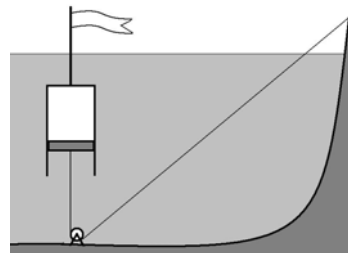


### Problema I

#### Geamandura (10 puncte)

O geamandură este un cilindru, având volumul  $V = 0,4 \text{ m}^3$ , închis cu un piston cu grosimea neglijabilă și cu suprafața  $S = 0,40 \text{ m}^2$ . Masa pistonului este  $m = 10 \text{ kg}$ .

Printr-un cablu inextensibil, perfect deformabil, trecut peste un scripete fix și legat de mal, pistonul este menținut tot timpul la aceeași distanță față de fundul mării. De cilindru este prins un steag care are lungimea lăncii  $\ell = 2,0 \text{ m}$  (vezi figura alăturată). Atunci când geamandura plutește, astfel încât lancea steagului este cufundată până la jumătate din înălțimea sa în apă, pistonul intră în cilindru pe o distanță  $D = 0,11 \text{ m}$  ( $\cong 1/9$ )m. Înaintea cufundării în mare, aerul din geamandură se afla la presiunea atmosferică  $p_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$ . Temperatura comună a apei și a aerului rămâne constantă. Consideră că presiunea atmosferică  $p_0$  nu se modifică, că volumul lăncii steagului este neglijabil, că densitatea apei de mare este  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$  și că accelerația gravitațională are valoarea  $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .



Determină:

- masa cilindrului geamandurii cu steag;
- cu cât a coborât marea în timpul refluxului, față de situația descrisă anterior, atunci când lancea steagului iese din apă pe trei sferturi din înălțimea sa;
- valoarea tensiunii mecanice maxime suportată de cablul de care este legat pistonul, dacă acesta se rupe atunci când steagul este cufundat în apă până la vârful lăncii.

### Problema a II-a

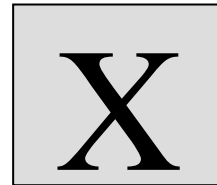
#### Ușa frigiderului (10 puncte)

Spațiul util din interiorul unui frigider poate fi asimilat unui cub cu latura  $\ell = 1 \text{ m}$ . Se deschide ușa frigiderului aflat într-o cameră în care se găsește aer uscat – complet lipsit de vapori de apă – care are temperatura  $t_{\text{cameră}} = 40^\circ \text{C}$  și presiunea  $p_{\text{atmosferică}} = 10^5 \text{ N/m}^2$ . După închiderea ușii frigiderului, temperatura din interiorul acestuia scade până la atingerea temperaturii de funcționare  $t_{\text{frigider}} = -10^\circ \text{C}$ .

- Determină presiunea la care ajunge aerul din frigider după închiderea ușii și atingerea temperaturii de funcționare, dacă frigiderul este perfect etanș.
- Presupune că ușa frigiderului se poate asimila cu o față a cubului cu latura  $\ell = 1 \text{ m}$  care se rotește fără eforturi. Estimează valoarea minimă a forței cu care trebuie trasă ușa, de un mâner aflat la jumătatea muchiei opuse celei cu balamale, pentru a se deschide, după ce aerul cald ce a pătruns în frigider este adus la  $t_{\text{frigider}} = -10^\circ \text{C}$  și dacă frigiderul este perfect etanș.
- Presupune că ai deschis ușa frigiderului și că apoi ai închis-o, dar în urma acestei operații, garnitura ușii nu a mai închis etanș compartimentul din interiorul frigiderului. În această situație, după  $\tau = 15 \text{ minute}$  de la închiderea ușii frigiderului, presiunea în interiorul și în exteriorul frigiderului este cea atmosferică, iar temperatura din interiorul frigiderului este aceea de funcționare. Determină, pentru intervalul de timp  $\tau$ , viteza medie de variație a masei de aer din frigider.

Cunoști valoarea constantei universale a gazelor  $R = 8,3 \text{ kJ/(kmol} \cdot \text{K)}$  și masa molară a aerului  $\mu_{\text{aer}} = 29 \text{ kg/kmol}$ .

- 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 în orice ordine cerințele a, b, respectiv c.
- 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.

**Problema a III-a****Frânghia care cade (10 puncte)**

O frânghie foarte flexibilă și inextensibilă de lungime  $2\ell$  și de masă  $2m$ , are un capăt  $O$  fixat într-un suport. Celălalt capăt  $A$  al frânghiei este ținut la același nivel cu capătul  $O$  (vezi Figura 1). Se lasă liber capătul  $A$  al frânghiei. Neglijază orice interacțiune a frânghiei cu mediul, cu excepția gravitației caracterizate prin accelerația gravitațională  $\vec{g}$  și consideră că masa frânghiei este distribuită uniform de-a lungul acesteia.

a. Determină dependența de timp a coordonatei capătului liber al frânghiei, în raport cu axa  $Oy$  indicată în figura 1, pentru intervalul de timp în care acest capăt se mișcă. Exprimă rezultatul în funcție de accelerația gravitațională  $g$ , de lungimea  $\ell$  și de timpul  $t$ , măsurat din momentul în care capătul liber al frânghiei începe să cadă.

*Sugestie: În situația în care consideri necesar, poți să-ți imaginezi că divizezi porțiunea din frânghia care cade, în două bucăți având masele  $m_1$  și respectiv  $m_2$  și că cele două bucăți sunt legate printr-un fir ideal (vezi Figura 2).*

b. Determină dependența de timp a coordonatei punctului de curbură al frânghiei, în raport cu axa  $Oy$  indicată în figura 1, pentru intervalul de timp în care punctul de curbură se mișcă. Exprimă rezultatul în funcție de accelerația gravitațională  $g$ , de lungimea  $\ell$  și de timpul  $t$ , măsurat din momentul în care capătul liber al frânghiei începe să cadă.

c. Reprezintă grafic, pe aceeași diagramă, dependența de timp a coordonatei capătului liber al frânghiei, dedusă la punctul a, și dependența de timp a coordonatei punctului de curbură al frânghiei, dedusă la punctul b.

d. Dedu dependența de timp a energiei cinetice a frânghiei, în intervalul de timp cât aceasta se mișcă. Exprimă rezultatul în funcție de accelerația gravitațională  $g$ , de lungimea  $\ell$ , de masa  $m$  și de timpul  $t$ , măsurat din momentul în care capătul liber al frânghiei începe să cadă.

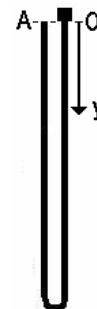


Figura 1

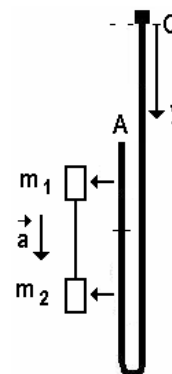


Figura 2

Subiect propus de:

Delia DAVIDESCU – Centrul Național pentru Curriculum și Evaluare în Învățământul Preuniversitar – Ministerul Educației  
Cercetării și Tineretului

Conf. univ. dr. Adrian DAFINEI - Facultatea de Fizică – Universitatea București

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 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.