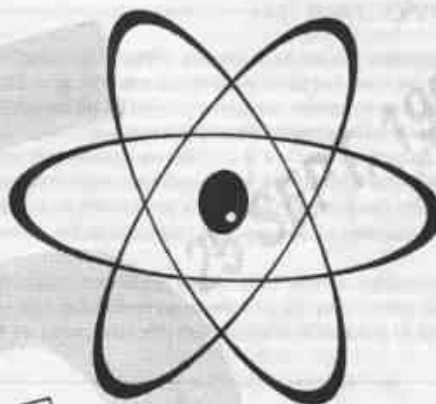
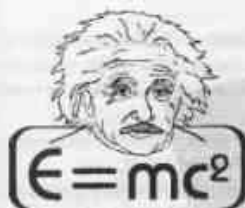


Eu Eureka!

ANUL VI Nr. 9 (61)
SEPTEMBRIE
1995



Revista este recomandată de
Asociația Profesorilor de Fizică din
Învățământul Preuniversitar din
România.



editura
Eureka!
Brăila

FIZICA
CONCURSURI ȘCOLARE,

BACALAUREAT, ADMITERE FACULTATE

CUPRINS

Editorial (Prof. V. Mortu)	3
De la fizica elementară spre fizica modernă (XVII) Prof. univ. dr. fiz. D. Iordache	4
Recenzii (Conf. dr. M. Marinciuc)	6
Probleme rezolvate și comentate (Prof. R. Sfichi)	7
Olimpiada Internațională de Fizică - Canberra, Australia	8
Olimpiade școlare	13
Din activitatea cercurilor de elevi	16
Probleme propuse pentru liceu	18
Admiterea în învățământul superior	24
Probleme propuse pentru gimnaziu	25
Din istoria fizicii (Prof. A. Moldoveanu)	26
Mari fizicieni	27
Primul pas spre premiul Nobel în fizică	27

IMPORTANT

La împlinirea a 5 ani de la apariția primului număr al revistei, mulțumim colaboratorilor, sponsorilor, colegilor care au asigurat și asigură apariția și difuzarea revistei în toate județele țării. Aceleași mulțumiri, tuturor celor care prin scrisorile de încurajare și apreciere, ne-au sprijinit moral în toată această perioadă de mari dificultăți materiale.

Pentru a putea contribui în continuare la ridicarea calității conținutului revistei, rugăm colaboratorii să trimită materiale care să asigure creșterea interesului elevilor, pentru studiul fizicii.

Așteptăm din partea profesorilor propuneri de probleme atât pentru liceu, cât și pentru gimnaziu, rugând ca acestea să fie originale (nu copiate din culegeri sau alte publicații) și însoțite de rezolvări clare.

Recomandăm elevilor să propună probleme, numai după ce au o experiență mai mare ca rezolvitori.

Rugăm rezolvitorii de probleme să redacteze clar, pe foi de hârtie separate, fiecare problemă cu rezolvarea ei și să nu trimită într-un plic mai puțin de 10 (zece) probleme rezolvate.

Redacția

NOU

Începând cu acest an școlar, vom iniția un concurs al rezolvitorilor de probleme, care se va finaliza după apariția ultimului număr al revistei din acest an.

Primii zece elevi, în ordinea numărului de probleme curent rezolvate, vor primi premii din partea revistei, iar primii trei elevi vor fi invitați la ediția din anul școlar următor a Concursului de Fizică "EVRIKA".

Redacția

COLEGIUL DE REDACȚIE

Prof. Marian ANGHELOIU - București, Prof. Florin ANTON - Iași, Prof. Liviu ARICI - Brăila, Prof. Ion BĂRARU - Constanța, Prof. Ioan BORS - Brăila, Prof. Adrian CERNĂUȚEANU - Craiova, Prof. Iulian CHELU - București, Prof. Viorica CHIOREAN - Baia Mare, Prof. Dan CHIRILĂ - Brașov, Prof. Marius CHIȘU - Sibiu, Prof. Christopher CLARK - Bristol (Anglia), Dr. Ing. Flz. Virgilius COPACI - București, Prof. C. din COREGA - Cluj Napoca, Prof. Livia DINICĂ - București, Prof. Didina ENACHE - Brăila, Prof. George ENESCU - București, Prof. Mircea FRONESCU - București, Prof. Univ. Dr. Dan IORDACHE - București, Prof. Dan LEU - Brăila, Prof. Rodica LUCA, Iași, Conf. Dr. Mihai MARINCIUC - Chișinău, Prof. Emanuel NICHITA - București, Prof. Andrei PETRESCU - București, Prof. Valentin POPESCU - Brăila, Prof. Mircea SAMBIRESCU - Drobeta Tr. Severin, Prof. Romulus SFICHI - Suceava, Prof. Seryl TALPALARU - Iași, Prof. Ion TOMA - București, Prof. Tiberiu TUGUI - Brăila, Prof. Univ. Dr. Florea S. ULIU - Craiova, Prof. Stelian URSU - București, Prof. Mihai VASILIU - Galați

ISSN 1220 - 4935

Toate drepturile de tipărire și multiplicare sunt rezervate

Editurii EVRIKA Brăila

Tehnoredactare computerizată: Ing. Viviana Velescu, Daniel Varabief

Corectură literară: Prof. Vasile Zbarcea

Corectură științifică: Ing. Florinela Micu

Tipărire: LASER Computer Brăila

La ceas aniversar se cuvine să fim și puțin sentimentali...

În primele zile ale anului școlar 1990 - 1991, apărea, la Brăila, primul număr al revistei de fizică "EVRİKA!", sub coordonarea unuia dintre cei mai buni profesori, Emilian MICU. Vedeam săptămânal astfel de publicații și mă obișnuisem să le privesc cu o anumită îngăduință.

Când mi-a adus primul număr, i-am zis: "Să o publici, nu e mare lucru. Să dea Dumnezeu să reziste! Asta e totul!..."

Aveam în față un om ce trăia într-o stare de febră a spiritului. Vorbea mult, cu patimă, cu o neferescă patimă pentru un profesor de fizică (așa mi se părea mie!). Omul regreta că nu are două guri și patru mâini!... Îl priveam cu o anumită curiozitate. La alții văzusem lăcomie financiară. Știam că din reviste școlare nimeni nu s-a îmbogățit și nu se va îmbogăți vreodată. Dar recunosc că nu am bănuț atâta putere de muncă, atâta răbdare și generozitate.

Am în mână, după cinci ani colecția completă a celor 60 numere. Le răsfoiesc cu nespuse plăcere. Acum, în fizică, "EVRİKA" este un nume cu renume. Nimeni nu o ignoră.

Din ce în ce mai bine tipărită, cu un sumar mai bogat.

Azi, nu numai că nu a devenit o efemeră (ca atâtea altele!), ci a devenit cea mai importantă revistă de fizică din România.

Acum, la ceas aniversar, și profesorul Emilian Micu ar putea exclama ca un Irvingător: "EVRİKA!".

Să-i mulțumim pentru toate acestea.

Prof. Viorel MORTU
Inspector Școlar General
al Județului Brăila

Din lucrările colegilor noștri

Lucrarea "Probleme experimentale de mecanică", elaborată de un colectiv de profesori de la Liceul Teoretic "Știrbei Vodă" din Călărași, conține textele probelor experimentale de mecanică propuse participanților la Olimpiada de Fizică, etapa republicană, între anii 1971 - 1991, precum și modele de referate (pentru toate problemele propuse), respectiv bareme de notare.

Referatele au fost elaborate de autori lucrări care au încercat, prin detalii și variante prezentate pentru diferite teme, să ofere elevilor câteva îndrumări utile în vederea rezolvării problemelor experimentale.

Au fost abordate problemele de mecanică, în ordinea anilor în care au fost propuse spre rezolvare candidaților, la laurii Olimpiadei de Fizică pentru clasele a VII-a, a IX-a și, uneori a X-a.

Textele problemelor, ca și exemplele de bareme, sunt expuse în lucrare așa cum au fost oferite în cadrul concursurilor respective, în timp ce soluțiile aparțin în exclusivitate autorilor.

Lucrarea se adresează atât profesorilor în vederea organizării lucrărilor de laborator în cadrul orelor curente de fizică și a celor de tehnici de laborator în fizică sau a cercurilor de specialitate, cât, mai ales, elevilor doritori să participe la etapele superioare ale Olimpiadei de Fizică la care se susțin și probele experimentale.

Prețul lucrării este în jur de 4000 lei și doritorii se pot adresa telefonic la următoarele numere:

Vasilache Valentin 042/312058 - acasă
042/312968 - la Liceul "Știrbei Vodă" Călărași

și prin poșta la adresa:

Vasilache Valentin
Călărași, cod 8500, Jud. Călărași
B-dul 1 Mai, Bl. 35, Ap. 11

DE LA FIZICA ELEMENTARĂ SPRE FIZICA MODERNĂ (XVII)

DEFINIȚII ȘI RAPORTURI ÎNTRE NOȚIUNILE DE BAZĂ ALE MECANICII (C)

Prof. univ. dr. fiz. Dan Iordache, Catedra de Fizică, Universitatea "Politehnica" București

definite prin relația:

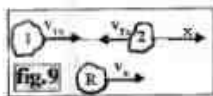
§ 4. Definiții și raporturi între principalele mărimi ale dinamicii *

$$m^* = \frac{\partial p_i}{\partial v_j},$$

unde $i, j = x, y, z$.

a) Definiția (componentelor) impulsului ca mărime fizică primitivă

Considerăm 2 corpuri rigide 1 și 2 aflate inițial în mișcare cu vitezele $v_{1x} (>0)$ și $v_{2x} (<0)$ în lungul axei Ox (fig.9). După ciocnirea plastică între cele două corpuri, corpul rigid R rezultat se va deplasa cu viteza v_x . Operațiunile de echivalență -ordonare și legea de compunere care conduc la definirea componentei x a impulsului ca mărime primitivă sunt:



$$v_x \geq 0 \rightarrow p_{1x} \geq p_{2x} \text{ și } p_{1x} + p_{2x} = p_x$$

După definirea similară a componentelor p_y și p_z , mărimea primitivă - impulsul se definește prin componentele sale:

$$\vec{p} = p_x \vec{e}_x + p_y \vec{e}_y + p_z \vec{e}_z = \begin{pmatrix} p_x \\ p_y \\ p_z \end{pmatrix}.$$

b) Definiția generală (în medii anizotrope) a masei

În cazul general al mediilor anizotrope [problemă deosebit de importantă în particular pentru studiul dinamicii microparticulelor (spre exemplu, a electronilor) în rețelele cristaline], impulsul și viteza au direcții diferite, ceea ce face ca relațiile dintre componentele acestor mărimi să fie de forma:

$$\begin{aligned} p_x &= m_{xx} v_x + m_{xy} v_y + m_{xz} v_z \\ p_y &= m_{yx} v_x + m_{yy} v_y + m_{yz} v_z \\ p_z &= m_{zx} v_x + m_{zy} v_y + m_{zz} v_z \end{aligned}$$

Sistemul format din aceste relații poate fi scris în forma matricială:

$$\vec{p}(\vec{v}) = \begin{pmatrix} p_x \\ p_y \\ p_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m_{xx} & m_{xy} & m_{xz} \\ m_{yx} & m_{yy} & m_{yz} \\ m_{zx} & m_{zy} & m_{zz} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \end{pmatrix} = \vec{m} \cdot \vec{v},$$

unde $\vec{m}$ este matricea masei efective.

În absența fenomenelor de histeresis (memorie) dinamică, elementele acestei matrici pot fi definite prin relația:

$$m_{ij}(\vec{v}) = \frac{1}{v_j} \int_0^{v_j} \frac{\partial p_i}{\partial v_j} \cdot dv_j = \frac{\partial p_i}{\partial v_j}, \text{ unde } i, j = x, y, z.$$

Într-adevăr, pornind de la expresia diferențială a componentelor

$$\text{impulsului: } dp_i(\vec{v}) = \sum_{j=x,y,z} \frac{\partial p_i}{\partial v_j} dv_j,$$

se obține - în absența fenomenelor de histeresis: $\vec{p}(\vec{0}) = \vec{0}$ - expresia:

$$\vec{p}(\vec{v}) = \sum_{j=x,y,z} \int_0^{v_j} \frac{\partial p_i}{\partial v_j} dv_j = \sum_j m_{ij}(\vec{v}) \cdot v_j,$$

de unde: $\vec{p}(\vec{v}) = \left[m_{ij}(\vec{v}) \right] \cdot \vec{v} = \vec{m} \cdot \vec{v}.$

Menționăm că, pentru mișcări relativiste ($v \lesssim c$) este utilizată și

matricea masei incrementale (diferențiale) $\vec{m}^*$, ale cărei elemente sunt

Matricea masei incrementale satisface relația: $d\vec{p} = \vec{m}^* \cdot d\vec{v}.$

c) Definițiile forței, momentului cinetic (orbital), momentului forței, lucrului mecanic și puterii; raporturi între acestea

În fizica modernă, forța este definită prin relația: $\vec{F} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \frac{d\vec{p}}{dt}.$

Se constată astfel că - în cadrul fizicii moderne - legile Newton ale dinamicii se transformă în definiții ale:

(I) sistemelor fizice de referință inerțiale (prima lege a lui Newton), v. Evnka nr. (56), 1995, pag.5),

(B) forței (cea de a doua lege a lui Newton).

Deoarece $\vec{p} = \vec{m} \cdot \vec{v}$, a doua lege Newton a dinamicii poate fi scrisă și

$$\text{în forma: } \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d\vec{m}}{dt} \cdot \vec{v} + \vec{m} \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{m} \cdot \vec{a} + \frac{d\vec{m}}{dt} \cdot \vec{v}.$$

Se constată astfel că doar dacă elementele matricii masei efective nu depind de timp, legea a doua a dinamicii poate fi scrisă într-o formă:

$$\vec{F} = \vec{m} \cdot \vec{a}, \text{ similară celei uzuale din manualele de liceu (conform definiției}$$

matricii masei incrementale, avem în schimb: $\vec{F} = \vec{m}^* \cdot \vec{a}$ și în cazul relativist). Din acest motiv, considerăm că este bine ca măcar elevii noștri fruntași să rețină legea a doua a dinamicii în forma sa generală

(valabilă și în cazul mișcărilor relativiste): $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ și nu în forma

particulară (valabilă în mecanica nerelativistă): $\vec{F} = \vec{m} \cdot \vec{a}.$

Pornind de la mărimea fizică vectorială - impuls $\vec{p}$, momentul cinetic (orbital) al unui punct material față de originea O a unui sistem de referință este definit prin relația: $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}.$

În mod similar, mărimea moment al forței $\vec{F}$ față de originea O a unui sistem de referință este definită prin relația: $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$, unde $\vec{r}$ este raza vectorială a punctului de aplicație față de origine. În cazul general, celei de a doua legi Newton a dinamicii îi corespunde, în cazul mișcărilor de rotație, relația analogă:

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \frac{d}{dt}(\vec{r} \times \vec{p}) = \frac{d\vec{r}}{dt} \times \vec{p} + \vec{r} \times \frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{v} \times \vec{p} + \vec{r} \times \vec{F} = \vec{M} + \vec{v} \times \vec{p};$$

se constată că, doar în cazul mișcărilor în medii izotrope ($\vec{v} \times \vec{p} = 0$), relația dintre momentul forței și cel cinetic capătă forma "clasică":

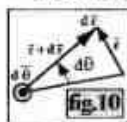
$$\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt}.$$

În continuare, lucrul mecanic elementar (diferențial) corespunzând unei deplasări a punctului de aplicație al forței cu $d\vec{r}$ este definit prin relația: $dL = \vec{F} \cdot d\vec{r}.$

Desigur, expresia lucrului mecanic efectuat pentru deplasarea punctului de aplicație al forței $\vec{F}$ (eventual variabilă: $\vec{F} = \vec{F}(\vec{r})$) în lungul traiectoriei C, între punctele de raze vectoriale $\vec{r}_1$ și $\vec{r}_2$, va fi dat de integrala curbilinie (în lungul traiectoriei C parcurse de punctul de aplicație):

$$L_C(\vec{r}_1 \rightarrow \vec{r}_2) = \int_{C, \vec{r}_1}^{\vec{r}_2} \vec{F} \cdot d\vec{r}.$$

În cazul în care deplasarea $d\vec{r}$ a punctului de aplicare al forței corespunde unei rotații cu unghiul $d\theta$ (v. fig. 10) a razei vectoriale $\vec{r}$ a punctului de aplicare față de originea 0, avem: $d\vec{r} = d\theta \vec{x}\vec{r}$, deci expresia lucrului mecanic elementar devine:



$$dL = \vec{F} \cdot (d\theta \vec{x}\vec{r}) = d\theta \cdot (\vec{r} \times \vec{F}) = \vec{M} \cdot d\vec{\theta}.$$

Reamintim aici că expresiile și proprietățile produselor scalar și vectorial au fost studiate în detaliu în cadrul lucrării publicate în nr. 3(39), 1993, p. 4-7, al revistei Evnka.

În fine, **puterea** este definită prin relația: $P = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta L}{\Delta t}$, unde ΔL este lucrul mecanic efectuat asupra punctului material (în general, asupra sistemului studiat) în durata Δt . Ținând seamă de definiția lucrului mecanic, se obține: $P = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\vec{F} \cdot \Delta \vec{r}}{\Delta t} = \vec{F} \cdot \vec{v}$.

Problemă

Să se deducă dependența de viteză a masei incrementale în teoria relativității restrânse.

Soluție: Pornind de la definiția masei incrementale și ținând seamă că în teoria relativității restrânse spațiul fizic este considerat izotrop, se

$$\text{obține: } m^{**}(v) = \frac{dp}{dv} = \frac{d}{dv} \left(\frac{m_0 v}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \right) = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} + \frac{m_0 v^2/c^2}{(1 - v^2/c^2)^{3/2}},$$

$$\text{și, în final: } m^{**}(v) = \frac{m_0}{(1 - v^2/c^2)^{3/2}}.$$

d) Definițiile energiei cinetice și energiei potențiale

Energia cinetică a unui punct material este definită drept energia datorată mișcării acestuia cu o anumită viteză $\vec{v}$ (respectiv, impuls $\vec{p}$), în

$$\text{baza relației: } E_c(\vec{v}) = \int_0^{\vec{v}} \vec{v} \cdot d\vec{p} = \int_0^{\vec{v}} \vec{v} \cdot m^{**} d\vec{v}.$$

În cazul **sistemelor conservative** (care nu schimbă energie sub formă de căldură cu exteriorul), conform **principiului conservării energiei**, lucrul mecanic efectuat trebuie să provină din scăderea energiei de interacțiune (potențiale) a sistemului: $dL = -dE_p$, de unde: $E_p = -\int \vec{F} \cdot d\vec{r}$.

Se constată astfel că energia potențială este definită (pentru sistemele conservative) până la o constantă aditivă arbitrară.

Ținând seamă de definiția produsului scalar, relația energie de interacțiune (potențială) - forță poate fi scrisă și în forma inversă; într-adevăr: $dE_p = -dL = -\vec{F} \cdot d\vec{r} = -F_x dx - F_y dy - F_z dz$, de unde, pentru valori constante ale y și z :

$$dE_p = -F_x dx \text{ și } F_x = -\left(\frac{dE_p}{dx}\right)_{y,z=\text{const.}} = -\frac{\delta E_p}{\delta x}.$$

Deoarece componentele y și z ale forței sunt date, desigur, de relații similare, reiese că:

$$\vec{F} = F_x \vec{i}_x + F_y \vec{i}_y + F_z \vec{i}_z = -\left(\frac{\partial E_p}{\partial x} \vec{i}_x + \frac{\partial E_p}{\partial y} \vec{i}_y + \frac{\partial E_p}{\partial z} \vec{i}_z\right) = -\text{grad} E_p;$$

paranteza din ultima expresie (numită și **gradient al funcției energie potențială** $E_p(x, y, z)$) poate fi scrisă și cu ajutorul **operatorului**

diferențial (și vectorial) **nabla** (simbol ∇):

$$\nabla = \frac{\partial}{\partial x} \vec{i}_x + \frac{\partial}{\partial y} \vec{i}_y + \frac{\partial}{\partial z} \vec{i}_z,$$

$$\text{în forma: } \text{grad} E_p \left(\frac{\partial}{\partial x} \vec{i}_x + \frac{\partial}{\partial y} \vec{i}_y + \frac{\partial}{\partial z} \vec{i}_z \right) E_p = \nabla E_p.$$

În mod asemănător, în cazul mișcărilor de rotație ale unor sisteme conservative, avem: $dE_p = -dL_{\text{rot}} = -\vec{M} \cdot d\vec{\theta}$ și $E_p = -\vec{M} \cdot d\vec{\theta}$.

Utilizând expresia produsului scalar prin componentele celor doi vectori:

$$dE_p = -\vec{M} \cdot d\vec{\theta} = -M_x \cdot d\theta_x - M_y \cdot d\theta_y - M_z \cdot d\theta_z, \text{ obținem -}$$

pentru valori constante ale componentelor y și z ale unghiului (vector) de rotație $\vec{\theta}$: $dE_p = -M_x \cdot d\theta_x$, de unde:

$$M_x = -\left(\frac{dE_p}{d\theta_x}\right)_{\theta_y, \theta_z=\text{const.}} = -\frac{\partial E_p}{\partial \theta_x}.$$

Deoarece componentele y și z ale momentului forței sunt date de relații similare, în final se obține:

$$\vec{M} = M_x \vec{i}_x + M_y \vec{i}_y + M_z \vec{i}_z = -\left(\frac{\partial E_p}{\partial \theta_x} \vec{i}_x + \frac{\partial E_p}{\partial \theta_y} \vec{i}_y + \frac{\partial E_p}{\partial \theta_z} \vec{i}_z\right),$$

$$\text{deci: } \vec{M} = -\text{grad}_{\vec{\theta}} E_p = -\nabla_{\vec{\theta}} E_p.$$

Problemă

Pornind de la definiția **momentului magnetic** $\vec{\mu}$ prin momentul forței datorat interacțiunii sale cu un câmp magnetic uniform $\vec{B}$: $\vec{M} = \vec{\mu} \times \vec{B}$, să se deducă energia corespunzătoare de interacțiune.

Soluție: Deoarece sensurile momentului forței $\vec{M} = \vec{\mu} \times \vec{B}$ și cel al creșterii unghiului $\vec{\theta}$ ($d\vec{\theta}$) al $\vec{\mu}$ față



de $\vec{B}$ sunt opuse (v. fig. 11), avem: $\cos(\vec{M}, d\vec{\theta}) = -1$ și:

$$E_p = -\int \vec{M} \cdot d\vec{\theta} = \mu B \int \sin \theta \cdot d\theta = -\mu B \cdot \cos \theta = -\vec{\mu} \cdot \vec{B} = -\mu_z B,$$

expresie utilizată (fără justificare) și în manualul pentru clasa a XII-a, ediția 1992, p. 63.

§ 5. Principiul conservării energiei. Principalele simetrii fizice și teoremele de conservare asociate ale mecanicii (teorema lui Noether)

După cum s-a constatat mai sus, principiul conservării energiei a fost deja utilizat pentru definirea energiei potențiale (pentru sistemele conservative); acest lucru nu contravine rigurozității introducerii principalelor mărimi ale mecanicii, deoarece - prin definiție - principiile fizice sunt adevăruri obținute prin generalizarea unor rezultate particulare (deci, prin **inducție incompletă**), neputând fi deduse (spre deosebire de teoremele fizice).

Ținând seamă de cea de a doua lege Newton a dinamicii: $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$

precum și de definițiile vitezei momentane ($\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$) și energiei cinetice,

diferențiala energiei cinetice capătă forma:

$$dE_c = \vec{v} \cdot d\vec{p} = \vec{v} \cdot dt \cdot \vec{F} = \vec{F} \cdot d\vec{r};$$

pentru sistemele conservative: $dE_p = -\vec{F} \cdot d\vec{r}$, deci: $dE_p = -dE_c$, rezultând că - în acest caz - suma energiei cinetice și potențiale (numită și **energia mecanică totală**) este constantă: $E_t = E_c + E_p = C$ (constantă).

(teorema conservării energiei mecanice).

În conformitate cu **teorema lui Noether** a fizicii teoretice, fiecărei simetrii fizice i se asociază o teoremă specifică de conservare.

Deoarece teorema conservării energiei mecanice corespunde sistemelor conservative și unor procese reversibile, simetria căreia îi este asociată constă în **uniformitatea timpului**, care constă în faptul că evoluțiile fizice se produc în același mod pentru orice "translație" în timp: $t \rightarrow t + C$ (constantă) sau în cazul inversării sensului timpului: $t \rightarrow -t$.

În mod asemănător, simetriei fizice constând în **omogenitatea spațiului** îi corespund - pentru un sistem fizic format din N puncte materiale - valori independente de coordonatele x, y, z de poziție ale energiei potențiale

totale $E_p = \sum_{i=1}^N E_{pi}$ a celor N puncte materiale. Rezultă că în acest caz:

$$\frac{dE_{pot}}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\sum_{i=1}^N E_{pi} \right) = \sum_{i=1}^N \frac{dE_{pi}}{dt} = \sum_{i=1}^N \vec{F}_i \cdot \vec{v}_i = - \sum_{i=1}^N \nabla E_{pi} \cdot \vec{v}_i = - \nabla \left(\sum_{i=1}^N E_{pi} \right) \cdot \vec{v}_i = 0,$$

reieșind că omogenitatea spațiului îi corespunde **teorema de**

conservare a impulsului: $\vec{p}_{tot} = \sum_{i=1}^N \vec{p}_i = \text{constant}$.

Din relațiile de mai sus, reiese că uniformitatea timpului corespunde **sistemelor fizice izolate**, pentru care:

$$\vec{R} = \sum_{i=1}^N \vec{F}_i = 0.$$

În fine, simetriei fizice constând în **izotropia spațiului** îi corespund - pentru același sistem fizic format din N puncte materiale - **valori independente de unghiurile** θ_x, θ_y și θ_z (care definesc direcția axei și unghiul rotației $\vec{\theta}$) **ale energiei potențiale totale** a celor N puncte materiale. Rezultă:

$$\frac{d\vec{L}_{tot}}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\sum_{i=1}^N \vec{L}_i \right) = \sum_{i=1}^N \frac{d\vec{L}_i}{dt} = \sum_{i=1}^N \vec{M}_i = - \sum_{i=1}^N \nabla_{\vec{\theta}} E_{pi} = - \nabla_{\vec{\theta}} E_p = 0,$$

reieșind că izotropia spațiului îi corespunde **teorema de conservare**

a momentului cinetic: $\vec{L}_{tot} = \sum_{i=1}^N \vec{L}_i = \text{constant (t)}$.

Notă

* Cele două paragrafe (4 și 5) ale lucrării de față corespund secțiunilor 1.b) Legile lui Newton, sisteme inerțiale, 1.c) Sisteme închise și deschise, impulsul și energia, lucrul mecanic, puterea, și 1.d) Conservarea energiei, conservarea impulsului, variația impulsului, ale programei Olimpiadelor Internaționale de Fizică.

** Expresia definitorie a energiei cinetice poate fi justificată în baza

teoremei variației energiei cinetice: $dE_c = dL = \vec{F} \cdot d\vec{r}$, dedusă din teorema conservării energiei mecanice, sau pornind de la principiul conservării energiei (v. și § 5.).



□ RECENZIE

Florin Anton, Probleme de fizică (mecanică), Editura Ștefan Procopiu, Iași, 1994, 124 pagini

Conf. dr. Mihai Mariniciuc, Chișinău

În numerele 11 - 12 (23 - 24) / iulie - august 1992 ale revistei de fizică "Evrika" a fost publicat (cu continuarea în numărul următor) articolul "Mișcarea și repausul", semnat de prof. Florin Anton (Iași) și destinat elevilor din clasa a IX-a. Până la finele anului respectiv, în paginile revistei au mai fost publicate câteva materiale ale aceluiași autor care erau consacrate expunerii unor teme de mecanică.

Și, iată, după doi ani, "Caietele de fizică" 14/15, publicate de Editura "Ștefan Procopiu" din Iași, au pus la dispoziția liceenilor și a profesorilor de fizică lucrarea recenzată acum. Partea de bază a lucrării o alcătuiesc 7 capitole: Mișcarea și repausul, Principiile mecanicii, Mișcarea punctului material sub acțiunea unor tipuri de forțe, Energia mecanică, Impulsul mecanic, Echilibrul mecanic al corpurilor, Mecanica fluidelor.

Această simplă enumerare a capitolelor lucrării arată că în cea mai mare parte a sa materialul este distribuit în concordanță cu programa și manualul de fizică pentru clasa a IX-a.

Structura fiecărui capitol este tradițională pentru culegerile de probleme: un breviar ce conține expunerea concisă a noțiunilor, legilor și relațiilor principale cu privire la materia analizată în capitolul respectiv, probleme rezolvate detaliat și probleme propuse.

Partea a doua a lucrării conține răspunsurile și rezolvările scurte ale problemelor cu un grad de dificultate mai mare.

Lucrarea conține 192 de probleme, dintre care 11 rezolvare. În cadrul fiecărui capitol, problemele sunt aranjate în ordinea creșterii gradului de dificultate.

Problemele sunt formulate pe înțelesul cititorilor, care nu trebuie "să chibăcăie" ce anume a avut în vedere autorul în problema dată. Lucrarea lasă o impresie generală bună care se datorește unei munci minuțioase a

autorului și a editorilor. Cele 65 de figuri sunt executate frumos și plasate reușit în text.

Sunt convins că lucrarea D-lui Florin Anton va fi folosită cu succes ca material auxiliar în licee, inclusiv în cele din Republica Moldova unde s-a realizat o parte din timp.

Am început recenzia menționând că o parte considerabilă a lucrării a avut acces la cititori fiind publicată în paginile revistei "Evrika". Este clar că astfel revista a contribuit la elaborarea lucrării D-lui Florin Anton.

În 1993, la Editura Porto Franco (Galați), a ieșit de sub tipar lucrarea "Probleme de fizică pentru clasele a IX-a și a X-a" a profesorului Emilian Micu - fondatorul și redactorul șef al revistei "Evrika".

Deci, putem conchide că revista în cauză este "născută de botor" a lucrărilor profesorului Emilian Micu și Florin Anton. Suntem în drept să afirmăm că a început să se manifeste o latură nouă a activității revistei "Evrika".

De când cu organizarea concursului interjudețean de fizică "Evrika" care se apropie de ediția a V-a și cu organizarea colocviilor naționale privind studierea fizicii în învățământul preuniversitar (ediția a II-a, iunie 1995, Suceava), revista contribuie și la elaborarea literaturii didactice.

Având în vedere materialele publicate de profesorii Emilian Micu și Florin Anton în paginile revistei, suntem în așteptarea unor lucrări noi ale acestor autori.

În ultimii doi ani revista a publicat în paginile sale o serie de materiale ale distinsului profesor universitar, dr. Dan Iordache de la Universitatea "Politehnică" București sub genericul "De la fizica elementară spre fizica modernă".

Sperăm că într-un viitor nu prea îndepărtat pe baza lor va fi scrisă o carte valoroasă privind studiul fizicii.

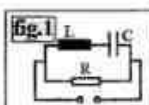
PROBLEME REZOLVATE ȘI COMENTATE DIN MANUALE, CULEGERI, REVISTE ETC.

Asupra enunțului și soluțiilor unei probleme de concurs

Prof. Romulus Sfichi, Suceava

În revista "EVRIKA", nr. 5-6 (57 - 58)/1995, pag. 18, nr. 3, este publicată următoarea problemă a domnului profesor Constantin Cornea, din Cluj-Napoca, dată ca probă teoretică de concurs la clasa a XI-a, la Olimpiada Națională de Fizică - Galați, 1995:

"Se consideră circuitul din figura 1 în care $L = 1 \text{ H}$ și



$C = 100 \mu\text{F}$. a) Considerând că acest circuit este alimentat de la un generator care asigură, în regim sinusoidal, un curent a cărui intensitate efectivă $I = 1 \text{ A}$ este independentă de valoarea impedanței circuitului, să se determine valoarea rezistenței rezistorului care ia o putere activă maximă. Pulsăția curentului generat de sursă este $\omega = 200 \text{ rad/s}$; b) Se decuplează generatorul de la punctul a) și, în locul său, se conectează, la momentul $t = 0$, un generator ideal (de impedanță internă nulă), care asigură o tensiune de forma $u(t) = 90 \cos 200t \text{ (V)}$. Determinați valoarea maximă a tensiunii la bornele condensatorului."

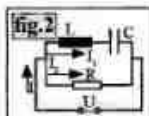
Apreciem că problema este interesantă și bine enunțată, cu excepția punctului a), în care, cerându-se determinarea rezistenței electrice a rezistorului, pentru care puterea dezvoltată în acesta este maximă, și necerându-se puterea maximă, nu mai era necesară precizarea valorii $I = 1 \text{ A}$, ci doar să se menționeze că intensitatea efectivă a curentului principal din circuit rămâne constantă, indiferent de valoarea impedanței echivalente a acestuia.

În plus, precizăm că exprimarea problemei: "să se determine valoarea rezistenței rezistorului care ia o putere activă maximă" este inadecvată. Un rezistor (ideal, bineînțeles, ca cel din problemă) nu poate absorbi, în regim sinusoidal, și alt gen de putere decât cea activă? Categorie, nu. Și, ca urmare, era suficient să se precizeze că "ia o putere maximă", fără să se menționeze că este vorba de putere activă, ca și când rezistorul ar mai putea lua, în regim sinusoidal, și un alt gen de putere - cea reactivă, să zicem.

Pentru a justifica prima noastră afirmație, vom proceda la rezolvarea problemei.

a) De vreme ce x_L și x_C - reactanțele primei ramuri a circuitului - sunt constante (exprimate prin valori numerice): $x_L = \omega L = 200 \Omega$; $x_C = 1 / \omega C = 1 / 2 \cdot 10^3 \cdot 10^{-4} = 50 \Omega$, impedanța echivalentă a circuitului poate fi variabilă ca mărime, numai în situația în care rezistența electrică a rezistorului este variabilă: $R \in [0, \infty)$.

Așadar, puterea electrică dezvoltată în rezistor (fig. 2) este



$$P = R I^2 \quad (1)$$

$$\text{Dar } I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + x^2}}, \quad (2)$$

în care U este valoarea efectivă a tensiunii de alimentare, iar Z , impedanța electrică echivalentă a circuitului. Substituind

$$(2) \text{ în } (1), \text{ se obține } P = \frac{Z^2 I^2}{R} \quad (3)$$

Pentru determinarea impedanței electrice echivalente a circuitului considerat, avem în vedere că prima ramură, conservativă, are comportament inductiv ($x_L > x_C$) și are reactanța echivalentă

$$x = x_L - x_C = 150 \Omega.$$

Așadar, diagrama fazorială a curenților este cea din figura 3. Este evident că $I^2 = I_1^2 + I_2^2$ sau



$$\frac{U^2}{Z^2} = \frac{U^2}{x^2 + R^2} \Rightarrow Z = \frac{Rx}{\sqrt{R^2 + x^2}} \quad (4)$$

Substituind (4) în (3), se obține funcția explicită

$$P(R) = \frac{Rx^2 I^2}{R^2 + x^2}, \quad R \in [0, \infty) \quad (5)$$

Dar (5) se poate retranscrie și sub forma

$$P(R) = \frac{x^2 I^2}{R + \frac{x^2}{R}} \quad (6)$$

Deoarece $\left(R + \frac{x^2}{R}\right) = x^2 = \text{const.}$, $P(R)$ va avea valoarea maximă

$$\text{atunci când } R = \frac{x^2}{R} \Rightarrow R = R^* = x = 150 \Omega \quad (7)$$

și care reprezintă soluția problemei la acest punct. Și atunci, în mod firesc, ne întrebăm: ce rost avea precizarea $I = 1 \text{ A}$?

Așa cum era enunțată problema, $I = 1 \text{ A}$ asigură ca o mărime fizică în plus - inutilă, un element "parazit". Într-adevăr, dacă prin senzorul autorului ar fi cerut și determinarea puterii maxime dezvoltată în rezistor, atunci $I = 1 \text{ A}$ își avea rostul necesar.

Astfel, substituind (7) în (6), se obține

$$P_{\text{max}} = P(R^*) = \frac{1}{2} x I^2, \quad (8)$$

iar numeric, $P_{\text{max}} = 75 \text{ W}$.

Cititorul poate remarca cu ușurință că dependența $P(R)$, exprimată prin (5), se putea obține și prin rezolvarea sistemului

$$\begin{cases} I^2 = I_1^2 + I_2^2 \\ RI_2 = xI_1 \end{cases} \quad (9)$$

în raport cu necunoscuta I_1 .

$$\text{Ca urmare, rezultă } I_2 = \frac{xI}{\sqrt{R^2 + x^2}} \quad (10)$$

Substituind (10) în (1), se obține într-adevăr (5).

b) Deși al doilea punct al problemei este bine enunțat, vom da soluția și la acest punct pentru tinerii noștri cititori, participanți sau nu, la Olimpiada Națională de Fizică, din vara noastră, în 1995.

Dat fiind că $u(t) = 90 \cos 200t \text{ (V)}$, rezultă că $U_{\text{eff}} = 90 \text{ V}$, iar $\omega = 200 \text{ rad/s}$.

$$\text{Așadar, (figura 2), } U_{\text{max}} = x_C \cdot I_{\text{max}} = x_C \cdot \frac{U_{\text{max}}}{x} \quad (11)$$

Substituind valorile numerice în (11), se obține $U_{\text{max}} = 30 \text{ V}$.

Deși, pentru nivelul unei Olimpiade Naționale de Fizică din România, gradul de dificultate a acestei probleme mi se pare destul de modest, considerațiile făcute aici, permit să se rețină cel puțin două concluzii;

1) Datele de intrare (ceea ce se dă într-o problemă de fizică trebuie să fie "necesare și suficiente". Introducerea unor elemente inutile în cadrul datelor de intrare conduce, de cele mai multe ori, la dezorientarea rezolvătorilor, la înșelăciune;

2) Redactarea enunțurilor problemelor trebuie făcută clar, concis și într-o terminologie științifică care să nu permită ambiguități.

ASUPRA UNEI PROBLEME DE EFECT FOTOELECTRIC

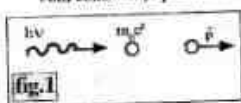
Prof. Romulus Sfichi, Suceava

În manualul de fizică pentru clasa a XII-a [1], pag. 41, problema nr. 7 are următorul enunț:

"Arătați că efectul fotoelectric nu poate să apară pentru electroni complet liberi. (Indicați; aplicați legile de conservare a energiei și impulsului)"

Deși am convingerea că toți elevii și profesorii soluționează corect această problemă de factură calitativă, în cele ce urmează voi prezenta o variantă de rezolvare ce mi se pare interesantă, plecând, evident, de la indicația autorilor.

Vom considera, așadar, un foton de energie $h\nu$ și impulsul $h\nu/c$ care



ar fi absorbit de un electron liber, în repaus și cu energia de repaus m_0c^2 (figura 1).

Aplicând legile conservării energiei și impulsului la ciocnirea dintre foton și

$$\text{electron, avem: } h\nu + m_0c^2 = E, \quad \frac{h\nu}{c} = p, \quad (1)$$

unde E și p sunt energia totală și impulsul electronului după ciocnire.

Dat fiind că $h\nu = pc$, putem scrie că:

$$E = pc + m_0c^2. \quad (2)$$

Pe de altă parte, aceeași energie totală a electronului mai poate fi

$$\text{exprimată prin relația: } E = mc^2 = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} c^2, \quad (3)$$

în care v este viteza electronului.

Făcând relația $\beta = v/c$, relația (3) se poate retranscrie sub forma

$$E = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1 - \beta^2}}. \quad (4)$$

$$\text{Impulsul electronului este } p = mv = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \beta^2}} v. \quad (5)$$

Dar $v = c\beta$, astfel că (5) se poate retranscrie sub forma

$$p = \frac{m_0c\beta}{\sqrt{1 - \beta^2}}. \quad (6)$$

În continuare vom încerca să stabilim o relație între E , exprimată prin (4), și p , exprimat prin (6), pentru ca, apoi, relația obținută să-o comparăm cu (2).

Făcând raportul între (4) și (6), avem:

$$E/p = c\beta \Rightarrow \beta = pc/E. \quad (7)$$

$$\text{Substituind (7) în (4), rezultă } E = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1 - \left(\frac{pc}{E}\right)^2}}, \text{ din care}$$

$$E = c\sqrt{p^2 + m_0^2c^2}. \quad (8)$$

Evident, obținerea efectului fotoelectric pe electroni complet liberi,

înseamnă egalitatea (2) cu (8), adică $p + m_0c = \sqrt{p^2 + m_0^2c^2}$, ceea ce nu poate avea loc decât dacă și numai dacă

$$2pm_0c = 0 \Rightarrow m_0 = 0, \quad (9)$$

ceea ce este imposibil.

Așadar, efectul fotoelectric nu se poate produce decât pe electroni legați. Într-adevăr, este necesară o a treia particulă (atomul de recul), care să preia surplusul de impuls al electronului față de cel al fotonului incident cu aceeași energie de mișcare.

În fine, relația (8), ce se întâlnește în mod curent scrisă sub forma

$$E^2 = p^2c^2 + m_0^2c^4, \quad (10)$$

și care exprimă relația dintre energia și impulsul unei particule, este utilă și foarte frecvent folosită în problemele de cinematică relativistă. În cadrul soluției problemei s-a expus și deducerea ei.

Bibliografie

[1] D. Ciubotaru ș.a., Fizica. Manual pentru clasa a XII-a, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1981.

XXVI INTERNATIONAL PHYSICS OLYMPIAD,

Canberra, ACT - AUSTRALIA - 7 iulie 1995, Proba teoretică

Problema 1

Deplasarea spre roșu și măsurarea masei stelare

(a) (3 puncte)

Un foton cu frecvența f , are o masă inertială efectivă m determinată de energia sa. Putem presupune că el are o masă gravitațională egală cu masa inertială. În consecință, un foton, emis de la suprafața unei stele, va pierde energie când iese din câmpul gravitațional al stelei. Arătați că deplasarea Δf a frecvenței unui foton, când el pleacă de la suprafața stelei la infinit, este dată, pentru

$$M \ll r, \text{ de relația: } \frac{\Delta f}{f} = \frac{GM}{Rc^2}, \text{ unde } G = \text{constanta gravitațională;}$$

$R = \text{măsură stelei; } c = \text{viteza luminii; } M = \text{măsură stelei.}$

Înșel, deplasarea spre roșu a unei linii spectrale cunoscute,

măsurată la mare distanță de stea, poate fi folosită pentru a măsura raportul M/R . Cunoașterea valorii R va permite determinarea masei stelei.

(b) (12 puncte)

O navă spațială fără echipaj uman este lansată pentru a realiza un experiment de măsurare a masei M și razei R a unei stele din galaxia noastră. Pe măsură ce nava spațială se apropie radial de stea, unii fotoni, emiși de ioni He^+ de la suprafața stelei, sunt înregistrați prin excitarea, la rezonanță, a ionilor de He^+ dintr-o cameră de test din interiorul navei. Absorbția rezonanță apare doar dacă ioni He^+ din camera de test au căpătat o viteză spre stea, care compensează exact deplasarea spre roșu a frecvenței fotonului absorbit. Viteza ($v = \beta c$) a ionilor He^+ din nava spațială față de stea, pentru absorbția de rezonanță, se măsoară ca funcție de distanța d de la cea mai apropiată parte a suprafeței stelei. Datele experimentale sunt prezentate în tabelul următor. Utilizați complet aceste date pentru a determina, pe cale grafică, masa M și raza R a stelei. Nu este

necesar să evaluați erorile în cadrul rezolvării voastre.

Datele pentru condiția de rezonanță

Parametrul vitezei	$\beta = v/c$ (10 ⁻⁹)	3,352	3,279	3,195	3,177	2,955
Distanța de la suprafața stelei	d (10 ⁹ m)	38,90	19,98	13,32	8,99	6,67

(c) Pentru a determina R și M într-un asemenea experiment, este necesar să se considere corecția frecvenței de emisie, datorată reculului atomului emițător (agitația termică produce o lărgire a liniei spectrale, însă fără a-i schimba poziția; putem, astfel, considera că toate efectele termice au fost luate în considerație).

(i) (4 puncte)

Fie ΔE diferența energiei dintre două nivele energetice atomice, atunci când atomul este în repaus. Presupunem că atomul excitat este în repaus, dar că, după deexcitare, apar un foton și atomul deexcitat, în recul. Să se obțină expresia relativistă pentru energia $h\nu$ a fotonului emis, în funcție de ΔE și masa de repaus inițială m_0 a atomului.

(ii) (1 punct)

În consecință, realizați o evaluare numerică a deplasării relativiste a frecvenței ($\Delta f/f$)_{rel} pentru cazul ionilor He⁺. Rezultatul vostru va trebui să fie mult mai mic decât deplasarea gravitațională spre roșu, obținută la punctul (b).

Date numerice:

Viteza luminii $c = 3,0 \cdot 10^8$ m/s;

Energia de repaus a He $m_0 c^2 = 4 \cdot 938$ (MeV);

Energia Bohr $E_0 = - (13,6 \text{ Z}^2/n^2)$ (eV);

Constanta gravitațională $G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$.

Problema 2

Propagarea sunetului

Introducere

Viteza propagării sunetului în ocean variază cu adâncimea, temperatura și salinitatea. Figura 1 (a) de mai jos arată variația vitezei sunetului c cu adâncimea z pentru cazul în care valoarea minimă c_0 a vitezei apare la mijlocul distanței dintre suprafață și fundul oceanului. Să alegem - pentru comoditate - originea axei Oz, astfel încât $z = 0$ la adâncimea pentru care viteza sunetului este minimă și să luăm $z = z_0$ la suprafață, respectiv $z = -z_0$ la fundul oceanului. Desupra originii $z = 0$, c este dat de: $c = c_0 + b_z$ în timp ce sub $z = 0$, c este: $c = c_0 - b_z$.

În fiecare caz, $b = |dc/dz|$, deci b este modulul gradientului variației vitezei sunetului cu adâncimea. Se presupune că b este o constantă.

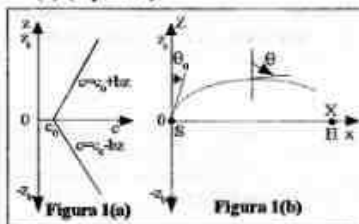
Figura 1 (b) arată o secțiune a planului vertical $z - x$ prin ocean, unde x este direcția orizontală. În toate punctele din secțiunea $z - x$, dependența $c(z)$ a vitezei sunetului este cea din figura 1 (a). O sursă S este fixată în originea $z = 0, x = 0$. O parte din ceea ce emite sursa corespunde unei raze sonore care părăsește sursa sub unghiul inițial θ_0 , după cum se arată în figură. Datorită variației vitezei sunetului cu z , raza va fi refractată, valoarea acestei viteze schimbându-se de-a lungul traiectoriei razei.

(a) (6 puncte)

Arătați că traiectoria inițială a razei care pleacă de la sursa S și este cuprinsă în planul $z - x$ este un arc de cerc de rază R, unde

$$R = \frac{c_0}{b \sin \theta_0} \text{ pentru } 0 \leq \theta_0 < \frac{\pi}{2}$$

(b) (3 puncte)



Deduceți o expresie care să dea - în funcție de z_0, c_0 și d - cel mai mic unghi θ_0 pentru care razele care merg în sus vor fi transmise fără a fi reflectate la suprafața oceanului.

(c) (4 puncte)

Figura 1 (b) arată poziția unui receptor H așezat în poziția $z = 0, x = X$. Deduceți o expresie - în funcție de b, X și c_0 - care să dea seria de valori θ_0 pentru care semnalul sonor emis din S va ajunge la receptorul H. Presupuneți că z_0 și z_0 sunt suficient de mari pentru ca unda sonoră să nu se reflecte pe suprafața sau pe fundul oceanului.

(d) (2 puncte)

Calculați cele mai mici 4 valori ale θ_0 pentru care razele refractate care pornesc de la S și ajung în H, dacă: $X = 10000$ m; $c_0 = 1500$ m/s; $b = 0,02000 \text{ s}^{-1}$.

(e) (5 puncte)

Deduceți o expresie care să dea timpul în care sunetul se propagă de la sursa S la receptorul H în lungul traiectoriei unei corepunzând celei mai mici valori a unghiului θ_0 după cum a fost determinat la punctul (c). Calculați valoarea acestui timp de tranzit de la S la H în condițiile punctului (d). Următoarea expresie poate fi utilă:

$$\int \frac{dx}{\sin x} = \ln \tan \left(\frac{x}{2} \right). \text{ Calculați timpul în care raza directă emisă de la}$$

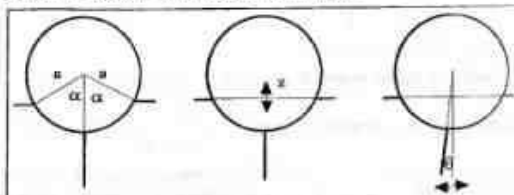
sursa S ajunge la receptorul H în lungul orizontalei $z = 0$. Care dintre cele două raze va ajunge prima, pentru care $\theta_0 = \pi/2$ sau raza corespunzând celei mai mici valori a lui θ_0 calculată la punctul (d)?

Problema 3

Geamandura cilindrică

(a) (3 puncte)

O geamandură conține într-un cilindru pîn (solid), de rază a și lungime l , confecționat dintr-un material ușor de densitate constantă d , având o țigă rigidă sudată în afară, pe partea de jos a cilindrului, în lungul diametrului. Masa țigii este egală cu cea a cilindrului, iar lungimea sa este egală cu diametrul cilindrului, densitatea țigii fiind mai mare decât cea a apei de mare (de densitate ρ). În condiția de echilibru, deduceți o expresie care leagă unghiul de plutire α (vezi figura) de raportul d/ρ . Neglijăți volumul țigii.



(b) (4 puncte)

Dacă datorită unei perturbări, geamandura este coborâtă vertical cu o distanță mică z , geamandura va suferi o forță îndreptată în sus, care o va face să oscileze în sus și în jos, în jurul poziției de echilibru.

de plutire. Determinați frecvența acestui mod vertical de vibrație în funcție de α , g și a , unde g este accelerația gravitațională, considerând că influența mișcării apei asupra dinamicii geamandurii este echivalentă cu creșterea masei efective a geamandurii cu o treime din valoare sa reală. Puteți presupune că unghiul α nu este mic.

(c) (8 puncte)

În aproximația că cilindrul se rotește în jurul axei sale centrale orizontale, determinați frecvența oscilațiilor de pendulare în funcție de g și a . Neglijăți în acest caz dinamica mișcării apei și vâscozitatea acesteia. Unghiul de rotație se presupune mic.

REZOLVĂRILE PROBLEMELOR CELEI DE A XXVI-a OLIMPIADE INTERNAȚIONALE DE FIZICĂ (5 - 12 IULIE 1995, CANBERRA, AUSTRALIA)

A. Probleme teoretice

Problema 1

a) Masa inercială efectivă a fotonului de frecvență f reiese din expresia $mc^2 = hf$, deci $m = hf/c^2$ **(1 punct)**

Deoarece energia de interacțiune gravitațională între două corpuri de masă m , respectiv M , aflate la distanța r este $E_g = -GmM/r$, variația frecvenței fotonului, între pozițiile corespunzând distanțelor $r_i = R$ și $r_f \rightarrow \infty$, va fi dată de legea conservării energiei: $hf_i - hf_f = -Gm_f M / R$.

Deoarece $\Delta f \ll f$ (vezi, enunțul), reiese că $f_i \approx f_f$ și $m_i \approx m_f = hf/c^2$, deci $\frac{f_f - f_i}{f_i} = \frac{\Delta f}{f_i} = -\frac{GM}{Rc^2}$, unde semnul " - " indică deplasarea spre roșu, constând în scăderea frecvenței și creșterea lungimii de undă **(2 puncte)**.

b) Variația frecvenței fotonului, între pozițiile corespunzând distanțelor

$$r_i \text{ și } r_f \text{ este } hf_f - hf_i = -\frac{Gm_f M}{r_i} + \frac{Gm_i M}{r_f} \quad \text{(1 punct)}$$

Deoarece $m_f \approx m_i = hf/c^2$, relația precedentă poate fi scrisă și în

$$\text{forma } hf_f - hf_i = -\frac{GMhf_i}{c^2} \left(\frac{1}{r_i} - \frac{1}{r_f} \right), \text{ echivalentă cu}$$

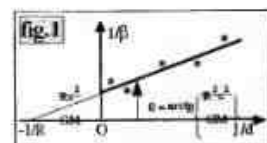
$$\frac{f_f}{f_i} = 1 - \frac{GM}{c^2} \left(\frac{1}{r_i} - \frac{1}{r_f} \right) \quad \text{(2 puncte)}$$

Pentru ca fotonii de frecvență f_i să excite ioni He^+ , aflați în mișcare în camera de test a navei, este necesar ca frecvența observată (în urma efectului Doppler) f_0 să coincidă cu f_i .

$$\frac{f_0}{f_i} = \frac{1 - \beta}{1 + \beta} = 1 - \beta, \text{ deci } \frac{f_f}{f_i} = 1 - \beta$$

$$\beta = \frac{GM}{c^2} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R+d} \right) \quad \text{(3 puncte)}$$

Pentru ca studiul comod al corelației $\beta = f(d)$, este convenabilă transcrierea relației precedente în forma $\frac{1}{\beta} = \frac{Rc^2}{GM} \left(\frac{R}{d} + 1 \right)$ **(2 puncte)**



În continuare, varianta optimă, prevăzută de baremul oficial, constă în reprezentarea corelației liniare

$$\frac{1}{\beta} = F \left(\frac{1}{d} \right) \quad \text{(vezi, figura 1) și}$$

(d) (5 puncte)

Geamandura conține accelerometre sensibile, care pot măsura mișcările verticale și de pendulare și pot transmite aceste informații prin radio la fârm. În apa liniștită s-a înregistrat că perioada oscilației verticale este aproximativ 1 secundă, iar perioada oscilației de pendulare este aproximativ 1,5 secunde. Folcând aceste informații, arătați că unghiul de plutire este de aproape 90° și estimați raza geamandurii și masa sa totală, știind că lungimea l a cilindriului este egală cu a .

[Puteți considera că $\rho \approx 1000 \text{ kgm}^{-3}$ și $g \approx 9,8 \text{ ms}^{-2}$]

Timpu acordat: 5 ore.

Prof. Romulus POP, Prof. Dan IORDACHE

găsirea expresiilor pantei $m = Rc^2/GM$ și tăieturii dreaptă duse printre punctele experimentale cu axa $1/\beta$: $n = 1/\beta$ (pentru $1/d = 0$) = Rc^2/GM , respectiv cu axa $1/d$: $1/d$ (pentru $1/\beta = 0$) = $-1/R$. **(3 puncte)**

Baremul oficial nu prevedea utilizarea obligatorie a metodei "celor mai mici pătrate" (drapete de regresie) pentru evaluarea parametrilor dreptei de regresie. În cazul în care se obțineau valori numerice nu prea depărtate de cele "exacte" (considerate ca fiind, pornind de la valorile numerice

indicate în enunț și trăsând dreapta $\frac{1}{\beta} = F \left(\frac{1}{d} \right)$ "printre puncte"),

$$m = \frac{Rc^2}{GM} \approx 3,2 \cdot 10^{12} \text{ m}, n = \frac{Rc^2}{GM} \approx 2,9 \cdot 10^4,$$

$$\text{de unde } R = \frac{m}{n} \approx 1,104 \cdot 10^8 \text{ m și } M = \frac{Rc^2}{Gn} \approx 5,11 \cdot 10^{30} \text{ kg,}$$

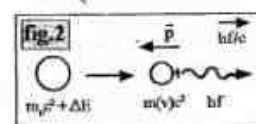
de unde $R = m/n \approx 1,104 \cdot 10^8 \text{ m și } M = Rc^2/Gn \approx 5,11 \cdot 10^{30} \text{ kg, era acordat încă: 1 punct}$

Notă: Dacă erau obținute valori "rezonabile" (nu prea depărtate de cele de mai sus) din valorile $1/\beta$ și $1/d$ pentru două stări cinetice ale navei spațiale, fără a reprezenta și utiliza toate cele cinci perechi de date din enunț, punctajul maxim acordat pentru punctul b al problemei a fost doar de 10 puncte, deci cu două puncte mai puțin decât cel maxim (12 p.), corespunzând variantei optime de rezolvare.

c) (i) Pentru expresiile corecte ale energiei și impulsului fotonului: $E = hf$, $p = hf/c$, precum și pentru introducerea corectă a ΔE : $\Delta E = (m^* - m_0)c^2$ se acordă **1 punct**

În continuare, se acordă încă **1 punct** pentru expresia corectă a relației relativiste energie - impuls: $E = \sqrt{p^2 c^2 + m_0^2 c^4}$.

Scriserea corectă a condițiilor de conservare a impulsului ($p = hf/c$) și energiei ($m_0 c^2 + \Delta E = \sqrt{p^2 c^2 + m_0^2 c^4} + hf$), în procesul de dezexcitare



a atomului (vezi, figura 2), era recompensată cu **1 punct**. Din relațiile de mai sus reiese că $(m_0 c^2 + \Delta E - hf)^2 = (hf)^2 + m_0^2 c^4$ și în final:

$$hf = \Delta E \left[1 - \frac{\Delta E}{2(m_0 c^2 + \Delta E)} \right] \quad \text{(1 punct)}$$

Mențiune: Soluția oficială presupunea, implicit, că $\Delta E \ll m_0 c^2$.

$$\text{indicând rezultatul } hf = \Delta E \left[1 - \frac{E}{2m_0 c^2} \right]$$

(ii) Pornind de la ultima relație de mai sus și expresia frecvenței fotonului emis prin dezexcitare în absența reculului $hf_0 = \Delta E$, se obține

$$\frac{\Delta f}{f_0} = \frac{\Delta E}{2(m_0 c^2 + \Delta E)}$$

În continuare, pornind de la expresia energiei Bohr, poate fi evaluată diferența ΔE , corespunzând tranziției de rezonanță a ionului He^+ :

$$\Delta E = R \cdot Z^2 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right) \approx 40.8 \text{ eV.}$$

Deoarece, conform enunțului, energia de repaus a He este $m_0 c^2 = 3752 \text{ MeV}$, se obține pentru deplasarea relativistă a frecvenței $(\Delta f/f_0)_{\text{rel}}$ corespunzând ionilor He^+ valoarea $\Delta f/f_0 = -5.44 \cdot 10^{-6}$. (1 punct)

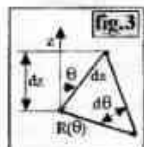
Rezultatele elevilor noștri la această problemă au fost: Lațcu Decelbal și Preda Daniel - 20 puncte (cu sublinierea faptului că rezolvarea lui D. Lațcu foarte clară și utilizând integral (teoretic și numeric) metoda dreptei de regresie, a fost considerată oficial drept cea mai bună din concurs, motiv pentru care i-a fost acordat premiul special pentru problema 1), Ibrănescu Mihai - 18 p, Cristian Cristina și Miron Alexandru - 17 puncte, ceea ce corespunde unei note medii de 9,20.

Problema 2

a) Pornind de la legea Snell(ius) a refracției undelor acustice

$\sin \theta = \sin \theta_0 \cdot \frac{c}{c_0}$ și, ținând seama de dependența specifică a vitezei sunetului de adâncime în ocean ($c = c_0 + b |z|$), se obține

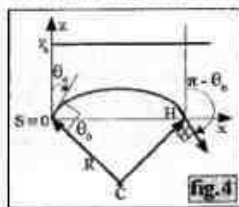
$$\cos \theta \cdot d\theta = \sin \theta_0 \cdot \frac{dc}{c_0} = \frac{b}{c_0} \sin \theta_0 \cdot \text{sign} z \cdot dz$$



Reiese că raza de curbura, corespunzând unui element diferențial al "traectoriei" razei sonore, este (vezi, figura 3)

$$R(\theta) = \frac{|dz|}{d\theta \cos \theta} = \frac{c_0}{b \sin \theta_0}$$

Deoarece valoarea razei de curbura nu depinde de unghiul θ , rezultă că traiectoria razei sonore este un arc de cerc (6 puncte).



b) Pentru ca unda sonoră să nu fie reflectată la suprafața oceanului, este necesar ca (vezi, figura 4)

$$\begin{aligned} z_0 &\geq R(1 - \sin \theta_0) = \\ &= \frac{c_0}{b \sin \theta_0} (1 - \sin \theta_0), \end{aligned}$$

de unde $\sin \theta_0 (bz_0 + c_0) \geq c_0$ și

(3 puncte)

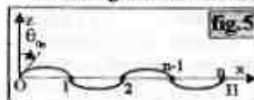
$$\theta_{0,\min} = \arcsin \frac{c_0}{bz_0 + c_0}$$

c) Dacă unda sonoră ajunge la receptorul H, după parcurgerea unui singur arc de rază de curbura R (figura 4), valoarea corespunzătoare θ_{01}

a unghiului θ_0 reiese din condiția $X = 2R \cos \theta_{01} = \frac{2c_0}{b} \cdot \text{ctg} \theta_{01}$, de unde

$$\theta_{01} = \text{arctg} \left(\frac{bX}{2c_0} \right) = \text{arctg} \left(\frac{2c_0}{bX} \right)$$

În cazul general în care unda sonoră ajunge la receptor după



parcurgerea a "n" arce circulare de curburi egale alternativ cu $-1/R$ și $1/R$ (vezi, figura 5), unghiul inițial θ_0 va satisface condiția

$$X = n \cdot 2R \cos \theta_{0n} = \frac{2nc_0}{b} \cdot \text{ctg} \theta_{0n}, \text{ deci}$$

$$\theta_{0n} = \text{arctg} \left(\frac{bX}{2nc_0} \right) = \text{arctg} \left(\frac{2nc_0}{bX} \right)$$

Pentru această parte se acordau

4 puncte

d) Deoarece θ_{0n} crește monoton cu n, introducând valorile numerice ale lui X, c_0 și b indicate în enunț, se obțin următoarele valori numerice ale celor mai mici 4 unghiuri de emisie, satisfăcând condiției cerute:

$\theta_{01} \approx 86,19^\circ \approx 86^\circ 11'$, $\theta_{02} \approx 88,09^\circ$, $\theta_{03} \approx 88,73^\circ$ și $\theta_{04} \approx 89,04^\circ$ (2 puncte)

e) Conform celor de mai sus, cea mai mică valoare a θ_0 este θ_{01} , corespunzând cazului n = 1 (figura 4). În această situație, obținem

$$\begin{aligned} t_{SH} &= \int_S^H \frac{ds}{c} = \int_{\theta_{01}}^{\pi-\theta_{01}} \frac{R d\theta}{c} = \frac{1}{b} \int_{\theta_{01}}^{\pi-\theta_{01}} \frac{d\theta}{\sin \theta} = \\ &= \frac{1}{b} \left[\ln \text{tg} \left(\frac{\theta}{2} \right) \right]_{\theta_{01}}^{\pi-\theta_{01}} = -\frac{2}{b} \ln \text{tg} \frac{\theta_{01}}{2} \end{aligned}$$

Efectuând calculele numerice, se obține:

$$t_{SH} = \frac{2}{0,02s^{-1}} \ln \text{tg} \frac{86,19^\circ}{2} \approx 6,6546 \text{ s, respectiv pentru durata}$$

t_a a propagării în lungul orizontalei, $t_h = X/c_0 \approx 6,6666 \text{ s}$.

Pentru rezolvarea corectă a ultimei părți (e) a problemei erau acordate

5 puncte

Notă: Deoarece $\text{ctg} \theta_{01} \ll 1$, avem

$$\text{tg} \frac{\theta_{01}}{2} = \sqrt{\text{ctg}^2 \theta_{01} - 1} \approx \text{ctg} \theta_{01} \approx 1 - \text{ctg}^2 \theta_{01} \approx \frac{\text{ctg}^2 \theta_{01}}{2} \text{ și obținându-}$$

$$\text{se relația } t_{SH} = \frac{2}{b} \ln \left(\frac{\theta_{01}}{2} \right) = \frac{2}{b} \left[\frac{bX}{2c_0} + \frac{b^3 X^3}{16c_0^3} \right] =$$

$$= \frac{X}{c_0} + \frac{bX^3}{2c_0^3} = t_h + \frac{b^2}{8} t_h^3, \text{ relația care arată că (în condițiile în care}$$

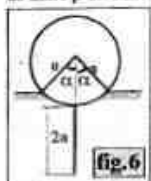
$bX \ll 1$) durata t_{SH} pe arcul circular este ceva mai mică decât durata t_a a propagării pe orizontală.

Rezultatele obținute de elevii noștri la această problemă au fost: Mihai Ibrănescu 18 p, Cristian Cristina 17 p, Lațcu Decelbal 14 p, Daniel Preda 8 p și Alexandru Miron 7 p, cu o notă medie (cea mai mică corespunzând unei probleme teoretice) de 6,40.

Problema 3

a) Deoarece masa tijei este egală cu masa M a cilindrului, masa totală a geamandurii este egală cu $2M = 2\pi r_0^2 \rho$. Pentru ca geamandura să plutească, este necesar ca greutatea sa totală să fie mai mică decât forța Arhimede, corespunzând afundării întregului cilindru: $2Mg <$

$= 2\pi a^2 d g < \pi a^2 \rho g$, deci ca între densitatea cilindrilor (d) și cea a apei de mare ρ să existe inegalitatea $d < \rho/2$. (1 punct)



Din figura 6, se constată că volumul V al apei dislocuite se poate exprima în funcție de unghiul de plutire α ($< \pi$) în baza relației

$$V = la^2[\alpha - \sin \alpha \cos \alpha]. \quad (1 \text{ punct})$$

La echilibru, greutatea totală a geamandurii este egală cu forța Arhimede, acționând asupra sa, deci $2Mg = 2\pi a^2 d g = V \rho g = la^2[\alpha - \sin \alpha \cos \alpha] \rho g$, obținând următoarea relație de legătură între unghiul de plutire α și raportul d/ρ : $\alpha - \sin \alpha \cos \alpha = 2\pi d/\rho$. (1 punct)

b) În cazul în care echilibrul geamandurii este deplasat vertical cu distanța z față de poziția de echilibru, asupra acesteia va acționa (în sens opus deplasării) variația corespunzătoare a forței Arhimede, având (pentru $z \ll a$) expresia $F_A = 2a \sin \alpha z \rho g$, ceea ce va determina o mișcare oscilatorie a geamandurii. (1 punct)

Ținând seama că, în conformitate cu enunțul problemei, influența mișcării apei asupra dinamicii geamandurii este echivalentă cu creșterea masei efective a acesteia cu o treime din valoarea sa, ecuația micilor oscilații verticale ale

geamandurii este $2 \left(M + \frac{M}{3} \right) \ddot{z} = -2a \sin \alpha \cdot z \cdot \rho g$, de unde

$$\ddot{z} + \frac{3\rho g \sin \alpha}{4\pi da} z = 0. \quad (1 \text{ punct})$$

Soluția acestei ecuații este de forma $z = A \sin(\omega t)$. (1 punct) cu următoarea expresie a pulsației micilor oscilații verticale ale geamandurii:

$$\omega_z = \sqrt{\frac{3\rho g \sin \alpha}{4\pi da}} = \sqrt{\frac{3g \sin \alpha}{2a(\alpha - \sin \alpha \cos \alpha)}}. \quad (1 \text{ punct})$$

c) În cazul în care geamandura este rotită, prin pendulare, (vezi, figura 7), greutatea sa este echilibrată de forța Arhimede, deci volumul apei dislocuite este același ca și în starea de echilibru.



Rezultă că centrul de presiune rămâne la aceeași distanță de centrul cilindric, deci arcul de presiune (plutire) este centrat la mijlocul cilindric. Reiese că metacentrul M al mișcării de pendulare coincide cu centrul cilindricului.

Deoarece masele tijei și cilindricului sunt egale, centrul de greutate G al geamandurii se află în punctul de tangență al tijei cu cilindricul. (1 punct)

Momentul de inerție al cilindricului omogen (de masă M) în jurul axei

sale este $I_0 = \int_0^a r^2 dm = \int_0^a r^2 \cdot 2\pi r dr / a = \frac{Ma^2}{2}$, unde dm este masa

coroanei cuprinse între cilindricii coaxiali (în jurul axei trecând metacentrul M) de raze r , respectiv $r + dr$. (2 puncte)

Momentul de inerție al tijei în jurul centrului său poate fi calculat pornind de la cel al unui element de tijă, cuprins între distanțele x și $x + dx$ de centrul de greutate G , având masa $dm' = M dx/2a$:

$$I_{cg} = \int_{-a}^a (M \cdot dx / 2a) \cdot x^2 = Ma^2 / 3. \quad (1 \text{ punct})$$

În conformitate cu teorema lui Steiner, momentul total de inerție al

geamandurii față de metacentrul M este

$$I_{gM} = \frac{Ma^2}{2} + \left[\frac{Ma^2}{3} + M(2a)^2 \right] = \frac{29Ma^2}{6}. \quad (2 \text{ puncte})$$

În cazul în care geamandura este rotită cu unghiul (mic) θ față de poziția sa de echilibru, momentul greutății sale față de metacentru este $2Mga \sin \theta \approx 2Mga\theta$, deci ecuația diferențială a pendulării geamandurii în jurul poziției de echilibru este $I_{gM} \ddot{\theta} = -2Mga \cdot \theta$. (1 punct)

Reiese că frecvența oscilațiilor de pendulare a geamandurii este

$$\omega_\theta = \sqrt{\frac{2Mga}{I_{gM}}} = \sqrt{\frac{12g}{29a}}. \quad (1 \text{ punct})$$

d) Pornind de la valorile indicate în enunț pentru perioadele de pendulare în jurul verticalei, respectiv de oscilație pe verticală, se obține

$$\text{relația } \frac{3g \sin \alpha}{2a(\alpha - \sin \alpha \cos \alpha)} \cdot \frac{29a}{12g} = \frac{\omega_z^2}{\omega_\theta^2} = \frac{T_\theta^2}{T_z^2} = 2,25, \quad (1 \text{ punct})$$

care conduce la ecuația transcendentă $\alpha - \sin \alpha \cos \alpha \approx 1,61 \sin \alpha$. (1 punct)

Deoarece valoarea $\alpha = \pi/2$ este apropiată de coeficientul 1,61, această valoare constituie o soluție aproximativă a ecuației transcendente, ceea ce trebuia demonstrat. (1 punct)

Înlocuind valoarea $\alpha = \pi/2$ în expresia finală (punctul a) a raportului d/ρ , respectiv în expresia de mai sus a pulsației oscilațiilor verticale, se

obține: $\frac{d}{\rho} = \frac{1}{4}$ și, respectiv $\omega_z = \sqrt{\frac{3g}{4\pi da}} = \sqrt{\frac{3g}{\pi a}}$,

$$\text{de unde } a = \frac{3g}{\pi \omega_z^2} = \frac{3g T_z^2}{4\pi^3},$$

Introducând valoarea $T_z = 1$ s, indicată în enunț, se găsește:

$$a \approx 0,237 \text{ m}. \quad (1 \text{ punct})$$

Ținând seama că lungimea cilindricului geamandurii este egală cu raza sa ($l = a$), se obține și masa totală a geamandurii $2M = 2\pi a^2 d = \pi a^2 \rho/2 \approx 20,9 \text{ kg}$. (1 punct)

Rezultatele elevilor noștri la această problemă au fost: Lațcu Decebal 19 p, Cristian Cristina, Ibănescu Mihai și Preda Daniel 17 p, Miron Alexandru 15 p, nota 8,50.

Punctajele totale obținute la cele 3 probleme teoretice de elevii noștri au fost: Lațcu Decebal și Ibănescu Mihai - 53 puncte, Cristian Cristina - 51 p, Preda Daniel - 45 p și Miron Alexandru - 39 p, cu un punctaj total de 241 p, corespunzând notei medii 8,03. Deoarece media punctajelor primilor 3 clasai, după proba teoretică, a fost 59,33 p (primul fiind un elev vietnamez cu 60 p!), reiese că, după proba teoretică, Lațcu Decebal și Ibănescu Mihai au avut medaliile de aur!

Într-un clasament neoficial al Țărilor participante, după numărul total al punctelor acumulat la cele 3 probleme teoretice, echipa noastră ocupa locul 6: 1. China 289 p, 2. USA 265 p, 3. Iran 260 p, 4. Germania 258 p, 5. Vietnam 252 p, 6. România 241 p, 7. Rusia 231 p, 8. Marea Britanie 227 p, 9. Coreea 225 p, 10. Turcia 224 p, 11. Ungaria 215 p, 12. Ucraina 210 p, 13. Australia 207 p etc.

Seminar de fizică școlară

În perioada 2 - septembrie a avut loc, la Iași, seminarul de fizică școlară intitulat "Curriculum de fizică școlară: Comparații și observații plecând de la abordarea austriacă, organizat de Grupul de Inițiativă pentru Învățământul Fizicii (G.I.I.F.) și sprijinit de "Kultur Kontakt" din Austria, reprezentat prin prof. Manfred Taglin.

Lucrurile prezentate au permis o privire generală asupra sistemului de învățământ austriac și, în special, asupra curriculumului de fizică din

Austria, ca punct de plecare pentru analiza comparată a problemelor actuale în didactica fizicii românești, în vederea unei ameliorări legate de necesitățile reale ale domeniului.

Discuțiile au relevat faptul că este necesară o bună informare în legătură cu practica europeană.

Cei interesați, dar și posesorii de informații, privind programele și manualele de fizică utilizate în diferite țări, ne pot contacta prin intermediul revistei "EVRIKA".

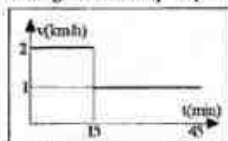
OLIMPIADE ȘCOLARE

INSPECTORATUL ȘCOLAR JUDEȚEAN ARAD, ETAPA JUDEȚEANĂ

CLASA a VII-a

Clasa a IX-a

1. Să se determine forța necesară pentru a menține în echilibru un corp cu greutatea de 1000 N, folosind următoarele mecanisme simple: a) un scripete fix; b) un scripete mobil; c) un scripete compus; d) o pârghie cu lungimea de 2 m și brațul forței rezistente de 40 cm.



2. Figura alăturată reprezintă graficul vitezei unui mobil. a) Care este deplasarea mobilului în prima etapă? Dar în a doua? b) Care este viteza medie pe toată durata deplasării? c) Să se reprezinte grafic deplasarea în funcție de timp.

3. O bilă cu masa de 1 kg este suspendată de același suport ca în figura 1, apoi ca în figura 2. a) Ce greutate are bila? b) În ce caz este mai întins resortul? De ce? c) Știind că, în cazul al doilea bila apasă peretele cu o forță egală cu 1/3 din greutatea ei, să se reprezinte forțele ce acționează asupra bilei și să se calculeze modulul fiecăreia (se neglijează frecarea cu peretele).

4. Un corp cu masa de 10 kg este ridicat pe un plan înclinat cu lungimea de 10 m și înălțimea de 5 m. Randamentul planului este de 80%. a) Determinați lucrul mecanic util, lucrul mecanic consumat și forța de frecare dintre corp și plan; b) Dacă corpul este menținut în repaus pe plan cu ajutorul unui resort de constantă elastică de 125 N/m, care este deformarea minimă și maximă a resortului? c) Presupunând corpul în repaus pe plan în cazul deformării minime, la un moment dat, resortul începe să fie tras în sus pe plan cu viteza constantă de 0,5 m/s. După cât timp se pune corpul în mișcare?

Prof. Ștefan Chiu

Clasa a VIII-a

1. A. Căldura, eliberată de un kg de benzină prin ardere completă, este suficientă pentru a încălzi cu 1°C cantitatea de un kg de benzină? ($c = 2140 \text{ J/kg}$, $q = 46 \cdot 10^3 \text{ kJ/kg}$).

B. Comparați mișcarea electronilor printr-un circuit electric cu mișcarea copilor pe un topan.

2. O rezistență de nichelină, cu $S = 2 \text{ mm}^2$, alimentată la o rețea de 220 V, încălzește până la fierbere o jumătate de litru de apă, aflată inițial la temperatura de 20°C, în timp de 10 minute. Știind că pierderile de căldură reprezintă 20 % să se calculeze: a) intensitatea curentului electric ce trece prin rezistență; b) lungimea rezistenței de nichelină; c) puterea dezvoltată; d) energia consumată în acest timp. Se dau: $d = 1000 \text{ kg/m}^3$, $c = 4180 \text{ J/kgK}$.

3. Un galvanometru, cu rezistența de 50 Ω , poate măsura intensități până la 0,01 A. Să se determine: a) rezistența șuntului pentru a transforma galvanometrul în ampermetru, care să poată măsura cureni până la 10 A; b) rezistența aditională pentru a transforma galvanometrul în voltmetru, care să poată măsura tensiuni până la 100 V.

4. În circuitul din figură, generatorul are t.e.m. 2V și $R = 1\Omega$. a) Care este tensiunea la bornele sursei pentru care puterea debitată în circuitul exterior este maximă? b) Calculați randamentul circuitului pentru puterea maximă debitată; c) Scrieți expresiile puterilor și calculați valorile lui R în situația în care puterea dezvoltată în circuitul exterior devine jumătate din cea maximă și $r = 0,7\Omega$, $E = 2V$.

Prof. Ioan Stan, Prof. Alexandru Ștefan

1. Un obiect perpendicular pe axa optică principală a unei lentile convergente, cu distanța focală de 20 cm, are imaginea reală la 50 cm de lentilă. Dacă înălțimea obiectului este de 2 cm, trasați mersul razelor de lumină, găsiți relația dintre mărimile obiectului și mărimile imaginii și calculați înălțimea imaginii.

2. A. Să se calculeze viteza medie a unui automobil care parcurge distanța AB în două moduri: a) jumătatea timpului t, necesar parcurgerii distanței AB, automobilul se deplasează cu viteza $v_1 = 80 \text{ km/h}$, iar cealaltă jumătate a timpului t cu viteza $v_2 = 40 \text{ km/h}$; b) jumătatea distanței AB este parcursă de automobil cu viteza v_1 , iar cealaltă jumătate a distanței AB cu viteza v_2 .

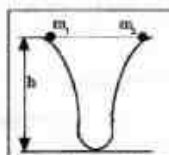
B. Dintr-un robinet picură apă cu cadența de 120 picături pe minut. La ce distanță se va găsi picătura a doua de prima, după ce prima picătură a parcurs 20 m.

3. Roțile unui tramvai au raza $r = 0,2 \text{ m}$. Tramvaiul descrie o curbă cu raza medie $R = 60 \text{ m}$, distanța dintre șine fiind $d = 1,2 \text{ m}$. Viteza tramvaiului având valoarea constantă $v = 54 \text{ km/h}$. Determinați: a) valoarea vitezei unghiulare a roților tramvaiului; b) valorile vitezei liniare și a vitezei unghiulare a roților tramvaiului; c) intervalul de timp în care roata exterioară curbei execută cu o rotație mai mult decât roata interioară.

4. Un corp, cu masa de 1 kg, aflat inițial în repaus pe o suprafață plană, orizontală, este supus acțiunii unei forțe de tracțiune paralele cu planul, care își păstrează direcția și a cărei modul se modifică în timp conform graficului de mai jos. Dacă coeficientul de frecare dintre corp și plan este $\mu = 0,1$, să se reprezinte grafic în intervalul de timp 0 - 8 s, forța de frecare, forța rezultantă și viteza corpului.

Prof. Ioan Stan

Clasa a X-a



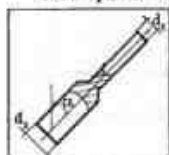
1. Două corpuri de mase $m_1 = 100 \text{ g}$ și $m_2 = 200 \text{ g}$, situate la aceeași înălțime $h = 90 \text{ cm}$, alunecă la un moment dat, simultan, pe profilul din figură și se ciocnesc plastic. La ce înălțime se va ridica ulterior sistemul?

2. Un termometru medical cu mercur este format dintr-un bulon de sticlă și un capilar cu 45 de diviziuni. Știind că volumul inițial al capilarului între diviziunea 0 și 45 este $v_0 = 1,35 \text{ mm}^3$, să se afle volumul v_0 al bulonului la 0°C, considerat plin cu mercur la această temperatură. Se dau: $\gamma_{\text{mercur}} = 2,7 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$, $\gamma_{\text{sticlă}} = 0,18 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$.

3. A. Crește energia internă a aerului dintr-o încăpere, dacă se încălzește caloriferul? Motivați răspunsul.

B. Să se calculeze randamentul ciclului Carnot, cunoașterea temperaturii sursei calde $t_1 = 127^\circ\text{C}$ și lucrul mecanic la destinderea adiutică pentru un mol de gaz diatomic $L_{\text{ad}} = 2,49 \text{ kJ/mol}$.

4. Un capilar este compus din două tuburi subțiri de sticlă cu diametrele interioare d_1 și d_2 , ca în figura alăturată. În el s-a introdus o cantitate de apă M. Când capilarul este orizontal, toată apa trece în tubul mai subțire, iar când este așezat vertical, toată apa trece în tubul mai gros. Să se determine intervalul în care poate varia α , astfel încât o parte din lichid să se



repartizeze în capilarul mai gros și o parte în cel subțire. Se cunosc σ și ρ .lichidul udă perfect peretele tubului.

Prof. Ioan Stan, Prof. Csaba Mayor

Clasa a XI-a

A. Alege variantele corecte!

1. Dacă un generator electric (E , r) disipă aceeași putere pe doi rezistori cu rezistențele R_1 și R_2 , atunci avem: a) $r = R_1/R_2$; b) $r = R_2/R_1$; c) $R_1 = \sqrt{R_2}$; d) $r = \sqrt{R_1 R_2}$; e) $r = R_2 \sqrt{R_1}$.

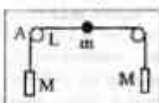
2. Dacă un generator (E , r) disipă în circuitul exterior o putere maximă, atunci rezistența circuitului exterior este: a) $R = r$; b) $R = r/2$; c) $r \rightarrow 0$; d) $R \rightarrow \infty$; e) nici o variantă.

3. În condițiile problemei precedente, randamentul circuitului este: a) 100 %; b) 50 %; c) 25 %; d) cel mult 10 %; e) $\eta \rightarrow \infty$.

4. Traectoria unui purtător de sarcină, în câmp magnetic uniform, poate fi: a) o dreaptă; b) un cerc; c) o elice; d) o parabolă; e) o hiperbolă.

5. Inducția electromagnetică presupune: a) transformarea energiei magnetice în energie electrică; b) transformarea energiei mecanice în energie electrică prin mijlocirea câmpului magnetic; c) transformarea energiei electrice în energie mecanică; d) transformarea energiei mecanice în energie magnetică; e) nici o variantă.

B. Un punct material, cu masa $m = 1$ g, oscilează după legea $y = 4(\sin 20t - 3\cos 20t)$ cm. Calculați: a) amplitudinea și faza mișcării; b) viteza maximă și momentul în care se realizează; c) momentul la care energia cinetică este egală cu energia potențială, calculat față de momentul în care a început mișcarea.



C. Mărgasa de masă m este prinsă la mijlocul firului AB, de lungime L , ca în figură, demonstrând că mișcă oscilând pe direcția verticală, efectuată de înfrgea, sunt armonice și calculați perioada lor. Se dau: M , L , m și se neglijează masa firului.

D. Pe dreapta ce unește pozițiile murelor sonore S_1 și S_2 se deplasează un observator. Când el se deplasează spre S_1 , raportul este 3/2.



Considerând că $n_{S_2} > n_{S_1}$, să se afle raportul frecvențelor sunetelor percepute de observatorul aflat în repaus. Cu ce viteză s-a deplasat observatorul?

E. Pe circuitul din figură, calculați frecvența de rezonanță în funcție de R , L și C .

Alegeți varianta corectă:

2. Teoremele lui Kirchhoff a) nu se pot aplica pentru circuitele de

curent alternativ; b) se pot aplica numai pentru valorile efective ale rulațiilor alternative; c) se pot aplica numai pentru valorile medii; d) se pot aplica numai pentru valorile maxime; e) se pot aplica numai pentru valorile instantanee.

Intrebările următoare sunt de tip cauză-efect, fiind formate din două propoziții legate prin conjuncția "deoarece". Alegeți: a) dacă A și B sunt adevărate și între ele există relația de cauzalitate; b) dacă A și B sunt adevărate, dar între ele nu există relația de cauzalitate; c) dacă A este adevărată și B este falsă; d) dacă A este falsă și B este adevărată; e) dacă ambele sunt false.

3. Condensatorul nu întrerupe circuitul, deoarece la aplicarea t.e.m. alternative electronii liberi străbat dielectricul.

4. La conectarea generatorului electronii liberi din conductoare efectuează oscilații forțate, deoarece valoarea instantanee a curentului alternativ este proporțională cu viteza de oscilație a electronilor în același moment.

5. Un circuit de curent alternativ RLC, derivate la rezonanță, are impedanța maximă, deoarece în aceste condiții tensiunea la bornele bobinei este egală cu tensiunea la bornele condensatorului.

Prof. Aurelia Ilinca

Clasa a XII-a

1. Pe o lentilă biconvexă cu razele de curbă 50 cm și 100 cm cade un fascicul de lumină albă. a) Calculați distanța care separă focarul razelor roșii ($n = 1,51$) de cel al razelor violete ($n = 1,525$). b) Pentru ce poziție a obiectului față de lentilă, distanța dintre obiect și imagine este minimă?

2. Considerăm un electron accelerat sub o diferență de potențial U . Scrieți expresia lungimii de undă asociate (de Broglie) în caz elastic și relativist. Se cunosc: U , m , e , c , h .

3. Între poli unui electromagnet, care produce un câmp magnetic uniform cu inducția $B = 2$ T, se așază o sursă cu filament de Cd. Așază diferența între lungimile de undă ale liniilor spectrale, obținute în urma efectului Zeeman la observarea liniilor spectrale ale Cd cu $\lambda = 6438,5$ Å, ce se obțin la tranziția de pe un nivel energetic cu $l = 1$ pe un nivel cu $l = 0$. Se cunosc: $e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ C, $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg, $h = 6,625 \cdot 10^{-34}$ Js, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s.

4. Între armăturile circulare de rază R ale unui condensator plan, situate la distanța d între ele, se află un mic grăunte metalic, în planul median, la capetele unui diametru. Un foton cade asupra grăuntului, astfel încât fotonul electronul va fi emis cu viteza orientată în lungul diametrului. Ce valoare limită trebuie să aibă lungimea de undă a fotonului pentru ca fotonul să poată pătrunde în condensator? Se cunosc: L , m , e , h , R , d și U .

Prof. Stelian Ionuțiu

ȘCOALA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ - MINIOIMPIADA - NĂVODARI 1995

Clasa a VII-a



1. O tijă metalică este îndoită în unghi drept și suspendată de una din extremități. Care este unghiul α , format de verticală cu jumătatea superioară a tijei? R: $\alpha = \arctg(1/3)$

Prof. R. Ionescu, C. Preșară, I. Toma

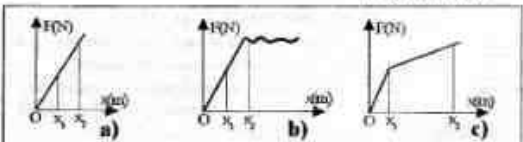


2. Un corp de masă m coboară fără frecare, pe un plan înclinat de înălțime $H = 1$ m. Corpul își continuă mișcarea pe planul orizontal $BC = 2$ m, cu frecare, care are o valoare de 30 % din greutatea corpului, după care urcă pe curba CD , fără frecare. Determinați înălțimea h la care urcă corpul. R: $h = H - 0,3 BC = 0,4$ m.

Prof. Ion Ionel

3. Aveți la dispoziție un fir elastic, dintr-un material necunoscut și celelalte materiale necesare trairii dependenței forței deformație. Credeți că este posibilă obținerea unuia din graficele de mai jos? Justificați.

Prof. Ion Ionel



4. Se dă un cadru izolat de forma unui pătrat ABCD cu latura $2a$. În vârfurile pătratului se află câte o sarcină punctiformă $+q$, iar în interior o altă sarcină punctiformă $+q$, situată astfel încât să facă în punctul E,

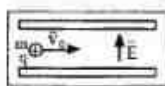
unde se află, cu D și C, unghiurile $\angle CDE = \angle ECD = 15^\circ$. Determinați
sepa care acționează asupra sarcinii din E.

Prof. Ion Ionel

Clasa a VIII-a

1. De o parte și de alta a unei lentile, cu distanța focală $f = 5$ cm, pe
axa ei optică, se deplasează unul spre celălalt doi licurici. Vitezele lor sunt
constante: $v_1 = v_2 = v = 2$ cm/s. După cât timp primul licurici se va întâlni
cu imaginea celui de-al doilea, dacă la momentul inițial se găsesc la
distanțele $l_1 = 20$ cm, respectiv $l_2 = 15$ cm față de lentilă?

2. O sferă mică, conductoare, de masă m , încărcată cu sarcina pozitivă
 q , pătrunde cu viteza $\vec{v}_0$ la mijlocul distanței dintre
două plăci conductoare, orizontale, de dimensiuni
mari, electrizate uniform cu sarcini egale și de
semn contrar. Distanța dintre plăci este d , iar



câmpul electric uniform creat de acestea are intensitatea $\vec{E}$, orientată ca
în figură. a) Să se calculeze viteza cu care sfera atinge placa conductoare;
b) Considerând că, imediat după atingerea plăcii, viteza sferei măla, ce se
va întâmpla apoi cu ea? Poate continua mișcarea sferei la nesfârșit?
Justificați.

Prof. Ion Rață

3. Dispozitivul de măsurare a temperaturii în rachetele meteorologice
este format dintr-un fir de rezistență mică, alimentat de la o sursă de
tensiune electromotoare cu E și r cunoscute. Curentul de aer răcoște
firul, pierderile de energie fiind compensate de către sursă, în așa fel încât
tensiunea pe fir este constantă. Variația curentului este pusă în evidență
de un ampermetru cu R_A cunoscută. a) Calculați lungimea firului de
nichelină utilizat (p. S cunoscute) pentru ca dispozitivul să funcționeze în
condiții optime (puterea disipată pe fir, în regim staționar al curentului de
aer, să fie maximă); b) Cunoscând masa firului m , căldura specifică a
nichelinei c și timpul de reacție τ , necesar pentru a produce o variație ΔI
de curent, să se calculeze sensibilitatea ΔT a aparatului.

Fiz. dr. Sandu Golcea

Clasa a IX-a

1. Presupunând Pământul de formă sferică, de rază R și omogen, având
densitatea ρ , să se exprime accelerația gravitațională la distanța $r \in (0, \infty)$
de centrul Planetei și la latitudinea $\varphi \in [0, \pi/2]$. Se neglijează influența altor
corpuri cerești și se cunoaște constanta atracției universale k .

Prof. N. Merges

2. Un câine este legat cu un lanț care are la capătul opus un inel care
aluneacă pe o urmă orizontală. Poate avea inelul o viteză mai mare decât
a câinelui? (Lanțul rămâne tot timpul întins).

Prof. Constantin Corega

3. Un proiectil este lansat de la sol cu viteza $v_0 = 100$ m/s și, la
înălțimea maximă, explodează în particule identice de masă $m = 10$ g, în
plan orizontal, căldura de explozie fiind $Q = 314$ kJ, astfel încât una din
particule ajunge exact în punctul de lansare. Să se afle distanța dintre
particulele vecine pe sol, știind că acestea acoperă o suprafață maximă.

Prof. Ion Bărcaru

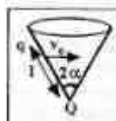
4. O tijă, de lungime l și masă m_1 , este suspendată vertical de una din
extremitățile sale. O buclă de plastilină, de masă m_2 și viteză v , ciocnește
plastic orizontal tijă la mijlocul ei. Care este unghiul maxim de deviație

$$\text{față de verticală al sistemului? } R: \cos \alpha = 1 - \frac{3m_2^2 v^2}{(4m_1 + 3m_2)(m_1 + m_2)gl}$$

Prof. R. Ionescu, C. Presură, I. Toma

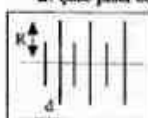
Clasa a X-a

1. Pe suprafața interioară a unui con, de deschidere 2α la distanța l
de vârf, este lansat orizontal, cu viteza v_0 , un corp mic
având masa m și sarcina q pozitivă. În vârful conului
este fixat un alt corp mic cu sarcina pozitivă Q . Studiați
calitativ mișcarea corpului pe con în funcție de α . Se
neglijează pierderile de energie și de sarcină. Se cunosc:
 $2\alpha = 90^\circ$; $Q = 1 \mu\text{C}$; $q = 10 \text{ nC}$; $g = 10 \text{ m/s}^2$.



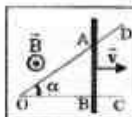
Prof. Gabriel Ene

2. Șase plăci conductoare circulare, cu razele R și $2R$, sunt așezate
paralel la distanțe d ($d < R$). Conectăm plăcile, astfel
încât capacitățile sistemului să fie maximă. Care
este valoarea acestei capacități? Cum se distribuie
sarcinile pe plăci? $R: C = \frac{3\pi\epsilon_0 R^2}{2d}$



Prof. Jozsef Ravasz

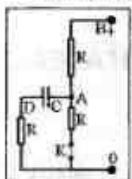
3. O bară metalică AB , a cărei rezistență pe unitatea de lungime este
 R_0 , se mișcă cu viteză constantă v , perpendiculară
pe AB în lungul a doi conductori ideali OC și OD ce
fac între ei unghiul α . Lungimea lui OC este l , iar
 $AB \perp OC$. Întreg sistemul se află într-un câmp
magnetic uniform de inducție B , perpendicular pe
suprafața sistemului. Calculați căldura degajată în



$$\text{timpul mișcării tijei din punctul O în C. } R: Q = \frac{B^2 l^2 v t g \alpha}{2\rho}$$

Prof. R. Ionescu, C. Presură, I. Toma

4. În circuitul dat, tensiunea aplicată timp îndelungat între punctul B
și Pământ (punctul O) este de 200 V, rezistențele au
valorile $1 \text{ M}\Omega$, iar condensatorul are capacitatea de $1 \mu\text{F}$. La un moment dat, întrerupătorul K se deschide.
Cum variază în timp potențialul punctelor A și D, după
deschiderea întrerupătorului? R : Se rezolvă ecuația



$$\text{diferențială } 2R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = V_0.$$

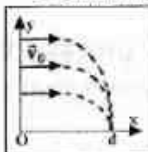
Prof. Jozsef Ravasz

Clasa a XI-a

1. A. Pe un disc omogen (masa M și raza R) orizontal, ce se poate
roți în jurul unei axe verticale ce trece prin centrul său, se deplasează un
gîndac, de masă m , care descrie un cerc concentric cu discul, de rază r .
Știind că viteza unghiulară relativă a gîndacului este ω și că la momentul
 $t_0 = 0$ tot sistemul este în repaus, determinați: a) momentul de inerție al
discului în raport cu axa dată; b) deplasarea unghiulară absolută a gîndacului
în timpul în care face un tur complet pe disc.

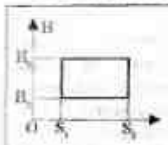
Prof. Stelian Ursu

B. Un fascicul paralel de particule, avînd viteza v_0 și masa m , intră
între-un câmp de forțe elastice $F = -ky$ (vezi figura).
Se cere: a) să se arate că toate particulele ating
simultan axa Ox în același punct și să se determine
distanța acestuia de la originea sistemului de
coordonațe; b) presupunînd că peste câmpul elastic
se suprapune și câmpul gravitațional, să se deducă
relația dintre înălțimile de lansare și masele
particulelor, pentru ca toate particulele să cadă în punctul de abscisă d de
pe axa Ox .



Prof. Ion Toma, Rodica Ionescu, Cristina Presură

2. A. Se consideră un proces ciclic reversibil parcurs de un mol de



heliu. Valorile extreme ale entropiei heliului, atinse în cursul procesului, sunt S_1 și S_2 , astfel încât $S_2 - S_1 = 8,31 \text{ J/K}$, reprezentarea grafică a acestui proces în diagrama $H (= U + pV = \text{entalpia termodinamică})$ S fiind interioară dreptunghiului din figură în care $H_1 = 8310 \text{ J}$, iar $H_2 = 4155 \text{ J}$. Se cere: a) să se determine ciclul reversibil care nu depășește dreptunghiul din figură, pentru care randamentul motorului termic corespunzător este maxim; b) valoarea maximă a randamentului respectivului motor; c) căldura primită de molul de heliu într-un ciclu pentru care randamentul este maxim; d) eficiența frigiderului cu compresor, funcționând după ciclul de randament maxim, parcurs, însă, în sens opus. Se dă: $R = 8,31 \text{ J/mol.K}$



Prof. univ. Dan Iordache

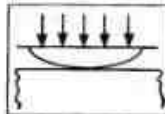
B. Un traductor seismic constă dintr-un magnet permanent, care poate oscila în interiorul unei bobine reale. Demonstrați că aparatul de măsură, care trebuie conectat la bornele A, B ale bobinei, este, în mod obligatoriu, unul de tip ampermetric și nu unul de tip voltmetric.

Fiz. dr. Sandu Golcea

3. A. Vârful unui con, având unghiul la vârf 2α , este privit printr-o lentilă cu distanța focală f , neșază astfel încât axele de simetrie ale lentilei și, respectiv, conului, să coincidă. Deduceți expresia valorii unghiului la vârf al conului, observat prin lentilă.

Prof. Ion Toma, Rodica Ionescu, Cristina Presură

B. Fie dispozitivul din figură, alcătuit dintr-un suport mărginit la partea superioară printr-o suprafață plană pe care se reazemă o lentilă plan convexă, cu fața convexă în contact cu suportul. Fie un fascicul de lumină monocromatică, cu cade perpendicular pe fața plană a lentilei. Frazele



localizate pe fața plană a perei de aer formate între lentilă și suport sunt însele concentrice. Știind că raza primului inel este p_1 , să se determine raza inelului de ordinul k . Cum se modifică relația obținută, în cazul în care fasciculul de lumină monocromatică este incident pe suprafața plană a lentilei sub unghiul α .

Prof. Stelian Ursu

4. Pornind de la relațiile de nedeterminare ale lui Heisenberg, să se evalueze: a) energia unui electron "închis" într-un domeniu spațial de dimensiunile unui nucleu atomic ($d \sim 10^{-12} \text{ m}$), știind că energiile particulelor β , emise de nucleele radioactive, sunt de ordinul MeV, să se constate dacă electronii pot exista în interiorul nucleelor atomice; b) masa de repaus a mezonilor π care transmit interacțiunile între protonii și neutronii unui nucleu atomic. Se dau: $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

Prof. univ. Dan Iordache

Premianții miniolimpiadei

Clasa a VII-a: Dragușanu Bogdan (Focșani), Stan Cătălina (Galați), Sandu Costinel (Alexandria), Toșan Dan (Iaj), Cremenescu Irina (Ploiești), Ichim Ștefan (Beliu); Clasa a VIII-a: Marinică Bogdan (Ploiești), Tocoman Oana (Oradea), Ravasz Maria Magda (Sf. Gheorghe), Stana Virgil (Tg. Jiu), Moisei Radu (Iaj), Zaharia Mihai (Slobozia); Clasa a IX-a: Georgescu Ionuț (Brașov), Popa Ana Maria (Bărlad), Arsenie Irina (Slobozia), Ionescu Ioan (Bacău), Matei Marin (Bacău), Modroiu Florin Ramona (Tg. Jiu); Clasa a X-a: Bornevici Bogdan (București), Bota Florin (Bacău), Crețoiu Dragomir (Galați), Kleetzer Marius (Iaj), Oancea Cristian (Slatina), Alecu Teodor (Târgoviște); Clasa a XI-a: Ișănescu Mihai (Piatra Neamț), Tanase Nicola Sorin (Slatina), Genes Claudiu (Piatra Neamț), Bozga Kiviu (Ploiești), Burdan Mihai (Timișoara), Mitruț Alexandru (Oradea).



DIN ACTIVITATEA CERCURILOR DE ELEVI

Din lucrările simpozionului "UNIVERS - MATERIE - VIAȚĂ", organizat de cercul de fizică "ISAAC NEWTON" din Baia Mare condus de prof. Viorica CHIOREAN

ANUL COSMIC

Cu câțiva ani în urmă, doi oameni de știință, Sagan și Sklovelski, au avut ideea de a compara vârsta Universului cu durata unui an de zile. Fiecare secundă a anului cosmic corespunde unei durate de 500 ani.

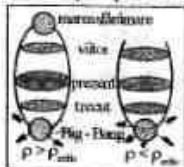
Principalele evenimente care au avut loc pe durata anului cosmic ar fi următoarele:

- după câteva milioane de secunde de la "marșul explozie", are loc nașterea heliului și deuteriului;
- în minutul trei apare radiația cosmică remanentă cu temperatura de aproximativ 3 K care este înregistrată și în prezent;
- timp de mai multe luni de zile în Univers au loc procese furtunoase, când apar stele grupate în galaxii;
- la 2 septembrie, apare nebuloasa gazoasă din care se va forma sistemul nostru solar;
- la 14 septembrie, apare Pământul;
- la 16 decembrie, apar primele semne de viață pe Pământ;
- la 17 decembrie, apar primele animale;
- în noaptea de 24 - 25 decembrie, apar dinozaurii;

UNIVERS, ÎNCOTRO?

Necesitatea cunoașterii Universului a-născut din dorința omului de a găsi răspuns la întrebările fundamentale legate de locul și rolul în Univers. Mijloacele moderne de cercetare a spațiului cosmic îndepărtat au pătruns în Univers până la distanțe de aproximativ 15 miliarde ani lumină. Se crede că Universul a avut naștere în urmă cu aproximativ 15 - 17 miliarde de ani, printr-un proces exploziv numit Big Bang, dintr-o particulă numită HOLON, căreia s-a asociat masa întregului Univers. Marea "pocnet" s-a urmat un proces de expansiune. La început, densitatea Universului ar fi fost infinit de mare, iar distanța dintre galaxii ar fi fost zero. Astăzi, mișcarea de galaxii, pentru care și a noastră, se îndepărtează în spațiul cu

viteze uimic de mare ar fi atins de forțe enorme spre marginile Universului.



Dacă densitatea Universului, în scădere, ar ajunge la o valoare mai mică decât densitatea critică $\rho_{crit} = 10^{-26} \text{ kg/m}^3$, expansiunea ar continua la nesfârșit, iar, dacă densitatea rămâne mai mare decât densitatea critică, expansiunea se va opri și va începe o contracție până să se ajungă la "MAREA SFĂRÂȘ-MARE" - proces invers Big Bang-ului.



OMUL - O FĂRĂMĂ DE STEA

- Ce este Universul? Este un spațiu infinit populat cu galaxii, planete, pulsari, găuri negre, care suferă procese naturale ce se desfășoară pe lungi perioade de timp: se nasc, trăiesc și mor.

- Cum s-a născut Universul? Universul s-a născut din NIMIC! Așa presupun unii oameni de știință.

- Dar viața? Este viața, oare, un accident minor, o erupție cosmică din NIMIC, care s-a potrecut întâmplător, este oare viața o cunoaștere la delicate acordare a valorilor unor constante fundamentale ale naturii? Iată

unele din cele mai tulburătoare semne de întrebare!

- Dar omul? Dacă într-adevăr, Universul este urmarea acelui uriaș Big-Bang al începutului, înseamnă că Pământul, ființele vii, deci și noi - am fost creați din praf de stele. Noi oamenii purtăm în noi frânturi de stele. Să avem grijă de buclă de stele din noi. Să ocrotim, bunul nostru cel mai de preț, VIAȚA și leagănul în care s-a născut - planeta Pământ. Să păstrăm frumusețea și lumina lumii. Omul poate exista pe Pământ, în condiții naturale, timp de multe miliarde de ani.

DOTAREA LABORATORULUI DE FIZICĂ

Dispozitiv electronic pentru punerea în evidență a câmpurilor electrice și magnetice

Elev Lóránt Zambori, Lic. Teoretic Chișineu-Criș, Jud. Arad

Prin diferite procedee, corpurile pot fi aduse într-o stare specială în care interacționează între ele prin forțe numite forțe de interacțiune (forțe de atracție sau de respingere).

Pentru a exprima cantitativ proprietatea pe care o manifestă corpurile încărcate electric, se definește o mărime fizică, numită sarcină electrică.

În jurul oricărui corp, cu sarcină electrică, există o formă fizică de manifestare a materiei, pe care simțurile noastre nu o pot senziza și prin intermediul căreia se realizează interacțiunea cu orice alt corp cu sarcină electrică.

Acastă formă de existență a materiei în jurul corpurilor electrizate, care se manifestă prin acțiuni asupra corpurilor cu sarcina electrică, aflat în repaus, este constant în timp și se numește câmp electrostatic.

Într-un câmp oarecare, câmpul electric poate fi caracterizat printr-o mărime vectorială E egală cu raportul dintre forța F cu care acționează câmpul asupra unui corp de probă aflat în acel punct și sarcina q a corpului de probă: $E = F/q$, $[E]_{SI} = N/C$.

În prezența magnetelor și a circuitelor parcurs de curentul electric, materia din jurul acestora primește proprietăți magnetice acționând asupra acului magnetic.

Proprietățile magnetice ale spațiului din jurul magnetelor și ale circuitelor parcurs de curent electric ilustrează o formă de manifestare a materiei din acel spațiu numită câmp magnetic.

Mărimea fizică, ce caracterizează un câmp magnetic din punct de vedere al intensității interacției sale cu un circuit parcurs aflat în acel câmp, se numește inducție magnetică a celui câmp $[B]_{SI} = T$.

După cum se știe, punerea în evidență a unui câmp magnetic se poate face cu un ac magnetic, iar un câmp electrostatic cu un electroscope. Activând în cadrul cercului de fizică încă din clasa a VI-a, am căutat să realizăm mai multe aparate și dispozitive, neexistente în dotarea școlii, dar necesare studiului fizicii. În acest sens voi prezenta construcția și funcționarea unui dispozitiv electronic pentru punerea în evidență a câmpurilor electrice și magnetice conform schemei anexe. Elementele principale ale acestui dispozitiv sunt un tranzistor cu efect de câmp TEC, un amplificator de tip Darlington, echipat cu două tranzistoare de tip BC 171A. Tranzistorul cu efect de câmp se bazează pe controlul curentului electric, ce trece prin dispozitiv cu ajutorul unui câmp electric.

Tranzistorul cu efect de câmp are impedanța mare la intrare, din care cauză poate fi folosit cu mare randament în montajul prezentat, având grila conectată la o mică antenă montată în carcasa de material plastic a aparatului. Semnalul captat de la antenă este transmis amplificatorului prin tranzistorul BF-244. O modalitate foarte interesantă de conectare a două tranzistoare în regim de amplificare este aceea în montajul Darlington. Tranzistoarele folosite trebuie să fie de același tip de structură, în cazul de

ființă de tip BC 171 A sau echivalent. Ele funcționează în montajul prezentat cu emitorul comun, emitorul primului tranzistor fiind conectat direct la buza celui de al doilea. Amplificarea de tensiune este subunitară (apropiată de 1), în schimb aceasta oferă amplificarea maximă posibilă în curent. Montajul Darlington se mai caracterizează prin rezistența deosebit de mare la intrare, ca și printr-o rezistență scăzută la ieșire. Ele se comportă ca un singur tranzistor de aceeași structură cu T_1 și T_2 .

În circuitul acestui amplificator am introdus un instrument de măsură foarte sensibil care indică existența unui câmp electrostatic creat de o baghetă electrizată, o mașină electrostatică etc, putându-le și compara sau prezenta unui câmp magnetic creat de curentul electric ce trece printr-un conductor.

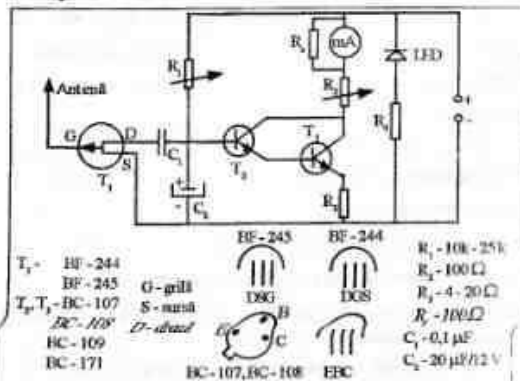
Un plan al cercului de fizică este etalonarea instrumentului în unitățile de măsură corespunzătoare.

Pentru controlul funcționării în circuitul de alimentare am introdus o diodă luminescentă.

Datorită concepției simple, cu piese aflate în orice magazin de specialitate, acest dispozitiv foarte eficient în orele de fizică poate fi ușor construit și manevrat.

Aplicații:

- Punerea în evidență a unui câmp electrostatic sau magnetic
- Măsurarea acestor câmpuri, după etalonare
- Montarea în carcasa de protecție a electricienilor, atunci când aceștia lucrează în apropierea rețelelor de înaltă tensiune, apurată putând semnaliza câmpul electric prin intermediul unei căști montate în locul miliampermetrului.

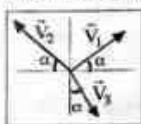


PROBLEME PROPUSE PENTRU LICEU

Clasa a IX-a

1. Să se determine unghiul format de două forțe concurente $F_1 = 60 \text{ N}$ și $F_2 = 80 \text{ N}$, dacă modulul rezultantei lor este de 100 N . **R:** $\alpha = \pi/2 \text{ rad}$.

2. Utilizând expresiile modulelor sumei și diferenței a doi vectori concurenți, să se demonstreze că într-un paralelogram, suma pătratelor laturilor este egală cu suma pătratelor diagonalelor.



3. Se consideră trei vectori coplanari și concurenți (vezi figura) în care $|V_1| = a$ și $|V_2| = b$.

Să se determine modulul vectorului V_3 și unghiul α , astfel încât suma celor trei vectori să fie nulă.

$$\mathbf{R}: |V_3| = \sqrt{b^2 - a^2}; \alpha = \arctg \frac{b-a}{a+b}, b > a.$$

4. Doi vectori concurenți având modulele $|V_1| = a$ și $|V_2| = n|V_1| = na$, $n > 0$, fac între ei unghiul $\alpha = \pi/4 \text{ rad}$ și reprezintă forțe ce acționează asupra unui punct material. Să se determine rezultanta celor doi vectori.

$$\mathbf{R}: |R| = a\sqrt{1+n(n+\sqrt{2})}; \varphi = \arctg \frac{n}{n+\sqrt{2}} \text{ față de direcția vectorului } V_1.$$

5. Doi vectori concurenți, care fac între ei unghiul α , constituie laturile unui paralelogram de arie S . Să se determine valoarea produsului scalar al celor doi vectori. **R:** $P_s = S \operatorname{ctg} \alpha = |P_v| \operatorname{ctg} \alpha$, în care $|P_v|$ este modulul produsului vectorial al vectorilor respectivi.

6. Se consideră doi vectori concurenți. Să se determine intervalul de variație a valorii raportului modulelor celor doi vectori, astfel încât modulul sumei lor să fie egal cu media aritmetică a modulelor vectorilor respectivi. **R:** $x \in [1/3, 3]$, în care prin x s-a notat raportul modulelor celor doi vectori.

7. Să se calculeze valoarea produsului scalar al vectorilor $\vec{a}$ și $\vec{b}$, știind că $\vec{a} = 6$ unități convenționale și $\vec{b} = 4$ unități convenționale, iar unghiul dintre ei este de 140° . **R:** $P_s = -18,385$ unități convenționale.

8. Să se calculeze modulul produsului vectorial a doi vectori $\vec{a}$ și $\vec{b}$, știind că $\vec{a} = 10$ unități convenționale și $\vec{b} = 6$ unități convenționale, iar unghiul dintre ei este de 135° . **R:** $|P_v| = -30\sqrt{2} \approx -42,426$ unități convenționale

9. Doi vectori $\vec{a}$ și $\vec{b}$ având originile situate în originea unui reper ortonormat (sistem de referință xOz cu axe rectangulare), sunt exprimați prin coordonatele vârfurilor lor: $\vec{a} = 3\vec{i} + 4\vec{j}$ și $\vec{b} = 5\vec{i} + 12\vec{j}$, în care $\vec{i}$ și $\vec{j}$ sunt versorii (vectorii unitari) ai axelor Ox și Oy . Să se determine mărimea produsului scalar al celor doi vectori și unghiul dintre aceștia. **R:** $\vec{a} \cdot \vec{b} = 63$ unități convenționale dacă proiecțiile lui $\vec{a}$ și $\vec{b}$ pe Ox și Oy sunt date în unități convenționale, $\alpha \approx 14^\circ 15'$.

10. Să se rezolve aceeași problemă în cazul spațial - raportată la un sistem de referință triortogonal $Oxyz$, în care $\vec{a} = 3\vec{i} + 4\vec{j} + 12\vec{k}$ și $\vec{b} = 5\vec{i} + 12\vec{j} + 3\sqrt{3}\vec{k}$. **R:** $\vec{a} \cdot \vec{b} \approx 125,35$ (u.e.) $\alpha \approx 46^\circ 28' 5''$.

11. Într-un sistem de referință triortogonal $Oxyz$ un vector $\vec{V}$ (x, y, z) are originea situată în originea sistemului. Să se determine modulul

vectorului, unghiurile pe care acesta le face cu axele sistemului de referință și relația dintre funcțiile cosinus ale acestor unghiuri.

$$\mathbf{R}: |\vec{V}| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}; \alpha = \arccos \frac{x}{|\vec{V}|}; \beta = \arccos \frac{y}{|\vec{V}|};$$

$$\gamma = \arccos \frac{z}{|\vec{V}|}; \cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma = 1.$$

12. Într-un reper ortonormat xOy , doi vectori, având originea în originea O , sunt exprimați prin coordonatele lor (unități convenționale): $\vec{V}_1(3, 4)$ și $\vec{V}_2(5, 12)$. Să se determine modulul produsului vectorial al celor

doi vectori și unghiul dintre direcțiile vectorilor respectivi. **R:** $|P_v| = 16$ unități convenționale; $\alpha \approx 14^\circ 15'$.

13. Să se rezolve aceeași problemă în cazul spațial - raportată la un sistem de referință triortogonal $Oxyz$, în care $\vec{V}_1(3, 4, 12)$ și $\vec{V}_2(5, 12, 13)$. **R:** $|P_v| = 95,71$ unități convenționale, $\alpha \approx 23^\circ 36' 27''$.

14. Considerăm în plan reperul Oij , vectorii unitari $\vec{i}$ și $\vec{j}$ nefiind ortogonali. Știind că $\vec{a} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j}$ și $\vec{b} = b_x\vec{i} + b_y\vec{j}$, să se determine produsul scalar al vectorilor $\vec{a}$ și $\vec{b}$ știind că unghiul format de $\vec{i}$ și $\vec{j}$ este de 45° . **R:** $a_x b_x + a_y b_y + \frac{\sqrt{2}}{2}(a_x b_y + b_x a_y)$.

15. Se consideră punctele $A(x_1, y_1)$ și $B(x_2, y_2)$ în reperul ortonormat xOy . Să se determine aria paralelogramului construit pe $\vec{OA}$ și $\vec{OB}$. **R:** $A = x_1 y_2 - y_1 x_2$.

16. Se dau doi vectori $\vec{a}$ și $\vec{b}$, diferiți și nenuli. Să se arate că $a^2 b^2 - (\vec{a} \cdot \vec{b})^2 = (|\vec{a} \times \vec{b}|)^2$ (identitatea lui Lagrange).

17. Să se rezolve ecuația vectorială $\vec{v} \times \vec{a} = \vec{v} \times \vec{b}$, în care $\vec{a}$ și $\vec{b}$ sunt vectori cunoscuți. **R:** $\vec{v} = 0$ sau $\vec{v}$ este coliniar cu vectorul diferență $\vec{a} - \vec{b}$.

18. Se consideră două puncte fixe A și B aflate la distanța d unul față de altul. Să se determine locul geometric al punctelor M din spațiu care verifică relația $MA \cdot MB = k$, $k \neq 0$. **R:** O sferă cu centrul O pe

$$AB$$
, la jumătatea acesteia și cu raza $R = MO = \sqrt{k + \left(\frac{d}{2}\right)^2}$.

19. Se consideră trei vectori exprimați prin coordonatele lor date în unități convenționale, într-un reper ortonormat (triedru drept $Oxyz$):

$\vec{a}(1, 7, 3)$, $\vec{b}(3, 5, 8)$ și $\vec{c}(2, -1, 4)$. Originile celor trei vectori se află în originea sistemului de referință $Oxyz$. Să se calculeze valoarea produsului mixt $\vec{a} \cdot (\vec{b} \times \vec{c})$. **R:** $\vec{a} \cdot (\vec{b} \times \vec{c}) = 17$ unități convenționale.

20. Utilizând definiția produsului scalar a doi vectori să se arate că triunghiul având ca vârfuri $O(0, 0)$, $A(7,8; 5,4)$ și $B(9,6; 2,8)$ este dreptunghic. Coordonatele punctelor O , A și B sunt considerate într-un reper ortonormat. **R:** $\vec{OA} \cdot \vec{AB} = |\vec{OA}| \cdot |\vec{AB}| \cdot \cos \alpha = 0 \Rightarrow \alpha = 90^\circ$, în care prin α s-a notat unghiul dintre vectorii $\vec{OA}$ și $\vec{AB}$.

21. Într-un triunghi dreptunghic ipotenuza este egală cu dublul mediei geometrice a catetelor. Să se determine unghiurile ascuțite ale triunghiului dreptunghic. **R:** 75° și 15° .

22. Să se determine unghiul $x \in [0, \pi/2]$ pentru care funcția $f(x) = \sin x (1 + \cos x)$ are valoarea maximă, fără a folosi noțiunea de derivată. Ce valoare are acest maxim? **R:** $x = \pi/3$; $\max f(x) = 3\sqrt{3}/4$.

23. Se consideră vectorii unitari (de modul unitar) $\vec{a}$, $\vec{b}$ și $\vec{c}$ care îndeplinesc condiția: $\vec{a} + \vec{b} + \vec{c} = \vec{0}$. Să se determine valoarea sumei $s = \vec{a} \cdot \vec{b} + \vec{a} \cdot \vec{c} + \vec{b} \cdot \vec{c}$. **R:** $s = -3/2$.

24. Într-un triunghi dreptunghic ipotenuza este egală cu dublul mediei geometrice a catetelor. Să se determine unghiurile complementare ale triunghiului dreptunghic. **R:** $\angle B = 75^\circ$; $\angle C = 15^\circ$.

25. Două vectori concurenți au modulele de 10 cm și 20 cm, iar modulul vectorului rezultant este de $10\sqrt{7}$ cm. Să se determine modulul vectorului diferență a celor doi vectori concurenți și unghiul format de aceștia. **R:** $10\sqrt{3}$ cm; 60° .

Prof. Romulus Sfichi, Suceava

26. Un punct material descrie laturile unui dreptunghi $l_1 = 8$ cm și $l_2 = 6$ cm, pornind dintr-un vârf al acestuia. Determinați modulul vectorului deplasare, după ce punctul material parcurge: a) o latură; b) două laturi; c) trei laturi; d) toate cele patru laturi. **R:** $d_1 = 8$ cm; $d_2 = 10$ cm; $d_3 = 6$ cm; $d_4 = 0$ cm.

27. Un punct material se mișcă în intervalul de timp $\Delta t = 6$ s cu accelerația $a = 2$ m/s². Viteza medie în acest interval este $v_m = 8$ m/s. Determinați: a) viteza inițială și viteza finală a punctului material; b) distanța parcursă în acest timp. **R:** $v_0 = 2$ m/s, $v = 14$ m/s; $d = 48$ m.

28. Suma vitezelor inițială și finală în intervalul de timp $\Delta t = 10$ s a unui punct material este $v = 24$ s. Determinați distanța parcursă de punctul material în acest timp. **R:** $d = 120$ m.

29. Un punct material se mișcă cu accelerația $a = 1$ m/s². Diferența între pătratele vitezei punctului material din momentul final și momentul inițial este 60 (m²/s²). Fără a folosi formula lui Galilei, determinați distanța parcursă de punctul material. **R:** $d = 30$ m.

30. Un punct material are la momentul inițial viteza $v_0 = 4$ m/s, iar după un interval $t = 8$ s, viteza devine $v = 20$ m/s. Determinați: a) viteza medie; b) accelerația mișcării; c) distanța parcursă în acest timp.

R: $v_m = 12$ m/s; $a = 2$ m/s²; $d = 96$ m.

31. Este dată legea de mișcare a unui punct material $x = t + 3$ și $y = 4t + 4$. Distanțele sunt exprimate în metri. Determinați: a) modulele vectorilor de poziție la momentele $t_0 = 0$ și $t = 2$ s; b) modulul vectorului deplasare; c) modulul vitezei; d) reprezentați grafic cele două poziții ale punctului material cât și vectorii de poziție și vectorul deplasare.

R: $r_1 = 5$ m, $r_2 = 13$ m, $\Delta r = 8\sqrt{2}$ m; $v = \sqrt{17}$ m/s.

32. Un punct material are legea de mișcare exprimată prin ecuațiile $x = 3t + 12$, $y = 12t + 4$ și $z = 4t + 3$. Determinați modulul vectorului de poziție al punctului material la momentul inițial, cât și modulul vitezei.

R: $r = 13$ m; $v = 13$ m/s.

33. Un punct material execută o mișcare într-un plan descrisă de ecuațiile: $x = t + 1$ și $y = t^2 - 4t + 3$. Determinați ecuația traiectoriei punctului material, precizând natura ei, reprezentând apoi grafic ecuația în sistemul de coordonate xOy. **R:** $y = x^2 - 6x + 8$; parabolă.

34. O rachetă urcă vertical cu accelerația $a = 4,2$ m/s². Determinați valoarea accelerației pe care o are un corp lăsat liber în rachetă: a) față de rachetă; b) față de pământ. **R:** $a_1 = 14$ m/s²; $a^2 = 9,8$ m/s².

35. Două avioane zboară paralel unul față de altul având vitezele v_1 și respectiv v_2 față de pământ. Determinați și viteza relativă a fiecărui avion în raport cu celălalt dacă: a) avioanele zboară în același sens; b) zboară în sensuri contrare.

Prof. Emilian Micu, Brăila

Clasa a X-a Teoria cinetico-moleculară (Breviar)

2.1. Formula fundamentală a teoriei cinetico-moleculare:

$$p = \frac{2}{3} n \frac{m_0 v_z^2}{2} = \frac{2}{3} n \overline{e_{tr}} = nKT, \text{ unde } p - \text{presiunea exercitată de}$$

gazul ideal asupra pereților incintei în care se află, ca efect al ciocnirilor perfect elastice dintre molecule și pereți; $n = N/V$ - concentrația moleculelor; N - numărul total de molecule al gazului ideal aflat în incinta de volum V ; m_0 - masa unei molecule; v^2 - viteza pătratică medie este media aritmetică a pătratelor vitezelor celor N molecule; $\overline{e_{tr}}$ - energia cinetică medie a unei molecule în mișcare de translație;

$$\frac{1}{2} m_0 v_z^2 = \frac{3}{2} p = \frac{3}{2} nKT = \frac{3}{2} \frac{p \cdot \mu}{\rho \cdot N_A}, \text{ deoarece}$$

$$n = \frac{N}{V} = \frac{v N_A}{V} = \frac{m}{\mu} \frac{N_A}{V} = \frac{N_A}{\mu} \frac{m}{V};$$

$N_A = 6,023 \cdot 10^{26}$ molec/Kmol - numărul lui Avogadro; $K = 1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K - constanta lui Boltzmann.

2.2. Ecuații de stare ale gazului ideal.

$$\text{A) Ecuația termică de stare: } pV = \nu RT = \frac{m}{\mu} RT; \quad p \cdot \mu = \rho RT;$$

$R = KN_A = 8,31 \cdot 10^3$ J/Kmol - constanta universală a gazelor.

$$\text{B) Ecuația calorică de stare: } U = N \overline{e_{tr}} = \frac{3}{2} \nu RT = \frac{3}{2} pV;$$

U - energia internă a gazului ideal monoatomic.

$$\text{2.3. Viteza termică a moleculelor: } v_T = \sqrt{v^2} = \sqrt{\frac{3KT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}};$$

v_T - este viteza pe care o au cele mai multe dintre moleculele gazului;

$$v_T^2 = \frac{3KT}{m_0} = \frac{3pV}{\mu \cdot \nu} = \frac{3pV}{m} = \frac{3p}{\rho} \quad \text{și } p = \frac{\rho v_T^2}{3} \text{ sau}$$

$$\overline{e_{tr}} = \frac{m_0 v_T^2}{2} = \frac{3}{2} p \quad \text{și } p = \frac{n m_0 v_T^2}{3} = \frac{n \mu v_T^2}{3 N_A}.$$

Probleme propuse

2.1. Un gaz ideal, aflat la presiunea $p = 10^5$ N/m², are energia cinetică medie a unei molecule în mișcare de translație, $\overline{e_{tr}} = 5 \cdot 10^{-21}$ J. Ce concentrație a moleculelor are gazul? **R:** $n = 3 \cdot 10^{25}$ molec/m³.

2.2. În două incinte de volum V_1 , respectiv $V_2 = 2V_1$, se află N_1 , respectiv $N_2 = 6N_1$ molecule de gaz ideal, aflat la presiunea p_1 , respectiv $p_2 = 3p_1$. Cât este raportul energiilor cinetice medii a unei molecule în

mişcare de translație, din prima și a doua incintă? $R: \frac{\bar{v}_{u1}}{\bar{v}_{u2}} = 1$

2.3. Un gaz ideal aflat la presiunea $p = 3,45 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ are concentrația moleculelor $n = 25 \cdot 10^{23} \text{ molec/m}^3$. Ce temperatură are gazul? ($k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$) $R: T = 1000 \text{ K}$.

2.4. În două incinte gazul ideal se află la presiunea p_1 , respectiv p_2 , și temperaturile $t_1^\circ \text{ C}$, respectiv $t_2^\circ \text{ C}$. Care este raportul concentrațiilor moleculelor gazului în cele două incinte? $R: \frac{n_1}{n_2} = \frac{p_1}{p_2} \cdot \frac{t_2 + 273,15}{t_1 + 273,15}$

2.5. Într-o incintă se află un amestec format din două gaze diferite, ale căror molecule au vitezele termice v_{u1} , respectiv v_{u2} . Care este raportul maselor moleculelor celor două gaze? $R: m_1/m_2 = v_{u2}^2/v_{u1}^2$

2.6. În două incinte de volum V_1 , respectiv $V_2 = 2V_1$, se află gaz ideal la presiunea p_1 , respectiv $p_2 = 0,5p_1$, și aceeași temperatură. În ce raport se află numărul kilomolilor de gaz din cele două incinte?

$$R: \nu_1/\nu_2 = 1.$$

2.7. Într-o incintă se află un gaz cu masa molară μ_1 , și în altă incintă un gaz cu masa molară μ_2 . Cât este raportul temperaturilor gazelor din cele două incinte dacă: a) energia cinetică medie a unei molecule în mișcare de translație este aceeași pentru ambele gaze? b) moleculele gazelor au aceeași viteză termică? $R: a) T_1/T_2 = 1; b) T_1/T_2 = \mu_1/\mu_2$

2.8. Gazul ideal monoatomic ocupă volumul $V = 1 \text{ cm}^3$, la presiunea $p = 1,38 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ și temperatura $T = 1000 \text{ K}$. Să se determine pentru gazul ideal: a) concentrația moleculelor; b) energia cinetică medie a unei molecule în mișcare de translație; c) energia internă ($k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$) $R: a) n = 10^{25} \text{ molec/m}^3; b) \bar{v}_u = 2,07 \cdot 10^{20} \text{ J}; c) U = 2,07 \cdot 10^{-1} \text{ J}$

2.9. Într-o incintă de volum V se află N molecule de masă m_0 , ale gazului ideal monoatomic. Dacă temperatura gazului din incintă se modifică cu ΔT , cu cât i se modifică gazului: a) presiunea; b) densitatea; c) energia cinetică medie a unei molecule în mișcare de translație; d) energia internă; e) pătratul vitezei termice a moleculelor. ($k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$)

$$R: a) p = Nk\Delta T/V; b) \Delta p = 0; c) \Delta \bar{v}_u = 3k\Delta T/2; d) \Delta U = 3Nk\Delta T/2;$$

$$e) \Delta v^2 = \frac{3k}{m_0} \Delta T.$$

2.10. Care este densitatea unui gaz aflat la presiunea $p = 36 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, ale cărui molecule au viteza termică $v_s = 600 \text{ m/s}$?

$$R: \rho = 0,3 \text{ kg/m}^3.$$

2.11. La presiunea $p = 3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, densitatea hidrogenului dintr-o incintă este $\rho = 0,25 \text{ kg/m}^3$. Să se determine în aceste condiții pentru hidrogen: a) temperatura; b) viteza termică a moleculelor; c) energia cinetică medie a moleculelor în mișcare de translație. ($\mu = 2 \text{ kg/kmol}$; $R = 8,31 \cdot 10^3 \text{ J/kmol K}$; $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ molec/kmol}$).

$$R: T = 288,8 \text{ K}; v_s = 600\sqrt{10} \text{ m/s}; \bar{v}_u = 6 \cdot 10^{21} \text{ J}.$$

2.12. Energia cinetică medie a unei molecule de heliu în mișcare de translație este $\bar{v}_u = 8,3 \cdot 10^{21} \text{ J}$, la o concentrație a moleculelor $n = 18,08 \cdot 10^{23} \text{ molec/m}^3$. Să se determine în aceste condiții pentru heliu: a) densitatea; b) presiunea; c) temperatura; d) viteza termică a moleculelor; ($\mu = 4 \text{ kg/kmol}$; $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ molec/kmol}$; $R = 8,31 \cdot 10^3 \text{ J/kmol K}$).

$$R: \rho = 0,12 \text{ kg/m}^3; p = 10^5 \text{ N/m}^2; T = 401,12 \text{ K}; v_s = 500\sqrt{10} \text{ m/s}.$$

2.13. La presiunea $p = 10^5 \text{ N/m}^2$, concentrația moleculelor de oxigen dintr-o incintă este $n = 1,57 \cdot 10^{25} \text{ molec/m}^3$. Să se determine în aceste condiții pentru oxigen: a) densitatea și temperatura; b) viteza termică a moleculelor; c) energia cinetică medie a unei molecule în mișcare de translație. ($\mu = 32 \text{ kg/kmol}$; $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ molec/kmol}$; $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$

J/K). $R: \rho = 0,83 \text{ kg/m}^3; T = 461,5 \text{ K}; v_s = 600 \text{ m/s}; \bar{v}_u = 9,6 \cdot 10^{21} \text{ J}.$

Prof. Florin Anton, Iași

14. Într-o incintă se află heliu în echilibru termodinamic. Știind că impulsul mediu al unei molecule este $9 \cdot 10^{-26} \text{ kg m/s}$, iar concentrația moleculelor din incintă este $n = 10^{19} \text{ molec/m}^3$, să se afle: a) temperatura heliului; b) presiunea din incintă; c) concentrația moleculelor de heliu, dacă acesta este adus în condiții normale. Se dau: $T_0 = 273 \text{ K}$, $p_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$, $\mu = 4 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$, $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ și $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ molec/mol}$.

$$R: T = -270^\circ \text{ C}; p = 4,4 \cdot 10^{-4} \text{ N/m}^2; n = 265 \cdot 10^{20} \text{ molec/m}^3.$$

15. Să se determine raportul dintre vitezele termice ale moleculelor unui gaz perfect monoatomic înainte și după creșterea presiunii lui de $n = 4$ ori, prin încălzire izocoră. $R: v_1/v_2 = 1/2$.

16. Două vase, cu volumele V_1 și V_2 și temperaturile T_1 și T_2 , conțin un gaz la presiunile p_1 și respectiv p_2 . Vasele sunt puse în legătură printr-un tub, temperaturile lor rămânând constante. Să se determine presiunea

$$\text{finală a gazului. } R: p = \frac{p_1 V_1 + p_2 V_2}{\frac{V_1}{T_1} + \frac{V_2}{T_2}}.$$

Prof. Daniela Găleşanu, Iași

17. Într-un balon cu capacitatea de $0,005 \text{ m}^3$ se află oxid de carbon. Manometrul cu mercur conectat la balon indică presiunea de $0,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, la o presiune exterioară de 10^5 Pa . Temperatura gazului în balon este de 400 K . Determinați: a) numărul de moli; b) masa gazului; c) concentrația moleculelor. $R: \nu = 0,226 \text{ moli}$.

18. Determinați temperatura inițială a unui gaz, dacă la micșorarea cu 10% a volumului său și mărirea cu 16 K a temperaturii, presiunea lui s-a mărit cu 20% . $R: T = 200 \text{ K}$.

19. Într-un balon se află un gaz la temperatura de 13° C . Încălzindu-se până la 22° C presiunea lui a devenit egală cu $1,5 \text{ MPa}$. Determinați cu cât a variat presiunea gazului. $R: \Delta p = 47202,75 \text{ Pa}$.

20. Un vas conține aer la temperatura de 20° C . Determinați până la ce temperatură trebuie încălzit aerul, pentru ca densitatea lui să se micșoreze de $1,5$ ori. $R: 439,5 \text{ K}$.

21. Într-un cilindru închis la ambele capete se află un gaz la temperatură de 30° C . Cilindrul este împărțit în două părți egale de un piston fără greutate și care alunecă fără frecare. Lungimea fiecărei părți este de 50 cm . Determinați cu câte trebuie mărită temperatura în una din jumătățile cilindrului, pentru ca pistonul să se deplaseze cu 20 cm . $R: 404 \text{ K}$.

22. În două recipiente se află aer la temperatura $T_1 = 300 \text{ K}$ și respectiv $T_2 = 400 \text{ K}$. Raportul dintre presiunile aerului din cele două recipiente este egal cu 3 . Determinați raportul dintre presiunile celor două gaze după ce sunt aduse la aceeași temperatură. $R: p_1/p_2 = 4$.

23. Într-un vas cu capacitatea de 30 l se află un gaz ideal la temperatura de 0° C . După ce o parte din gaz a ieșit în afară (fără să varieze temperatura), presiunea în vas s-a micșorat cu $\Delta p = 0,79 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Determinați masa gazului ce a ieșit din vas, dacă densitatea lui în condiții normale este egală cu $1,3 \text{ g/l}$. $R: \Delta m = 30,81 \text{ g}$.

24. Un balon de cauciuc subțire este umplut cu aer la presiunea de $0,1 \text{ MPa}$. Raza balonului este egală cu 2 cm . Care va fi raza balonului cufundat la adâncimea de 20 m în apă cu temperatura de 4° C ? $R: r = 1,42 \text{ cm}$.

25. Un capăt al unui tub cilindric cu lungimea de 25 cm și raza de 1 cm este închis cu un dop, iar în celălalt capăt se introduce un piston care se mișcă lent. Când pistonul se deplasează cu 8 cm , dopul sare. Considerând temperatura constantă aflați forța de frecare dintre dop și pereții vasului în momentul când el sare. Presiunea atmosferică este egală

cu 0,1 MPa. **R:** $F_g = 46$ N.

26. Un tub cu lungimea $l = 76$ cm astupat la un capăt este introdus vertical cu capătul deschis într-un vas cu mercur. Determinați distanța față de suprafața mercurului a capătului închis al tubului, pentru ca nivelul mercurului în el să fie mai jos decât în vas cu 76 cm. Densitatea mercurului este 13600 kg/m^3 , iar presiunea atmosferică 0,1 MPa. **R:** $h = 38$ cm.

27. Într-un cilindru sub pistonul cu masa de 100 kg și aria de 100 cm^2 se află 28 g de azot la temperatura $T_0 = 273$ K. Determinați înălțimea la care se va ridica pistonul, dacă temperatura crește până la $T = 373$ K. Presiunea atmosferică este egală cu 100 KPa. **R:** $h = 0,42$ m.

Prof. Gh. Țurcan și Al. Sibirschi, Chișinău

28. O cantitate de oxigen are densitatea $1,2 \text{ kg/m}^3$ și viteza termică 500 m/s. Determinați: a) presiunea la care se află gazul; b) temperatura gazului. **R:** $p = 10^5 \text{ N/m}^2$, $T = 327$ K.

29. Un gaz aflându-se la presiunea $p = 1,2$ atm are concentrația moleculelor $n = 1,5 \cdot 10^{25}$ molecule. Viteza termică a moleculelor este $v_g = 600$ m/s. Determinați masa unei singure molecule a gazului.

R: $m = 0,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

30. Determinați energia cinetică medie a moleculelor unui gaz perfect, cunoscând presiunea gazului $p = 2$ atm și concentrația moleculelor $n = 3 \cdot 10^{26}$ molecule/m³. **R:** $E_c = 10^{-17}$ J.

31. Un gaz ideal are energia cinetică medie a moleculelor $E_c = 6,21 \cdot 10^{-21}$ J. Viteza termică a moleculelor este $v_g = 300$ m/s, iar valoarea constantei lui Boltzmann este $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K. Determinați: a) temperatura gazului; b) masa unei singure molecule. **R:** $T = 300$ K, $m_0 = 13,8 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$.

Prof. Emilian Micu

Elemente de termometrie. Probleme

prof. Rodica Ionescu, București

Principiul măsurării temperaturii: Fie mărimea G funcție de temperatură și fie θ temperatura evaluată în scara centezimală cu ajutorul unui termometru având drept principiu termometric variația mării G cu temperatura. Temperatura θ a acestui termometru se va exprima:

$$\theta = 100 \frac{G - G_0}{G_{100} - G_0}, \text{ unde } G_0 \text{ și } G_{100} \text{ sunt valorile particulare ale mării } G \text{ în punctele fixe } 0^\circ \text{ și } 100^\circ, \text{ iar } G = G(\theta).$$

În punctele fixe 0° și 100° , iar $G = G(\theta)$.

I. Termometrul cu mercur: mărimea G este volumul aparent al mercurului.

1. Coeficientul de dilatare absolută al mercurului variază cu temperatura reală t (măsurată în scara termometrului cu gaz perfect) după legea: $\gamma = a + bt$, cu $a = 180,6 \cdot 10^{-4} \text{ grd}^{-1}$ și $b = 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ grd}^{-2}$. Coeficientul de dilatare liniară al învelișului are valoarea constantă $\lambda = 7,7 \cdot 10^{-4} \text{ grd}^{-1}$.

a) Scrieți relația între temperatura θ citită pe termometru cu mercur și temperatura reală t ; b) Calculați coeficientul termometric definit prin relația

$$\text{generală } \beta = \frac{G_{100} - G_0}{100 G_0}, \text{ precum și corecția } t - \theta \text{ în venitatea lui } 50^\circ \text{C}.$$

Rezolvare

a) Notăm cu v volumul aparent al mercurului și prin $\delta = 3\lambda$ coeficientul de dilatare volumică al învelișului. Avem:

$$v = v_0 [1 + (\gamma - \delta) t] \quad (1)$$

Temperatura în scara termometrului cu mercur va fi:

$$\theta = 100 \frac{v - v_0}{v_{100} - v_0} \quad (2)$$

Înlocuind v și v_{100} prin valorile lor găsim:

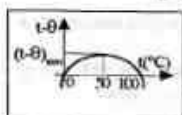
$$\theta = t \frac{a - \delta + bt}{a - \delta + 100b} \quad (3)$$

$$\text{sau numeric } \theta(t) = 0,99018t + 0,000082t^2 \quad (4)$$

b) Coeficientul termometric devine aici:

$$\beta = \frac{v_{100} - v_0}{100 v_0} = a + 100b - \delta = 158,8 \cdot 10^{-6} \text{ grd}^{-1} \quad (5)$$

$$\text{Corecția } t - \theta = \frac{b}{a - \delta + 100b} t(100 - t), \quad (6)$$



devine, numeric
 $t - \theta = 0,000082 t(100 - t)$
și este reprezentată grafic în figura alăturată.

Ea este nulă la 0°C și 100°C și maximă la 50°C , unde parabola atinge maximum.

$$(t - \theta)_{\text{max}} \approx 0,20^\circ \text{C}.$$

2. Reluăm problema precedentă admitând că coeficientul de dilatare aparentă a mercurului este de forma $a + bt + ct^2$ (ceea ce este mai corect).

Rezolvare

Utilizând relația de definiție a temperaturii în scara termometrului

$$\text{găsim: } \theta = t \frac{a + bt + ct^2}{a + 100b + 10^4 c}. \text{ Corecția este, de astă dată:}$$

$$(t - \theta)_{(t)} = \frac{c}{a + 100b + 10^4 c} t(100 - t) \left(t + 100 + \frac{b}{c} \right).$$



adică o funcție de grad trei în t . Ea se anulează pentru $t_1 = 0^\circ \text{C}$, $t_2 = 100^\circ \text{C}$ și o a treia temperatură $t_3 = -(b/c) - 100$ și devine maximă la $t = (t_1 + t_2)/2 = 50^\circ \text{C}$ și la $(t_1 + t_2)/2 = -b/2c$. De remarcat că al doilea

extrem al corecției este de semn contrar: $(\theta - t)_{\text{min}}$.

3. Studiul preliminar al unui termometru a arătat că: a) tija capilară este perfect cilindrică; b) că la temperatura de 0°C o masă de mercur de 1,3358 g ajunge la diviziunea 5, în timp ce masa de 13550 g ajunge la diviziunea 95; c) că în gheața ce se topește, masa totală a mercurului atinge diviziunea -3, în timp ce în vaporii de apă ce fierb la presiunea atmosferică de 750 torr, el atinge diviziunea +103; d) că între 0° și 100° acest termometru prezintă față de termometrul normal (cu gaz perfect ce indică temperatura reală) o diferență $(t - \theta)$, a cărui valoare absolută la 40°C este maximă și egală cu $0,20^\circ$. Se cere: 1) care sunt la 0° volumul v_0 al unei diviziuni și volumul V_0 al rezervorului acestui termometru; 2) care este coeficientul său termometric; 3) dacă există, în afara de cele două puncte fixe, una sau mai multe puncte unde indicațiile acestui termometru să coincidă cu cele ale termometrului real; 4) fiindcă introdus într-o baie ce atinge nivelul diviziunii 5, mercurul acestui termometru se ridică la diviziunea 55, care este temperatura reală a băii, temperatura mediului fiind 16°C . Se dau: densitatea mercurului la 0°C de $13,595 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, presiunea maximă a vaporilor de apă la 99°C de 733 mm Hg.

Rezolvare

1) Conform enunțului, masa de mercur de $1,355 - 1,33358 = 0,019$ g ocupă, la 0°C , 90 de diviziuni ale tijei. O diviziune va fi umplută de masa $19,2 \text{ mg} : 90 = 0,2133 \text{ mg}$ și va avea volumul $v_0 = 0,2133 \cdot 10^{-3} / 13,6 \cdot 10^3 \text{ m}^3 = 0,0157 \text{ mm}^3$. Masa care umple rezervorul va fi, la 0°C : $1335,8 - 5 \cdot 0,2133 = 1334,73 \text{ mg}$ și va ocupa volumul: $V_0 = 1334,73 / 13,595 \text{ mm}^3 = 98,178 \text{ mm}^3$.

2) Deoarece presiunea maximă a vaporilor de apă la 99°C este de 733 mm Hg, rezultă că o variație de presiune de 27 torr coboară punctul de fierbere al apei cu 1°C . La presiunea de 750 torr înseamnă că temperatura de fierbere va fi $100 - (10/27) = 99,63^\circ \text{C}$. Dilatarea aparentă între 0°C și $99,63^\circ \text{C}$ este de $103 - (-3) = 106$ diviziuni, deci între 0°C și 100°C va fi de $106 - 100/99,63 = 106,39$ diviziuni.

Dacă se notează cu V_2 și cu V_{100} volumele mercurului la 0°C și respectiv 100°C (volume aparente), obținem:

$$V_{100} - V_2 = 106,93 - v_0 = 1,67 \text{ mm}^3.$$

$$\text{Pe de altă parte } V_2 = V_0 - 3v_0 = 98,13 \text{ mm}^3.$$

$$\text{Deci } \beta = \frac{V_{100} - V_2}{100V_0} = 0,00017.$$

3) Corecția $|t - \theta|$ trebuind să se anuleze la 0°C și 100°C am fi tentat să o scriem sub forma: $(t - \theta)_{(t)} = A t (100 - t)$.

Dar acest trinom de gradul 2 în t nu satisface condiția enunșului de a deveni maxim la $t = 40^\circ$. Propunând formula:

$(t - \theta)_{(t)} = t(100 - t)(At + B)$, și punând condiția ca la $t = 40^\circ\text{C}$ ea să atingă un maxim, în modul, a cărui valoare să fie $0,20^\circ$, găsim:

$$(t - \theta)_{(t)} = \frac{t(100 - t)(160 - t)}{1440 \cdot 10^3}$$

Se vede că la $t = 160^\circ$ indicațiile celor două termometre coincid din nou.

4) Diviziunea 55 la care se ridică mercurul este a 58-a deasupra celei ce corespunde lui 0°C . Cum intervalul fundamental este de 106,39 diviziuni, temperatura t_1 care corespunde diviziunii 55 este dată de proporția: $t_1/100 = 58/106,39$, de unde $t_1 = 54,52^\circ\text{C}$.

Dar t_1 nu este temperatura băii pentru că mercurul în contact cu mediul este la temperatura de 16° .

Fie t temperatura băii evaluată în scara termometrului. Volumul corespunzător diferenței $t - t_1$ reprezintă dilatarea aparentă a diviziunilor care sunt deasupra nivelului băii, dacă ar fi aduse de la 16° la t° . Ori, diviziunea 5 la care ajunge nivelul băii este a 8-a deasupra celei ce corespunde lui 0°C . Deci temperatura t_2 este dată de proporția: $t_2/100 = 8/106,39$, de unde $t_2 = 7,52^\circ$.

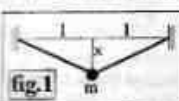
Cum coeficientul termometric reprezintă și coeficientul de dilatare aparentă, rezultă: $t - t_1 = \beta(t_1 - t_2)(t - 16)$, de unde găsim $t = 54,83^\circ$, ceea ce corespunde temperaturii normale:

$$\theta = t - \frac{t(100 - t)(160 - t)}{1440 \cdot 10^3} = 54,65^\circ\text{C}.$$

(continuare în numărul viitor)

Clasa a XI-a Oscilații mecanice

1. La mijlocul unei corzi întinse, de lungime $2l$ este prinsă o bilă (fig. 1).



1). Să se afle forța totală care se exercită asupra bilei din partea corzii, dacă deplasarea transversală este $x \ll l$, iar tensiunea din corzile, F nu depinde de deplasarea bilei față de poziția de echilibru. Determinați dependența energiei potențiale a bilei de deplasarea x . Aflați viteza cu care trece bila prin poziția de echilibru, dacă deplasarea maximă este x_0 . Determinați perioada de oscilație a bilei. Masa bilei este m .

$$\mathbf{R: } f = -2Fx/l; E_p = Fx^2/l; v_{\max} = x_0 \sqrt{\frac{2F}{ml}}; T = 2\pi \sqrt{\frac{ml}{2F}}.$$

2.a) Un corp de masă m , suspendat pe un resort elastic, efectuează oscilații astfel încât viteza maximă a corpului este v_0 iar elongația maximă, x_0 . Determinați constanta elastică a resortului.

b) Viteza corpului de masă m suspendat pe un resort elastic și care efectuează oscilații armonice, depinde de coordonata x a corpului după

$$\text{legea } v = v_0 \sqrt{1 - \left(\frac{x}{x_0}\right)^2}. \text{ Aflați cum depinde forța care acționează}$$

asupra corpului, de coordonata x . Dar energia potențială? Depinde rezultatul obținut de natura forței care abilită corpul să se miște după

$$\text{ecuația dată? } \mathbf{R: } a) k = \frac{mv_0^2}{x_0^2}; b) F = -kx, E_p = kx^2/2, \text{ unde } k \text{ este cel de}$$

la a): Nu.

3. Un jgheab horizontal are în stînga punctului O (fig. 2) raza de curbatură



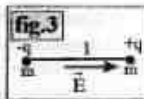
r , iar în dreapta R . Aflați raportul dintre depărțirile maxime față de punctul O , la care ajunge bila în timp ce oscilează în jurul acestui punct.

$$\mathbf{R: } \frac{x_1}{x_2} = \sqrt{\frac{r}{R}}.$$

4. Două bile cu sarcinile electrice $\pm q$, sunt legate rigid, printr-o tijă fără greutate de lungime l . Sistemul se află într-un câmp electric uniform de intensitate a câmpului E . Să se afle (fig. 3) masa fiecărei bile știind că

amplitudinea oscilațiilor sistemului este x_0 , iar viteza

$$\text{maximă a bilelor, } \mathbf{v_0. R: } m = \frac{2qEx_0^2}{lv_0^2}.$$



5. Un corp mic de masă m și sarcină electrică q poate culisa fără frecare pe o tijă subțire de lungime $2L$, la capetele căreia se află fixate două sarcini electrice Q . Să se arate că dacă corpul de masă m se scoate puțin din poziția de echilibru, el execută apoi o mișcare oscilatorie armonică. Determinați perioada acestei mișcări. Calculați la ce distanță maximă ajunge corpul de masă m , dacă i se imprimă în poziția de echilibru, viteza

$$\mathbf{v. R: } T = 2\pi \sqrt{\frac{\pi m l^3}{Qq}}; x_{\max} = v \sqrt{\frac{\pi m l^3}{Qq}}.$$

Prof. Liviu Arici, Brăila

Următoarele probleme sunt traduse din "PHYSIQUE terminale D", HATIER, 1993

6. Membrana unui difuzor execută o mișcare oscilatorie sinusoidală cu aceeași perioadă ca și a curențului electric excitator. Amplitudinea oscilațiilor este $A = 0,50 \text{ mm}$. Pentru ce valoare a frecvenței curențului accelerația maximă a membranei va avea aceeași valoare ca și accelerația gravitațională? $\mathbf{R: } 22,29 \text{ Hz}$.

7. Un resort de constantă elastică k se află pe o suprafață orizontală. Un capăt al resortului este fixat, iar la celălalt capăt se află un corp de masă m , care se poate mișca pe o suprafață orizontală, fără frecare. Un alt corp, cu masă m_1 și viteza v_1 , ciocnește elastic corpul de masă m . Să se calculeze: a) viteza corpului m_1 după ciocnire; b) perioada oscilațiilor corpului m ; c) amplitudinea oscilațiilor corpului m . **Aplicație numerică:** $k = 100 \text{ N/m}$; $m_1 = m_2 = 0,6 \text{ kg}$; $v_1 = 0,8 \text{ m/s}$. $\mathbf{R: } v_1' = 0,8 \text{ m/s}$; $T = 0,486 \text{ s}$; $A = 6,2 \text{ cm}$.

8. Un corp de masă m suspendat de un resort vertical de constantă elastică $k = 26 \text{ N/m}$, efectuează oscilații libere cu perioada $T = 0,52 \text{ s}$.

a) Calculați m ; b) Care este alungirea resortului în poziția de echilibru? c) Corpul m este deplasat în jos față de poziția de echilibru, cu 3 cm , apoi la $t = 0$ este lăsat liber. Să se scrie ecuația mișcării corpului; d) Să se calculeze viteza corpului în punctul de abscisă $x = 1,5 \text{ cm}$ față de poziția de echilibru. Axa este verticală, orientată în jos; e) Care sunt pentru sistemul

Pimant + pendul elastic: - energia cinetică; - energia potențială elastică (nivelul de referință: resortul nedeformat); - energia potențială gravitațională, în punctul de abscisă $x = 1,5$ cm; f) Care este energia mecanică a sistemului? g) Calculați în două moduri diferite viteza cu care corpul m trece prin poziția de echilibru. **R:** m = 0,178 kg; $\Delta x = 6,71$ cm; $v = 0,314$ m/s; $E_k = 8,78 \cdot 10^{-3}$ J; $E_{pot} = 8,86 \cdot 10^{-3}$ J; $E_{me} = 2,65 \cdot 10^{-2}$ J; $E = 7,08 \cdot 10^{-2}$ J; $v_{max} = 0,37$ m/s.

****9.** Un pendul fizic este alcătuit dintr-un solid de masă M suspendat



pe o axă orizontală (vezi, figura). Momentul de inerție față de această axă este J. Centrul de greutate este la distanța a față de axa de rotație. Pendulul este deviat față de poziția de echilibru cu un unghi θ_0 , apoi lăsat liber. El oscilează cu perioada T. În tabelul de mai jos sunt date pentru diferite valori ale lui θ_0 , valorile lui T. a) Ce concluzie se poate trage? b) Unde se

θ_0 (10°)	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°
T (10⁻² s)	81,9	82,0	82,2	82,5	82,8	83,2	83,7	84,3

afă centrul de greutate al pendulului la echilibru? c) Pendulul este îndepărtat din poziția de echilibru, cu unghiul θ foarte mic și lăsat apoi liber (sin $\theta \approx \theta$). Faceți bilanțul forțelor aplicate sistemului; Deduceți ecuația

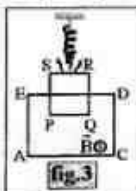
de mișcare a pendulului $\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{mga}{J}\theta = 0$. Cum se mișcă pendulul în

corpul C? Calculați perioada oscilațiilor mici ale acestui pendul. (Aplicație numerică: a = 3 cm; J = 10⁻³ g·m²; g = 9,8 m/s²; m = 0,2 kg) **R:** T = 0,821

****10.** De un resort de constantă elastică k, de masă neglijabilă, este



suspendat un cadru rigid, dreptunghiular PQRS, de masă m, făcut din N spire de cupru (fig. 2). Cadru se poate deplasa fără frecare într-o mișcare de translație verticală. M este mijlocul laturii PQ, iar o poziția lui M la echilibru. a) Cadru este deplasat în sus față de poziția de echilibru și la t = 0 este lăsat liber. Abscisa la t = 0, a punctului M este x_0 . Stabiliți ecuația diferențială de variație a abscisei x în funcție de timp. Exprimați în funcție de timp, x și viteza v_x a cadrului. (Numeric: m = 255 g; k = 10 N/m; $x_0 = -0,5$); b) Latura inferioară a cadrului, permanent se află în câmp



magnetic, de inducție $\vec{B}$, perpendiculară pe planul cadrului și existentă numai în interiorul zonei ACDE (fig. 3). Cadru este într-un circuit deschis. Exprimați în funcție de viteză, tensiunea electromotoare indusă în cadrul PQRS în timpul oscilațiilor. (Numeric: PQ = RS = 1 = 5 cm; B = 0,4 T; N = 100 spire); c) Cele două extremități ale firului de cupru care reprezintă cadrul sunt acum legate la bornele de deviație verticală ale unui osciloscop de impedență foarte mare, cu ajutorul unor fire foarte elastice care nu perturbă mișcarea cadrului. Se observă pe ecran, o sinusoïdă care ocupă

pe abscisă o lungime de 10 cm, iar în ordonată, de la minim la maxim 5 cm. Știind că în abscisă 1 cm corespunde la 0,1 s, iar în ordonată 1 cm la 25 mV, să se afle: perioada oscilațiilor cadrului (comparați cu a)) și amplitudinea acestor oscilații. Extremitățile firului de cupru se leagă una cu cealaltă, oscilațiile cadrului se amortizează rapid. De ce? (Explicație calitativă) **R:** a) $x = 0,5 \cdot 10^{-2} \cos(6,3t - \pi)$ m; $v_x = -3,1 \cdot 10^{-2} \sin(6,3t - \pi)$ m/s; b) $e = 2v_x$ (V); c) T = 1 s, $U_{max} = 6,3 \cdot 10^{-2}$ V.

Bacalaureat-Franța

11. Un oscilator armonic având masa $m = 0,4$ kg și constanta elastică $k = 250$ N/m, oscilează cu viteză maximă $v_m = 5$ m/s. Faza inițială este nulă. Determinați: a) ecuația de oscilație; b) accelerația maximă, forța maximă și energia totală a oscilatorului; c) valoarea energiei cinetice și a energiei potențiale în momentul când elongația este jumătate din amplitudine; d) timpul necesar ca oscilatorul să ajungă de la jumătatea amplitudinii în poziția de întoarcere. **R:** $y = 0,2 \sin 25t$; $a_m = 125$ m/s², $F_m = 50$ N, $E_k = 5$ J; $E_p = 1,25$ J, $E_c = 3,75$ J, $\Delta t = 0,04$ s.

12. De un fir inextensibil și fără greutate de lungime $l = 2,45$ m este atârnat un punct material de masă $m = 2$ kg. Pendulul astfel format oscilează cu amplitudinea unghiulară de 60°. Determinați: a) perioada de oscilație în condiții de izocronism; b) energia cinetică și energia potențială a pendulului în momentul când firul formează cu verticala unghiul de 30°; c) tensiunea din firul pendulului în acest moment, cât și valoarea tensiunii maxime; d) viteza maximă de oscilație **R:** $T = 3,14$ s; $E_k = 17,53$ J, $E_p = 6,48$ J; $F = 31,26$ N, $F_m = 39,2$ N; $v_m = 4,9$ m/s)

prof. Emilian Micu

13. Un corp efectuează oscilații armonice cu perioada T. Determinați: a) în cât timp va parcurge distanța de la poziția de echilibru până la poziția extremă; b) în cât timp parcurge prima jumătate de drum; c) a doua jumătate de drum. **R:** $t_1 = T/4$; $t_2 = T/12$; $t_3 = T/6$.

14. Un punct material efectuează oscilații armonice cu frecvența $\nu = 0,5$ Hz. Determinați viteza punctului material în momentul când elongația este 1,5 cm, dacă amplitudinea este $A = 3$ cm. **R:** $v = 0,08$ m/s.

15. O bilă de cupru suspendată de un spiral efectuează oscilații verticale. Determinați perioada oscilațiilor bilei, dacă se știe că în stare de repaus ea întinde arcul cu 9,8 cm. **R:** T = 0,628 s.

16. O bilă de cupru suspendată de un arc spiral efectuează oscilații verticale. Atâtă cum variază perioada de oscilație, dacă mai suspendăm de acest arc o bilă de aluminiu de aceeași rază. **R:** Se va măni de aproximativ 1,14 ori.

17. De un arc este suspendat un corp de masă m. Perioada de oscilație a sistemului este de 0,5 s. De arc se suspendă încă un corp și ca urmare perioada de oscilație devine egală cu 0,8 s. Determinați alungirea statică a arcului sub acțiunea celui de al doilea corp. **R:** $\Delta l = 9,7$ cm.

Prof. Gheorghe Turcan și Alexandru Sibirschi, Chișinău

Clasa a XII-a Teoria relativității restrânse

În problemele care urmează, SRI înseamnă Sistem de Referință Inerțial.

1. În fizica clasică se consideră electronul ca având forma unei sfere omogene care se rotește în jurul axei proprii, cu raza $R = 2,82 \cdot 10^{-15}$ m și masa $m = 0,911 \cdot 10^{-30}$ kg. Mecanica cuantică permite calcularea momentului cinetic propriu al electronului, valoarea lui fiind $M = 0,913 \cdot 10^{-34}$ kg·m²/s. Este posibilă din punctul de vedere al teoriei relativității existența unui asemenea obiect fizic? **R:** Nu.

2. Avem două rigle identice. Rigla 1 este în repaus față de SRI K_1 , iar rigla 2 este în repaus față de SRI K_2 . Sistemele de referință se mișcă unul față de altul de-a lungul axei comune, Ox. Riglele sunt paralele cu această axă. Care rigla va fi mai scurtă: a) față de K_1 ; b) față de K_2 ?

R: a) rigla 2; b) rigla 1.

3. În SRI K' , față de care este în repaus, o rigla are lungimea $l' = 1$ m și face cu axa x' unghiul $\alpha' = 45^\circ$. Să se determine lungimea l a riglei în SRI K și unghiul α pe care-l face rigla cu axa x. Viteza relativă a celor două SRI este $v_x = 0,5$ c. **R:** $l = 0,94$ m; $\alpha = 49^\circ$.

4. Aria totală a unui corp fix, având formă cubică, este S_0 . Aflați aria totală S a corpului, dacă el se mișcă pe direcția uneia din muchiile sale cu viteza $v = 0,968$ c. **R:** $S = 0,5S_0$.

5. Fie două ceasuri identice. Ceasul 1 este în repaus față de SRI K_1 , iar ceasul 2 este în repaus față de K_2 . Sistemele de referință se mișcă unul față de altul. Care ceas merge mai repede: a) față de SRI K_1 ; b) față de SRI K_2 . **R:** a) ceasul 1; b) ceasul 2.

6. Timpul de viață propriu al unei particule care se mișcă cu viteza $v = \sqrt{2}c/2$ față de un SRI fix, este $\tau = 10^{-6}$ s. Ce distanță ΔS parcurge această particulă față de SRI fix, din momentul generării până în cel al dezintegrării ei? **R:** $\Delta S = 300$ m.

7. Un SRI K' se mișcă față de SRI K cu viteza $v_0 = 0,5c$. Viteza unei particule față de K' este $\vec{v}' = 0,1732(\vec{i} + \vec{j} + \vec{k})$. Să se afle: a) modulul v al vitezei $\vec{v}$ și unghiul α' dintre $\vec{v}'$ și axa x' ; b) viteza $\vec{v}$ a particulei față de K , modulul v al acestei viteze și unghiul α format de viteza $\vec{v}$ cu axa x ; c) raportul v/v' al modulelor vectorilor $\vec{v}$ și $\vec{v}'$. **R:** a) $v' = 0,3c$, $\alpha' = 55^\circ$; b) $\vec{v} = c(0,62\vec{i} + 0,138\vec{j} + 0,138\vec{k})$, $v = 0,65c$, $\alpha = 17,5^\circ$; c) $v/v' = 2,17$.

8. Aflați viteza unei particule relativiste de masă $m = 0,911 \cdot 10^{-30}$ kg și impulsul $p = 1,58 \cdot 10^{-22}$ kg·m/s. **R:** $v = 1,5 \cdot 10^8$ m/s.

9. Să se determine impulsul p al unei particule relativiste cu masa m și energia cinetică E_c . **R:** $p = \left(\frac{E_c}{c} \right) \sqrt{1 + \frac{2mc^2}{E_c}}$.

10. O particulă de masă m începe să se miște sub acțiunea unei forțe $\vec{F}$ constante ca mărime și direcție. Să se exprime dependența de timp a impulsului $\vec{p}$ și a vitezei $\vec{v}$ a particulei.

$$\mathbf{R:} \quad \vec{p} = \vec{F} \cdot t; \quad \vec{v} = \frac{c\vec{F}t}{\sqrt{m^2c^2 + F^2t^2}}.$$

Prof. Liviu Arici, Brăila

11. Un flux de radiații monocromatice cu lungimea de undă λ

iluminează o suprafață metalică. Curenții fotoelectrice obținuți se pot anula prin aplicarea unei tensiuni electrice de stopare. Să se determine cu cât trebuie mărită tensiunea de stopare pentru a anula curenții fotoelectrice, ce apare ca urmare a micșorării lungimii de undă a radiațiilor luminoase (care iluminează aceeași suprafață metalică) cu $\Delta\lambda$. **Aplicație numerică:** $\lambda = 3 \cdot 10^3$ Å și $\Delta\lambda = 3 \cdot 10^2$ Å. Celelalte mărimi fizice se iau din tabele.

$$\mathbf{R:} \quad \Delta U_s = \frac{hc}{e} \frac{\Delta\lambda}{\lambda(\lambda - \Delta\lambda)} \approx 0,46 \text{ V.}$$

12. Suprafața unui anumit metal este iluminată cu radiații luminoase de o anumită lungime de undă. Curenții fotoelectrice, ce se obțin ca urmare, se poate anula, aplicând o anumită tensiune electrică de frinare (stopare). Dacă se micșorează lungimea de undă a radiației luminoase incidente cu $\Delta\lambda$, pentru a se anula din nou curenții fotoelectrice, trebuie mărită tensiunea de stopare cu ΔU_s . Să se determine lungimea de undă a radiației luminoase.

$$\mathbf{R:} \quad \lambda = \frac{\Delta\lambda}{2} + \sqrt{\left(\frac{\Delta\lambda}{2}\right)^2 + \frac{hc}{e} \left(\frac{\Delta\lambda}{\Delta U_s}\right)}.$$

13. Să se determine deviația relativă de frecvență a unei unde vibrante dintr-un sistem de coordonate S' ce se mișcă cu viteza constantă v față de un sistem fix S în care se află sursa de unde. Deplasarea sistemului S' ($x'O'y'$) se face având $O'y'$ paralelă cu Oy din sistemul S , iar axele $O'x'$ și Ox au același suport. Faza undei este aceeași în ambele sisteme.

$$\mathbf{R:} \quad \frac{v-v'}{v} = 1 - \frac{v'}{v} = 1 - \frac{1-\beta}{1+\beta}, \text{ în care } \beta = v/c, \text{ iar } v \text{ și } v' \text{ sunt frecvențele}$$

undei în cele două sisteme. Evident, c este viteza luminii în vid.

Prof. Romulus Sfichi, Suceava



ADMITEREA ÎN ÎNVĂȚĂMÂNTUL SUPERIOR

Universitatea București - Facultatea de Fizică
SEPTEMBRIE 1995

PROBA I

I. 1. Energia cinetică a punctului material. Teorema variației energiei cinetice.

2. Să se enunțe legile transformărilor simple ale gazului ideal, scriindu-se și expresiile lor matematice.

3. O bucată de gheață alunecă, fără viteză inițială, pe un plan înclinat cu unghiul de 45° , într-un timp de două ori mai mare decât timpul de alunecare fără viteză inițială, pe același plan, dar fără frecare. Care este coeficientul de frecare (cinetic) între gheață și planul înclinat?

4. Într-un vas cu volumul $V = 100$ cm³ se află un gaz ideal la temperatura $t = 47^\circ$ C și presiunea $p = 10^4$ Pa. a) Câte molecule de gaz conține vasul? b) Care este distanța medie dintre moleculele aflate în vas? Numărul lui Avogadro este $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$ molecule/kmol iar constanta gazelor ideale, $R = 8310$ J/mol·K⁻¹.

5. Să se determine înălțimea la care urcă un lichid cu densitatea ρ , într-un capilar de rază r și lungime l , închis la capătul superior, dacă presiunea atmosferică este p_0 (lichidul udă perfect pereții vasului, iar coeficientul tensiunii superficiale este σ).

PROBA II

II. 1. Inductanța unui circuit. Expresia matematică a inductanței unei bobine.

2. Să se scrie formulele fundamentale ale dioptrului sferic, indicându-se semnificația fizică a mărimilor care intervin.

3. Un condensator plan are aria armăturilor $A = 200$ cm², distanța dintre armături $d = 0,1$ mm, iar între armături dielectricul este aerul. Să se determine: a) capacitatea electrică a condensatorului; b) intensitatea câmpului electric în zona dintre armături dacă între acestea tensiunea electrică este $U = 10$ V; c) cât devine capacitatea condensatorului dacă între armături se introduce un dielectric cu permitivitatea relativă $\epsilon_r = 3$. Se cunoaște permitivitatea vidului $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Fm⁻¹.

4. Convergența unei lentile este 5 dioptrii. La ce distanță de lentilă trebuie așezat un obiect pentru a se obține o imagine situată la 0,15 m de lentilă, când imaginea este: a) reală; b) virtuală.

5. Un anumit radionuclid emite radiații cu puterea de 64 μ W la un anumit moment și cu puterea de 1 μ W cu 60 secunde mai târziu. Știind că puterea emisă este proporțională cu numărul de nuclee dezintegrate în unitatea de timp, să se calculeze timpul de înjumătățire al radionuclidului.

PROBLEME PROPUSE PENTRU GIMNAZIU

1. O cană conține apă până la jumătate. Cum putem elimina aerul din cană, știind că aceasta se află deasupra apei?

2. Dacă cu ajutorul unui glonte găurim o foaie de tablă, care va fi mai mare, diametrul găurii sau diametrul glontului?

3. Avem două bile sferice, vopăite cu aceeași culoare. Una din ele este de fier, iar cealaltă de alamă, goală în interior. Cum putem identifica bilele?

4. De ce iarna, pentru răcirii motorului unui automobil, nu se folosește apă, ci antifol (un amestec de glicerină și alcool)?

5. Sarea se topește dacă o punem într-un pahar cu apă, sau dacă o punem într-o cratiță (fără apă) pe foc?

6. Dacă prin încălzirea cu 90°, 2 m de sârmă s-au dilatat cu 0,01 mm, cum trebuie tăiată în trei bucăți o sârmă confecționată din același material, cu lungimea de 24 m, astfel încât prima bucată să se alungească cu 0,07 m, a doua cu 0,08 m și a treia cu 0,09 m? **R:** $l_1 = 7 \text{ m}$, $l_2 = 8 \text{ m}$, $l_3 = 9 \text{ m}$.

7. Apropiind o lămpetă electrizată de un jet subțire de apă ce curge la robinet, jetul este deviat. De ce?

8. Se poate folosi pentru orientare busola pe o navă cu pereții de oțel?

9. La ce distanță de un anumit loc s-a produs fulgerul, dacă tunetul s-a auzit la un interval de 3 s? (sunetul are în aer viteza de 340 m/s).

R: $d = 1020 \text{ m}$

10. Avem două monezi de 10 lei și un magnet. O monedă este confecționată din fier, iar cealaltă din aluminiu. Cum putem proceda ca magnetul să atragă ambele monezi?

11. Se dă circuitul următor. În funcție de poziția întrerupătoarelor k_1 și k_2 , precizați comportarea becurilor B_1 , B_2 și B_3 .

12. Avem circuitul următor. Completați tabelul în dreptul becului B_1 , notând cu 1 atunci când acesta luminează și cu 0 când este stins. În cazul în care ambele întrerupătoare sunt închise, iar B_1 se arde, B_2 va mai lumina? De ce?

Elevă Loredana Mădălina Ioana, Șc. Jose

Marti, București

13. Un corp are greutatea $G = 872,2 \text{ N}$ și volumul $V = 0,01 \text{ m}^3$. Aflați densitatea corpului și stabiliți dacă acest corp este izolator sau conductor din punct de vedere electric. **R:** $\rho_{\text{corp}} = 8900 \text{ kg/m}^3$.

14. Într-un cilindru cu înălțimea h , se toarnă apă până la înălțimea h_1 . Greutatea apei turnate în vas este de 98 N. Diametrul bazei cilindricului este de 40 cm. Știind că $\rho_{\text{ap}} = 1000 \text{ kg/m}^3$, determinați înălțimea la care se ridică apa în cilindru. **R:** $h_1 = 7,9617834 \text{ cm}$.

Elev Marius Oncescu, Șc. gen. nr. 6, București

15. Să se afle cu ce forță trage un corp de masă $m = 210 \text{ kg}$ un scripete mobil. **R:** $F = 1029 \text{ N}$.

16. Se dă desenul de mai jos cu $F_1 = 0,05 \text{ N}$ și $m_1 = 250 \text{ g}$. Se cere să se afle m_2 și G_2 . **R:** $m_2 = 5 \text{ kg}$, $G_2 = 49,05 \text{ N}$.

17. Doi atleți au de parcurs 30 km. Primul atlet aleargă tot timpul cu viteza constantă $v_1 = 10 \text{ km/h}$. Al doilea atlet parcurge jumătate din drum cu viteza de 10 km/h, iar cealaltă jumătate o parcurge cu viteza $v_2 = 15 \text{ km/h}$. Cu cât timp ajunge al doilea atlet înaintea primului la destinație?

R: $\Delta t = 30 \text{ minute}$.

18. Luăm un resort de care atârnăm o bucată de plumb. Acul

resortului indică 10 cm. Dacă vom mai pune o bucată de plumb acul resortului indică 30 cm. De câte ori s-a mărit forța, după punerea celei de a doua bucăți? **R:** Forța se mărește de trei ori.

Elevă Anca-Măriuca Rotariu, Lic. "C. Negruzzi", Iași

19. Un corp de masă $m = 30 \text{ kg}$, este urcat pe un plan înclinat. Să se afle înălțimea planului atunci când se folosește o forță de 300 N știind că randamentul $\eta = 88 \%$, iar lungimea planului este $l = 5 \text{ m}$ (se va lua $g = 10 \text{ N/kg}$). **R:** $h = 4,4 \text{ m}$.

20. O forță rezistentă de 2400 N este echilibrată cu o forță activă de 400 N. Știind că cele două forțe sunt echilibrate cu ajutorul unei pârghii de lungime 2,8 m, aflați brațul forței active. **R:** $b_1 = 1,4 \text{ cm}$.

Elevă Anca Răileanu, Lic. "C. Negruzzi", Iași

21. Fie corpul de masă m_1 din figura de mai jos care se mișcă uniform pe planul orizontal. Știind că masa corpului m_1 este 20 kg și că forța de frecare este 20 % din greutatea corpului de masă m_1 , atunci să se afle masa corpului m_2 . **R:** $m_2 = 200 \text{ kg}$.

Elevă Mihaela Hanganu, Lic. "C. Negruzzi", Iași

22. Un corp este tras pe un plan înclinat cu $\alpha = 45^\circ$ cu o viteză constantă de o forță $F = 455,6 \text{ N}$. Știind că corpul are masa $m = 370 \text{ kg}$, înălțimea planului este $h = 4 \text{ m}$, coeficientul de frecare $\mu = 69 \%$ și că randamentul planului $\eta = 39 \%$, să se afle: a) lungimea planului; b) forța de frecare; c) puterea corpului dacă parcurge lungimea cu o viteză de 2 m/s. Să se transforme în C.P. **R:** $l = 5,67 \text{ m}$, $F = 1763,86 \text{ N}$, $P = 3,55 \text{ W}$ sau $P = 0,0048 \text{ C.P.}$

Elev Cristi-Florin Nedelcu, Lic. "C. Negruzzi", Iași

23. Pe pistonul mic al unei prese hidrolice ce are $S_1 = 5 \text{ cm}^2$ acționează o forță de 250 N. Știind că $S_2/S_1 = 40$, să se afle: a) forța ce acționează pe pistonul mare; b) de câte ori se amplifică forța. **R:** a) 10000 N; b) $F_2/F_1 = 40$ ori.

24. Știind că presiunea exercitată de apă pe fundul unui vas este de 6000 Pa și că $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, să se afle înălțimea apei ce exercită această presiune. Se va considera $g = 10 \text{ N/kg}$. **R:** 0,6 m.

Elevă Veronica Chiriac, Școala "Petre Șerban", Dr. Tr-Severin

25. Un mobil cu mișcare rectilinie și uniformă are viteza de 3 m/s. În cât timp parcurge distanța de 12 km?

26. În același moment două mobile pornesc unul către celălalt din două localități aflate la distanța de 350 km, în mișcare rectilinie și uniformă. Primul cu viteza de 20 m/s, iar al doilea cu viteza de 15 m/s. a) La cât timp de la pornire se vor întâlni cele două mobile? b) Ce distanță a parcurs fiecare mobil?

27. Un călător are pasul de 0,75 m. Știind că face 2 pași pe secundă și merge uniform fără oprire timp de 1 h și 30 minute să se determine distanța parcursă.

28. Doi bicicliști pornesc în același timp dintr-o localitate, primul cu viteza de 20 m/s iar al doilea cu viteza de 12 m/s. Știind că primul a ajuns la destinație după 30 minute să se afle la cât timp după primul a ajuns al doilea la destinație.

29. Apa unui râu curge cu viteza de 0,5 m/s, iar o barcă se deplasează cu viteza de 2 m/s. În cât timp parcurge barca distanța de 5 km când se deplasează în sensul de curgere al apei? Dar în sens contrar curgerii apei?

30. Un râu curge cu viteza de 0,5 m/s. Distanța dintre două localități de pe malul apei este de $AB = 18 \text{ km}$. Din localitatea A pornește o barcă în sens contrar curgerii apei, cu viteza de 3 m/s, iar din localitatea B o luntre cu viteza de 0,75 m/s în sensul de curgere a apei. După cât timp se întâlnesc cele două ambarcațiuni și ce distanță a parcurs fiecare?

31. Coridorul unui vagon de tren are lungimea de 15 m. Un pasager aflat la capătul coridorului în momentul când vagonul trece prin dreptul unui stâlp de telegraf pornește spre capătul celălalt al coridorului, la care

ajunge când trece prin dreptul celui de-al unsprezecelea stâlp de tolograf. Știind că are lungimea pasului 0,5 m și face 1 pas/s, iar stâlpii sunt plantați la 120 m unul de altul, să se afle viteza trenului (locomotivei).

Elevă Andreea Băveș, Lic. Teoretic Truian, Drobeta Tr-Severin

32. Când vântul bate în rafale ce fel de mișcare are aerul? **R:** variată.

33. O sticlă plină cu apă are 200 grame mai mult decât aceeași sticlă plină cu alcool. Ce volum are sticlă? **R:** $V = 100 \text{ cm}^3$.

Elevă Irina Ropcean, Șc. Gen. Nr. 12, Piatra Neamț

34. Două automobile pornesc din puncte diferite ce aparțin unei șosele rectilinii, aflate la distanța $d = 500 \text{ km}$ unul de altul. Primul se deplasează cu viteza constantă $v_1 = 20 \text{ km/h}$, iar al doilea cu viteza constantă $v_2 = 30 \text{ km/h}$. Aflați: a) după câte ore se întâlnesc automobilele; b) în cât timp parcurge fiecare automobil întreaga distanță.

R: $\Delta t = 10 \text{ h}$; $t_1 = 25 \text{ h}$; $t_2 = 50/3 \text{ h}$.

35. Să se determine masa unui cub cu latura de 3 cm și densitatea de 18 g/cm^3 . **R:** $m = 486 \text{ g}$.

36. Într-o măsură se află 100 cm^3 de apă. Scufundând în măsură 5 bile de fier identice volumul apei devine 140 cm^3 . Care este volumul unei bile? **R:** $V = 8 \text{ cm}^3$.

Elevă Luminița Țânțaru, Șc. Gen. "Petre Țuțușcu"-Dr. Tr-Severin

37. Conform legii inerției gloul care iese din țeava puștii, ar trebui să se miște uniform și rectiliniu. Care sunt cauzele ce schimbă traiectoria și felul mișcării?

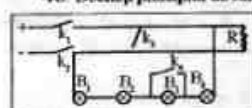
Elevă Victoria Ghionea, Șc. Gen. "Ion Creangă", Brăila



38. Se consideră o brichetă ca în figură. Arătați dacă constituie o încălcare a legii vaselor comunicante această situație. **R:** Nu.

39. Arătați din ce cauză o bucată de lemn nu stă în echilibru sub nivelul apei și ce condiție trebuie să îndeplinească un submarin pentru a sta în echilibru la orice adâncime.

40. Descrieți principiul de funcționare al pistolului electric de lipit.



41. Se dă următorul circuit electric. I. Se cere să se specifice ce se va întâmpla dacă: a) k_1, k_2, k_3, k_4 închise; b) k_1, k_2 închise, k_3, k_4 deschise; c) k_1, k_3, k_4 închise, k_2 deschis; d) k_1, k_2 deschise, k_3, k_4 închise. II. Presupunând cazul b) de la

punctul anterior, căși volți poate să dezvolte sursa de curent, știind că $B_1 = 10 \text{ V}$, $B_2 = 25 \text{ V}$, $B_3 = 14 \text{ V}$, $B_4 = 50 \text{ V}$, iar pe rezistența R , $U_R = 100 \text{ V}$. III. Același enunț ca la punctul II, dar pentru cazul c). **R:** $U_{\text{max}} = 199 \text{ V}$, $U_{\text{min}} = 185 \text{ V}$.

Elev Teodor Negru, Slobozia

V (cm ³)	50	100	150	200	250
m (g)	56	112	169	225	281

42. Măsurând masa și volumul unui lichid s-au obținut următoarele rezultate:

a) Care este densitatea lichidului? b) Plasați puncte de intersecție de mai sus (V, m) pe un grafic și trasați curbă corespunzătoare; c) Determinați, prin calcul sau cu ajutorul graficului, masa a 125 cm^3 de lichid. **R:** $\rho = 1,12 \text{ g/cm}^3$, $m = 140 \text{ g}$.

43. Un cilindru de oțel are un diametru $d = 3 \text{ cm}$ și o înălțime $h = 2 \text{ cm}$. Masa sa este $m = 110 \text{ g}$. a) Care este densitatea oțelului? b) Care este masa unui cub de oțel cu latura $a = 3 \text{ cm}$? **R:** $\rho = 7,79 \text{ g/cm}^3$, $m = 210,33 \text{ g}$.

44. Care este volumul unui lingou de aur cu masa de 1 kg ? Care va fi volumul unui lingou de plumb de aceeași masă? Dacă două lingouri de aur și de plumb au același volum, care este mai greu? **R:** $V_1 = 51,8 \text{ cm}^3$, $V_2 = 88,4 \text{ cm}^3$, $m_1 > m_2$.

45. Măsurători precise ne dau pentru apă: la 4°C , 1 kg are volumul de $1,0000 \text{ dm}^3$; la 20°C , 1 kg are un volum de $1,0018 \text{ dm}^3$; la 60°C , 1 kg are un volum de $1,0170 \text{ dm}^3$. Ce fenomen fizic permite explicarea acestor diferențe? Calculați densitatea apei în fiecare caz (în kg/dm^3).

R: Fenomenul fizic ce explică diferențele pentru volum este dilatația. Se știe că apa prezintă o anomalie: 4°C are volum minim și densitatea maximă. $\rho_1 = 10^3 \text{ kg/m}^3$, $\rho_2 = 998,2 \text{ kg/m}^3$, $\rho_3 = 983,2 \text{ kg/m}^3$.

46. Când răcim un corp, ce se întâmplă cu volumul său?

47. Este adevărat sau fals: dacă o tijă se alungește prin încălzire, diametrul ei se micșorează?

48. Masa unei substanțe variază în momentul dilatației?

49. Presiunea unui gaz variază când îl încălzim?

50. În ce caz un corp solid omogen (fără goluri) poate pluti într-un lichid?

Traducere și adaptare după "Sciences et physiques", 1982
Prof. Liliana Iacob, Șc. nr. 6, Piatra Neamț

DIN ISTORIA FIZICII

Domeniul

Epoca istorică: feudalismul în descompunere (Renașterea) și începutul epocii moderne

Mecanica

Leonardo da Vinci (1452 - 1519) este o figură proeminentă de la începutul Renașterii care a folosit în cercetarea fenomenelor atât observația, cât și experiența.

Sir Isaac Newton (1643 - 1703) a cercetat echilibrul pe planul înclinat și a descoperit astfel, descompunerea unei forțe în componentele sale, adică legea paralelogramului.

Galileo Galilei (1564 - 1642) a formulat teoria propriu-zisă a mișcării (dinamica) și a început, după 1589, primele experimente asupra căderii corpurilor.

Christian Huygens (1629 - 1695) a continuat cercetările lui Galilei și a pus bazele teoriei undulatorii a luminii.

Otto von Guericke (1602 - 1686) a explicat în 1656, cu ajutorul multor experimente impresionanți ("emisferele de la Magdeburg"), natura presiunii aerului. A scris, în 1663, o dare de seamă cuprinzătoare asupra experimentelor sale, care apare, în 1672, sub titlul "Noi experimente făcute la Magdeburg asupra spațiului fără aer".

O importanță deosebită s-a acordat în această epocă studiului fluidelor:

• Robert Boyle (1627 - 1691) a reușit, cu ajutorul unei pompe de aer, să stabilească legea comprimării gazelor și cercetările au fost continuate de:

• abatele Edme Mariotte (1620 - 1684) care a confirmat, în 1662, prin numeroase experimente, legea cunoscută sub denumirea de "legea Boyle - Mariotte".

• Evangelista Torricelli (1608 - 1647) care a studiat curgerea lichidelor printr-un orificiu și a inventat, în 1644, barometrul cu mercur.

• Blaise Pascal (1623 - 1662) care a formulat legea privitoare la transmiterea presiunii prin fluide.

• Robert Hooke (1635 - 1703) care este considerat de unii fizicieni ca fiind cel mai mare experimentator dinaintea lui Faraday și care a studiat deformările elastice și a descoperit legea ce-i poartă numele.

• Isaac Newton (1643 - 1727), este omul de știință care a dominat această epocă, punând bazele "mecanicii newtoniene". Marin Mersenne (1588 - 1648) a determinat în 1636, viteza sunetului în aer și a demonstrat faptul că o coardă emite pe lângă sunetul fundamental și armonicele respective.

Joseph Sauveur (1653 - 1716) a stabilit poziția nodurilor și a ventrelor la coarde cu ajutorul unor călăreți de hârtie care se mișcă ușor și astăzi.

Acustica

Prof. Anca Moldoveanu, Iași

DRAGOMIR HURMUZESCU "decanul fizicienilor români" (1865 - 1954)

"Universitatea din Iași îi datorează o parte din gloria ei, fizica îi datorează o serie de descoperiri clasice... Elevii și elevii elevilor lui îi cinstesc și-i vor cinsti mereu": așa îl caracteriza pe fizicianul Dragomir Hurmuzescu, un alt mare fizician, Ștefan Procopiu.

Născut în București, în anul 1865, Dragomir Hurmuzescu, considerat de fizicieni și istorici de fizică C. G. Boduș drept "decanul fizicienilor români", a urmat învățământul liceal în "Colegiul Sf. Sava" din București, tot în acest oraș obținând și licența în științe fizico-matematicale (1887). Își susține și doctoratul în fizică (1897) la Universitatea din Iași, unde pune bazele unui laborator universitar, modern, de fizică. Contribuie la punerea bazei Societății de Științe din Iași și a unei publicații universitare de prestigiu ("Analele Științifice de la Universitatea de Iași"), aceasta fiind editată în franceză spre a face cunoscută și pe alte baze contribuțiile oamenilor de știință ieșeni (Hurmuzescu a fost secretarul de redacție al revistei). Dragomir Hurmuzescu este întotdeauna șeful de fizică de la Iași, șeful ce a format numeroși oameni de știință de o certă valoare, cu Ștefan Procopiu, C. G. Boduș și alții. Concomitent cu activitatea universitară, este profesor și director al Liceului literar din Iași. De asemenea, el înființează pe lângă Facultatea de Științe, Școala Superioară de Electricitate din Iași (1910 - 1912), într-o epocă în care nu se asigura încă în țara noastră, formarea de specialiști de nivel superior în electricitate. Această instituție devine ulterior, Institutul Electrotehnic al Universității din Iași (1913), important nucleu al învățământului electrotehnic superior din România, cu și al vîitorii Școli Politehnice "Gheorghe Asachi" din Iași.

Transfere la Universitatea din București, în 1913, ca profesor la disciplina

"Aplicațiile electrice și electriceității", Dragomir Hurmuzescu rămîne în Capitală în această funcție pînă în anul 1937, ocupînd și funcția de decan al Facultății de Științe din București. Înființează aici Institutul Electrotehnic al Universității, pe care îl conduce pînă la unificarea acestuia cu Facultatea Școlii Politehnice din București. În anul 1916, este ales membru corespondent al Academiei Române, iar, ulterior, se numără printre membrii fondatori ai Academiei de Științe din România.

Meritele sale științifice sunt importante, fiind legate atât de problemele fundamentale ale fizicii, cum ar fi determinarea raportului dintre unitățile electrostatice și electromagnetice, cât și de probleme aplicative, cu realizarea în anul 1895 a unui dinamo de înaltă tensiune, cu patru indici fixați pe același arbore (3000 V, pe atînci, una din cele mai înalte tensiuni obținute). El a inventat un nou tip de izolan - dielectricul (1894), pe baza unui amestec de sulf și parafină, cu ajutorul căruia a construit un prim electroscop modern (produs în serie în strălucită, așa-numitul electroscop II, cu ecran electrostatic, de care s-au servit H. Bocuș și alții pentru descoperirea radioactivității, iar soții Marie și Pierre Curie pentru izolarea radiului. Împreună cu L. Bencist, a descoperit proprietățile razei X de a descompune corpurile electrizate, iar împreună cu marele neurolog Gh. Marinescu a realizat principiile fotografiei din lume cu bolnavii suferinți de maladia acromagica. A fost un important promotor al aplicațiilor tehnice de fizică și motorul primelor cercetări de radio din România (1902).

Pentru a-i cinsti memoria, unul dintre premiiile Academiei Române îi poartă numele.

Elev Bogdan Măthăsur, Șc. gen. nr. 3, Piatra Neamț

Polish Academy of Sciences FIRST STEP TO NOBEL PRIZE IN PHYSICS

Fourth International Competition in Research Projects in Physics for Secondary School Students

Some of secondary school students in physics try to perform their own research works in physics. Sometimes their results are very interesting and valuable. Bearing that in mind, the Institute of Physics, Polish Academy of Sciences, organizes since 1992 an annual international competition in research projects in physics for secondary school students, called "First Step to Nobel Prize in Physics". In 1995/96 such competition will be organized for the fourth time and conditions of participation are following:

1. All the secondary (high) school students regardless of the country, type of the school etc. are eligible for the competition. The only condition is that the school cannot be considered as a university college and the age of the participant should not exceed 20 years on March 31, 1996.

2. There are no restrictions concerning the subject matter of the paper, their level, methods applied etc. All these are left to the participants' choice. The papers, however, have to have a research character and deal with physics topics or topics directly related to physics.

3. Every participant can submit one or more papers but each paper should have only one author. The volume of each paper (including figures and tables) should not exceed 20 normal typed pages (size: A4, no more than 30 lines per page, no more than 70 characters per line).

4. The papers will be refereed by the Organizing Committee and the best will be awarded. The number of awarded papers is not limited. All the awards will be considered equivalent. The Authors of the awarded papers will be invited to the Institute of Physics for one month's research stay. The stay expenses in Poland will be paid by the Institute of Physics (Unfortunately, the travel expenses to and from Poland cannot be paid by us well).

5. In addition to the regular awards the Organizing Committee may establish a number of honorable mentions. The participants who won the honorable mention receive diplomas, but they are not invited to the research stay.

6. The participants send their papers in two copies English only by March 31, 1996 to:

Dr. Waldemar Gorzkowski
Secretary General of the "FIRST STEP"
Institute of Physics, Polish Academy of Sciences
al. Lotników 32/46, (PL) 02-668 Warszawa

7. IMPORTANT: Each paper should contain the name, birth date and home address of the Author and the name and address of his/her school.

We hope that competition will provide the pupils with an opportunity to compare their own achievements with those of their colleagues from other countries. Also we hope that the stay of young scientists in our Institute will result in friendly relationship between them, what seems especially valuable for the future.

On behalf of the Organizing Committee
Prof. Henryk Szymczak
Director of the Institute of Physics

Additional information on the IV competition as well as on the past competitions can be obtained from:

Dr. Waldemar Gorzkowski - phone (022) 435212; tel. 812468 ifp@p; fax: (022) 430926; E-mail: gorzk@p.pwr.wroc.pl or gorzk@p.pwr.wroc.pl

Current information on the competition and related topics can be found also in the subdirectory "pub/competitions" of the regular "anonymous" on the ftp server "ftp.ifp.pwr.wroc.pl".

Academia de Științe din Polonia PRIMUL PAS SPRE PREMIUL NOBEL ÎN FIZICĂ

Al 4-lea Concurs Internațional de Comunicări științifice (proiecte de cercetare) de fizică, pentru elevii de liceu (colegi).

Unii dintre elevii de liceu, interesați de fizică, încearcă să realizeze lucrări proprii de cercetare. Uneori rezultatele lor sunt foarte interesante și valabile. Avînd în vedere aceasta, Institutul de Fizică al Academiei de Științe din Polonia, organizează începînd cu 1992, o competiție anuală numită ca mai sus.

În 1995/96 această competiție va fi organizată pentru a 4-a oară, iar condițiile de participare sînt următoarele:

1. Toți elevii de liceu, indiferent de țară, de tipul de școală, pot participa la competiție. Singura condiție restrictivă este ca acea școală să nu fie considerată ca fiind o colegiu universitar, iar vârsta participantului, la 31.03.1996 să nu fie peste 20 ani.

2. Nu există restricții referitoare la subiectul comunicărilor, nivelul lor, metodele aplicate, etc. Toate acestea sînt lăuate la alegerea participantilor. Oricum, lucrările trebuie să aibă un caracter de cercetare și legătură cu fizica sau cu aplicații directe ale fizicii.

3. Fiecare participant poate inventa una sau mai multe lucrări dar fiecare lucrare trebuie să aibă doar un autor unic. Volumul fiecărei lucrări (incluzînd figuri și tabele) nu trebuie să depășească 20 pagini tipărite normal (A4, maxim 30 linii pe pagină și 70 caractere/linie).

4. Lucrările vor fi juriate de Comitetul de Organizare, iar cele mai bune vor fi premiate. Numărul de lucrări premiate nu este limitat. Toate premiile se consideră echivalente. Autorii lucrărilor premiate vor fi invitați de Institutul de Fizică pentru un stagiu de cercetare de o lună. Cheltuielile de deplasare în Polonia vor fi plătite de Institutul de Fizică (din plățile nu și cele de deplasare).

5. Pe lângă premii, Comitetul de Organizare poate stabili și un număr de mențiuni de onoare. Elevii cu aceste mențiuni nu vor fi invitați la stagiul de cercetare.

6. Participanții vor trimite lucrările lor pînă la 31.03.1996 pe adresa:

Dr. Waldemar Gorzkowski
Secretary General of the "First Step"
Institute of Physics, Polish Academy of Science
al. Lotników 32/46, (PL) 02-668 Warszawa

7. IMPORTANT: Fiecare lucrare trebuie să conțină numele, data nașterii și adresa de acasă a autorului, precum și numele și adresa școlii sale.

Sperăm că această competiție va fi un prilej pentru copii de a-și compara realizările lor cu cele ale colegilor din alte țări. De asemenea institutul nostru va crea relații de prietenie între ei, ceea ce le va fi folositor pentru viitor.

Din partea Comitetului de Organizare
Prof. Henryk Szymczak
Director of Institut of Physics

Informații suplimentare despre a 4-a ediție a competiției ca și despre cele anterioare pot fi obținute de la:

Dr. Waldemar Gorzkowski - Tel. (022) 435212; telex: 812468 ifp@p; Fax: (022) 430926; E-mail: gorzk@p.pwr.wroc.pl sau gorzk@p.pwr.wroc.pl

Informații curente despre competiții și în legătură cu aceasta pot fi găsite de asemenea în subdirectorul "pub/competitions" al regulatului "anonymous" pe ftp server "ftp.ifp.pwr.wroc.pl".

Tipografia //// LASER BRĂILA
urează revistei

Evrika!

*La mulți ani,
cu prilejul împlinirii a 5 ani de apariție
neîntreruptă.*



Adresa redacției "EVRIKA"
BRĂILA 6100
Oficiul poștal 3, Căsuța poștală 309
Tel: 039 646851
EDITOR
Prof. Emilian MICU



Pret
1700 lei

