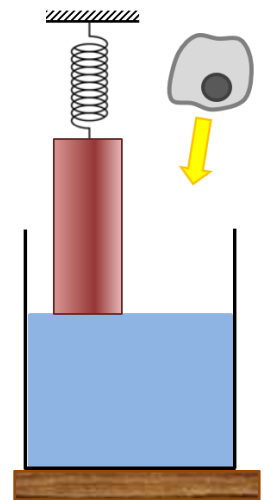


Subiectul I – Cilindrul suspendat

Un vas cilindric cu aria bazei $S_v = 25 \text{ cm}^2$, așezat pe o masă orizontală, conține apă cu densitatea $\rho_a = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Deasupra vasului, un resort de constantă elastică $k = 10 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, fixat la capătul superior, susține în echilibru un cilindru cu aria bazei $S = 10 \text{ cm}^2$, astfel încât capătul inferior al cilindrului atinge suprafața apei (vezi figura). În apă se introduce lin o bucată compactă de gheață de densitate $\rho_g = 0,9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, având prinsă în interior o bilă metalică de masă $m_b = 10 \text{ g}$ și densitate $\rho_b = 10 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Imediat după introducerea, se observă că bucată de gheață plutește în echilibru indiferent în interiorul apei. Consideră că resortul rămâne permanent alungit iar $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.



- Determină masa de gheață care a fost introdusă în vas.
- Cu cât a crescut nivelul apei din vas, imediat după introducerea bucatii de gheață în apă?
- După introducerea în apă, gheața se topește treptat. Cu cât se modifică presiunea hidrostică exercitată de apă pe fundul vasului, de la începerea topirii gheții până la topirea completă?
- Calculează variația presiunii medii exercitate asupra fundului vasului în procesul de topire a gheții, de la începere până la topirea completă. Explică existența acestei diferențe de presiune medie, în condițiile în care masa totală nu s-a schimbat prin topire.

prof. Petrică Plitan – Colegiul Național „Gheorghe Șincai” Baia Mare

- Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
- Fiecare subiect I, II, III se punctează de la 10 la 0 puncte.

Subiectul II: Prea multe constante

Într-un calorimetru de capacitate calorică neglijabilă se amestecă $m_1 = 0,84$ kg de apă la temperatura $t_1 = 28$ °C și $m_2 = 0,024$ kg de gheață la temperatura $t_2 = 0$ °C. După stabilirea echilibrului termic la temperatura t_{e1} , se introduce în calorimetru un cub de metal cu masa $M = 648$ g, la temperatura t .

- Să se traseze diagrama de schimb de căldură (temperatură în funcție de timp) și să se calculeze temperatura inițială de echilibru t_{e1} . Să se determine temperatura t a cubului dacă, în starea finală de echilibru termic, temperatura revine la valoarea $t_e = t_1 = 28$ °C.
- Care a fost variația volumului cubului, din momentul introducerii în apă până la stabilirea echilibrului termic? Se consideră cubul complet scufundat în apă.
- Se extrage cubul și – împreună cu el – o parte din cantitatea de apă. Se lasă vasul descoperit, la presiune atmosferică normală și apa rămasă se încălzește la $t_0 = 90$ °C, după care se adaugă mici bile de platină incandescente, masa totală a bilelor fiind egală cu a apei din vas. Ce temperatură au avut bilele de platină dacă, după încetarea fierberii, nivelul apei din vas a rămas același?

Se cunosc:

- densitatea cubului la 0 °C, $\rho_0 = 8000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$;
- densitatea apei se consideră constantă, $\rho_a = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$;
- densitatea platinei, $\rho_{Pt} = 21500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$;
- căldura specifică a metalului, $c_{cub} = 418 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$;
- căldura specifică a apei, $c_a = 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$;
- căldura specifică a platinei, $c_{Pt} = 120 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$;
- căldura latentă specifică de topire a gheții, $\lambda_g = 333 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$;
- căldura latentă specifică de vaporizare a apei, $\lambda_v = 2265 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$;
- coeficientul de dilatare liniară al metalului cubului, $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$.

Coeficientul de dilatare liniară se definește prin relația $\alpha = \frac{\ell - \ell_0}{\ell_0(t - t_0)}$, în care ℓ este lungimea la temperatura t , iar ℓ_0 este lungimea la temperatura $t_0 = 0$ °C.

prof. dr. Radu Murdzek – Școala Gimnazială Bozieni, Neamț

- Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
- Fiecare subiect I, II, III se punctează de la 10 la 0 puncte.

Subiectul III – Circuitul electric și precizia măsurătorilor

Precizia măsurării unor mărimi fizice cum ar fi intensitatea curentului electric, tensiunea electrică și rezistența electrică depinde atât de instrumentele de măsură cât și de metoda folosită. Îți propunem o analiză succintă, în acest context, pentru un circuit electric simplu care conține o sursă de tensiune cu tensiunea electromotoare E și rezistența electrică internă r , iar în circuitul exterior un rezistor cu rezistența electrică R .

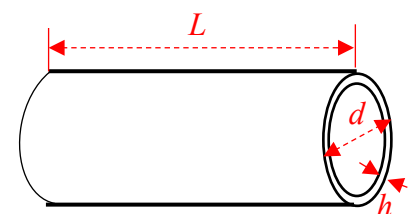
A.

- a1) În circuitul electric simplu se montează un ampermetru, cu rezistența electrică R_A , pentru măsurarea intensității curentului electric din circuit. Determină expresia intensității curentului electric I_A indicat de ampermetru. Ce condiție ar trebui să îndeplinească rezistența R_A a ampermetrului în raport cu celelalte rezistențe electrice din circuit pentru ca intensitatea curentului electric măsurată de el să se apropie cât mai mult de intensitatea I a curentului electric din circuit în absența ampermetrului?
- a2) În circuitul electric simplu se montează un voltmetru, cu rezistența electrică R_V , pentru măsurarea tensiunii electrice de la bornele circuitului exterior. Determină expresia tensiunii electrice U_V indicată de voltmetru. Ce condiții ar trebui să îndeplinească rezistența internă r a generatorului în raport cu rezistențele R și R_V pentru ca tensiunea electrică măsurată de voltmetru să se apropie cât mai mult de tensiunea electromotoare E ?
- a3) Identifică o modalitate de conectare într-un circuit electric simplu închis a unui voltmetru ideal pentru ca acesta să măsoare tensiunea electromotoare E . Argumentează răspunsul.

B.

Rezistorul cu rezistența electrică R a unui circuit electric simplu este un reostat cu cursor.

- b1) Folosind reprezentarea grafică a puterii electrice P_{ext} absorbită de circuitul exterior în funcție de rezistența electrică R a acestuia, arată că există o infinitate de situații pentru care două poziții diferite ale cursorului determină aceeași putere electrică P_{ext} absorbită de circuitul exterior.
- b2) Determină relația matematică care există între r , R_1 și R_2 , unde R_1 și R_2 reprezintă rezistențele electrice corespunzătoare celor două poziții ale cursorului ce determină aceeași putere electrică P_{ext} absorbită de circuitul exterior, iar r este rezistența electrică internă a generatorului. Determină, pe baza relației matematice obținute anterior, valoarea rezistenței R pentru care se obține puterea maximă în circuitul exterior.
- b3) Reostatul utilizat are drept rezistor un tub cilindric confecționat dintr-un material izolator electric și care are pe toată suprafața exterioară, pe care culisează cursorul, o peliculă metalică foarte subțire (vezi figura alăturată). Determină rezistența electrică maximă R_{max} a reostatului în funcție de: rezistivitatea ρ a peliculei metalice, lungimea L a tubului, diametrul d al tubului și de grosimea h ($h \ll d$) a peliculei metalice.



C.

Se dorește determinarea rezistenței electrice R a circuitului exterior măsurând intensitatea curentului electric cu un ampermetru a cărui rezistență internă este R_A , iar tensiunea electrică cu un voltmetru a cărui rezistență internă este R_V . Intensitatea curentului electric, respectiv tensiunea electrică, se măsoară simultan, prin construirea unui montaj electric care conține ambele instrumente de măsură.

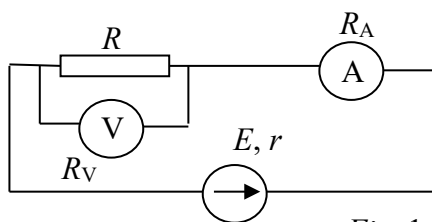


Fig. 1

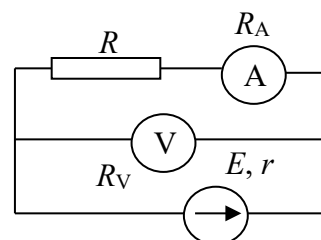


Fig. 2

Pentru determinarea rezistenței electrice se folosesc, pe rând, montajele reprezentate în Fig. 1 și Fig. 2. Se știe că rezistența electrică R are o valoare cuprinsă între $1 \text{ k}\Omega$ și $10 \text{ k}\Omega$.

1. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
2. Fiecare subiect I, II, III se punctează de la 10 la 0 puncte.

- c1)** Determină, pentru montajul din *Fig. 1*, domeniul de valori pentru rezistența R_V a voltmetrului, astfel încât rezistența aproximativă R_a definită prin raportul $\frac{U_V}{I_A}$ (U_V reprezintă tensiunea electrică măsurată de voltmetru, iar I_A reprezintă intensitatea curentului electric măsurată de ampermetru) să difere de valoarea reală a rezistenței circuitului exterior cu cel mult $f = 0,1\%$ din valoarea acesteia, pentru orice valoare a lui R din intervalul precizat.
- c2)** Determină, pentru montajul din *Fig. 2*, domeniul de valori pentru rezistența R_A a ampermetrului, astfel încât rezistența aproximativă R_a definită prin raportul $\frac{U_V}{I_A}$ să difere de valoarea reală a rezistenței circuitului exterior cu cel mult $f = 0,1\%$ din valoarea acesteia, pentru orice valoare a lui R din intervalul precizat.

prof. Victor Stoica – Colegiul Național de Informatică „Tudor Vianu”

1. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
2. Fiecare subiect I, II, III se punctează de la 10 la 0 puncte.