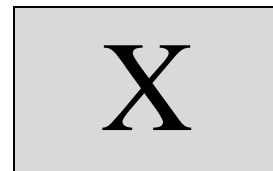




Olimpiada Națională de Fizică
1-6 aprilie 2012

Proba teoretică
Subiecte



Subiectul 1

Randamente ale motoarelor termice ...

Un gaz ideal monoatomic ($C = 1,5R$) parcurge un ciclu format din două transformări izoterme ($T_1 > T_2$) și două transformări de forma $p \cdot V^n = \text{const}$ (politrope) unde $n = (C - C_p)/(C - C_v)$; C este căldura molară în transformarea politropă.

a₁) Dedu expresia randamentului motorului care ar funcționa după ciclul descris.

a₂) În ce condiții randamentul calculat anterior atinge valoarea maximă?

a₃) Reprezintă ciclul de randament maxim în coordonate entropie – temperatură $S = f(T)$ (entropia $\Delta S = Q/T$).

Consideră cazul $n \rightarrow \infty$

b₁) Calculează valoarea randamentului.

b₂) Reprezintă ciclul în coordonate densitate – temperatură, $\rho = f(T)$.

Consideră $n = 0$.

c₁) Calculează valoarea randamentului.

c₂) Reprezintă ciclul în coordonate volum – temperatură, $V = f(T)$.

Consideră $n = -1$.

d₁) Calculează valoarea randamentului.

d₂) Reprezintă ciclul în coordonate volum – temperatură, $V = f(T)$.

Subiectul 2

Conductibilitatea termică a materialelor ...

A. O bară metalică, omogenă, cu secțiunea transversală circulară, are diametrul $d = 2$ cm și lungimea $\ell = 20$ cm. Capetele M și N ale barei sunt menținute în contact cu două surse de căldură, la temperaturile $T_M = 273$ K și respectiv $T_N = 373$ K. Căldura transferată prin bară în unitatea de timp, de la sursa caldă la

sursa rece, este descrisă de ecuația: $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = k \cdot S \cdot \frac{\Delta T}{\ell}$, unde ℓ reprezintă lungimea barei, iar S aria secțiunii transversale a barei. Coeficientul de proporționalitate, k , se numește conductibilitatea termică a barei. Știind că

puterea termică transferată este $141,3 \frac{\text{J}}{\text{s}}$, calculează conductibilitatea termică.

B. Două plăci omogene, de grosime $L_1 = 1$ cm și $L_2 = 2$ cm, cu conductibilitățile termice $k_1 = 200 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ și $k_2 = 400 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, sunt aduse în contact termic una cu cealaltă, având suprafața de contact S (**Figura 1**). Temperaturile suprafețelor exterioare ale plăcilor sunt $T_1 = 270$ K și $T_2 = 330$ K. Transferul de căldură în unitatea de timp, de la placa 2 la placa 1, este descris de relația

$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = k \cdot S \cdot \frac{\Delta T}{d}$, unde d reprezintă grosimea plăcii.

a) Determină temperatura T la suprafața de contact **AB** dintre cele două plăci.

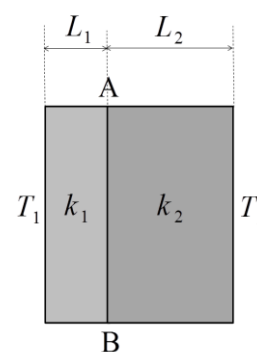


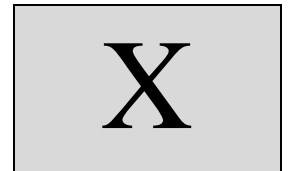
Figura 1

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 cerințele în orice ordine.
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.



Olimpiada Națională de Fizică
1-6 aprilie 2012

Proba teoretică
Subiecte



- b) Pentru studiul conductibilității termice a unui material, se înlocuiesc cele două plăci cu o placă omogenă de grosime L și suprafață S (**Figura 2**). Presupunem că transferul de căldură în unitatea de timp $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ prin placă între temperaturile T_2 și T_1 este același ca la punctul (a). Găsește relația dintre conductibilitatea termică a plăcii studiate și conductibilitățile termice k_1 și k_2 .

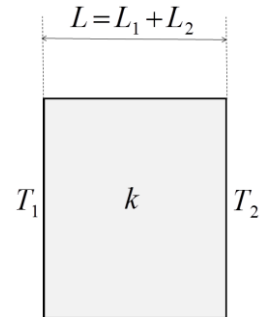


Figura 2

Subiectul 3

A. *Partidă de biliard ...*

Pe o masă de biliard, netedă, se află mai multe bile identice de biliard, aflate inițial în repaus. Marginile mesei de biliard se numesc mante. Ciocnirile dintre bile se consideră perfect elastice, iar mișcarea de rotație a bilelor se neglijează.

- a) Într-o partidă de biliard, jucătorul dorește să introducă bila **B** în coșul **C** din colțul mesei (**Figura 3**). Jucătorul lovește cu tacul bila **A**, care, la rândul ei ciocnește bila **B**, pentru a intra în coșul **C**. După ciocnire, traiectoria bilei **B** face unghiul $\theta = 30^\circ$ cu normala la dreapta **CD**. Calculează unghiul dintre direcția pe care se deplasează bila **A** **după ciocnire** și dreapta **CD**.
- b) Presupunem că masa de biliard este suficient de mare, astfel încât ciocnirile se produc doar între bile. Jucătorul lovește o bilă cu tacul. După mai multe ciocniri aceasta se oprește în punctul din care a început să se deplaseze. Determină numărul minim de bile pentru care este posibilă această situație.

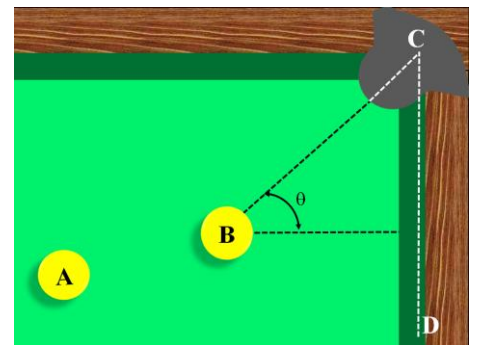


Figura 3

B. *Racheta cu hidrogen ...*

Camera de reacție a unui motor de rachetă este astfel proiectată încât ea poate consuma o cantitate de hidrogen cu un debit constant Q_{mH_2} precum și o cantitate de oxigen cu un debit constant Q_{mO_2} , suficient de mare astfel încât să permită arderea completă a combustibilului. Secțiunea transversală a camerei de ardere este A , egală cu a gurii de evacuare, presiunea în camera de ardere este P și temperatura T . Calculează forța reactivă pe care o poate dezvolta acest motor cu reacție. Se dă raportul maselor molare $\mu_{H_2O} / \mu_{H_2} = 9$.

Subiecte propuse de:

Prof. Seryl Talpalaru, Colegiul Național "Emil Racoviță" Iași
Prof. Ion Toma, Colegiul Național "Mihai Viteazul" București
Prof. dr. Gabriel Florian, Colegiul Național "Carol I" Craiova

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 cerințele în orice ordine.
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.