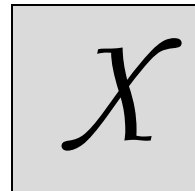




Proba Teoretică
Subiect



Problema I (10 puncte)

Șnururi și inele

I.A. Șnururi

Ai la dispoziție un sistem de plane înclinate și două șnururi, unul mai scurt și unul foarte lung, realizate din același material foarte flexibil și inextensibil. Grosimile celor două șnururi sunt neglijabile.

Sarcina de lucru nr. 1

În primele trei experimente se utilizează șnurul mai scurt.

1.a. Se așează șnurul pe unul din planele înclinate, ca în figura 1. Se constată că, atunci când planul înclinat face un unghi β cu orizontala, șnurul alunecă uniform spre baza planului înclinat.

Scrie expresia coeficientului de frecare la alunecare dintre șnur și suprafața planului înclinat.

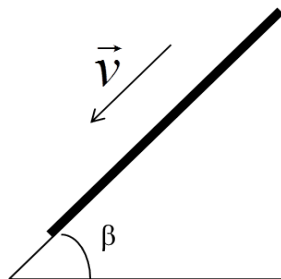


Figura 1

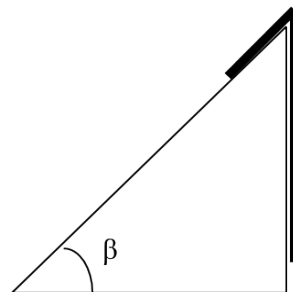


Figura 2

1.b. Păstrând unghiul β de la punctul anterior se așează șnurul peste vârful rotunjit al planului înclinat ca în figura 2. Determină expresia fracțiunii f_1 din șnur care atârna vertical atunci când, lovind ușor planul înclinat, șnurul începe să alunece.

1.c. Se realizează sistemul din figura 3. Coeficientul de frecare la alunecare este același pe ambele plane înclinate și este identic cu cel determinat la punctul a. Unghiurile de la bazele planelor înclinate

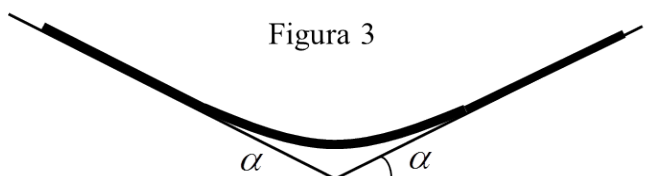


Figura 3

sunt egale între ele și au valoarea $\alpha = \frac{\beta}{2}$. Șnurul este așezat

simetric.

Determină fracțiunea maximă posibilă f din lungimea firului, care nu atinge suprafețele celor două plane dacă sistemul este în echilibru.

Sarcina de lucru nr.2

Pentru următoarele experimente se utilizează șnurul foarte lung.

2.a. Șnurul foarte lung este așezat într-o cutie A, iar un capăt al său este trecut peste un scripete ideal. Firul poate aluneca,

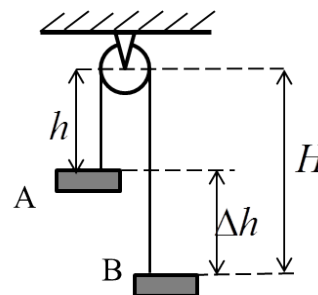
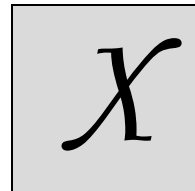


Figura 4

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.



Proba Teoretică
Subiect



ajungând într-o altă cutie B , ca în figura 4. Între cele două cutii este o diferență de înălțime $\Delta h = H - h$.

Explică din ce motiv, după un timp, viteza șnurului devine constantă. Determină expresia acestei viteze.

2.b. Șnurul (în varianta de la punctul anterior) este trecut prin două inele care nu-i permit să se deplaseze lateral (figura 5). Raza scripetelui este R . Determină viteza constantă minimă, pe care ar trebui să o aibă șnurul pentru a se desprinde de scripete.

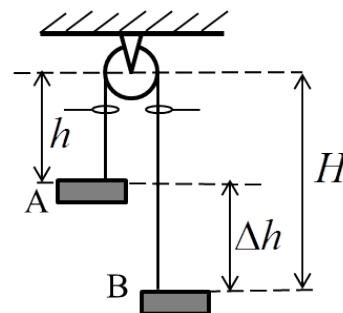


Figura 5

I.B. ...și inele

Trei inele conductoare identice sunt realizate din fire conductoare care au fiecare rezistența electrică R . Inelele sunt așezate într-o cutie ca în figura 1.

Consideră contactele electrice perfecte și neglijează rezistența pereților conductor ai cutiei.

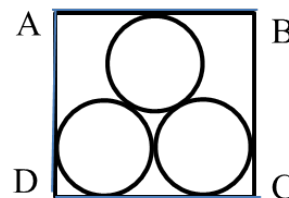


Figura 1

Sarcina de lucru nr.1.

1.a. Determină rezistența electrică echivalentă a sistemului între fețele conductoare AB și DC ale cutiei dacă fețele BC și AD sunt izolatoare.

1.b. Determină rezistența electrică echivalentă a sistemului între fețele conductoare BC și AD ale cutiei dacă fețele AB și DC sunt izolatoare.

Rețeaua plană din figura 2 se extinde în toate direcțiile la infinit. Rezistența unui inel este R , iar contactele electrice dintre inele sunt perfecte.

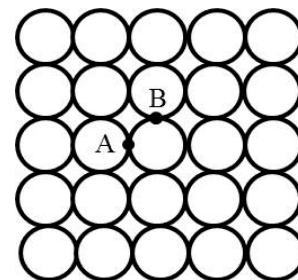


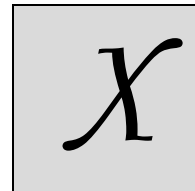
Figura 2

Sarcina de lucru nr.2.

2.a. Dedu expresia rezistenței electrice echivalente dintre două puncte de contact alăturate (punctele A și B).

© Subiect propus de prof. Viorel SOLSCHI – Colegiul Național „Mihai Eminescu”, Satu Mare

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.



Proba Teoretică
Subiect

Problema a II-a (10 puncte)

Diferite fenomene termice

II.A. Un cilindru orizontal are un capăt închis, iar la celălalt capăt se află un piston care se poate mișca cu frecare în interiorul cilindrului. În cilindru există un gaz ideal monoatomic, $C_v = 3R/2$, având volumul inițial V_0 , presiunea p_0 , aceeași cu presiunea atmosferei exterioare cilindrului. Pistonul închide etanș gazul din cilindru. Forța de frecare dintre piston și cilindru reprezintă o fracțiune f din forța de presiune exercitată de atmosfera exterioară asupra pistonului. Se încălzește lent gazul din cilindru până când volumul său crește cu o aceeași fracțiune f din volumul inițial, apoi se răcește lent până când pistonul revine în *poziția inițială*. În continuare gazul se reîncălzește astfel încât să revină la *starea inițială*. Se consideră cunoscute mărimile p_0, V_0, f și R , constanta universală a gazelor perfecte.

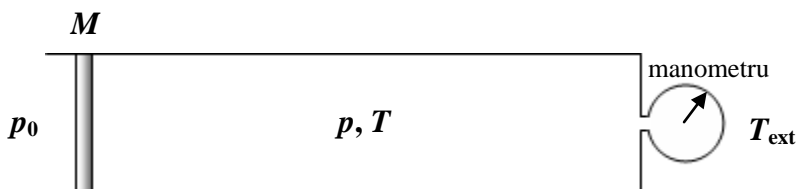
Sarcina de lucru nr.1

1.a. Descrieți procesele suferite de gaz și reprezentați-le grafic în coordonate $p = f(V)$.

1.b. Determinați expresia lucrului mecanic total efectuat de gaz.

1.c. Determinați expresia căldurii primite și a căldurii cedate de gaz în aceste procese.

II.B. Cilindrul este izolat adiabatic de exterior, iar în interiorul cilindrului există un gaz ideal rarefiat și răcit, la presiunea p , volumul V și temperatura T , având exponentul adiabatic γ . Pistonul este izolator termic, are masa M și se află blocat la marginea capătului deschis al cilindrului, ca în figură. La capătul închis al cilindrului, printr-un mic orificiu, este cuplat un manometru, aflat în contact termic cu mediul exterior. Volumul manometrului este neglijabil în comparație cu volumul cilindrului, iar mediul exterior are temperatura T_{ext} și presiunea p_0 , $p_0 > p$. Se consideră cunoscute mărimile $M, p_0, T_{\text{ext}}, p, V, T, \gamma$ și R , constanta universală a gazelor perfecte.



Sarcina de lucru nr.2

2.a. Neglijând frecarea pistonului cu pereții cilindrului, **determinați** expresia vitezei maxime atinsă de piston după deblocarea acestuia.

2.b. În situația inițială, când pistonul este blocat la marginea cilindrului, ca în figură, iar temperatura T a gazului rarefiat din interiorul cilindrului nu se modifică, **analizați** dependența presiunii indicate de manometru de temperaturile T și T_{ext} , ($T_{\text{ext}} > T$) și **determinați** eroarea relativă de măsurare a presiunii gazului, $\varepsilon = (\Delta p)/p$.

© Subiect propus de prof. Florin BUTUȘINĂ - Colegiul Național „Simion Bărnuțiu”, Șimleu Silvaniei

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.



Proba Teoretică
Subiect

Problema a III-a (10 puncte)

III.A. Ampermetrul termic

Problema de față îți propune un studiu de caz referitor la un ampermetru termic, dispozitiv care face parte din primele generații de instrumente de măsură a intensității curentului electric. Ampermetrul termic este cunoscut și sub numele de ampermetru cu fir cald.

Pentru acest studiu de caz, consideră un ampermetru termic, al cărui element principal este un fir cilindric, cu diametrul $d = 0,62 \text{ mm}$. Firul, notat cu AB pe schița din figura 1, este confecționat dintr-un aliaj de platină cu argint. La temperatura camerei $\theta_0 = 20,0^\circ\text{C}$, aliajul de platină cu argint are rezistivitatea electrică $\rho = 7,00 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ și coeficientul termic al rezistivității $\alpha = 2,00 \cdot 10^{-4} \text{ grad}^{-1}$. Lungimea firului AB la temperatura camerei este $L_0 = 18,0 \text{ cm}$, iar coeficientul său de dilatare liniară are valoarea $\varepsilon = 1,50 \cdot 10^{-5} \text{ grad}^{-1}$.

Un fir de mătase CD are un capăt fixat în punctul D și celălalt capăt prins în punctul C , situat la mijlocul firului AB . În timpul funcționării ampermetrului, firul CD își menține lungimea constantă $\ell = 4,20 \text{ cm}$.

Firul EF are capătul E fixat la jumătatea firului CD și capătul F prins de o lamă elastică FG . Firul EF își menține tot timpul lungimea constantă, iar lama elastică este fixată în punctul G . Acest fir este înfășurat o dată pe tamburul cilindric T cu diametrul $\delta = 0,72 \text{ cm}$ și nu alunecă pe tambur. Acționat de fir, tamburul se poate roti în jurul axului său central. Acul indicator al ampermetrului termic este fixat de tamburul T .

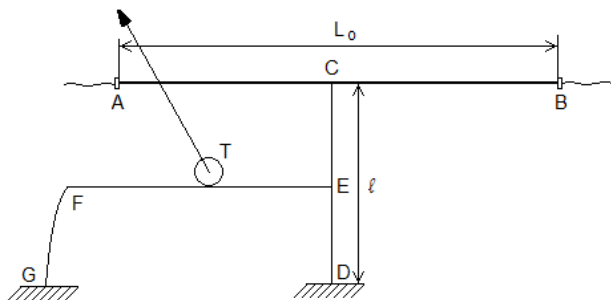


Figura 1 – Schița ampermetrului termic, în situația în care prin firul AB nu circulă curent electric

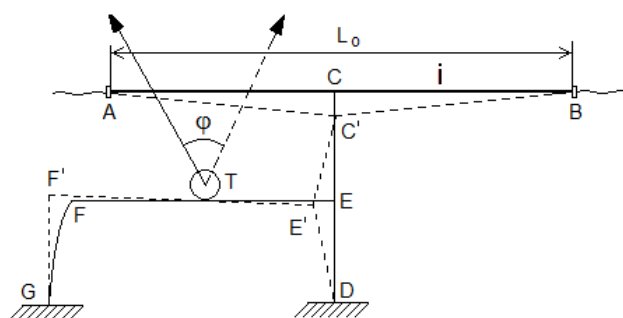


Figura 2 – Schița ampermetrului termic, în situația în care firul AB este parcurs de un curent electric

Schițele din figurile 1 și 2 nu sunt trasate la scară.

Schița din figura 2 se referă la situația în care prin firul conductor AB circulă un curent electric cu intensitatea $I = 5,00 \text{ A}$ și sistemul a atins deja starea staționară, funcționând în regim permanent.

Neglijează transferul de căldură prin radiație de la firul AB la mediul ambiant, precum și transferul de căldură prin conducție de la firul AB către capetele de fixare.

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Ai în vedere că viteza transferului de căldură prin convecție $\frac{dQ}{d\tau}$ este direct proporțională cu aria S a suprafeței laterale a firului AB și cu diferența $\Delta\theta$ dintre temperatura θ a firului și cea a mediului ambiant θ_0

$$\frac{dQ}{d\tau} = h \cdot S \cdot \Delta\theta$$

Pentru situația analizată, coeficientul de transfer al căldurii prin convecție are valoarea $h = 35,0 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{grad}^{-1}$.

Pentru a răspunde la cerințele acestei probleme, consideră că ampermetrul termic funcționează în regim permanent. În rezolvarea problemei poți utiliza aproximațiile pe care la consideri adecvate.

Sarcina de lucru nr. 1

În cadrul sarcinii de lucru nr. 1 ți se cere să deduci o expresie pentru bilanțul de puteri referitor la firul AB , parcurs de curentul electric și să determini valoarea temperaturii acestui fir. În rezolvarea cerințelor din cadrul sarcinii de lucru nr. 1, ai în vedere că efectele datorate dilatării termice pot fi neglijate.

1.a. Dedu expresia dependenței $R = R(\theta)$ a rezistenței electrice a firului conductor AB de temperatura θ a acestuia. Exprimă rezultatul în funcție de mărimile caracteristice ale firului ρ, α, L_0, d precum și de temperaturile θ_0 și θ .

1.b. Scrie o expresie a bilanțului de puteri pentru firul AB parcurs de curentul electric și precizează, dacă este cazul, semnificația fizică a simbolurilor pe care le-ai folosit.

1.c. Dedu valoarea temperaturii θ a firului AB . Exprimă rezultatul printr-un număr cu trei cifre semnificative.

Sarcina de lucru nr. 2

În cadrul sarcinii de lucru nr. 2 ți se cere să determini valoarea distanței pe care se deplasează punctul C , precum și valoarea unghiului de deviație a acului indicator al ampermetrului, atunci când firul AB este parcurs de un curent electric. Exprimă rezultatele pe care le obții prin numere reale, cu trei cifre semnificative.

2.a. Determină valoarea distanței CC' pe care se deplasează punctul C , situat la mijlocul firului AB , atunci când acest fir este parcurs de curentul electric.

2.b. Dedu valoarea unghiului de deviație φ a acului indicator al ampermetrului cu fir cald, în condițiile specificate în cadrul acestei probleme.

III.B. Sfere metalice într-un electrolit

Într-un vas izolator din punct de vedere electric, de dimensiuni mari, umplut cu un electrolit, se găsesc două sfere metalice de rază R fiecare, având centrele situate la distanța D ($D > 2R$).

Sferele de rază R se înlocuiesc cu alte două sfere metalice, având fiecare raza $2R$. Ele sunt așezate în vasul cu electrolit, astfel încât distanța dintre centrele lor este $2D$.

Determină de câte ori se modifică rezistența electrică măsurată între cele două sfere de rază $2R$, comparativ cu rezistența electrică măsurată între cele două sfere de rază R .

© Subiect propus de Dr. Delia DAVIDESCU

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.