



Subiectul nr. 1 (10 puncte)

Prăjitură cu mac

A. (4,4 puncte) Ioan dorește să prepare o prăjitură cu mac pentru ziua surorii sale, Ana. Datorită unor probleme de vedere, Ioan trebuie să folosească ochelari bifocali, care au două perechi de lentile diferite montate în rama ochelarilor. O pereche de lentile îl ajută să vadă obiectele situate la distanța optimă de citire, $\delta = 250$ mm, iar a doua pereche de lentile îl ajută să vadă clar obiectele situate la distanțe mari. El vede clar fără ochelari doar obiectele situate între distanțele $L_{\min} = 70$ cm și $L_{\max} = 130$ cm.

a. Să se determine intervalele de distanțe, față de ochii lui Ioan, la care sunt situate bobitele de mac, ce nu pot fi distinse clar atât fără ochelari cât și cu ochelari. Să se precizeze mulțimea valorilor distanțelor, corespunzătoare acestor intervale.

B. (5,6 puncte) Ana, pasionată de arta fotografică, încearcă să surprindă clar imaginea unei bobite de mac de pe prăjitură, folosind un aparat de fotografiat, cu convergența obiectivului $C_0 = 20$ m⁻¹. Diametrul diafragmei obiectivului este $D_0 = 3$ mm. Aparatul de fotografiat înregistrează pe film/senzor imagini în condițiile unui stigmatism aproximativ. Diametrul maxim al petei de pe film/senzor pentru care ochiul vede imaginea clară este $D = 0,1$ mm. Obiectivul aparatului de fotografiat este reglat pentru a focaliza exact pe suprafața filmului/ senzorului, o bobită de mac B aflată la distanța $L = 0,5$ m față de obiectiv. Se utilizează aproximația gaussiană și se consideră că obiectivul aparatului de fotografiat se comportă ca o lentilă subțire.

b. Să se determine distanța maximă dintre două bobite de mac B_1 și B_2 aflate pe axa optică principală, de o parte și de alta față de bobita B, astfel încât acestea să se poată vedea clar în fotografie.

Ana dorește să fotografieze o fâșie subțire dreptunghiulară de prăjitură de lungime $\ell = 0,10$ m, realizând două fotografii. Prima fotografie este realizată când fâșia de prăjitură se află la distanța de 1 m față de obiectiv, perpendicular pe axa optică principală, iar cea de a doua fotografie când fâșia de prăjitură se află într-o nouă poziție față de obiectiv, pe aceeași direcție. Ea observă că lungimea imaginii fâșiei de prăjitură din a doua fotografie este de două ori mai mică decât cea din prima fotografie.

c. Să se determine expresia poziției față de obiectiv, la care se află fâșia de prăjitură când Ana realizează a doua fotografie și să se precizeze valoarea acesteia.

-
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 notează de la 10 la 0 (fără punct din oficiu). Punctajul final este suma acestora.

Subiectul nr. 2 (10 puncte)

Naftalina și apa

Doi cilindri circulari drepecți, de arie a suprafeței bazei S și volum V fiecare, sunt conectați printr-un piston dublu. Pistonul poate culisa fără frecare și are masa neglijabilă. Întregul sistem poate fi considerat de capacitate calorică neglijabilă. Cilindrii sunt fixați pe suprafața orizontală. Folosind dispozitive electrice, de dimensiuni neglijabile, care nu sunt vizibile în figura 1, tot sistemul este menținut la temperatură constantă T , aceeași cu a mediului exterior.

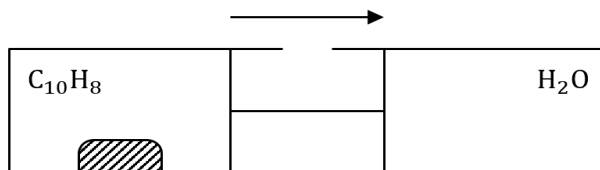


Figura 1

În primul cilindru, aflat în stânga, se găsește, **în total**, o masă m_1 de naftalină ($C_{10}H_8$), cu masa molară μ_1 . O parte din masa de naftalină este în stare solidă și cealaltă parte este sub formă de vapori, aflați la presiunea de saturație p_{s1} , corespunzătoare temperaturii T . În cel de-al doilea cilindru, aflat în dreapta, se găsesc vapori de apă, la o presiune inferioară presiunii de saturație p_{s2} .

Inițial pistonul se află în echilibru mecanic. Considerați că volumul ocupat de naftalina solidă este neglijabil în raport cu volumul cilindrului. De asemenea, presupuneți că fazele necomprimibile au volum neglijabil și că vaporii substanțelor din cei doi cilindri respectă legile gazului ideal.

a. Determinați cantitatea de vapori apă, v_2 , care se găsește în cel de-al doilea cilindru.

b. Determinați fracțiunea f din masa naftalinei care se găsește sub formă solidă.

La momentul $t_0 = 0$, începe deplasarea pistonului cu viteza $\vec{v}$ constantă, spre dreapta, sub acțiunea unei forțe $\vec{F}$ variabilă în timp. Se cunoaște relația de inegalitate:

$$\frac{m_1 RT}{2\mu_1 V} \leq p_{s1} \leq \frac{m_1 RT}{\mu_1 V}$$

c. Deduceți expresiile pentru dependențele de timp ale presiunilor $p_1(t)$ și $p_2(t)$, din cei doi cilindri.

d. Determinați expresia dependenței de timp a modulului forței $\vec{F}$, cu care este împins pistonul. Analizați toate situațiile posibile.

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 notează de la 10 la 0 (fără punct din oficiu). Punctajul final este suma acestora.



Subiectul nr. 3 (10 puncte)

Proiecte

A. (3 puncte) Pentru concursul de proiecte „Eficiența energetică a casei de vacanță”, Ionuț a analizat câteva problemele legate de izolația termică a pereților unei construcții. Pentru a putea realiza acest proiect, el a început prin a studia „curgerea” unidimensională a căldurii între două fețe plane și paralele ale unui strat de material, curgere presupusă a se produce pe direcție normală la cele două fețe.

Este știut că fluxul termic printr-o suprafață reprezintă mărimea fizică exprimată prin cantitatea de căldură care traversează acea suprafață în unitatea de timp.

Expresia fluxul termic de conducție, printr-o suprafață perpendiculară pe direcția curgerii căldurii printr-un strat de material, având aria suprafeței A este

$$\Phi_{\text{cond}} = \kappa \cdot A \cdot \frac{T_M - T_m}{\ell} \quad (1)$$

În expresia din relația (1), T_M și T_m ($T_M > T_m$) sunt temperaturile celor două fețe plane și paralele ale stratului de material, ℓ este distanța dintre cele două fețe, iar κ reprezintă conductivitate termică a materialului din stratul analizat. Se consideră că în interiorul stratului de material, temperatura scade liniar de la o față până la cealaltă.

Pe baza analogiei dintre fenomenul conducției termice și cel al trecerii unui curent electric printr-un rezistor se poate introduce mărimea

$$\mathfrak{R}_{\text{cond}} = \frac{1}{\kappa} \cdot \frac{\ell}{A} \quad (2)$$

numită rezistență termică pentru conducție și se poate scrie expresia din relația (1) sub o formă similară legii lui Ohm pentru o porțiune de circuit fără generator

$$T_M - T_m = \mathfrak{R}_{\text{cond}} \cdot \Phi_{\text{cond}} \quad (3)$$

De asemenea, trebuie specificat că datorită fenomenului de convecție ce apare în stratul de aer, aflat în contact termic cu peretele, temperatura T_s a peretelui nu este aceeași cu temperatura T_f a aerului. Fluxul termic de la corpul cald către corpul rece, la interfața solid-fluid este proporțional cu diferența de temperatură dintre solid și fluid și are expresia

$$\Phi_{\text{conv}} = h \cdot A \cdot |T_s - T_f| \quad (4)$$

unde h este o mărime caracteristică fluidului numită coeficient de convecție, iar A este aria suprafeței perpendiculare pe direcția curgerii căldurii. În acest caz, se poate defini o rezistență termică de convecție, la interfața solid-fluid

$$\mathfrak{R}_{\text{conv}} = \frac{1}{h \cdot A} \quad (5)$$

și se poate scrie expresia din relația (4) sub o formă similară legii lui Ohm pentru o porțiune de circuit fără generator.

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 notează de la 10 la 0 (fără punct din oficiu). Punctajul final este suma acestora.



MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII
Olimpiada Națională de Fizică
Slobozia 10-15 aprilie 2025
Proba teoretică
Clasa a X-a



Pagina 4 din 6

Ionuț a utilizat aceste cunoștințe în proiectul său și a propus o modelare simplă, în care fiecare perete exterior al casei este construit din mai multe straturi succesive, cu fețele plane și paralele. Un astfel de perete are pe partea dinspre interiorul casei un strat de tencuială, aplicată pe statul de cărămidă. De cealaltă parte a stratului de cărămidă se află un strat izolator de polistiren, pe care este aplicat un nou strat de tencuială. Pentru simplitate, coeficientul de convecție al aerului, aflat în contact cu fața exterioară, respectiv cu cea interioară a unui astfel de perete cu mai multe straturi poate fi considerat ca având aceeași valoare. Ionuț a presupus că temperatura aerului din casă are aceeași valoare în oricare punct din interiorul acesteia, că temperatura aerului din exteriorul casei rămâne constantă și că cele două straturi de tencuială au fiecare aceeași grosime. Pentru elaborarea proiectului său, Ionuț a folosit simbolurile și valorile mărimilor indicate în tabelul nr. 1.

Tabelul nr. 1

Grosimea fiecăruia dintre cele două straturi de tencuială	$\ell_1 = 3,00 \text{ cm}$
Conductivitatea termică pentru tencuială	$\kappa_1 = 0,70 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
Grosimea peretelui de cărămidă	$\ell_2 = 25,0 \text{ cm}$
Conductivitatea termică pentru cărămidă	$\kappa_2 = 1,60 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
Grosimea stratului de polistiren	$\ell_3 = 15,0 \text{ cm}$
Conductivitatea termică a polistirenului	$\kappa_3 = 0,04 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
Temperatura aerului din interiorul casei	$t_{\text{int}} = 20,0^\circ \text{C}$
Temperatura aerului din exteriorul casei	$t_{\text{ext}} = -10,0^\circ \text{C}$
Coeficientul de convecție al aerului	$h = 6,00 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

Pentru ca să evaluezi proiectul lui Ionuț, folosește simbolurile și valorile mărimilor din tabelul nr. 1 și răspunde la următoarele cerințe:

a. Dedu expresia rezistenței termice totale dintre interiorul și exteriorul casei, corespunzătoare unei suprafețe cu aria A din peretele casei, dacă această suprafață este perpendiculară pe direcția curgerii căldurii. Calculează valoarea rezistenței termice totale, dacă aria suprafeței este $A = 1,00 \text{ m}^2$.

b. În condiția menționată la punctul 1.a., scrie expresia fluxului termic Φ care curge de la aerul din cameră prin perete către aerul din exteriorul casei. Calculează valoarea acestui flux termic.

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 notează de la 10 la 0 (fără punct din oficiu). Punctajul final este suma acestora.



MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII
Olimpiada Națională de Fizică
Slobozia 10-15 aprilie 2025
Proba teoretică
Clasa a X-a



Pagina 5 din 6

c. Dedu expresiile temperaturilor t_1 și t_2 ale feței interioare, respectiv exterioare a pere-telui casei, în condițiile specificate. Calculează valorile acestor temperaturi.

B. (3 puncte) Proiectul realizat de Andrei pentru același concurs, are în vedere utilizarea pentru o casă de vacanță a energiei electrice și termice, obținută prin conversia energiei provenite de la Soare. În acest proiect el propune montarea unor panouri solare electrice și a unor panouri solare termice pe acoperișul casei de vacanță și are în vedere estimarea ariei totale strict necesare a acestor panouri, pentru a asigura funcționarea optimă, din punct de vedere energetic, a acestei case.

În locația unde este construită casa de vacanță, Andrei a estimat că energia primită de la Soare, în unitatea de timp, pe unitatea de arie normală a panourilor solare electrice sau termice este $\kappa = 1200 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

Un panou solar electric este un ansamblu de celule solare, ce transformă energia solară în energie electrică. Pentru proiectul său, Andrei a ales un tip de celulă solară, care are suprafața expusă la Soare de forma unui pătrat cu latura $\ell_0 = 2 \text{ cm}$. Acest tip de celulă solară este un dispozitiv echivalent cu o baterie având tensiunea electromotoare $E_0 = 0,48 \text{ V}$ și rezistența internă neglijabilă și are randamentul $\eta_{el} = 24\%$.

Un panou solar termic transformă energia solară în energie termică și are randamentul $\eta_{termic} = 48\%$.

Conform proiectul lui Andrei, consumatorii electrici din casă sunt conectați în paralel și funcționează la o tensiune nominală $U = 24 \text{ V}$. Casa de vacanță necesită o putere electrică $P_{el} = 1152 \text{ W}$, în fiecare dintre cele $t = 12$ ore ale zilei și, respectiv, o putere electrică $P_{el} = 1152 \text{ W}$, în fiecare dintre cele $t = 12$ ore ale nopții. Energia electrică poate fi stocată ziua, cu pierderi neglijabile, pentru consumul de noapte, dar energia termică nu se poate stoca. De aceea, pentru încălzirea pe timp de noapte, energia electrică este convertită, fără pierderi, în energie termică. Pentru casa de vacanță, puterea necesară încălzirii în fiecare dintre cele $t = 12$ ore ale zilei este $P_{termic} = 1152 \text{ W}$, iar puterea necesară încălzirii în fiecare dintre cele $t = 12$ ore ale nopții este $P_{termic} = P_{el} = 1152 \text{ W}$.

Pentru a putea să evaluezi proiectul lui Andrei, folosește simbolurile și valorile mărimilor indicate mai sus și răspunde la următoarele cerințe:

d. Determină modul în care ar trebui conectate din punct de vedere electric celulele pa-nourilor solare, pentru a asigura furnizarea energiei electrice pentru casa de vacanță. Dedu valoarea numărului N de celule solare necesare, conform specificațiilor din proiec-tul lui Andrei.

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 notează de la 10 la 0 (fără punct din oficiu). Punctajul final este suma acestora.

e. Având în vedere că energia termică este furnizată noaptea din încălzirea electrică, determină valoarea ariei totale a suprafeței panourilor solare electrice și termice, strict necesare pentru a fi folosite, conform proiectului lui Andrei.

C. (4 puncte) Pentru realizarea unui proiect la fizică, Claudia analizează comportarea unui circuit electric tridimensional în formă de prismă triunghiulară dreaptă atunci când este alimentat în diferite puncte. Toate laturile prisme sunt realizate din conductoare rectilinii care au aceeași rezistență electrică $R = 150\Omega$.

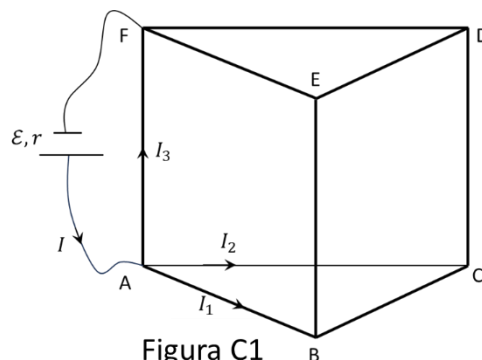


Figura C1

Pentru început, sursa de tensiune electromotoare este conectată între bornele A și F, ca în **figura C1**. Dacă se schimbă polaritatea sursei, mărimile intensităților curenților din figură nu se schimbă. Claudia presupune cunoscută valoarea intensității curentului prin sursă $I = 0,5A$ și aplică legile lui Kirchhoff pentru a determina valoarea intensității I_3 a curentului prin latura AF și a curentului prin latura BC.

f. Refaceți raționamentele Claudiei și determinați valorile intensităților curenților I_3 și $I_5 = I_{BC}$.

Claudia conectează apoi sursa între bornele A și D ale circuitului.

g. Care este valoarea rezistenței interne a sursei dacă aceasta debitează pe circuit puterea maximă?

Claudia unește nodurile **A** și **E**, **B** și **D**, **F** și **C** cu conductori rectilinii care au aceeași rezistență electrică cu a laturilor prisme ca în **figura C2**. Claudia conectează, mai întâi, sursa de tensiune între bornele **A** și **F** ale circuitului și determină valoarea rezistenței echivalente R_{AF} . Apoi, conectează sursa între nodurile **A** și **D** și determină valoarea rezistenței echivalente R_{AD} .

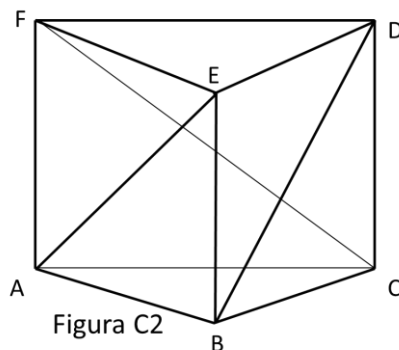


Figura C2

h. Determinați valoarea raportului $\frac{R_{AF}}{R_{AD}}$.

Subiecte propuse de:

Aurelia - Daniela **Florian**, Colegiul Național „Carol I”, Craiova

Ovidiu **Tripșa**, Colegiul Național „Dr. Ioan Meșotă”, Brașov

Delia **Davidescu**, Liceul Teoretic Internațional de Informatică, București

Constantin **Gavrilă**, Colegiul Național „Sfântul Sava”, București

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 notează de la 10 la 0 (fără punct din oficiu). Punctajul final este suma acestora.