t$$

Dacă este dată ecuația proiecției vitezei de mișcare a corpului, atunci este dată și viteza ei inițială (\vec{v}_0) și accelerația mișcării (\vec{a}) acestui corp.

De exemplu, ecuația proiecției vitezei are forma: $v_x = 20 - 3t$. Aceasta înseamnă, că $v_{0x} = 20$ m/s (viteza inițială este egală cu 20 m/s, iar direcția ei coincide cu direcția axei OX); $a_x = -3$ m/s² (accelerația este egală cu 3 m/s², iar semnul «-» arată, că direcția accelerației este opusă direcției axei OX).

? Determinați viteza inițială și accelerația mișcării corpului, dacă ecuația proiecției vitezei are forma: $v_x = -10 + 2t$.

Dependența $v_x = v_{0x} + a_x t$ este liniară, de aceea graficul proiecției vitezei – graficul dependenței $v_x(t)$ – este segmentul de dreaptă, înclinat sub un anumit unghi către axa timpului (fig. 28.7).

În momentul $t = 0$ viteza mișcării corpului este egală cu viteza lui inițială ($v_x = v_{0x}$) adică graficul $v_x(t)$ începe pe axa de coordonate în punctul cu coordonatele $(0; v_{0x})$.

Dacă proiecția accelerației este pozitivă ($a_x > 0$), atunci graficul vitezei urcă în sus (graficul 1 din fig. 28.7). Dacă proiecția accelerației este negativă ($a_x < 0$) atunci graficul vitezei coboară în jos (graficul 2 din fig. 28.7).

Atrageți atenția! Punctul B al graficului 2 în fig 28.7 – acesta-i **punctul de întoarcere**.

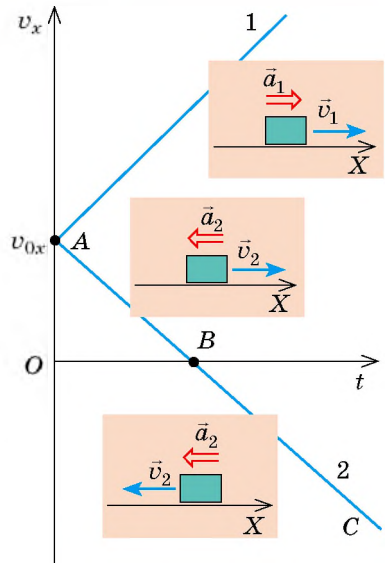


Fig. 28.7. Graficele dependenței $v_x(t)$ pentru mișcarea rectilinie uniform accelerată. Corpul 1 tot timpul își mărește viteza mișcării sale $\vec{a}_1 \uparrow \vec{v}_1$.

Corpul 2 la început își încetinește mișcarea sa: $\vec{a}_2 \downarrow \vec{v}_2$ (porțiunea AB), după ce își mărește viteza, mișcându-se în direcție opusă, deoarece $\vec{a}_2 \uparrow \vec{v}_2$ (porțiunea BC).

5 Ne învățăm a rezolva probleme

Problema 1. Un automobil, ce se mișcă cu viteza de 90 km/oră se oprește în fața semaforului. Determinați timpul de frânare al automobilului, considerând mișcarea lui rectilinie uniform accelerată cu accelerația de 5 m/s^2 .

Analiza problemei fizice. Automobilul se oprește, deci viteza lui finală este egală cu zero ($v = 0$) iar direcția vectorului accelerației este opusă direcției vitezei.

Vom efectua un desen explicativ, în care vom nota axa de coordonate (fie că direcția ei coincide cu direcția mișcării), direcția vitezei inițiale și direcția accelerației mișcării automobilului.

Se dă:

$v_0 = 90 \text{ km/oră} = 25 \text{ m/s}$
 $a = 5 \text{ m/s}^2$
 $v = 0$

Căutarea modelului matematic, rezolvarea

Mișcarea este uniform accelerată, de aceea $v_x = v_{0x} + a_x t$.

Folosind desenul, vom concretiza această ecuație: $v_{0x} = v_0$,

$a_x = -a$, $v_x = 0$, deci $0 = v_0 - at \Rightarrow v_0 = at \Rightarrow t = \frac{v_0}{a}$.

Să se afle:

t — ?

Verificăm unitatea de măsură, aflăm valoarea mărimii căutate:

$$[t] = \frac{\text{m} \cdot \text{s}^2}{\text{s} \cdot \text{m}} = \text{s}; \quad t = \frac{25}{5} = 5 \text{ (s)}.$$

Răspuns: $t = 5 \text{ s}$.

Problema 2. Un corp se mișcă rectiliniu de-a lungul axei OX. După graficul dependenței $v_x(t)$ descrieți caracterul mișcării corpului; 2) scrieți ecuația proiecției vitezei de mișcare; 3) construiți graficul dependenței proiecției accelerației mișcării de timp.

Analiza problemei fizice, rezolvarea

1. Graficul $v_x(t)$ — o linie dreaptă, deci mișcarea corpului este uniform accelerată.

Primele 4 s corpul s-a mișcat în direcție, opusă direcției axei OX (proiecția vitezei este negativă), iar viteza mișcării scadea.

În momentul $t = 4 \text{ s}$ corpul s-a oprit, după ce a început să se miște în sens opus (semnul proiecției vitezei s-a schimbat în opus).

În următoarele 3 s corpul s-a mișcat în direcția axei OX, iar viteza mișcării lui se mărea.

2. Vom scrie ecuația proiecției vitezei de mișcare la formă generală: $v_x = v_{0x} + a_x t$.

Vom concretiza această ecuație:

a) din grafic aflăm proiecția vitezei inițiale: $v_{0x} = -8 \text{ m/s}$;

b) alegem pe grafic un punct arbitrar, de exemplu punctul, căruia îi corespunde $t = 4 \text{ s}$ și $v_x = 0$, și aflăm proiecția accelerației

$$a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t} = \frac{0 - (-8 \text{ m/s})}{4 \text{ s}} = 2 \text{ m/s}^2;$$

c) înlocuim valorile obținute în ecuația proiecției vitezei mișcării:

$$v_x = -8 + 2t .$$

3. Accelerația corpului este constantă ($a_x = 2 \text{ m/s}^2$), de aceea graficul $a_x(t)$ — o linie dreaptă, paralelă cu axa timpului și amplasată mai sus de această axă (fig. 28.9).

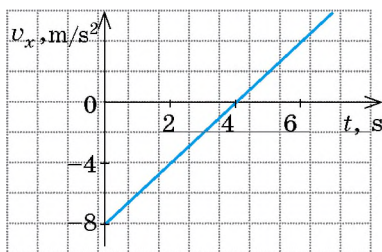


Fig. 28.8. Pentru problema 2 din § 28

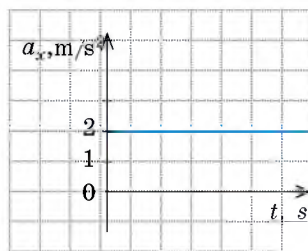


Fig. 28.9. Pentru problema 2 din § 28



Facem totalurile

Mișcarea rectilinie uniform accelerată — este mișcarea, în timpul căreia viteza mișcării corpului în orice intervale de timp egale variază la fel.

Accelerația \vec{a} — este fizică vectorială, ce caracterizează viteza variației vitezei mișcării corpului și este egală cu raportul variației vitezei de mișcare a corpului spre intervalul de timp, în care s-a produs această variație $\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$.

Unitatea de măsură a accelerației în SI — metru pe secundă la pătrat (m/s^2).

Pentru mișcarea uniform accelerată:

- graficul proiecției accelerației $a_x(t)$ — linie dreaptă, paralelă cu axa timpului;
- viteza mișcării variază linear: $v_x = v_{0x} + a_x t$;
- graficul proiecției vitezei de mișcare $v_x(t)$ — un segment de dreaptă, înclinat spre axa timpului sub un anumit unghi.



Verificați-vă cunoștințele

1. Care mișcare se numește rectilinie uniform accelerată? 2. Dați definiția accelerației.
3. Care este unitatea de măsură a accelerației în SI? 4. Ce formă are graficul dependenței $a_x(t)$ pentru mișcarea rectilinie uniform accelerată? 5. Scrieți ecuația dependenței $v_x(t)$ pentru mișcarea rectilinie uniform accelerată. Ce formă are graficul acestei dependențe? 6. Cum se mișcă corpul, dacă direcția accelerației lui: a) coincide cu direcția vitezei de mișcare? b) este orientată în sens opus direcției vitezei mișcării? Cum se mișcă corpul, dacă accelerația lui este egală cu zero?



Exercițiul nr. 28 1. Poate oare corpul să se miște cu viteză mare, dar cu accelerație mică?

2. Cu ce accelerație se mișcă automobilul, ce pornește din loc, dacă peste 10 s după începutul mișcării el dezvoltă o viteză de 15 m/s?
3. O bilă a fost împinsă în sus pe un plan înclinat, comunicându-i o viteză de 2 m/s. Determinați viteza mișcării, dacă accelerația mișcării bilei este de 2. Explicați răspunsul.

4. În timpul mișcării rectilinii cu accelerație constantă de $0,2$ un biciclist atinge viteza de 5 m/s în 25 s. Care a fost viteza de mișcare a biciclistului?
5. De cât timp are nevoie autobuzul pentru a-și schimba viteza de la 54 km/oră până la 5 m/s? Accelerația autobuzului este constantă și egală cu $0,5$.
6. Sunt date ecuațiile proiecției vitezei de mișcare pentru trei corpuri, care se mișcă de-a lungul axei OX : a) $v_x = 2 + t$; b) $v_x = -20 + 5t$; c) $v_x = 10 - 3t$. Toate mărimile sunt date în SI. Pentru fiecare corp stabiliți: 1) cum s-a mișcat corpul; 2) care sunt viteza inițială și accelerația mișcării corpului; 3) dacă corpul se va opri, atunci peste cât timp.
7. În fig. 1 sunt reprezentate graficele dependenței $a_x(t)$ pentru două corpuri. Pentru fiecare corp scrieți ecuația dependenței $v_x(t)$ pentru două corpuri. Pentru fiecare corp scrieți ecuația dependenței și construiți graficul acestei dependențe, dacă $v_{01x} = -4$ m/s, $v_{02x} = 8$ m/s.

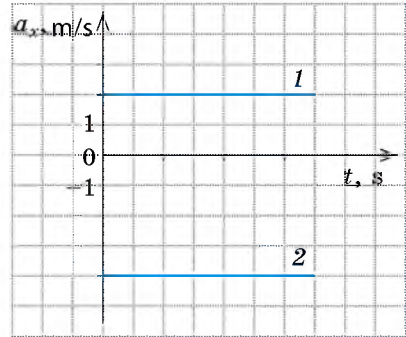


Fig. 1

8. În fig. 2 sunt reprezentate graficele dependenței $v_x(t)$ pentru patru corpuri. Pentru fiecare corp scrieți ecuația proiecției vitezei mișcării construiți graficele dependenței $a_x(t)$.

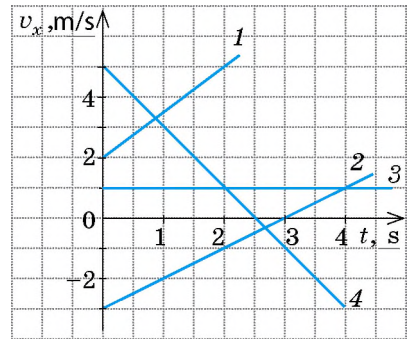


Fig. 2

9. Un corp s-a mișcat uniform accelerat un timp îndelungat. În fig. 3 este reprezentat graficul dependenței $v_x(t)$ pentru acest corp începând cu un anumit timp. Determinați timpul, când corpul și-a schimbat direcția vitezei mișcării sale.

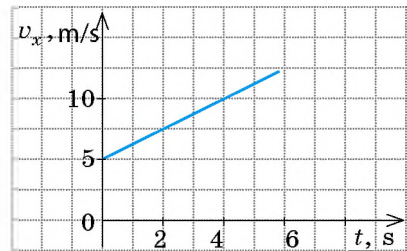


Fig. 3



10. Folosind fig. 3 determinați drumul, pe care l-a parcurs corpul în primele 4 s de observare.



§ 29. DEPLASAREA ÎN TIMPUL MIȘCĂRII RECTILINII UNIFORM ACELERATE. ECUAȚIA COORDONATEI

Probabil, ați urmărit la televizor: pe stradă a avut loc un accident, și specialiștii măsoară drumul de frânare. Pentru ce? Pentru a determina viteza mișcării automobilului la începutul frânării, și de asemenea accelerația în timpul frânării. Aceste date apoi sunt folosite pentru clarificarea cauzelor accidentului: ori șoferul a depășit viteza permisă, ori frânele sunt defectate, ori poate la automobil totul e în ordine și e vinovat, de exemplu, pietonul, care a încălcat regulile de circulație rutieră. Cum, cunoscând durata procesului de frânare și distanța de frânare de determinat viteza și accelerația mișcării corpului, veți afla din acest paragraf.

1 Aflăm despre conținutul geometric al proiecției deplasării

În clasa a 7-ea ați aflat, că pentru oricare mișcare drumul numeric este egal cu aria figurii de sub graficul dependenței modulului vitezei de mișcare de timp. Situație analogică este și cu determinarea proiecției deplasării (fig. 29.1).

Vom obține formula pentru calculul proiecției deplasării corpului în intervalul de timp de la $t_1 = 0$ până la $t_2 = t$. Vom studia mișcarea uniform accelerată, în care viteza inițială și accelerația au aceeași direcție după axa OX . În acest caz graficul proiecției vitezei are forma, reprezentată în fig. 29.2, iar proiecția deplasării numeric este egală cu aria trapezului $OABC$:

$$S_{OABC} = \frac{OA + BC}{2} \cdot OC$$

În grafic segmentul OA corespunde proiecției vitezei inițiale v_{0x} , segmentul BC – proiecției vitezei finale v_x , iar segmentul OC – intervalul t . Înlocuind segmentele indicate cu mărimile fizice corespunzătoare și luând în vedere, că $s_x = S_{OABC}$, vom obține formula pentru determinarea proiecției deplasării:

$$s_x = \frac{v_{0x} + v_x}{2} \cdot t \quad (1)$$

Vom menționa, că formula (1) se va adevăra pentru orice mișcare rectilinie uniform accelerată.

? Folosind formula (1) determinați deplasarea corpului, graficul mișcării căruia este reprezentat în fig. 29.1, *b* peste 2 s și peste 4 s după începutul măsurării timpului. Explicați răspunsul.

2 Scriem ecuația proiecției deplasării

Vom exclude variabila v_x din formula (1). Pentru aceasta ne vom aminti, că pentru mișcarea rectilinie uniform accelerată $v_x = v_{0x} + a_x t$. Substituind expresia pentru v_x în formula (1) vom obține:

$$s_x = \frac{v_{0x} + v_{0x} + a_x t}{2} \cdot t = \frac{2v_{0x} + a_x t}{2} \cdot t = v_{0x} t + \frac{a_x}{2} t^2$$

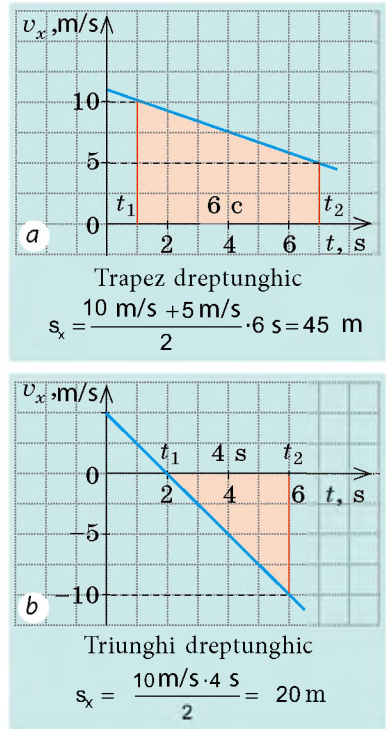


Fig. 29.1. Conținutul geometric al deplasării: proiecția deplasării numeric este egală cu aria figurii, mărginite de graficul $v_x(t)$, axa timpului și dreptele $t = t_1$ și $t = t_2$. $s_x > 0$, dacă figura obținută este deasupra axei timpului (a); $s_x < 0$, dacă figura obținută este subaxa timpului (b)

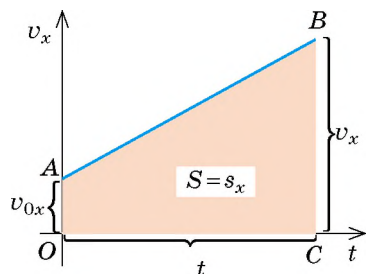


Fig. 29.2. Referitor la deducerea formulei proiecției deplasării

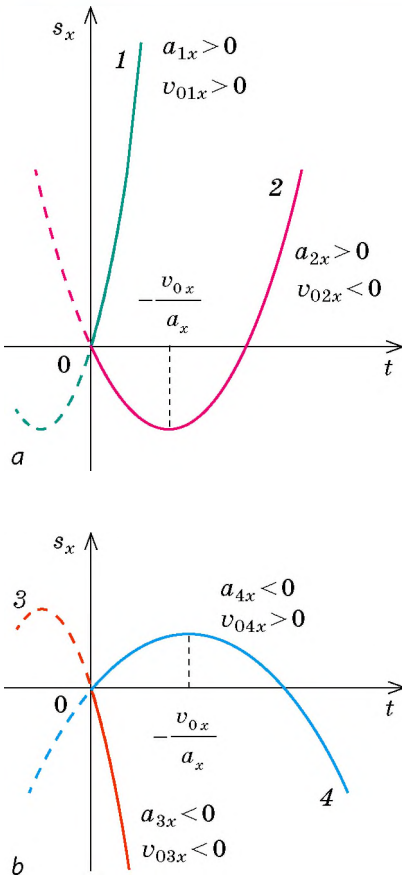


Fig. 29.3. Graficul proiecției deplasării în cazul mișcării rectilinii uniform accelerate – parabolă, care trece prin originea coordonatelor: dacă $a_x > 0$ ramurile parabolei sunt orientate în sus (a); dacă $a_x < 0$, ramurile parabolei sunt orientate în jos (b)

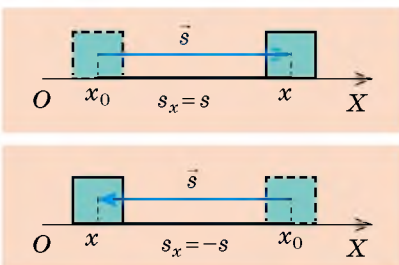


Fig. 29.4. Alegerea axei de coordonate în cazul mișcării rectilinii

Deci, s-a obținut ecuația proiecției deplasării pentru mișcarea **rectilinie uniform accelerată**:

$$s_x = v_{0x}t + \frac{a_x}{2}t^2 \quad (2)$$

Deoarece mărimile v_{0x} și a_x nu depind de timpul observării, dependența $s_x(t)$ este pătrată. De exemplu, dacă $v_{0x} = 2$ m/s, iar $a_x = -1$ m/s², atunci ecuația $s_x(t)$ va avea forma $s_x = 2t - 0,5t^2$.

Deci, *graficul proiecției deplasării* în cazul mișcării rectilinii uniform accelerate – parabolă (fig. 29.3), vârful căreia corespunde punctului de întoarcere:

$$v_x = 0 \Rightarrow v_{0x} + a_x t = 0 \Rightarrow t = -\frac{v_{0x}}{a_x},$$

unde t – timpul de întoarcere.

Folosind definiția accelerației $a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t}$ și formula $s_x = \frac{v_{0x} + v_x}{2} \cdot t$ mai poate fi obținută o formulă pentru calculul proiecției deplasării în cazul mișcării rectilinii uniform accelerate:

$$s_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x} \quad (3)$$

Formula (3) e comod de o folosit, dacă în condiția problemei nu merge vorba despre timpul mișcării și nu trebuie de-l aflat.

? Sperăm că nu vă va fi greu să deduceți formula (3) de sinestătător.

Atrageți atenția: în fiecare dintre formulele obținute (1) – (3) proiecțiile v_x , v_{0x} și a_x pot fi atât pozitive, cât și negative – în dependență de aceea, cum sunt orientați vectorii \vec{v} , \vec{v}_0 și \vec{a} în raport cu axa OX.

3 Scriem ecuația coordonatei

Una dintre problemele fundamentale ale mecanicii constă în determinarea poziției corpului (coordonatelor corpului) la orice moment de timp. Noi studiem mișcarea rectilinie, de aceea e destul

de ales o singură axă de coordonate (de exemplu, axa OX), care trebuie orientată de-a lungul mișcării corpului (29.4). Din fig. 29.4 vedem, că independent de direcția mișcării coordonata corpului x poate fi determinată prin formula:

$$x = x_0 + s_x,$$

unde x_0 — coordonata inițială (coordonata corpului în momentul începutului observării), s — proiecția deplasării.

Pentru mișcarea rectilinie uniform accelerată

$s_x = v_{0x}t + \frac{a_x}{2}t^2$, de aceea pentru o astfel de mișcare

ecuația coordonatei are forma:

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x}{2}t^2$$

Analizând ultima ecuație, ajungem la concluzia, că dependența $x(t)$ este pătrată, de aceea **graficul coordonatei — parabolă** (fig. 29.5).

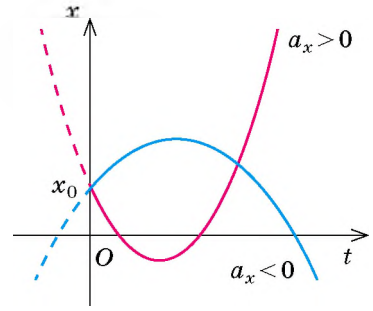


Fig. 29.5. În cazul mișcării rectilinii uniform accelerate graficul dependenței coordonatei de timp — parabolă, care intersectează axa x în punctul x_0

4

Ne învățăm a rezolva probleme

Consecutivitatea acțiunilor

Exemplu de rezolvare al problemei

1. Citiți cu atenție condiția problemei. Aflați, care corpuri participă la mișcare, care este caracterul mișcării corpurilor, care parametri ai mișcării sunt cunoscuți.

2. Scrieți pe scurt condiția problemei. În caz de necesitate transformați valorile mărimilor fizice în unitățile SI.

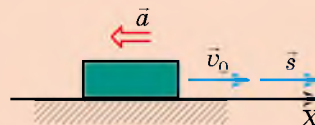
3. Efectuați desenul explicativ, în care indicați axa de coordonate, direcțiile vitezei de mișcare, deplasării, vitezei inițiale de mișcare, accelerației.

Problema 1. După începutul frânării trenul a parcurs până la oprire 225 m. Care a fost viteza mișcării trenului până la începutul frânării? Considerați, că accelerația trenului este constantă și egală cu $0,5 \text{ m/s}^2$.

Se dă: $s = 225 \text{ m}$
 $a = 0,5 \text{ m/s}^2$
 $v = 0$

Să se afle: v_0 — ?

Pe desenul explicativ vom orienta axa OX în direcția mișcării trenului. Deoarece trenul își micșorează viteza sa, atunci $\vec{a} \uparrow \vec{v}_0$.



4. Din formulele, ce descriu mișcarea rectilinie uniform accelerată alegeți acele, care cel mai bine corespund condiției problemei.

$$a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t}; v_x = v_{0x} + a_x t;$$

$$s_x = v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2};$$

$$s_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}; s_x = \frac{v_{0x} + v_x}{2} t.$$

Formulele alese concretizați-le pentru problemă.

5. Rezolvați problema la formă generală.

6. Verificați unitatea de măsură, aflați valoarea mărimii căutate.

7. Scrieți și analizați rezultatul.

8. Scrieți răspunsul.

1. Citiți cu atenție condiția problemei. Aflați, care este caracterul mișcării corpurilor, care parametri ai mișcării sunt cunoscuți.

2. Scrieți pe scurt condiția problemei. În caz de necesitate transformați valorile mărimilor fizice în unitățile SI.

Din condiția problemei sunt cunoscute a , v și s , trebuie de aflat v_0 . Toate aceste mărimi intră în

$$\text{formula } s_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}.$$

Direcția deplasării și direcția vitezei inițiale coincid cu direcția axei OX , de aceea $s_x = s$, $v_{0x} = v_0$.

Direcția accelerației este opusă direcției axei OX , de aceea $a_x = -a$.

Din condiție viteza finală $v = 0$.

Vom înlocui datele obținute în formula deplasării:

$$s = \frac{0 - v_0^2}{-2a} = \frac{v_0^2}{2a}.$$

Din formula $s = \frac{v_0^2}{2a}$ aflăm v_0 — viteza inițială a mișcării: $v_0^2 = 2as$, de unde $v_0 = \sqrt{2as}$.

$$[v] = \sqrt{\frac{m}{s^2}} = \sqrt{\frac{m^2}{s^2}} = \frac{m}{s}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot 225 \cdot 0,5} = \sqrt{225} = 15 \text{ (m/s)}.$$

$v_0 = 15 \text{ m/s} = 54 \text{ km/oră}$ — este viteză absolut reală pentru mișcarea trenului.

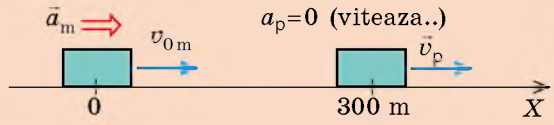
Răspuns: $v_0 = 54 \text{ km/oră}$.

Problema 2. Pe porțiunea rectilinie a drumului merge un pieton cu viteza constantă de 2 m/s. Pe el îl întrece un motociclist, care își mărește viteza, mișcându-se cu accelerația de 2 m/s². Peste cât timp motociclistul va întrece pietonul, dacă la momentul începutului măsurării timpului distanța dintre ei constituia 300 m, iar motociclistul se mișcă cu viteza de 22 m/s? Ce distanță va parcurge motocicleta în acest timp?

Se dă: $v_p = 2 \text{ m/s}$
 $a_m = 2 \text{ m/s}^2$
 $l = 300 \text{ m}$
 $v_{0m} = 22 \text{ m/s}$

Să se afle: t — ? s_m — ?

3. Efectuați desenul explicativ, în care să indicați axa de coordonate, pozițiile corpurilor, direcțiile accelerațiilor și vitezelor.



4. Scrieți ecuația coordonatei la formă generală; folosind desenul, concretizați această ecuație pentru fiecare corp.

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x}{2}t^2$$

Motocicleta

Pietonul

$$\begin{aligned} x_0 &= 0, \\ v_{0x} &= 22 \text{ m/s}; \\ a_x &= 2 \text{ m/s}^2; \\ x_m &= 22t + t^2. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_0 &= 300 \text{ m}, \\ v_x &= 2 \text{ m/s}; \\ a &= 0; \\ x_p &= 300 + 2t. \end{aligned}$$

5. Luând în considerație, că la momentul întâlnirii (întrecerii) coordonatele corpurilor sunt aceleași, obțineți ecuația pătrată.

$$x_m = x_p;$$

$$22t + t^2 = 300 + 2t;$$

$$22t + t^2 - 2t - 300 = 0 \Rightarrow t^2 + 20t - 300 = 0.$$

6. Rezolvați ecuația obținută și aflați timpul întâlnirii corpurilor.

$$D = 20^2 + 4 \cdot 300 = 1600; \quad t_1 = \frac{-20 + 40}{2} = 10 \text{ (s)};$$

$$t_2 = \frac{-20 - 40}{2} = -30 \text{ (s)} \text{ — rădăcină străină (reieșind din condiția problemei).}$$

7. Calculați coordonata corpurilor la momentul întâlnirii.

$$x_m = x_p = 300 + 2t = 300 + 2 \cdot 10 = 320 \text{ (m)}.$$

8. Aflați mărimea căutată și analizați rezultatul.

Motocicleta a fost în punctul cu coordonata $x_{0m} = 0$ dar a întrecut pietonul în punctul cu coordonata $x_m = 320$, așadar, motocicleta a parcurs distanța de 320 m. pietonul în acest timp a parcurs numai 20 m. Acesta este un rezultat real.

9. Scrieți răspunsul (mișcare uniformă).

Răspuns: $t = 10 \text{ s}$; $s_m = 320 \text{ m}$.



Facem totalurile

Pentru mișcarea rectilinie uniform accelerată a corpului:

- proiecția deplasării numeric este egală cu aria figurii de sub graficul proiecției vitezei mișcării, – graficul dependenței $v_x(t): s_x = \frac{v_{0x} + v_x}{2} \cdot t$, – în aceasta constă sensul geometric al deplasării;
- ecuația proiecției deplasării are forma: $s_x = v_{0x}t + \frac{a_x}{2}t^2$ — aceasta este o funcție pătratică, de aceea graficul dependenței $s_x(t)$ — parabolă, vârful căreia coincide cu punctul de întoarcere.

- coordonata corpului se determină din ecuația $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x}{2}t^2$; graficul coordonatei – parabolă.



Întrebări pentru verificare

1. Cu ajutorul căror formule se poate calcula proiecția deplasării s_x pentru mișcarea rectilinie uniform accelerată? Deduceți aceste formule. 2. Deduceți, că graficul dependenței deplasării corpului de timpul observării este parabolă. Cum sunt orientate ramurile acestei parabole? Cărui moment îi corespunde vârful parabolei? 3. Scrieți ecuația coordonatei pentru mișcarea rectilinie uniform accelerată. Numiți mărimile fizice, care leagă această ecuație.

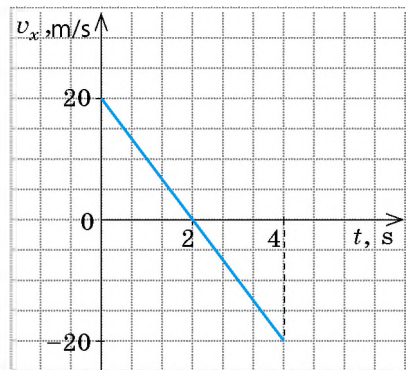


Exercițiul nr. 29

1. Un schior, care se mișcă cu viteza de 1 m/s, începe să coboare de pe o pantă. Determinați lungimea pantei, dacă schiorul a parcurs-o în 10 s. Considerați, că accelerația schiorului era constantă și egală cu 0,5 m/s².
2. Un tren de pasageri a frânat, schimbându-și viteza sa de la 54 km/oră până la 5 m/s. Determinați distanța, pe care a parcurs-o trenul în timpul frânării, dacă accelerația trenului era constantă și egală cu 1 m/s².
3. Frâna automobilului este în regulă, dacă la o viteză de 8 m/s distanța de frânare a automobilului este egală cu 7,2 m. Determinați timpul frânării și accelerația mișcării automobilului.
4. Ecuațiile coordonatelor a două corpuri, care se mișcă de-a lungul axei OX au forma: $x_1 = 8 - 2t + t^2$; $x_2 = -2 - 5t + 2t^2$.

- 1) pentru fiecare corp determinați: a) ce fel este mișcarea lui; b) coordonata inițială; c) modulul și direcția vitezei inițiale; d) accelerația mișcării.
- 2) Aflați timpul și coordonata întâlnirii corpurilor.
- 3) Pentru fiecare corp scrieți ecuația vitezei $v_x(t)$ și graficele proiecției vitezei și deplasării $s_x(t)$.

5. În figură este reprezentat graficul proiecției vitezei de mișcare pentru un oarecare corp. Determinați drumul și deplasarea corpului în decurs de 4 s de la începutul măsurării timpului. Scrieți ecuația coordonatei, dacă la momentul de timp $t = 0$ corpul era în punctul cu coordonata -20 m.



6. Două automobile au început să se miște din același punct în aceeași direcție, totodată al doilea automobil s-a pornit cu 20 s mai târziu. Ambele automobile se mișcă uniform accelerat cu accelerația de 0,4 m/s². Peste cât timp după începutul mișcării primului automobil distanța dintre ele va fi de 240 m?



7. Escalatorul în metrou se ridică cu viteza de 2,5 m/s. Poate oare omul să se afle în stare de repaus pe escalator în sistemul de referință, legat de Pământ? Dacă poate, atunci în ce condiții? Poate oare mișcarea corpului să fie considerată în acest caz mișcare după inerție? Argumentați răspunsul.

§ 30. SISTEME INERȚIALE DE REFERINȚĂ. PRIMA LEGE A LUI NEWTON

Noi deja am vorbit despre genialul savant englez Isaac Newton (1642–1727). Pentru meritele sale el chiar a primit titlul de cavaler și titlul de lord. «Natura pentru el era o carte deschisă, pe care el o citea fără eforturi», – scria despre acest savant A. Einstein (1879–1955). În lucrarea «Începuturile matematice în filozofia naturală» (a. 1687) Newton a formulat «axiomele mișcării» – astăzi ele sunt numite *legile lui Newton*. Despre prima lege a lui Newton va merge vorba în acest paragraf.

1 Ne amintim legea inerției

Ne amintim din cursul de fizică pentru clasa a 7-a, în ce condiții corpul se află în stare de repaus sau se mișcă rectiliniu uniform. Voi cu siguranță țineți minte **legea inerției**, pe care la sfârșitul sec. XVI a stabilit-o savantul italian *Galileo Galilei* (1564–1642):

Corpul se mișcă rectiliniu uniform sau se află în stare de repaus numai atunci, când asupra lui nu acționează alte corpuri sau acțiunile altor corpuri sunt compensate (fig. 30.1, 30.2).

? Cum considerați, se va mișca oare nava cosmică, ce se află în depărtare de la stele, dacă se va deconecta motorul ei? Dacă se va mișca, atunci cum?

2 Studiem sistemele de referință inerțiale

Fenomenul păstrării stării de repaus a corpului sau de mișcare rectilinie uniformă cu condiția, că asupra lui nu acționează alte corpuri sau acțiunile lor sunt compensate se numește fenomenul inerției.

Dar stările de mișcare și de repaus depind de alegerea sistemului de referință (SR). Dar oare în fiecare SR se observă fenomenul inerției?

Imaginați-vă, că sunteți în cupeul unui tren, care stă pe peron. Pe măsuta cupeului se află o minge. Asupra mingii acționează două corpuri: Pământul și măsuta. Acțiunile Pământului și măsutei sunt compensate și mingea se află în stare de repaus. Însă cum trenul începe să se miște cu viteză, mingea începe să se rostogolească pe masă în direcție opusă direcției de mișcare a trenului.



Fig. 30.1. Corpurile se află în stare de repaus în raport cu Pământul, deoarece atracția Pământului este compensată de acțiunea mesei (a); acțiunea suspensiei (b)

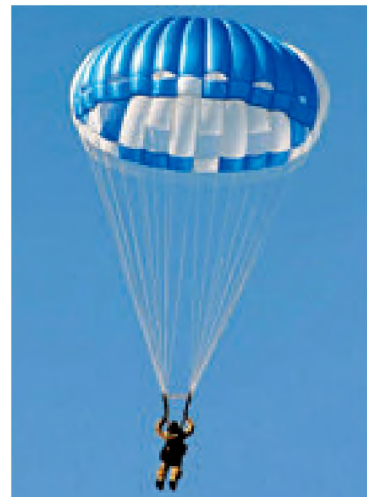


Fig. 30.2. Parașutistul un anumit timp se poate mișca rectiliniu uniform, când acțiunea Pământului este compensată de acțiunea aerului

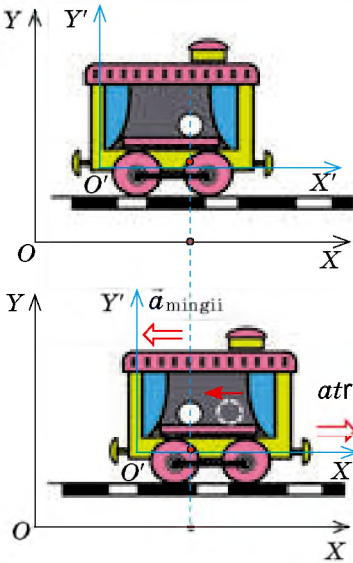


Fig. 30.3. Acțiunile măsuței și Pământului asupra mingii sunt compensate. Însă: în sistemul de referință, legat de peron, mingea rămâne în repaus, de aceea acest SR – *inerțial*; în sistemul de referință, legat de trenul, care începe mișcarea, mingea se mișcă cu accelerație, de aceea acest SR – *neinerțial*

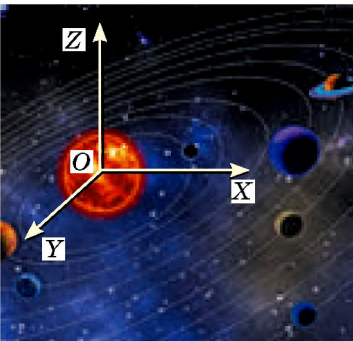


Fig. 30.4. Sistemul de referință heliocentric: originea coordonatelor acestui sistem este situată în centrul Soarelui, dar axa este orientată spre stelele îndepărtate

Adică, rămânând nemișcată în raport cu peronul, mingea începe să se miște în raport cu trenul cu accelerație (fig. 30.3). Deci, în raport cu SR legat de trenul, care își mărește viteza, fenomenul inerției nu se observă (acțiunile Pământului și măsuței asupra mingii sunt compensate, dar ea nu-și păstrează viteza sa).

Sistemul de referință, în raport cu care *fenomenul inerției nu se observă* se numește **sistem de referință neinerțial**.

Sistemul de referință, în raport cu care *fenomenul inerției se observă* se numește **sistem de referință inerțial**.

În continuare, dacă nu este indicat în mod special, *ne vom folosi numai de SR inerțiale*.

De obicei ca inerțial se folosește SR rigid legat de un punct de pe suprafața Pământului. Însă acest sistem poate fi considerat inerțial numai convențional, deoarece Pământul se rotește în jurul axei sale. Pentru măsurători mai precise se folosește, de exemplu, SR inerțial legat de Soare, – *sistemul de referință heliocentric* (fig. 30.4).

E clar, că dacă cunoaștem cel puțin un SR inerțial, atunci putem găsi multe altele. Doar *orice SR, care se mișcă față de SR inerțial rectiliniu uniform de asemenea este inerțial*.

De exemplu, dacă vă păstrați starea de repaus sau de mișcare rectilinie uniformă în raport cu Pământul, atunci și în raport cu trenul, care se mișcă în raport cu Pământul cu viteză constantă, vă veți mișca la fel rectiliniu uniform (deși cu altă viteză).

Vom menționa, că în mecanica clasică* în urma trecerii de la un SR inerțial la altul viteza mișcării, deplasarea și coordonata corpului se schimbă, dar iată forța, masa, accelerația, timpul mișcării și distanța dintre corpuri rămân neschimbate.

* Mecanica clasică studiază mișcarea corpurilor, viteza mișcării cărora este cu mult mai mică decât viteza de propagare a luminii.

3 Formulăm prima lege a lui Newton

Legea inerției lui G. Galilei a devenit primul pas în stabilirea legilor fundamentale ale mecanicii clasice. Formulând legile fundamentale ale mișcării corpurilor, I. Newton a numit această lege prima lege a mișcării și a enunțat-o astfel: *orice corp izolat își păstrează starea de repaus sau de mișcare rectilinie uniformă până când el nu este forțat de forțele aplicate să-și schimbe această stare.*

Să atragem atenția la următoarele.

1. Corpul se mișcă uniform, accelerat sau se află în stare de repaus depinde de alegerea SR.
2. În SR inerțial corpul se mișcă rectiliniu uniform sau se află în stare de repaus nu numai în cazul, când el este *izolat* (adică asupra lui nu acționează alte corpuri), ci și în cazul, când forțele, ce acționează asupra corpului sunt *compensate*.

Reieșind din cele expuse în fizica modernă **prima lege a lui Newton** se formulează astfel:

Există astfel de sisteme de referință, în raport cu care corpul își păstrează starea de repaus sau de mișcare rectilinie uniformă, dacă asupra corpului nu acționează nici o forță sau aceste forțe sunt compensate.

Deci, *prima lege a lui Newton postulează existența sistemelor de referință inerțiale.*

* 4 Aflăm despre principiul relativității lui Galilei

Observând mișcarea corpurilor în diferite SR inerțiale, G. Galilei a ajuns la concluzia, care a primit denumirea de **principiul relativității lui Galilei**:

În toate sistemele de referință inerțiale desfășurarea fenomenelor mecanice și proceselor are loc la fel pentru aceleași condiții inițiale.

Galilei scria astfel: «Dacă noi, aflându-ne în cabina unei nave cu vele, vom efectua orice experimente, atunci nici ele însăși nici rezultatele lor nu se vor deosebi de acele, care s-ar fi efectuat pe mal. Și numai urcându-ne pe punte, noi vom vedea: se dovedește, că nava noastră se mișcă rectiliniu uniform...».

Puteți de asemenea stabili principiul relativității, dacă, de exemplu, veți efectua o serie de experiențe în vagonul unui tren, care se mișcă rectiliniu uniform. Așa, ceașca, ce stă pe masă se va afla în stare de repaus, dar dacă se va lăsa să cadă lingurița, atunci ea în raport cu vagonul va cădea vertical în jos (fig. 30.5).



Fig. 30.5. Cu nici un experiment mecanic nu se poate afla se mișcă vagonul rectiliniu uniform sau se află în stare de repaus. Pasagerul poate afla acest lucru numai uitându-se pe geam



Facem totalurile

Corpul se mișcă rectiliniu uniform sau se află în stare de repaus numai atunci, când asupra lui nu acționează alte corpuri și câmpuri sau acțiunile lor sunt compensate, – este formularea legii inerției, care a fost stabilită pe cale experimentală de către G. Galilei. În fizica modernă această lege se numește prima lege a lui Newton și se formulează astfel: există astfel de sisteme de referință, în raport cu care corpul își păstrează starea de repaus sau de mișcare rectilinie uniformă, dacă asupra corpului nu acționează nici o forță sau aceste forțe sunt compensate. Astfel de sisteme de referință se numesc inerțiale.

De obicei ca inerțiale se folosesc SR legate de Pământ. Orice SR, care se mișcă în raport cu SR inerțial rectiliniu uniform de asemenea este inerțial.

Verificați-vă cunoștințele



1. În ce condiții corpul își păstrează viteza mișcării sale? Dați exemple.
2. Formulați legea inerției.
3. Care SR se numesc inerțiale? neinerțiale? Dați exemple de asemenea sisteme.
4. Formulați prima lege a lui Newton. Ce postulează ea?
5. Formulați principiul relativității lui Galilei.

Exercițiul nr. 30



1. Voi stați pe scaun – și voi și scaunul vă aflați în stare de repaus în raport cu Pământul. Care corpuri acționează asupra scaunului? asupra voastră? Ce puteți spune despre aceste acțiuni?
2. Vâslașii se străduie să facă ca barca să se miște împotriva curentului de apă, însă barca se află în stare de repaus în raport cu malul. Acțiunile căror corpuri se compensează în acest caz??
3. Pisica stă pe masă (vezi fig. 30.1). Va fi oare SR, legat de pisică, inerțial? Va fi oare inerțial SR, legat de un păianjen, care coboară uniform pe un fir de păianjen din pod? Va fi oare inerțial SR, legat de un șoarece, care a observat pisica și își încetinește mișcarea? Explicați răspunsurile.
4. În fig. 1 sunt reprezentate câteva corpuri. 1) De care corp ați lega SR, pentru ca el să fie inerțial? neinerțial? Argumentați răspunsul. 2) Care la momentul dat va fi viteza mișcării câinelui în SR, legat de pieton; în SR, legat de camion? 3) Care va fi accelerația mișcării automobilului în SR, legat de copac; în SR, legat de pieton?

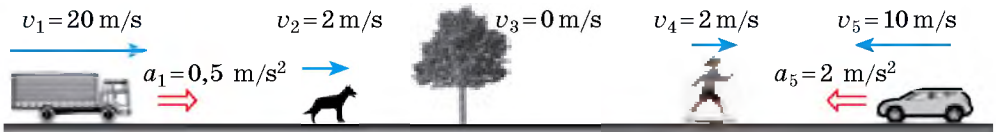


Fig. 1

5. Folosiți-vă de surse suplimentare de informații și aflați, de ce G. Galilei este considerat fondatorul metodei experimental-matematice.
6. În fig. 2 sunt reprezentate două corpuri și forțele, care acționează asupra lor (1 pătrățel – 1 N). Aflați direcția și modulul rezultantei forțelor, ce acționează asupra fiecărui corp



Fig. 2

§ 31. LEGEA A DOUA A LUI NEWTON

În § 30 ați amintit condițiile, în care corpul se mișcă rectiliniu uniform. Dar în ce condiții corpul se mișcă uniform accelerat. De ce depinde accelerația mișcării corpului? Răspunsurile la aceste întrebări la timpul său le-a dat I. Newton, formulând a doua axiomă a mișcării. Despre legea a doua a lui Newton – legea fundamentală a mecanicii – se va vorbi în acest paragraf.

1 Formulăm legea a doua a lui Newton

Din viața de toate zilele știți bine: corpul mai repede își va schimba viteza mișcării sale, dacă asupra lui va acționa o forță mai mare. Experiențele arată: *de câte ori se mărește forța, tot de atâtea ori se mărește accelerația*, pe care o obține corpul în rezultatul acțiunii acestei forțe. Adică accelerația mișcării corpului este direct proporțională cu forța, aplicată acestui corp:

$$a \sim F.$$

Dacă *cu aceeași forță* de acționat asupra corpurilor de masă diferită, atunci accelerațiile corpurilor vor fi diferite: *cu cât este mai mare masa corpului, cu atât mai mică va fi accelerația lui*. De exemplu, dacă asupra unei mingi de tenis și asupra unei bile de bowling va acționa aceeași forță, atunci viteza mișcării bilei va varia mai puțin (sau va fi nevoie de mai mult timp, pentru ca viteza mișcării bilei să varieze la fel ca și cea a mingii). Adică accelerația, obținută de corp în urma acțiunii forței, este invers proporțională cu masa corpului:

$$a \sim \frac{1}{m}.$$

Legătura dintre forța, ce acționează asupra corpului, masa și accelerația, pe care o obține corpul în urma acțiunii acestei forțe, stabilește **legea a doua a lui Newton**:

Accelerația, pe care o obține corpul în urma acțiunii forței este direct proporțională cu această forță și invers proporțională cu masa corpului:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

Forța

Forța \vec{F} — mărimea fizică vectorială, care este măsura acțiunii unui corp asupra altuia (măsura interacțiunii).

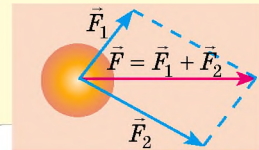
Unitatea de măsură a forței în SI – *newton*:

$$[F] = 1 \text{ H.}$$

Forța este determinată, dacă sunt cunoscute valoarea (modulul), direcția și este indicat punctul de aplicație al forței.

\vec{F} valoare
 direcție
 punct de aplicație

Dacă asupra corpului acționează câteva forțe, atunci acțiunea lor comună poate fi înlocuită cu acțiunea unei forțe – rezultanta \vec{F} . Rezultanta este egală cu suma vectorială a forțelor, aplicate corpului.



Masa

Masa – mărimea fizică, care este măsura inerției corpului.

Unitatea de măsură în SI – *kilogramul*:

$$[m] = 1 \text{ kg}.$$

Inerția – proprietatea corpului, care constă în aceea, că pentru schimbarea vitezei de mișcare a corpului în urma interacțiunii e nevoie de timp.

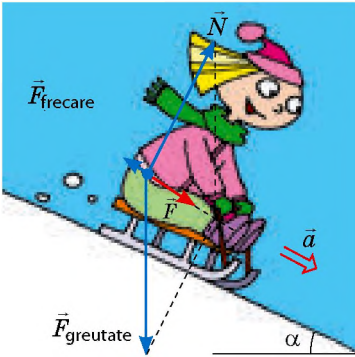


Fig. 31.1. Forța \vec{F} rezultanta forței de greutate $\vec{F}_{\text{greutate}}$ forței de reacțiune normală a suportului și forței de frecare de alunecare \vec{F}_{frecare} . Forța \vec{F} – cauza accelerației \vec{a} fețiței

De obicei asupra corpului concomitent acționează câteva forțe. În așa un caz forța \vec{F} se subînțelege ca rezultanta forțelor, aplicate asupra corpului: $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$ (fig. 31.1), iar legea a doua a lui Newton se scrie astfel:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n}{m}, \text{ sau } \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = m\vec{a}$$

Vom menționa, că legea a doua a lui Newton, scrisă sub forma $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$, se adevărește numai în cazul sistemelor inerțiale de referință.

2 Aflăm despre consecințele legii a doua a lui Newton

Anume din legea a doua a lui Newton se stabilește unitatea de măsură a forței în SI – *newtonul*: 1 N – aceasta-i forța, care acționând asupra corpului cu masa $m = 1$ kg, îi imprimă o accelerație $a = 1$ m/s²:

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

2. Cunoscând modulul și direcția rezultantei forțelor \vec{F} care acționează asupra corpului, întotdeauna poate fi determinat modulul și direcția accelerației \vec{a} , pe care o obține corpul în urma acestei acțiuni:

$$a = \frac{F}{m}; \vec{a} \uparrow \vec{F}$$

7 Folosind cunoștințele din matematică, argumentați ultima afirmație.

3. A doua lege a lui Newton ne permite să determinăm **condiția mișcării uniform accelerate a corpului**: corpul se mișcă rectiliniu uniform accelerat numai în cazul, dacă rezultanta forțelor, aplicate corpului nu variază cu timpul.

4. Dacă rezultanta este egală cu zero ($\vec{F} = 0$), corpul nu-și va schimba viteza mișcării sale ($\vec{a} = 0$) (fig. 31.2). Deci, legea inerției poate fi formulată în felul următor: *corpul se află în stare de repaus sau se mișcă rectiliniu uniform, dacă forțele, ce acționează asupra corpului sunt compensate.*

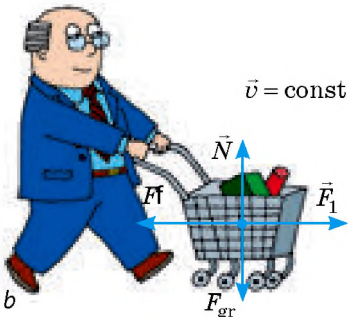
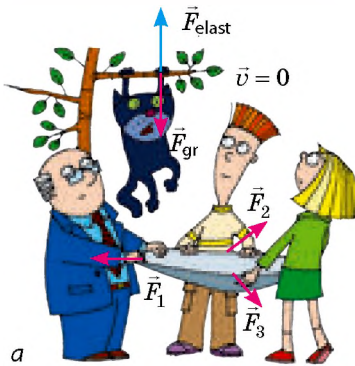


Fig. 31.2. Dacă rezultanta forțelor, aplicate corpului, este egală cu zero, atunci corpul se află în stare de repaus (a) sau se mișcă cu viteză constantă (b)



Facem totalurile

Legea a doua a lui Newton – legea fundamentală a dinamicii: accelerația \vec{a} , pe care o obține corpul în urma acțiunii forței \vec{F} este direct proporțională cu această forță și invers proporțională cu masa corpului: $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$.

Dacă asupra corpului concomitent acționează câteva forțe ($\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$), legea a doua a lui Newton poate fi scrisă astfel: $\vec{a} = \frac{\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n}{m}$, sau $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = m\vec{a}$.

Corpul se mișcă rectiliniu uniform accelerat numai în cazul, dacă rezultanta forțelor, aplicate corpului nu variază cu timpul.



Verificați-vă cunoștințele

1. De care factori depinde accelerația mișcării corpului? 2. Formulați legea a doua a lui Newton, scrieți expresia ei matematică. 3. Cum se notează legea a doua a lui Newton, dacă asupra corpului acționează câteva forțe? 4. Ce se poate spune despre direcțiile rezultantei și a accelerației, pe care această forță o imprimă corpului? 5. Care este condiția mișcării uniform accelerate a corpului?



Exercițiul nr. 31

- Un tren cu masa de 5 t se mișcă cu accelerația de $0,5 \text{ m/s}^2$. Determinați modulul rezultantei forțelor, care acționează asupra trenului.
- Un automobil se mișcă rectiliniu pe o porțiune de drum. Cum este orientată rezultanta forțelor, aplicate automobilului, dacă el își mărește viteza? Își încetinește mișcarea sa?
- Un corp cu masa de 2 kg, care se mișcă spre sud își schimbă viteza mișcării sale în urma acțiunii forței constante de 10 N, orientată spre răsărit. Determinați modulul și direcția accelerației mișcării corpului.
- În urma acțiunii forței de 15 kN corpul se mișcă rectiliniu astfel, încât coordonata lui variază după legea: $x = -200 + 9t - 3t^2$. Determinați masa corpului.
- Asupra corpului cu masa de 5 kg acționează două forțe reciproc perpendiculare: 12 și 9 N (fig. 1). Determinați accelerația mișcării corpului.
- Folosindu-vă de surse suplimentare de informații, compuneți și rezolvați o problemă de aplicare a legii a doua a lui Newton pentru mișcarea unui oarecare corp real.
- Un băiat și o fetiță trag de o frânghie (fig. 2). Cine dintre ei va începe să se miște? Cine, după părerea voastră va obține o viteză de mișcare mai mare? Argumentați-vă răspunsul.

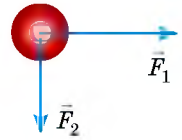


Fig. 1



Fig. 2



Însărcinare experimentală

Folosind o riglă și două bare cu masa diferită, demonstrați:

- odată cu mărirea forței se mărește și accelerația, pe care o obține orice bară sub acțiunea forței;
- dacă asupra diferitelor bare va acționa aceeași forță, atunci bara cu masa mai mare va obține o accelerație mai mică;
- direcția accelerației întotdeauna coincide cu direcția acțiunii forței.

Descrieți acțiunile voastre. Cum ați apreciat accelerația corpurilor?

§ 32. LEGEA A TREIA A LUI NEWTON

Loviți banca cu mâna. E dureros? Dar de ce? Doar voi ați lovit banca, dar nu banca pe voi. Trageți-l de mână pe prietenul vostru, stând pe gheața netedă. Cine va porni din loc? Amândoi? Dar de ce? Doar voi l-ați tras pe prieten, și nu el pe voi. Veți putea oare voi, prinzându-vă de păr să vă scoateți din apă? Nu? Dar de ce? Doar voi ușor puteți scoate din apă în așa un mod un om, care chiar e mai greu decât voi. La aceste și la alte întrebări o să vă ajute să dați răspuns legea a treia a lui Newton.



Fig. 32.1. Acțiunea întotdeauna este o interacțiune. Jucându-vă cu mingea, voi acționați asupra ei, de exemplu, cu piciorul. Mingea de asemenea acționează asupra piciorului (această acțiune este în special simțită, dacă jucați desculț)



Fig. 32.2. Acțiunea întotdeauna este o interacțiune. Pământul atrage spre sine Luna (și Luna nu «zboară» în spațiul cosmic). Luna de asemenea atrage Pământul (și pe Pământ se observă fluxurile și refluxurile)

1 Stabilim legea a treia a lui Newton

Voi deja știți, că corpurile întotdeauna acționează reciproc unul asupra celuilalt – *interacționează* (fig. 32.1, 32.2). ne vom adresa la experiență și vom afla, cum sunt legate forțele, cu care corpurile acționează unul asupra altuia.

Punem pe un suport orizontal două cărucioare mobile și le fixăm de suporturi verticale cu ajutorul dinamometrelor. Pe fiecare cărucior fixăm câte un magnet astfel, încât ei să fie orientați cu polii de nume diferiți unul către celălalt. Magneții se vor atrage, vor deplasa cărucioarele și vor întinde resorturile dinamometrelor. Experiența ne demonstrează, că indicațiile ambelor dinamometre vor fi identice (fig. 32.3).

Se pot face o sumedenie de experiențe pentru măsurarea acestor forțe și rezultatul lor întotdeauna va fi același: *forțele, cu care interacționează două corpuri, vor fi egale ca modul și opuse ca direcții* (fig. 32.4, 32.5).

Interacțiunea corpurilor este descrisă de *legea interacțiunii – legea a treia a lui Newton*:

Corpurile interacționează unul asupra altuia cu forțe, care sunt orientate de-a lungul unei drepte, sunt egale ca modul și opuse ca direcție:

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

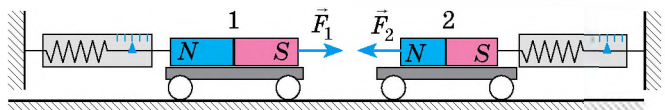


Fig. 32.3. Cu ce forță magnetul 2 atrage magnetul 1, cu aceeași forță magnetul 1 atrage magnetul 2; Forțele în acest caz au direcții opuse

2 Aflăm despre unele particularități ale interacțiunii corpurilor

Referindu-ne la exemplele, reprezentate în fig. 32.1–32.5, vom observa un șir de particularități.

1. Legea a treia a lui Newton este satisfăcută atât în cazurile contactului nemijlocit dintre corpuri (vezi fig. 32.1, 32.5), cât și în cazurile interacțiunii corpurilor la distanță (vezi fig. 32.2–32.4).

2. *Forțele întotdeauna iau naștere în perechi:* dacă este prezentă forța \vec{F}_1 care acționează asupra corpului 1 din partea corpului 2, atunci neapărat este prezentă forța \vec{F}_2 , care acționează asupra corpului 2 din partea corpului 1. Dar iată manifestările acestor forțe (sau a uneia dintre ele) nu întotdeauna este evidentă. De exemplu, în timpul mersului voi vă împingeți de la suprafața Pământului, așadar, asupra voastră acționează forța din partea Pământului. Conform legii a treia a lui Newton cu aceeași forță voi împingeți Pământul înapoi. Însă din cauza masei mari a Pământului rezultatul acțiunii acestei forțe este neînsemnat. Dar, dacă voi veți pași pe o luntre ușoară, atunci acțiunea voastră asupra ei va face ca luntrea să se miște în direcție opusă mișcării voastre.

3. Perechile de forțe, ce iau naștere în timpul interacțiunii a două corpuri, întotdeauna *sunt de aceeași natură*.

? Examinați fig. 32.1–32.5 și convingeți-vă în certitudinea ultimei afirmații.

S-ar părea, că dacă la orice interacțiune ia naștere o pereche de forțe, egale ca modul și opuse ca sens, atunci astfel de forțe trebuie să se echilibreze una pe cealaltă. Iar aceasta este echivalent cu faptul, că nu este acțiune. Reiese, că noi suntem condamnați sau la repaus, sau la mișcare neconținută? Bineînțeles, că nu! Se echilibrează numai acele forțe, care sunt aplicate la același corp. Iar forțele, ce apar în timpul interacțiunii sunt aplicate la corpuri diferite, de aceea ele nu se pot echilibra (compensa) una pe cealaltă.

3 Ne învățăm a rezolva probleme

Problemă. Un vas cu apă se află în echilibru pe o balanță (fig. 32.6) se va schimba oare echilibrul balanței, dacă se va introduce în apă un deget, fără a atinge fundul și pereții vasului?

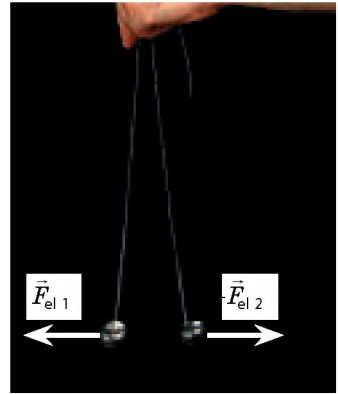


Fig. 32.4. Asupra fiecăreia dintre cele două bile încărcate cu sarcini același semn acționează forța lui Coulomb din partea celeilalte bile. Aceste forțe sunt egale ca modul și opuse ca direcții: $\vec{F}_{el\ 1} = -\vec{F}_{el\ 2}$

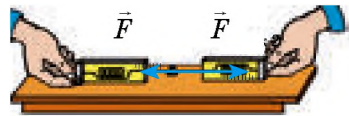


Fig. 32.5. Dacă de agățat dinamometrele cu cârligile și de tras în direcții opuse, atunci indicațiile lor vor fi identice



Fig. 32.6. Pentru însărcinarea din § 32

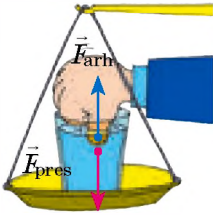


Fig. 32.7. Pentru însărcinarea din § 32

Rezolvare. După scufundarea degetului în apă asupra lui începe să acționeze forța arhimedică, orientată vertical în sus. Conform legii a treia a lui Newton din partea degetului asupra apei de asemenea începe să acționeze o forță – egală ca modul cu forța arhimedică și orientată în jos (fig. 32.7). Astfel, degetul, chiar și fără ca să se atingă de fundul și pereții vasului, va împinge apa, dar o dată cu ea și vasul în jos – echilibrul balanței se va încălca.

Răspuns: echilibrul se va încălca.



Facem totalurile

Corpurile întotdeauna acționează unul asupra altuia – interacționează. Interacțiunea corpurilor este descrisă de legea a treia a lui Newton (legea interacțiunii): forțele, cu care corpurile acționează unul asupra altuia, sunt orientate de-a lungul unei drepte, sunt egale ca modul și opuse ca direcție: $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$. Perechile de forțe, ce iau naștere în timpul interacțiunii, întotdeauna au aceeași natură; aceste forțe nu se echilibrează una pe cealaltă, deoarece sunt aplicate la corpuri diferite.



Întrebări pentru verificare

1. Formulați legea a treia a lui Newton. De ce această lege este numită legea interacțiunii? 2. Dați exemple de manifestare a legii a treia a lui Newton. 3. Ce se poate spune despre natura forțelor, care iau naștere în timpul interacțiunii corpurilor? Dați exemple. 4. De ce forțele, ce iau naștere în timpul interacțiunii corpurilor nu se compensează una cu cealaltă?



Exercițiul № 32

- O fetiță a lovit o minge cu forța de 10 N (fig. 1). Cu ce forță mingea «a lovit» fetița? În ce direcție acționează această forță?
- Examinați interacțiunea gravitațională dintre un măr, ce atârnă pe o creangă și Pământ (fig. 1). Ce se atrage mai mult: mărul de Pământ sau Pământul de măr?
- Un băiat cu masa de 48 kg, stând pe gheața netedă, împinge de la sine o bilă cu masa de 3 kg, comunicându-i în direcție orizontală o accelerație de 8 m/s². Ce accelerație a obținut băiatul?
- O frânghie suportă o tensiune nu mai mare de 300 N. Se va rupe oare frânghia, dacă patru persoane vor trage de ea în direcții opuse astfel, cum e indicat în fig. 2, cu forțele de 100 N fiecare? Se va rupe oare frânghia, dacă unul din capetele ei se va fixa, iar toți patru o vor trage de celălalt capăt în aceeași direcție?
- Gândiți-vă și notați 5-10 exemple de interacțiune dintre corpuri. Efectuați desene explicative. Indicați perechile de forțe (atât cele «ascunse» cât și cele «evidente»).



Fig. 1



Fig. 2



§ 33. LEGEA ATRACȚIEI UNIVERSALE. FORȚA DE GREUTATE. ACELERAȚIA CĂDERII LIBERE

Se spune, că I. Newton însuși povestea, cum el a ajuns la descoperirea legii atracției universale. O dată învățatul se plimba prin livada de meri și a văzut ziua pe cer Luna. În acest moment în fața lui a căzut din pom un măr. Anume atunci savantul s-a gândit despre aceea, că, posibil, aceeași forță face ca mărul să cadă pe pământ, iar Luna să rămână pe orbita din jurul Pământului.

1 Ne amintim interacțiunea gravitațională

Toate corpurile fizice fără excepție în Univers se atrag unul spre altul – acest fenomen se numește *atracție universală sau gravitație* (de la cuv. lat. *gravitas* – greutate).

Interacțiunea gravitațională – interacțiunea, care este proprie tuturor corpurilor din Univers și se manifestă în atracția lor reciprocă unul către celălalt.

De exemplu, acum voi și acest manual interacționați prin intermediul forțelor atracției gravitaționale. Însă în acest caz forțele sunt atât de mici, încât ele nu pot fi depistate chiar și cu cele mai moderne și precise aparate. Forțele atracției gravitaționale ating valori considerabile numai atunci, când cel puțin unul dintre corpuri are o masă, care poate fi comparată cu masa corpurilor cerești (găurilor negre, stelelor, planetelor și sateliților lor etc.).

Interacțiunea gravitațională se realizează datorită unui fel deosebit al materiei – **câmpului gravitațional**, care există în jurul oricărui corp: stea, planetă, om, carte, moleculă, atom etc.

2 Descoperim legea atracției universale

Primele expresii despre atracție se întâlnesc la autorii antici. Așa, gânditorul Greciei Antice Plutarh (anii apr. 46 – apr. 127) scria: «Luna ar fi căzut pe Pământ ca o piatră, numai dacă ar fi dispărut forța zborului ei».

În sec. XVI–XVII savanții din Europa s-au întors la teoria existenței atracției reciproce dintre corpuri. A servit ca imbold a renașterii ei în primul rând descoperirile în astronomie: *Nicolai Copernic* (fig. 33.1) a demonstrat, că în centrul sistemului Solar este ampatat Soarele, iar toate



La 11 februarie anul 2016 a fost anunțat despre descoperirea experimentală a undelor gravitaționale, existența cărora a fost prezisă de către *Albert Einstein*. *Undă gravitațională* – propagarea în spațiu a câmpului gravitațional variabil. Această undă este emisă de către o masă mobilă și se poate rupe de la sursa sa (cum se rupe unda electromagnetică de la particula încărcată, ce se mișcă cu accelerație). Se consideră, că studierea undelor gravitaționale va ajuta să se toarne lumină asupra istoriei Universului și nu numai...

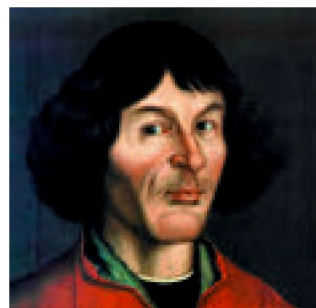


Fig. 33.1. Nicolai Copernic (1473–1543) – astronom polonez, creatorul sistemului heliocentric al Universului

planetele se rotesc în jurul lui; *Yohann Kepler* (1571–1630) a descoperit legile mișcării planetelor în jurul Soarelui; *Galilelo Galilei* a creat primul telescop și cu ajutorul lui a văzut sateliții lui Jupiter.

Dar de ce planetele se rotesc în jurul Soarelui, de ce sateliții se rotesc în jurul planetelor, care forță menține corpurile cosmice pe orbită? Unul dintre primii, cine a înțeles acest lucru, a fost savantul englez *Robert Hooke* (1635–1703). El scria: «Toate corpurile cerești au atracție spre centrul său, în urma cărui fapt ele nu numai, că atrag particulele proprii și împiedică împrăștierea lor, dar și atrag toate altele corpuri cerești, ce se află în sfera acțiunii lor».

Anume R. Hooke a lansat ipoteza despre aceea, că forța de atracție dintre două corpuri este direct proporțională cu masele acestor corpuri și invers proporțională cu pătratul distanței dintre ele. Însă n-a reușit să demonstreze aceasta. Aceasta a făcut *I. Newton*, care și a formulat **legea atracției universale**:

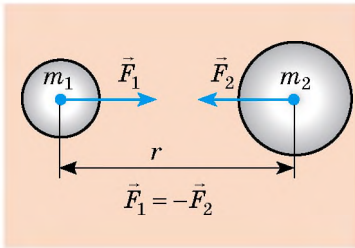


Fig. 33.2. Conform legii a treia a lui Newton forțele atracției universale de atracție dintre corpuri sunt egale ca modul și opuse ca direcții

Între orice două corpuri acționează forțe de atracție reciprocă (fig. 33.2), care sunt direct proporționale cu produsul maselor acestor corpuri și invers proporționale cu pătratul distanței dintre ele:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

unde G – constanta gravitațională.

? Înscrierea matematică a cărei legi vă amintește legea atracției universale? Scrieți formula respectivă.



Fig. 33.3. Henri Cavendish (1731–1810) – fizician și chimist englez. A determinat constanta gravitațională, masa și densitatea medie a Pământului; cu câțiva ani înaintea lui Ch. Coulomb a descoperit legea interacțiunii sarcinilor electrice

Constanta gravitațională pentru prima dată a fost măsurată de către savantul englez *Henri Cavendish* (fig. 33.3) în anul 1798 cu ajutorul balanței de torsiune:

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}.$$

Constanta gravitațională este egală numeric cu forța, cu care interacționează două puncte materiale cu masa de 1 kg fiecare la distanța de 1 m dintre ele (dacă $m_1 = m_2 = 1$ kg, iar $r = 1$ m, atunci $F = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N).

Legea atracției universale permite de a descrie un cerc larg de fenomene, inclusiv mișcarea corpurilor naturale și artificiale în sistemul Solar, mișcarea stelelor duble, a aglomerațiilor de stele etc. În astronomie, pe baza acestei legi se calculează masele corpurilor cerești, se determină caracterul mișcării lor, structura, evoluția.

3 Stabilim limitele aplicației legii atracției universale

Formula $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ dă un rezultat precis în următoarele cazuri:

1) dacă dimensiunile corpurilor sunt neglijabil de mici în comparație cu distanța dintre ele (corpurile pot fi considerate puncte materiale);

2) dacă ambele corpuri au formă sferică și repartizare sferică a substanței;

3) dacă unul dintre corpuri – bilă, dimensiunile și masa căreia sunt cu mult mai mari, decât dimensiunile și masa altui corp, care este situat pe suprafața acestei bile sau la o distanță de la ea.

Atrageți atenția! Legea atracției universale, ca și majoritatea legilor mecanicii clasice, se aplică numai în cazurile, când viteza relativă de mișcare a corpurilor este cu mult mai mică decât viteza de propagare a luminii. În caz general atracția este descrisă de *teoria generală a relativității, create de către A. Einstein.*

? De ce legea atracției universale poate fi aplicată la calculul forței de atracție a Pământului la Soare? Lunii la Pământ? omului la Pământ (vezi fig. 33.4)?

4 Determinăm forța de greutate

Forța de greutate $\vec{F}_{\text{greutate}}$ — forța, cu care Pământul (sau alt corp astronomic) atrage spre sine corpurile, care se află pe suprafața lui sau în apropierea ei (fig. 33.5)*.

Conform legii atracției universale modulul forței de greutate F_{greutate} , care acționează asupra corpului în apropierea Pământului, poate fi calculată după formula:

$$F_{\text{greutate}} = G \frac{mM_3}{r^2} \quad F_{\text{greutate}} = G \frac{mM_3}{(R_3 + h)^2}$$

unde G — constanta gravitațională; m — masa corpului; M_3 — masa Pământului; $r = R_3 + h$ — distanța de la centrul Pământului până la corp (fig. 33.6).

*Forța de greutate este condiționată nu numai de atracția gravitațională a Pământului, dar și de rotația lui zilnică. Însă aceasta este esențial numai pentru calcule extrem de precise.



Fig. 33.4. Pentru însărținarea din § 33

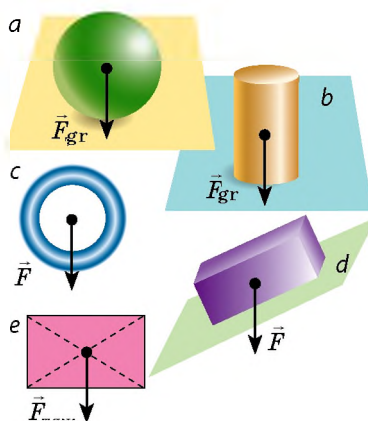


Fig. 33.5. Forța de greutate este orientată vertical în jos și aplicată în punctul, care este numit *centrul de greutate al corpului*. Centrul de greutate al unui corp simetric omogen este situat în centrul de simetrie; poate fi și în afara corpului (c)

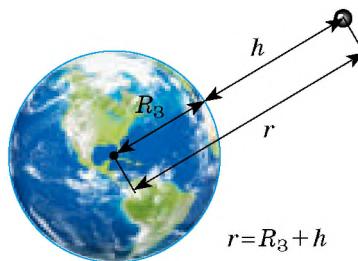
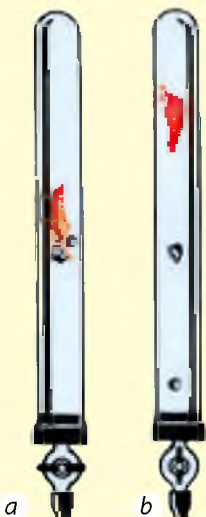


Fig. 33.6. Distanța r de la centrul Pământului până la corp este egală cu suma dintre raza Pământului R_3 și înălțimea h , la care este situat corpul

Căderea liberă a corpurilor a fost cercetată de către Galileo Galilei, care a lansat, iar apoi a confirmat pe cale experimentală ipoteza: cauza faptului, că corpurile ușoare cad cu accelerație mai mică este rezistența aerului; în cazul lipsei aerului toate corpurile – independent de masă, volum, forma lor – cad pe Pământ cu aceeași accelerație.

Experiențe mai precise au fost efectuate de către Isaac Newton, care a confecționat pentru aceasta un dispozitiv special – *tubul lui Newton*. Experimentele au arătat: în vid bila de plumb, pluta și pana de pasăre cădeau concomitent (a), în aer pana întârzie mult (b).



Mișcarea corpului numai sub acțiunea forței de greutate se numește cădere liberă.

În timpul căderii libere forța de greutate, ce acționează asupra corpului, nu este compensată de nici o forță, de aceea conform legii a doua a lui Newton corpul se mișcă cu accelerație. Această accelerație se numește *accelerația căderii libere* și se notează cu simbolul \vec{g} :

$$\vec{g} = \frac{\vec{F}_{gr}}{m}$$

Ca și forța de greutate, accelerația căderii libere întotdeauna este orientată vertical în jos ($\vec{g} \uparrow \uparrow \vec{F}_{gr}$) independent de faptul, în ce direcție se mișcă corpul. Din formula: $g = F_{gr}/m$:

$$F_{gr} = mg$$

Deci, avem două formule pentru calculul forței de greutate:

$$F_{gr} = mg ; F_{gr} = G \frac{m \cdot M_3}{(R_3 + h)^2}$$

Comparând părțile drepte ale acestor formule, vom obține formula pentru calculul *accelerației căderii libere*:

$$g = G \frac{M_3}{(R_3 + h)^2}$$

Ce arată analiza ultimei formule?

1. *Accelerația căderii libere* nu depinde de masa corpului (a demonstrat G. Galilei).

2. *Accelerația căderii libere scade o dată cu mărirea înălțimii corpului h* deasupra suprafeței Pământului, totodată o schimbare vădită are loc, dacă h constituie zeci și sute de kilometri (la înălțimea $h = 100$ km accelerația căderii libere se va micșora numai cu $0,3 \text{ m/s}^2$).

3. Dacă corpul se află pe suprafața Pământului ($h = 0$) sau la înălțimea de câțiva kilometri ($h \ll R_3$):

$$g = G \frac{M_3}{R_3^2} \approx 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Atrageți atenția: rezolvând problemele, vom considera, că $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Vom menționa, că din cauza rotației Pământului, și deasemenea din cauza, că forma Pământului – geoid (raza ecuatorială a Pământului este mai mare decât cea polară cu 21 km), *acelerația căderii libere depinde de latitudinea geografică a localității* (fig. 33.7).

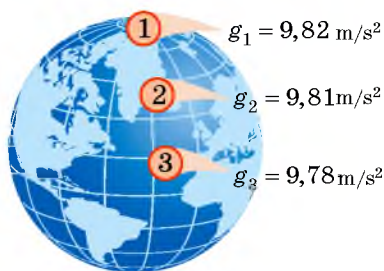


Fig. 33.7. Modulul accelerației căderii libere la ecuator este puțin mai mic, decât la pol ($g_3 < g_1$)

? Din cursul de fizică a clasei a 7-a voi știți, că $g \approx 10 \text{ H/kg}$. Demonstrați, că $1 \text{ H/kg} = 1 \text{ m/s}^2$.



Facem totalurile

Interacțiunea, care este proprie tuturor corpurilor în Univers și se manifestă în atracția lor reciprocă unul către celălalt, se numește gravitațională. Interacțiunea gravitațională se realizează cu ajutorul unei forme speciale a materiei – câmpului gravitațional. Legea atracției universale: între orice două corpuri acționează forța de atracție gravitațională, care este direct proporțională cu produsul maselor acestor corpuri și invers proporțională cu pătratul distanței dintre ele: $F_G = \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$, unde $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{H} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$ — constanta gravitațională.

Forța, cu care Pământul atrage spre sine corpurile, care se află pe suprafața lui sau în apropierea ei se numește forță de greutate. Forța de greutate este orientată vertical în jos, aplicată în centrul de greutate a corpului, iar modulul ei se calculează după formulele:

$$F_{gr} = mg ; \text{ sau } F_{gr} = G \frac{m \cdot M_3}{(R + h)^2} .$$

Mișcarea corpurilor numai sub acțiunea forței de greutate se numește cădere liberă, iar accelerația, cu care în acest caz se mișcă corpurile, – accelerația căderii libere \bar{g} . Această accelerație întotdeauna este orientată vertical în jos și nu depinde de masa corpului. Pe suprafața Pământului $g \approx 9,8 \text{ m/s}^2$.



Întrebări pentru verificare

1. Care interacțiune se numește gravitațională? Dați exemple. **2.** Formulați și notați legea atracției universale. **3.** Care este sensul fizic al constantei gravitaționale? Cu ce ea este egală? **4.** Care sunt limitele aplicației legii atracției universale? **5.** Dați definiția forței de greutate. După care formule ea se calculează și cum ea este orientată? **6.** De ce factori depinde accelerația căderii libere?



Exercițiul nr. 33

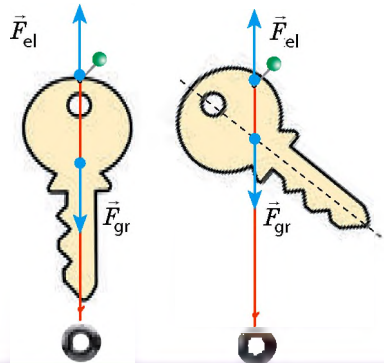
1. Determinați masa corpului, dacă pe suprafața Lunii asupra lui acționează forța de greutate de 7,52 N. Ce forță de greutate va acționa supra acestui corp pe suprafața Pământului? Accelerația căderii libere pe Lună – 1,6.
2. Se poate oare, folosind legea atracției universale, de calculat forța de atracție dintre două nave oceanice (vezi des.)?

- Cum se va schimba forța de atracție gravitațională dintre două bile, dacă una dintre ele va fi înlocuită cu alta de o masă de două ori mai mare?
- Măsurând constanta gravitațională, H. Cavendish a putut să afle masa Pământului, după ce cu mândrie a spus: «Eu am cântărit Pământul». Determinați masa Pământului, cunoscând raza lui ($R_3 \approx 6400$ km), accelerația căderii libere la suprafața lui și constanta gravitațională.
- Determinați accelerația căderii libere la înălțimea, care este egală cu trei raze ale Pământului.
- Determinați accelerația gravitațională pe suprafața planetei, masa căreia este de două ori mai mare decât masa Pământului, iar raza de două ori mai mare decât raza Pământului.
- Folosiți-vă de surse suplimentare de informații și aflați despre accelerația căderii libere pe suprafețele planetelor sistemului Solar. Pe care planetă voi veți cântări mai puțin? Va fi oare în acest caz mai mare masa voastră?
- Ecuția mișcării corpului este: $x = -5t + 5t^2$. Care sunt viteza inițială și accelerația mișcării corpului? Peste ce interval de timp corpul își va schimba direcția mișcării sale?



Însărcinare experimentală

Dacă corpul nu are formă geometrică dreaptă, atunci centrul lui de greutate poate fi determinat, suspendând corpul pe rând de oricare două puncte extreme (vezi des.). Taiăți din hârtie groasă sau din carton o figură de formă arbitrară și determinați amplasarea centrului ei de greutate. Amplasați figura cu centrul de greutate pe vârful unui ac sau pe vârful pixului. Convingeți-vă, că figura va fi în stare de echilibru. Notați planul efectuării experimentului.



Fizica și tehnica în Ucraina

Universitatea Națională Politehnică din Odesa, întemeiată în anul 1918, astăzi este una dintre premergătoarele instituții de învățământ tehnic din Ucraina.

Prestigiul Universității se determină prin autoritatea renumiților învățați, viața cărora este legată de politehnica din Odesa și printre care mulți învățați cu renume mondial.

Perioada formării politehnicii di Odesa este renumită prin numele a așa savanți ca laureatul premiului Nobel I. E. Tamm, academicienii L. I. Mandeliștam, M. D. Papalexi, A. G. Amelin, M. A. Aganin, profesorii M. A. Cuznețov, C. S. Zavriev, C. D. Clarc, I. I. Timcenco ș. a.

La universitatea Națională Politehnică din Odesa au învățat și au lucrat renumiți ingineri, constructori, învățați, inventatori: V. I. Atroșcenco, G. C. Borescov, A. A. Ennan, O. E. Nudeliman, O. F. Dașcenco, L. I. Gutenmaher, G. C. Suslov, V. V. Ajoghin, L. I. Panov, B. S. Prister, A. V. Usov, O. V. Iachimov ș. a.

Principalele domenii de cercetării științifice și de pregătire a cadrelor ale politehnicii din Odesa – construcția de mașini, energetica, tehnologiile chimice, sistemele de dirijare computațional-integrate, radioelectronica, electromecanica, tehnologiile informaționale, telecomunicații.

Din anul 2010 rectorul universității – *Ghenadii Olexandrovici Oborsichii*, doctor în științe tehnice, profesor, specialist renumit în domeniul dinamicii și siguranței sistemelor tehnologice.

§ 34. MIȘCAREA CORPULUI SUB ACȚIUNEA FORȚEI DE GREUTATE

Traectoria mișcării unei mingi, aruncate vertical în sus sau în jos, – o linie dreaptă. Alergând, un om sare în apă – traiectoria mișcării omului va fi o ramură a parabolei. Proiectilul, lansat din tun sub un unghi față de orizont, de asemenea va descrie o porțiune de parabolă. Mișcările tuturor acestor corpuri au loc numai sub acțiunea

forței de greutate, adică avem de aface cu căderi libere. De ce atunci aceste mișcări se deosebesc atât de mult? Pricina – în diferite condiții inițiale (fig. 34.1).

1 Facem în șir de simplificări

Caracterul mișcării reale a corpului în câmpul gravitațional al Pământului este destul de dificil, și descrierea lui iese din limitele programului școlar. De aceea vom accepta un șir de simplificări:

1) vom considera inerțial sistemul de referință, legat de punctul de pe suprafața Pământului.

2) vom studia deplasările corpurilor în apropierea suprafeței Pământului, adică la distanțe mici (în comparație cu raza lui). Atunci curbura suprafeței Pământului și variația accelerației căderii libere pot fi neglijate; cu alte cuvinte, vom considera Pământul «plat», iar accelerația căderii libere – constantă:

$$g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2};$$

3) vom neglija rezistența aerului.

Atrageți atenția: dacă vor fi accegr e numai primele două simplificări, rezultatul obținut va fi foarte apropiat de cel real; însă ultima simplificare nu va duce la o eroare serioasă numai în cazurile, când *corpurile sunt grele, de dimensiuni mici, iar viteza mișcării lor e suficient de mică*. Anume astfel de corpuri vom studia în continuare.

2 Studiem mișcarea corpului, aruncat vertical

Urmărind mișcarea corpurilor mici și grele, care sunt aruncate vertical în jos, vertical în sus sau cad fără viteză inițială, vedem, că traiectoria mișcării acestor corpuri – segmente de dreaptă (vezi fig. 34.1, a). În plus noi știm, că aceste corpuri se mișcă cu accelerație constantă.

Mișcarea corpului, aruncat vertical în sus sau în jos. – este o mișcare rectilinie uniform accelerată cu accelerația, ce este egală cu accelerația căderii libere: $\vec{a} = \vec{g}$.

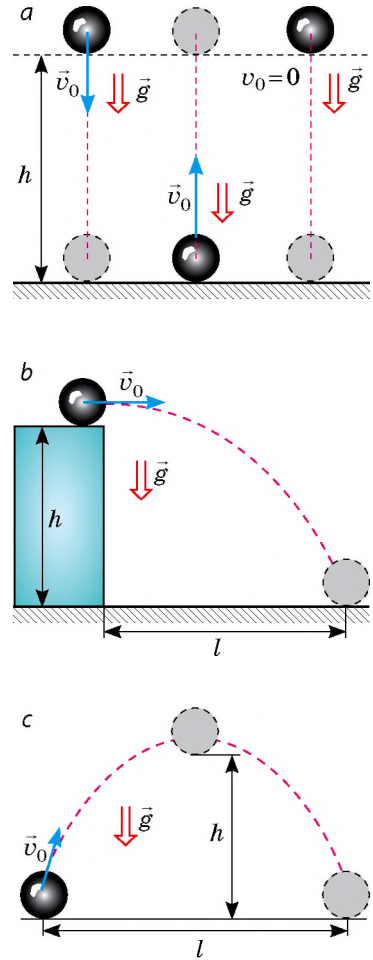


Fig. 34.1. Traectoria mișcării corpului sub acțiunea forței de greutate depinde de direcția vitezei de mișcare a corpului: corpul, aruncat în direcție verticală, se mișcă după o traiectorie rectilinie (a); traiectoria mișcării corpului, aruncat în direcție orizontală (b) sau sub un anumit unghi față de orizont (c), – parabolă a

Pentru a descrie matematiceste mișcarea corpului, aruncat vertical în sus sau în jos (căderea liberă a corpului), ne vom folosi de formulele dependenței vitezei, deplasării și coordonatei de timp pentru mișcarea rectilinie uniform accelerată.

Vom trece la notarea formulelor, care descriu căderea liberă din punct de vedere «tehnic».

1. Descriind mișcarea corpului în direcție verticală, vectorii vitezei, accelerației și deplasării tradițional se proiectează pe axa OY , de aceea în ecuațiile mișcării vom substitui x cu y .

2. Deplasarea corpului în direcție verticală de obicei se notează cu simbolul h (înălțimea), de aceea vom substitui s cu h .

3. Pentru toate corpurile, care se mișcă numai sub acțiunea forței de greutate, accelerația este egală cu accelerația căderii libere, de aceea vom substitui a cu g .

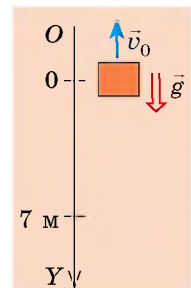
Luând în vedere substituirile menționate vom obține ecuațiile, prin care este descrisă mișcarea corpului, ce cade liber:

Denumirea formulei	Mișcarea uniform accelerată de-a lungul axei OX	Mișcarea uniform accelerată de-a lungul axei OY
Ecuția dependenței proiecției vitezei de timp	$v_x = v_{0x} + a_x t$	$v_y = v_{0y} + g_y t$
Ecuția dependenței proiecției deplasării de timp	$s_x = v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$	$s_y = h_y = v_{0y} t + \frac{g_y t^2}{2}$
Formula, care exprimă sensul geometric al deplasării	$s_x = \frac{v_x + v_{0x}}{2} \cdot t$	$s_y = h_y = \frac{v_y + v_{0y}}{2} \cdot t$
Formula pentru calculul proiecției deplasării, dacă timpul mișcării corpului este necunoscut	$s_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}$	$s_y = h_y = \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{2g_y}$
Ecuția coordonatei	$x = x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x}{2} t^2$	$y = y_0 + v_{0y} t + \frac{g_y}{2} t^2$

Problema 1. Un balon cu aer se ridică uniform cu viteza de 2 m/s. La înălțimea de 7 m de la suprafața pământului din el a căzut un corp mic și greu. Peste care interval de timp acest corp va cădea pe pământ? Care va fi viteza mișcării corpului în momentul căderii? Căderea corpului să se considere liberă.

Analiza problemei fizice. Vom efectua un desen explicativ. Vom orienta axa OY vertical în jos. Originea coordonatelor fie că coincide cu poziția corpului în momentul începutului căderii.

Corpul a căzut din balonul, care se ridică uniform, de aceea în momentul începutului căderii viteza de mișcare a corpului era egală cu viteza de mișcare a balonului și era orientată vertical în sus.



<p><i>Se dă:</i> $v_0 = 2 \text{ m/s}$ $h = 7 \text{ m}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$</p>	<p><i>Căutarea modelului matematic, rezolvarea</i> Pentru calculul timpului de cădere ne vom folosi de ecuația deplasării: $h_y = v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2}.$ Concretizăm ecuația (vom trece de la proiecții la module). Din desen vedem: $h_y = h = 7 \text{ m}$; $v_{0y} = -v_0 = -2 \text{ m/s}$; $g_y = g = 10 \text{ m/s}^2$. Să înlocuim aceste date în ecuația deplasării: $7 = -2t + 5t^2 \Rightarrow 5t^2 - 2t - 7 = 0$.</p>
<p><i>Să se afle:</i> $t - ?$ $v - ?$</p>	

Rezolvând ecuația obținută, determinăm t :

$$D = 4 + 4 \cdot 5 \cdot 7 = 144; \quad t_1 = \frac{2+12}{10} = 1,4 \text{ (s)}; \quad t_2 = \frac{2-12}{10} = -1 \text{ (s)} \text{ — rădăcină străină.}$$

Viteza mișcării în momentul căderii vom determina după formula $v_y = v_{0y} + g_y t$.

Luând în considerație, că $v_{0y} = -v_0 = -2 \text{ m/s}$; $g_y = g = 10 \text{ m/s}^2$, avem: $v_y = -2 + 10t$.

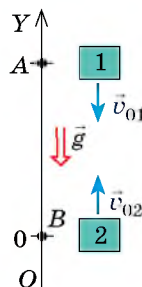
Deoarece timpul căderii $t = 1,4 \text{ s}$, atunci $v_y = -2 + 10 \cdot 1,4 = 12 \text{ (m/s)}$.

Răspuns: $t = 1,4 \text{ s}$; $v = 12 \text{ m/s}$.

Problema 2. Din punctele A și B, situate pe aceeași verticală la distanța de 105 m una de cealaltă (vezi des.), sunt aruncate două corpuri cu aceeași viteză de 10 m/s. Corpul 1 este aruncat din punctul A vertical în jos, iar peste 1 s din punctul B este aruncat vertical în sus corpul 2. La ce distanță de punctul A corpurile se vor întâlni?

Analiza problemei fizice. Ambele corpuri se mișcă rectiliniu cu accelerația $\vec{a} = \vec{g}$. În momentul întâlnirii coordonatele corpurilor vor fi egale: $y_1 = y_2$. Așadar, pentru rezolvarea problemei trebuie de scris ecuația coordonatei pentru fiecare corp.

Ne vom înțelege, că originea coordonatelor coincide cu poziția corpului 2 ($y_{02} = 0$), atunci coordonata inițială a corpului 1 – 105 m ($y_{01} = 105 \text{ m}$). Timpul mișcării corpului 2 cu 1s este mai mic decât timpul mișcării corpului 1, adică $t_2 = t_1 - 1 \text{ s}$.



Căutarea modelului matematic, rezolvarea. Vom scrie ecuația coordonatei la formă generală și o vom concretiza pentru fiecare corp:

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2}.$$

Corpul 1

$y_{01} = 105 \text{ m}$; $v_{01y} = -v_{01} = -10 \text{ m/s}$;
 $g_y = -g = -10 \text{ m/s}^2$ (viteza inițială și accelerația sunt orientate în direcție opusă axei OY). Deci:

$$y_1 = 105 - 10t_1 - 5t_1^2.$$

Corpul 2

$y_{02} = 0$; $v_{02y} = v_{02} = 10 \text{ m/s}$; $g_y = -g = -10 \text{ m/s}^2$ (viteza este orientată în direcție axei OY, accelerația – în direcție opusă axei OY). Deci:

$$y_2 = 0 + 10t_2 - 5t_2^2.$$

Ținând cont, că, $y_1 = y_2$, iar adică $t_2 = t_1 - 1$, avem:

$$105 - 10t_1 - 5t_1^2 = 10(t_1 - 1) - 5(t_1 - 1)^2.$$

? Demonstrați, că după deschiderea parantezelor și reducerea termenilor asemenea vom obține ecuația $30t_1 = 120$.

Deci, $t_1 = 4$ s — timpul întâlnirii. Peste 4 s corpul 1 va fi situat în punctul cu coordonata

$$y_1 = 105 - 10 \cdot 4 - 5 \cdot 4^2 = -15 \text{ (m)}.$$

Astfel, corpurile se vor întâlni la distanța $h = 105 + 15 = 120$ m de la punctul A (vezi des.).

Răspuns: $h = 120$ m.

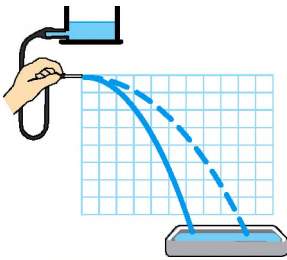
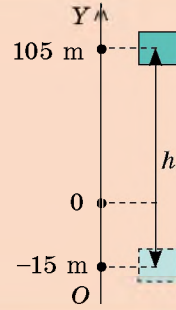


Fig. 34.2. Jetul de apă orientat în direcție orizontală are forma parabolei, aspectul căreia depinde de viteza inițială a mișcării particulelor de apă

3 Studiem mișcarea corpului, aruncat orizontal

Dacă cu ajutorul unui tub de cauciuc cu vârf vom crea un jet de apă și-l vom orienta în direcție orizontală, vom vedea, că traiectoria mișcării particulelor de apă — parabolă (fig. 34.2). Parabolă va fi și traiectoria mișcării mingii de tenis de masă, dacă ei i se va imprima o viteză orizontală, și traiectoria unei pietre aruncate orizontal etc.

Vom examina mișcarea corpului, aruncat orizontal, ca rezultatul compunerii a două mișcări (fig. 34.3):

1) *uniforme* — de-a lungul axei OX , deoarece asupra corpului de-a lungul acestei axe nu acționează nici o forță (proiecția forței de greutate pe axa OX este egală cu zero);

2) *uniform accelerate* (cu accelerații \vec{g}) — de-a lungul axei OY , deoarece de-a lungul axei OY asupra corpului acționează forța de greutate.

De-a lungul axei OX corpul se mișcă uniform, de aceea viteza mișcării corpului v_x este constantă și egală cu viteza inițială v_0 , iar distanța l de zbor a corpului în timpul teste egală cu produsul dintre viteza inițială v_0 și timpul a mișcării corpului:

$$v_x = v_0;$$

$$l = v_0 t$$

De-a lungul axei OY corpul cade liber, de aceea viteza mișcării lui și înălțimea de cădere le vom determina după formulele:

$$v_y = v_{0y} + g_y t; \quad h_y = v_{0y} t + \frac{g_y t^2}{2}.$$

Din fig. 34.3 vedem: $v_{0y} = 0$; $g_y = g$; $h_y = h$, de aceea

$$v_y = gt;$$

$$h = \frac{gt^2}{2}$$

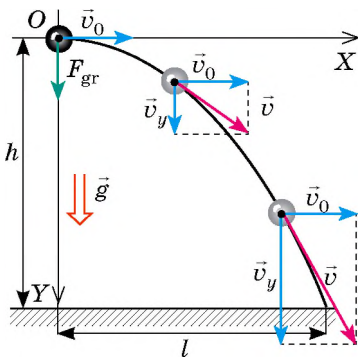


Fig. 34.3. Mișcarea corpului, aruncat în direcție orizontală, este compusă din două mișcări: uniformă — de-a lungul axei OX cu viteza \vec{v}_0 ; uniform accelerată — de-a lungul axei OY fără viteză inițială și accelerația

Modulul vitezei de mișcare a corpului într-un punct arbitrar al traiectoriei vom calcula, folosind teorema lui Pitagora: $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ (fig. 34.4).

Deoarece, $v_x = v_0$, iar $v_y = gt$, avem:

$$v = \sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}$$

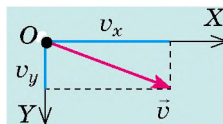


Fig. 34.4. Pentru determinarea modulului vitezei de mișcare a corpului

Problema 3. De pe o stâncă abruptă cu înălțimea de 20 m în mare este aruncată o piatră. Cu ce viteză este aruncată piatra, dacă ea a căzut în apă la distanța de 16 m de la stâncă? Care este viteza de mișcare a pietrei în momentul căderii în mare? Neglijăți rezistența aerului.

Analiza problemei fizice. Viteza inițială a mișcării pietrei este orientată orizontal. Piatra cade liber. Așadar, mișcarea corpului de-a lungul axei OX – uniformă, iar de-a lungul axei OY – uniform accelerată, fără viteză inițială, cu accelerația \vec{g} .

Se dă:

$$h = 20 \text{ m}$$

$$l = 16 \text{ m}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Să se afle:

$$v_0 \text{ — ?}$$

$$v \text{ — ?}$$

Căutarea modelului matematic, rezolvarea

$$\text{Din formula } h = \frac{gt^2}{2} \text{ determinăm timpul căderii: } t^2 = \frac{2h}{g} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}}.$$

Cunoscând timpul și distanța de zbor a pietrei, vom calcula viteza inițială a mișcării ei și viteza în momentul căderii:

$$l = v_0 t \Rightarrow v_0 = \frac{l}{t}; \quad v = \sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}.$$

Verificăm unitățile de măsură, aflăm mărimile căutate:

$$[t] = \sqrt{\frac{\text{m s}^2}{\text{m}}} = \text{s}, \quad t = \sqrt{\frac{2 \cdot 20}{10}} = 2 \text{ (s)}; \quad v_0 = \frac{16}{2} = 8 \text{ m/s};$$

$$[v] = \sqrt{\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} = \frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad v = \sqrt{8^2 + 10^2 \cdot 2^2} = \sqrt{64 + 400} \approx 22 \text{ (m/s)}.$$

$$\text{Răspuns: } v_0 = 8 \text{ m/s}; \quad v \approx 22 \text{ m/s}.$$



Întrebări pentru verificare

1. Ce simplificări noi acceptăm, rezolvând problemele de mișcare a corpurilor sub acțiunea forței de greutate? 2. Scrieți la formă generală ecuația mișcării corpului sub acțiunea forței de greutate. 3. Care este traiectoria mișcării corpului, aruncat vertical? orizontal? 4. Cum, pentru un corp aruncat orizontal, de determinat distanța de zbor? înălțimea căderii? modulul vitezei de mișcare a corpului în orice punct al traiectoriei?



Exercițiul nr. 34

Rezolvând problemele, considerați, că rezistența aerului lipsește.

- Un corp este aruncat vertical în sus, altul – vertical în jos, al treilea e lăsat liber. Care corp se mișcă cu o accelerație mai mare?
- Corpul se mișcă numai sub acțiunea forței de greutate. Sistemul de coordonate este ales astfel, încât axa OX este orientată în direcție orizontală, axa OY – vertical în sus. Descrieți, efectuând desenul corespunzător, caracterul mișcării corpului, dacă
 - $v_{0x} > 0$, $v_{0y} = 0$; b) $v_{0x} = 0$, $v_{0y} > 0$; c) $v_{0x} = 0$, $v_{0y} < 0$.

3. O minge este aruncată de pe suprafața pământului vertical în sus cu viteza inițială de 20 m/s. Determinați: a) viteza de mișcare și deplasarea mingii peste 3 s după începutul mișcării; b) timpul de urcare și înălțimea maximă de ridicare a mingii.
4. De pe acoperișul unei clădiri la înălțimea de 45 m este lansată în direcție orizontală o săgeată cu viteza inițială de 20 m/s. Peste ce interval de timp săgeata va cădea pe pământ? Care vor fi distanța de zbor și deplasarea săgeții?
4. Două bile sunt amplasate pe aceeași verticală la distanța de 10 m una de cealaltă. În același timp bila de sus este aruncată vertical în jos cu viteza inițială de 25 m/s, iar cea de jos e dată drumul. Peste cât timp bilele se vor ciocni?
5. În figură sunt indicate pozițiile unei bile peste fiecare 0,1 s de mișcare. Determinați accelerația căderii libere a bilei, dacă latura fiecărui pătrățel – 5 cm.
6. De pe un țurture de pe coperiș s-a rupt o picătură. Ce drum va parcurge picătura în a patra secundă după momentul de rupere?
7. Folosindu-vă de datele din însărcinarea 2, examinată în § 34, determinați drumul, pe care l-a parcurs fiecare corp până la întâlnire.
8. Stabiliți corespondența dintre forță și formula pentru determinarea ei.

1 Forța de greutate

2 Forța lui Arhimede

3 Forța de frecare

4 Forța elastică

A $F = mg$

B $F = kx$

C $F = \mu N$

D $F = pS$

E $F = \rho gV$



Însărcinare experimentală

Puneți la marginea mesei un corp mic și greu și împingeți-l. Încercați să determinați viteza, imprimată corpului, folosind rigla. Scrieți cum ați făcut acest lucru.

Fizica și tehnica în Ucraina



Abram Fiodorovici Ioffe (1880–1960) – renumit fizician ucrainean sovetic, academician, organizator științific, care a intrat în istorie ca «părintele fizicii sovietice», «tatăl Ioffe».

Principalele realizări ale lui A. F. Ioffe sunt legate de studierea proprietăților electrice, fotoelectrice și mecanice ale cristalelor. El primul a lansat ipoteza despre aceea, că semiconductoarele pot asigura transformarea efectivă a energiei radiației în energie electrică (după acest principiu astăzi se dezvoltă energia solară). În paralel cu R. Milliken savantul pentru prima dată a determinat sarcina electronului. A inițiat crearea institutelor fizico-tehnice, în special la Harkov și Dnipro, a creat școala științifică recunoscută în întreaga lume.

Sub conducerea lui A. F. Ioffe au lucrat viitorii laureați ai premiului Nobel P. L. Capăția, M. M. Semenov, L. D. Landau, I. E. Tamm, și de asemenea renumiții savanți, care au făcut un aport considerabil în știința mondială: A. I. Alihanov, L. A. Arțamovici, M. P. Bronștein, I. B. Zelidovici, I. K. Kikoin, B. P. Constantinov, I. V. Curciatov, I. B. Hariton și mulți alții.

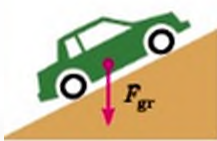

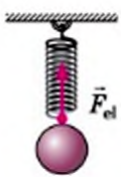
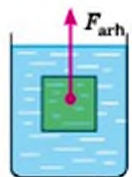
În anul 1960 numele lui A. F. Ioffe este consacrat institutului fizico-tehnic din Leningrad (astăzi Sanct-Peterburg), în cinstea savantului de asemenea este numit un crater pe Lună, planeta mică a sistemului Solar 5222, o stradă la Berlin (Germania).

§ 35. MIȘCAREA CORPULUI SUB ACȚIUNEA A CÂTEVA FORȚE

Studiind acest paragraf, veți face cunoștință cu principalele etape de rezolvare a problemelor din dinamică, veți examina exemple de rezolvare a unor probleme cheie. Materialul paragrafului trebuie să fie prelucrat minuțios, doar cu probleme asemănătoare vă veți întâlni în timpul studierii ulterioare a cursului de fizică.

1 Ne amintim forțele

Land în vedere tema paragrafului în primul rând trebuie să ne amintim definițiile unor forțe, cu care voi ați făcut cunoștință în cursul de mecanică al clasei a 7-ea, formulele pentru determinarea lor, și de asemenea direcția acțiunii lor.

Forța de greutate \vec{F}_{gr}	Forța de frecare de alunecare F_{frec}	Forța elastică F_{el}	Forța lui Arhimede F_{arth}
forța, cu care Pământul atrage la sine corpurile, care se află pe suprafața lui sau în apropierea ei	forța, care apare în urma alunecării unui corp pe suprafața altuia	forța, care apare în timpul deformării corpului	forța de împingere, care acționează asupra corpului, scufundat în lichid sau gaz
$F_{gr} = mg$	$F_{frecare} = \mu N$	$F_{el} = kx$	$F_{am} = \rho_{\text{gaz lichid}} gV_{\text{scuf}}$
este orientată vertical în jos și aplicată în centrul de greutate al corpului	este orientată împotriva mișcării corpului și acționează de-a lungul suprafeței de contact ale corpurilor	este orientată în sens opus alungirii corpului și acționează de-a lungul firului sau resortului	este orientată vertical în sus și aplicată în centrul părții scufundate a corpului
			

2 Ne învățăm a rezolva probleme

Algoritmul rezolvării problemelor din dinamică

1. Citiți cu atenție condiția problemei. Clarificați, ce forțe acționează asupra corpului, care este caracterul mișcării lui (se mișcă aceste corp cu accelerație sau rectiliniu uniform).
2. Scrieți pe scurt condiția problemei. În caz de necesitate transformați valorile mărimilor fizice în unitățile SI.
3. Efectuați desenul explicativ, în care să reprezentați forțele, ce acționează asupra corpului, și direcția accelerației mișcării corpului.

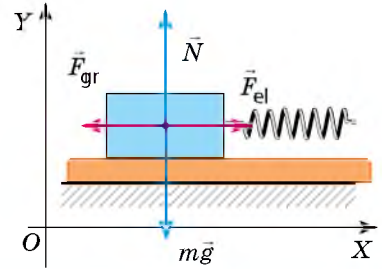
4. Alegeți sistemul de referință inerțial. Axele de coordonate e de dorit să fie orientate astfel, încât mai multe forțe să fie orientate de-a lungul acestor axe (aceasta nu va schimba rezultatul rezolvării, dar o va simplifica considerabil).
5. Scrieți ecuația legii a doua a lui Newton sub formă vectorială și pentru proiecții pe axele de coordonate. Scrieți formulele pentru calculul forțelor. Obținând sistemul de ecuații, rezolvați-l în raport cu mărimea necunoscută. Dacă în problemă sunt condiții suplimentare, folosiți-le.
6. Verificați unitatea de măsură și aflați valoarea numerică a mărimii căutate. Analizați rezultatul, scrieți răspunsul.

În timpul rezolvării problemelor vom lega sistemul de referință de un punct imobil în raport cu suprafața Pământului (adică corpul se mișcă, dar axele de coordonate rămân nemișcate); vom considera corpul punct material, de aceea toate forțele le vom reprezenta aplicate la un singur punct.

Problema 1. O bară de lemn cu masa de 200 g este trasă uniform pe o suprafață orizontală cu ajutorul unui resort cu rigiditatea de 40 N/m. Determinați alungirea resortului, dacă coeficientul de frecare de alunecare este de 0,25.

Analiza problemei fizice. Pentru a determina alungirea resortului trebuie de știut forța elastică, pe care o vom afla, folosind legea a doua a lui Newton. Trebuie de luat în considerație, că bara este trasă uniform, de aceea accelerația mișcării ei este egală cu zero.

Efectuăm desenul explicativ, în care vom reprezenta forțele, ce acționează asupra corpului și direcțiile axelor de coordonate.



Se dă:

$$m = 200 \text{ gr} = 0,2 \text{ kg}$$

$$k = 40 \text{ N/m}$$

$$\mu = 0,25$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Să se afle:

$$x = ?$$

Căutarea modelului matematic, rezolvarea

Notăm legea a doua a lui Newton sub formă vectorială:

$$m\vec{g} + \vec{F}_{\text{frec}} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{el}} = \vec{0}.$$

Aflăm proiecțiile forțelor pe axele OX și OY, scriem formulele pentru calculul forței elastice și forței de frecare de alunecare:

$$\begin{cases} OX: -\vec{F}_{\text{frec}} + \vec{F}_{\text{el}} = \vec{0} \text{ (deoarece } mg_x = 0, N_x = 0), \\ OY: N - mg = 0 \text{ (deoarece } \vec{F}_{\text{frec}}_y = 0, \vec{F}_{\text{el}} = 0), \\ \vec{F}_{\text{frec}} = \mu N, \\ \vec{F}_{\text{el}} = kx \end{cases}$$

Rezolvând sistemul de ecuații, aflăm pe \vec{F}_{frec}

$$N = mg \Rightarrow F_{\text{frec}} = \mu mg; F_{\text{el}} = F_{\text{frec}} \Rightarrow kx = \mu mg \Rightarrow x = \frac{\mu mg}{k}.$$

Verificăm unitatea de măsură aflăm valoarea mărimii căutate:

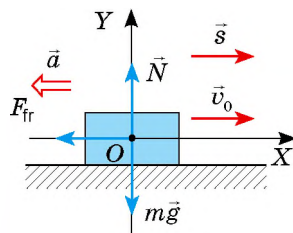
$$[x] = \frac{\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}}{\text{N/m}} = \frac{\text{N}}{\text{N/m}} = \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{N}} = \text{m} \quad x = \frac{0,25 \cdot 0,2 \cdot 10}{40} = 0,0125 \text{ (m)}.$$

Răspuns: $x = 12,5 \text{ mm}$.

Problema 2. Calculați distanța de frânare și timpul frânării automobilului, dacă el se mișcă pe o porțiune rectilinie de drum și înainte de a începe frânarea avea viteza de 54 km/oră. Coeficientul de frecare a cauciucului pe beton – 0,75.

Analiza problemei fizice. Pentru a determina distanța de frânare și timpul frânării automobilului, este necesar de a afla accelerația mișcării lui. Accelerația vom afla, folosind legea a doua a lui Newton.

Vom efectua deenul explicativ, în care vom reprezenta forțele, ce acționează asupra automobilului, direcțiile axelor de coordonate, vitezei inițiale, deplasării și accelerației (automobilul se oprește, de aceea viteza finală a mișcării lui este egală cu zero, iar direcția accelerației este opusă direcției mișcării).



Se dă:

$$v_0 = 54 \text{ km/oră} =$$

$$= 15 \text{ m/s}$$

$$\mu = 0,75$$

$$v = 0$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Să se afle:

$$s \text{ — ?}$$

$$t \text{ — ?}$$

Căutarea modelului matematic, rezolvarea

Conform legii a doua a lui Newton:

$$m\vec{g} + \vec{F}_{\text{frec}} + \vec{N} = m\vec{a}.$$

Aflăm proiecțiile forțelor pe axele OX și OY , scriem formulele pentru calculul forței de frecare de alunecare:

$$\begin{cases} OX: -F_{\text{frecare}} = -ma \text{ (deoarece } mg_x = 0, N_x = 0), \\ OY: N - mg = 0 \text{ ((deoarece } F_{\text{gr}y} = 0, a_y = 0), \\ F_{\text{gr}} = \mu N \end{cases}$$

Rezolvând sistemul de ecuații, aflăm :

$$N = mg \Rightarrow F_{\text{greut}} = \mu mg \Rightarrow \mu mg = ma \Rightarrow a = \mu g.$$

Aflăm proiecțiile forțelor pe axele OX și OY , scriem formulele pentru calculul forței de

frecare de alunecare: $s_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}$; $v_x = v_{0x} + a_x t$.

Ținând cont, că $v_x = 0$; $v_{0x} = v_0$; $a_x = -a$; $s_x = s$, avem: $s = \frac{v_0^2}{2a}$; $0 = v_0 - at$.

Așadar, $v_0 = at \Rightarrow t = \frac{v_0}{a}$. Ținând cont că $a = \mu g$, definitiv obținem:

$$s = \frac{v_0^2}{2\mu g}; t = \frac{v_0}{\mu g}.$$

Verificăm unitățile de măsură aflăm valoarea mărimilor căutate:

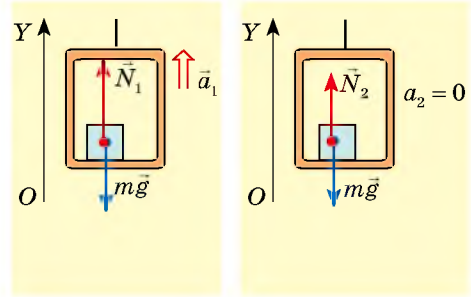
$$[s] = \frac{\text{m}^2/\text{s}^2}{\text{m}/\text{s}^2} = \frac{\text{m}^2 \cdot \text{s}^2}{\text{s}^2 \cdot \text{m}} = \text{m}, s = \frac{15^2}{15} = 15 \text{ (m)}; [t] = \frac{\text{m}/\text{s}}{\text{m}/\text{s}} = \frac{\text{m} \cdot \text{s}^2}{\text{m} \cdot \text{s}} = \text{s}, t = \frac{15}{7,5} = 2 \text{ (s)}.$$

Analiza rezultatelor. S-a obținut un rezultat absolut real, doar distanța de frânare a automobilului într-adevăr e destul de mare. Țineți minte despre aceasta și niciodată nu încălcați regulile circulației rutiere!

Răspuns: $s = 15 \text{ m}$; $t = 2 \text{ s}$.

Problema 3. Un om cu masa de 70 kg a intrat într-un ascensor. Ascensorul a început să se miște cu accelerația de $0,2 \text{ m/s}^2$, orientată în sus, iar apoi să urce uniform cu viteză constantă. Cu cât se schimbă greutatea omului în timpul acestei mișcări?

Analiza problemei fizice. Greutatea corpului – aceasta-i forța, care acționează asupra suportului – ascensorului. A observa toate forțele, care acționează asupra ascensorului e destul de dificil. Însă conform legii a treia a lui Newton $P = N$ (cu ce forță corpul acționează asupra suportului, cu aceeași forță suportul acționează asupra corpului).



Așadar, noi trebuie să determinăm forța de reacțiune a suportului, care acționează asupra omului în timpul oricărui fel de mișcare a ascensorului.

Vom efectua desenele explicative, în care vom reprezenta forțele, ce acționează asupra omului, direcția accelerației și direcția axei OY.

Se dă:

$$m = 70 \text{ kg}$$

$$a_1 = 0,2 \text{ m/s}^2$$

$$a_2 = 0$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Să se afle:

$$P_1 - P_2 \text{ — ?}$$

Căutarea modelului matematic, rezolvarea

Notăm legea a doua a lui Newton pentru fiecare caz și aflăm proiecțiile forțelor și accelerației pe axa OY.

1. Mișcarea uniform accelerată: $\vec{N}_1 + m\vec{g} = m\vec{a}_1$;

$$\text{OY: } N_1 - mg = ma_1 \Rightarrow N_1 = ma_1 + mg = m(a_1 + g).$$

Deci, $P_1 = m(a_1 + g)$.

2. Mișcarea uniformă: $\vec{N}_2 + m\vec{g} = \vec{0}$;

$$\text{OY: } N_2 - mg = 0 \Rightarrow N_2 = mg. \text{ Deci, } P_2 = mg.$$

Aflăm valoarea mărimilor căutate:

$$P_1 = 70(0,2 + 10) = 714 \text{ (N)}; P_2 = 70 \cdot 10 = 700 \text{ (N)}; P_1 - P_2 = 14 \text{ N.}$$

Răspuns: $P_1 - P_2 = 14 \text{ N}$.

Problema 4. Un automobil cu masa de 4 t se mișcă pe o pantă, încetinindu-și mișcarea sa. Determinați forța de tracțiune a automobilului, dacă înclinarea pantei constituie 0,02, iar coeficientul de rezistență a mișcării este egal cu 0,04. Accelerația automobilului 0,15 m/s².

Atrageți atenția! Panta – sinusul unghiului de înclinare a suprafeței drumului față de orizont. Dacă panta este mică (mai mică decât 0,1), atunci $\cos \alpha \approx 1$. Coeficientul de rezistență a mișcării ia în considerație toate felurile de frecare: frecarea de rostogolire, alunecare în osii etc. *Forța de rezistență* este orientată în sens opus mișcării corpului și se calculează după formula $F_m = \mu N$, unde N — forța de reacțiune normală a suportului.

Analiza problemei fizice. Asupra corpului acționează patru forțe: forța de greutate $m\vec{g}$ forța de reacțiune normală a suportului \vec{N} forța de tracțiune și forța de rezistență \vec{F}_{rez} .

Corpul își micșorează viteza sa, de aceea accelerația mișcării corpului este orientată în direcție opusă mișcării lui.

Vom efectua desenul explicativ, în care vom reprezenta forțele, ce acționează asupra corpului, direcția accelerației mișcării corpului și direcțiile axelor de coordonate.

Se dă:

$$m = 4 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

$$\sin \alpha = 0,02$$

$$\mu = 0,04$$

$$a = 0,15 \text{ m/s}^2$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Să se afle:

$$F_{\text{trac}} \text{ — ?}$$

Căutarea modelului matematic, rezolvarea.

Notăm legea a doua a lui Newton la formă vectorială:

$$\vec{F}_{\text{trac}} + \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{rez}} - m\vec{a}.$$

Proiectăm ecuația pe axele de coordonate (forța $m\vec{g}$ nu este situată pe axele de coordonate, de aceea pentru aflarea proiecției ei vom trasa din extremitățile vectorului $m\vec{g}$ perpendiculare pe axele OX și OY : $mg_x = -mg \sin \alpha$; $mg_y = -mg \cos \alpha$) și vom scrie expresia pentru F_m :

$$\begin{cases} OX: F_{\text{trac}} - F_m - mg \sin \alpha = -ma, \\ OY: N - mg \cos \alpha = 0, \\ F_{\text{rez}} - \mu N; \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_{\text{trac}} = F_{\text{rez}} + mg \sin \alpha - ma, \\ N = mg \cos \alpha, \\ F_{\text{rez}} = \mu mg \cos \alpha. \end{cases}$$

Înlocuind expresia pentru F_m în prima ecuație a sistemului, vom afla F_{trac} :

$$F_{\text{trac}} = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha - ma = m(\mu g \cos \alpha + g \sin \alpha - a).$$

Verificăm unitatea de măsură, aflăm valoarea mărimii căutate:

$$[F_{\text{trac}}] = \text{kg} \cdot \text{m/s}^2 = \text{N}; F_{\text{trac}} = 4 \cdot 10^3 \cdot (0,04 \cdot 10 + 10 \cdot 0,02 - 0,15) = 1,8 \cdot 10^3 \text{ (N)};$$

$$\text{Răspuns: } F_{\text{trac}} = 1,8 \text{ kN.}$$



În loc de totaluri

Voi ați făcut cunoștință cu rezolvările unor probleme de mișcare a corpurilor sub acțiunea a câteva forțe. Bineînțeles, este imposibil să se studieze toate tipurile de probleme în limitele manualului, și nu e nevoie de aceasta. Esențialul – voi aveți algoritmul rezolvării și exemple de lucru cu acest algoritm. Restul – depinde de voi.

Așadar, rezolvând orice problemă din dinamică, mai întâi efectuați desenul explicativ, indicați forțele, scrieți ecuația legii a doua a lui Newton, alegeți sistemul de referință, aflați proiecțiile. Bineînțeles, trebuie de știut, cum sunt orientate forțele, când ele apar și după care formule ele se determină. Apoi, chiar dacă voi nu observați de la început întreg mersul rezolvării problemei, – nu-i nimic strașnic. Neapărat veți afla o mărime oarecare, care vă va ajuta în observarea mersului de mai departe al rezolvării. Se poate spune chiar următoarele: «dacă nu știi, cum se rezolvă problema, atunci începe să o rezolvi». Nu trebuie să vă fie frică să faceți un pas greșit. Acel nu învinge, care nu știe să piardă. A se învăța a rezolva probleme de fizică e în stare oricine, trebuie numai de le rezolvat!



Exercițiul nr. 35

1. În timpul startului nava cosmică se mișcă vertical în sus cu accelerația de 40 m/s^2 . Cu ce forță cosmonautul cu masa de 70 kg apasă asupra sacunului?
2. O bară de lemn este trasă pe o suprafață orizontală, aplicând forța de 1 N . Determinați coeficientul de frecare de alunecare, dacă masa barei este de 200 g .
3. Un corp cu masa de 300 g , suspendat de un resort, este coborât în jos cu accelerația de 2 m/s^2 . Determinați rigiditatea resortului, dacă alungirea lui este de 5 cm .

4. O sarcină cu masa de 10 kg și volumul de 1 dm^3 este scos din apă cu ajutorul unei frânghii. Determinați forța de tensiune a firului, dacă sarcina se mișcă cu accelerația de 2 m/s^2 . Neglijăți rezistența apei.
5. Un schior cu masa de 60 kg s-a oprit peste 40 s după terminarea pantei. Determinați forța de frecare, ce a acționat supra schiorului, și coeficientul de frecare de alunecare, dacă viteza mișcării schiorului la sfârșitul pantei era egală cu 10 m/s.
6. Un automobil cu masa de 3 t de pe un deal, dezvoltând o forță de tracțiune de 3000 N. Determinați, cu ce accelerație se mișcă automobilul, dacă coeficientul de rezistență a mișcării este egal cu 0,04, iar panta constituie 0,03.
7. Un corp cu masa $m_1 = 1 \text{ kg}$ alunecă pe o suprafață orizontală sub acțiunea unei greutăți cu masa $m_2 = 250 \text{ g}$ (vezi des.). sistemul dat de corpuri se mișcă cu accelerația de $1,5 \text{ m/s}^2$. Determinați coeficientul de frecare dintre corp și suprafață.

§ 36. INTERACȚIUNEA CORPURILOR. IMPULSUL. LEGEA CONSERVĂRII IMPULSULUI

Istoria noțiunii de impuls

În sec. XIV filozoful și mecanicul francez Jean Buridan (1300–1358) a extins noțiunea cunoscută în filozofie de «impetus» (imbolnd la ceva, impuls) pentru explicarea cauzelor mișcării corpurilor. El scria: «Omul, care aruncă o piatră mișcă mâna sa împreună cu ea, iar în timpul tragerii din arc firul un anumit timp se mișcă împreună cu săgeata, împingând săgeata... Până când aceea, ce împinge, contactează cu corpul, corpul neconținut primește impetus, de aceea mișcarea lui devine tot mai rapidă... după rupere corpul se mișcă numai datorită impetus, care din cauza rezistenței mediului devine mai slab și viteza mișcării corpului scade».



Din cursul de fizică pentru clasa a 7-a voi ați aflat despre legea conservării energiei mecanice totale, din cursul de fizică pentru clasa a 8-a – despre legea conservării sarcinii electrice. În acest paragraf voi veți mai face cunoștință cu o mărime fizică, care are proprietatea de se păstra (adică să nu se schimbe în timpul interacțiunii corpurilor).

1 Aflăm, în ce condiții sistemul poate fi considerat închis

Câteva corpuri, ce interacționează între ele, formează un *sistem de corpuri*. Forțele, care caracterizează interacțiunea corpurilor între ele se numește *forțe de interacțiune interne*.

Sistemul de corpuri se numește închis (izolat), dacă asupra corpurilor nu acționează forțele exterioare, iar orice modificări ale stării sistemului sunt rezultatul acțiunii forțelor interne.

Mai exact, pe Pământ este imposibil de găsit un sistem închis de corpuri: asupra oricărui corp acționează forța de greutate, orice mișcare a corpurilor este însoțită de frecare. De aceea în practică sistemul de corpuri este considerat închis, dacă *forțele exterioare, care acționează asupra sistemului sunt echilibrate sau cu mult mai mici decât forțele interne ale sistemului*.

De exemplu, în timpul exploziei artificiuului (fig. 36.1, a) forțele exterioare, ce acționează asupra «fragmentelor» lui (forța de greutate și forța de

rezistență), sunt de multe ori mai mici decât forțele, cu care «fragmentele» se resping, de aceea în timpul exploziei sistemul de corpuri «fragmentele» poate fi considerat închis. Dar iată după explozie nu se poate neglija atracția Pământului și rezistența aerului și sistemul «fragmentele» nu va fi închis.

Dacă omul aruncă o greutate, stând pe un cărucior ușor (fig. 36.1, b), atunci sistemul de corpuri «omul pe cărucior – greutatea» poate fi considerat închis, doar forța de greutate este echilibrată de forța de reacțiune a suportului, iar forța de frecare de rostogolire este neînsemnată. Dacă însă omul aruncă greutatea, stând pe pământ, atunci sistemul de corpuri «omul – greutatea» nu este închis, deoarece forța de frecare este comparabilă

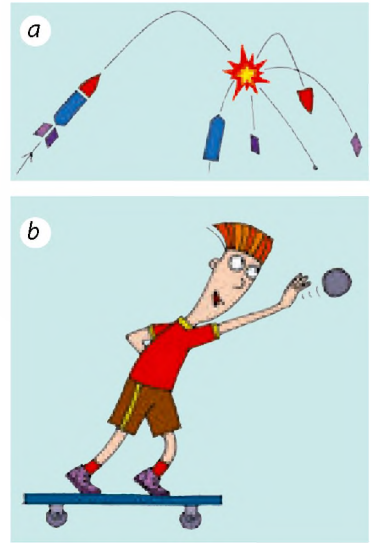


Fig. 36.1. Dacă forțele exterioare, ce acționează asupra sistemului sunt echilibrate sau cu mult mai mici decât forțele interne ale sistemului, acest sistem poate fi considerat închis

2 Determinăm impulsul

Să ne vom aminti formula pentru determinarea

acceleerației: $\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$ — și să scriem legea a doua a lui Newton în forma:

$$\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{F} = \frac{m(\vec{v} - \vec{v}_0)}{t}, \text{ sau:}$$

$$\vec{F}t = m\vec{v} - m\vec{v}_0$$

În partea dreaptă a ultimei egalități – variația unei oarecare mărimi vectoriale $m\vec{v}$. Această mărime se numește *impulsul corpului* sau *cantitate de mișcare*.

Impulsul corpului – este mărimea fizică vectorială, care este egală cu produsul dintre masa corpului și viteza mișcării lui:

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

Unitatea de măsură a impulsului corpului în SI – **ki-logram-metru pe**

$$[p] = 1 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Ne vom folosi de legile lui Newton și vom demonstra: dacă corpurile formează un sistem închis de corpuri, impulsul lor sumar în timpul interacțiunii nu se schimbă.

3 Deducem legea conservării impulsului

Să cercetăm interacțiunea a două corpuri m_1 și m_2 (fig. 36.2). Corpurile formează un sistem închis de corpuri și se mișcă cu vitezele \vec{v}_{01} și \vec{v}_{02} corespunzător.

În urma interacțiunii, care durează un anumit interval de timp, ambele corpuri își schimbă viteza mișcării sale până la \vec{v}_1 și \vec{v}_2 . Sistemul este închis, de aceea cauza schimbării vitezei de mișcare a fiecărui corp este numai forțele

Impulsul corpului

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

\vec{p} — impulsul corpului

m — masa corpului

\vec{v} — viteza mișcării corpului

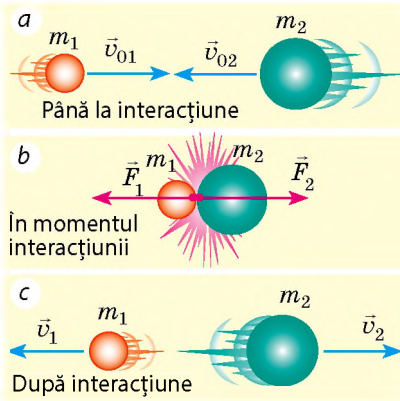


Fig. 36.2. Referitor la deducerea legii conservării impulsului

\vec{F}_1 și \vec{F}_2 — forțele interne ale sistemului. Conform legii a treia a lui Newton aceste forțe sunt egale ca modul și opuse ca direcții:

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2.$$

Scriem pentru fiecare corp legea a doua a lui Newton:

$$\vec{F}_1 t = m_1 \vec{v}_1 - m_1 \vec{v}_{01}; \quad \vec{F}_2 t = m_2 \vec{v}_2 - m_2 \vec{v}_{02}.$$

Deoarece $\vec{F}_1 t = -\vec{F}_2 t$, avem:

$$m_1 \vec{v}_1 - m_1 \vec{v}_{01} = -(m_2 \vec{v}_2 - m_2 \vec{v}_{02}).$$

După efectuarea transformărilor obținem:

$$m_1 \vec{v}_{01} + m_2 \vec{v}_{02} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2, \text{ sau}$$

$$\vec{p}_{01} + \vec{p}_{02} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$$

Vedem: necătând la aceea, că după interacțiune impulsul fiecărui corp s-a schimbat, *impulsul sumat al sistemului a rămas neschimbat – el s-a conservat.*

Deci, **legea conservării impulsului:**

Într-un sistem de corpuri închis suma vectorială a impulsurilor corpurilor până la interacțiune este egală cu suma vectorială a impulsurilor corpurilor după interacțiune.

Legea conservării impulsului se îndeplinește pentru sistemul închis, care conține orice cantitate de corpuri, – aceasta este o lege fundamentală a fizicii. La formă generală legea conservării impulsului se notează în felul următor:

$$m_1 \vec{v}_{01} + m_2 \vec{v}_{02} + \dots + m_n \vec{v}_{0n} =$$

$$= m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + \dots + m_n \vec{v}_n,$$

unde n —cantitatea de corpuri în sistem.

Cu manifestările legii conservării impulsului noi ne întâlnim în natură, tehnică, viața de toate zilele etc. (fig. 36.3).

Atrageți atenția: legea conservării impulsului se îndeplinește numai pentru sistemul de corpuri închis, de aceea înainte de a o aplica la rezolvarea problemei trebuie de determinat, dacă este sistemul dat închis.



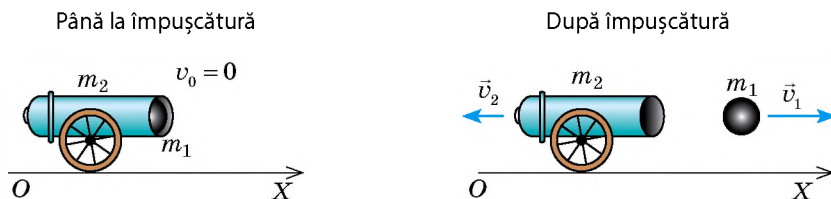
Fig. 36.3. Mișcarea bilelor de biliard după ciocnirea uneia de cealaltă (a); reacțiunea ciocanului pneumatic (b) – aparaua acestor mișcări este consecința legii conservării impulsului

4 Ne învățăm a rezolva probleme

Problemă. Dintr-un tun, instalat pe o suprafață orizontală netedă, este lansat un obuz cu viteza de 100 m/s. Ce viteză va primi tunul după împușcătura, dacă masa obuzului este egală cu 20 kg, iar masa tunului – 2 t?

Analiza problemei fizice. Sistemul de corpuri «obuz – tun» poate fi considerat închis, doar forțele de frecare sunt de multe ori mai mici decât forțele, ce iau naștere în timpul împușcăturii. Alegem sistemul de referință, legat de suprafața Pământului.

Vom efectua desenul explicativ, în care vom reprezenta direcțiile vitezelor de mișcare ale corpurilor până și după interacțiune și direcția axei OX:



<p>Se dă:</p> <p>$v_1 = 100 \text{ m/s}$</p> <p>$m_1 = 20 \text{ kg}$</p> <p>$m_2 = 2 \cdot 10^3 \text{ kg}$</p> <p>$v_{01} = v_{02} = 0$</p>	<p>Căutarea modelului matematic, rezolvarea.</p> <p>Să scriem legea conservării impulsului sub formă vectorială:</p> $m_1 \vec{v}_{01} + m_2 \vec{v}_{02} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 .$ <p>Folosind desenul, vom proiecta ecuația obținută pe axa OX:</p> $0 = m_1 v_1 - m_2 v_2 .$ De aici vom afla : v_2 : $m_2 v_2 = m_1 v_1 \Rightarrow v_2 = \frac{m_1 v_1}{m_2} .$ <p>Verificăm unitatea de măsură, aflăm valoarea mărimii căutate:</p> $[v_2] = \frac{\text{kg} \cdot \text{m/s}}{\text{kg}} = \text{m/s} ; v_2 = \frac{20 \cdot 100}{2 \cdot 10^3} = 1 \text{ (m/s)} .$ <p>Răspuns: $v_2 = 1 \text{ m/s}$.</p>
<p>Să se afle:</p> <p>v_2 — ?</p>	

Facem totalurile

Impulsul corpului \vec{p} — aceasta-i mărimea fizică vectorială, care este egală cu produsul dintre masa corpului m și viteza mișcării lui: $\vec{p} = m \vec{v}$.

Sistemul de corpuri poate fi considerat închis, dacă forțele exterioare, care acționează asupra sistemului, sunt echilibrate sau sunt cu mult mai mici decât forțele interne ale sistemului. Într-un sistem de corpuri închis se îndeplinește legea conservării impulsului: suma geometrică a impulsurilor corpurilor până la interacțiune este egală cu suma geometrică a impulsurilor corpurilor după interacțiune $m_1 \vec{v}_{01} + m_2 \vec{v}_{02} + \dots + m_n \vec{v}_{0n} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + \dots + m_n \vec{v}_n$, unde n – cantitatea de corpuri în sistem.

Întrebări pentru verificare

1. Care sistem poate fi considerat închis? Dați exemple.
2. Dați definiția impulsului corpului. Care este unitatea de măsură a impulsului corpului în SI?
3. Formulați legea conservării impulsului.
4. Deduceți legea conservării impulsului pentru un sistem de două corpuri.



Exercițiul nr. 36

1. Un fotbalist duce mingea cu masa de 4,5 kg, mișcându-se cu viteza de 4 m/s în raport cu suprafața Pământului. Determinați impulsul mingii în raport cu: a) suprafața Pământului; b) fotbalistul, care duce mingea; c) alt fotbalist, care aleargă în fața mingii cu viteza de 5 m/s.
2. O bilă cu masa de 100 g, care se mișcă cu o anumită viteză, nimereste într-o bilă imobilă cu masa de 150 g și se oprește în ea (fig. 1). Determinați viteza mișcării bilei până la ciocnire, dacă după ciocnire sistemul s-a mișcat cu viteza de 10 m/s.
3. Compuneți și rezolvați o problemă după datele din fig. 2.

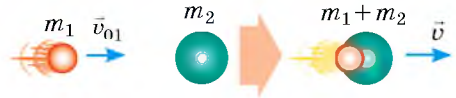


Fig. 1

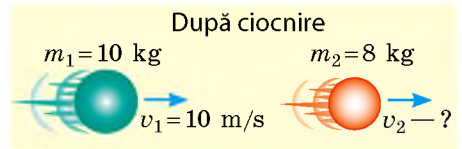
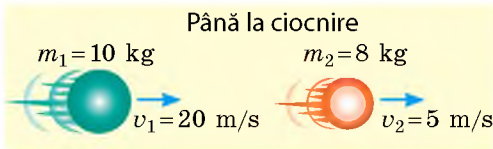


Fig. 2

4. Dintr-o luntre cu masa de 200 kg, care se mișcă cu viteza de 2 m/s, sare un băiat cu masa de 50 kg cu viteza de 6 m/s. Determinați viteza mișcării luntrei după săritură, dacă băiatul sare: a) de pe pupa luntrei orizontal, în direcție opusă mișcării luntrei; b) de pe nasul luntrei orizontal, în direcția mișcării luntrei; c) de pe nasul luntrei sub un unghi de 60° față de orizont, în direcția mișcării luntrei;
5. La mulți dintre voi este cunoscută situația: barca s-a apropiat de mal, iar omul din barcă, fără a aștepta, când barca va fi fixată, s-a ridicat și s-a dus înainte – ca urmare barca plutește de la mal înapoi (fig. 3). Explicați această situație din punct de vedere al legii conservării impulsului. Determinați distanța s , la care va pluti barca de la mal, dacă masa omului este de 70 kg, masa bărcii 130 kg, lungimea 4 m. neglijați rezistența apei.
6. Comparați impulsul vostru în timpul alergării la 100 m cu impulsul bilei. Datele dați-le de sinestător.

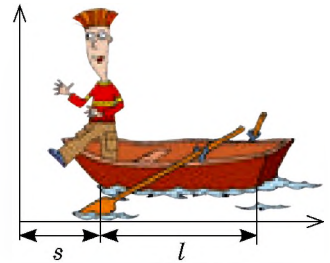


Fig. 3

Fizica și tehnica în Ucraina



Chiril Dmitrievici Sinelinicov (1901–1966) – renumit fizician-experimentator ucrainean, academicianul ANȘU.

C. D. Sinelinicov a intrat în istoria științei ca colaboratorul lui I. V. Curciatov, învățat renumit în domeniul fizicii dielectricilor și semiconductoarelor, fizicii nucleului atomic, științei despre materialele fizice, fizicii plasmei și sintezei termonucleare dirijate, opticii fizice și electronice. În anii 1928-1930 C. D. Sinelinicov a trecut perfecționarea la din Cambridge la laboratorul lui E. Rutherford. De-a lungul anilor 1944-1965 savantul a condus institutul fizico-

tehnice din Harkov. La Harkov sub conducerea lui C. D. Sinelinicov pentru prima dată a fost realizată dezintegrarea nucleului de Litiu cu protoni.

Conducerea ANȘU inițiat premiului în numele lui C. D. Sinelinicov pentru lucrări renumite în domeniul fizicii nucleare.



§ 37. MIȘCAREA REACTIVĂ. BAZELE FIZICE ALE TEHNICII RACHETELOR. REALIZĂRILE COSMONAUTICII

De ce se mișcă oamenii, automobilele, trenurile, animalele? De ce zboară planerele, păsările, fluturii? De ce plutesc peștii, șalupele, submarinele? Răspunsul e simplu: toate corpurile enumerate se împing de la ceva: omul, animalul, automobilul – de la suprafața Pământului; planerele, păsările, fluturii – de la aer; peștii și șalupele – de la apă. Dar cum stă problema cu mișcarea aparatului de zbor cosmic, doar el nu are posibilitatea să se respingă de la ceva? Însă navele cosmice zboară în spațiul deschis, efectuează manevre, se întorc pe Pământ. De la ce totuși ele se resping? Să clarificăm.



Fig. 37.1.

1 Aflăm despre mișcarea reactivă

Umflăm un balon, nu-i legăm capătul și-i dăm drumul. Balonul începe să se miște și se mișcă atâta timp până nu se termină aerul din el. În acest caz avem mișcare reactivă. (Fig. 37.1).

Mișcarea reactivă – este mișcarea, care apare în urma separării din corp cu o anumită viteză a unei părți oarecare a lui.

Temelia mișcării reactive este legea conservării impulsului. Să revenim la experiența cu balonul. Dacă gaura balonului este închisă, ea se află în stare de repaus și impulsul sistemului «balon - aer» este egal cu zero.

Dacă gaura este deschisă, atunci aerul începe să țâșnească în afară cu o viteză destul de mare, adică va primi un anumit impuls $\vec{p}_p = m_p \vec{v}_p$. Însuși balonul va căpăta impuls: $\vec{p}_c = m_c \vec{v}_c$, orientat în direcție opusă impulsului aerului.

Ne vom imagina, că sistemul «balon - aer» este închis. Atunci conform legii conservării impulsului impulsul total al sistemului «balon - aer» rămâne neschimbat și egal cu zero: $m_p \vec{v}_p + m_c \vec{v}_c = 0$.

Deci, viteza mișcării bilei constituie:

$$\vec{v}_c = -\frac{m_p \vec{v}_p}{m_c}.$$

Semnul «-» exprimă aceea, că balonul se mișcă în direcția opusă direcției de mișcare a aerului.

Prototipul motoarelor reactive moderne poate fi considerat «balonul lui Heron», sau «eolipilul». Acest aparat a fost creat în sec. I de către renumitul matematician și mecanic al Greciei Antice Heron din Alexandria. Aburul, care este expulzat din țevile îndoite fixate pe balon (duze), face ca balonul să se rotească.



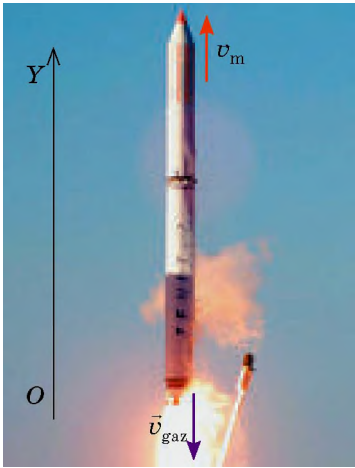


Fig. 37.2. Startul rachetei «Zenit», construită în Ucraina

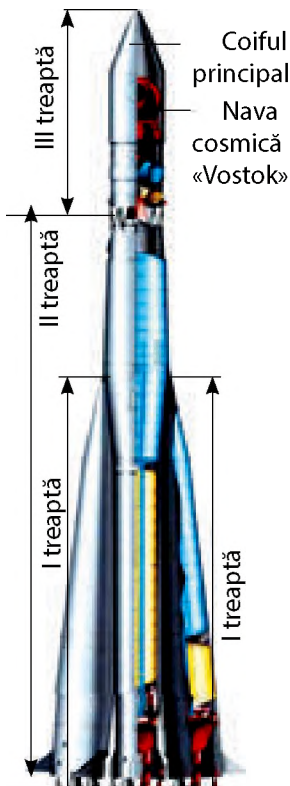


Fig. 37.3. Racheta purtătoare compusă din trei trepte «Vostok»

Să examinăm încă un exemplu – reculul automatului care face n împușcături într-o secundă. Vom nota masa unui glonț cu m_c , iar viteza lui în momentul ieșirii din țeavă — \vec{v} . Impulsul total, pe care-l obțin gloanțele într-o secundă (viteza variației impulsului), va constitui $n \cdot m_c \vec{v}$. Forța \vec{F} , care acționează asupra gloanțelor, este egală cu viteza variației impulsului gloanțelor:

$$\vec{F} = n \cdot m_c \vec{v}.$$

Conform legii a treia a lui Newton asupra automatului acționează forța cu tot așa un modul, însă orientată în sens opus. Analogic apare *forța reactivă* motorică în rachetă, când din duza ei iese gazul.

2 Studiem mișcarea reactivă a rachetei

Racheta – aparat de zbor, care se deplasează în spațiu datorită forței reactive de tracțiune care apare în urma expulzării de către rachetă a unei părți din masa proprie.

Partea rachetei, care se separă este jetul de gaz fierbinte, care se formează în urma arderii combustibilului. Când jetul de gaz cu o viteză enormă este expulzat din duza rachetei, atunci mantaua rachetei primește un impuls puternic, orientat în partea, opusă direcției de mișcare a jetului (fig. 37.2).

? Motorul rachetei – este motor termic. Ce servește drept încălzitor în acest motor? corp de lucru? răcitor?

Să ne imaginăm o variantă nemaipomenită: în momentul startului tot combustibilul rachetei arde dintr-o dată. Deoarece până la start racheta se află în repaus, atunci legea conservării impulsului după arderea combustibilului va avea următorul aspect: $0 = m_m \vec{v}_m + m_{gaz} \vec{v}_{gaz}$ unde $m_m \vec{v}_m$ — impulsul mantalei rachetei; $m_{gaz} \vec{v}_{gaz}$ — impulsul gazului; vom orienta axa OY în direcția mișcării rachetei (vezi fig. 37.2); după ce vom proiecta ecuația vectorială pe această axă, avem: $0 = m_m v_m - m_{gaz} v_{gaz}$ de unde

$$v_m = \frac{m_{gaz}}{m_m} v_{gaz}$$

Dacă se va admite, că masa combustibilului este de 4 ori mai mare decât masa mantalei ($m_{\text{gaz}} = 4m_m$), iar viteza jetului de gaz $v_{\text{gaz}} = 2 \text{ km/s}$ (aproximativ cu o astfel de viteză din duza rachetei este expulzat gazul incandescent), vom obține viteza de mișcare a mantalei rachetei: $v_m = 4v_{\text{gaz}} = 8 \text{ km/s}$.*

Așadar, dacă combustibilul rachetei ar arde instantaneu, iar mișcarea rachetei nu va fi împiedicată de nimic, atunci viteza, obținută de rachetă ar fi fost suficientă pentru lansarea rachetei pe orbita Pământului. Însă în realitate combustibilul arde treptat, dar asupra mișcării rachetei considerabil influențează rezistența aerului. Calculele arată, că pentru atingerea vitezei necesare masa combustibilului trebuie să depășească masa mantalei de 200 de ori, iar aceasta este ireal de realizat din punct de vedere tehnic..

Încă la începutul sec. XX a fost constatat, că racheta cu o singură treaptă nu va putea părăsi Pământul. Aceasta este posibil numai cu ajutorul rachetelor cu mai multe trepte: în astfel de rachete treptele cu rezervoarele goale de combustibil sunt abandonate în timpul zborului (apoi ele ard în atmosferă din cauza frecării de aer). Totodată masa rachetei se micșorează, și respectiv se mărește viteza mișcării ei. Vom menționa, că toate rachetele purtătoare de aparate cosmice atât cele dintâi, cât și cele, ce sunt folosite astăzi sunt cu mai multe trepte.

În fig. 37.3 este reprezentată racheta purtătoare cu trei trepte «Vostok». Ea este compusă din patru blocuri laterale (I treaptă), amplasate în jurul blocului central (a II-a treaptă). Aparatul cosmic este instalat pe treapta III, sub coiful principal care îl protejează de solicitările aerodinamice în timpul zborului în straturile dense ale atmosferei. Fiecare bloc este înzestrat cu motoare proprii.

La 12 aprilie anul 1961 racheta purtătoare «Vostok» a lansat pe orbită nava cosmică «Vostok», la bordul căreia era primul cosmonaut din lume I. A. Gagarin (fig. 37.4). Acest zbor a fost realizat din inițiativa și sub conducerea renumitului constructor S. P. Koroliov (1907–1966), originarul or. Jitomir.



Fig. 37.4. Iurii Alexeevici Gagarin (1934 – 1968) – aviator-cosmonaut sovietic, primul om din lume, care efectuat zborul în cosmos (12 aprilie anul 1961)



Întrebări pentru verificare

1. Dați definiția mișcării reactive.
2. Descrieți experiențele de observare a mișcării reactive.
3. Scrieți legea conservării impulsului pentru mișcarea rachetei, admitând că tot combustibilul ei arde momentan în momentul startului.
4. De ce pentru lansarea navelor cosmice de pe suprafața Pământului sunt utilizate rachetele cu multe trepte?
5. Numiți numele primului cosmonaut al lumii și numele constructorului, sub conducerea căruia a fost realizat primul zbor în cosmos.

* Menționăm: 8 km/s – este prima viteză cosmică. O astfel de viteză trebuie să aibă corpul în momentul lansării de pe suprafața Pământului, pentru a deveni satelit artificial.



Exercițiul № 37

1. «Roata Segner» (fig. 1) – dispozitiv, descoperit de către mecanicul Johan Andreas Segner (1704–1777), – este aplicată astăzi pentru stropirea gazoanelor. Examinați fig. 1 și explicați cum funcționează acest dispozitiv. Poate oare «roata Segner» să fie considerată motor reactiv? Argumentați răspunsul.
2. Viteza împușcării unei arme de împușcare rapidă, pe care, probabil, ați văzut-o în filmul «Matricea», atinge 10 000 de împușcături pe minută; ea expulzează gloanțe cu masa de 10 g. cu viteza de 600 m/s. Care este forța reculului unei asemenea arme? Oare într-adevăr din ea se poate împușca, ținând-o în mâini?
3. De la o rachetă, care se mișcă cu viteza de 2,4 km/s, s-a separat prima treaptă, masa căreia constituia o pătrime din masa rachetei. Cu ce viteză a început să se miște racheta, dacă viteza mișcării primei trepte după separare este egală cu 900 m/s în raport cu racheta.
4. Folosiți-vă de surse suplimentare de informații și aflați despre cosmonauții ucraineni.
5. Folosiți-vă de surse suplimentare de informații și aflați, cum se mișcă calmarul; care ființe mai folosesc mișcarea reactivă; unde se mai poate observa mișcarea reactivă în natură. Faceți un scurt mesaj.



Fig. 1



Fig. 2



Însărcinare experimentală

Dintr-o sticlă de plastic și tuburi pentru cocktail confecționați «roata Segner» (fig. 2) și verificați cum funcționează acest dispozitiv.

Fizica și tehnica în Ucraina



Serghei Pavlovici Koroliov(1907–1966) – academician, savant ucrainean sovietic cu renume mondial în domeniul construcției rachetelor și cosmonauticii, constructorul primelor sateliți ai Pământului și a navelor cosmice.

Sub conducerea lui S. P. Koroliov a fost inventată și creată o serie de rachete-purtătoare unice, care au asigurat un adevărat salt în cucerirea cosmosului: lansarea în a. 1957 a primului în istorie satelit artificial al Pământului; primul în istorie zbor al cosmonautului Iu. A. Gagarin pe nava «Vostok» (12 aprilie a. 1961); scoaterea pe orbită a primei nave cu multe locuri din seria «Voshod» cu echipajul la bord (12 aprilie a. 1964); prima ieșire în spațiul cosmic a cosmonautului O. A. Leonov (18 martie a. 1965). S. P. Koroliov a educat un șir numeros de urmași – învățați, constructori, ingineri.

E curios, că primul cosmonaut din Ucraina P. R. Popovici, racheta cu care a fost lansată pe orbită în a. 1962 de către S. P. Koroliov, a cântat din cosmos pentru constructorul principal cântecul lui preferat «Privesc la cer...».

La Jitomir, la patria constructorului, este deschis muzeul de cosmonautică în numele lui S. P. Koroliov, pe piața centrală a orașului îi este înălțat un monument.



§ 38. APLICAREA LEGILOR CONSERVĂRII ENERGIEI ȘI IMPULSULUI ÎN FENOMENELE MECANICE

Rezolvarea multor probleme practice se simplifică mult, dacă sunt aplicate legile conservării – legea conservării impulsului și legea conservării energiei, doar aceste legi pot fi folosite și atunci, când forțele, care acționează în sistem sunt necunoscute. Deci, ne vom aminti, ce feluri de energie mecanică există și vom rezolva câteva probleme la aplicarea legilor conservării.

1 Ne amintim despre energia mecanică

Energia (de la cuv. grec. «activitate») – este mărimea fizică, care este măsura generală a mișcării și interacțiunii tuturor felurilor de materii.

Energia se notează cu simbolul E (sau W). Unitatea de măsură a energiei în SI – **jouli**:

$$[E] = 1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$$

În mecanică noi avem de aface cu *energia mecanică*.

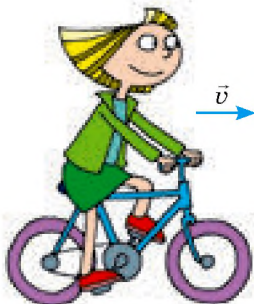
Energia mecanică – este mărimea fizică, care este măsura mișcării și interacțiunii corpurilor și caracterizează capacitatea corpurilor de a efectua lucru mecanic.

Felurile energiei mecanice

Energia cinetică, E_k
energia, cauzată de mișcarea corpului

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

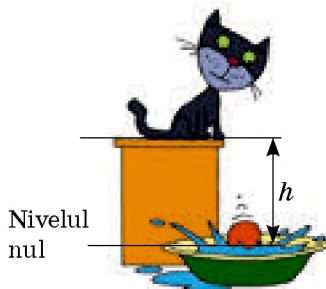
m — masa corpului
 v — viteza de mișcarea a corpului



Energia potențială, E_p
energia, cauzată de interacțiunea corpurilor sau a părților corpului a unui corp ridicat:

E_p a unui corp ridicat:
 $E_p = mgh$

m — masa corpului
 h — înălțimea în raport cu nivelul nul



E_p rigiditatea resortului (firului):

$$E_p = \frac{kx^2}{2}$$

k — înălțimea în raport cu nivelul nul
 x — alungirea



Suma energiilor cinetică și potențială a corpului (sistemului de corpuri) – este energia mecanică totală a corpului (sistemului de corpuri):

$$E = E_k + E_p$$

Studiind energia mecanică în cursul de fizică pentru clasa a 7-a, ați aflat, că în cazul, când sistemul de corpuri este închis, iar corpurile sistemului interacționează unul cu altul numai cu forțe elastice și de atracție, energia mecanică totală a sistemului nu se schimbă.

În aceasta constă legea conservării și transformării energiei mecanice, care din punct de vedere matematic se poate nota în felul următor:

$$E_{k0} + E_{p0} = E_k + E_p,$$

unde $E_{k0} + E_{p0}$ — energia mecanică totală a sistemului de corpuri la începutul observării; $E_k + E_p$ — energia mecanică totală a sistemului de corpuri la sfârșitul observării.

2 Ne amintim algoritmul rezolvării problemelor la legea conservării energiei

Algoritmul rezolvării problemelor la aplicarea legii conservării energiei mecanice

1. Citiți cu atenție condiția problemei. Clarificați, dacă sistemul este închis, dacă se poate neglija acțiunea forțelor de rezistență. Notați condiția prescurtată a problemei.
2. Efectuați desenul explicativ, în care să indicați nivelul nul, starea inițială și finală a corpului (sistemului de corpuri).
3. Scrieți legea conservării și transformării energiei mecanice. Concretizați această înscrisoare, folosind datele, aduse în condiția problemei, și cu formulele corespunzătoare pentru determinarea energiei.
4. Rezolvați ecuația obținută în raport cu mărimea necunoscută. Verificați unitatea ei de măsură și calculați valoarea numerică.
5. Analizați rezultatul și scrieți răspunsul.

Problema 1. Participantul la bungee jumping efectuează o săritură de pe un pod (vezi desenul). Care este rigiditatea odgonului de cauciuc, la care este legat sportivul, dacă în timpul căderii odgonul s-a alungit de la 40 până la 100 m? masa sportivului este de 72 kg, viteza lui inițială este egală cu zero; neglijați rezistența aerului.

Analiza problemei fizice. Neglijăm rezistența aerului, de aceea se poate considera că sistemul de corpuri «Pământ – om - odgon» este închis și pentru rezolvarea problemei se poate utiliza legea conservării energiei mecanice: la începutul săriturii sportivul are energie potențială a corpului ridicat, în punctul extrem de jos această energie se transformă în energie potențială a odgonului deformat.



Se dă:

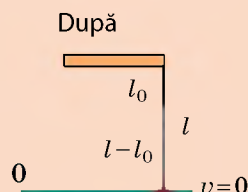
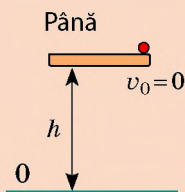
$$\begin{aligned} l_0 &= 40 \text{ m} \\ l &= 100 \text{ m} \\ m &= 72 \text{ kg} \\ g &= 10 \text{ m/s}^2 \\ v_0 &= 0 \end{aligned}$$

Să se afle:

$$k \text{ — ?}$$

Căutarea modelului matematic, rezolvarea.

Efectuăm desenul, în care vom indica pozițiile inițială și finală ale sportivului. Drept nivel noul vom alege poziția extremă de jos a sportivului (odgonul este întins până la maximum, viteza de mișcare a sportivului este egală cu 0). Scriem legea conservării energiei mecanice.



$$E_{k0} + E_{p0} = E_k + E_p.$$

$$E_{k0} = 0 \text{ (deoarece } v_0 = 0 \text{)};$$

$$E_{p0} = mgh, \text{ unde } h = l \text{ — unde}$$

lungimea odgonului alungit

$$E_k = 0 \text{ (deoarece } v = 0 \text{)};$$

$$E_p = \frac{kx^2}{2}, \text{ unde } x = l - l_0 \text{ —}$$

alungirea odgonului

Așadar, avem: $0 + mgl = 0 + \frac{k(l - l_0)^2}{2}$. Definitiv obținem: $k = \frac{2mgl}{(l - l_0)^2}$.

Verificăm unitatea de măsură, aflăm valoarea mărimii căutate:

$$[k] = \frac{\text{kg} \cdot \text{m/s}^2 \cdot \text{m}}{\text{m}^2} = \frac{\text{N}}{\text{m}}; \quad k = \frac{2 \cdot 72 \cdot 10 \cdot 100}{(100 - 40)^2} = \frac{2 \cdot 72 \cdot 1000}{3600} = 40 \text{ (N/m)}.$$

Răspuns: $k = 40 \text{ N/m}$.

3 Rezolvăm problema, aplicând simultan legea conservării energiei mecanice și legea conservării impulsului

Ați jucat biliard? Vom încerca să descriem unul dintre cazurile ciocnirii bilelor de biliard, și anume **ciocnirea centrală elastică** – ciocnirea, în timpul căreia pierderile de energie lipsesc, iar vitezele mișcării bilelor până și după ciocnire sunt orientate de-a lungul unei drepte, ce trece prin centrele bilelor.

Problema 2. O bilă, care se mișcă pe masa de biliard cu viteza de 5 m/s, se ciocnește cu o bilă nemișcată de aceeași masă (vezi des.). determinați vitezele mișcărilor bilelor după ciocnire. Considerați ciocnirea centrală elastică.

Analiza problemei fizice. Sistemul de două bile poate fi considerat închis, ciocnirea este elastică, de aceea pierderile de energie lipsesc. Așadar, pentru rezolvarea problemei se poate aplica și legea conservării energiei mecanice și legea conservării impulsului. Vom alege drept nivel noul suprafața mesei. În cazul dat energiile potențiale ale bilelor până și după ciocnire sunt egale cu zero, de aceea energia mecanică totală a sistemului până și după ciocnire este compusă numai din energiile cinetice ale bilelor.



Se dă:

$$v_{01} = 5 \text{ m/s}$$

$$v_{02} = 0$$

$$m_2 = m_1 = m$$

Să se afle:

$$v_1 - ? \quad v_2 - ?$$

Căutarea modelului matematic, rezolvarea.

Efectuăm desenul, în care vom indica porțiunile bilelor până și după ciocnire.



Efectuăm desenul, în care vom indica porțiunile bilelor până și după ciocnire.

$$v_{02} = 0 :$$

$$\left\{ \begin{array}{l} m\vec{v}_{01} = m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 \\ \frac{mv_{01}^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} \end{array} \right\} \times 2 : m, \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \vec{v}_{01} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2 \\ v_{01}^2 = v_1^2 + v_2^2 \end{array} \right. \text{ Aflăm proiecțiile vitezelor}$$

$$OX: \left\{ \begin{array}{l} v_{01} = -v_1 + v_2 \\ v_{01}^2 = v_1^2 + v_2^2 \end{array} \right. \text{ Deoarece } v_{01} = 5 \text{ m/s, avem: } \left\{ \begin{array}{l} 5 = -v_1 + v_2 \\ 25 = v_1^2 + v_2^2 \end{array} \right.$$

Rezolvând ultimul sistem, obținem: $v_1 = 0$; $v_2 = 5 \text{ m/s}$.

? Rezolvați ultimul sistem de ecuații de sinestătător.

Analiza rezultatelor: vedem, că bilele «au făcut schimb» cu vitezele: bila 1 s-a oprit, iar bila 2 a obținut viteza bie 1 până la ciocnire.

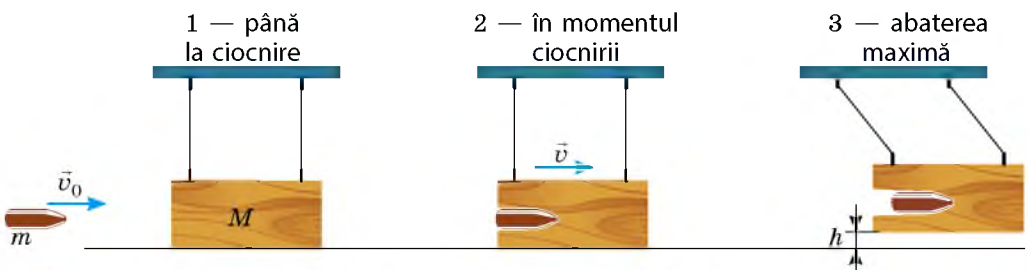
Menționăm: în cazul ciocnirii centrale elastice dintre două corpuri de aceeași masă aceste corpuri «fac schimb» cu vitezele independent de aceea, care au fost vitezele inițiale de mișcare ale acestor corpuri.

Răspuns: $v_1 = 0$; $v_2 = 5 \text{ m/s}$.

4 Rezolvăm problema, în care legea conservării energiei mecanice și legea conservării impulsului trebuie aplicate pe rând

Dacă sunteți curioși, cu ce viteză zboară săgeata din arcul vostru sau este viteza mișcării glonțului din arma pneumatică, vă va ajuta un dispozitiv simplu – *pendulul balistic* – un corp greu suspendat de vergele metalice. Vom clarifica, cum se determină viteza de mișcare a bilei cu ajutorul acestui dispozitiv.

Problema 3. O bilă cu masa de 0,5 g nimereste într-o bară cu masa de 300 g fixată de vergele și rămâne fixată în ea. Determinați, cu ce viteză s-a mișcat bila, dacă după nimerirea bilei bara s-a ridicat la înălțimea de 1,25 cm (vezi des.).



Analiza problemei fizice. În timpul nimeririi bilei în bară ultima primește viteză. Timpul de interacțiune este foarte scurt, de aceea în decursul acestui timp sistemul «bilă – bară» se poate considera închis și folosi de legea conservării impulsului. Aici nu ne putem folosi de legea conservării energiei, deoarece este prezentă forța de frecare.

Când bila a încetat deja mișcarea în interiorul barei și ea a început să devieze, atunci se poate neglija acțiunea forței de rezistență a aerului și folosi de legea conservării energiei mecanice pentru sistemul «Pământ – bară». Dar iată impulsul barei se va micșora, deoarece acțiunea vergelelor deja nu mai compensează acțiunea Pământului.

Se dă:

$$m = 0,5 \text{ gr} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$M = 300 \text{ gr} = 0,3 \text{ kg}$$

$$h = 1,25 \text{ cm} = 0,0125 \text{ m}$$

Să se afle:

$$v_0 = ?$$

Căutarea modelului matematic, rezolvarea.

Scriem legea conservării impulsului pentru pozițiile 1 și 2 (vezi des.), luând în vedere, că în poziția 1 bara se află în stare de repaus, iar în poziția 2 bara și bila se mișcă împreună:

$$m \vec{v}_0 + M \cdot \mathbf{0} = (m + M) \cdot \vec{v}.$$

Proiectăm ecuația obținută pe axa OX:

$$m v_0 = (m + M) \cdot v \Rightarrow v_0 = \frac{(m + M) \cdot v}{m} \quad (1).$$

Scriem legea conservării energiei mecanice pentru pozițiile 2 și 3 și o concretizăm:

$$E_{k2} + E_{p2} = E_{k3} + E_{p3}.$$

$$E_{k2} = \frac{(m + M) \cdot v^2}{2};$$

$$E_{k3} = 0 \quad (\text{bara este la nivelul nul}).$$

$$E_{p2} = 0 \quad (\text{bara s-a oprit});$$

$$E_{p3} = (M + m)gh.$$

$$\text{Așadar: } \frac{(m + M) \cdot v^2}{2} = (M + m)gh.$$

După simplificarea prin $(M + m)$ obținem: $\frac{v^2}{2} = gh$, sau $v = \sqrt{2gh}$ (2).

Înlocuind expresia (2) în expresia (1), obținem formula pentru determinarea vitezei de mișcare a corpului cu ajutorul pendulului balistic:

$$v_0 = \frac{(m + M) \cdot \sqrt{2gh}}{m}.$$

Verificăm unitatea de măsură, aflăm valoarea mărimii căutate:

$$[v_0] = \frac{\text{kg} \cdot \sqrt{\text{m/s}^2 \cdot \text{m}}}{\text{kg}} = \frac{\text{m}}{\text{s}}; \quad v_0 = \frac{300,5 \cdot 10^{-3} \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,0125}}{0,5 \cdot 10^{-3}} \approx 300 \text{ (m/s)}.$$

Raspuns: $v_0 \approx 300 \text{ m/s}$.



În loc de totaluri

Am examinat numai câteva exemple de rezolvare a problemelor. La prima vedere s-ar părea, că și impulsul, și energia mecanică se conservă nu întotdeauna. În privința impulsului – nu este așa. *Legea conservării impulsului – este o lege generală a Universului.* Dar parcă «apariția» impulsului (vezi problema 1 în § 38) sau «dispariția» lui (vezi problema 3 în

§ 38, pozițiile corpurilor 2 și 3 se explică prin aceea, că Pământul la fel primește un impuls. Anume din această cauză, rezolvând problemele, noi «căutăm» un sistem închis.

Dar iată *energia mecanică într-adevăr se conservă nu întotdeauna*. Sistemul poate să obțină o energie mecanică adăugătoare, dacă forțele exterioare efectuează un lucru pozitiv (de exemplu, voi ați aruncat o minge). Sistemul poate să piardă o parte din energia mecanică, dacă forțele exterioare efectuează un lucru negativ (de exemplu, bicicleta s-a oprit din cauza acțiunii forței de frecare). Dar iată energia totală (suma energiilor, pe care le posedă corpurile sistemului și particulele, din care aceste corpuri sunt compuse) întotdeauna rămâne constantă. Legea conservării energiei – este o lege generală a Universului.



Exercițiul nr. 38

Efectuând însărcinările 2–4, neglijați rezistența aerului.

1. O sarcină cu masa de 40 kg a fost aruncată dintr-un avion. După ce la înălțimea de 400 m viteza sarcinii a devenit egală cu 20 m/s, ea a început să se miște uniform. Determinați: 1) energia mecanică totală a sarcinii la înălțimea de 400 m; 2) energia mecanică totală a sarcinii în momentul aterizării; 3) energia, în care s-a transformat o parte din energia mecanică a sarcinii.

2. O bilă a fost aruncată orizontal de la înălțimea de 4 m cu viteza de 8 m/s. Determinați viteza mișcării bilei în momentul căderii.

Rezolvați problema prin două metode: 1) examinând mișcarea bilei ca mișcarea corpului, aruncat orizontal; 2) aplicând legea conservării energiei mecanice. Care metodă în acest caz este mai comodă?

3. Bila 1 din plastelină cu masa de 20 g are o masă de trei ori mai mare decât bila 2 sunt suspendate de fire. Bila 1 a fost abătută de la poziția de echilibru la înălțimea de 20 cm și i-a dat drumul. Bila 1 s-a ciocnit de bila 2 și s-a lipit de ea. (fig. 1).

Determinați: 1) viteza mișcării bilei 1 până la ciocnire; 2) viteza mișcării bilelor după ciocnire; 3) înălțimea maximă, la care se vor ridica bilele după ciocnire.

4. Bila cu masa de 10 g zboară dintr-un pistol cu arc, nimereste în centrul unei bare din plastelină cu masa de 30 g suspendate de ațe și se lipește de ea. La ce înălțime se va ridica bara, dacă înainte de împușcătură arcul a fost comprimat cu 4 cm, iar rigiditatea arcului – 256 N/m?

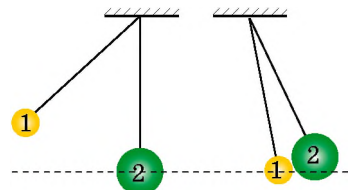


Fig. 1



Însărcinare experimentală

«Pendulul balistic». Confeționați un pendul balistic (fig. 2). Pentru aceasta tăiați dintr-o cutie din hârtie peretele din față, lipiți din plastelină mai o cutie, care e puțin mai mică după dimensiuni de cea din hârtie, introduceți cutia din plastelină în cea din hârtie și suspendați-o astfel, cum e reprezentat în fig. 2.

Încercați dispozitivul, măsurând, de exemplu, viteza de mișcare a bilei unui pistol elastic pentru copii. Pentru calcule folosiți-vă de formula, obținută în timpul rezolvării problemei 3 din § 38.

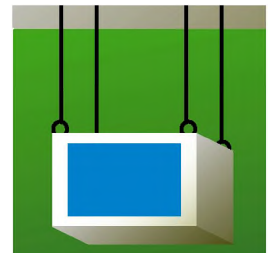
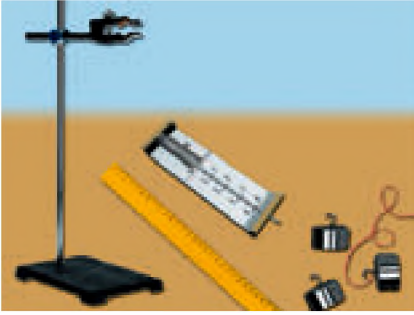


Fig. 2

LUCRARE DE LABORATOR NR. 7



Tema: Studiarea legii conservării energiei mecanice.

Scopul: de a se convinge, că energia mecanică totală a sistemului închis de corpuri rămâne constantă, dacă în sistem acționează numai forțe gravitaționale și forțe elastice.

Utilajul: un stativ cu mufă și clește, un dinamometru, o garnitură de greutate, riglă cu lungimea de 40–50 cm, un șnur de cauciuc cu lungimea de 15 cm cu indicator și noduri la capete, un creion, un fir puternic.

Date teoretice

Pentru efectuarea lucrării poate fi utilizată instalația experimentală, reprezentată în fig. 1. Anterior notând pe riglă poziția indicatorului în cazul șnurului fără sarcină (diviziunea 0), la nodul șnurului se atârână o greutate, care apoi este trasă în jos (starea 1), imprimându-i șnurului o anumită alungire (fig. 2). În starea 1 energia mecanică totală a sistemului «șnur – greutate - Pământ» este egală cu energia potențială a șnurului alungit:

$$E_1 = \frac{kx_1^2}{2} = \frac{F_1 x_1}{2}, \quad (1)$$

unde $F_1 = kx_1$ — modulul forței elastice a șnurului la alungirea lui cu x_1 .

Apoi greutatea se dă drumul și se determină poziția indicatorului în acel moment, când greutatea va atinge înălțimea maximă (starea 2). În această stare energia mecanică totală a sistemului este egală cu suma energiei potențiale a greutății ridicate la înălțimea h și energiei potențiale a șnurului deformat:

$$E_2 = \frac{kx_2^2}{2} + mgh = \frac{F_2 x_2}{2} + P \cdot h, \quad (2)$$

unde $F_2 = kx_2$ — modulul forței elastice a șnurului cu condiția alungirii lui cu x_2 ; $P = mg$ — greutatea greutății.

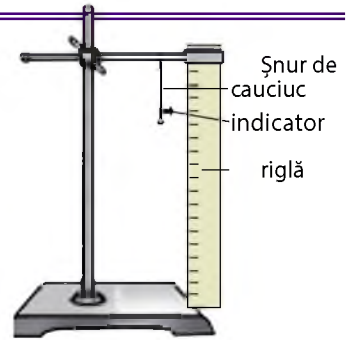


Fig. 1

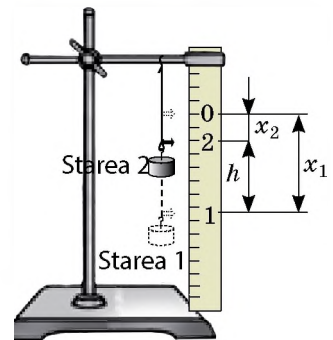


Fig. 2

INDICAȚII LA LUCRARE

II Pregătirea pentru experiment

Înainte de a începe măsurătorile, amintiți-vă:

- 1) cerințele securității în timpul efectuării lucrărilor de laborator;
- 2) legea conservării energiei mecanice totale.

- Analizați formulele (1) și (2) și gândiți-vă, ce măsurări trebuie de făcut, pentru a determina energia mecanică totală a sistemului în starea 1 și în starea 2. Scrieți planul efectuării experimentului.
- Montați instalația, așa cum este arătat în fig. 1.
- Trăgând de nodul inferior în jos, îndreptați șnurul, fără a-l alungi. Notați pe riglă cu creionul poziția indicatorului în cazul șnurului nedeformat și puneți indicația 0.



Experiența

Respectați strict instrucțiunile tehnicii securității (vezi forzașul).

Rezultatele măsurărilor treceți-le deodată în tabel.

- Determinați cu ajutorul dinamometrului greutatea P a greutateții.
- Atârnați greutatea de nod. Trăgând greutatea în jos, notați pe riglă poziția indicatorului, lângă marcarea puneți cifra 1.
- Dați drumul greutateții. Observând poziția indicatorului în momentul, când greutatea a atins cea mai mare înălțime, puneți în locul corespunzător marcarea 2. Atrageți atenția: dacă poziția 2 se va amplasa mai sus decât marcarea 0, experiența trebuie repetată, schimbând alungirea șnurului și corespunzător schimbând poziția marcării 1.
- Măsurați forțele elastice F_1 și F_2 , care apar în șnurul de cauciuc în cazul alungirii lui cu x_1 și x_2 corespunzător. Pentru aceasta scoateți greutatea și, agățând nodul șnurului de cârligul dinamometrului, alungiți șnurul mai întâi până la marcarea 1, iar apoi până la marcarea 2.
- Măsurând distanțele dintre marcările corespunzătoare, determinați alungirile și ale șnurului de cauciuc și de asemenea înălțimea maximă h de ridicare a greutateții (vezi fig. 2).
- Repetăți acțiunile, descrise în punctele 1–6, atârând de șnur două greutateți împreună.

Numărul experienței	Greutatea corpului P, H	Alungirea șnurului		Forța elastică		înălțimea h, m	Energia mecanică totală	
		x_1, m	x_2, m	F_1, N	F_2, N		E_1, J	E_2, J
1								
2								



Prelucrarea rezultatelor experienței

- Pentru fiecare experiență determinați:
 - energia mecanică totală a sistemului în starea 1;
 - energia mecanică totală a sistemului în starea 2.
- Terminați completarea tabelului.



Analiza rezultatelor experienței

Analizați experiența și rezultatele ei. Formulați concluzia, în care: 1) comparați valorile energiei mecanice totale a sistemului obținute de voi în starea 1; în starea 2; 2) notați pricinile

neconcordanței posibile ale rezultatelor; 3) indicați mărimile fizice, măsurarea cărora, după părerea voastră, dau eroare maximă.



Însărcinare «cu steluță»

După formula $\varepsilon = \left| 1 - \frac{E_1}{E_2} \right| \cdot 100\%$ estimați eroarea relativă a experienței.



Însărcinare creativă

Luați o bilă mică pe un fir lung și tare. De fir legați unșnur de cauciuc și, ținând de bilă, trageți șnurul în jos cu o forță. Măsurați alungirea șnurului. Deți drumul bila. Măsurați înălțimea, la care s-a ridicat bila. Determinați rigiditatea șnurului și calculați această înălțime din punct de vedere teoretic. Comparați rezultatul calculelor cu rezultatul experienței.

§ 39. INTERACȚIUNI FUNDAMENTALE ÎN NATURĂ. LIMITELE APLICĂRII LEGILOR ȘI TEORIILOR FIZICE CARACTERUL FUNDAMENTAL AL LEGILOR CONSERVĂRII

Cercetarea Universului permanent a pus în fața cercetătorilor un șir de întrebări, printre care în primul rând «Cum este construit Universul, adică care este structura lui?», «Cum din căramijoarele mici ale materiei se formează toată diversitatea fenomenelor naturale și obiectelor naturale?», «Oare acelorași legi se supun diferite fenomene naturale?». Studiind fizica, ați încercat să dați răspuns la aceste întrebări. Vom încerca să generalizăm.



Răspundem la întrebarea «Care este structura Universului?»

Toată partea lumii materiale accesibile pentru cercetare se numește **Univers**.

Toate obiectele Universului și a fenomenelor proprii lui știința le împarte în trei nivele calitative diferite: microuniversul, macrouniversul, megauniversul. Obiectele fiecărui nivel al Universului în primul rând diferă prin masă și dimensiuni:

Nivelurile structurale ale Universului		
Microuniversul	Macrouniversul	Megauniversul
Lumea moleculelor, atomilor și a componentelor lor	Lumea substanțelor, ființelor vii, macrocorpurilor	Lumea planetelor, stelelor, aglomerațiilor de stele – galaxiilor
Dimensiunea 10^{-18} – 10^{-10} m Masa nu mai mare de 10^{-10} kg	Dimensiunea 10^7 m Masa 10^{-10} – 10^{-20} kg	Dimensiunea 10^7 m Masa peste 10^{20} kg



Dați câteva exemple de obiecte ale microuniversului; macrouniversului; megauniversului.



Fig. 39.1. Mecanica clasică a lui Newton se adevărește numai pentru descrierea mișcării corpurilor cu viteză, care este cu mult mai mică decât viteza de propagare a luminii. Mișcarea corpurilor, viteza cărora este comparativă cu viteza luminii (de exemplu, mișcarea galaxiilor îndepărtate) este descrisă de teoria specială a relativității



Fig. 39.2. Emiterea undelor electromagnetice de către curentul electric alternativ poate fi explicată cu ajutorul electrodinamicii clasice a lui Maxwell, dar iată pentru explicarea radiației luminii de către atom (undelor electromagnetice de diapazon optic) trebuie de aplicat electrodinamica, care o conține pe cea clasică ca o componentă

Fiecare nivel structural al Universului este descris de o teorie fizică proprie. Astfel mișcarea și interacțiunea obiectelor microuniversului în primul rând este descrisă de mecanica cuantică. În macrounivers predomină mecanica clasică, la baza căreia stau legile mecanicii lui Newton. Megauniversul – este în primul rând obiectul mecanicii relativității lui Einstein.

2 Aflăm, de ce legile și teoriile fizice au limite de aplicație

Familiarizându-se cu p. 1 al paragrafului, unii dintre voi vor fi mirați. De ce, de exemplu, legile mecanicii lui Newton nu pot fi aplicate pentru descrierea mișcării microparticulelor? Doar aceasta sunt legi! Dar, să ne amintim, cum se construiește teoria fizică.

Dacă noi studiem un anumit proces fizic (îl observăm, efectuăm experimente, facem calcule), atunci nu încercăm să cuprindem toate fenomenele, ce sunt observate în timpul acestui proces, nu luăm în considerație influența tuturor factorilor. Noi alegem numai acei factorii, care după părerea noastră, influențează esențial asupra procesului, adică construim *modelul fizic* al procesului. Totalitatea legilor fizice creează *teoria fizică*.

Deoarece pentru crearea teoriei noi am folosit modelul fizic al procesului, iar cunoștințele noastre despre acest proces au fost mărginite de o anumită cantitate de fapte cunoscute la momentul dat, atunci nu este de mirare, că treptat se acumulează fapte noi, care deja nu vor intra în limitele teoriei create de noi. Adică se vor isca, că teoria noastră are limite de aplicație. Faptele noi duc la crearea teoriei noi, care de obicei conține teoria anterioară ca o parte componentă, dar nu este în contradicție cu ea (fig. 39.1, 39.2).

3 Interacțiunile fundamentale în Univers

? Amintiți-vă cursurile de fizică și chimie. Datorită cărei interacțiuni nucleonii se mențin în nucleu? electronii în atom? atomii în molecule? moleculele în substanță? planeta lângă Soare?

Sperăm, că ați putut da răspuns la întrebări, numind trei feluri de interacțiuni cunoscute de voi: *tare, electromagnetică, gravitațională*. Anume interacțiunea condiționează îmbinarea cărămijoarelor de materie în atomi, atomilor – în molecule, moleculelor – în substanță ș.a.m.d. Orice proprietăți ale corpurilor, orice fenomene sunt legate cu interacțiunea.

La momentul actual în știință se deosebesc *patru interacțiuni fundamentale*: gravitațională, electromagnetică, tare, slabă.

Pe parcursul a zeci de ani savanții tind să creeze teoria interacțiunii universale unice. Unii pași deja sunt făcuți. La sfârșitul anilor 60 ai secolului trecut s-a reușit să se creeze teoria așa-numitei interacțiuni electrolabe, în limitele căreia sunt îmbinate interacțiunile electromagnetică și slabă. Însă până la imbinarea totală («mare») a tuturor felurilor de interacțiuni încă e departe.

Interacțiuni fundamentale în natură			
Gravitațională	Electromagnetică	Tare	Slabă
Orice obiecte materiale în Univers se atrag unul către celălalt.	Interacțiunea electrică a corpurilor încărcate; atracția magnetică și respingerea particulelor încărcate și corpurilor magnetizate.	Atracția reciprocă a nucleonilor în interiorul nucleului independent de sarcina lor.	«Răspunde» de dezintegrarea a nucleelor atomice și dezintegrările lente ale particulelor.
Se manifestă la orice distanțe.	Se manifestă la orice distanțe.	Se manifestă la distanțe de ordinul 10^{-15} m (dimensiunea nucleonului).	Se manifestă la distanțe de ordinul 10^{-18} m.
Crearea și existența planetelor, sistemelor planetare și stele, galaxiilor etc.	Crearea și existența atomilor, moleculelor, corpurilor fizice; formarea semnalelor radio, impulsurilor nervoase, etc.	Existența și stabilitatea nucleelor atomice.	β -Dezintegrarea a nucleelor atomice.
		Iluminarea stelelor.	

4

Aflăm despre caracterul fundamental al legilor conservării în natură

Spațiul și timpul este o anumită arenă, pe care «se joacă» toate fenomenele și procesele în Univers. De aceea, nu e de mirare, că anume cu proprietățile fundamentale ale spațiului și timpului sunt legate cele mai importante legi ale Universului – legile conservării. Aceste legi se numesc *fundamentale*, doar lor li se supun atât obiectele macrouniversului, cât și obiectele micro- și megauniversului, – *aceste legi se adevăresc în timpul oricărei interacțiuni*.

Un timp îndelungat savanții bănuiau, că fiecare lege de conservare este legată cu o anumită simetrie în Univers (fig. 39.3).

În anul 1918 renumita matematiciană germană *Emmi Amali Neter* (1882–1935) a demonstrat teorema, conform căreia *fiecărei simetrii fizice continue a sistemului îi corespunde o anumită lege de conservare*. Astfel, legea conservării energiei este consecința omogenității timpului – simetrii în raport cu alunecări în timp; legea conservării impulsului este consecința.

Una dintre consecințe ale legilor de conservare este prevederea imposibilității unor procese, doar aceste procese permit să se facă concluzii generalizate chiar și fără informație detaliată. De exemplu, noi știm despre imposibilitatea creării motorului veșnic: însuși ideea existenței lui este în contradicție cu legea conservării și transformării energiei.



Fig. 39.3. Cele mai simple tipuri de simetrie în natură

Voi știți despre trei legi de conservare fundamentale: *legea conservării și transformării energiei*, *legea conservării impulsului*, *legea conservării sarcinii electrice*. Vom examina manifestările legii conservării și transformării energiei.

4 Studiem manifestările legii conservării și transformării energiei

Legea conservării și transformării energiei ne mărturisește despre aceea, că energia nicăieri nu dispare și nu apare de nicăieri, ea numai se transmite de la un corp la altul, se transformă dintr-un fel în altul.

Felurile energiei în natură						
Mecanică	Internă			Electromagnetică		
	Termică	Chimică	Nucleară	Electrică	Magnetică	Radiație
Energia mișcării și interacțiunii corpurilor sau părților corpului	Energia mișcării haotice și interacțiunii particulelor substanței	Energia legăturilor chimice	Energia, «ascunsă» în nucleele atomilor	Energia curentului electric	Energia magneților permanenți și electro-magneților	Energia undelor electro-magnetice

Vom examina procesele de transformare a energiei în exemple.

Exemplul nr. 1. În fig. 39.4 sunt reprezentate două lanțisoare de *transformare a energiei solare*. Vom urmări lanțisorul natural (fig. 39.4, b).

Energia nucleară, care se degajă de la Soare în timpul reacției termonucleare, se transformă în energia radiației.

Nimerind pe frunzele verzi ale plantelor, această energie este absorbită de clorofilă și se transformă în energie chimică a substanțelor nutritive.

Consumând energia chimică, păstrată de plante (hrana), organismul omului o transformă în energie chimică a celulelor.

Energia chimică, rezervată, de exemplu, în mușchii omului, se transformă în energie mecanică (energie cinetică de mișcare).

? Încercați se descrieți transformarea energiei solare în tehnică (fig. 39.4, a).



Fig. 39.4. Transformarea energiei solare în tehnică (a) și natură (b)

Exemplul nr. 2. Vom examina «mișcarea» energiei în timpul lucrului centralei hidroelectrice (fig. 39.5). Barajul a blocat râul – s-a format un rezervor de apă, nivelul apei în care este mai înalt decât nivelul în râu în afara abarajului, de aceea apa în rezervor are energie potențială.

Căzând de la înălțime, apa pierde energia potențială, dar obține cinetică.

Nimerind pe paletetele turbinei, apa îi cedează energia sa cinetică și turbina primește energie cinetică de rotație.

Turbina rotește rotorul generatorului electric, în care energia mecanică de rotație se transformă în energie electrică.

Prin sârme energia electrică ajunge la becul electric din casele voastre și în el se transformă în energie luminoasă și termică.

În timpul fiecăruia dintre procese o parte din energie se transformă în internă (încălzirea apei, rulmenților turbinei și generatorului, sârmelor etc.)

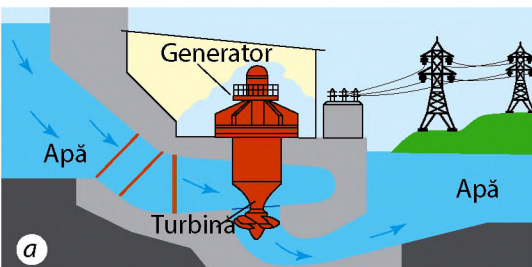


Fig. 39.5. Centrala hidroelectrică: a – schema de lucru; b – aspectul (CHE Dniro)

În fiecare dintre lăncișoarele prezentate energia se transformă dintr-un fel în altul, însă cantitatea totală de energie rămâne neschimbată (energia se conservă). Dacă noi vom aduna toate valorile, care corespund diferitor feluri de energie, atunci suma întotdeauna va fi aceeași.



Facem totalurile

Toată porțiunea lumii materiale accesibilă pentru observare se numește Univers. Toate obiectele Universului și fenomenele proprii lor știința le împarte în trei niveluri calitativ diferite: microunivers, macrounivers, megaunivers.

Toate fenomenele fizice și existența obiectelor Universului pot fi explicate pe baza felurilor fundamentale de interacțiune: gravitațională, electromagnetică, tare, slabă.

Universul există în spațiu și timp, proprietățile cărora se explică prin existența legilor fundamentale de conservare – legilor, cărora li se supun toate procesele de orice nivel de structură al Universului. La astfel de legi aparține, de exemplu, legea conservării și transformării energiei și legea conservării impulsului.

Fiecare teorie fizică are limite de aplicație. Cu apariția noilor cunoștințe se creează o teorie nouă, care de obicei conține teoria anterioară ca o parte componentă.



Întrebări pentru verificare

1. Dați exemple de obiecte ale fiecăruia dintre nivele structurale ale Universului?
2. Care teorie de în special descrie microuniversul? macrouniversul? megauniversul?
3. De ce fiecare teorie fizică are limite de aplicație?
4. Ce interacțiuni fundamentale cunoașteți? Dați exemple de manifestare a lor.
5. Cu care proprietate a spațiului sau timpului este legată legea conservării și transformării energiei? legea conservării impulsului?
6. Care feluri de energie există?
7. Dați exemple de manifestare a legii conservării și transformării energiei.



Exercițiul nr. 39

1. Printre sfaturile gospodărești utile este și aceasta: dacă veți păstra iarna cartofii pe balcon, atunci pentru ca cartofii să nu înghețe, în lada, unde ei se păstrează trebuie de instalat un bec electric de incandescență și periodic de-l aprins. Pentru ce? Oare în întuneric e mai frig, decât la lumină?
2. În fig. 1 sunt date câteva exemple de transformare a energiei. Care fel de energie în care fel se transformă în fiecare caz?
3. Ce transformări de energie au loc în timpul lansării navei cosmice pe orbită? ridicării ascensorului? baterii unui cui într-o scândură?
4. Folosind datele din fig. 2, determinați randamentul automobilului.

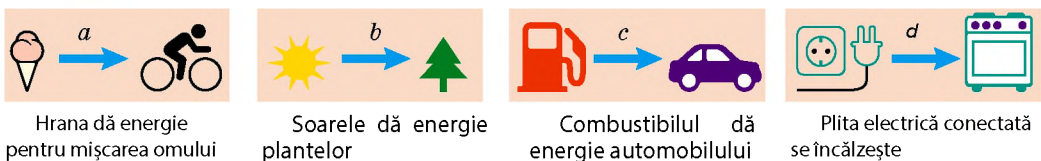


Fig. 1

5. În timpul îmbinării a două particule a luat naștere o particulă compusă, totodată s-a degajat o anumită energie E (fig. 3, a). Particula compusă a fost distrusă, adică s-a reînnoit starea inițială (fig. 3, b). S-a degajat sau s-a absorbit în acest caz energia? Câtă energie s-a degajat sau s-a absorbit?

6. Folosind șirul radioactiv al Toriului (vezi fig. 23.9) scrieți o reacție de dezintegrare și o reacție de dezintegrare. Demonstrați, că în timpul acestor reacții este satisfăcută legea conservării sarcinii electrice.



Însărcinare experimentală

Folosind cercul de gimnastică, o frânghie, bandă de măsurat și cronometru, demonstrați certitudinea legii conservării energiei mecanice.

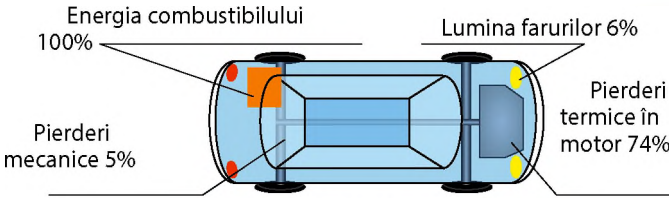


Fig 2

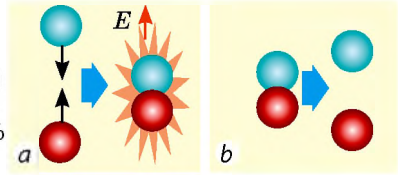


Fig 3

1. Măsurăți lungimea cercului și suspențați-l astfel, încât punctele de suspensie să fie situate în vârfurile unui triunghi echilateral (fig. 4).
2. Rotiți cercul așa, încât frânghia în partea de sus să fie bine răsucită.
3. Măsurăți înălțimea h , la care s-a ridicat în acest timp arcul.
4. Dați drumul cercului – el va începe să se rotească. Când viteza de rotație a cercului se va apropia de cea maximă (frânghia aproape în întregime se va răsuci), determinați viteza de mișcare a punctelor cercului. Pentru aceasta măsurăți timpul a cinci rotații complete, calculați perioada de rotație T și folosiți formula $l = \omega R$ – unde l lungimea cercului.
5. Aflați raportul energiei cinetice a mișcării punctelor cercului către energia potențială a cercului ridicat. Faceți concluzii.



Fig. 4

Fizica și tehnica Ucraina



Victor Mihailovici Glușkov (1923–1982) – savant ucrainean cu renume mondial, academician, autorul lucrărilor fundamentale în domeniul ciberneticii, matematicii și tehnicii de calcul, întemeietorul și primul director al institutului de cibernetică al ANȘU, care astăzi îi poartă numele.

Primele lucrări ale institutului de cibernetică – MEC «Kiev» și mașina universală de dirijare «Dnipro», care a fost un concurent meritat celor mai bune analoguri americane. Prima mașină pentru calcule ingineresti a devenit MEC «Promini» cu dirijare microprogramată de niveluri, următoarele – sistemele unice de calcul «MIR-1», «MIR-2», «MIR-3». Mai târziu ideile lui Glușkov au fost realizate de către elevii lui în timpul creării celor mai rapide sisteme la momentul dat EC-2701 și EC-1766 cu productivitate nominală de peste 1 mlrd de operații pe secundă.

Din inițiativa lui V. M. Glușkov în anul 1969 la baza iniversității în numele lui Taras Șevcenko din Kiev a fost deschisă facultatea de cibernetică. În anul 1982 ANȘU a inițiat premiul în numele lui V. M. Glușkov pentru lucrări științifice renumite în domeniul ciberneticii, teoriei generale a mașinilor și sistemelor de calcul.

§ 40. EVOLUȚIA TABLOULUI FIZIC AL LUMII. FIZICA ȘI PROGRESUL TEHNICO-ȘTIINȚIFIC

Studiați fizica trei ani și deja ați făcut cunoștință cu principalele compartimente ale acestei științe – mecanica, optica, electricitate ș.a.; ați aflat despre ceea ce în fizică se numesc legi; ați aflat cum se fac cercetările fenomenelor fizice. Permanent vi se amintea, în ce mod realizările învățaților-fizicieni se întruchipau în dispozitive, mașini, utilaje, care îmbunătățeau considerabil calitatea vieții omului. Însă dezvoltarea virtuozității tehnicii are și urmări negative. A venit timpul să discutăm întrebările evoluției tabloului fizic al lumii și a legăturii reciproce dintre fizică și dezvoltarea socială.

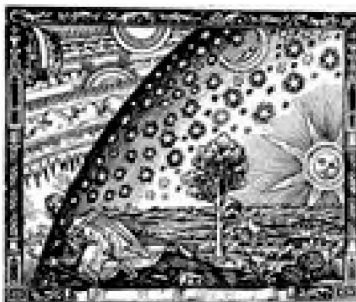


Fig. 40.1. Închepuirile străvechi despre structura Universului (gravură)



Fig. 40.2. Cu ajutorul telescopului cosmic s-a reușit fotografierea Nebulozității Vulturului – aglomerării de stele, care este situată la distanța de 7000 de ani lumină de la Pământ

1 Aflăm despre evoluția tabloului fizic al lumii

De-a lungul secolelor pe om îl interesau întrebările: ce reprezintă în sine Universul? cum este el «construit»? după ce legi se dezvoltă?

Filozofii antici recunoșteau Pământul centrul Universului. Ei considerau, că el are formă plată și înconjurat de o sferă gigantică de cristal (fig. 40.1).

În Evul mediu datorită învățăturilor lui Galileo Galilei, Nicolai Copernic a fost format tabloul heliocentric al lumii – învățătură, conform căreia Soarele este situat în centrul Universului, iar toate corpurile, inclusiv planetele (în special Pământul), se rotesc în jurul Soarelui.

În ultimii 100 de ani cunoștințele omenirii despre Univers s-au adâncit considerabil. Teoria generală a relativității a lui Albert Einstein a explicat existența multor obiecte miraculoase ale Universului, de exemplu, a găurilor negre. Datorită radiotelescoapelor, care funcționează în multe diapazoane de unde electromagnetice, s-au extins posibilitățile obținerii informației despre spațiul cosmic.

Aparatele cosmice au zburat pe lângă toate planetele sistemului Solar, au fotografiat suprafețele lor «în deaproape», au fost pe Marte, Venera, Lună, pe alte corpuri cerești. Din anul 1990 pe orbita Pământului lucrează telescopul «Hubble», datorită căruia s-a reușit să se «vadă» obiectele în galaxiile îndepărtate (fig. 40.2).

În paralel cu studierea obiectelor mega- și microuniversului învățații au studiat lumea moleculelor, atomilor și a componentelor lor – microuniversul.

Primele imaginații cu privire la atom au apărut cu aproximativ 2,5 mii de ani în urmă. Ele se bazau doar pe argumentele logice al filosofilor Greciei Antice. În sec XIX au apărut definiții indirecte cu privire la masa moleculară a materiei, în baza unor experiențe unice (fig 40.4).

Doar la sfârșitul sec XIX începutul sec XX au apărut argumente concrete cu privire structura atomo-moleculară a materiei (fig. 40.4).

2

Facem cunoștință cu dezvoltarea închipuirilor despre natura luminii

Din timpul filozofului Greciei antice Aristotel până în timpurile noastre știința tinde să creeze un tablou întreg al lumii. De la însuși începutul studierii naturii cercetătorii tindeau să găsească o teorie unică, care ar fi descris și mega-, și macro-, și microuniversul.

Prima legătură de îmbinare a apărut la limita sec. XVII–XVIII în timpul studierii naturii luminii. Aproape simultan doi fizicieni renumiți au creat două teorii ale luminii cu totul diferite. Merge vorba despre teoria corpusculară a lui I. Newton și teoria ondulatorie a lui C. Huygens.

Conform teoriei corpusculare a lui Newton lumina – este un flux de particule (corpuscule), care sunt emise de corpurile luminoase, totodată mișcarea corpusculelor luminoase se supune legilor mecanicii. Astfel, reflexia luminii Newton o explica prin reflexia corpusculelor de suprafața, pe care cade lumina, iar refracția luminii – prin schimbarea vitezei corpusculelor în urma interacțiunii lor cu particulele mediului.

«Tractatul despre lumină» a lui Huygens, publicat în anul 1690, a intrat în istoria științei ca prima lucrare științifică de optică ondulatorie.

Teoria ondulatorie a luminii a fost susținută de către așa savanți renumiți ca M. V. Lomonosov și L. Euler, însă până la sfârșitul sec. XVIII a rămas recunoscută numai teoria corpusculară a lui Newton. Așa a fost până la începutul sec. XIX, până când au apărut lucrările fizicianului englez Tomas Young (1773–1829) și a fizicianului francez Augustin Jean Fresnel (1788–1827).

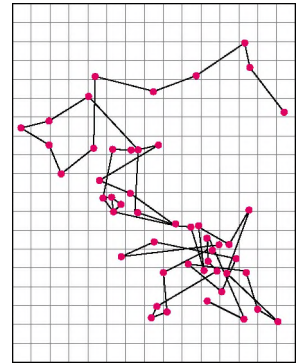


Fig. 40.3. Copia desenului fizicianului Jan Batist Perren (1870 – 1942), în care sunt reconstituite rezultatele observărilor în microscop a unei particule browniene – unei particule mici de substanță, suspendate în lichid. Mișcarea browniană a particulelor provocată de loviturile haotice ale moleculelor, confirmă structura atomică a materiei

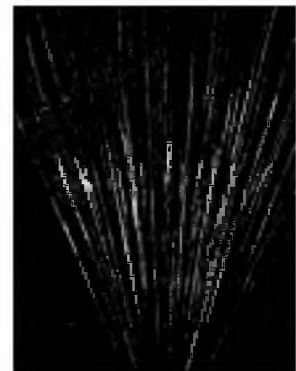


Fig. 40.4. Urmele particulelor în dispozitivul de înregistrare a particulelor încărcate (camera Wilson)



Fig. 40.5. Microscop electric

atunci s-a constatat, că «iluminarea» acestor aglomerări gigantice este legată de structura și proprietățile celor mai mici obiecte cunoscute la momentul dat – nucleelor atomice. Deci acceleratoarele gigantice, create pentru studierea microstructurii materiei, au dat răspuns nu numai la întrebarea: «Care este structura nucleului atomic?», dar și la alta: «De ce Soarele luminează?»

Învățații sunt convingși: și mai multe taine ale Universului vor fi ghicite după obținerea cunoștințelor despre proprietățile particulelor elementare. Cu acest scop a fost creat acceleratorul supraputernic – marele colider andronic (vezi fig. 22.1). El a fost lansat în anul 2008 cu eforturile învățaților din mai multe țări.

3

Generalizăm rolul fizicii în progresul tehnico-științific

Progresul tehnico-științific – este dezvoltarea unică, reciproc condiționată, treptată a științei și tehnicii.

În cursul de fizică pentru clasa a 9-a, ca și mai înainte, noi nu o singură dată am atras atenția voastră la legătura strânsă dintre fizică și știință. De-a lungul aproape a 25 de secole de existență a științei fizice rezultatele cercetărilor ei au fost orientate nu numai la explicarea naturii structurii Universului. În lucrările sale savanții-fizicieni (de exemplu, grecii antici, în primul rând Arhimede) permanent a tins să argumenteze științific aplicarea unora sau altor dispozitive și operații tehnice.

În sec. XIX a apărut o tendință nouă: legile au început nu numai să se aplice pentru explicarea (și îmbunătățirea) construcțiilor deja inventate de ingineri, ci și să fie «hrană pentru creier» în procesul creării direcțiilor noi de dezvoltare a tehnicii. Vom aduce câteva exemple.

Până în sec. XIX electricitatea servea în deosebi pentru distracții de salon (fig. 40.6). Aproximativ la mijlocul sec XIX după stabilirea legilor fizice, legate de trecerea și acțiunea curentului electric (legea lui Ohm, legea inducției electromagnetice ș. a.), începe să se dezvolte legătura telegrafică, iar apoi și cea telefonică. Descoperirea și aplicarea pe larg a radioului au devenit posibile după crearea teoriei câmpului electromagnetic de către Maxwell.

În sec XIX descoperirea legilor fizice noi a avut loc, de regulă, întâmplător. Corespunzător apariția invențiilor tehnice noi legate de aceste legi mergea la întâmplare, și numai în sec XX acest proces a fost într-un anumit mod ordonat. O serie întregă de proiecte (cel mai renumit din ele – «Proiectul Uranium» - programul executării lucrărilor pentru crearea armamentului nuclear) erau realizate la comanda directă a guvernelor țărilor. În limitele fiecărui proiect erau efectuate cercetări științifice, după rezultatele cărora erau elaborate lucrări ingineresti (calculare, confecționarea construcțiilor).

Etapă actuală de dezvoltare a fizicii este caracterizată prin legătura ei strânsă cu producerea și businessul. Pentru rezolvarea fiecărei însărcinări tehnice noi sunt încadrați nu numai ingineri, tehnologi, dar și învățați. Exemplu de astfel de colaborare – miniaturizarea telefoanelor mobile.

Fizica a influențat de asemenea și asupra dezvoltării altor științe. În primul rând aceasta este legat cu înțelegerea profundă a structurii materiei, care se bazează pe descrierea teoretică a microuniversului cu ajutorul mecanicii cuantice. Aplicarea acestei teorii pentru soluționarea sarcinilor chimiei și biologiei a permis într-un termen scurt să se atingă un progres esențial în dezvoltarea acestor domenii de cunoștințe.

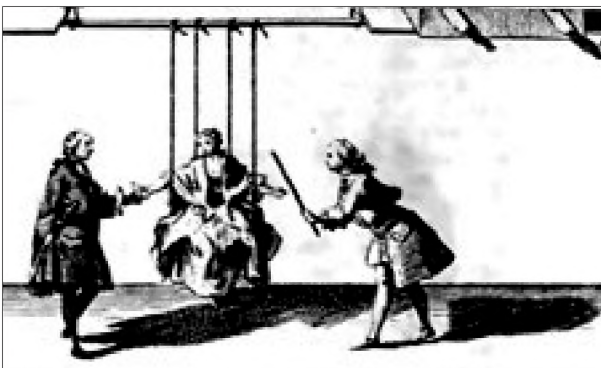


Fig. 40.6. Experiența care demonstrează existența conductorilor și dielectricilor (gravură din mijlocul sec. XVIII). Femeia șade într-un scrânciob, suspendat cu sfori de mătase. Bărbatul, situat la dreapta, apropie o tijă din sticlă electrizată de mâna femeii, iar cel din partea stângă, se atinge de cealaltă mână a ei – apare scânteia

Practic toate aparatele de măsurat contemporane și metodele de măsurare actuale, ce se folosesc în astronomie, medicină, arheologie ș. a. m. d., «au crescut» din legile corespunzătoare ale fizicii.



Facem totalurile

De aproape 2500 ani a existenței sale știința fizică a putut să dezvolte închipuirea generală despre natură, ceea ce integrează cunoștințele oamenilor despre mega-, macro- și microuniversuri. Eforturi considerabile ale savanților-fizicieni au fost îndreptate la realizarea practică a rezultatelor cercetărilor sale.

Începând cu secolul al XIX fizicienii au început nu numai să explice faptele cunoscute, dar și să descopere noi legi și bazându-se pe ele să dezvolte noi ramuri ale tehnicii.

La ora actuală este caracterizată «comanda pentru elaborare»: cercetările științifice se realizează special pentru soluționarea unei însărcinări practice concrete.

Rezultatele, obținute de către savanții-fizicieni se aplică în alte științe, în particular în biologie și chimie. Aparatele fizice și metodele de cercetare se aplică pe larg în știință, industrie, gospodăria sătească.



Întrebări pentru verificare

1. Cu ajutorul căror aparate are loc studierea megauniversului?
2. Care metode și aparate folosesc fizicienii pentru studierea proprietăților atomilor?
3. Care sunt închipuirile contemporane despre natura luminii?
4. În ce constă esența dualismului undă-corpusul?
5. Aduceți dovezi care să confirme că inginerii trebuie să cunoască legea lui Ohm.

Fizica și tehnica în Ucraina

Boris Ieremievici Verkin (1919 – 1990) – renumit învățat ucrainean în domeniul fizicii temperaturilor joase, fondatorul și primul director al institutului fizico-tehnic de temperaturi joase al ANȘU (or. Harkiv) (IFTTJ).

Lucrările științifice ale lui B. I. Verkin sunt consacrate cercetării naturii proprietăților magnetice ale metalelor, supraconductibilității fundamentale și aplicate, structurii materialelor la temperaturi joase, proprietăților criogenice ale cristalelor lichide, biofizicii moleculare, comportării lichidului în condițiile imponderabilității. Considerabil este aportul savantului în cercetarea cosmosului: cu participarea lui a fost creat complexul de aparate, instalate pe aparatele cosmice «Venera-9», «Venera-10», «Salut-4» pentru imitarea condițiilor fizice pe Lună, Marte și alte planete.

În domeniul medicinei criogenice B. I. Verkin a descoperit metodele de conservare de lungă durată la temperaturi joase a celulelor de sânge, țesuturilor și măduvei spinale, și de asemenea instrumentele și aparatele crio-chirurgicale pentru aplicarea în dermatologie, ginecologie, stomatologie, neurochirurgie și alte domenii ale medicinei.

Pentru realizări științifice renumite institutului Fizico-tehnic de temperaturi joase îi este dat numele lui B. I. Verkin. De către ANȘU este inițiat premiul în numele lui B. I. Verkin – pentru lucrări renumite în domeniul fizicii și tehnicii temperaturilor joase.

Cucerirea cosmosului

Primii pași în cosmos

La 4 octombrie anul 1957 învățații sovietici au scos pe orbita terestră primul satelit artificial al Pământului, care a deschis era cosmică în istoria omenirii (fig. 1). După separarea de la racheta-purtătoare radioemițătorul lui a început să emită primul semnal artificial din cosmos – și acest semnal a fost auzit de întreaga lume.



Fig. 1



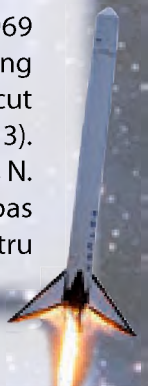
Fig. 2

La 12 aprilie anul 1961 omul pentru prima dată a zburat în cosmos. Acest zbor a fost efectuat pe nava cosmică «Vostoc» de către Iurii Alexeevici Gagarin (1934–1968) (în fig. 2 din stânga). Nava «Vostoc» a fost construită de către Serghei Pavlovici Coroliov (1907–1966) (în fig. 2 din dreapta), originar din Jitomir, absolventul institutului politehnic din Kiev.



Fig. 3

În data de 21 iulie anul 1969 astronautul american Nyl Armstrong (1930–2012) și Edwin Oldrin (născut în 1930) au aterizat pe Lună (fig 3). Făcând primul pas pe suprafața Lunii, N. Armstrong a spus: «Acesta este un pas mic pentru om, însă un salt mare pentru omenire».



Misiunea «Rozetta»

Ideea misiunii constă în aceea, ca să așeze aparatul cosmic pe o cometă. Aparatul cosmic «Rozetta», creat de către specialiștii agenției cosmice Europene, a fost lansat în anul 2004 și în zece ani a parcurs sute de milioane de kilometri, pentru a ieși pe orbita cometei cu dimensiunea mai mică decât 10 km(!). Mai mult, de pe «Rozetta» a fost lansat cu succes aparatul «Fili», care a efectuat cu succes aterizarea lentă pe suprafața cometei la 14 noiembrie anul 2014 (fig. 4). Rămâne numai de adăugat, că misiunea «Rozetta» a cercetat cometa lui Ciuriumov – Gherasimenco, descoperită în anul 1969 de către savantul ucrainean C. I. Ciuriumov.



Fig. 4

FACEM TOTALURILE CAPITOLULUI V

«Mișcarea și interacțiunea. Legile conservării»

1. Studiind capitolul V, v-ați adus aminte de *principalele noțiuni ale mecanicii* (mișcarea mecanică, traiectoria, drumul, deplasarea, sistemul de referință), ați aflat despre *mișcarea rectilinie uniform accelerată*, ați învățat a determina *mărimile fizice*, care o caracterizează.

MIȘCAREA RECTILINIE UNIFORM ACCELERATĂ

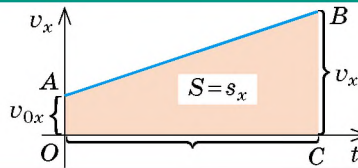
mișcarea, în timpul căreia corpul se mișcă după o traiectorie rectilinie cu accelerație constantă ca modul și ca direcție

Mărimi fizice

Accelerația [a] = 1m/s ²	Viteza [v] = 1m/s	Deplasarea [s] = 1m	Coordonata [x] = 1m
$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$ $a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t}$	$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$ $v_x = v_{0x} + a_x t$	$s_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$	$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$

Sensul geometric al deplasării:

$$s_x = \frac{v_x + v_{0x}}{2} \cdot t$$



1. Ați învățat cele mai importante legi ale dinamicii – legile lui Newton, ați învățat a deosebi *sistemele de referință inerțiale* și cele *neinerțiale*.

MIȘCAREA RECTILINIE UNIFORM ACCELERATĂ

Legea întâi legea a lui Newton

Există astfel de sisteme de referință, care se numesc *inerțiale*, în raport cu care corpul își păstrează starea de repaus sau de mișcare rectilinie uniformă, dacă asupra corpului nu acționează nici o forță sau aceste forțe sunt compensate.

Legea a doua a lui Newton

Accelerația, pe care o obține corpul în urma acțiunii forței este direct proporțională cu această forță și invers proporțională cu masa corpului:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

Legea a treia a lui Newton

Corpurile interacționează unul cu altul cu forțe, sunt orientate de-a lungul unei drepte, sunt egale ca modul și opuse ca direcție:

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

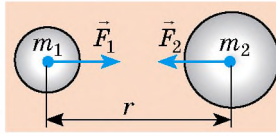
3. Ați îmbogățit cunoștințele voastre despre *interacțiunea gravitațională*, ați învățat *legea atracției universale* și ați obținut *formula pentru calculul forței de greutate*.

FORȚA DE GREUTATE

Forța atracției universale

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

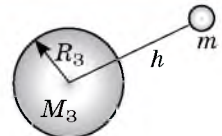
$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$$



Forța de greutate

$$F = G \frac{m M_3}{(R_3 + h)^2}$$

$$F = mg$$



4. Ați stabilit, că mișcarea corpului numai sub acțiunea forței de greutate se numește *cădere liberă*, iar accelerația, cu care se mișcă corpul sub acțiunea forței de greutate, – *accelerația căderii libere*.

ACCELERAȚIA CĂDERII LIBERE

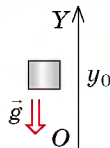
Formula

$$g = G \frac{M_3}{(R_3 + h)^2}$$

$g = 9,8 \text{ m/s}^2$ – în apropierea suprafeței Pământului

Nu depinde

vertical
în sus



Depinde

- de înălțimea corpului deasupra suprafeței Pământului;
- de latitudinea localității

Nu depinde

- de masa corpului;
- de valoarea și direcția vitezei de mișcare a corpului

5. Ați amintit *legea conservării energiei mecanice*, ați aflat despre *legea conservării impulsului*.

LEGEA CONSERVĂRII ÎN MECANICĂ

Legea conservării energiei mecanice

Într-un sistem de corpuri închis, care interacționează numai prin intermediul forțelor elastice și forțelor de gravitație, energia mecanică totală se conservă:

$$E_{k0} + E_{p0} = E_k + E_p$$

Legea conservării impulsului

Într-un sistem de corpuri închis suma vectorială a impulsurilor corpurilor rămâne neschimbată după orice interacțiuni ale corpurilor acestui sistem între ele:

$$m_1 \vec{v}_{01} + m_2 \vec{v}_{02} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2$$

6. Ați generalizat cunoștințele voastre despre *interacțiunile fundamentale în natură*, ați aflat despre caracterul *fundamental al legilor de conservare*.

INTERACȚIUNI FUNDAMENTALE

Gravitațională

Electromagnetică

Tare

Slabă

ÎNSĂRCINĂRI PENTRU AUTOVERIFICARE LA CAPITOLUL V «Mișcarea și interacțiunea. Legile conservării»

Însărcinările 1 – 8 conțin numai un răspuns corect.

1. (1 bal) Un corp se mișcă de-a lungul axei OX. În fig. 1 este reprezentat graficul dependenței proiecției vitezei de mișcare a acestui corp în funcție de timpul observării. Care porțiune a graficului corespunde mișcării uniforme a corpului?

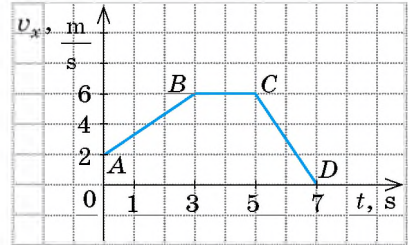


Fig. 1

- a) Porțiunea AB;
b) Porțiunea BC;
c) Porțiunea CD;
d) Porțiunea AB și CD.
2. (1 bal) Care dintre mărimile fizice indicate este scalară?
a) accelerația; c) impulsul;
b) viteza mișcării; d) energia.
3. (1 bal) Cu care corp trebuie de legat sistemul de referință, pentru ca el să fie inerțial?
a) trenul își mărește viteza;
b) fetița se leagă în scrânciob;
c) băiatul se mișcă rectiliniu de-a lungul drumului cu viteză constantă;
d) câinele își încetinește mișcarea sa.
4. (1 bal) Un corp aruncat vertical în sus, se mișcă numai sub acțiunea forței de greutate. Accelerația mișcării corpului:
a) este maximă în momentul începutului mișcării;
b) este aceeași în orice moment al mișcării;
c) este minimă în punctul superior al traiectoriei;
d) se mărește în timpul căderii.
5. (2 baluri) Cu ce accelerație se mișcă corpul, dacă în decurs de 2 s viteza mișcării lui crește de la 3 până la 6 m/s?
a) 1,5 m/s²; b) 3 m/s²; c) 4,5 m/s²; d) 6 m/s².
6. (2 baluri) Un automobil își începe mișcarea și în decurs de 5 s se mișcă cu accelerație constantă de 4 m/s². Determinați deplasarea automobilului în acest timp.
a) 10 m; b) 20 m; c) 50 m; d) 100 m
7. (2 baluri) În fig. 2 sunt reprezentate patru situații de interacțiuni ale corpurilor. În care caz sistemul de corpuri nu poate fi considerat închis?

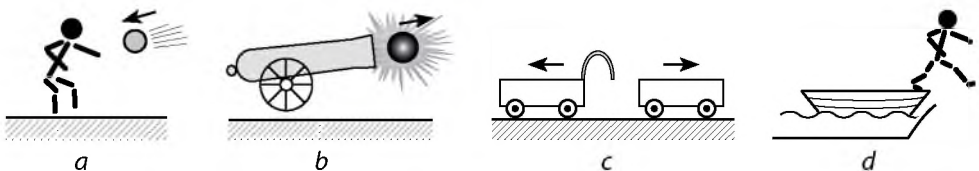


Fig 2

8. (3 baluri) Un corp cu masa de 100 g se mișcă sub acțiunea a două forțe reciproce perpendiculare cu valorile de 6 și 8 N. Cu ce accelerație se mișcă corpul?
9. (3 baluri) După graficul, reprezentat în fig. 1, determinați deplasarea corpului în decursul întregului timp de observare. Considerați, că în sistemul de referință ales corpul s-a mișcat de-a lungul axei OX.
10. (3 baluri) Un corp a fost aruncat vertical în sus cu viteza de 30 m/s. Peste ce interval de timp corpul va fi situat la distanța de 25 m de la punctul de aruncare? Care va fi viteza de mișcare a corpului peste acest interval de timp?
11. (3 baluri) Pe podeaua unui ascensor se află o valiză cu masa de 20 kg. Ascensorul începe să se miște cu accelerația de 2 m/s^2 . Cu ce este egală greutatea valizei? Examinați două variante.
12. (4 baluri) Un corp cu masa de 2,5 kg se mișcă de-a lungul axei OX. Ecuația mișcării corpului are forma: $s = 15 + 3 - t^2$.
Stabiliți corespondența dintre mărimea fizică și valoarea ei în SI.

I.

- | | |
|--|-------|
| 1 Forța, care acționează asupra corpului. | A 0 |
| 2 Impulsul corpului la începutul observării. | B 1,5 |
| 3 Energia cinetică a corpului peste 1,5 s după începutul observării. | C 4,5 |
| 4 Timpul mișcării corpului până la oprire. | D 5 |
| | E 7,5 |

13. (4 baluri) O bară cu masa de 500 g sub acțiunea unei greutăți cu masa de 150 g suspendate de ea a parcurs de la începutul mișcării un drum de 80 cm în 2 s (fig. 3). Aflați coeficientul de frecare.
14. (4 baluri) Din punctul situat la înălțimea de 2,8 m deasupra suprafeței pământului, a fost aruncat vertical în sus corpul 1 cu viteza de 12 m/s. În momentul, când corpul 1 a atins punctul superior de ridicare, de pe suprafața pământului cu viteza de 10 m/s a fost aruncat corpul 2. Determinați timpul și înălțimea de întâlnire ale corpurilor.
15. (4 baluri) Folosind datele din fig. 4, determinați înălțimea h , la care se vor ridica două corpuri de aceeași masă după ciocnire. Suprafața interioară a cilindriului considerați-o ideal de netedă.

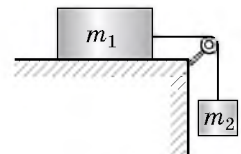


Fig. 3

Confrunțați răspunsurile voastre cu cele aduse la sfârșitul manualului. Însemnați însărcinările, pe care le-ați executat corect și numărați suma balurilor. Apoi această sumă împărțiți-o la trei. Rezultatul obținut va corespunde nivelului vostru de reușită la învățatură.



Însărcinările de antrenare cu verificare computațională le veți găsi pe resursul de învățământ «Învățământul interactiv».

Temele orientative ale proiectelor

1. Legile conservării în natură, tehnică și viața cotidiană.
2. Fizica în viața omului contemporan.
3. Starea modernă a cercetărilor fizice în Ucraina și în lume.
4. Ucraina – stat cosmic.
5. Utilizarea legii conservării impulsului în tehnică.

Temele referatelor și comunicărilor

1. Rolul legilor lui Newton în dezvoltarea fizicii.
2. Forța de greutate pe planetele sistemului Solar și sateliții lor.
3. Există oare forța centrifugă.
4. Cum se mișcă corpul, aruncat sub un unghi față de orizont, dacă rezistența aerului nu poate fi neglijată.
5. Mișcarea reactivă în natură.
6. Istoria cosmonauticii.
7. Primul cosmonaut ucrainean.
8. Calea vieții și activitatea științifică a lui S. P. Coroliov.
9. Proiectul cosmic internațional «Galileo».
10. Legile conservării în Univers.
11. Energia vacuumului fizic.
12. De ce masa este numită măsura energiei.

Temele cercetărilor experimentale

1. Verificarea experimentală a legii a doua a lui Newton.
2. Verificarea experimentală a legii a treia a lui Newton.
3. Studiarea condiției mișcării rectilinii uniforme a corpului sub acțiunea câtorva forțe.
4. Cercetarea compunerii forțelor.
5. Studiarea distanței de zbor a corpului.
6. Crearea și observarea mișcării reactive.
7. Confecționarea aparatelor, acțiunea cărora se bazează pe legea conservării energiei.

FIZICA ȘI ECOLOGIA. SURSE ALTERNATIVE DE ENERGIE

Imaginați-vă, că pentru o săptămână ați fost lipsiți de realizările moderne ale civilizației. Nu puteți să comunicați cu prietenii voștri prin telefonul mobil și în Internet, apartamentul vostru nu este încălzit, nu aveți energie electrică, nu vă puteți folosi de transport...

Posibilitatea de a se folosi de realizările, ce ne dă nouă fizica și tehnica, – este un plus necontestat. Dar, spre regret, este și un minus. Dezvoltarea rapidă a tehnicii, care necesită din ce în ce mai multă energie, epuizarea bogățiilor subterane, utilizarea pretutindeni a materialelor sintetice, construirea clădirilor și magistrelor din beton armat, ș. a. – toate acestea duc la înrăutățirea situației ecologice. Fizica și problemele ecologiei – tema ultimei lecții din acest an.

1 Aflăm despre diferite tipuri și feluri de poluare a mediului înconjurător

Există două tipuri de poluări: naturale și antropogene.

? Încercați să dați 2–3 exemple de poluare de fiecare tip.

În fiecare dintre tipurile menționate se pot evidenția următoarele feluri de poluare: poluare chimică, biologică, mecanică (fig. 1, 2), fizică. Bineînțeles, că influența negativă a substanțelor-poluante, și de asemenea ale radiațiilor depinde de concentrația lor, stabilitatea (timpului lor de existență), activitate chimică și radioactivă.

Ne vom opri la poluarea fizică antropogenă a mediului înconjurător, și anume la poluările cu zgomot, radioactivă, și electromagnetică. Vom menționa, că asupra fiecăruia dintre aceste feluri de poluare noi deja am atras atenția în timpul studierii temelor respective.

2 Ne amintim despre poluarea termică

Poluarea termică în primul rând este legată de efectul de seră. Pentru lucrul industriei, transportului, obținerea energiei electrice, încălzirea încăperilor omenirea arde o cantitate enormă de cărbune, petrol și gaz. Totodată în atmosferă se degajă dioxidul de carbon (CO_2), care devine o așa-numită oglindă, care reflectă radiația termică, care vine de la Pământ. În



Fig. 1. Gunoiul, ce nimereste în ocean duce la distrugerea planctonului natural, care produce până la 50 % de oxigen, ce este în atmosfera Pământului



Fig. 2. Smogul (fum, praf, ceață), care se formează în orașele mari, duce la otrăvirea omului din interior, mărește cantitatea precipitațiilor, împiedică nimerirea razelor solare



Fig. 3. Conform datelor radarelor de pe sateliți, fiecare 10 ani înălțimea ghețarilor în mările Belingshausen și Amundsen (Antarctida) scade în medie cu 740-1920 cm

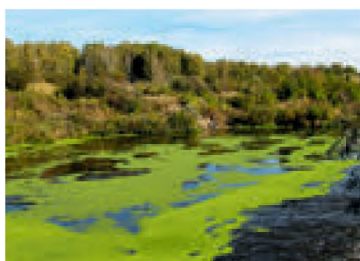


Fig. 4. Algele albastre-verzi, care cresc în apă caldă, absorb activ oxigenul



Fig. 5. Măsurarea nivelului zgomotului de la țeava de evacuare a automobilului

rezultat o parte din energie se menține în atmosferă și-i mărește temperatura ei. Din cauza efectului de seră temperatura medie a suprafeței Pământului a crescut cu 0,7 0C. O astfel de încălzire deja a provocat schimbările globale ale climei, care sunt însoțite de mari ploi și secete. De încălzirea globală este legată topirea ghețarilor în Arctica și Antarctida (fig. 3), ridicarea nivelului oceanului Planetar etc.

Surse de poluare termică sunt de asemenea și traseurile termice, conductele de gaz subterane, centralele termoelectrice, care pentru evacuarea apei calde folosesc rezervoarele de apă. Încălzirea rezervoarelor de apă, la rândul său, duce la micșorarea în ele a oxigenului solubil (doar cu mărirea temperaturii solubilitatea gazelor scade), ceea ce cauzează creșterea algelor albastre-verzi (fig. 4), care de asemenea absorb oxigenul.

? Dar iată la întrebarea «La ce duce insuficiența oxigenului în bazine?» încercați să răspundeți de sinestător.

3 Zgomotul și gunoaiile

Cea mai puternică și mai răspândită sursă de poluare cu zgomot este transportul, căruia îi revine 60–80 % din toate zgomotele în locurile de aflare ale oamenilor. Nivelul zgomotului, creat de transportul de automobile poate atinge 75–85 dB, de cel feroviar și aviatic – peste 100 dB.

Luând în considerație, că pentru om nu este periculos numai zgomotul de 20–30 dB, se poate conștientiza, ce influență negativă suferă oamenii, care locuiesc, de exemplu, lângă magistralele mari, căile ferate, aeroporturi.

Astfel, lupta cu zgomotul transportului (fig. 5, 6) are o importanță esențială și se realizează în câteva direcții: crearea mijloacelor de transport cu zgomot scăzut, îmbunătățirea acoperișului drumurilor, amplasarea și înzestrarea chibzuită a magistralelor (drumuri inelare, ocolișuri, zone verzi ecrane pentru zgomot), anumite mijloace organizatorice (interzicerea zborurilor avioanelor deasupra localităților mari, prezența obligatorie a țevilor de evacuare, interzicerea semnalelor sonore, etc.).

? Ce surse de zgomot, în afară de transport cunoașteți? Cum se poate proteja de acest zgomot?

4 **Ne amintim despre poluarea radioactivă și electromagnetică**

Din capitolul III ați aflat despre poluarea *electromagnetică*, din capitolul IV – despre cea *radioactivă*. Să ne amintim principalele surse de astfel de poluări, urmările influenței negative ale radiațiilor radioactivă și electromagnetică asupra omului, vom determina, cum se pot preîntâmpina aceste urmări.



Fig. 6. Ecranele pentru zgomot, instalate lângă autostrăzi, micșorează nivelul zgomotului de câteva ori

	Surse de poluare	Poluarea electromagnetică
Surse de poluare	Accidente la centralele atomoelectrice. Cercetările Röntgen Tratarea cu radiație (chimioterapie). Radiația terigenă (terestră) (pietriș, piatră, granit, radon, care iese din adâncul Pământului și se acumulează în subsoluri).	Linile de transmisie de înaltă tensiune a energiei electrice. Stațiile tele- și radio. Telefoanele mobile. Cuptoarele cu unde. Centralele electrice. Stațiile de transformatoare. Calculatoarele.
Influență negativă	Distruge celulele organismului. Influențează asupra eredității. Defectează moleculele ADN, ceea ce duce la cancer. Cauzează boala radială.	Crește oboseala. Provoacă tulburări nervoase. Crește riscul de infertilitate. Poate duce la tumori cerebrale. Scade imunitatea.
Mijloace de prevenire	A trece cercetarea Röntgen nu mai des decât o dată pe an. A nu se afla în zona de poluare radioactivă. De aerisit încăperea regulat. Mai puțin timp de petrecut în încăperi închise, în apropierea străzilor de granit.	Să se micșoreze timpul de utilizare al rețelelor fără fire. Să se folosească predominant legătura cu fire. Să nu se țină telefonul mobil în apropierea capului (să se folosească căștile). Să nu se poarte telefonul mobil în buzunar.

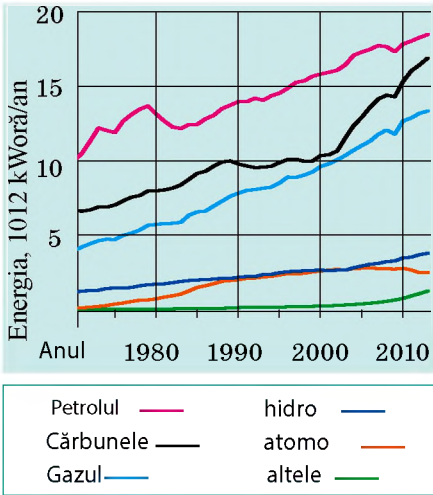


Fig. 7. Consumul mondial de energie



Fig. 8. CAE «Paluel» - cea mai mare centrală atomoelectrică din Franța



Fig. 9. Panelurile semiconductoare, instalate pe o suprafață privată

5 Aflăm despre sursele alternative de energie

Pe parcursul a multor secole combustibilul hidrocarburant (lemnele, cărbunele, turba, gazul, petrolul) a fost aproape unica sursă de energie pentru omenire, totodată ea aproape că nu cauza daune mediului înconjurător. Însă în decursul ultimei sute de ani s-a mărit brusc utilizarea mașinilor termice, care transformă energia combustibilului în mecanică și electrică. Aceasta a dus, în primul rând la epuizarea resurselor fosile naturale, iar în al doilea rând, la schimbarea globală a climei pe Pământ. La etapa actuală a dezvoltării sale omenirea nu poate scădea cantitatea energiei consumate, invers, această cantitate în continuu crește, și ca și mai înainte cea mai mare parte de energie se produce pe contul arderii felurilor de combustibil hidrocarburante epuizabile (fig. 7).

Dezvoltarea modernă a tehnicii permite să se utilizeze și sursele alternative de energie, și anume energia nucleară, energia vântului și a Soarelui, energia fluxurilor și refluxurilor, energia geotermică a Pământului. Să dăm câteva exemple.

Energetica atomică a Franței are cel mai înalt nivel de utilizare al energiei atomice în Europa: 78 % din energia electrică, care se produce în țară, revine anume centralelor atomoelectrice (fig. 8).

În multe țări din lume începe să se dezvolte energetica solară. Pe energia Soarelui funcționează și centralele electrice imense, și panelurile solare mici, ce asigură locuințele private. În tehnică se utilizează două metode de transformare a energiei solare în electrică: transformarea directă cu ajutorul dispozitivelor semiconductoare (fig. 9) și transformarea energiei solare mai întâi în termică, iar apoi în electrică (fig. 10). O altă sursă regenerabilă de energie este vântul.

Energetica eolaină se dezvoltă foarte repede: cu toate că astăzi generatorii eolaini produc numai 1 % din energia electrică din lume, sunt țări, în care parte a energiei eolaine este destul de înaltă. Astfel 42 % din energia electrică a Danemaricii se produce cu utilizarea *energiei vântului* (fig. 11).

Puternică și aproape inepuizabilă sursă de energie este energia fluxurilor și refluxurilor. Prima centrală de fluxuri a fost construită în Franța încă în a. 1966, ea avea puterea de 240 MW. Această centrală electrică funcționează și astăzi. Astăzi centrale electrice de fluxuri sunt aproape în toate punctele planetei noastre.

Țările, situate în regiunile activității vulcanice, pot utiliza energia geotermică (energia apei fierbinți, aburului uscat și umed, care se ridică din scoarța Pământului în apropierea suprafeței). Energia geotermică este activ utilizată, de exemplu, în Islanda (fig. 12), în insulele Filipine (27 % din producerea energiei electrice a țării), în Mexica, SUA.



Fig. 10. Una dintre cele mai mari centrale electrice solare din lume – «Ivanpah» (SUA, California). 173 de mii de oglinzi reflectă lumina solară și o orientează spre vârful a trei turnuri, unde sunt instalate cazanele cu apă. Aburul fierbinte este furnizat pe paletele turbinelor, instalate în interiorul turnurilor.



Fig. 11. Generatoarele eolaine, instalate de-a lungul malului în Danemarca, asigură complet necesitățile părții de nord a țării de energie și permit de a vinde energia electrică altor țări



Fig. 12. Asigurarea termică a capitalei Islandiei Reykjavikului este complet realizată de centrala geotermică, situată la 7 km de la oraș



Facem totalurile

Dezvoltarea rapidă a tehnicii, utilizarea pretutindenea materialelor sintetice, arderea unei cantități enorme de combustibil hidrocarbonat aduc la aceea, că situația ecologică pe planeta noastră se înrăutățește. Cea mai mare poluare a mediului înconjurător are loc datorită omului (poluarea antropogenă). Activitatea omului duce la formarea insulelor de gunoi în ocean (poluarea mecanică), degajarea unui surplus de căldură în atmosferă și în bazine (poluarea termică), mării esențiale a fondului radioactiv (poluarea radioactivă). Asupra sănătății omului influențează de asemenea sporirea nivelului zgomotului (poluarea cu zgomot) și concentrarea radiației electromagnetice (poluarea electromagnetică).

Mărirea concentrației de dioxid de carbon în atmosfera Pământului deja a adus la aceea, că temperatura medie a planetei a crescut cu 0,7 °C. Pentru a micșora cantitatea de deșeuri și cel puțin parțial a păstra rezervele de minerale, guvernele țărilor sprijină utilizarea surselor alternative de energie, și anume energiei Soarelui și vântului, energiilor fluxurilor și refluxurilor, nucleare și geotermice.

PREFIXELE PENTRU FORMAREA DENUMIRILOR UNITĂȚILOR MULTIPLE ȘI SUBMULTIPLE

Prefixul	Simbolul	Coeficientul	Prefixul	Simbolul	Coeficientul
tera-	T	10^{12}	centi-	c	10^{-2}
giga-	G	10^9	mili-	m	10^{-3}
mega-	M	10^6	micro-	μ	10^{-6}
kilo-	k	10^3	nano-	n	10^{-9}
hecto-	h	10^2	pico-	p	10^{-12}
deci-	d	10^{-1}	femto-	f	10^{-15}

RĂSPUNSURI LA EXERCIȚII ȘI ÎNSĂRCINĂRILE PENTRU AUTOVERIFICARE

Capitolul I. "Câmpul megnatic"

nr. 1. 1. Din stânga – Sud, din dreapta – Nord. **2.** Doi poli. **4. Sugestie:** conductorii prin care trece, curenți de aceeași direcție se atrag.

nr. 2. 1. Pentru fig. a: 1) uniform, 2) A și B – în sus, 3) la fel în punctele A și B; pentru fig. b: 1) uniform, 2) A și B – spre noi, 3) la fel în punctele A și B; pentru fig. c: 1) neuniform, 2) A – în stânga sus, B – de la stânga la dreapta. **3.** 1) Da; 2) B – la stânga în sus, C – la stânga în jos; 3) în p. C; 4) de la S la N.

nr. 3. 1. De la B spre A. **2.** 1) împotriva mersului acelor de ceasornic; 2) de la noi; 3) a – la fel; b – în punctul A. **3.** Cu cel Sud; da. **4.** Se va lăsa în jos. **5.** Din stânga «+», din dreapta «-».

nr. 4. 1. a) în sus; b) de la stânga la dreapta; c) de la stânga la dreapta; d) $F_A = 0$. **2.** 1,08 N; 0. **3.** a) jos – Nord; b) în stânga – pozitiv. **4.** a) 1,2 m; b) 30 mN. **6.** a) de la stânga la dreapta, b) 0,25.

nr. 5. 1. Magnetic dur. **2.** a) proprietățile paramagneticilor; b) proprietățile feromagneticilor. **3.** S-a micșorat ne semnificativ. **5.** De amplasat într-un câmp magnetic puternic.

nr. 6. 1. El va rămâne magnetizat după deconectarea curentului; se va consuma o energie suplimentară pentru remagnetizare. **2.** Din stânga – polul Nord. **3.** Spre B și C. **4.** Se va mări.

nr. 7. 1. În direcția mersului acelor de ceasornic. **2.** Rezistența voltmetrului este enormă. **3.** Aparatul se va defecta.

nr. 8. 1. Dacă curentul în a doua bobină variază. **2.** 1) a) este respinsă de la magnet; b) se atrage; c) se respinge; 2) Curentul este orientat pe peretele din față: a) în jos; b) în sus; c) în sus. Direcția inducției magnetice: a) de la stânga la dreapta; b) de la dreapta la stânga; c) de la dreapta la stânga; 3) inelul va rămâne nemișcat. **3.** Pe peretele din față a bobinei: 1) în jos, 2) în sus, 3) în jos, 4) în sus.

Însărcinări pentru autoverificare la capitolul I

1. a. 2. c. **3.** 1 – C, 2 – B, 3 – A, 4 – E. **4.** a, c. **5.** c. **6.** b. **7.** a. **8.** Pentru a extrage obiectele metalice. **9.** Din dreapta «+». **10.** Din dreapta «+». **11.** Sus – Nord. **12.** De fier – da; de cupru – nu. **13.** Jos – Nord; va slăbi. **14.** Pe peretele din față al bobinei în jos. **15.** 0,7 N.

Capitolul II. «Fenomene luminoase»

nr. 9. 1. 1 – D, 2 – C, 3 – B. **2.** a) Luna; b) ecranul calculatorului; c) radiolaria. **3.** 8 min 20 s. **4.** b, c. **5.** 9,46 km.

nr. 10. 3. 1 – D, 2 – C. **4.** 67 cm. **9.** $c = 10$ cm, $b = 8,7$ cm.

nr. 11. 1. 3 m. **4.** 40° . **5.** 60 cm; 80 cm. **6.** 8 km/oră; cu 4 m. **7.** 18° .

nr. 12. 2. 1,24 m/s; 2,26 m/s; 3 m/s. **3.** 40° . **5.** 4 s. **7.** 1) Mediului 2; 2) 1,5; 3) 1,7 m/s; 4) 1,2; 2. **nr.**

13. 1. Negre; verde. **2.** Albastră; toate în afară de albastră. **3.** Violetă. **4.** Roșie.

nr. 14. 1. Prima lentilă divergentă, a doua – convergentă. **2.** Prima. **3.** 62,5 cm, divergentă. **6.** Le va aduna. **7.** $S_1A_1 = 1,2$ cm; $OF = 3,75$ cm.

nr. 15. 2. 40 cm. **3.** –3 dptr, divergentă. **5.** 1) 5 dptr; 2) 10 cm. **7.** 25 dptr. **nr.**

16. 2. 40 cm, miopie. **2.** 12,5 cm. **5.** – 1 dptr.

Însărcinări pentru autoverificare la capitolul II 1. a. 2. b. 3. d. 4. b. 5. c. 6. c. 7. a. 8. c. 9.

4 m/s. **10.** 20° . **11.** 1,4. **12.** 1 m. **13.** 1 – A, 2 – C, 3

– D. **14.** Convergentă, 50 cm, +2 dptr. **15.** Indicii absoluți ai scleroticii omului și peștelui sunt aproape aceeași, dar în ochiul peștelui lumina nimereste din apă, de aceea se refractă mai puțin. **16.** 5 cm.

Capitolul III. «Undele mecanice și electromagnetice»

nr. 17. 1. a) 2,5 cm; b) 4 cm. **2.** 20 m/s. **3.** Nu. **4.** Nu apar forțele elastice. **5.** 45 km. **6.** a) la stânga; b) la dreapta. **7.** Pentru fig. a: 1) 40 cm, 0,067 s, 1,6 m, 2) A și C – în sus, B – nu se mișcă; 3) 450. Pentru fig. b: 1) 20 cm, 0,05 s, 2 m; 2) A – în sus, B – în jos, C – nu se mișcă; 3) 600. **8.** 3,2 m/s.

nr. 18. 1. Da. **2.** Frecvența bătailor aripilor fluturului e mai mică decât 20 s^{-1} . **3.** 8,5 cm; 37,5 cm; 1,25 m. **5.** 3 km. **6.** 1700. **7.** Cu 2,6 s. **10.** 72 μs .

nr. 19. 1. 1) b; 2) a, b. **2.** Conductorul: $\lambda = 6000$ km, $v = 3 \cdot 10^8$ m/c; Emițătorul radio: $v = 3 \cdot 10^9$ Hz; $v = 3 \cdot 10^8$ m/s; emițătorul: $v = 2 \cdot 10^{14}$ Hz; $v = 3 \cdot 10^8$ m/s. **3.** a) 750 nm, 400 nm; b) 457 nm, 240 nm. **5.** 0,5 s-1, 2 s.

nr. 20. 1. 4), 2), 1), 3). **2.** 1 – E, 2 – C, 3 – D, 4 – A. **3.** 5,3. **4.** 100 μm ; infraroșie. **6.** 0,4 s. **nr.**

21. 1. 3 km. **2.** 0,5 m.

Însărcinări pentru autoverificare la capitolul III

1. b. **2.** d. **3.** a. **4.** b. **5.** d. **6.** c. **7.** a. **8.** b. **9.** 300 m. **10.** 1 – C, 2 – B, 3 – D. **11.** În sus. **12.** Cu 2 s. **13.** Tonul sunetului devine mai înalt. **14.** 4 m; 17,6 m. **15.** 2,4 s; 0,42 Hz; 48 m. **16.** 4 m; 50 MHz.

Capitolul IV. «Fizica atomului și a nucleului atomului. Bazele fizice ale energiei nucleare»

nr. 22. 1. Z = 18, N = 22. **2.** Cantitatea de neutroni. **3.** 5; 11. **4.** Sb. **5.** 3.

nr. 23. 1. a) radiația β și γ ; b) radiația γ . **2.** $12 \cdot 10^{18}$, **4.** În nucleul de ${}^{228}_{89}\text{Ac}$. **5.** $6,8 \cdot 10^{-27}$; $7,7 \cdot 10^{-13}$ J, **7.** $12,04 \cdot 10^{23}$.

nr. 24. 1. Uraniu-235; Radon-220. **2.** $\approx 7,2 \cdot 10^{17}$. **3.** De 8 ori. **4.** 0,6 s. **5.** $3,7 \cdot 10^{20}$.

nr. 25. 2. 7, 2. **3.** 16,6 Zv. **4.** 90.

nr. 26. 1. 234 MJ; 2,34 kg. **2.** 82 GJ. **3.** 17 %.

nr. 27. 1. 32 %. **2.** 69 kW. **3.** 432 TJ. **4.** 16 kg.

Însărcinări pentru autoverificare la capitolul IV

1. b. **2.** b. **3.** d. **4.** a. **5.** b. **6.** b. **7.** d. **8.** b. **9.** 1 – E, 2 – D, 3 – C, 4 – B. **10.** c.

11. ${}^{214}_{84}\text{Po}$ **12.** $2 \cdot 10^9$. **13.** 1644. **14.** 10,4 mGr (nu e periculos). **15.** ${}^{225}_{88}\text{Ra}$, **16.** 8,4 kg

CAPITOLUL V. «Mișcarea și interacțiunea. Legile conservării»

nr. 28. 1. Da. **2.** $1,5 \text{ m/s}^2$. **3.** 1 m/s ; 0 ; -1 m/s . **4. 0. 5.** 20 s . **6.** a) 2 m/s , 1 m/s^2 , nu; b) -20 m/s , 5 m/s^2 , 4 s ; c) 10 m/s , -3 m/s^2 , $3,3 \text{ s}$. **7.** 1) ; 2) . **8.** 1) ; 2) ; 3) ; . **9.** Cu 4 s înainte începutul observării. **10.** 30 m .

nr. 29. 1. 35 m . **2.** 100 m . **3.** $1,8 \text{ s}$; $4,4 \text{ m/s}^2$. **4.** 1) b) m , m ; c) m/s , m/s ; 2) m/s^2 , m/s^2 ; 2) 5 s , 23 m ; 3) $v_x = -2+2t$, $v^2_x = -5+4t$; $s_{1x} = -2t + t^2$; $s_{2x} = -5t + 2t^2$. **5.** 40 m , $x = -20 + 20t - 5t^2$. **6.** 40 s . **7.** Da, dacă se va mișca cu escalatorul în jos cu viteza de $2,5 \text{ m/s}$; da.

nr. 30. 2. Apei, vâslelor, Pământului. **3.** Da; da; nu. **4.** 2) 0 ; 18 m/s ; 3) 2 m/s^2 . **6.** a) 2 N ; b) 0 .

nr. 31. 1. $2,5 \text{ kN}$. **2.** În direcția mișcării; în sens opus direcției de mișcare. **3.** 5 m/s^2 , la răsărit. **4.** $2,5 \text{ t}$. **5.** 3 m/s^2 . **7.** Ambii; fetița.

nr. 32. 1. 10 N . **2.** La fel. **3.** $0,5 \text{ m/s}^2$. **4.** Nu, $F_n = 200 \text{ N}$; da, $F_n = 400 \text{ N}$.

nr. 33. 1. $4,7 \text{ kg}$; **2.** Nu. **3.** Se va mări de 2 ori . **4.** kg . **5.** $0,625 \text{ m/s}^2$. **6.** $4,9 \text{ m/s}^2$. **7.** 5 m/s , 10 m/s^2 ; $0,5 \text{ s}$.

nr. 34. 1. Accelerațiile sunt aceleași. **2.** Toate corpurile se mișcă cu aceleași accelerații ; a) traiectoria mișcării – o ramură a parabolei; b) corpul se mișcă vertical în sus, apoi își schimbă direcția mișcării în opusă; c) corpul se mișcă vertical în jos. **3.** a) 10 m/s , 15 m ; b) 2 s , 20 m . **4.** 3 s , 60 m , 75 m . **5.** $0,4 \text{ s}$. **6.** 10 m/s^2 ; **7.** 35 m . **8.** Corpul 1 – 120 m ; corpul 2 – 25 m . **9.** 1 – A, 2 – E, 3 – C, 4 – B.

nr. 35. 1. $3,5 \text{ kN}$. **2.** $0,5$. **3.** 48 N/m . **4.** 110 N , dacă accelerația este orientată în sus, 70 N – dacă în jos. **5.** 15 N , $0,025$. **6.** $0,9 \text{ m/s}^2$. **7.** $0,06$.

nr. 36. 1. 18 kg m/s ; 0 ; $40,5 \text{ kg}$ m/s . **2.** 25 m/s . **4.** 4 m/s ; 1 m/s ; $1,75 \text{ m/s}$. **5.** $1,4 \text{ m}$.

nr. 37. 1. Da. **2.** 1 kN . **3.** $2,7 \text{ km/s}$.

nr. 38. 1. 1) 168 kJ ; 2) 8 kJ ; 3) 160 kJ . **2.** 12 m/s . **3.** 1) 2 m/s ; 2) $0,5 \text{ m/s}$; 3) $1,25 \text{ cm}$. **4.** $12,8 \text{ cm}$.

nr. 39. 1. În becul ci incandescentă 5% din energia electrică se transformă în energie luminoasă, 95% – în energie internă. **4.** 15% . **5.** S-a absorbit aceeași cantitate de energie.

Însărcinări pentru autoverificare la capitolul V

1. b. **2.** d. **3.** c. **4.** b. **5.** a. **6.** c. **7.** a. **8.** 100 m/s^2 . **9.** 30 m . **10.** 2 s , 1 s ; 20 m/s . **11.** 240 N , 160 N . **12.** 1 – D, 2 – E, 3 – A, 4 – B. **13.** $\approx 0,25$. **14.** 1 s ; $15. h = R/4$.

INDICE DE MATERIE

A Accelerația 187

- căderii libere 213

Acomodarea 101

Activitatea radionuclidului 158

Adaptarea ochiului 100

B Becquerel 158

C Câmpul

- al Pământului 12

- electromagnetice 126

- gravitațional 209

- omogen 12

Ciclu nuclear 174

Curentul de inducție 41

Curie 158

Colector 35

D Densitatea optică a mediului 76

Deplasarea 187, 192

Diamagnetici 24

Difuzorul electrodinamic 37

Dispersie 86

Distanța focală 91

Doza de radiație ionizată

- absorbită 163

- echivalentă 164

Dozimetru 166

E Ecolocația 122

- Electromagnet 29
- Energia 235
- mecanică 235
- Experiența lui
- Ampere 7
 - Faraday 39
 - Oersted 7
 - Rutherford 146
- F** Fenomenul inerției 199
- Feromagneticii 25
- Formula lentilei subțiri 96
- Formula undei 115
- Forța
- de greutate 211
 - lui Ampere 19
- Forțe nucleare 149
- G** Generatorul electromecanic 42
- Gray 163
- I** Imaginea
- în lentilă 94, 95
 - oglinda plană 69
- Impulsul corpului 227
- Indice de refracție 77
- Inducția electromagnetică 41
- Inducția magnetică 10, 20
- Intensitatea sunetului 120
- Interacțiunea
- electromagnetică 245
 - gravitațională 209, 245
 - slabă 245
 - tare 149, 245
- Ipoteza lui Ampere 26
- Izotopi 149
- L** Legătura celulară 135
- Legea
- atracției universale 210
 - conservării energiei 247
 - conservării energiei mecanice 236
 - conservării impulsului 228
 - inerției 199
 - lui Newton
 - - a doua 203
 - - a treia 206
 - - prima 201
 - propagării rectilinii a luminii 62
 - reflexiei luminii 68
 - refracției luminii 76
- Lentilă 89
- convergentă 90, 94
 - divergentă 90, 95
- Liniile inducției magnetice 11
- Lungimea de undă 115
- M** Magnet permanent 6
- Mișcarea
- mecanică 186
 - reactivă 231
 - rectilinie uniform accelerată 188
- Motorul electric 35
- N** Nuclid 149
- Număr de
- nucleoni (de masă) 148
 - protoni (de sarcină) 148
- O** Ochiul 100
- P** Paramagneticii 25
- Perioada de semidezintegrare 157
- Polul magnetic 6
- Puterea optică a lentilei 91
- R** Radiația
- alfa (α) 153
 - beta (β) 153
 - infraroșie 132
 - gama (γ) 133, 153
 - Röntgen 133
 - ultravioleă 133
- Radioactivitatea 152, 154
- Radiolocația 136
- Radiunde 132
- Reactorul nuclear 170
- Reacția nucleară în lanț 169
- Regula
- burghiului 16
 - mâinii stângi 20
- S** Scara undelor electromagnetice 131
- Sinteză termonucleară 171
- Sursă de lumină 56
- punctiformă 58
- T** Temperatura Curie 6, 26
- Tesla 10, 20
- U** Ultrasunetul 121
- Umbra 62
- Undă
- electromagnetică 127
 - longitudinală 113
 - mecanică 112
 - sonoră 118
 - transversală 113
- V** Viteza momentană 189
- Z** Zivert 164

CUPRINS

Cuvânt înainte	3
--------------------------	---

Capitolul I. Campul magnetic

§ 1. FENOMENE MAGNETICE. EXPERIENȚA LUI OERSTED. CÂMPUL MAGNETIC	6
§ 2. INDUCȚIA CÂMPULUI MAGNETIC. LINIILE INDUCȚIEI MAGNETICE. CÂMPUL MAGNETIC AL PĂMÂNTULUI	10
§ 3. CÂMPUL MAGNETIC AL CURENTULUI. REGULA BURGHILUI.	15
§ 4. FORȚA AMPERE	19
§ 5. PROPRIETĂȚILE MAGNETICE ALE SUBSTANȚELOR. IPOTEZA LUI AMPERE	24
§ 6. ELECTROMAGNEȚII ȘI APLICAȚIILE LOR	28
<i>Lucrare de laborator № 1</i>	32
§ 7. MOTOARELE ELECTRICE. APARATE ELECTRICE DE MĂSURAT. DIFUZORUL	34
§ 8. EXPERIENȚELE LUI FARADAY. FENOMENUL INDUCȚIEI ELECTROMAGNETICE. CURENTUL ELECTRIC DE INDUCȚIE.	39
<i>Lucrare de laborator № 2.</i>	45
FACEM TOTALURILE CAPITOLULUI I	48
Exerciții pentru autoverificare la capitolul I	50
Pagină enciclopedică	52
Teme orientative ale proiectelor Teme referatelor și comunicărilor. Temele cercetărilor experimentale	54

Capitolul II. Fenomene luminoase

§ 9. FENOMENE LUMINOASE. SURSE ȘI RECEPTORI DE LUMINĂ. VITEZA DE PROPAGARE A LUMINII	56
§ 10. RAZA DE LUMINĂ ȘI FASCICULUL DE LUMINĂ. LEGEA PROPAGĂRII RECTILINII A LUMINII. ECLIPSELE DE SOARE ȘI DE LUNĂ	61
§ 11. REFLEXIA LUMINII. LEGILE REFLEXIEI LUMINII. OGLINDA PLANĂ	67
<i>Lucrare de laborator № 3.</i>	73
§ 12. REFRAȚIA LUMINII LA SUPRAFAȚA DE SEPARAȚIE DINTRE DOUĂ MEDII. LEGILE REFRAȚIEI LUMINII.	75
<i>Lucrare de laborator № 4.</i>	83
§ 13. DISPERSIA LUMINII. COMPONENTA SPECTRALĂ A LUMINII NATURALE. CULORILE.	85
§ 14. LENTILE. PUTEREA OPTICĂ A LENTILEI.	89
§ 15. CONSTRUCȚIA IMAGINILOR ÎN LENTILE. UNELE APARATE OPTICE. FORMULA LENTILEI SUBȚIRI	93
<i>Lucrare de laborator № 5.</i>	99
§ 16. OCHIUL CA SISTEM OPTIC. VĂZUL ȘI VEDEREA. OCHELARII. DEFECTELE DE VEDERE ȘI CORECTAREA LOR	100
Facem totalurile la capitolul II	104
Exerciții pentru autoverificare la capitolul II	106
Pagină enciclopedică	108
Teme orientative ale proiectelor Teme referatelor și comunicărilor. Temele cercetărilor experimentale	110

Capitolul III. Undele mecanice și electromagnetice

§ 17. APARIȚIA ȘI PROPAGAREA UNDELOR MECANICE. MĂRIMILE FIZICE, CARE CARACTERIZEAZĂ UNDELE.	112
§ 18. UNDELE SONORE. INFRASUNETUL ȘI ULTRASUNETUL	118
<i>Lucrare de laborator № 6</i>	124
§ 19. CÂMPUL ELECTROMAGNETIC ȘI UNDELE ELECTROMAGNETICE.	126
§ 20. SCARA UNDELOR ELECTROMAGNETICE	130
§ 21. BAZELE FIZICE ALE MIJLOACELOR MODERNE DE COMUNICAȚIE FĂRĂ FIRE. RADIOLOCAȚIA	135
Pagină enciclopedică	139
Facem totalurile la capitolul III	140
Exerciții pentru autoverificare la capitolul III	142
Teme orientative ale proiectelor Teme referatelor și comunicărilor.	
Temele cercetărilor experimentale	144

Capitolul IV. Fizica atomului și a nucleului atomului

§ 22. MODELUL CONTEMPORAN AL ATOMULUI. MODELUL PROTONO-NEUTRONIC AL NUCLEULUI ATOMIC. FORȚELE NUCLEARE. IZOTOPII	146
§ 23. RADIOACTIVITATEA. RADIAȚIILE RADIOACTIVE	151
§ 24. ACTIVITATEA SUBSTANȚEI RADIOACTIVE. UTILIZAREA IZOTOPILOR RADIOACTIVI	157
§ 25. ACȚIUNEA IONIZATOARE A RADIAȚIEI RADIOACTIVE. FONDUL RADIOACTIV NATURAL. DOZIMETRE. 163	
§ 26. REACȚIA NUCLEARĂ ÎN LANȚ. REACTORUL NUCLEAR	168
§ 27. ENERGETICA ATOMICĂ A UCRAINEI. PROBLEMELE ECOLOGICE ALE ENERGETICII ATOMICE	174
Facem totalurile la capitolul IV	178
Exerciții pentru autoverificare la capitolul y IV	180
Pagină enciclopedică	182
Teme orientative ale proiectelor Teme referatelor și comunicărilor.	184

Capitolul V. Mișcarea și interacțiunea. Legile conservării

§ 28. MIȘCAREA RECTELINIE UNIFORM ACCELERATĂ. ACCELERAȚIA. VITEAZA MIȘCĂRII RECTILINII UNIFORM ACCELERATE	186
§ 29. DEPLASAREA ÎN TIMPUL MIȘCĂRII RECTILINII UNIFORM ACELERATE. ECUAȚIA COORDONATEI 192	
§ 30. SISTEME INERȚIALE DE REFERINȚĂ. PRIMA LEGE A LUI NEWTON	199
§ 31. LEGEA A DOUA A LUI NEWTON	203
§ 32. LEGEA A TREIA A LUI NEWTON.	206
§ 33. LEGEA ATRACȚIEI UNIVERSALE. FORȚA DE GREUTATE. ACCELERAȚIA CĂDERII LIBERE	209
§ 34. MIȘCAREA CORPULUI SUB ACȚIUNEA FORȚEI DE GREUTATE	215
§ 35. MIȘCAREA CORPULUI SUB ACȚIUNEA A CÂTEVA FORȚE	221
§ 36. INTERACȚIUNEA CORPURILOR. IMPULSUL. LEGEA CONSERVĂRII IMPULSULUI	226
§ 37. MIȘCAREA REACTIVĂ. BAZELE FIZICE ALE TEHNICII RACHETELOR. REALIZĂRILE COSMONAUTICII 231	
§ 38. APLICAREA LEGILOR CONSERVĂRII ENERGIEI ȘI IMPULSULUI ÎN FENOMENELE MECANICE.	235
<i>Lucrare de laborator № 7</i>	241
§ 39. INTERACȚIUNI FUNDAMENTALE ÎN NATURĂ. LIMITELE APLICĂRII LEGILOR ȘI TEORIILOR FIZICE CARACTERUL FUNDAMENTAL AL LEGILOR CONSERVĂRII	243
§ 40. EVOLUȚIA TABLOULUI FIZIC AL LUMII. FIZICA ȘI PROGRESUL TEHNICO-ȘTIINȚIFIC	250
Pagină enciclopedică	555
Facem totalurile la capitolul V	256
Exerciții pentru autoverificare la capitolul V	258
Teme orientative ale proiectelor Teme referatelor și comunicărilor.	
Temele cercetărilor experimentale	260
FIZICA ȘI ECOLOGIA. SURSE ALTERNATIVE DE ENERGIE.	261
INDICE ALFABETIC	268

Навчальне видання

БАР' ЯХТАР Віктор Григорович
ДОВГИЙ Станіслав Олексійович
БОЖИНОВА Фаїна Яківна
КІРЮХІНА Олена Олександрівна

«ФІЗИКА»

Підручник для 9 класу
загальноосвітніх навчальних закладів
з навчанням румунською мовою

За редакцією В.Г. Бар'яхтара, С.О. Довгого

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено

Переклад з української мови

Перекладач *Рябко Родіка Георгіївна*

Румунською мовою

Редактор *К.В. Даскалюк*
Художнє оформлення *В.І. Труфен*
Коректор *М.Г. Кирчул*

Формат 70x100/16.

Ум. друк. арк. 22,10. Обл.-вид. арк. 28,73.

Тираж 1988 пр. Зам. № 46П

Державне підприємство „Всеукраїнське спеціалізоване видавництво „Світ”

79008 м. Львів, вул. Галицька, 21

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи серія ДК № 4826 від 31.12.2014

www.svit.gov.ua, e-mail: office@svit.gov.ua,

svit_vydav@ukr.net

Друк ТДВ “Патент”

88006 м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи серія ДК № 4078 від 31.05.2011

INSTRUCȚIA SECURITĂȚII PENTRU ELEVII ÎN TIMPUL PETRECERII LECȚIILOR ÎN CABINETUL DE FIZICĂ

1 — Teze generale

- 1.1. În cabinetul de fizică elevii trebuie strict să respecte regulile securității și regulile regimului intern ale instituției de învățământ, orarul orelor de studii, normele stabilite și regimurile de lucru și de odihnă.
- 1.2. Elevii se pot afla în cabinetul de fizică numai în prezența profesorului sau a asistentului de laborator.
- 1.3. Despre fiecare accident, ce a avut loc la lecțiile de fizică, trebuie urgent de anunțat profesorul.
- 1.4. Despre ieșirea din funcțiune și defecțiunile utilajului trebuie imediat de anunțat profesorul.

2 — Cerințele securității în situații extreme

- 2.1. În caz de traumatism, îmbolnăvire etc. imediat anunțați despre aceasta pe profesor.
- 2.2. În cazul apariției aprinderii neprevăzute, incendiului ș. a. imediat anunțați despre aceasta pe profesor.
- 2.3. În caz de evacuare strict îndepliniți instrucțiunile profesorului.

3 — Cerințele securității înainte de a începe lucrul

- 3.1. Elucidați precis ordinea și regulile petrecerii sigure a experienței.
- 3.2. Eliberați locul de lucru de toate obiectele și materialele netrebuincioase pentru lucru.
- 3.3. Verificați prezența și siguranța conductoarelor de conexiune, a aparatelor și a altor obiecte, necesare pentru executarea însărcinării.
- 3.4. Începeți a executa însărcinarea numai cu permisul profesorului.
- 3.5. Efectuați numai acele însărcinări, care sunt prevăzute în lucrare sau sunt dat de către profesor.

4 — Cerințele securității în timpul lucrului

- 4.1. Lucrați numai la locul vostru de muncă.
- 4.2. Fiți atenți și disciplinați, executați precis indicațiile profesorului.
- 4.3. Repartizați aparatele, materialele, utilajul la locul vostru de muncă astfel, ca să fie evitate căderea sau răsturnarea lor.
- 4.4. În timpul petrecerii experiențelor nu admiteți solicitarea limitată a aparatelor de măsurat.
- 4.5. Urmăriți starea bună a tuturor fixărilor în aparate și utilaje. Nu vă atingeți de părțile rotative ale mașinilor și nu vă aplecați deasupra lor.
- 4.6. Pentru montarea instalațiilor experimentale folosiți-vă de conducători cu cleme și huse de siguranță cu izolație trainică și fără defecțiuni vizibile.

- 4.7. Fără permisiunea profesorului nu conectați utilajul electric; nu înlăturați de sine stătător defecțiunile rețelei electrice și a utilajului electric.
- 4.8. Montând un circuit electric, evitați intersecția conductorilor; se interzice utilizarea conductorilor cu izolație uzată și a întrerupătorilor de tip deschis.
- 4.9. Sursa de curent conectați-o la circuit în ultimul rând. Circuitul montat conectați-l numai după verificarea lui și avizul profesorului. Existența tensiunii în circuit poate fi verificată numai cu ajutorul aparatelor speciale sau a indicatoarelor de tensiune.
- 4.10. Nu vă atingeți de elementele circuitului, care nu au izolație și se află sub tensiune. Nu efectuați din nou legături în circuite și nu schimbați siguranțele până la deconectarea sursei de alimentare cu curent electric.
- 4.11. Utilizați instrumente cu mânere izolate.
- 4.12. Nu părăsiți locul de muncă fără permisiunea profesorului.
- 4.13. Găsind o defecțiune în utilajul electric, care se află sub tensiune, imediat anunțați-l despre acest lucru pe profesor.
- 4.14. Pentru conectarea consumatorilor la rețea folosiți-vă de conectarea prin fișe de contact.

5 — Cerințele securității după terminarea lucrului

- 5.1. După terminarea lucrului neapărat faceți curat la locul de lucru. Curățenia efectuați-o numai cu acordul profesorului.
- 5.2. Circuitul electric demontați-l numai după deconectarea sursei de alimentare cu curent electric.

CE ESTE NECESAR DE ȘTIUT

— Despre fenomenul fizic

- 1) criteriile exterioare ale fenomenului, condițiile în care el are loc;
- 2) legătura fenomenului dat cu altele;
- 3) mărimile fizice, care caracterizează fenomenul;
- 4) posibilitățile aplicării practice, metodele evitării consecințelor dăunătoare ale acestui fenomen

— Despre legea fizică

- 1) formularea, legătura între care fenomene stabilește legea dată;
- 2) expresia matematică;
- 3) experimentele, care au adus la stabilirea legii sau confirmă justetea ei;
- 4) limitele aplicării

— Despre aparat sau dispozitiv

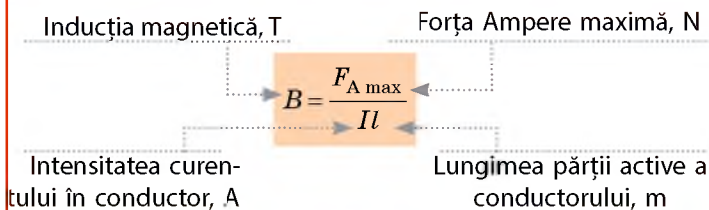
- 1) menirea;
- 2) construcția;
- 3) principiul de lucru;
- 4) domeniul de aplicare și regulile de utilizare;
- 5) avantajele și dificultățile,

— Despre mărimea fizică

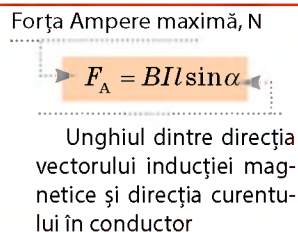
- 1) simbolul pentru notare,
- 2) proprietatea, pe care o caracterizează mărimea fizică dată;
- 3) determinarea (definiția);
- 4) formula, pusă la baza definiției, legătura cu alte mărimi fizice;
- 5) unitățile;
- 6) metodele de măsurare

CÂMPUL MAGNETICE

Inducția magnetică

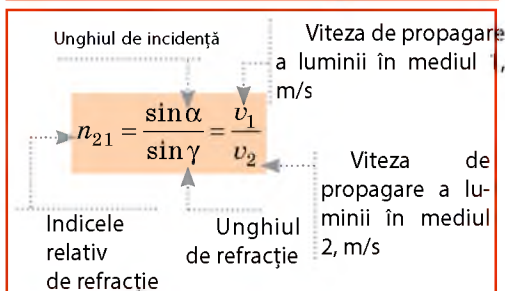


Forța Ampere



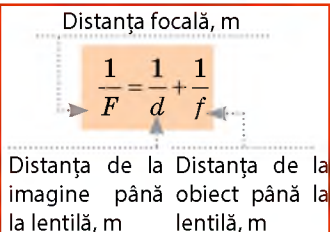
FENOMENE OPTICE

Indicele de refracție

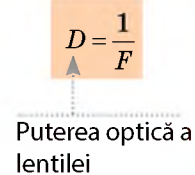


Lentile

Formula lentilei subțiri

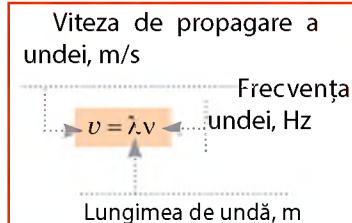


Puterea optică

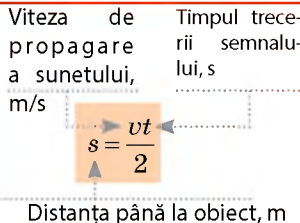


UNDE MECANICE ȘI ELECTROMAGNETICE

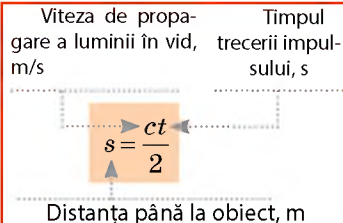
Formula undei



Ecoloația

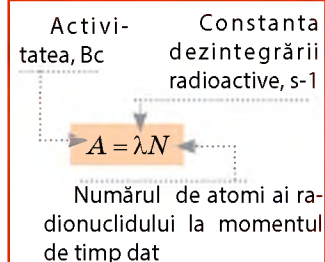


Radioloația



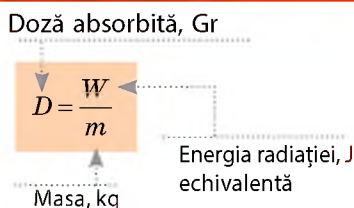
RADIAȚIA RADIOACTIVĂ

Activitatea

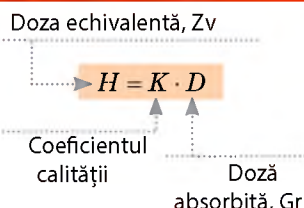


Doza de radiație ionizată

absorbită



echivalenta



CINEMATICA

Mișcarea rectilinie uniform accelerată

<p>Accelerația, m/s²</p> $\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$ <p>Timpul variației vitezei, s</p>	<p>Viteza inițială, m/s</p> $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$ <p>Viteza finală, m/s</p>	<p>Proiecția deplasării, m</p> $s_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$ $s_x = \frac{v_x^2 + v_{0x}^2}{2a_x}$ $s_x = \frac{v_x + v_{0x}}{2} \cdot t$	<p>Coordonata, m</p> $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$ <p>Coordonata inițială, m</p>	<p>Căderea liberă</p> $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t$ <p>Accelerația căderii libere, 9,8 m/s²</p> $y = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2}$
--	--	---	--	---

DINAMICA, STATICA

Legea a doua a lui Newton

Accelerația, m/s²

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

Masa, kg

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$$

Rezultanta forțelor, N

Forțele gravitaționale

<p>Forța atracției universale, N</p> <p>Masele corpurilor, kg</p> $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ <p>Constanta gravitațională, 6,67 · 10⁻¹¹ N · m² / kg²</p> <p>Distanța dintre corpuri, m</p>	<p>Forța de greutate, N</p> $F = mg$ <p>Masa corpului, kg Masa Pământului, kg</p> $F = G \frac{m M_3}{(R_3 + h)^2}$ <p>Raza Pământului, m Înălțimea, m</p>
---	--

IMPULSUL CORPULUI, ENERGIA MECANICĂ

Impulsul corpului

Impulsul corpului, kg · m/s

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

Masa, kg

Viteza mișcării, m/s

Energia mecanică

<p>Masa, kg Viteza mișcării, m/s</p> $E_k = \frac{mv^2}{2}$ <p>Energia cinetică, J</p>	<p>Înălțimea în raport cu nivelul nul, m</p> $E_p = mgh$ <p>Energia potențială a unui corp ridicat, J</p>	<p>Rigiditatea, N/m Alungirea, m</p> $E_p = \frac{kx^2}{2}$ <p>Energia potențială a unui resort (fir) elastic deformat, J</p>
---	---	--

Legea conservării impulsului

Suma impulsurilor până la interacțiune

$$\vec{p}_{01} + \vec{p}_{02} + \dots + \vec{p}_{0n} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_n$$

Suma impulsurilor după interacțiune

Legea conservării energiei mecanice

Energia mecanică totală a sistemului până la interacțiune

$$E_{01} + E_{02} + E_{0n} = E_1 + E_2 + E_n$$

Energia mecanică totală a sistemului după interacțiune