

**Olimpiada de Fizică**  
**Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București**  
**2 martie 2024**

**Subiectul I****(10 puncte)***Fenomene termice*

- a. 1) Într-o incintă care nu permite schimbul de căldură cu mediul exterior, se introduc  $n$  corpuri cu masele  $m_1, m_2, \dots, m_n$ , căldurile specifice  $c_1, c_2, \dots, c_n$  și temperaturile  $t_1, t_2, \dots, t_n$ . Stabiliți expresia temperaturii corpurilor din incintă, după atingerea echilibrului termic, în condițiile în care corpurile nu au suferit transformări de stare de agregare.
- 2) Se realizează un experiment în care se utilizează un calorimetru cu capacitatea calorică  $C$  necunoscută, un corp cu masa  $m = 4,38$  kg, dintr-un material cu căldura specifică necunoscută  $c$ , și o masă de apă  $m_a = 200$  g. Dacă inițial calorimetrul și corpul au aceeași temperatură, egală cu temperatura camerei,  $t$ , iar apa introdusă în calorimetru are o temperatură de 3 ori mai mare decât temperatura camerei (ambele temperaturi fiind exprimate în  $^{\circ}\text{C}$ ), echilibrul termic se realizează la o anumită temperatură  $t_f$ . Dacă inițial calorimetrul și apa se află la temperatura camerei,  $t$ , iar corpul introdus în calorimetru are o temperatură de 2 ori mai mare decât temperatura camerei, se constată că echilibrul termic se realizează la aceeași valoare a temperaturii,  $t_f$ . Determinați căldura specifică a substanței din care este confecționat corpul și identificați substanța, utilizând datele din tabelul de mai jos. (Pentru exprimarea temperaturii sistemului la echilibru termic, puteți utiliza relația stabilită la punctul 1).

Substanța	plumb	argint	cupru	alamă	zinc	fier	oțel	aluminiu
$c \left( \frac{\text{J}}{\text{kg} \times \text{K}} \right)$	125	250,8	381,6	384,6	399,2	459,8	502,2	919,6

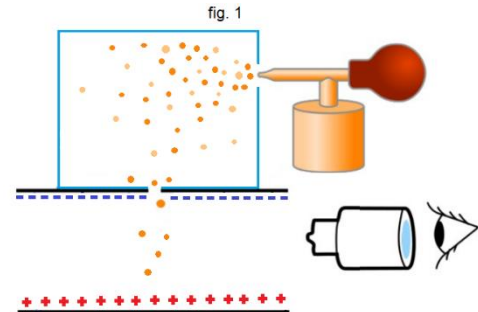
- b. Într-un calorimetru având capacitatea calorică neglijabilă se introduc  $m_1 = 1$  kg gheață cu temperatura  $t_1 = -20$   $^{\circ}\text{C}$  și  $m_2 = 100$  g vapori de apă cu temperatura  $t_2 = 100$   $^{\circ}\text{C}$ . Determinați:
- 1) temperatura în calorimetru în momentul atingerii echilibrului termic;
  - 2) masa de combustibil lichid ușor cu puterea calorică  $q = 40 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$  pe care o utilizează un încălzitor cu randamentul  $\eta = 75\%$ , pentru ca temperatura sistemului să devină  $\theta = 80$   $^{\circ}\text{C}$ .

Se consideră cunoscute: căldura specifică a apei,  $c_a = 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \times \text{K}}$ , căldura latentă specifică de topire a gheții,  $\lambda_g = 335 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$ , căldura specifică a gheții,  $c_g = 2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg} \times \text{K}}$ , căldura latentă specifică de vaporizare a apei,  $\lambda_v = 2,257 \cdot 10^3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ .

1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III 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.

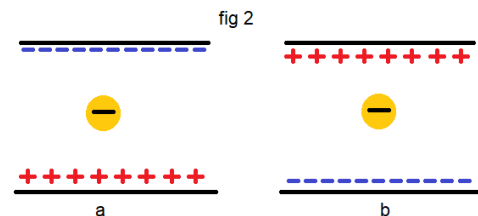
**Subiectul II**
**(10 puncte)**
**Experimentul lui Millikan**

La începutul secolului XX, oamenii de știință descoperiseră existența electronului. În 1909, doi fizicieni, Robert Millikan și Harvey Fletcher au realizat un experiment pentru a determina sarcina electrică a electronului. Ei au folosit două plăci metalice plane, orizontale, pe care le-au încărcat cu sarcini electrice opuse și au lăsat să pătrundă între aceste plăci picături fine de ulei electrizate (fig. 1). Cu ajutorul unui sistem de lentile au urmărit mișcarea picăturilor și au măsurat distanța parcursă de o picătură în mișcare uniformă și intervalul de timp în care această distanță a fost parcursă. Se cunosc următoarele informații:



- Asupra picăturii acționează: greutatea, forța arhimedică în aer, forța electrică și forța de rezistență la înaintare în aer;
- Între plăcile metalice, forța electrică ce acționează asupra picăturii este constantă în timpul mișcării și egală cu  $F_E = q \cdot E$ , unde  $q$  este sarcina electrică a picăturii de ulei și  $E$  este intensitatea câmpului electric dintre plăcile metalice, iar modulul forței electrice este mai mare decât cel al greutății picăturii;
- Forța de rezistență la înaintare în aer pentru picături sferice cu raze de ordinul micrometrilor, depinde de viteza particulei conform relației:  $F_R = k \cdot v \cdot r$  unde  $v$  este viteza picăturii,  $r$  este raza picăturii, iar  $k$  este o constantă specifică aerului și formei sferice a picăturii;
- Volumul unei picături sferice se calculează cu ajutorul relației  $V = \frac{4\pi r^3}{3}$  unde  $r$  este raza picăturii, iar  $\pi \cong 3,14$ .

- a. Realizați două desene în care să figurați toate forțele care acționează asupra unei picături încărcate cu sarcină electrică negativă, aflată în spațiul dintre plăcile electrizate, în cazul în care placa superioară este negativă (fig 2.a) respectiv în cazul în care placa superioară este pozitivă (fig 2.b).



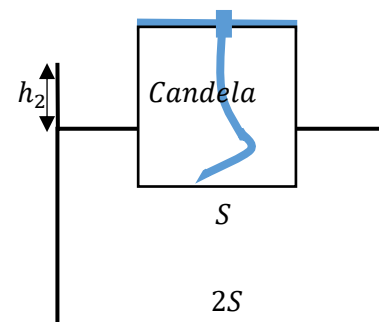
- b. O picătură de ulei, încărcată cu sarcină electrică negativă, pătrunde printr-un orificiu practicat în placa metalică superioară. Se produce încărcarea plăcilor astfel că placa superioară este negativă iar cea inferioară pozitivă. Explicați de ce, în scurt timp după încărcarea plăcilor, mișcarea picăturii devine uniformă.
- c. Picătura descrisă la punctul b. coboară cu viteza constantă  $v_c$ . Când picătura ajunge în apropierea plăcii inferioare, se inversează sarcinile electrice ale plăcilor metalice astfel că placa inferioară devine negativă iar cea superioară pozitivă, păstrând aceeași valoare  $E$  a intensității câmpului electric. În scurt timp picătura începe să urce uniform cu viteza  $v_u$ . Exprimați cele două viteze,  $v_c$  și  $v_u$  în funcție de  $r$ ,  $k$ ,  $q$ ,  $E$ , accelerația gravitațională a Pământului  $g$ , densitatea uleiului  $\rho_u$  și densitatea aerului  $\rho_a$ .
- d. Determinați raza și sarcina electrică pentru o picătură de ulei care, în condițiile descrise la punctul c, coboară uniform 2,67 mm în 5,8 s și urcă uniform 1,78 mm în 7,1 s.

Se cunosc:  $k = 34,3 \cdot 10^{-5} \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}}$ ,  $E = 1,2 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ ,  $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ,  $\rho_u = 1,03 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ,  
 $\rho_a = 1,293 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .

1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III 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.

**Subiectul III****(10 puncte)****Lumânare plutitoare**

O lumânare de tip candelă este confecționată dintr-un cilindru din material plastic de grosime neglijabilă, cu secțiunea  $S = 10 \text{ cm}^2$  și înălțimea  $h = 10 \text{ cm}$ , conținând un fitil de masă neglijabilă. În candelă se arde ulei cu puterea calorică  $q = 50 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$ . Candelă cu fitil, fără ulei, este introdusă într-un pahar cu secțiunea de două ori mai mare decât cea a candelă și înălțime suficient de mare, în care se găsește un lichid cu densitatea  $\rho = 1,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  până la un nivel aflat la distanța  $h_1 = 4 \text{ cm}$  sub marginea superioară a paharului. În urma introducerii lumânării, nivelul lichidului ajunge la  $h_2 = 2 \text{ cm}$ .



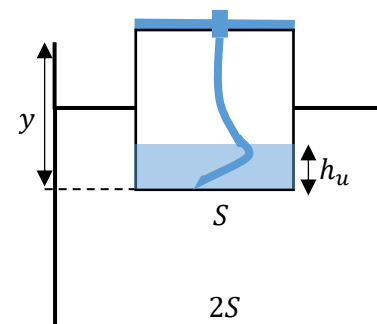
a. Calculați masa candelă.

b. În candelă începe să se toarne ulei, cu densitatea  $\rho_u = 0,75 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ .

În același timp, în pahar se toarnă lichid identic cu cel aflat deja acolo, astfel încât candelă să nu își modifice poziția față de pahar. Calculați raportul dintre viteza cu care urcă uleiul în candelă și viteza cu care urcă lichidul în pahar.

c. După încetarea turnării lichidelor, candelă este aprinsă. Prin ardere, uleiul se consumă cu un debit constant. În urma încălzirii, o parte din lichid se evaporă, absorbind o parte din căldura degajată prin arderea uleiului. Un procent  $p$  din căldura degajată prin arderea uleiului este folosit **doar** pentru transformarea lichidului în vapori prin evaporare, restul căldurii preluate încălzind lichidul, candelă și paharul. Considerând căldura latentă specifică de vaporizare a lichidului  $\lambda = 1000 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ , cât ar trebui să fie procentul  $p$  pentru ca poziția candelă să nu se modifice în timp?

d. Fie  $y$  poziția fundului candelă în raport cu marginea superioară a paharului. Reprezentați grafic dependența poziției  $y$  de înălțimea coloanei de ulei din candelă,  $h_u$ , în situația în care **nu se adaugă lichid în pahar**, din momentul în care începe să se toarne ulei în candelă, până când aceasta se umple.



*Notă: Se neglijează dilatarea lichidelor și a vaselor, iar vaporii formați se presupune că părăsesc instantaneu lichidul. Uleiul se toarnă încet, candelă putând fi considerată mereu în echilibru.*

*Subiectele au fost propuse de*

*Prof. dr. Ana-Cezarina MOROȘANU, Colegiul Național „Petru Rareș”, Piatra-Neamț*

*Prof. Gabriela ALEXANDRU, Colegiul Național „Grigore Moisil”, București*

*Prof. Emil NECUȚĂ, Colegiul Național „Alexandru Odobescu”, Pitești*

*Prof. Petrică PLITAN, Colegiul Național „Gheorghe Șincai”, Baia Mare*

1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III 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.