



OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ

Bacău 2022

Proba teoretică

VIII

Pagina 1 din 2

Subiectul 1 – Încălzitoare și cuptoare**(10 puncte)**

O masă $m_0 = 300$ g de apă ($c_{apă} = 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$) este încălzită de la temperatura θ_i până la o temperatură θ .

a) Încălzirea se poate realiza cu un încălzitor electric care are două rezistoare. Utilizând doar primul rezistor, apa poate fi încălzită în timpul $t_1 = 10$ min. Aceeași cantitate de apă poate fi încălzită, între aceleași temperaturi, utilizând doar al doilea rezistor, în timpul $t_2 = 30$ min.

a1) Se folosesc ambele rezistoare, legate în paralel. Calculează timpul necesar pentru încălzirea aceleiași cantități de apă, între aceleași temperaturi.

a2) Calculează temperatura θ la care poate fi încălzită masa m_0 de apă, aflată inițial la $\theta_i = 20^\circ\text{C}$, dacă se folosește rezistorul $R_1 = 10 \Omega$, un timp $t'_1 = 45$ min, încălzitorul fiind conectat la tensiunea $U = 12$ V.

b) Masa m_0 de apă, adusă la temperatura θ , se află într-un calorimetru cu capacitatea calorică $C = 210 \frac{\text{J}}{\text{K}}$. În calorimetru se toarnă gheață cu următoarele caracteristici: $m_g = 200$ g, $c_g = 2090 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$, $\lambda_g = 3,35 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$ și $T_g = 268$ K. Calculează temperatura finală θ' din calorimetru.

c) Separat se dorește topirea unui obiect confecționat din fier care are următoarele caracteristici: $m_{Fe} = 1$ kg, $c_{Fe} = 470 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$, $\theta_{top Fe} = 1530^\circ\text{C}$, $\lambda_{Fe} = 2,7 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$, aflat inițial la temperatura $\theta_{Fe} = 100^\circ\text{C}$. Topirea se realizează într-un cuptor electric, randamentul transferului de căldură fiind $\eta = 70\%$. Cuptorul are o putere $P = fP_{max}$, unde $f = 90\%$, iar P_{max} este puterea maximă transmisă de generatorul la care este conectat cuptorul electric ($E = 24$ V, $r = 2 \Omega$), în circuitul exterior. Calculează timpul necesar topirii.

d) Fierul topit se toarnă în calorimetru de la punctul b), aflat în starea finală, la temperatura θ' . Calculează masa de apă rămasă în calorimetru după atingerea echilibrului termic. Se cunoaște căldura latentă specifică de vaporizare a apei $\lambda_v = 22,6 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$.

Subiectul 2 - Pendule electrostatice**(10 puncte)**

Un grup de elevi studiază proprietățile câmpului electric utilizând pendule electrostatice formate din fire izolatoare ușoare și inextensibile și bobite de lemn care au fiecare masa $m = 200$ mg și densitatea $\rho = 550 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Diametrul bobitelor poate fi neglijat în raport cu lungimea firelor. Se consideră cunoscută valoarea accelerației gravitaționale $g = 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ și constanta electrostatică a aerului $k_0 = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{C}^2}$.

a) Două dintre pendulele electrostatice au fost suspendate în același punct de o tijă orizontală fixată de un suport vertical, iar apoi au fost electrizate cu sarcini electrice egale. În urma electrizării, se observă că sistemul aflat în aer, ajunge la echilibru atunci când firele celor două pendule formează un unghi α . Elevii au introdus apoi sistemul într-un recipient suficient de mare care conține un fluid cu densitatea $\rho_0 = 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. După ce sistemul de pendule ajunge din nou la echilibru, se constată că între firele pendulelor unghiul este α . Determinați permitivitatea electrică relativă a fluidului.

b) Firele a două pendule electrostatice au fost înlocuite cu fire izolatoare elastice și ușoare, de lungime în stare nedeformată $l_0 = 24$ cm, iar bobitele de lemn au rămas nemodificate. Electrizând bobitele cu sarcini electrice egale, firele celor două pendule aflate în echilibru, în aer, au lungimile $l = 28$ cm și sunt perpendiculare unul pe celălalt. Aflați constanta de elasticitate a celor două fire (k) și sarcina electrică a bobitelor (q).

c) Un pendul electrostatic format dintr-un fir de mătase ușor și inextensibil de lungime $l = 20$ cm, și o bobită de lemn cu masa $m = 200$ mg este suspendat de un suport orizontal și este electrizat cu o sarcină electrică $q = 20 \mu\text{C}$. În regiunea în care este plasat pendulul, se observă existența unei interacțiuni electrostatice ce se manifestă prin acțiunea unei forțe \vec{F} , pe direcție verticală, orientată în jos și de valoare constantă $F = 0,29$ mN. Bobița pendulului este deviată până când firul face unghiul $\alpha = 60^\circ$ cu verticala, apoi este lăsată liberă. Știind că forțele electrostatice sunt conservative, calculează viteza maximă pe care o va avea bobita pendulului lăsată liberă.

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe câte 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 cu 10 puncte. Punctajul final reprezintă suma acestora.



OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ

Bacău 2022

Proba teoretică



Pagina 2 din 2

d) Elevii au suspendat în același punct patru pendule electrostatice identice pe care le-au încărcat cu sarcini electrice pozitive, egale. Bobițele de lemn se așază în vârfurile unui pătrat cu latura $a = 30\sqrt{2}$ cm $\approx 42,3$ cm, situat în plan orizontal. Știind că firele pendulelor formează cu verticala unghiuri $\alpha = 45^\circ$, determinați sarcinile electrice ale pendulelor.

Subiectul 3 - Măsurări electrice**(10 puncte)**

a) Caracteristicile constructive (tensiunea electromotoare și rezistența interioară) ale unei baterii electrice sunt necunoscute. La bornele acestei baterii, elevii unei grupe de laborator conectează, pe rând, câte un rezistor. Elevii introduc în circuit un voltmetru cu rezistența electrică foarte mare ($R_V \rightarrow \infty$), pe care îl conectează la bornele sursei. Pentru a măsura intensitatea curentului electric prin circuit, elevii utilizează un ampermetru cu rezistența interioară $R_A \cong 0$. Indicațiile instrumentelor de măsură, pentru diferiți rezistori conectați în circuit, sunt înregistrate în tabelul de mai jos.

$I(A)$	2	4	6	8	10
$U(V)$	20	16	12	8	4

a1) Desenați schema electrică a circuitului descris la punctul a) și deduceți relația matematică care exprimă dependența dintre tensiunea electrică la bornele bateriei și intensitatea curentului electric care o străbate.

a2) Determinați tensiunea electromotoare a bateriei și rezistența interioară a acesteia. Care este numărul minim de perechi de valori (U, I) necesare pentru determinarea caracteristicilor constructive ale bateriei? Justificați răspunsul!

b) Elevii înlocuiesc instrumentele de măsură utilizate la punctul a) cu un ampermetru care are rezistența electrică $R_A = 0,5 \Omega$ și un voltmetru cu rezistența electrică $R_V = 0,8 \text{ k}\Omega$.

b1) Determinați valorile indicate de instrumentele de măsură, cu două cifre semnificative, în condițiile în care rezistența electrică a rezistorului din circuitul exterior este $R = 2 \Omega$.

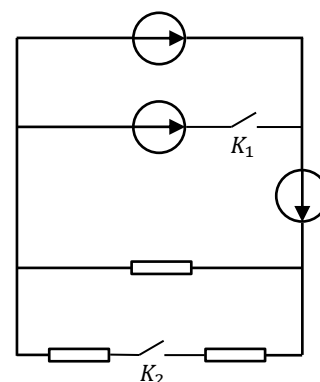
b2) Calculați variația relativă a intensității curentului electric prin baterie, respectiv a tensiunii electrice la bornele bateriei, în urma înlocuirii aparatelor de măsură, în condițiile în care rezistența electrică a rezistorului din circuitul exterior este $R = 2 \Omega$. Rezultatul se va exprima cu două cifre semnificative.

c) Se utilizează o altă baterie electrică ale cărei caracteristici constructive sunt necunoscute. Dacă la bornele bateriei se conectează un ampermetru cu rezistență electrică neglijabilă, acesta indică un curent cu intensitatea $I_A = 10 \text{ A}$. Dacă la bornele bateriei este conectat un voltmetru cu rezistență electrică foarte mare ($R_V \rightarrow \infty$), voltmetrul indică o tensiune electrică $U_V = 25 \text{ V}$. Determinați valoarea rezistenței electrice a unui consumator ce trebuie conectat la bornele bateriei, astfel încât puterea furnizată de baterie consumatorului să fie maximă, precum și valoarea acestei puteri maxime.

d) Circuitul electric din figură este realizat cu generatoare electrice identice și rezistori identici. Considerați $\sqrt{6} \cong 2,45$.

d1) Calculați raportul dintre rezistența electrică a unui rezistor (R) și rezistența interioară a unui generator electric (r), știind că puterea electrică furnizată circuitului exterior este aceeași în situațiile în care întrerupătorul K_1 este închis și întrerupătorul K_2 este deschis, respectiv K_1 este deschis și K_2 este închis.

d2) În condițiile punctului d1), calculați raportul randamentelor electrice ale circuitelor obținute cu montajul din figură, când ambele întrerupătoare sunt închise, respectiv ambele întrerupătoare sunt deschise.



Subiect propus de:

prof. dr. Ana-Cezarina Moroșanu - Colegiul Național „Petru Rareș”, Piatra Neamț

prof. Corina Dobrescu - Colegiul Național de Informatică „Tudor Vianu”, București

prof. Cristina Anghel - Liceul Teoretic „Ovidius”, Constanța

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe câte 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 cu 10 puncte. Punctajul final reprezintă suma acestora.