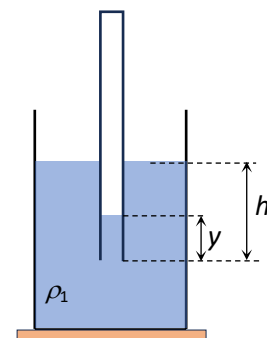


Subiectul I – Presiunea aerului și bila jucăușă

A. Tub cu aer în lichid

Dorind să aprofundeze cunoștințele despre presiunea hidrostatică, Andrei utilizează în laboratorul de fizică un tub cu lungimea $\ell = 50\text{ cm}$, închis la un capăt. În acest scop el introduce tubul cu capătul deschis într-un vas cu glicerină de densitate $\rho_1 = 1260\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, la adâncimea $h = 15\text{ cm}$ față de nivelul superior al lichidului și măsoară lungimea pe care pătrunde lichidul în tub $y = 5\text{ cm}$. Știind că Andrei menține tubul în poziție fixă, determină:



- presiunea aerului închis în tub, după introducerea în lichid;
- densitatea aerului închis în tub după introducerea în lichid, dacă densitatea aerului la presiunea atmosferică normală este $\rho_0 = 1,30\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$;
- fracțiunea din masa aerului aflat inițial în tub, care iese în urma fisurării capătului închis, știind că nivelul lichidului din vas scade cu $\Delta h = 3\text{ cm}$.

Presiunea atmosferică normală este $p_0 = 10^5\text{ Pa}$, iar accelerația gravitațională se consideră $g = 10\text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.

B. Bila jucăușă

O bilă elastică cade vertical de la o înălțime H , măsurată deasupra unei mese de laborator orizontală. În urma fiecărei ciocniri cu masa de laborator, energia cinetică a bilei se înjumătățește, iar pierderea din energia ei cinetică se transformă în căldură. Căldura este preluată în procente egale de bilă și de masa de laborator, iar schimbul de energie cu aerul, cât și variația temperaturii bilei în aer se neglijează. Se consideră cunoscute: căldura specifică a bilei c , temperatura inițială a bilei t_0 și accelerația gravitațională g . Determină:

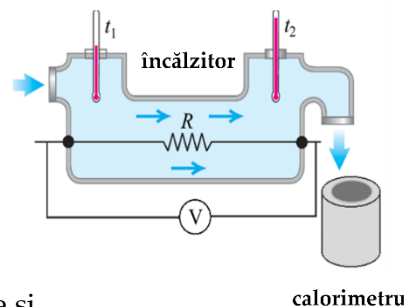
- de câte ori trece bila pe la înălțimea $h = H/10$ față de masă;
- raportul dintre temperatura maximă a bilei și temperatura după prima ciocnire a bilei cu masa.

Subiectul II – Calorimetru cu apă și gheață

Într-un calorimetru având vasul interior de formă cilindrică, cu aria bazei $S = 100\text{ cm}^2$ și capacitatea calorică $C = 272\text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$, se află un cub de gheață având masa $m_g = 300\text{ g}$. Cubul de gheață nu are goluri și nici impurități și se află la temperatura $t_g = -20^\circ\text{C}$, în echilibru termic cu vasul interior al calorimetrului. În calorimetru se introduce apă furnizată cu debit constant de un încălzitor electric, conform imaginii alăturate. Temperatura apei la intrarea în încălzitor este $t_1 = 10^\circ\text{C}$, iar la ieșirea din încălzitor este $t_2 = 35^\circ\text{C}$ pentru un anume debit. Rezistența electrică a încălzitorului este $R = 23\ \Omega$, iar tensiunea de alimentare este $U = 200\text{ V}$. După un anume interval de timp se închide robinetul încălzitorului. Se constată că după stabilirea echilibrului termic realizat la presiunea atmosferică normală, la suprafața apei plutește gheață, iar înălțimea apei din calorimetru este $h = 8,0\text{ cm}$. Se cunosc: căldura specifică a apei $c_a = 4187\text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, căldura specifică a gheții $c_g = 2090\text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, căldura latentă specifică de topire a gheții $\lambda_g = 335\text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, densitatea apei la $t_0 = 0^\circ\text{C}$, $\rho = 1000\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Neglijând pierderile de căldură, calculează:

- masa de substanță aflată în final în calorimetru;
- durata curgerii apei în calorimetru;
- fracțiunea din masa inițială de gheață care s-a topit;
- valoarea maximă a debitului masic (masa de apă ce curge în unitatea de timp) care asigură topirea integrală a gheții, știind că nu se modifică masa finală din calorimetru, tensiunea de alimentare și rezistența electrică a încălzitorului, cât și temperatura apei la intrarea în încălzitor.



- Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
- În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
- Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
- Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
- Fiecare subiect se notează de la 10 la 0 (fără punct din oficiu). Punctajul final este suma acestora.

Subiectul III – Câteva dintre efectele curentului electric

A. Efectul termic

Mecanismul conductivității electrice în metale a fost studiat din punct de vedere al teoriei clasice începând cu finele secolului XIX de către Paul Drude și apoi Lorentz. Conform teoriei Drude-Lorentz, conductivitatea ridicată a metalelor se datorează „electronilor liberi” care se pot deplasa prin rețeaua cristalină din care este constituit metalul. Aducând conductorul metalic într-un câmp electric, electronii liberi vor avea o mișcare determinată de câmpul electric care se va suprapune peste mișcarea dezordonată pe care o aveau în absența câmpului electric, numită mișcare de drift.

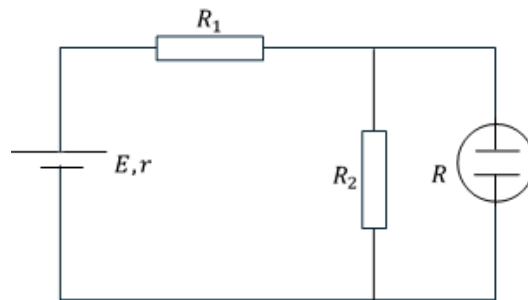
a) Între două puncte ale unui conductor filiform din cupru, aflate la distanța $l = 1\text{ m}$, se aplică tensiunea electrică $U = 12\text{ V}$. Se cunoaște rezistivitatea cuprului $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$, sarcina elementară $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$ și concentrația volumică a electronilor liberi din conductorul de cupru $n = 1,2 \cdot 10^{29}\text{ m}^{-3}$. Determină viteza de drift a electronilor liberi din conductor.

b) Află energia transferată unității de volum din conductor în unitatea de timp, datorită ciocnirilor dintre electroni și nodurile rețelei conductorului de cupru. Se consideră că electronii liberi sunt accelerați de câmpul electric, iar prin ciocnirea cu nodurile rețelei își transferă întreaga energie cinetică.

B. Efectul chimic

Aplicând un câmp electric într-un electrolit, prin acesta se stabilește un curent electric determinat de deplasarea ionilor. Un electrolit este o substanță care conține ioni, de exemplu o soluție obținută prin dizolvarea în apă a unei sări solubile (sulfatul de cupru). În urma trecerii curentului electric prin electrolit are loc depunerea unui metal pe suprafața catodului. Metalul care se depune este determinat de ionii pozitivi existenți în electrolit (pentru sulfatul de cupru se depune cupru). Analizând acest proces, Michael Faraday a publicat în 1834 următoarea lege: $m = k \cdot \Delta q$, unde m este masa de metal depusă la catod, Δq este sarcina electrică ce se deplasează prin circuit în timpul depunerii masei m , iar k este echivalentul electrochimic, o constantă care depinde de electrolit.

Pentru obținerea unei mase de cupru se realizează un circuit electric a cărui schemă electrică este prezentată în imaginea alăturată. Circuitul electric este format dintr-o sursă de tensiune cu tensiunea electromotoare $E = 12\text{ V}$ și rezistența internă $r = 0,5\ \Omega$; un rezistor cu rezistența electrică $R_1 = 10\ \Omega$; un rezistor cu rezistența R_2 și o cuvă care conține o soluție apoasă de sulfat de cupru (CuSO_4). În cuvă sunt introduși doi electrozi conectați la bornele rezistorului R_2 . Electrocul pozitiv se numește Anod, iar electrocul negativ se numește Catod. Acest dispozitiv, utilizat pentru acoperirea suprafeței unui obiect cu un strat subțire de metal, se numește baie electrolitică, iar în cazul prezentat are rezistența electrică $R = 5\ \Omega$.



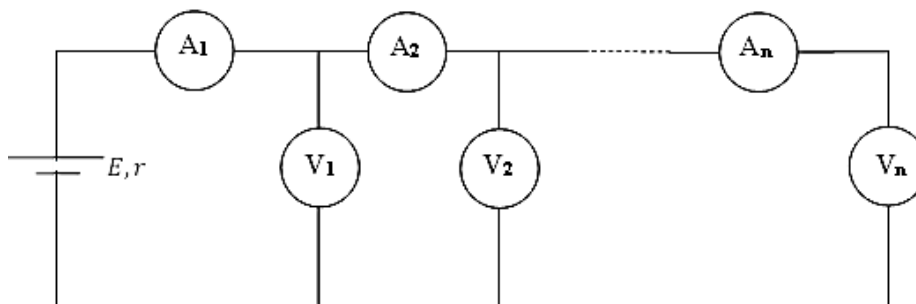
a) Determină masa de cupru depusă la catodul dispozitivului în timp ce sursa de tensiune produce energia $W = 480\text{ kJ}$, știind că rezistența rezistorului 2 a fost fixată la valoarea $R_2 = 20\ \Omega$, iar echivalentul electrochimic al cuprului este $k = 0,33 \frac{\text{mg}}{\text{C}}$.

b) Calculează valoarea pe care trebuie să o aibă rezistența cuvei (R'), astfel încât puterea transmisă de la sursă la baia electrolitică să fie maximă.

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.

C. Instrumente de măsură

În cadrul Clubului de Științe, un grup de elevi și-a propus să analizeze instrumentele de măsură în curent continuu, ampermetrul și voltmetrul. Elevii au legat la bornele unei baterii un voltmetru și au găsit valoarea tensiunii electrice $U_1 = 11,98\text{V}$. Conectând la bornele bateriei un ampermetru, au găsit valoarea intensității curentului electric $I_2 = 4\text{A}$. Când au conectat la bornele bateriei voltmetrul și ampermetrul în serie, au găsit următoarele valori indicate de instrumentele de măsură $I_0 = 9,97\text{ mA}$ și $U_0 = 11,97\text{ V}$. Conectând n ampermetre și n voltmetre identice la bornele bateriei (vezi figura alăturată), elevii au măsurat valoarea intensității indicată de ampermetrul conectat în serie cu bateria, $I_1 = 9,5\text{ mA}$. Calculează parametrii bateriei (E, r) și suma tensiunilor electrice măsurate de cele n voltmetre.



Subiecte propuse de:

Prof. **Daniela BLANARIU**, Școala Gimnazială nr. 156, București

Prof. **Corina DOBRESCU**, Colegiul Național de Informatică „Tudor Vianu”, București

Prof. **Florin MĂCEȘANU**, Școala Gimnazială „Ștefan cel Mare”, Alexandria

Prof. **Jean-Marius ROTARU**, Colegiul Național, Iași

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.