

Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București
14 martie 2026

pagina 1 din 4

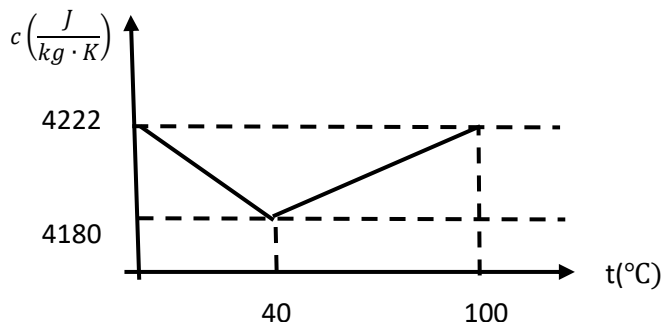
Subiectul I

Pentru a efectua mai multe experimente avem la dispoziție un calorimetru cu capacitatea calorică $C = 100 \text{ J/K}$, un vas în care se află un amestec format din $m_1 = 0,1 \text{ kg}$ apă și $m_2 = 0,2 \text{ kg}$ metanol la temperatura $t_1 = 40^\circ\text{C}$, un cub de gheață cu masa $m_3 = 1 \text{ kg}$ la temperatura $t_2 = -50^\circ\text{C}$ și un al doilea cub de gheață ce conține în interior o porțiune de mercur având temperatura $t_2 = -50^\circ\text{C}$. Masa gheții din al doilea cub este $m_3 = 1 \text{ kg}$, iar masa mercurului este $m_4 = 0,2 \text{ kg}$. Mai avem la dispoziție un vas cu $m_1 = 0,1 \text{ kg}$ apă la temperatura $t_3 = 0^\circ\text{C}$, și o lampă cu petrol care poate încălzi vasul calorimetrului cu un randament de $\eta = 30\%$. Debitul arderii petrolului este de $D = 0,05 \text{ g/s}$.

A. În primul experiment, introducem în calorimetrul gol, răcit la temperatura $t_2 = -50^\circ\text{C}$, cubul de gheață cu mercur la temperatura inițială de $t_2 = -50^\circ\text{C}$. Vasul calorimetrului se încălzește cu lampa de petrol. Determinați timpul după care substanța din calorimetru ajunge la temperatura $t_1 = 40^\circ\text{C}$.

B. În al doilea experiment, în calorimetrul, aflat inițial la temperatura $t_1 = 40^\circ\text{C}$, se introduce amestecul de apă cu metanol din vas și cubul de gheață (fără mercur) la temperaturile precizate în enunț. Determinați temperatura de echilibru care se stabilește în calorimetru.

C. În ultimul experiment, în calorimetrul gol, adus înainte la temperatura $t_3 = 0^\circ\text{C}$ introducem o masă $m_1 = 0,1 \text{ kg}$ apă cu temperatura $t_3 = 0^\circ\text{C}$. Căldura specifică a apei se modifică cu temperatura, cu o bună aproximație, conform graficului alăturat. Lampa de petrol încălzește vasul timp de $\Delta t = 80 \text{ s}$ cu randamentul de $\eta = 30\%$. Determinați debitul arderii petrolului, dacă temperatura vasului și a apei din vas devine $\theta = 88^\circ\text{C}$.



Se cunosc: căldura specifică a apei $c_1 = 4185 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ (subpunctele A și B), căldura specifică a metanolului $c_2 = 2710 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$, căldura specifică a mercurului solid $c_3 = 138 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$, căldura specifică a mercurului lichid $c_4 = 140 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$, căldura specifică a gheții $c_5 = 2090 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$, căldura latentă specifică de topire a gheții $\lambda_1 = 334000 \text{ J/kg}$, căldura latentă specifică de topire a mercurului $\lambda_2 = 11300 \text{ J/kg}$, puterea calorică a petrolului $q = 44 \text{ MJ/kg}$, temperatura de topire al mercurului $t_4 = -39^\circ\text{C}$, temperatura de topire a metanolului $t_5 = -98^\circ\text{C}$, temperatura de topire a gheții $t_3 = 0^\circ\text{C}$.

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 0 la 30. Punctajul final reprezintă suma acestora, punctajul maxim fiind de 100 puncte, din care 10 puncte se acordă din oficiu.



Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București
14 martie 2026

pagina 2 din 4

Subiectul II

Alin și Diana studiază interacțiunea dintre două cuburi omogene din materiale diferite și diverse lichide pe care le au la dispoziție în laborator. Diana utilizează un vas paralelipipedic înalt, cu baza sub formă de pătrat cu latura $L = 3l = 27 \text{ cm}$, un cub alb dintr-un material ceramic cu densitatea $\rho_1 = 3 \text{ g/cm}^3$ cu muchia de lungime $l = 9 \text{ cm}$ și un cub negru cu densitatea ρ_2 și cu muchia de lungime l_2 .

Diana toarnă în vas un lichid cu densitatea $\rho_0 = 4,25 \text{ g/cm}^3$ până la înălțimea $H = 3l = 27 \text{ cm}$. Apoi introduce în lichidul din vas cubul alb și constată că atunci când cubul și lichidul sunt în echilibru, nivelul lichidului este la înălțimea $H + \Delta H$.

- A.** Calculează volumul de lichid dezlocuit de cub.
B. Determină ΔH .

Diana îl provoacă pe Alin să determine lungimea muchiei cubului negru și densitatea acestuia fără a vedea cubul, folosind doar datele experimentale culese de Diana. Ea îi povestește că a folosit același vas, a turnat de fiecare dată lichid până la înălțimea H , a introdus ambele cuburi în lichid și a măsurat distanța dintre nivelurile la care se aflau suprafețele orizontale superioare ale celor două cuburi după ce acestea au rămas în repaus. Ea a realizat experimentul de mai multe ori pentru lichide cu densități diferite și a notat rezultatele în tabelul alăturat.

- C.** Determină lungimea muchiei cubului negru.
D. Determină densitatea materialului din care este confecționat cubul negru și eroarea de determinare folosind datele din tabel.

Alin discută cu Diana situația ipotetică în care lichidul din vas ar avea o densitate care variază cu adâncimea după legea:

$$\rho(h) = \rho_0 + k \cdot y$$

unde $\rho_0 = 0,6 \text{ g/cm}^3$; $k = 0,05 \text{ g/cm}^4$; $y = \text{adâncimea}$

- E.** Determină distanța dintre nivelurile la care s-ar stabili suprafețele orizontale superioare ale celor două cuburi în acest lichid în condițiile unei coloane de lichid foarte înaltă ($H_1 > 60 \text{ cm}$).

Densitatea lichidului $\rho_0(\text{g/cm}^3)$	Distanța dintre suprafețe $d(\text{cm})$
0,62	0,0
0,70	0,0
0,79	0,0
0,91	20,5
1,00	21,2
1,25	22,6
1,48	23,5
2,23	25,0
2,89	25,6
3,32	5,8
4,25	4,5
6,44	3,0
13,54	1,4

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 0 la 30. Punctajul final reprezintă suma acestora, punctajul maxim fiind de 100 puncte, din care 10 puncte se acordă din oficiu.

Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București
14 martie 2026

pagina 3 din 4

Subiectul III

Acceleratoarele de particule sunt instrumente fundamentale în fizica modernă, utilizate pentru a aduce particulele electrizate la viteze apropiate de viteza luminii, prin câmpuri electrice și magnetice. Acestea sunt importante pentru studierea structurii materiei, descoperirea de noi particule subatomice, sinteza de elemente chimice, simularea condițiilor de după Big Bang și aplicații practice în medicină (radioterapie) și industrie. În cadrul Centrului de excelență, elevii analizează comportarea particulelor electrizate (electroni și protoni) în diferite câmpuri electrice.

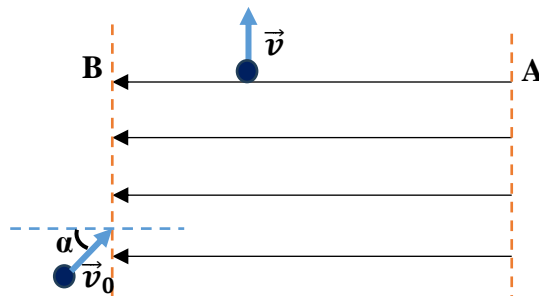
Se cunosc: sarcina elementară $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, masa molară a plumbului $\mu_{Pb} = 208 \text{ g/mol}$, masa molară a protonului $\mu_p = 1 \text{ g/mol}$, constanta electrostatică în vid $k \approx 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$. Electron-Voltul (eV) este o unitate de măsură pentru energia particulelor elementare: $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ și reprezintă energia unui electron accelerat la o tensiune de un volt.

A. La acceleratorul de particule de la CERN, Large Hadron Collider (LHC), unul dintre experimente utilizează plumb ($^{208}_{82}\text{Pb}$) sub formă de ioni (Pb^{2+}).

Elevii au modelat coliziunea dintre un ion de plumb și un proton, considerând că ionul este fix, iar protonul (1_1p) este lansat de la o distanță mare către ion cu o energie cinetică mică $E_c = 2 \text{ eV}$. Calculează distanța minimă la care se poate apropia protonul de ion.



B. Într-o zonă din spațiu este produs un câmp electric uniform cu liniile de câmp paralele, așa cum se vede în figura alăturată. Tensiunea electrică între punctele A și B este $U_{AB} = 1000 \text{ V}$. Către zona cu câmp electric este trimis un fascicul de protoni sub unghiul de incidență $\alpha = 60^\circ$. Determină energia cinetică minimă pe care trebuie să o aibă protonii incidenti, astfel încât fasciculul de protoni să poată traversa zona cu câmp electric (vezi imaginea alăturată) și să iasă pe direcție normală la liniile de câmp electric. Exprimă rezultatul în eV.



C. Pentru a descrie proprietățile câmpului electric se definește mărimea fizică vectorială numită intensitatea câmpului electric (\vec{E}), ce reprezintă forța electrostatică cu care acționează câmpul electric asupra unității de sarcină electrică: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$. Pentru o accelerare rapidă, un fascicul de electroni este trimis într-un câmp electric cu liniile de câmp paralele și cu intensitatea câmpului electric ce variază în funcție de poziția electronilor conform relației: $E = E_0 + a \cdot x$, unde $E_0 = 2 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ și $a = 10^5 \frac{\text{kg}}{\text{A} \cdot \text{s}^3}$. E_0 reprezintă intensitatea câmpului electric la intrarea electronilor în câmpul electric ($x_0 = 0$). Fasciculul de electroni lenți ($E_{c0} = 10 \text{ eV}$) este orientat pe direcția liniilor de câmp electric. Determinați de câte ori crește energia cinetică a electronilor după ce aceștia parcurg o zonă a câmpului electric de lungime $l = 50 \text{ cm}$.

D. Pentru a măsura energia cinetică a electronilor dintr-un fascicul paralel monoenergetic, elevii au proiectat un dispozitiv format dintr-o bilă electrizată cu sarcina electrică $q = 600 \text{ mC}$ și masă $m = 1 \text{ g}$; suspendată de un resort ușor alungit cu $\Delta l = 2 \text{ cm}$. Sub resort este fixat un cub metallic de latură $a = 1,5 \text{ cm}$.

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 0 la 30. Punctajul final reprezintă suma acestora, punctajul maxim fiind de 100 puncte, din care 10 puncte se acordă din oficiu.



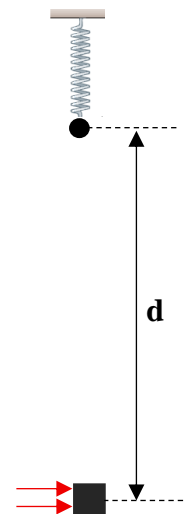
Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București
14 martie 2026

pagina 4 din 4

Distanța dintre cub și bilă este $d = 1$ m, iar bila și cubul sunt considerate punctiforme în raport cu distanța dintre ele. Perpendicular pe o față a cubului este trimis fasciculul de electroni sub forma unui puls care durează $\Delta t = 3$ ms. Fasciculul este paralel, omogen și cade pe întreaga față a cubului. Electronii sunt absorbiți de cub. În urma acestui proces, noua poziție de echilibru a bilei este mai aproape de cub cu $y = 4$ cm. Fasciculul de electroni transferă într-o secundă un flux de energie $\varepsilon = \frac{1\text{GeV}}{\text{s}\cdot\text{m}^2}$, printr-o suprafață transversală de arie egală cu unitatea. Calculează energia cinetică a unui electron din fascicul, exprimată în eV. Accelerația gravitațională poate fi considerată $g \approx 10 \text{ m/s}^2$.

Indicație. Dacă forța variază în funcție de poziția punctului material conform relației:

- $F = \frac{a}{x^2}$, unde a este constantă, forța medie este $F_m = \sqrt{F_1 \cdot F_2}$;
- $F = a \cdot x + b$, unde a și b sunt constante, forța medie este $F_m = \frac{F_1 + F_2}{2}$.



Subiectele au fost propuse de
prof. Corina DOBRESCU, Colegiul Național de Informatică „Tudor Vianu”, București
prof. Gabriela ALEXANDRU, Colegiul Național „Grigore Moisil”, București
prof. FALUVÉGI Ervin Zoltán, Colegiul Național „Silvania”, Zalău
prof. Dorin BUNĂU, Colegiul Național „Gh. Lazăr”, Sibiu

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 0 la 30. Punctajul final reprezintă suma acestora, punctajul maxim fiind de 100 puncte, din care 10 puncte se acordă din oficiu.