

*Concursul Național de Fizică „Evrika”
ediția a XXVI-a, 1-3 aprilie 2016
Subiecte – Clasa a XIa*

Problema I (10 puncte)

Pistoane ... în oscilație

Sistemul fizic, prezentat în **Figura 1**, bine fixat în plan orizontal, este format din două pistoane P_1 și P_2 ce se pot deplasa fără frecare și etanș în interiorul cilindrilor cu atenție îmbinați și suficient de lungi. Pistonul P_1 nu ajunge la cilindrul îngust. Pistoanele sunt legate între ele printr-o tijă rigidă, orizontală, de masă m . Compartimentele cuprinse între capacul C_1 și pistonul P_1 , între pistonul P_1 și pistonul P_2 , precum și între capacul C_2 și pistonul P_2 conțin aer, considerat gaz ideal. Aerul din fiecare compartiment are temperatura mediului ambiant T_0 și presiunea egală cu presiunea atmosferică p_0 . Se dau: masa M și secțiunea S a pistonului P_2 ; masa $n \cdot M$ și secțiunea $n \cdot S$, $1 < n < 5$, a pistonului P_1 ; exponentul adiabatic al aerului γ .

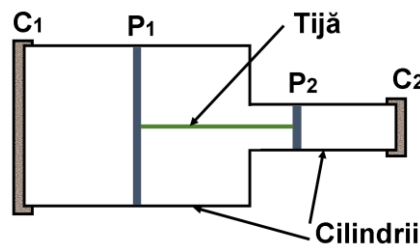


Figura 1

Se înlătură capacul C_2 .

Sarcina de lucru nr. 1

1.a. Să se determine presiunea aerului dintre pistoane la echilibru dacă presiunea aerului din compartimentul cuprins între capacul C_1 și pistonul P_1 este de n ori p_0 .

(1,5 puncte)

1.b. Înlăturăm și capacul C_1 . Care va fi valoarea presiunii aerului dintre pistoane în stare finală? Dar mărimea forței de tensiune din tijă?

(1,5 puncte)

Sarcina de lucru nr. 2

Se înlătură capacul C_1 . La echilibru, volumul aerului dintre pistoane este V_0 și se menține temperatura T_0 constantă.

2.a. Să se determine frecvența micilor oscilații ale pistoanelor. (3,0 puncte)

Sarcina de lucru nr. 3

3.a. Să se determine frecvența micilor oscilații ale pistoanelor, presupunând că aerul din sistemul de la sarcina de lucru nr. 2 evoluează adiabatic. (3,0 puncte)

Dacă îți este necesar poți folosi relația: $\frac{1}{1-x} \approx 1+x$ pentru $|x| \ll 1$.

*Concursul Național de Fizică „Evrika”
ediția a XXVI-a, 1-3 aprilie 2016
Subiecte – Clasa a XIa*

Problema II (10 puncte)

Cinci rezistente

Această problemă îți propune să utilizezi diferite modalități pentru a determina expresiile și valorile unor rezistențe electrice.

Sarcina de lucru nr. 1

Rezistori electrici identici având fiecare rezistența electrică $R=1\Omega$ sunt legați în paralel în mănușchiuri numite M_k . Fiecare mănușchi M_k este alcătuit din câte 2^{k-1} rezistori ($k \in N, k \geq 1$).

Un grup de mănușchiuri numit G_k este obținut prin legarea în serie a k mănușchiuri M_k .

La rândul lor, grupurile G_1, G_2 - până la G_{11} sunt legate în serie, formând un ansamblu de rezistori.

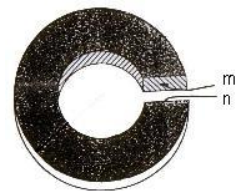
1.a. Desenează o schiță a ansamblului de rezistori descris în în cadrul acestei sarcini de lucru. (0,5 puncte)

1.b. Determină expresia rezistenței electrice echivalente \mathfrak{R}_{1-11} a ansamblului de rezistori descris în în cadrul acestei sarcini de lucru. (1,0 punct)

1.c. Calculează valoarea rezistenței electrice echivalente \mathfrak{R}_{1-11} . (0,5 puncte)

Sarcina de lucru nr. 2

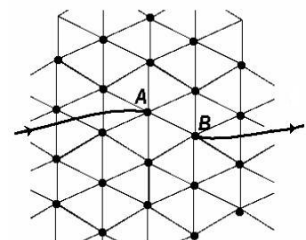
Torul cu secțiunea pătrată, prezentat în figura alăturată este confecționat dintr-un material cu rezistivitatea electrică ρ . Raza exterioară a torului este $2a$, iar secțiunea lui transversală este un pătrat de latură a . Torul are o tăietură foarte îngustă, pe fețele căreia sunt conectate două fire conductoare de rezistență electrică neglijabilă.



2.a. Cunoscând că cele două fețe pătrate ale tăieturii sunt conținute în plane care trec prin axul torului, determină expresia rezistenței electrice a torului, măsurată între capetele m și n ale firelor conductoare. (2,0 puncte)

Sarcina de lucru nr. 3

Circuitul din figura alăturată este o rețea infinită de triunghiuri alcătuită dintr-un număr infinit de rezistori identici, având fiecare rezistența electrică $R=6\Omega$. În fiecare dintre nodurile rețelei sunt legați câte șase astfel de rezistori. Firele conductoare de contact ale rețelei - conectate electric în punctele A și B - nu fac alte contacte electrice cu rețeaua.



3.a. Determină valoarea rezistenței electrice măsurată între punctele A și B. Ai în vedere că principiul superpoziției statuează că intensitatea curentului electric în oricare dintre rezistențele unui circuit

Concursul Național de Fizică „Evrika”
ediția a XXVI-a, 1-3 aprilie 2016
Subiecte – Clasa a XIa

electric de curent continuu care include mai multe surse de tensiune, este suma curenților electrici, determinați prin respectiva rezistență de sursele de tensiune legate în circuit pe rând, câte una. (2,0 puncte)

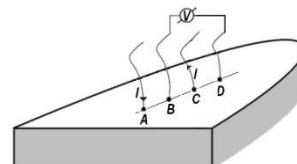
Sarcina de lucru nr. 4

Într-un vas care conține electrolit sunt cufundate două sfere metalice de rază r aflate la distanța $3r$ între centre. Volumul vasului este mult mai mare decât volumul sferelor. Rezistența electrică măsurată între sfere are valoarea \mathfrak{R}_1 .

4.a. Folosind analiza dimensională, determină de câte ori este mai mare față de rezistența \mathfrak{R}_1 , rezistența \mathfrak{R}_2 măsurată între sfere, dacă sferele se găsesc în același electrolit, dar au razele de $2r$ și sunt așezate la distanța $6r$ între centre. (1,0 punct)

Sarcina de lucru nr. 5

O placă omogenă alcătuită dintr-un material conductor este suficient de groasă și are aria suficient de mare încât să se poate considera că ocupă complet un semispațiu. Pe suprafața liberă a plăcii, coliniar, la distanțe $a = 1\text{cm}$ sunt plasate patru contacte electrice, marcate cu literele A, B, C și D (ca în figura alăturată). Prin contactele A și C intră și respectiv iese un curent electric cu intensitatea $I = 1\text{mA}$. Voltmetrul legat între contactele electrice B și D indică diferența de potențial $U = 1,06\text{V}$.



5.a. Determină valoarea rezistivității electrice a materialului plăcii. (2,0 puncte)

Notă: Poți considera cunoscute următoarele relații:

$$1) \quad 1 + 2 \cdot q + 3 \cdot q^2 + 4 \cdot q^3 + \dots + n \cdot q^{n-1} = \frac{n \cdot q^{n+1} - (n+1) \cdot q^n + 1}{(1-q)^2}$$

$$2) \quad \frac{1}{n+1} + \frac{1}{n+2} + \frac{1}{n+3} + \dots + \frac{1}{n+k} + \dots + \frac{1}{n+n} = \ln 2, \text{ pentru } n \text{ foarte mare}$$

$$3) \quad 10/(3\pi) \cong 1,06$$

*Concursul Național de Fizică „Evrika”
ediția a XXVI-a, 1-3 aprilie 2016
Subiecte – Clasa a XIa*

Problema III (10 puncte)

Pendul în apă

O bilă de rază a și densitate ρ_b este suspendată sub apă (densitatea apei fiind ρ_0) $\rho_b > \rho_0$, de un fir de lungime ℓ și de masă neglijabilă. Presupunem că $a \ll \ell$. Asupra bilei în mișcare în apă se exercită o forță $\vec{F}_d = -k \cdot (\vec{v}_b - \vec{v}_0)$. În expresie \vec{v}_b este viteza bilei, \vec{v}_0 este viteza apei, iar \vec{v}_b și \vec{v}_0 sunt coliniare. Se neglijează volumul firului. Inițial considerăm că viteza apei \vec{v}_0 este zero. Unghiul de deviere față de verticală al firului la momentul t este notat $\theta(t)$.

Dacă îți este necesar ține seama de următoarele:

Ecuția de mișcare $\ddot{x} + 2\beta \cdot \dot{x} + \omega^2 \cdot x = 0$ descrie o oscilație quasiarmonică amortizată pentru care β este coeficientul de amortizare, iar ω , pseudopulsăția, are expresia $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$, ω_0 fiind pulsăția oscilației armonice descrisă de ecuația de mișcare $\ddot{x} + \omega_0^2 \cdot x = 0$.

Sarcina de lucru nr. 1

1.a. Calculați frecvența micilor oscilații și coeficientul de amortizare pentru mișcarea pendulului. (3,0 puncte)

Sarcina de lucru nr. 2

2.a. Scrieți soluția generală pentru ecuația de mișcare a pendulului presupunând că acesta este în oscilație armonică amortizată. (3,0 puncte)

Sarcina de lucru nr. 3

Apa începe dintr-o dată să se deplaseze orizontal spre dreapta cu o viteză \vec{v}_0 la momentul t_0 .

3.a. Determină mișcarea ulterioară a pendulului $\theta(t)$. (3,0 puncte)

Subiecte propuse de:

Prof. Dr. Leonaș DUMITRAȘCU, Liceul „Ștefan Procopiu” Vaslui

Prof. Ion TOMA, Colegiul Național „Mihai Viteazul” București

Prof. Gabriel Florian, Colegiul Național „Carol I” Craiova

Conf. Univ. Dr. Adrian DAFINEI, Facultatea de Fizică, Universitatea din București