

Caiete de fizică

Anul III , Nr.9 , Octombrie 2001

<http://papiu.netsoft.ro/labfiz>

FORȚA CORIOLIS

prof. Liviu Belașcu

1° Forțe de inerție care acționează asupra unui corp în mișcare relativă față de un sistem de referință aflat în mișcare de rotație

Sistemele de referință aflate în mișcare de rotație au un caracter mai special față de alte sisteme de referință neinertiale. Dacă un corp se mișcă față de un astfel de sistem de referință, principiul acțiunii forței nu poate fi aplicat nici dacă se introduc forțele centrifuge de inerție. În acest caz mai apare o forță de inerție, numită *forța Coriolis*, care depinde și de viteza de mișcare a corpului.

Pentru a arăta acest lucru vom considera următorul exemplu: luăm o foaie de hârtie care se poate roti în jurul unui ac cu gămălie înfipt într-o foaie de polistiren expandat. Deasupra foii ținem fixă o riglă și de-a lungul riglei deplasăm (rectiliniu) un creion

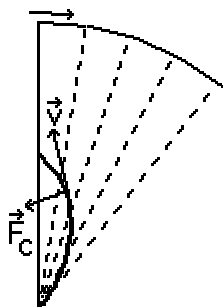


Fig. 1

care atinge foaia de hârtie. Ce observăm? Deși față de sistemul laboratorului creionul se mișcă rectiliniu, traiectoria de pe foaia de hârtie va fi curbată (Fig. 1) astfel că putem trage concluzia că apare în sistemul de referință al foii o accelerație normală la traiectoria creionului. În sistemul laboratorului (inertial) asupra creionului nu acționează nici o forță care să curbeze traiectoria iar aceasta va fi o linie dreaptă. În schimb în sistemul de referință legat de foaia în rotație (neinertial) trebuie să acționeze o forță suplimentară, perpendiculară pe direcția vitezei, care curbează traiectoria. Această forță de inerție suplimentară a fost denumită forță Coriolis după numele fizicianului francez Gaspard Gustave Coriolis (1792 – 1843) care a calculat această forță.

Calculul este destul de dificil de aceea precizăm doar că expresia acestei forțe este:

$$\vec{F}_C = 2 \cdot m \cdot \vec{v} \times \vec{\omega},$$

unde: F_C este forța Coriolis, ω este viteza unghiulară a sistemului de referință neinertial iar v este viteza corpului față de sistemul de referință neinertial. Direcția forței Coriolis este perpendiculară atât pe direcția vitezei corpului cât și pe direcția axei de rotație. Mai observăm și că forța Coriolis nu apare dacă direcția vitezei corpului este paralelă cu direcția axei de rotație a sistemului de referință neinertial.

Forța Coriolis este diferită de alte forțe de inerție și prin faptul că depinde și de viteza corpului față de sistemul de referință neinertial.

Mai putem preciza și faptul că asupra corpului acționează pe lângă forța Coriolis și forța centrifugă de inerție în același fel ca și în cazul în care acesta ar fi în repaus față de sistemul de referință aflat în mișcare circulară.

Temă experimentală

Decupați un disc din carton cu raza de circa 5 cm. Treceți un ac prin centrul discului iar la circa 1 cm de centrul discului puneți câteva picături de cerneală. Imprimați discului o mișcare de rotație rapidă în jurul acului. Ce observați? Explicați.

Notă importantă: efectuați experimentul afară din casă și purtați niște haine mai vechi pentru că s-ar putea ca cerneala să se împrăștiie peste tot!

2° Forța Coriolis la suprafața Pământului

Cu ajutorul forței Coriolis putem explica numeroase fenomene care se produc la suprafața Pământului. În general fenomenele sunt destul de complexe deoarece Pământul are o formă sferică. Totuși în apropierea polilor situația este asemănătoare cu cea prezentată anterior.

Exemplu:

Să se determine în ce direcție și cu cât deviază un glonț tras la Polul Nord, orizontal, cu o viteză inițială de 500 m/s, în timp de o secundă.

Din formula forței Coriolis putem deduce, cu regula burghiului drept, că glonțul va devia spre dreapta (spre vest).

Calculăm mai întâi accelerația Coriolis:

$$a_c = 2 \cdot \omega \cdot v = \frac{4\pi}{T} v = \frac{2 \cdot \pi \cdot 500}{24 \cdot 3600} = 0,0727 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Deoarece abaterea de la traiectoria rectilinie este mică, putem considera că practic accelerația nu își schimbă direcția și atunci deviația va fi:

$$d = \frac{a_c}{2} t^2 = 0,036 \text{ m} = 3,6 \text{ cm}.$$

În cazul proiectilelor trase la mare distanță trebuie ținut cont de efectul forței Coriolis deoarece abaterile pot fi mari (sute de metri).

Dacă glonțul este tras la Ecuator, într-un plan orizontal, de-a lungul meridianului, glonțul nu va fi deviat deoarece viteza va fi paralelă cu axa de rotație a Pământului și forța Coriolis va fi egală cu zero. Lucrurile se întâmplă invers dacă corpul este lăsat să cadă liber la suprafața Pământului.

Apariția cicloanelor poate fi explicată de asemenea cu ajutorul forței Coriolis. Aerul se deplasează din zonele cu presiune mai mare spre zonele cu presiune mai mică pe traiectorii deviate spre dreapta față de sensul lor de mișcare (în emisfera nordică). În acest fel apare mișcarea circulară a maselor de aer. Din aceleași motive vânturile alizee sunt deviate spre apus indiferent în ce emisferă se produc. Efectele produse sunt mari și datorită faptului că forțele de frecare între straturile de aer sunt relativ mici. În multe alte situații efectele forței Coriolis pot fi mascate de forțele de frecare care apar.

Un alt efect al forței Coriolis este roaderea mai accentuată a malului drept al râurilor care curg în emisfera nordică. S-a constatat că râurile din emisfera nordică ocolesc obstacolele cu predilecție prin dreapta sensului de curgere.

3° Demonstrarea mișcării de rotație a Pământului

Experimentul prin care s-a dovedit mișcarea de rotație a Pământului a fost realizat de către fizicianul francez Jean Bernard Leon Foucault (1819-1868) în anul 1851 în Paris.

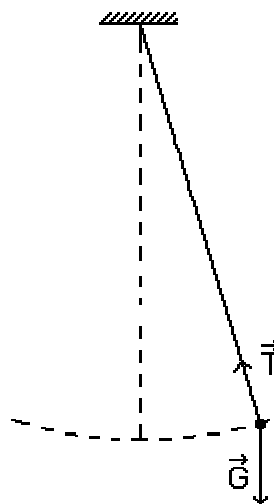


Fig. 2

Foucault a utilizat un pendul gravitațional cu lungimea de 67 m care avea perioada de oscilație de circa 16 s (Fig. 2). Dacă Pământul este un sistem de referință inerțial, asupra pendulului acționează în mod normal greutatea și tensiunea din fir care vor determina producerea oscilațiilor într-un singur plan. Foucault a observat însă că planul de oscilație al pendulului se rotește în sens orar (văzut de sus). Acest lucru, care se datorează forței Coriolis, dovedește că Pământul se rotește, adică nu este un sistem de referință inerțial. Au fost făcute observații și în emisfera sudică, planul de oscilație rotindu-se în acest caz în sens antiorar.

Notă: pendulul lui Foucault poate constitui o temă de cercetare.

SIMULATORUL DE SISTEM SOLAR

Cristian Klein clasa a XI-a D

Simulatorul de sistem solar este un program cu ajutorul căruia se poate simula mișcarea în plan a unui număr nelimitat de corpuri cerești, ținând cont de interacțiunea gravitațională dintre ele.

Programul este făcut în limbajul de programare Visual Basic 5.0 și poate rula pe orice platformă de Windows pe 32 de biți (Windows NT/95/98/ME/2000). Utilizatorul trebuie să introducă date de intrare, adică masa, poziția inițială și viteza inițială a fiecărui corp.

Pentru mișcarea a două sau trei planete se poate deduce o formulă, care să calculeze poziția acestora în funcție de timp, însă pentru multe corpuri formulele nu mai pot fi deduse. De aceea pentru

a simula mișcarea unui număr nelimitat de planete, calculele trebuie făcute din aproape în aproape.

Principiul de funcționare al programului constă în a calcula, pentru fiecare corp, accelerația care îi este imprimată de către celelalte corpuri, la un moment dat. După ce a fost calculată accelerația rezultantă a tuturor corpurilor, programul calculează viteza și poziția fiecărui corp în poziția imediat următoare.

Pentru a implementa operații cu vectori pe calculator, aceștia sunt descompuși pe cele două componente, cea orizontală și cea verticală. Astfel operațiile cu vectori sunt mult simplificate. În conti-

nuare sunt deduse formulele descompuse pe cele două axe, utilizate de program.

Formula pentru accelerația gravitațională, care acționează asupra unui corp datorită câmpului gravitațional creat de alt corp, poate fi dedusă împărțind forța gravitațională, dedusă cu ajutorul formulei vectoriale a legii atracției universale, la masa primului corp. Astfel obținem următoarele formule:

$$a_x = k \cdot \frac{M}{d^3} d_x \quad a_y = k \cdot \frac{M}{d^3} d_y,$$

unde a_x este componenta pe orizontală a accelerației, a_y componenta pe verticală a accelerației, k este constanta atracției universale

($k = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{Nm^2}{kg^2}$), M masa corpului care acționează asupra primului corp, d distanța dintre cele două corpuri, d_x este distanța dintre cele două corpuri pe orizontală, iar d_y distanța pe verticală dintre cele două corpuri.

Sistemul de referință fiind inerțial, nu avem alte tipuri de accelerații. După ce a însumat toate accelerațiile care acționează asupra unui corp, programul calculează viteza pe care o va avea acel corp în imediat următoarea poziție. Pentru aceasta trebuie luat un t , care reprezintă timpul care s-a scurs dintre două poziții consecutive afișate pe ecran. Luând valoare t -ului cât mai mică se poate considera că mișcarea corpului în acel interval de timp este uniform accelerată. Viteza corpului în următoarea poziție poate fi calculată folosind următoarele formule:

$$v_x = v_{x0} + a_{xt} \quad v_y = v_{y0} + a_{yt}$$

unde v_x și v_y sunt componentele vitezei în următoarea poziție, v_{x0} și v_{y0} sunt componentele vitezei în poziția curentă, iar a_{xt} și a_{yt} sunt componentele accelerației totale.

Folosind aceeași aproximație, putem afla următoarea poziție unui corp folosind legea mișcării uniform variate:

$$x = x_0 + v_x t + \frac{a_{tx} t^2}{2} \quad y = y_0 + v_y t + \frac{a_{ty} t^2}{2},$$

unde x și y sunt componentele vectorului poziție finală, iar x_0 și y_0 sunt componentele vectorului poziție inițială

Repetând aceste calcule de foarte multe ori, pentru fiecare corp, desenând corpurile după fiecare set de calcule, vom obține o mișcare continuă, care va fi foarte apropiată de cea din realitate. Cu cât t -ul ales este mai mic cu atât simularea va fi mai exactă. Pentru a crea o simulare în timp real, programul alege t -ul ca fiind timpul care a trecut în timp ce a făcut calculele necesare pentru o poziție a planetelor.

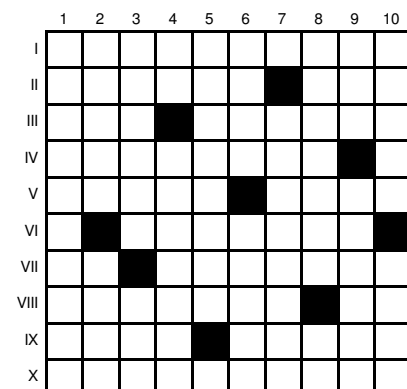
Programul mai include niște facilități de genul: alegerea unei culori pentru fiecare corp, afișarea unui text lângă fiecare corp (de exemplu numele acestuia), afișarea orbitei corpurilor (fie folosind aceeași culoare ca cea a planetei, fie având o culoare de la verde spre roșu în funcție de viteza corpului).

În viitor programul va simula mișcările planetelor în trei dimensiuni, va simula ciocnirile dintre planete și va include unele simulări preexistente ale unor sisteme solare care pot fi găsite și în realitate.

Așadar, programul poate fi folosit fie pentru a simula mișcarea stelelor care există și în realitate, prezicând diferite evenimente și întâmplări, fie pentru a crea un univers propriu al utilizatorului, studiind diferite tipuri de mișcări ale planetelor unora în jurul altora.

NIMIC DESPRE FIZICĂ

REBUS No.3



Orizontal: I. Un fel de apărare. II. A murdări cu ceva lipicios. Câmpie. III. Început de tutelă!. Culoare de

castor amestecat! IV. Nevinovăție. V. Fericiți cei ca el ...cu duhul. Grec. VI. A căpătat un gust acru. VII. Marin Udrea. Fără salturi. VIII. Invitație. Număr. IX. Însoțitor înaripat al boului. Selectați. X. Relativ la tubul din abdomen.

Vertical: 1. Cei care nu sunt iubiți de evrei. 2. Pagubă. Caracteristic omului. 3. Cameleoni în felul lor. Teren de țință. 4. Primul semiplan! Săli cu mese. 5. Fără nici o preferință. 6. Una din colinele Ierusalimului. Acoperit cu ceara. 7. A subtiliza. 8. Semnat. Puțină energie! 9. Nebună. Foarte bine închisă. 10. Veston fără

cap într-o țară baltică! Fragment de melodie.

prof. Cristinel Codău

Soluția careului precedent

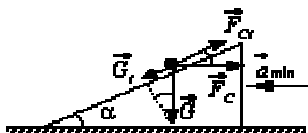
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	I	N	C	R	E	D	I	B	I	L
II	O	A	C	R	I	M	E	A		
III	B	A	A	I	C	I	B			
IV	A	V	A	C	E	T	E	R	A	
V	G	A	I	C	A	A	T	O	M	
VI	I	N	D	O	A	T	A	T	A	
VII	E	T	A	L	A	J	N	A	G	
VIII	A	A	D	U	S	C	I			
IX	F	E	P	I	T	A	F	R		
X	C	O	N	S	T	A	T	A	R	E

OLIMPIADA NAȚIONALĂ 2001 SOLUȚII

Clasa a IX – a

Problema 1

a.



.....1,00 p

Pentru viteză constantă corpul rămâne la baza planului1,00 p

Pentru mișcare accelerată:

$$ma_{\min} \cos \alpha \geq mg \sin \alpha \quad \dots\dots\dots 1,00 \text{ p}$$

$$a_{\min} \geq g \tan \alpha \quad \dots\dots\dots 1,00 \text{ p}$$

Total 1a: 4,00

b. Pentru o viteză de n ori mai mare decât viteza minimă corpul rămâne la baza planului. ...1,00 p

Pentru o accelerație $a = na_{\min}$, accelerația corpului în raport cu planul este:

$$a_1 = na_{\min} \cos \alpha - g \sin \alpha \Rightarrow a_1 = (n-1)g \sin \alpha \quad \dots\dots\dots 1,00 \text{ p}$$

Viteza corpului în vârful planului, în raport cu acesta, este: $v_1 = \sqrt{2(n-1)gl \sin \alpha}$ 0,50 p

Timpul după care corpul ajunge în vârful planului este: $t = \sqrt{\frac{2l}{(n-1)g \sin \alpha}}$ 0,50 p

Viteza planului în raport cu Pământul în acest moment este: $v_2 = ng \cdot t g \alpha \cdot \sqrt{\frac{2l}{(n-1)g \sin \alpha}}$...0,50 p

Viteza corpului în raport cu Pământul în momentul părăsirii planului este:

$$v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2 - 2v_1 v_2 \cos \alpha} \quad \dots\dots\dots 0,50 \text{ p}$$

Total 1b: 4,00 p

c. $H_{\max} = l \sin \alpha + \frac{v_1^2 \sin^2 \alpha}{2g}$ 1,00 p

$$H_{\max} = l \sin \alpha (\cos^2 \alpha + n \sin^2 \alpha) \quad \dots\dots\dots 1,00 \text{ p}$$

Total 1c: 2,00

Total problema 1: 10,00

Problema 2

a. Desen corect1,00 p

Fie t_1 momentul în care apare alunecarea relativă corp-scândură. Pentru $t < t_1$:

– Corpul și scândura se mișcă cu aceeași accelerație $a_1 = a_2 = a$

– Frecarea între corp și scândură este *statică* și $F_f < \mu N$ 0,25 p

La momentul t_1 :

– Corpul și scândura se mișcă cu aceeași accelerație $a_1 = a_2 = a_0$

– Frecarea între corp și scândură este *statică maximă* și $F_f \cong \mu N$ 0,25 p

Fie t_2 momentul în care corpul se desprinde de scândură. Pentru $t_1 < t < t_2$:

– Corpul și scândura se mișcă cu accelerații diferite $a_1 \neq a_2$

– Frecarea între corp și scândură este *cinetică* și $F_f = \mu N$ 0,25 p

$$\text{Pentru } t < t_1: \begin{cases} F \cos \alpha - F_f = ma \\ F_f = Ma \end{cases} \Rightarrow$$

$$a = \frac{F \cos \alpha}{m+M} = \frac{b \cos \alpha}{m+M} t \quad \dots\dots\dots 0,50 \text{ p}$$

Pentru $t = t_1$:

$$\begin{cases} F_1 \cos \alpha - \mu N = ma_0 \\ N + F_1 \sin \alpha - mg = 0 \\ \mu N = Ma_0 \end{cases} \Rightarrow$$

$$a_0 = \frac{F_1 \cos \alpha}{m+M} = \frac{bt_1 \cos \alpha}{m+M} \quad \dots\dots\dots 0,50 \text{ p}$$

$$\text{în care: } t_1 = \frac{(m+M)\mu mg}{b[M \cos \alpha + \mu(m+M) \sin \alpha]} \quad \dots\dots\dots 0,50 \text{ p}$$

$$\text{Numeric: } t_1 = 5 \text{ s; } a_0 = 1 \text{ m/s}^2 \quad \dots\dots\dots 0,50 \text{ p}$$

Pentru $t_1 < t < t_2$:

$$\begin{cases} F \cos \alpha - \mu N = ma_1 \\ N + F \sin \alpha - mg = 0 \\ \mu N = Ma_2 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} a_1 = \frac{b(\cos \alpha + \mu \sin \alpha)}{m} t - \mu g \\ a_2 = -\frac{\mu b \sin \alpha}{M} t + \frac{\mu mg}{M} \end{cases} \quad \dots\dots\dots 1,50 \text{ p}$$

Momentul desprinderii se determină din condiția $N = 0$. Rezultă:

$$N = mg - F_2 \sin \alpha = 0 \Rightarrow t_2 = \frac{mg}{b \sin \alpha} \dots 0,50 \text{ p}$$

Numeric: $t_2 = 20 \text{ s}$ 0,25 p

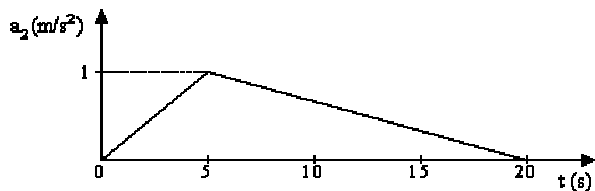
Accelerațiile corpurilor sunt funcții de timp pe intervale:

$$-a_1(t) = \begin{cases} \frac{b \cos \alpha}{m+M} t \text{ pentru } t \in [0,5) \text{ s} \\ \frac{b(\cos \alpha + \mu \sin \alpha)}{m} t - \mu g \text{ pentru } t \in [5,20) \text{ s} \end{cases}$$

$$a_2(t) = \begin{cases} \frac{bt \cos \alpha}{m+M} \text{ pentru } t \in [0,5) \text{ s} \\ -\frac{\mu b \sin \alpha}{M} t + \frac{\mu mg}{M} \text{ pentru } t \in [5,20) \text{ s} \end{cases}$$

Total 2a: 5,00 p

b. Reprezentând grafic $a_2(t)$ se obține:



Total 2b: 3,00 p

c. Din punct de vedere geometric, viteza este dată de aria de sub graficul accelerației în funcție de timp.0,50 p

Pentru $0 \leq t \leq t_1$: $v_2(t) = \frac{1}{2} \frac{bt^2 \cos \alpha}{m+M}$ 0,25 p

Pentru $t = t_1 = 5 \text{ s}$ se obține: $v_2(t_1) = 2,5 \text{ m/s}$ 0,25 p

Pentru $t_1 < t < t_2$:

$$v_2(t) = v_2(t_1) - \frac{\mu mg}{M} t_1 + \frac{\mu b \sin \alpha}{2M} t_1^2 + \frac{\mu mg}{M} t - \frac{\mu b \sin \alpha}{2M} t^2$$

.....0,50 p

La momentul $t = t_2 = 20 \text{ s}$ accelerația scândurii se anulează. Din acest moment scândura se mișcă rectiliniu uniform. Rezultă $v_{\max} = v_2(t_2)$:

$v_2(t_2) = 10 \text{ m/s}$ 0,50 p

Total 2c: 2,00 p

Total problema 2: 10,00 p

Problema 3

A.

Masa sferei de rază R este: $M = \frac{4\pi R^3}{3} \rho$...0,50 p

Masa sferei de rază r este: $m = \frac{4\pi r^3}{3} \rho$...0,50 p

Intensitatea câmpului gravitațional creat de m este:

$$\Gamma = K \frac{m}{r^2} = K \frac{4\pi r}{3} \rho \dots 0,50 \text{ p}$$

Înlocuind $\rho = \frac{3M}{4\pi R^3}$ se obține: $\Gamma = K \frac{M}{R^3} r$ dacă $r < R$ 0,50 p

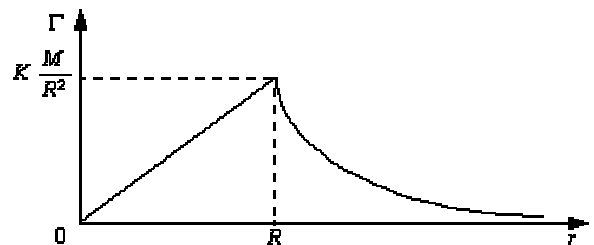
Pentru $r = R$: $\Gamma = K \frac{M}{R^2}$ 0,50 p

Pentru $r > R$: $\Gamma = K \frac{M}{r^2}$ 0,50 p

Reprezentând grafic:

$$\Gamma(r) = \begin{cases} K \frac{M}{R^3} r \text{ pentru } r \in [0, R) \\ K \frac{M}{r^2} \text{ pentru } r \in [R, \infty) \end{cases}$$

se obține:



.....1,50 p

Total 3A: 4,50 p

B.

Masa stratului sferic este: $M = \frac{4\pi(R_2^3 - R_1^3)}{3} \rho$

.....0,50 p

Pentru $r < R_1$, sfera de rază r nu include substanță.

Rezultă: $\Gamma = 0$ 1,00 p

Pentru $R_1 < r < R_2$, masa care creează câmp gravitațional este:

$$m = \frac{4\pi(r^3 - R_1^3)}{3} \rho = M \frac{r^3 - R_1^3}{R_2^3 - R_1^3}$$

.....0,50 p

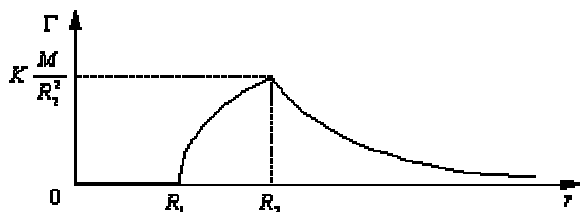
Rezultă: $\Gamma = K \frac{m}{r^2} = K \frac{M}{R_2^3 - R_1^3} \left(r - \frac{R_1^3}{r^2} \right)$...1,00 p

Pentru $r = R_2$: $\Gamma = K \frac{M}{R_2^2}$ 0,50 p

Pentru $r > R_2$: $\Gamma = K \frac{M}{r^2}$ 0,50 p

Reprezentând grafic:

$$\Gamma(r) = \begin{cases} 0 & \text{pentru } r \in [0, R_1) \\ K \frac{M}{R_2^3 - R_1^3} \left(r - \frac{R_1^3}{r^2} \right) & \text{pentru } r \in [R_1, R_2) \\ K \frac{M}{r^2} & \text{pentru } r \in [R_2, \infty) \end{cases}$$



se obține:

.....1,50 p
Total 3B: 5,50 p
Total problema 3: 10,00 p

Clasa a X – a

Problema 1

a. Intensitatea câmpului dintre armături: $E = \frac{U}{d_0}$ 0,50 p

Intensitatea câmpului creat de una dintre armături:

$E' = \frac{U}{2d_0}$ 0,75 p

Forța de atracție exercitată asupra celeilalte armături:

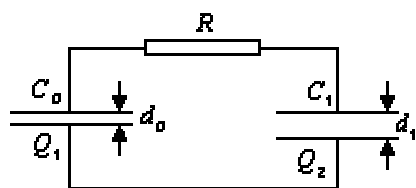
$F = Q_0 E' = \frac{Q_0 U}{2d_0}$ 0,75 p

Dar: $U = \frac{Q_0}{C_0} = \frac{Q_0 d_0}{\epsilon_0 S}$ 0,50 p

Rezultă: $F = \frac{Q_0^2}{2\epsilon_0 S}$ 0,50 p

Total 1a: 3,00 p

b.



Conservarea sarcinii totale: $2Q_0 = Q_1 + Q_2$..0,50 p

Condiția de echilibru electrostatic în starea finală:

$\frac{Q_1}{C_0} = \frac{Q_2}{C_1}$ 0,50 p

Rezultă:

$$\begin{cases} Q_1 = \frac{2Q_0 C_0}{C_0 + C_1} > Q_0 \\ Q_2 = \frac{2Q_0 C_1}{C_0 + C_1} < Q_0 \end{cases} \dots\dots\dots 0,50 p$$

Respectiv:

$$\begin{cases} \Delta Q_1 = \frac{Q_0(d_1 - d_0)}{d_1 + d_0} > 0 \\ \Delta Q_2 = \frac{Q_0(d_0 - d_1)}{d_1 + d_0} < 0 \end{cases} \dots\dots\dots 0,50 p$$

Energia totală inițială este: $W_0 = \frac{Q_0^2 d_0}{\epsilon_0 S}$...0,50 p

Energia totală finală este:

$W_f = \frac{2Q_0^2 d_0 d_1}{\epsilon_0 S(d_0 + d_1)} > W_0$ 1,00 p

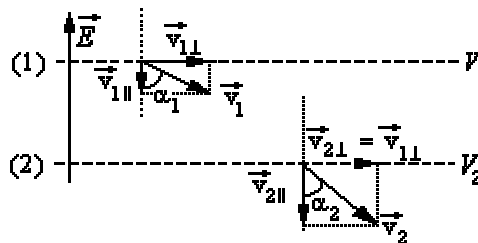
Căldura degajată pe rezistor este:

$W_R = L - \Delta W$ 0,25 p

Rezultă: $W_R = L - \frac{Q_0^2 d_0}{\epsilon_0 S} \frac{d_1 - d_0}{d_1 + d_0}$ 0,25 p

Total 1b: 4,00 p

c.



.....0,50 p

Sub acțiunea forței electrice se modifică numai componenta vitezei *paralelă* cu liniile câmpului.

Componenta *perpendiculară* pe liniile câmpului este constantă. Rezultă: $v \sin \alpha = \text{const.}$ 0,75 p

Pentru situația dată se obține:

$v_1 \sin \alpha_1 = v_2 \sin \alpha_2$ (1)0,25 p

Conform teoremei variației energiei cinetice:

$\Delta E_C = L \Rightarrow \frac{mv^2}{2} = eV \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2eV}{m}}$...0,50 p

Rezultă:

$$\begin{cases} v_1 = \sqrt{\frac{2eV_1}{m}} \\ v_2 = \sqrt{\frac{2eV_2}{m}} \end{cases} \dots\dots\dots 0,50 \text{ p}$$

Înlocuind în relația (1) obținem:

$$\sin \alpha_1 \sqrt{\frac{2eV_1}{m}} = \sin \alpha_2 \sqrt{\frac{2eV_2}{m}} \Rightarrow \sqrt{V_1} \sin \alpha_1 = \sqrt{V_2} \sin \alpha_2 \dots\dots\dots 0,50 \text{ p}$$

Total 1c: 3,00 p
Total problema 1: 10,00 p

Problema 2

A.

a. Rezistența porțiunii AB din Fig. 2.1: $R_{1AB} = 4R_0$ 1,00 p

Rezistența porțiunii AB din Fig. 2.2: $R_{2AB} = R_0$ 1,00 p

Egalitatea puterilor: $R_{1AB} I_1^2 = R_{2AB} I_2^2$ 0,50 p

Fie r rezistența internă echivalentă a unei surse, de t.e.m. E , în al cărei circuit exterior se află porțiunea de circuit AB:

$$r = r_0 + R, \quad r = 2R_0 = 2 \Omega \dots\dots\dots 1,00 \text{ p}$$

Putere maximă când $R_{eAB} = r$ 0,50 p

$$R' = 4R_0 = 4\Omega \dots\dots\dots 0,50 \text{ p}$$

R' se conectează între A și B în paralel cu porțiunea de circuit inițială.0,50 p

Total 2a: 5,00 p

b. $I = \frac{E}{r + 4R_0} = \frac{E}{6R_0}$ 0,50 p

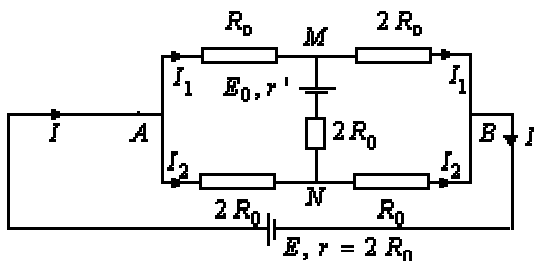
$$U_1 = U_{AN} = U_{MB} = 3R_0 I \Rightarrow U_1 = 14 \text{ V} \dots\dots\dots 0,50 \text{ p}$$

$$Q_1 = C_1 U_1 \Rightarrow Q_1 = 14 \cdot 10^{-6} \text{ C} \dots\dots\dots 0,50 \text{ p}$$

$$Q_2 = C_2 U_2 \Rightarrow Q_2 = 28 \cdot 10^{-6} \text{ C} \dots\dots\dots 0,50 \text{ p}$$

Total 2b: 2,00 p

c.



$$I_{MN} = 0 \dots\dots\dots 0,50 \text{ p}$$

$$I_1 = I_2 = \frac{I}{2} \dots\dots\dots 0,50 \text{ p}$$

$$(1) E_0 = -\frac{I}{2} R_0 + \frac{I}{2} 2R_0 \dots\dots\dots 0,75 \text{ p}$$

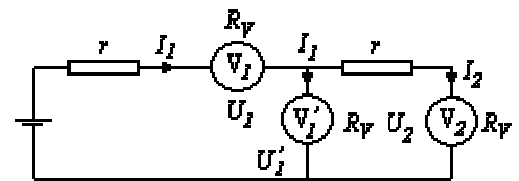
$$(2) E = Ir + 2R_0 \frac{I}{2} + R_0 \frac{I}{2} \dots\dots\dots 0,75 \text{ p}$$

Rezolvând sistemul format din ecuațiile (1) și (2) se obține: $E_0 = 4 \text{ V}$ 0,50 p

Total 2c: 3,00 p
Total problema 2: 10,00 p

Problema 3

A.



$$U_1' = I_1 R_v \frac{r + R_v}{r + 2R_v} \dots\dots\dots 1,00 \text{ p}$$

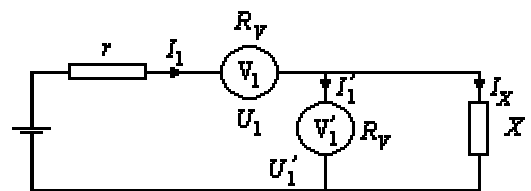
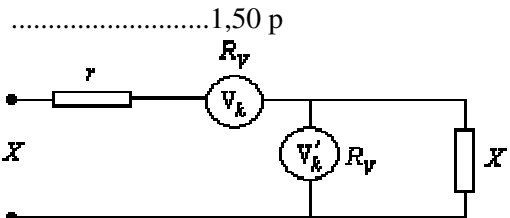
$$U_2 = I_1 R_v \frac{R_v}{r + 2R_v} \dots\dots\dots 1,00 \text{ p}$$

$$U_2 < U_1' < U_1 \dots\dots\dots 1,00 \text{ p}$$

Total 3A: 2,50 p

B.

a. Numărul de celule fiind mare, adăugarea unei celule nu modifică rezistența echivalentă a circuitului



$$X = r + R_v + \frac{X R_v}{X + R_v} \dots\dots\dots 1,00 \text{ p}$$

$$\frac{U_1}{U_1'} = \frac{X + R_v}{X} \dots\dots\dots 0,50 \text{ p}$$

$$\Rightarrow X = 2R_v \text{ și } r = \frac{R_v}{3} \dots\dots\dots 0,50 \text{ p}$$

$U = 2R_V I_1 = 2U_1 = 12 \text{ V}$ 0,50 p
Total 3Ba: 4,00 p

b. $\frac{U_2}{U_2'} = \frac{X + R_V}{X} = \frac{3}{2}$ 1,00 p

$U_2 = \frac{U_1'}{2} = 2 \text{ V}$ 0,50 p

$U_2' = \frac{4}{3} \text{ V}$ 0,50 p
Total 3Bb: 2.00 p

c. Prin recurență:
 $U_3 = \frac{U_2'}{2} = \frac{2}{3} \text{ V}; U_3' = \frac{2}{3} U_3 = \frac{4}{9} \text{ V}$ 0,50 p

$U_1 + U_1' = 10 \text{ V}$

$U_2 + U_2' = \frac{10}{3} \text{ V}$

$U_3 + U_3' = \frac{10}{9} \text{ V}$

.....0,50 p

$U_k + U_k' = \frac{10}{3^{k-1}} \text{ V}$

.....

$U_m + U_m' = \frac{10}{3^{m-1}} \text{ V}$

$\frac{U_k + U_k'}{U_m + U_m'} = 3^{m-k}$ 0,50 p

Pentru $m > k \Rightarrow U_k + U_k' > U_m + U_m'$...0,50 p
Total 3Bc: 1,50 p
Total problema 3: 10,00 p

Clasa a XI – a

Problema 1

Forța centrifugă care acționează asupra punctului material are expresia $F_{cf} = m\Omega^2 l$ astfel încât echilibrul forțelor de-a lungul firului cere ca:

$T = mg \cos\theta + m\Omega^2 l$ (1)

Pe direcția perpendiculară pe fir, mișcarea este accelerată cu accelerația a și introducând accelerația unghiulară $\varepsilon = \frac{\Delta\Omega}{\Delta t}$ se poate scrie că:

$-mg \sin\theta \cong -mg\theta = ma = m l \varepsilon$;
 $\varepsilon + \frac{g}{l} \theta = 0$ (2)50 p

Ecuția, analogă aceleia a oscilatorului armonic, $a + \frac{m}{k} x = 0$, are soluția

$\theta = A \sin\left(\sqrt{\frac{g}{l}} t + \varphi\right)$ (3);0,50 p

corespunzător, viteza unghiulară în oscilație este

$\Omega = A \sqrt{\frac{g}{l}} \cos\left(\sqrt{\frac{g}{l}} t + \varphi\right)$ (4).0,50 p

Amplitudinea A și faza φ se determină din condițiile inițiale $\theta(0) = \theta_0$; $\Omega(0) = 0$,

astfel că $A = \theta_0$ și $\varphi = \frac{\pi}{2}$ astfel încât

$\theta = \theta_0 \cos\left(\sqrt{\frac{g}{l}} t\right)$ (5)0,50 p

$\Omega = \theta_0 \sqrt{\frac{g}{l}} \sin\left(\sqrt{\frac{g}{l}} t\right)$ (6)0,50 p

Cum $\cos\theta = 1 - \frac{1}{2}\theta^2$ (7), din relațiile (1) și (2) rezultă:

$T = mg\left(1 - \frac{\theta^2}{2}\right) + \theta_0^2 \sin\left(\sqrt{\frac{g}{l}} t\right)$ 0,50 p

$T = mg\left(1 + \frac{\theta_0^2}{4} - \frac{3}{4}\theta_0^2 \cos\left(2\sqrt{\frac{g}{l}} t\right)\right)$ (8)1,00 p

Forța cu care mecanismul acționează asupra suportului pendulului egalează tensiunea din fir; suportul se mișcă cu viteza:

$v = -2b \sqrt{\frac{g}{l}} \cos\left(2\sqrt{\frac{g}{l}} t\right)$ (9)0,75 p

La un moment dat puterea dată de mecanism este dată de :

$P = T \cdot v$ (10)0,75 p

Întrucât media funcției cosinus pe o perioadă este nulă, rezultă că media funcției

$\cos^2 \alpha = \frac{1 + \cos(2\alpha)}{2}$ va fi $\frac{1}{2}$0,75 p

Puterea medie – pe o perioadă – va fi – ținând cont de relațiile (8), (9)

$$P_{medie} = \frac{3}{4} mg \theta_0^2 b \sqrt{\frac{g}{l}} \quad (11) \quad \dots\dots\dots 1,00 \text{ p}$$

Energia inițială - pur potențială - a pendulului este:

$$E = mgl(1 - \cos(\theta_0)) \cong mgl \frac{\theta_0^2}{2} \quad (12) \quad \dots\dots\dots 1,00 \text{ p}$$

$$P_{medie} = \frac{mgl\theta_0^2}{2\tau} \quad \dots\dots\dots 0,75 \text{ p}$$

Timpu în care, lucrând cu puterea medie, mecanismul transferă o energie egală cu cea inițială este:

$$\tau = \frac{2l}{3b} \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (13) \quad \dots\dots\dots 1,00 \text{ p}$$

Cum puterea medie reprezintă viteza medie a

$$\text{transferului de energie, } P = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{E}{\tau} \quad (14)$$

rezultă că energia crește exponențial întrucât:

$$\frac{\Delta E}{E} = \frac{\Delta t}{\tau} ; \quad E = E_0 e^{\frac{t}{\tau}} \quad (15)$$

Total problema 1: 10,00 p

Problema 2

Cu lungimea modificată, inductanța bobinei se scrie:

$$L' = \frac{\mu_0 N^2 S}{l(1-f)} = \frac{L}{1-f} \quad (1)$$

Unde L este inductanța inițială a bobinei. ...1,00 p

Cu distanța modificată, capacitatea condensatorului

$$\text{este: } C' = \frac{\epsilon_0 A}{d'} = \frac{d}{d'} C \quad (2)$$

Unde C este capacitatea inițială a condensatorului. ...1,00 p

Din constanța factorului de calitate $Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$:

$$\text{rezultă: } \frac{L'}{C'} = \frac{L}{C} ; \quad (3) \quad \dots\dots\dots 1,00 \text{ p}$$

$$\frac{d'}{d} = 1-f \quad (3') \quad \dots\dots\dots 1,00 \text{ p}$$

Cum frecvența sursei este $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$, reactanța bo-

binei cu lungimea modificată se scrie:

$$X_{L'} = \frac{L}{1-f} \cdot \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{1-f} \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{RQ}{1-f} \quad (4) \dots\dots\dots 1,25 \text{ p}$$

Analog, reactanța condensatorului se scrie:

$$X_{C'} = \frac{1}{C'} \sqrt{LC} = (1-f) \sqrt{\frac{L}{C}} = (1-f) RQ \quad (5)$$

.....1,25 p

$$\text{Inițial, puterea activă avea expresia: } P = \frac{U^2}{R} \quad (6)$$

.....0,50 p

După modificările geometriilor bobinei și condensatorului puterea activă devine - ținând cont de relațiile (4) și (5):

$$P' = \frac{U^2 R}{R^2 + (X_{L'} - X_{C'})^2} = \frac{U^2 R}{R^2 + R^2 Q^2 \left(\frac{1}{1-f} - (1-f) \right)^2} = \quad (7)$$

$$= \frac{P}{1 + \left(\frac{1}{1-f} - (1-f) \right)^2}$$

.....1,00 p

Raportul cerut, al puterilor active în situațiile descrise este deci:

$$\frac{P'}{P} = \frac{1}{1 + \left(\frac{1}{1-f} - (1-f) \right)^2} = \frac{(1-f)^2}{1 + (2f - f^2)^2} \quad (8)$$

.....1,00 p

Total problema 2: 10,00 p

Problema 3

În unda sonoră produsă de tenor, presiunea va fi:

$$p = p_0 \cdot 10^{\frac{1}{20}} N/m^2 = 2 \cdot 10^{-5} \cdot 10^5 = 2 N/m^2 \quad (1)$$

.....2,00 p

Forța pe care această presiune o determină pe suprafața paharului este de :

$$F = p \cdot S = 2 N/m^2 \cdot 100 cm^2 = 2 \cdot 10^{-2} N \quad (2)$$

.....1,50 p

Cum constanta de timp a sticlei paharului este de 8 secunde, rezultă că puterea preluată de pahar de la undă este:

$$P = \frac{F^2 \cdot \tau}{2m} = \frac{(2 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 8}{2 \cdot 40 \cdot 10^{-3}} W = 0,04 W \quad (3) \dots\dots\dots 2,00 \text{ p}$$

Energia stocată în sticla paharului va fi:

$$W_{sonor} = P \cdot \tau = 0,04 \cdot 8 = 0,32 J \quad (4) \quad \dots\dots\dots 2,00 \text{ p}$$

În urma căderii paharului pe Pământ, energia sa potențială este transferată prin crearea de tensiuni mecanice care conduc la spargerea lui. Energia de tensionare mecanică necesară spargerii este:

$$W_{tens\ mec} = mgh = 0,04 \cdot 10 \cdot 0,5 = 0,2 J \quad (5) \dots\dots\dots 1,50 \text{ p}$$

Întrucât : $W_{sonor} > W_{tens\ mec}$ (6) paharul se sparge.

.....1,00 p

Total problema 3: 10,00 p

Clasa a XII – a

Problema 1

a.

Legea refracției la intrarea în fibră:

$$\sin \theta_{\max} = n_0 \sin r \quad \dots\dots\dots 0,50 \text{ p}$$

Condiția de reflexie totală pe suprafața de separație dintre mediul optic din care este realizată fibra și mediul optic care mărginește fibra: $n_0 \sin \ell = n$

$$\dots\dots\dots 0,50 \text{ p}$$

Din construcție: $r = \frac{\pi}{2} - \ell \quad \dots\dots\dots 0,25 \text{ p}$

Rezultă: $\sin \theta_{\max} = n_0 \cos \ell \quad \dots\dots\dots 0,50 \text{ p}$

Respectiv: $\sin \theta_{\max} = \sqrt{n_0^2 - n^2} \quad \dots\dots\dots 1,00 \text{ p}$

Numeric: $\sin \theta_{\max} \cong 0,247, \theta_{\max} \cong 14,3^\circ \quad \dots\dots\dots 0,25 \text{ p}$

Total 1a: 3,00 p

b.

În funcție de unghiul de incidență, razele de lumină care pătrund în fibra optică parcurg diferite drumuri optice. $\dots\dots\dots 0,25 \text{ p}$

Cel mai scurt drum optic corespunde incidenței normale la intrarea în fibra optică. Durata propagării luminii pe acest drum este cea mai scurtă posibilă.

Rezultă: $t_{\min} = \frac{L}{v} = \frac{n_0 L}{c} \quad \dots\dots\dots 0,75 \text{ p}$

Cel mai lung drum optic corespunde incidenței la unghiul θ_{\max} . Durata propagării luminii pe acest drum este cea mai lungă posibilă. Rezultă:

$$t_{\max} = \frac{D_{\max}}{v} \quad \dots\dots\dots 0,75 \text{ p}$$

Din construcție: $D_{\max} = \frac{L}{\sin \ell} \quad \dots\dots\dots 1,00 \text{ p}$

Rezultă: $t_{\max} = \frac{n_0^2 L}{nc} \quad \dots\dots\dots 0,50 \text{ p}$

Capătul de ieșire al fibrei optice va fi luminat un interval de timp: $\Delta t = t_{\max} - t_{\min}$.

Rezultă: $\Delta t = \frac{n_0 L}{c} \left(\frac{n_0}{n} - 1 \right) \quad \dots\dots\dots 0,50 \text{ p}$

Numeric: $\Delta t = 67,55 \text{ ns} \quad \dots\dots\dots 0,25 \text{ p}$

Total 1b: 4,00 p

c.

Pentru ca două impulsuri succesive să nu se suprapună la ieșirea din fibra optică, este necesar ca intervalul dintre ele τ să fie cel puțin egal cu intervalul Δt calculat anterior: $\tau \geq \Delta t \quad \dots\dots\dots 1,25 \text{ p}$

Rezultă capacitatea de transmisie a fibrei (pe secundă):

$$\frac{1}{\Delta t} = \frac{n}{n_0(n_0 - n)} \frac{c}{L} \quad \dots\dots\dots 1,50 \text{ p}$$

Numeric: $\frac{1}{\Delta t} \cong 15 \frac{\text{Mbiti}}{\text{s}} \quad \dots\dots\dots 0,25 \text{ p}$

Total 1c: 3,00 p
Total problema 1: 10,00 p

Problema 2

A.

Legea conservării impulsului:

$Ox: m_1 v_{1x} + m_2 v_{2x} = m v_x \Rightarrow$

$$\frac{m_{01} v_{1x}}{\sqrt{1 - \frac{v_{1x}^2}{c^2}}} + \frac{m_{02} v_{2x}}{\sqrt{1 - \frac{v_{2x}^2 + v_{2y}^2}{c^2}}} = \frac{m_0 v_x}{\sqrt{1 - \frac{v_x^2 + v_y^2}{c^2}}} \quad (1)$$

$\dots\dots\dots 0,25 \text{ p}$

$Oy: m_2 v_{2y} = m v_y \Rightarrow$

$$\frac{m_{02} v_{2y}}{\sqrt{1 - \frac{v_{2x}^2 + v_{2y}^2}{c^2}}} = \frac{m_0 v_y}{\sqrt{1 - \frac{v_x^2 + v_y^2}{c^2}}} \quad (2) \quad \dots\dots\dots 0,25 \text{ p}$$

Legea conservării energiei:

$m_1 c^2 + m_2 c^2 = m c^2 \Rightarrow m_1 + m_2 = m \Rightarrow$

$$\frac{m_{01}}{\sqrt{1 - \frac{v_{1x}^2}{c^2}}} + \frac{m_{02}}{\sqrt{1 - \frac{v_{2x}^2 + v_{2y}^2}{c^2}}} = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v_x^2 + v_y^2}{c^2}}} \quad (3)$$

$\dots\dots\dots 0,50 \text{ p}$

Rezolvând sistemul format din ecuațiile (1), (2) și (3) se obține:

$$v_x = \frac{\frac{m_{01} v_{1x}}{\sqrt{1 - \frac{v_{1x}^2}{c^2}}} + \frac{m_{02} v_{2x}}{\sqrt{1 - \frac{v_{2x}^2 + v_{2y}^2}{c^2}}}{\frac{m_{01}}{\sqrt{1 - \frac{v_{1x}^2}{c^2}}} + \frac{m_{02}}{\sqrt{1 - \frac{v_{2x}^2 + v_{2y}^2}{c^2}}};$$

$$v_y = \frac{\frac{m_{02} v_{2y}}{\sqrt{1 - \frac{v_{2x}^2 + v_{2y}^2}{c^2}}}{\frac{m_{01}}{\sqrt{1 - \frac{v_{1x}^2}{c^2}}} + \frac{m_{02}}{\sqrt{1 - \frac{v_{2x}^2 + v_{2y}^2}{c^2}}}} \quad \dots\dots\dots 1,00 \text{ p}$$

Respectiv:

$$m_0 = \left(\frac{m_{01}}{\sqrt{1-\frac{v_{1x}^2}{c^2}}} + \frac{m_{02}}{\sqrt{1-\frac{v_{2x}^2+v_{2y}^2}{c^2}}} \right) \cdot \left[1 - \frac{1}{c^2} \frac{\frac{m_{01}^2 v_{1x}^2}{1-\frac{v_{1x}^2}{c^2}} + \frac{m_{02}^2 (v_{2x}^2+v_{2y}^2)}{1-\frac{v_{2x}^2+v_{2y}^2}{c^2}} + \frac{2m_{01}m_{02}v_{1x}v_{2x}}{\sqrt{1-\frac{v_{1x}^2}{c^2}}\sqrt{1-\frac{v_{2x}^2+v_{2y}^2}{c^2}}}}{\frac{m_{01}^2}{1-\frac{v_{1x}^2}{c^2}} + \frac{m_{02}^2}{1-\frac{v_{2x}^2+v_{2y}^2}{c^2}} + \frac{2m_{01}m_{02}}{\sqrt{1-\frac{v_{1x}^2}{c^2}}\sqrt{1-\frac{v_{2x}^2+v_{2y}^2}{c^2}}}} \right]^{1/2}$$

.....1,00 p

Dacă cei doi atomi se deplasează în sensuri opuse de-a lungul axei Ox, având impulsurile egale în modul, în rezultatele anterioare se fac următoarele particularizări:

$$v_{2y} = 0 \text{ și } \frac{m_{01} v_{1x}}{\sqrt{1-\frac{v_{1x}^2}{c^2}}} = - \frac{m_{02} v_{2x}}{\sqrt{1-\frac{v_{2x}^2}{c^2}}} \text{0,50 p}$$

Rezultă: $v_x = 0$; $v_y = 0$ și respectiv

$$m_0 = \frac{m_{01}}{\sqrt{1-\frac{v_{1x}^2}{c^2}}} + \frac{m_{02}}{\sqrt{1-\frac{v_{2x}^2}{c^2}}} \text{0,50 p}$$

Total 2A: 4,00 p

B.

a.

Fie (S) sistemul de referință legat de Pământ, iar (S') sistemul de referință legat de rachetă. Intervalul de timp Δt este egal cu durata necesară parcurgerii de către semnalul electromagnetic dus-întors a distanței $d + \ell$, unde d este distanța parcursă de rachetă în timp ce semnalul electromagnetic străbate într-un singur sens distanța dintre cele două oglinzi, iar ℓ este distanța dintre oglinzi măsurată față de sistemul de referință (S).0,50 p

Fie $\Delta t'$ durata necesară parcurgerii de către semnalul luminos a distanței dintre cele două oglinzi, măsurată față de sistemul de referință (S'): $\Delta t' = \frac{\ell_0}{c}$ 0,50 p

Durata aceluiași proces, măsurată din sistemul de referință (S), este:

$$\Delta t_1 = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1-\beta^2}} \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{\ell_0}{c\sqrt{1-\beta^2}}; \beta = \frac{v}{c} \text{ ..0,50 p}$$

Distanța d parcursă de rachetă față de sistemul de referință (S) este:

$$d = v\Delta t_1 = \frac{\beta \ell_0}{\sqrt{1-\beta^2}} \text{0,50 p}$$

Distanța dintre cele două oglinzi, măsurată față de sistemul de referință (S) este:

$$\ell = \ell_0 \sqrt{1-\beta^2} \text{0,50 p}$$

Rezultă:

$$\Delta t = \frac{2(d + \ell)}{c} = \frac{2}{c} \left(\frac{\beta \ell_0}{\sqrt{1-\beta^2}} + \ell_0 \sqrt{1-\beta^2} \right) \Rightarrow$$

$$\Delta t = \frac{2\ell_0}{c} \frac{1+\beta-\beta^2}{\sqrt{1-\beta^2}} \text{0,50 p}$$

$$\beta^2 \ll \beta \Rightarrow \Delta t \cong \frac{2\ell_0}{c} \frac{\sqrt{1+\beta}}{\sqrt{1-\beta}} \text{0,50 p}$$

$$\text{Viteza rachetei este: } v = c \frac{(\Delta t)^2 c^2 - 4\ell_0^2}{(\Delta t)^2 c^2 + 4\ell_0^2} \text{ ...0,50 p}$$

Total 2Ba: 4,00 p

b.

Frecvența semnalului electromagnetic înregistrat pe rachetă este: $v' = v_0 \sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}$ 0,75 p

Frecvența semnalului electromagnetic înregistrat pe Pământ, după reflecție, este:

$$v = v' \sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} \text{0,75 p}$$

$$\text{Rezultă: } v = v_0 \frac{1-\beta}{1+\beta} \text{0,50 p}$$

Total 2Bb: 2,00 p

Total problema 2: 10,00 p

Problema 3

a.

În condițiile date, un atom oarecare trece pe nivelul n prin ciocnire cu un electron din fasciculul incident, dacă:

$$E_{C0} \geq \frac{E_1}{n^2} - E_1 \Rightarrow E_{C0} \geq W_i - \frac{W_i}{n^2} \text{0,50 p}$$

Nivelul energetic cel mai înalt pe care se poate produce excitarea atomilor de hidrogen prin ciocniri cu electronii din fasciculul incident este:

$$n_{\max} = \left[\sqrt{\frac{W_i}{W_i - E_{C0}}} \right]; E_{C0} < W_i \text{1,00 p}$$

Din incintă ies radiații care corespund tuturor tranzițiilor $n \rightarrow k$ pentru care $n \leq n_{\max}$ și $k \leq n-1$.

.....0,25 p

Frecvența radiațiilor emise este:

$$v_{n \rightarrow k} = cR_{\infty} \left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2} \right) \dots\dots\dots 0,50 \text{ p}$$

Energiile cinetice ale electronilor care ies din incintă sunt:

- E_{c0} pentru electronii care trec fără ciocniri sau care suferă numai ciocniri elastice cu atomii de hidrogen

$$- E_{c0} - W_i \left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad n \leq n_{\max}; \quad k \leq n-1 \text{ pentru}$$

electronii care suferă ciocniri inelastice cu atomii de hidrogen

.....0,50 p

Dacă energia cinetică a electronilor din fasciculul incident este $E_{c0} \geq W_i$, atunci din incintă se emite întregul spectru de radiații al hidrogenului, iar electronii care ies din incintă vor avea energia cinetică atât într-un spectru discret, cât și într-un spectru continuu (electronii rezultați prin ionizarea atomilor de hidrogen)

.....0,25 p

Total 3a: 3,00 p

b.

Constanta lui Rydberg în ipoteza nucleului neantrenat este: $R_{\infty} = \frac{me^4}{8c\epsilon_0^2 h^3}$

Dacă se ia în considerare antrenarea nucleului, în locul masei electronului apare masa redusă a sistemului electron-nucleu:

$$R = \frac{mM}{m+M} \frac{e^4}{8c\epsilon_0^2 h^3} \Rightarrow R = \frac{M}{m+M} R_{\infty} \text{ (se accep-}$$

tă și fără demonstrație)2,00 p

$$\text{Pentru hidrogenul ușor: } R_H = \frac{M}{m+M} R_{\infty} \dots\dots\dots 0,25 \text{ p}$$

$$\text{Pentru hidrogenul greu: } R_D = \frac{2M}{m+2M} R_{\infty}$$

.....0,25 p

Deplasarea izotopică pentru linia spectrală $n \rightarrow k$, $n \leq n_{\max}$; $k \leq n-1$ este:

$$\Delta v_{D-H} = cR_{\infty} \left(\frac{2M}{m+2M} - \frac{M}{m+M} \right) \left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

.....1,00 p

Efectuând calculele și neglijând m^2 față de M^2 , se obține:

$$\Delta v_{D-H} \cong cR_{\infty} \frac{m}{3m+2M} \left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2} \right) \dots\dots\dots 0,50 \text{ p}$$

Total 3b: 4,00 p

c.

Agitația termică determină o *lărgire Doppler* a liniilor spectrale. Dacă v_0 este frecvența radiației în sistemul de referință al atomului, atunci:

$$v = v_0 \sqrt{\frac{c-v}{c+v}}, \text{ în care } v \text{ este viteza atomului față}$$

de sistemul de referință în care se detectează radiația cu frecvența v .

.....1,00 p

Viteza datorată agitației termice este mult mai mică decât viteza luminii. Rezultă:

$$|v - v_0| \cong v_0 \frac{v}{c} \quad 0,50$$

$$\text{Dar: } \frac{Mv^2}{2} = \frac{3}{2} k_B T \Rightarrow v = \sqrt{\frac{3k_B T}{M}} \dots\dots\dots 1,00 \text{ p}$$

Rezultă *lărgirea Doppler* a liniei spectrale:

$$|\Delta v| = v_0 \sqrt{\frac{3k_B T}{Mc^2}} \dots\dots\dots 0,50 \text{ p}$$

Total 3c: 3,00 p

Total problema 3: 10,00 p

PROBLEME PROPUSE

M.82. Un autobuz merge prima jumătate din drumul său cu viteza $v_1 = 60 \text{ km/h}$, iar cea de-a doua jumătate cu $v_2 = 40 \text{ km/h}$. Care este viteza medie a autobuzului pe întreaga distanță ?

R. 48 km/h.

M.83. O barcă cu motor, mișcându-se împotriva sensului de curgere a unui râu, parcurge o distanță $d = 9 \text{ km}$ în $t_1 = 0,5 \text{ h}$. În cât timp va parcurge barca aceeași distanță înapoi, dacă viteza de curgere a râului este $v = 6 \text{ km/h}$?

R. 0,3 h.

M.84. O șalupă parcurge distanța dintre două porturi în sensul curgerii râului în timpul $t_1 = 1 \text{ h}$ și împotriva curentului în $t_2 = 2 \text{ h}$. În cât timp va parcurge această distanță un colac de salvare scăpat în apă în portul din amonte ?

R. 4 h.

M.85. Un călător aflat într-un tren de lungime $l_1 = 900 \text{ m}$, care se mișcă cu viteza $v_1 = 54 \text{ km/h}$, vede un timp $t_1 = 60 \text{ s}$ un tren vecin de lungime $l_2 = 600 \text{ m}$, care se mișcă paralel cu primul tren și în același sens. a) Care este viteza celui de-al doilea

tren ? b) Cât timp vede un călător afla în trenul doi primul tren ? c) Dacă trenurile se vor mișca în sensuri opuse, cât timp va vedea fiecare călător trenul celălalt ?

R. a) 25 m/s sau 5 m/s; b) 90 s; c) 15 s sau 30 s, respectiv 22,5 s sau 45 s.

M.86. Un autoturism se mișcă cu viteza $v_1 = 22$ m/s în spatele unui autocamion care are viteza $v_2 = 15$ m/s. Când distanța dintre autoturism și autocamion este $d_1 = 20$ m, șoferul autoturismului se angajează în depășirea autocamionului, dar observă un autobuz venind din sens opus cu viteza $v_3 = 18$ m/s. Care trebuie să fie în acel moment distanța minimă dintre autobuz și autoturism pentru ca manevra de depășire să se efectueze în siguranță, astfel ca, după depășire, autoturismul să fie la distanța $d_2 = 50$ m în fața autocamionului ?

R. 400 m.

M.87. În cât timp este ridicat de o scară rulantă un om care stă pe ea, știind că la aceeași viteză relativă față de scară, omul urcă scara nemișcată în timpul $t_1 = 120$ s, iar pe scara mobilă în $t_2 = 30$ s ?

R. 40 s.

M.88. Din orașele A și B pleacă simultan unul spre celălalt câte un autobuz cu vitezele $v_1 = 60$ km/h și respectiv $v_2 = 40$ km/h. În același moment dintr-unul din autobuze își ia zborul spre celălalt autobuz un porumbel călător, care continuă să zboare neîntrerupt, între cele două autobuze, de la unul la celălalt, cu viteza constantă $v = 70$ km/h, până la întâlnirea autobuzelor. Ce distanță totală străbate porumbelul ? Distanța dintre orașe este $d = 60$ km.

R. 42 km.

M.89. Orașele A, B și C se află, în această ordine, pe o șosea rectilinie. Din A pleacă spre C un camion cu viteza $v_1 = 50$ km/h. Din B (situat la 60 km față de A) pleacă un alt camion cu viteza $v_2 = 60$ km/h, după 1,5 h de la plecarea primului camion. După cât timp și la ce distanță de A se vor întâlni camioanele ?

R. 3 h; 150 km.

M.90. Două automobile pleacă simultan din orașele A și B, mergând unul spre celălalt. Ele se întâlnesc după o oră și, fără a se opri, își continuă drumul. Primul ajunge în B cu 27 minute mai târziu decât ajunge al doilea în A. Dacă distanța dintre A și B este de 90 km, care sunt vitezele celor două automobile ?

R. 40 km/h și 50 km/h.

M.91. Două persoane A și B pleacă în același moment din două localități M și N. Una merge din M spre N și înapoi, cealaltă din N spre M și înapoi, ambele fără oprire și cu viteze constante. Cele două persoane se întâlnesc de două ori: prima dată la 6 km de M, iar a doua oară cu 3 ore mai târziu, la 4 km de N. Aflați distanța dintre M și N precum și vitezele cu care merg cele două persoane.

R. 14 km; 4 km/h; $\frac{16}{3}$ km/h.

M.92. Viteza de curgere a unui râu cu lățimea L este v. Viteza unei bărci față de apă este u. Calculați timpul necesar bărcii pentru a traversa râul: a) pe drumul cel mai scurt; b) în timpul cel mai scurt.

R. a) $\frac{L}{\sqrt{u^2 - v^2}}$; b) $\frac{L}{u}$.

M.93. Un tren trece cu viteza de 20 m/s paralel cu un zid lung care se află la o distanță necunoscută x. Un călător din tren trage cu o armă și după 3 secunde aude ecoul. Cunoscând că viteza sunetului este de 340 m/s, să se determine distanța x.

R. ≈ 509 m.

M.94. Dintr-un punct pornesc simultan în aceeași direcție și în același sens cu vitezele constante de 54 km/h și respectiv 72 km/h două autoturisme. După 10 minute, din același loc pornește un al treilea autoturism în mișcare uniformă, care după 24 minute de la plecarea primelor două, se află la mijlocul distanței dintre ele. Calculați: a) viteza celui de-al treilea automobil; b) distanța față de punctul de plecare la care a depășit primul automobil; c) intervalul de timp în care al treilea autoturism le-a depășit cele două.

R. a) 30 m/s; b) 18 km; c) 10 min.

M.95. Un automobil pleacă dintr-un oraș spre altul și parcurge jumătate din drum cu viteza de 60 km/h. Cealaltă jumătate de drum o parcurge astfel încât în prima jumătate de timp merge cu 50 km/h, iar cealaltă cu 80 km/h. Să se determine viteza medie cu care a mers automobilul între cele două orașe.

R. 62,4 km/h.

M.96. Pe două culoare ale unui bazin de înot având lungimea $l = 30$ m pornesc simultan doi înotători ce se deplasează cu vitezele constante $v_1 = 2$ m/s și respectiv $v_2 = 3$ m/s. a) aflați distanțele față de punctul de plecare la care înotătorii se întâlnesc prima și a doua oară; b) după câte drumuri dus și întors înotătorul mai rapid îl întâlnește prima dată pe celălalt chiar în punctul de plecare ?

R. a) 24 m; 12 m; b) 2.

M.97. O barcă cu motor parcurge pe un râu distanța de la portul A la portul B în $\tau_1 = 1,5$ h și înapoi în având $\tau_2 = 3$ h, având aceeași viteză față de apă. Cu cât timp mai târziu trebuie să plece această barcă din A spre a întâlni o barcă identică care pleacă din B spre A, astfel încât după întâlnire cele două bărci să se întoarcă înapoi fiecare și să meargă pe apă durate egale până în momentul ajungerii în porturile din care au pornit ?

R. 45 min.

M.98. La distanța $x_1 = 225$ m de un reper fix O viteza unui mobil este $v_1 = 20$ m/s, iar la distanța $x_2 = 369$ m viteza sa este $v_2 = 16$ m/s. Considerând mișcarea mobilului rectilinie uniform variată calculați: a) viteza pe care a avut-o mobilul în punctul O; b) distanța față de O la care mobilul se oprește.

R. a) 25 m/s; b) 625 m.

M.99. Un ciclist pornește din repaus într-o mișcare rectilinie uniform accelerată cu $a = 0,4$ m/s². Din momentul în care a ajuns la viteza $v_0 = 8$ m/s, ciclistul începe să frâneze cu aceeași valoare a accelerației. Considerând ca origine a timpului momentul în care a început mișcarea să se calculeze: a) timpul cât durează mișcarea; b) în a câta secundă spațiul parcurs de ciclist este $l = 3$ m.

R. a) 40 s; b) în a 7-a și în a 32-a.

M.100. Un tren cu lungimea $l_0 = 200$ m pleacă dintr-o stație într-o mișcare rectilinie uniform accelerată astfel încât după $t_1 = 40$ s ajunge la viteza maximă $v_0 = 72$ km/h. Distanța dintre locomotiva aflată în stație și capătul unui pod peste care urmează să treacă este $S_0 = 289$ m. Știind că lungimea podului este $l = 800$ m, aflați: a) după cât timp de la plecarea din stație trenul depășește podul; b) cât timp durează traversarea podului.

R. a) 84,45 s; b) 50,45 s.

M.101. Un călător aflat lângă o cale ferată măsoară timpul în care prin fața lui trec ultimele două vagoane ale unui tren și găsește valorile $t_1 = 0,985$ s și $t_2 = 0,995$ s. Știind că lungimea fiecărui vagon este $l = 20$ m și considerând mișcarea trenului uniform variată, calculați: a) accelerația cu care se deplasează trenul; b) timpul după care se oprește; c) viteza cu care trebuie să se deplaseze călătorul pentru a prinde trenul când acesta este oprit, dacă timpul de staționare al trenului este $t = 50$ s.

R. a) $-0,2$ m/s²; b) 100 s; c) 4 m/s $\leq v \leq 5$ m/s.

M.102. Un mobil pleacă dintr-un punct cu viteza inițială $v_{01} = 4$ m/s și accelerația constantă $a_1 = 2$ m/s². La un interval de timp τ , din același punct pleacă într-o mișcare rectilinie uniformă cu viteza $v_{02} = 20$ m/s, un al doilea mobil. a) pentru ce

valori ale lui τ mobilele se întâlnesc de două ori ? b) ce valoare are τ dacă mobilele se întâlnesc numai o dată ? Să se arate că în acest caz, în punctul de întâlnire, mobilele au aceeași viteză; c) ce valoare are τ dacă mobilele se întâlnesc prima dată la distanța $d = 45$ m de punctul de plecare ? În ce punct se vor întâlni a doua oară ?

R. a) $\tau \in (0; 3,2)$ s; b) 3,2 s; c) 2,75 s; 165 m.

M.103. Două mașini se deplasează pe o șosea rectilinie, una după alta. Prima mașină merge cu o viteză de 80 km/h, iar a doua cu 90 km/h. La un moment dat mașinile încep să frâneze cu accelerațiile de $2,5$ m/s², respectiv 2 m/s². Ce distanță trebuie să existe între cele două mașini în momentul începerii frânărilor, pentru ca, atunci când ambele mașini s-au oprit, distanța dintre ele să fie de 10 m ?

R. 67,5 m.

M.104. Un tren începe să frâneze uniform și parcurge 75 m până la oprire. În penultima secundă de mișcare trenul străbate 2,25 m. Aflați viteza inițială a trenului.

R. 15 m/s.

M.105. Un corp pornește din repaus uniform accelerat și după parcurgerea unei distanțe atinge viteza $v = 14,1$ m/s. Calculați viteza corpului la jumătatea distanței.

R. 10 m/s.

M.106. Un autoturism frânează uniform. În 2 secunde el a parcurs jumătate din distanța de frânare. În cât timp va parcurge întreaga distanță de frânare ?

R. $\approx 6,8$ m.

M.107. Un tren care frânează uniform parcurge până la oprire distanța de 400 m. Ce distanță a parcurs în prima jumătate a timpului de frânare ?

R. 300 m.

M.108. Un vagon frânat uniform s-a oprit după 141 secunde. În cât timp a parcurs prima jumătate a distanței de frânare ?

R. ≈ 41 s.

M.109. Un mobil pleacă din repaus uniform accelerat și atinge viteza de 10 m/s. Din acest moment el se deplasează uniform încetinit până la oprire. Calculați viteza medie pe întregul parcurs.

R. 5 m/s

M.110. Un mobil pleacă uniform variat din originea axei Ox cu viteza inițială $v_0 = 15$ m/s. După un timp t' mobilul trece prin punctul de abscisă

$x' = 10$ m cu viteza $v' = -10$ m/s. Calculați accelerația, timpul t' și distanța parcursă în acest timp.

R. $-6,25$ m/s²; 4 s; 26 m.

M.111. Un corp care se mișcă uniform accelerat parcurge prima jumătate din drumul său total $D = 150$ m în $t_1 = 10$ s, iar cealaltă jumătate în $t_2 = 5$ s. Să se afle viteza inițială și accelerația.

R. 2,5 m/s; 1 m/s².

M.112. Din originea axei Ox pleacă un mobil cu viteza constantă $v' = 1$ m/s, iar după $\tau = 5$ s un al doilea mobil cu viteza inițială $v_0 = 5$ m/s și accelerația $a = -0,7$ m/s². Să se afle după cât timp de la plecarea celui de-al doilea mobil are loc întâlnirea.

R. $\frac{10}{7}$ s și 10 s.

M.113. Legea de mișcare a unui corp este: $x = 2t^2 - 3t + 6$, unde x este măsurat în metri iar t în secunde. a) să se afle viteza și accelerația corpului. b) reprezentați grafic: legea de mișcare, viteza și accelerația. c) care este deplasarea corpului în intervalul de timp 0...4 s? Dar spațiul parcurs?

R. $v = 4t - 3$ (m/s); $a = 4$ m/s²; 20 m; 22,25 m.

M.114. Un punct material se mișcă după legea: $\vec{r} = 3t^2 \vec{i} + 2t \vec{j} + \vec{k}$ (m). Determinați: a) viteza v și accelerația a ; b) modulul vitezei v la momentul $t = 1$ s; c) distanța aproximativă parcursă în cea de a 11-a secundă de mișcare.

R. $\vec{v} = 6t \vec{i} + 2 \vec{j} \left(\frac{m}{s} \right)$; $\vec{a} = 6 \vec{i} \left(\frac{m}{s^2} \right)$; $6,16 \left(\frac{m}{s} \right)$; 63 m

M.115. Două autovehicule pornesc în același timp, din același loc, în aceeași direcție și în același sens. primul are viteza 50 km/h iar al doilea, 40 km/h. după 30 minute pornește în urmărirea celor două autovehicule un al treilea autovehicul care ajunge prima mașină cu 1,5 h mai târziu decât pe a doua. Ce viteză are al III-lea autovehicul?

R. 60 km/h.

M.116. Un anumit tip de automobil poate accelera de la 36 km/h la 82,8 km/h în 13 s. Calculați: a) accelerația; b) distanța parcursă.

R. 1 m/s²; 214,5 m.

M.117. Un corp care se mișcă cu accelerație constantă parcurge distanța dintre două puncte aflate la 60 m unul de altul în 6 s. Viteza lui în dreptul celui de al doilea punct este de 15 m·s⁻¹. a) care este accelerația corpului? b) care este viteza corpului în dreptul primului punct?

R. 1,67 m·s⁻²; 5 m·s⁻¹.

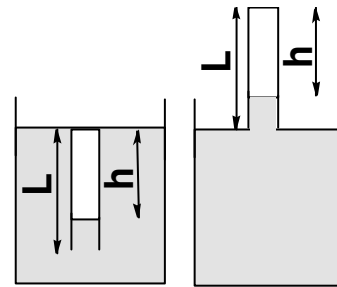
M.118. Un corp pornind din repaus se mișcă uniform accelerat. Aflați raportul timpilor necesari pentru a parcurge prima jumătate a drumului și cea de-a doua jumătate a drumului.

R. 2,41.

M.119. Un tren a parcurs în 20 s distanța de 340 m și a atins viteza 20 m·s⁻¹. Determinați accelerația tenului și viteza sa inițială.

R. 0,3 m·s⁻²; 14 m·s⁻¹.

T.23. O eprubetă de lungime $L = 16$ cm este cufundată în întregime cu capătul său deschis în mercur la temperatura $t = 27^\circ\text{C}$ și presiune atmosferică normală, astfel încât coloana are lungimea $h = 40$ mm. Se scoate eprubeta vertical afară, astfel ca gura ei să se atingă de suprafața mercurului ca în figură. Cu cât trebuie răcită acum eprubeta pentru ca lungimea coloanei de aer să fie tot h ? densitatea mercurului este $\rho = 13600$ kg/m³.



R. 60°C

T.24. Un tub subțire închis la un capăt conține gaz închis printr-o coloană de mercur de lungime $l = 10$ cm. În poziție orizontală coloana de gaz are lungimea $l_0 = 40$ cm. În poziție verticală cu capătul deschis în sus coloana de gaz are lungimea $l_1 = 36$ cm. Care este presiunea atmosferică? Care va fi lungimea coloanei de gaz când tubul este vertical cu capătul deschis în jos?

R. 119,7 kPa; 45 cm.

T.25. Un tub cilindric închis la capătul superior este cufundat într-un vas cu mercur astfel încât nivelul mercurului în vas și în tub este același, iar aerul ocupă o porțiune de lungime $l = 73$ cm. Presiunea atmosferică este $p_0 = 100$ kPa. Tubul este tras în sus cu $d = 40$ mm. a) la ce înălțime urcă mercurul în tub? b) cu câte grade trebuie încălzit tubul pentru ca nivelul mercurului să coboare la loc? Temperatura inițială este $T = 300$ K

R. 2 cm; 16,4 K.

T.26. Un tub cilindric subțire de lungime $l = 1$ m, deschis la ambele capete, este cufundat pe jumătate într-un vas cu mercur la presiunea atmosferică $p_0 = 100$ kPa. Tubul se închide la capătul superior și se scoate vertical din lichid. a) care este

lungimea coloanei de mercur care rămâne în tub ?
 b) se răstoarnă tubul cu 180°. Cu cât coboară coloana de mercur ? c) se toarnă apă până la refuz. Cu cât coboară coloana de mercur ?

R. 25 cm; 37,5 cm; 1 cm.

T.27. Într-un tub cilindric subțire de lungime $l = 0,5$ m se află o coloană de mercur de lungime $h = 15$ cm care ajunge până la marginea superioară a tubului. Răsturnând ușor tubul cu deschiderea în jos, o parte din mercur se scurge. Presiunea atmosferică este $p_0 = 100$ kPa. a) care va fi lungimea coloanei de mercur rămase ? Pentru ce lungime a tubului mercurul se scurge complet ? b) tubul este întors în poziția inițială. Cu cât coboară coloana de mercur ? c) se toarnă apă până la refuz. Cu cât coboară coloana de mercur ? Cu câte grade trebuie încălzit tubul pentru ca toată apa să curgă afară ? Temperatura inițială este $t = 7^\circ\text{C}$.

R. 5 cm; 90 cm; 5,6 cm; 2 cm; 40° .

T.28. Două tuburi comunicante identice sunt umplute parțial cu un lichid de densitate ρ . În fiecare tub, deasupra lichidului, se află aer, separat se exterior cu ajutorul unui piston. Presiunea aerului din cele două tuburi și înălțimea coloanei de aer sunt aceleași, egale cu p_1 , respectiv cu h . un piston este blocat iar celălalt este ridicat pe distanța x . Să se afle pentru ce valoare a lui x diferența de nivel a lichidului din cele două tuburi este egală cu h .

R. $x = (4p_1 + 3\rho gh)h / (2p_1 - 3\rho gh)$

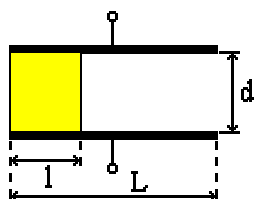
E.106. Două corpuri punctiforme, cu sarcinile $Q_1 = q$ și $Q_2 = n \cdot q$ sunt situate la distanța d unul de altul. Să se determine în ce puncte intensitatea câmpului electric este nulă.

$$R. x = \frac{d}{\sqrt{n} + 1}$$

E.107. Două corpuri punctiforme, cu sarcinile Q și $-nQ$ sunt situate la distanța d unul de altul. Să se determine în ce puncte potențialul câmpului electric este nul.

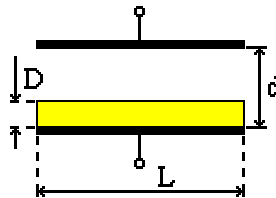
$$R. x = \frac{d}{n + 1}; x = \frac{d}{n - 1}$$

E.108. Spațiul dintre armăturile unui condensator plan este umplut cu un dielectric de permeabilitate ϵ_r ca în figură. Aria armăturilor este $L \cdot L$. Să se stabilească capacitatea condensatorului.



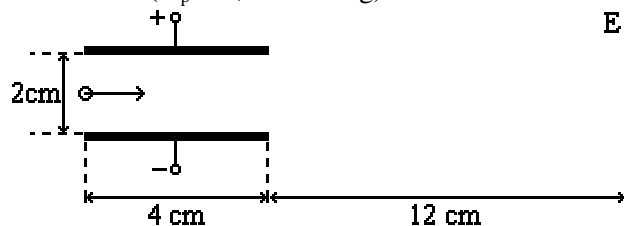
$$R. C = \frac{\epsilon_0 \cdot L}{d} [L + (\epsilon_r - 1)l]$$

E.109. Spațiul dintre armăturile unui condensator plan este umplut cu un dielectric de permeabilitate ϵ_r ca în figură. Aria armăturilor este $L \cdot L$. Să se stabilească capacitatea condensatorului.



$$R. C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot L^2}{D + \epsilon_r (d - D)}$$

E.110. În desen este reprezentat un proton care pătrunde cu viteza $v_0 = 10^7$ m/s între armăturile unui condensator plan. Diferența de potențial dintre armături este $U = 800$ V. a) Calculați deviația y_1 la ieșirea din condensator. b) Calculați unghiul format de direcția protonului la ieșirea din condensator cu direcția inițială. c) Calculați deviația totală pe ecranul fluorescent. ($m_p = 1,66 \cdot 10^{-27}$ kg)

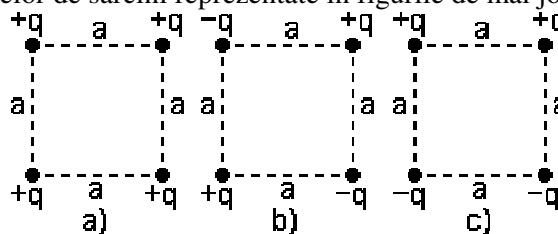


R. 3,08 mm; 0,077; 12,3mm

E.111. Determinați expresia intensității câmpului electrostatic la suprafața unui conductor încărcat cu sarcină electrică cu densitatea superficială σ .

$$R. E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

E.112. Determinați energia potențială a sistemelor de sarcini reprezentate în figurile de mai jos:



$$R. a) \frac{1}{4\pi \cdot \epsilon_0} \frac{q^2}{a} (\sqrt{2} + 4); b) \frac{1}{4\pi \cdot \epsilon_0} \frac{q^2}{a} (\sqrt{2} - 4);$$

$$c) -\frac{1}{4\pi \cdot \epsilon_0} \frac{q^2}{a} \sqrt{2}$$

Selecția problemelor: prof. Liviu Belășcu și prof. Cristinel Codău

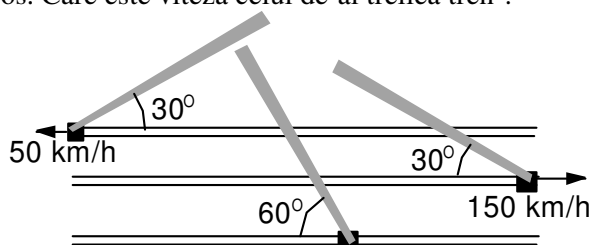
PROBLEME DE PERFORMANȚĂ

Top-M.32. Pe o șosea rectilinie merge o coloană de mașini cu viteza v , fiecare automobil având lungimea l și păstrând aceeași distanță între ele. Din sens contrar vine o mașină a poliției cu viteza u . La întâlnirea acesteia șoferul fiecărui automobil reduce viteza la v' . Dacă lungimea coloanei de mașini era inițial L , care va fi noua ei lungime ?

Top-M.33. Viteza apei unui fluviu cu lățimea $L = 500$ m crește liniar cu distanța de la mal spre mijlocul albiei. La mal viteza este $v_1 = 1$ m/s, iar la mijloc devine $v_2 = 5$ m/s. O șalupă pornește de la un mal spre celălalt, având față de apă viteza $u = 10$ m/s, orientată perpendicular pe cursul apei. Să se afle pe ce distanță va fi dusă șalupa la vale în timpul traversării.

Top-M.34. Viteza benzii unui casetofon în dreptul capului de înregistrare este v_0 . Rola goală are raza r_0 , iar cea plină R_0 . Determinați vitezele unghiulare ale celor două role la momentul t de la începerea derulării benzii. Grosimea benzii este d .

Top-M.35. Trei trenuri merg pe linii paralele. Vitezele a două dintre ele precum și direcțiile dărelor de fum sunt reprezentate în figura de mai jos. Care este viteza celui de-al treilea tren ?

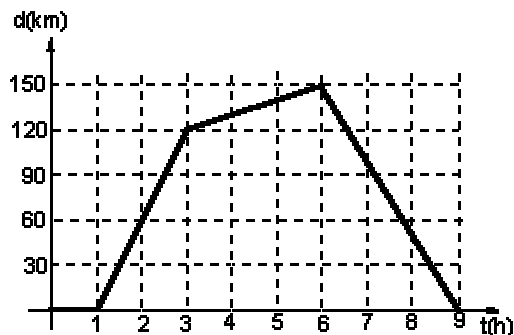


Top-M.36. Un om aflat la distanța $d = 50$ m de o șosea observă la un moment dat un autobuz venind cu viteza $u = 12$ m/s și aflat în acel moment la distanța $d = 200$ m de om. Sub ce unghi, față de direcția inițială om-autobuz, trebuie să alerge rectiliniu omul cu viteza $v = 3$ m/s pentru a întâlni autobuzul? Care este viteza minimă cu care poate alerge omul pentru a întâlni autobuzul?

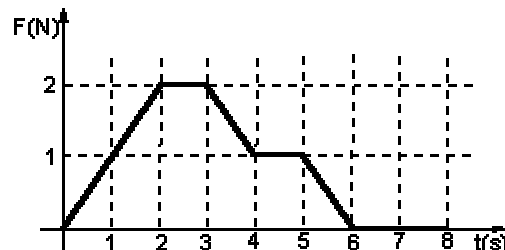
Top-M.37. Dintr-un punct de pe suprafața Pământului se aruncă simultan o mulțime de bile identice, cu aceeași viteză $v_0 = 4$ m/s, simetric în toate direcțiile. Care este raza cercului de pe suprafața Pământului, în interiorul căruia cad $f = 50\%$ din numărul total de bile ?

Top-M.38. Două autocamioane merg, cu viteze constante, din orașul A spre orașul B unde se opresc. Graficul dependenței distanței dintre cele două ca-

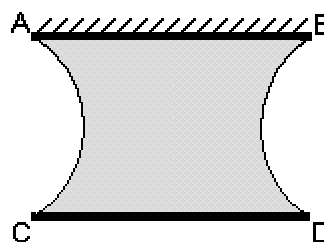
mioane în funcție de timp este dat în figura de mai jos. Determinați vitezele celor două camioane și distanța dintre orașele A și B, care sunt situate pe o șosea rectilinie.



Top-M.39. Un corp de masă $m = 1$ 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 al cărei modul se modifică în timp conform graficului din figură. 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.



Top-T.10. Se introduce într-un lichid un dispozitiv ușor, format din două vergele subțiri, AB și CD, reunite prin două fire de mătase AC și BD. Se obține astfel o peliculă de lichid subțire, limitată lateral prin două arce de cerc cu raza $R = 94$ cm. Masa vergelei inferioare este $m = 11,2$ g, iar lungimea fiecărei tije este $l = 120$ cm. Să se calculeze coeficientul tensiunii superficiale a lichidului știind că lungimea fiecărui fir de mătase este $l' = 33,68$ cm. Se va neglija greutatea firelor și a peliculei de lichid.



LISTA PREMIILOR NOBEL PENTRU FIZICĂ (1981-2001)

1981. NICOLAAS BLOEMBERGEN “Pentru dezvoltarea opticii nelineare.”
ARTHUR LEONARD SCHAWLOW “Pentru punerea la punct a spectroscopiei cu lasere.”
KAI M, SIEGBAHN “Pentru realizarea spectroscopiei electronice.”
1982. KENNETH G. WILSON “Pentru teoria fenomenelor critice, construită cu ajutorul grupului de renormalizare.”
1983. SUBRAHMANYAN CHANDRASEKHAR și WILLIAM ALFRED FOWLER “Pentru contribuții majore la dezvoltarea astrofizicii stelare.”
1984. CARLO RUBBIA și SIMON VAN der MEER “Pentru contribuția lor la descoperirea experimentală a particulelor W și Z.”
1985. KLAUS von KLITZING “Pentru descoperirea efectului Hall cuantic.”
1986. GERD BINNING și HEINRICH ROHRER “Pentru realizarea microscopului electronic cu baleiaj prin efect tunel.”
ERNST RUSKA “Pentru cercetările sale fundamentale în domeniul opticii electronice și pentru construirea primului microscop electronic.”
1987. JOHANES GEORG BEDNROZ și KARL ALEXANDER MULLER “Pentru obținerea unor compuși chimici - oxizi de cupru și lantan - care prezentau proprietăți supraconductoare la temperaturi mai mici de 30 K. “
1988. LEON MAX LEDERMAN, MELVIN SCHWARTZ și JACK STEINBERGER “Pentru experimentele lor cu neutrini.”
1989. HANS GEORG DEHMELT, WOLFGANG PAUL și NORMAN FOSTER RAMSEY “Pentru contribuții la dezvoltarea amplă a spectroscopiei atomice de precizie, cercetările lor având aplicații în special în domeniul comunicațiilor spațiale.”
1990. JEROME ISAAC FRIEDMAN, HENRY WAY KENDALL și RICHARD EDWARD TAYLOR “Pentru cercetările lor de pionierat privind împrăștierea profund inelastică a electronilor pe protoni și neutroni legați, care au avut o importanță esențială pentru dezvoltarea modelului quarkurilor în fizica particulelor.”
1991. PIRRE GILLES de GENNES “Pentru activitatea sa științifică în domeniul cristalelor lichide și al polimerilor.”
1992. GEORGES CHARPAK “Pentru inventarea și perfecționarea unor noi modele de detectoare de particule.”
1993. RUSSEL HULSE și JOSEPH TAYLOR “Pentru descoperirea unui nou tip de pulsar.”
1994. CLIFFORD SHULL și BERTRAM BROCHOUSE “Pentru punerea la punct a unei tehnici de analiză numite « difracția și spectroscopia neutronilor ».”
1995. MARTIN L. PERL și FREDERICK REINES “Pentru cercetările lor privind particulele τ (tau) și ν (neutrino).”
1996. DAVID M. LEE, ROBERT C. RICHARDSON și DOUGLAS D. OSHEROFF “Pentru lucrările lor în domeniul fizicii temperaturilor joase și pentru descoperirea suprafluidității heliului 3 (^3_2He).”
1997. STEVEN CHU, CLAUDE COHEN-TANNOUDI și WILLIAM D. PHILLIPS “Pentru descoperirea metodelor de răcire și captare a atomilor cu ajutorul laserului.”
1998. ROBERT B. LAUGHLIN, HORST L. STORMER și DANIEL C. TSUI “Pentru descoperirea unei noi forme de fluid cuantic cu stări excitate cu sarcină fracționară”.
1999. GERARDUS 'T HOOFT și MARTINUS J.G. VELTMAN “Pentru elucidarea structurii cuantice a interacțiunii electrolabe”.
2000. ZHORES I. ALFEROV, HERBERT KROEMER “pentru studierea heterostructurilor semiconductoare folosite în electronica de mare viteză și în optoelectronică”.
JACK S. KILBY “Pentru partea sa de contribuție la inventarea circuitului integrat”.
2001. ERIC A. CORNELL, WOLFGANG KETTERLE și CARL E. WIEMAN “Pentru realizarea condensării Bose-Einstein în vapori diluați de atomi alcalini, și pentru studiile anterioare asupra proprietăților stării condensate”.

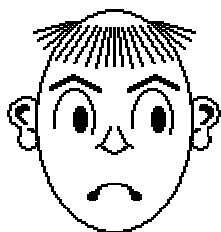
REZULTATELE CONCURSULUI “CINE ȘTIE FIZICĂ...CÂȘTIGĂ”

LOC	PUNCTE	ECHIPA	COMPONENȚA
1.	65	ACCA (cl. a-XI-a A și D)	Dogar Corneliu (A); Klein Cristian (D); Lateș Vasilica (A); Suciachi Andreea (D)
2.	54	XI B (cl. a-XI-a B)	Danciu Ioana; Isai Radu; Ispas George; Matei Ioana
3.	43	Tribul A (cl. a-X-a A)	Bereș Adela; Moș Adrian; Pop Anda; Socaciu Vlad
3.	43	Delta Force 3,14.... (cl. a-X-a B)	Călugăr Vasile; Cimpoi Mircea; Pol Cătălin; Stănescu Adrian

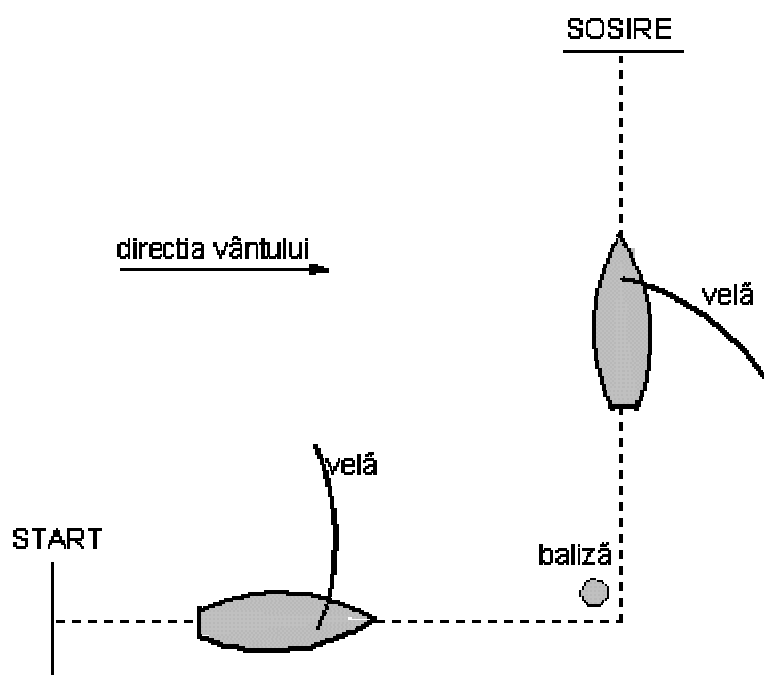
REZULTATELE SESIUNII DE REFERATE

1. “Experimente distractive” - Dragomir Ioana; Jurcă Bianca și Lile Smaranda (cl. a-X-a B)
2. Fulgerele de pământ - Rânja Ramona-Rodica (cl. a-X-a B)
3. Originea și evoluția corpurilor cerești - Pop Cristina și Cătană Laura (cl. a-X-a A)

DILEMA LUI MINIFIZICUS

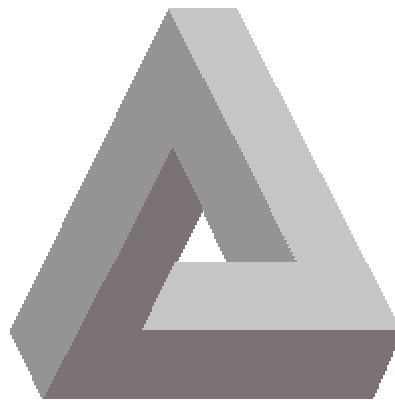


Minifizicus urmărește un concurs de bărci cu pânze, care se desfășoară pe un lac. Vântul își păstrează direcția și viteza care este comunicată spectatorilor de organizatori. Distanțele de la start la baliză și de la aceasta la sosire sunt egale. Traseul, direcția vântului și orientarea pânzei sunt reprezentate în figura de mai jos. Minifizicus constată că a doua jumătate a drumului este parcursă într-un timp mai scurt decât prima. Care este oare explicația ?



CUPRINS

<i>FORȚA CORIOLIS.....</i>	<i>1</i>
<i>SIMULATORUL DE SISTEM SOLAR</i>	<i>2</i>
<i>NIMIC DESPRE FIZICĂ.....</i>	<i>3</i>
<i>OLIMPIADA NAȚIONALĂ 2001</i>	<i>4</i>
<i>PROBLEME PROPUSE.....</i>	<i>12</i>
<i>PROBLEME DE PERFORMANȚĂ</i>	<i>17</i>
<i>LISTA PREMIILOR NOBEL PENTRU FIZICĂ (1981-2001)</i>	<i>18</i>
<i>REZULTATELE CONCURSULUI “CINE ȘTIE FIZICĂ...CÂȘTIGĂ”.....</i>	<i>19</i>
<i>REZULTATELE SESIUNII DE REFERATE</i>	<i>19</i>
<i>DILEMA LUI MINIFIZICUS.....</i>	<i>19</i>



Colegiul de redacție: prof. Liviu Belașcu, prof. Cristinel Codău, prof. Mircea Moldovan
Tehnoredactare: prof. Cristinel Codău, Webmaster: prof. Mircea Moldovan, Email: labfiz@papiu.netsoft.ro

Această publicație nu se comercializează în nici o formă!

Revista poate fi procurată de la membrii colegiului de redacție contra hârtie pentru copiator în limita posibilităților de multiplicare (reduse), sau fără restricție pentru posesorii de calculatoare, pe dischete.

Orice formă de sponsorizare și de orice valoare va fi acceptată necondiționat.