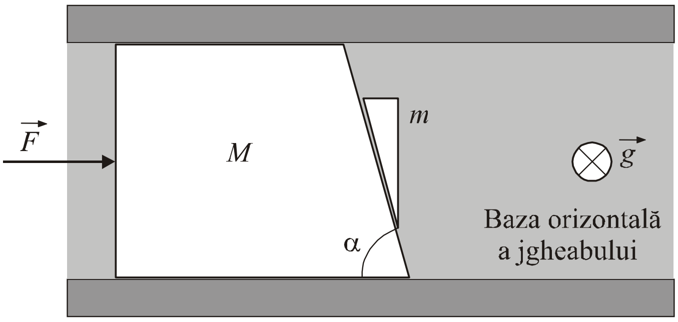
Problema I (10 puncte)

Blocuri prismatice într-un jgheab. Într-un jgheab cu secţiunea transversală dreptunghiulară şi cu baza plană şi orizontală se află un bloc prismatic cu masa *M*, în contact cu el, o pană prismatică cu masa *m*, aşa cum, în vedere de deasupra jgheabului (secţiune orizontală), indică desenul din figura alăturată. La momentul iniţial sistemul este în repaus.



a) *Să se determine* acceleraţia cu care se deplasează blocul, dacă asupra sa acţionează o forţă orizontală constantă, $\vec{F}$, pe direcţia axului longitudinal al jgheabului, coeficientul de frecare prin alunecare dintre bloc şi pană fiind μ. Frecările cu pereţii verticali ai jgheabului, precum şi cu baza acestuia se neglijează. Feţele plane de contact dintre bloc şi pană sunt verticale. Se cunoaşte unghiul α şi acceleraţia gravitaţională terestră, *g*.

b) Dacă μ = 0, *să se determine* acceleraţiile absolute ale blocului şi a penei şi acceleraţia relativă a penei în raport cu blocul, precum şi durata traversării jgheabului de către pană (considerată punct material), dacă la momentul iniţial ea se afla la marginea jgheabului. Lăţimea jgheabului este *L* .

c) Pentru ce valoare a lui α, distanţa parcursă de pană în raport cu blocul este egală cu distanţa parcursă de bloc în raport cu jgheabul? Să se stabilească ecuaţia traiectoriei penei în raport cu jgheabul.

Prof. dr. Mihail Sandu
Liceul Tehnologic de Turism
Călimăneşti

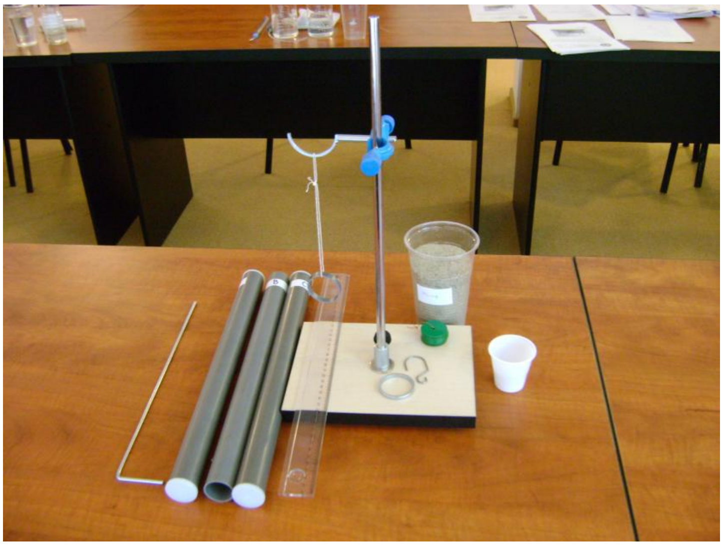
Prof. Victor Păunescu
Liceul Dacia
Bucureşti

Problema a II-a (10 puncte)

Țevi cilindrice, pistoane cilindrice și nisip. Firma care execută tencuielile interioare la o viitoare școală din Brăila, a solicitat să i se aducă nisip de calitate superioară, cu o anumită densitate. Pentru determinarea acesteia s-a cerut sprijinul elevilor care participă, la Ediția a 24-a a Concursului Național de Fizică “EVRIKA!”, care se desfășoară în aceste zile la Brăila.

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 în orice ordine cerințele a, b, respectiv c.
3. Durata probei este de 4 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.

Materiale la dispoziţie



1) ţeavă cilindrică goală (A), având la capete capace demontabile; 2) ţeavă cilindrică cu capetele deschise (B), având în interior un piston cilindric care poate aluneca în interiorul ţevii, dar care nu poate fi scos din ţeavă; 3) ţeavă cilindrică cu capetele închise (C), având în interior un piston cilindric fix, identic cu cel din ţeava (B); 4) tijă rigidă subţire; 5) riglă gradată; 6) inel metalic cu masa cunoscută, m_{i} ; 7) discuri perforate, fiecare cu masa, m_{d}; 8) vas cu nisip; 9) pâlnie de hârtie; 10) cârlig metalic de suspensie, cu masa cunoscută, m_{s}; 11) suport complet cu inel de suspensie.

Precizări: ţevile sunt identice; capacele de la capetele ţevii A pot fi scoase; pistonul cilindric din ţeava B nu poate fi scos; capacele de la capetele ţevii C sunt fixe şi nu pot fi scoase; capacele sunt identice, fiecare având masa m_{c} ; grosimile capacelor sunt neglijabile în raport cu lungimile ţevilor; volumul interior al ţevii A este V.

Cerinţe

a) *Să se determine* masa ţevii goale.

b) *Să se determine* densitatea nisipului din vas, fără a-l comprima.

c) *Să se determine* lungimea pistonului cilindric mobil, fără ca acesta să fie scos din ţeava B.

d) *Să se determine* masa pistonului cilindric mobil.

e) *Să se localizeze* pistonul cilindric fix din ţeava C, închisă la ambele capete.

f) *Să se determine* masa tijei.

Atenţie: se vor face trei determinări.

Prof. dr. Mihail Sandu
Liceul Tehnologic de Turism
Călimănești

Prof. Ion Stănică
Liceul Tehnic Energetic
Rm. Vâlcea

Problema a III-a (10 puncte)

III.A. Vaporizarea azotului

Pe talerul unei balanţe este aşezat un vas care conţine azot lichid şi, alături de acest vas, o bucată de aluminiu. Temperatura camerei, a bucăţii de aluminiu şi a peretelui exterior al vasului în care se află azotul este de $20°C$.

Urmărind în timp evoluţia indicaţiei balanţei se obţin datele experimentale din tabelul 1. Scăderea valorii masei m, indicate de balanţă se datorează faptului că azotul din vas se vaporizează. În cursul prelevării datelor experimentale, la un moment dat bucata de aluminiu cu masa de $19{,}6g$ a fost introdusă în azotul lichid.

Tabelul 1

$m(g)$	153	152	151	150	149	148	130,6	129,6	128,6	127,6	126,6	125,6
$t(s)$	0	36,8	79,1	120,7	160,5	203,1	331,8	381,6	457,3	488,6	540,9	594,6

Ai în vedere că între temperatura camerei şi temperatura de vaporizare a azotului, căldura specifică a aluminiului variază semnificativ cu temperatura. În figura 1 este reprezentată dependenţa de temperatură $c = c(T)$ a căldurii specifice a aluminiului. La presiune atmosferică normală, azotul se vaporizează la temperatura de $77K$.

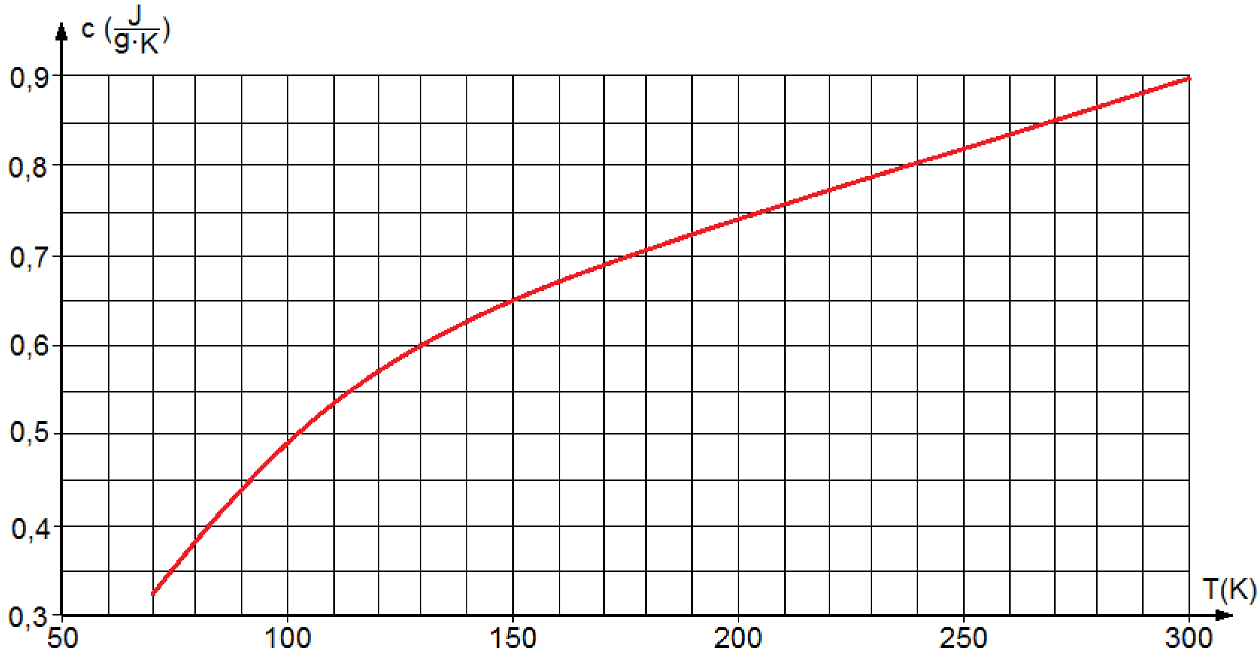


Figura 1

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 în orice ordine cerinţele a, b, respectiv c.
3. Durata probei este de 4 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.

a. Reprezintă grafic dependenţa de timp a masei indicate de balanţă $m = m(t)$. Utilizând datele din enunţul problemei, descrie - pe scurt - ce se petrece cu azotul lichid şi cu bara de aluminiu, în intervalul de timp cât se desfăşoară experimentul.

b. Utilizează datele indicate în enunţul problemei şi determină valoarea căldurii latente specifice de vaporizare a azotului.

c. Indică trei dintre erorile care afectează, în această problemă, determinarea căldurii latente specifice de vaporizare a azotului.

III.B. Agnes Pockels

Agnes Pockels (1862-1935) a estimat numărul lui Avogadro, folosind câteva picături din acidul oleic $(C_{18}H_{34}O_2)$ pe care îl avea în casă.

O picătură de acid oleic, lăsată să cadă într-un vas larg cu apă, formează, pe suprafaţa apei, o peliculă circulară, foarte subţire, alcătuită un singur strat de molecule. Pockels a estimat că o picătură de acid oleic, având masa de $2{,}3 \cdot 10^{-5} g$ şi volumul de $3{,}6 \cdot 10^{-5} cm^3$, formează pe suprafaţa apei dintr-un vas larg, o peliculă cu aria de $70{,}0\, cm^2$. Într-o modelare simplă, ea a considerat că moleculele de acid oleic ar avea fiecare o formă paralelipipedică, cu baza pătratică de latură ℓ şi cu înălţimea 7ℓ şi că grosimea peliculei de acid oleic pe apă ar fi 7ℓ.

Determină valoarea estimată de Agnes Pockels pentru numărul lui Avogadro.

III.C. Decongelarea unui mamut

Matematicianul şi fizicianul francez Joseph Fourier (1768-1830) a stabilit legea care descrie transportul de căldură prin conducţie. Astfel, cantitatea de căldură dQ transportată în intervalul de timp $d\tau$, prin suprafaţa de arie elementară dA este direct proporţională cu variaţia de temperatură dT, corespunzătoare lungimii elementare $d\ell$.

Pentru un corp sferic, în care transportul de căldură este radial, legea Fourier are expresia

$$\frac{dQ}{d\tau \cdot dA} = \kappa \cdot \frac{dT}{dr}$$

unde κ reprezintă coeficientul de transport al căldurii, cunoscut sub denumirea de conductibilitate termică, dQ este cantitatea de căldură transferată de la pătura sferică mai caldă, către pătura sferică mai rece, iar $\frac{dT}{dr}$ reprezintă variaţia radială a temperaturii dT între două pături sferice situate la distanţa dr.

Un curcan congelat de $4\,kg$ se decongelează în două zile. Estimează în câte zile se decongelează un mamut de $6\,t$, descoperit în gheaţa din zona polară. Pentru a realiza această estimare, utilizează o modelare foarte simplă referitoare la forma fiecăruia dintre cele două corpuri şi consideră că temperaturile iniţiale şi finale corespunzătoare celor două procese de decongelare sunt respectiv egale.

© *Subiect propus de Dr. Delia DAVIDESCU*

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 în orice ordine cerinţele a, b, respectiv c.
3. Durata probei este de 4 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.

FOAIE DE RĂSPUNSURI

Problema a III-a (10 puncte)

III.A. Vaporizarea azotului

a. Reprezentarea grafică dependenţei de timp a masei indicate de balanţă $m = m(t)$ 1,50p

Descrierea - pe scurt - a ceea se petrece cu azotul lichid şi cu bara de aluminiu, în intervalul de timp cât se desfăşoară experimentul

	1,00p

b. Valoarea căldurii latente specifice de vaporizare a azotului		3,00p

c. Indicarea a trei dintre erorile care afectează, în această problemă, determinarea căldurii latente specifice de vaporizare a azotului

	0,60p

III.B. Agnes Pockels

Valoarea estimată de Agnes Pockels pentru numărul lui Avogadro		1,00p

III.C. Decongelarea unui mamut

Valoarea estimată pentru intervalul de timp în care se decongelează mamutul, descoperit în gheaţa din zona polară		1,90p

Punctaj acordat din oficiu: 1,00p