CONCURSUL REZOLVITORILOR

Această rubrică, inaugurată în primul număr al revistei, a fost concepută ca una permanentă şi de aceea continuăm să propunem noi probleme pentru concursul rezolvitorilor.

Al doilea număr al revistei fiind editat la un interval de timp foarte scurt după primul, perioada de expediere pe adresa redacţiei a soluţiilor problemelor propuse în numărul precedent se prelungeşte până la 1 decembrie 2003.

Sperăm ca la concurs să participe cât mai mulţi elevi pasionaţi de fizică, astfel ca în numărul al treilea al revistei să putem publica rezolvările problemelor propuse în numărul întâi, iar în numărul al patrulea – ale celor propuse în prezentul număr.

Vă urăm succes.

Pavel CATANĂ

PROBLEME PENTRU CONCURSUL REZOLVITORILOR

F7. O bară rigidă AB de lungime l şi de masă neglijabilă, avînd la capete fixate sferele cu masele m_1 şi respectiv m_2 ($m_1 > m_2$) de dimensiuni reduse , se poate roti în plan vertical, fiind sprijinită pe axa de rotaţie, fixă şi orizontală, în punctul O. Dacă din poziţia orizontală bara este lăsată liber ea va oscila împreună cu sferele ca un pendul fizic. Neglijând frecarea în ax şi rezistenţa aerului, să se determine:

1) lungimea OA, astfel încît perioada oscilaţiilor mici ale acestui pendul să fie minimă. Care este această perioadă minimă T_{min} ? În acest caz, care este distanţa centrului de masă C al pendulului de la punctul de suspensie O ?

2) forţa F care acţionează asupra axei de rotaţie în momentul trecerii barei prin poziţia de echilibru (pentru poziţia punctului O, stabilită anterior în 1)).

Cum s-ar schimba mărimea forţei F, dacă punctul prin care trece axa de rotaţie s-ar afla la o distanţă mai mare de la C sau mai mică, în comparaţie cu distanţa OC corespunzătoare perioadei minime a oscilaţiilor ?

Calculaţi mărimea acestei forţe pentru două cazuri particulare: OA = 4l/5 şi OA = l/2.

Aplicaţie numerică: $m_1 = 5\cdot10^{-2}$ kg; $m_2 = 2\cdot10^{-2}$ kg şi l = 0,6 m.

Pavel CATANĂ

F8. S-a constatat că vara, când în exterior temperatura este $T_e' = 30^\circ$C, temperatura apei dintr-un rezervor termoizolat creşte linear în timp, de la $T_0 = 15^\circ$C la $T_i' = 20^\circ$C, într-un interval oarecare de timp.

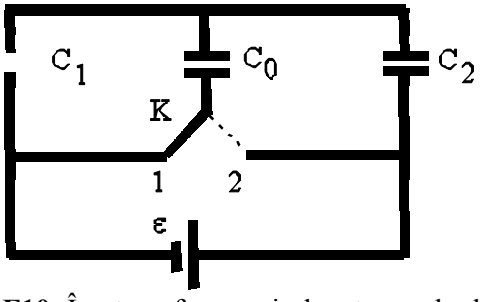
Stabiliţi pînă la ce valoare va scădea temperatura apei T_i în acelaşi interval de timp iarna, când în exterior temperatura este $T_e'' = -10^\circ$C, dacă iniţial apa era la aceeaşi temperatură T_0.

Determinaţi temperatura minimă critică a aerului, la care apa va începe să îngheţe în intervalul de timp considerat.

Indicaţie: Căldura transmisă printr-un înveliş termoizolant este proporţională cu diferenţa de temperatură ΔT în exterior şi interior, intervalul de timp τ cît are loc schimbul de căldură şi suprafaţa S de contact: $Q = kS\tau\Delta T$.

Sergiu CÂRLIG

F9. Să se calculeze căldura degajată în circuitul reprezentat în figură la trecerea întrerupătorului K din poziţia 1 în poziţia 2.



Schema circuitului electric pentru problema **F9**

F10. În atmosfera unei planete razele de lumină se propagă de-a lungul unor linii curbe (traiectorii), pentru care e satisfăcută condiția $R\sin\theta = R_0$, unde R_0 este o constantă numeric egală cu raza planetei, R este raza de curbură a traiectoriei, θ este unghiul format de raza de lumină cu vectorul **r** (raza vectoare) dus din centrul planetei într-un punct al traiectoriei razei de lumină.

Considerînd că indicele de refracție n al atmosferei depinde numai de distanța r până la centrul planetei, deduceți expresia pentru indicele de refracție n al atmosferei planetei în funcție de distanța r, dacă pentru $r = R_0$ avem $n(R_0) = n_0$.

Încercați să găsiți ecuația traiectoriei razei de lumină.

Alexandru KLIUKANOV

F11. Efectul Compton. Un foton cu energia E este difuzat de un electron liber, inițial aflat în repaus, sub unghiul θ față de direcția inițială de mişcare.

1) Să se determine energia fotonului difuzat E'.

2) Se ştie că prevederile teoriei lui Compton referitoare la necesitatea apariției electronilor de recul au fost confirmate experimental. Este vorba de simultaneitatea apariției electronului de recul şi a fotonului difuzat, precum şi de relația dintre unghiul θ de difuzie a fotonului şi unghiul φ, sub care electronul de recul se deplasează față de direcția fotonului incident.

a) Să se găsească această relație, care este o consecință a respectării legilor de conservare a energiei şi impulsului în procesul de ciocnire foton-electron.

Să se arate că electronii de recul sunt difuzați întotdeauna predominant înainte.

Este bine determinată sau este arbitrară poziția planului în care se află vectorii $\mathbf{P}_e$ (impulsul electronului de recul) şi $\mathbf{P}'$ (impulsul fotonului difuzat) ?

b) Să se determine sub ce unghiuri φ față de direcția fotonilor incidenți se pot deplasa electronii de recul cu impulsul $\mathbf{P}_e$.

Aplicație numerică: $P_e = \sqrt{3}\, m_e c$ (m_e este masa electronului, c viteza luminii în vid).

Să se calculeze unghiul φ, precum şi unghiul dintre direcția de deplasare a electronului de recul şi cea a fotonului difuzat, în următoarele două cazuri particulare de difuzie Compton, în care electronul de recul are aceeaşi valoare a impulsului: a) $E = 2\, m_e c^2$ şi $E' = m_e c^2$; b) $E = 1{,}5\, m_e c^2$ şi $E' = 0{,}5\, m_e c^2$.

Pavel CATANĂ

F12. Pentru a iniția reacția de fuziune în deuteriu e necesară temperatura $T = 10^8$ K. Astfel de temperatură poate fi obținută la descărcarea electrică a unei baterii de condensatoare într-un tub cu deuteriu rarefiat. Tensiunea de străpungere este U = 20 kV, iar descărcarea durează $\tau = 1$ s.

Să se determine intensitatea medie a curentului electric şi capacitatea bateriei de condensatoare, necesare pentru a iniția reacția de fuziune în masa m = 0,1 g de deuteriu atomic.

Anatol SÎRGHI

PROBLEME COMBINATE DE FIZICĂ

Problemele combinate sau mixte cuprind noţiuni şi mărimi fizice din diferite capitole ale fizicii, spre deosebire de problemele obişnuite care se referă la o anumită temă din cursul de fizică.

Acest tip de probleme permite realizarea unor obiective specifice în predarea fizicii. În primul rînd, rezolvarea acestora contribuie la formarea unei imagini corecte despre fizică şi conţinutul ei ca ştiinţă unitară şi nu ca un conglomerat de capitole cu noţiuni, legi şi metode de cercetare. Problemele combinate demonstrează relaţiile dintre cele mai variate fenomene ale naturii, caracterul general al multor legi şi legităţi, contribuie la înţelegerea corectă a unor noţiuni fundamentale din întreg cursul de fizică, cum ar fi energia, masa, impulsul ş.a.

În al doilea rînd, prin rezolvarea problemelor combinate se asigură o repetare mai mult sau mai puţin continuă a diferitelor teme, ceea ce asigură consolidarea cunoştinţelor achiziţionate.

În sfîrşit, rezolvarea problemelor combinate stimulează aplicarea unor metode şi procedee generale de rezolvare a problemelor din diferite capitole ale fizicii, înlesneşte aplicarea de către elevi a cunoştinţelor teoretice în situaţii fizice dintre cele mai variate.

Rezolvarea unor asemenea probleme poate fi începută din *clasa a VIII-a*. Spre exemplu, după însuşirea formulei de calcul al *cantităţii de căldură* primită de un corp pot fi rezolvate probleme ce necesită utilizarea expresiei energiei potenţiale a corpului ridicat de asupra Pămîntului, precum şi a energiei cinetice.

Problema 1. O bilă de plumb cade pe Pămînt de la înălţimea h. Care este această înălţime ştiind că în urma ciocnirii cu Pămîntul temperatura bilei a crescut cu 3 grade, iar pentru încălzire se consumă 75 % din energia mecanică a bilei? Pentru plumb, căldura specifică c = 130 J/(kg•K); g = 10 N/kg. (R.: h = 52 m).

Problema 2. Cea mai înaltă cădere de apă din lume, cascada Angel din Venezuela, are înălţimea de 979 m. Considerînd că la cădere toată rezerva de energie mecanică a apei se transformă în energie internă, determinaţi cu cîte grade temperatura apei este mai înaltă la poalele cascadei decît la vîrful ei. Căldura specifică a apei c = 4190 J/(kg•K); g = 10 N/kg. (R.: cu 2,34 K).

Problema 3. În urma străpungerii unei scînduri, viteza unui glonţ de plumb s-a micşorat de la 300 m/s pînă la 250 m/s. Cu cîte grade s-a mărit temperatura glonţului dacă la încălzire s-au consumat 40 % din energia cinetică pierdută? Căldura specifică a plumbului c = 130 J/(kg•K). (R.: cu 42,3 K).

În aceeaşi clasă, după studierea temei *"Transformări de stări de agregare"*, se recomandă rezolvarea unor probleme de tipul celor ce urmează.

Problema 4. O bucată de gheaţă avînd temperatura de 0^oC cade pe Pămînt de la înălţimea h = 1 km. a) Ce parte din masa ei se va topi la căderea pe Pămînt, dacă pentru aceasta se consumă 50 % din energia potenţială a ei? b) De la ce înălţime H ar fi trebuit să cadă bucata de gheaţă (celelalte condiţii rămînînd aceleaşi) pentru a se topi complet? Căldura specifică de topire a gheţii $\lambda = 3{,}3 \cdot 10^5$ J/kg. (R.: a) 1,5 %; b) H = 66 km).

Problema 5. Care trebuie să fie viteza minimă a unui glonţ din plumb pentru ca în urma ciocnirii cu un perete imobil în care se opreşte el să se topească? Temperatura glonţului înainte de ciocnire este egală cu 47^oC şi în energie internă se transformă 60 % din energia sa cinetică. Pentru plumb $t_{top} = 327^oC$, căldura specifică c = 130 J/(kg•K), căldura specifică de topire $\lambda = 3{,}3 \cdot 10^5$ J/kg. (R.: 1105 m/s).

La capitolul *"Fenomene electrice"* (clasa a VIII-a), după studiul legii lui Joule se vor rezolva probleme privind încălzirea, topirea şi vaporizarea corpurilor.

Problema 6. Un vas conţine un amestec de 115 g apă şi 50 g gheaţă în care este introdus un fierbător prin care trece un curent de intensitate 0,50 A la tensiunea în reţea de 220 V. În cît timp:

a) se va topi gheaţa?

b) se va încălzi apa din vas pînă la temperatura ei de fierbere?

c) se vor evapora 110 g de apă din vas?

Pierderile de căldură se neglijează. Căldura specifică de topire a gheţii $\lambda_t = 3{,}3 \cdot 10^5$ J/kg, de evaporare a apei $\lambda_v = 2{,}3 \cdot 10^6$ J/kg, căldura specifică a apei $c = 4{,}19 \cdot 10^3$ J/(kg•K).

(R.: a) 30 s; b) 10 min 28,5 s; c)38 min 20 s).

Studiul *câmpului electrostatic* în *clasa a IX-a* e însoţită de rezolvarea unui număr considerabil de probleme care sunt, în fond, probleme de echilibru mecanic al sistemelor în care acţionează şi forţe electrice. Aceasta permite să se repete tema respectivă din mecanică, inclusiv forţa elastică, forţa de frecare, forţa arhimedică, noţiunea de moment al forţei.

Problema 7. O bilă de masă m = 100 g încărcată cu sarcina q = 1 μC e suspendată de un fir de mătase imponderabil şi inextensibil. Să se afle forţa de elasticitate a firului în cazul cînd:

a) sub bilă, la distanţa r = 3 cm, se află, pe verticală, un corp încărcat cu sarcină de aceeaşi mărime, dar de semn opus.

b) corpul suspendat de fir este introdus într-un cîmp electric de intensitate E = 100 V/cm orientat vertical în sus. (R.: a) 11 N; b) 0,99 N).

Problema 8. Pe un plan înclinat cu unghiul $\alpha = 30^o$ faţă de orizont se află un corp de masă m_1 = 200 g legat cu un fir trecut peste un scripete şi legat cu un corp avînd masa $m_2 = m_1$ (fig.1). Corpul m_2 are sarcina q = - 1 μC şi se află în cîmpul electric de intensitate E = 1 kV/cm orientat în sus. Să se afle coeficientul de frecare dintre planul înclinat şi corpul de masă m_1, dacă acesta alunecă uniform în sus pe planul înclinat. (R.: 0,63).

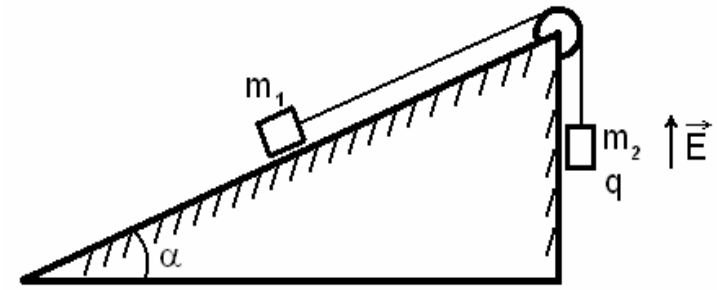


fig. 1

Problema 9. O bilă avînd sarcina electrică q = 100 μC, masa m = 8 g şi volumul V = 0,5 cm^3 se află într-un vas cu ulei de densitate $\rho = 800$ kg/m^3 şi de permitivitate ε = 2. Vasul este introdus într-un cîmp electric omogen orientat vertical în sus. Pentru ce valoare a intensităţii cîmpului bila se află în echilibru în lichid? (R.: 15,2 V/cm).

Problema 10. O bilă avînd masa m_1 = 0,1 kg şi sarcina q_1 = -100 μC e fixată de capătul unei bare izolatoare de masă M = 100 g şi lungime l = 0,5 m articulate la celălalt capăt (fig. 2). Sistemul se introduce într-un cîmp electric omogen de intensitate E = 200 V/cm

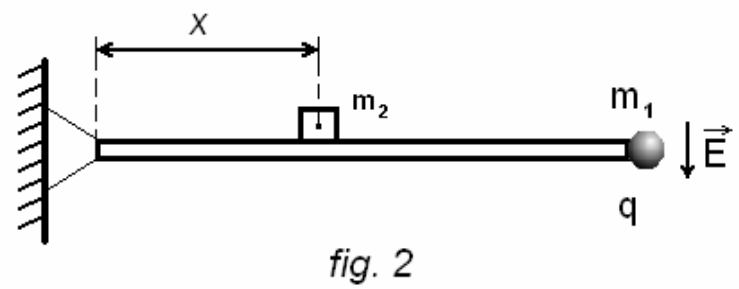


fig. 2

orientat vertical în jos. La ce distanţă x de la articulaţie trebuie aşezat un corp cu masa m_2 = 200 g pentru ca bara să se afle în echilibru în poziţie orizontală? (R.: 12,5 cm).

După studierea temei *"Forţe magnetice de interacţiune între conductoare de curent"* se recomandă rezolvarea unor probleme de tipul următor.

Problema 11. O bară fixată orizontal e parcursă de un curent de intensitate I_1 = 10 A. Paralel cu bara, sub ea, pe verticală se află un conductor paralel la distanţa d = 2 mm prin care trece un curent de intensitate I_2 = 2,7 A. Să se afle densitatea materialului din care e confecţionat conductorul dacă se ştie că el pluteşte liber în aer. Secţiunea transversală a conductorului S = 0,1 mm^2 ; g = 10 N/kg. (R.: 2700 kg/m^3)

Mult mai multe posibilităţi de rezolvare a problemelor combinate asigură cursul liceal de fizică. Din păcate, acestea nu sunt folosite pe deplin, îndeosebi la mecanică, unde sunt complet ignorate cunoştinţele de electrodinamică obţinute în clasa a IX-a. Cursul de mecanică s-ar îmbogăţi dacă, alături de problemele de mişcare a corpurilor în cîmp gravitaţional omogen, s-ar rezolva şi probleme de mişcare a particulelor încărcate în cîmp electric omogen, iar legea atracţiei universale ar fi comparată cu cea a lui Coulomb.

Rezolvarea problemelor combinate este aplicată mai pe larg în capitolele următoare ale cursului de fizică. De exemplu, în procesul de rezolvare a problemelor referitoare la legile gazului ideal se repetă presiunea coloanei de lichid şi legea lui Hooke, iar în problemele vizînd primul principiu al termodinamicii se repetă noţiunile de lucru mecanic, de energie potenţială în cîmpul gravitaţional, de energie potenţială a resortului deformat ş.a. Multe probleme combinate şi destul de interesante însoţesc studiul cîmpului magnetic şi al fenomenului de inducţie electromagnetică.

Important este ca rezolvarea problemelor combinate să nu fie o activitate episodică şi atunci posibilităţile oferite de cursul de fizică vor fi valorificate la maximum.

Mihai MARINCIUC şi Mircea MIGLEI,
Universitatea Tehnică a Moldovei
Miron POTLOG, Liceul "Nicolae Iorga"