

Un grup de elevi a decis să realizeze mai multe experimente pentru a înțelege fenomenele fizice studiate.

Subiectul I. Lichide nemiscibile

Pentru studiul presiunii hidrostatice, Andrei conectează câte doi cilindri, cu aceeași secțiune transversală și deschiși la partea superioară, în diferite moduri (fig. 1:a,b,c). **Lichidele folosite de Andrei sunt nemiscibile (nu se amestecă).** Pentru toate situațiile se consideră că volumul tubului de legătură dintre cilindri este neglijabil.

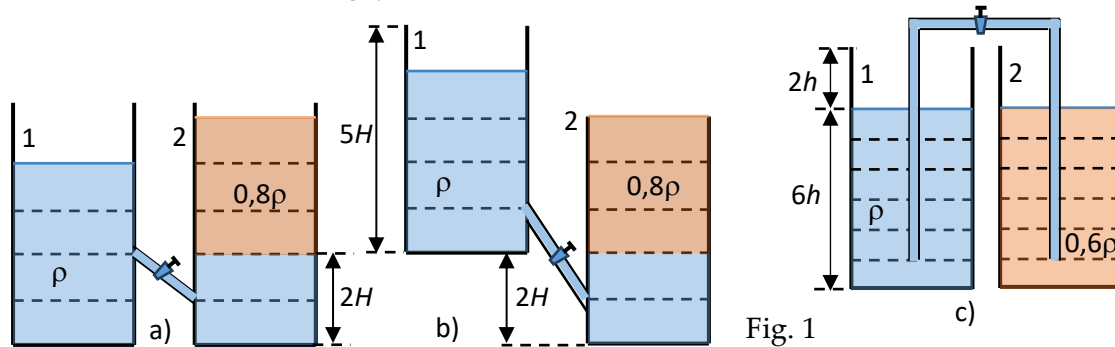


Fig. 1

- Cilindrii din figura 1.a) sunt conectați printr-un tub oblic, de volum neglijabil, prevăzut cu robinet. Andrei toarnă în vasul 1 un lichid cu densitatea ρ , până la înălțimea $4H$, iar în vasul 2 până la înălțimea $2H$. În vasul 2, Andrei adaugă un alt lichid cu densitatea $0,8\rho$ până are înălțimea $3H$ ($H = 8$ cm), ca în figura 1.a). Inițial robinetul este închis. Precizează ce se întâmplă la deschierea robinetului și calculează cu cât se modifică nivelul lichidului în vasul 1, după stabilirea echilibrului.
- Cilindrul 1 ce conține lichid cu densitatea ρ și înălțimea $4H$, se ridică la înălțimea $2H$ față de cilindrul 2, ce conține lichid cu densitatea ρ până la înălțimea $2H$ și un alt lichid cu densitatea $0,8\rho$ și înălțime $3H$. Cei doi cilindri au înălțimile egale cu $5H$ (vezi figura 1. b). Inițial robinetul de pe tubul oblic ce conectează cilindrii este închis. Precizează ce se întâmplă la deschierea robinetului și determină înălțimea lichidului cu densitatea $0,8\rho$, la stabilirea echilibrului.
- Andrei umple cilindrii până la înălțimea $6h$ ($h = 6,5$ cm) astfel: cilindrul 1 cu un lichid de densitate ρ , și cilindrul 2 cu un lichid de densitate $0,6\rho$. Apoi conectează cei doi cilindri cu un tub în formă de U ca în fig. 1.c). Inițial tubul este plin cu lichidul de densitate ρ și robinetul este închis. Determină cu cât se modifică nivelul lichidului din cilindrul 1 după deschiderea robinetului și stabilirea echilibrului.
- Andrei dorește să afle despre efortul depus la urcarea unei mase de lichid, așa că realizează dispozitivul prezentat în figura 2, care este alcătuit dintr-un cilindru cu secțiunea S și înălțimea $5H$, fixat etanș de un tub cu aceeași înălțime $5H$, dar de secțiune $\frac{S}{5}$. Cilindrul este prevăzut la bază cu un piston de masă neglijabilă care se deplasează fără frecare. Cilindrul este umplut cu un lichid de densitate ρ . Pistonul este împins foarte lent până la baza tubului. Calculează lucrul mecanic efectuat în acest proces. Se cunosc: $H = 8$ cm, $S = 100$ cm², $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ și $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.

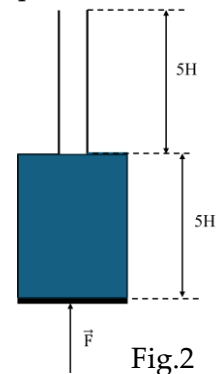


Fig.2

- Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III 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 punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Subiectul II. Conductivitatea termică

Andrei și Marina și-au propus să realizeze un proiect prin care să arate cât de importantă este izolarea termică a unei clădiri din punct de vedere al consumului de energie. Pentru a avea date concrete au realizat următoarele experimente.

În figura 3a sunt reprezentate două rezervoare unite între ele cu o bară metalică cilindrică. În primul rezervor este apă la temperatura $T_1 = 100\text{ }^\circ\text{C}$, iar în cel de-al doilea este apă cu gheață la $T_2 = 0\text{ }^\circ\text{C}$. Primul rezervor este menținut la temperatura $T_1 = 100\text{ }^\circ\text{C}$, iar toate celelalte componente ale sistemului sunt izolate termic de mediul exterior. Singurul contact termic dintre rezervoare este realizat prin intermediul barei.

Bara metalică are lungimea $l = 0,5\text{ m}$ și aria secțiunii transversale $S = 100\text{ cm}^2$. Conductivitatea termică a materialului din care este realizată bara este $k_1 = 400\text{ } \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{K}}$.

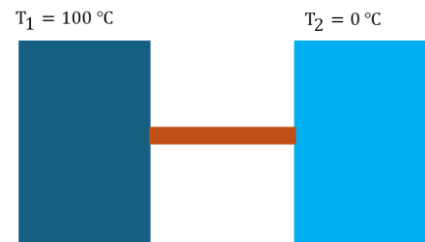


Fig.3a

a) Calculează masa m_1 de gheață care se topește în timp de o oră, considerând că există suficientă gheață în rezervor.

b) Se schimbă bara anterioară cu alta de dimensiuni identice, dar realizată din alt metal (figura 3b). Se constată că în același interval de timp s-a topit o masă de gheață $m_2 \cong 5,2\text{ kg}$. Calculează conductivitatea termică a metalului din care este confecționată bara.

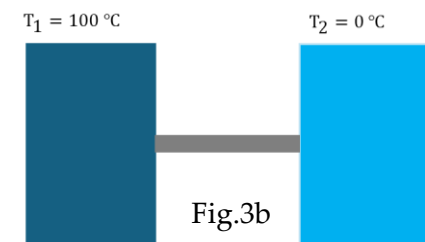


Fig.3b

c) Cele două bare se topesc și, utilizând tot metalul avut la dispoziție, se construiește o altă bară cu lungimea $l = 0,5\text{ m}$, care are o parte din primul metal și cealaltă parte din cel de-al doilea metal (figura 3c). Calculează temperatura T_x de la suprafața de contact dintre cele două părți ale barei și masa de gheață care se va topi în timp de o oră în acest caz.

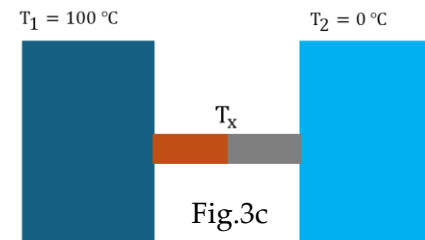


Fig.3c

d) În configurația de la cazul c) se întrerupe contactul termic între bară și rezervorul cu apă la temperatura T_1 . Până se stabilește echilibrul termic, bara va ceda rezervorului cu apă la T_2 o cantitate de căldură Q_1 . În mod analog, din configurația de la punctul c) se întrerupe contactul termic între bară și rezervorul cu apă la T_2 , bara va primi o cantitate de căldură Q_2 , de la rezervorul cu apă la temperatura T_1 , pentru a se stabili echilibrul termic. Calculează raportul $\frac{Q_2}{Q_1}$. Se cunosc pentru metalul 1 densitatea $\rho_1 = 8,96\text{ } \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ și căldura specifică $c_1 = 0,38\text{ } \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ iar pentru metalul al doilea $\rho_2 = 2,7\text{ } \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ și $c_2 = 0,88\text{ } \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$.

Observație. Să considerăm o bară cilindrică omogenă cu aria secțiunii transversale S și lungime l , cu suprafața exterioară izolată termic de mediul exterior, la capetele căreia se păstrează temperaturile T_1 și T_2 . Cantitatea de căldură care traversează în unitate de timp, în regim staționar, o suprafață transversală a barei este dată de relația: $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = kS \frac{T_1 - T_2}{l}$, unde k este conductivitatea termică a materialului din care este confecționată bara. Mărimea fizică $P = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ se numește putere termică.

Se cunoaște căldura latentă specifică de topire a gheții: $\lambda = 334\text{ } \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$.

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 III. Corpuri electrizate și câmp electric

Efectele electrizării corpurilor cât și proprietățile câmpului electric au fost întotdeauna surprinzătoare pentru Ștefan și Andrei, așa că au realizat câteva experimente pentru a înțelege mai bine aceste fenomene.

A) În interiorul unui bol din sticlă se află două mici bile identice de masă $m = 100 \text{ g}$, electrizate identic cu sarcină electrică pozitivă. Suprafața interioară a bolului este sferică, cu raza $R = 15 \text{ cm}$. Se neglijează forțele de frecare dintre bile și suprafața interioară a bolului. În condițiile problemei se consideră că sticla nu se electrizază și este izolatoare din punct de vedere electric.

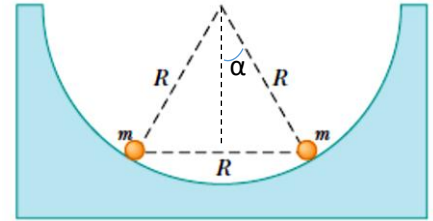


Fig.4

- Află sarcina electrică a bilelor știind că acestea se află în echilibru în interiorul sferei la distanța $d = R$, iar constanta electrostatică are valoarea $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{C}^2}$.
- Una dintre bilele electrizate este plasată pe suprafața sferică a bolului într-o poziție dată de unghiul $\alpha = 30^\circ$, unde α este unghiul dintre raza sferei și verticală. Bila este lăsată liberă din această poziție, într-un câmp electric uniform pentru care $f = \frac{F}{q_0} = 200 \frac{\text{kN}}{\text{C}}$. Liniile câmpului electric sunt: i) verticale și orientate în jos; ii) orizontale și orientate spre verticala care trece prin centrul suprafeței sferice. Calculează raportul dintre vitezele pe care le va avea bila în poziția inferioară a suprafeței sferice, în cele două cazuri. Se știe că un câmp electric este un câmp de forțe conservativ.

B) Un dispozitiv este alcătuit dintr-o tijă ușoară și izolatoare de lungime mare ($L \gg h$) cu o articulație la mijloc.

Tija are la capete două sarcini electrice punctiforme $+q$ și $+nq$ și este așezată pe un suport de înălțime h . Vertical, sub cele două sarcini punctiforme, sunt alte două sarcini punctiforme $+Q$. Sistemul este echilibrat cu un corp cu masa m agățat la distanța x de punctul de susținere (figura 5).

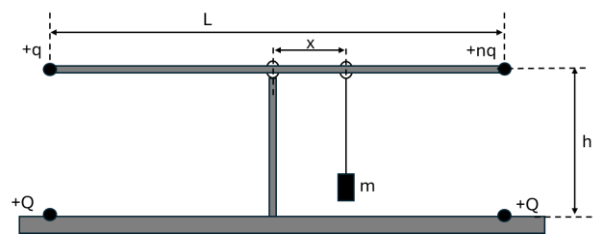


Fig.5

- Scrive expresia distanței x în funcție de informațiile anterioare.
- Scrive expresia valorii q_0 a sarcinii electrice q pentru care tija nu exercită nici o forță de reacțiune în punctul de susținere.
- Corpul cu masa m este introdus într-un vas cu apă (figura 6). Pentru a reechilibra sistemul, punctul de sprijin al corpului se deplasează până la o distanță x' față de punctul de sprijin al barei.

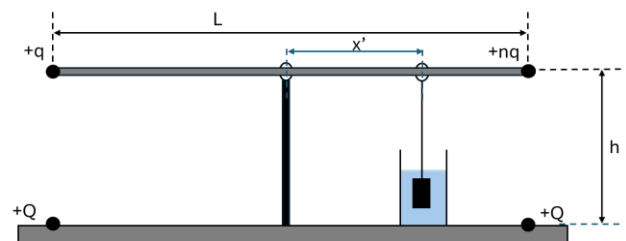


Fig.6

Știind că $x' = \frac{5}{3}x$ și că densitatea apei este $\rho_{\text{apă}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ calculează densitatea corpului.

Subiectele au fost propuse de:

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

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

Prof. Viorel SOLSCHI, Colegiul Național „Mihai Eminescu”, Satu Mare

- Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III 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 punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.