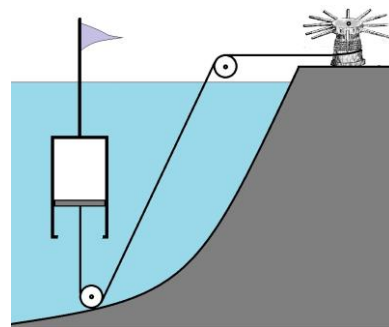




*Problema I (10 puncte)*

*Geamandura*

O geamandură este un cilindru închis la un capăt, având înălțimea  $h = 1\text{ m}$ , în care se află un piston cu grosimea neglijabilă și cu suprafața  $S = 0,50\text{ m}^2$ . Cilindrul rămâne tot timpul, în întregime, sub nivelul apei. Masa pistonului este  $m = 5\text{ kg}$ , iar masa cilindrului împreună cu steagul atașat este  $M = 45\text{ kg}$ . Pistonul se poate mișca în cilindru pe toată lungimea acestuia, fără frecare, dar nu poate ieși din cilindru. Pistonul este legat prin intermediul unui cablu la un troliu special (cabestan) fixat pe mal. Cablul este inextensibil, perfect deformabil, cu masă neglijabilă, trecut peste doi scripeți ficși. Cablul este tot timpul întins. De cilindru este prins un steag.



Înainte de cufundării în apă, aerul din geamandură se afla la presiunea atmosferică  $p_0 = 10^5\text{ N/m}^2$  și ocupa întregul volum al cilindrului. Consideră că presiunea atmosferică  $p_0$  nu se modifică, că temperatura comună a apei și a aerului rămâne constantă, că volumul lăncii steagului este neglijabil, că densitatea apei este  $\rho = 1000\text{ kg/m}^3$  și că accelerația gravitațională are valoarea  $g = 10\text{ m/s}^2$ . În rezolvarea problemei, notează cu  $p$  - presiunea aerului din cilindru, cu  $y$  - distanța dintre partea superioară a cilindrului și suprafața apei și cu  $x$  - înălțimea coloanei de aer din cilindru.

*Sarcina de lucru nr. 1*

În cadrul sarcinii de lucru nr. 1 ți se cere să determini expresiile câtorva mărimi caracteristice sistemului descris în această problemă. Exprimă rezultatele (în formă literală) în funcție de tensiunea  $T$  din cablu și, după caz, în funcție de alte mărimi fizice, ale căror simboluri și valori numerice sunt specificate în enunț.

**1.a.** Determină expresia înălțimii  $x$  a coloanei de aer din cilindru geamandurii.

**1.b.** Dedu expresia presiunii  $p$  a aerului din cilindru.

**1.c.** Determină expresia distanței  $y$  dintre partea superioară a cilindrului și suprafața apei.

*Sarcina de lucru nr. 2*

A doua sarcină de lucru îți propune să analizezi domeniile posibile de valori pentru tensiunea din cablul care leagă pistonul geamandurii cu troliul fixat de mal și, respectiv, pentru înălțimea coloanei de aer din cilindru.

**2.a.** Determină domeniul de valori posibile pentru tensiunea din cablul care leagă pistonul cu troliul de pe mal. Exprimă rezultatul folosind numere cu patru cifre semnificative.

**2.b.** Determină domeniul de valori posibile pentru înălțimea  $x$  a coloanei de aer din cilindru geamandurii. Exprimă rezultatul în metri, folosind numere cu trei zecimale.

© Subiect propus de:

Dr. Delia DAVIDESCU – Facultatea de Fizică – Universitatea București

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.
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.



Problema a II-a (10 puncte)

Oglinda din laborator

După orele de curs, Andrei și Mihai au venit în laboratorul de fizică. Pe mesele din laborator sunt așezate bancurile optice pentru experimentele de fizică, iar pe peretele cu tablă este montată o oglindă plană, așezată vertical. Schița din figura 1 evidențiază planul orizontal de la nivelul ochilor lui Andrei și Mihai. Acest plan orizontal conține bancurile optice care, într-o modelare simplă, sunt reprezentate prin segmentele  $A_i B_i$ ,  $1 \leq i \leq 16$ .

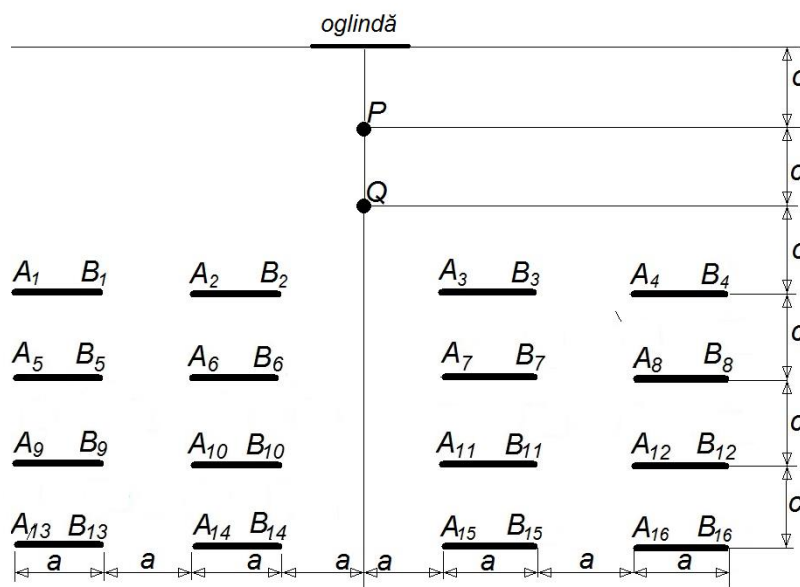


Figura 1

În rezolvarea problemei consideră cunoscute distanțele  $a$  și  $c$ , marcate pe schiță. Exprimă, după caz, răspunsurile la sarcinile de lucru în funcție de aceste distanțe.

Sarcina de lucru nr. 1

Atunci când Andrei stă cu fața spre tablă, având ochii în poziția marcată pe schiță prin punctul  $P$ , el observă în oglindă imaginile complete ale tuturor celor 16 bancuri optice din laborator.

**1.a.** Determină expresia pentru lungimea minimă a oglinzii, măsurată pe direcție orizontală, corespunzătoare situației în care Andrei observă imaginile complete ale tuturor celor 16 bancuri optice, iar ochii săi se află în poziția  $P$ .

**1.b.** Dedu valoarea raportului  $\eta$  dintre numărul de bancuri optice pe care Andrei le vede în întregime și numărul de bancuri optice pe care le vede parțial, în cazul în care el se află cu fața spre oglindă și are ochii în poziția marcată pe schiță prin punctul  $Q$ .

Andrei dorește să observe în oglindă, în întregime, toate bancurile optice reprezentate în partea dreaptă a schiței, prin segmentele  $A_3 B_3$ ,  $A_4 B_4$ ,  $A_7 B_7$ ,  $A_8 B_8$ , ...,  $A_{16} B_{16}$ .

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.
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.



Pentru aceasta, el se deplasează până în poziția cea mai depărtată de marginea din stânga a oglinzii, poziție din care poate să observe în oglindă, dintre bancurile optice, doar pe cele reprezentate în partea dreaptă a schiței. Consideră că ochii lui Andrei rămân la același nivel orizontal.

**1.c.** Determină o expresie care să indice poziția ochilor lui Andrei, față de punctul  $P$ , pentru situația prezentată în cadrul acestei sarcini de lucru.

*Sarcina de lucru nr. 2*

Mihai, vede clar doar obiectele situate la distanțe din domeniul  $[2c, 5c]$  și de aceea el poartă ochelari „de distanță”, care îi permit să vadă obiecte situate la infinit. Mihai se așează cu fața către oglindă, astfel încât ochii săi să se afle în poziția marcată pe schiță prin punctul  $P$ .

**2.a.** Precizează dacă Mihai vede clar în oglindă toate bancurile optice, situate pe rândul din față (cel mai apropiat de oglindă), atunci când poartă ochelarii. Consideră situația în care  $c = a$ . Justifică răspunsul.

© Subiect propus de:

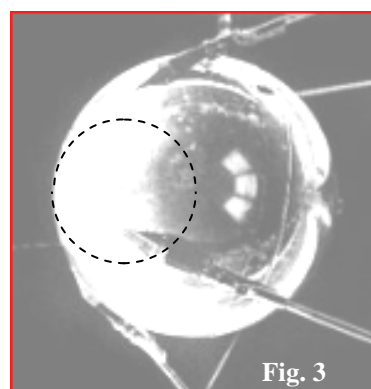
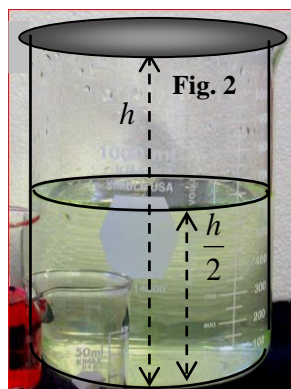
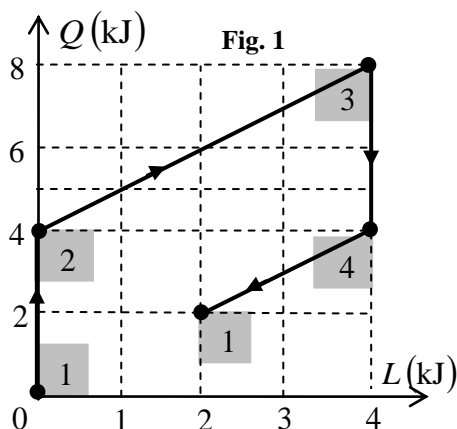
Dr. Delia DAVIDESCU – Facultatea de Fizică – Universitatea București

Dr. Adrian DAFINEI – Facultatea de Fizică – Universitatea București

*Problema a III-a (10 puncte)*

*Termodinamică*

**A. Transformare ciclică “deschisă”!** În figura 1 este reprezentat graficul unei transformări ciclice cvasistatice pentru  $\nu$  moli de gaz ideal monoatomic  $(1, 2, 3, 4, 1)$ , aflați într-un cilindru cu piston. Pe axa orizontală a diagramei termodinamice sunt notate valori ale lucrului mecanic schimbat de gaz cu exteriorul, iar pe axa verticală sunt notate valori ale căldurii pe care gazul o schimbă cu exteriorul.



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.
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.



a) 1) Să se determine raportul temperaturilor maximă și respectiv minimă realizate de gaz în evoluția ciclică studiată. 2) Să se transpună graficul transformării în diagrama termodinamică cu coordonatele  $(p, V)$ .

**B. Paharul cu ulei.** Într-un pahar cilindric cu înălțimea  $h$ , ai cărui pereți, inclusiv baza, sunt foarte subțiri, se află un strat de ulei cu densitatea  $\rho$  și înălțimea  $h/2$ , (fig. 2). Se acoperă etanș gura paharului cu o folie plană subțire, se rotește cu gura în jos și se introduce într-un vas cilindric cu apă, scufundându-l complet și fixându-l acolo în poziție verticală se înlătură folia plană de la gura sa.

b) 1) Să se determine adâncimea la care se află fundul paharului, dacă în interiorul paharului a rămas tot uleiul și tot aerul (într-un strat cu grosimea  $d < h/2$ ). Se cunosc:  $\rho_0$  – densitatea apei ( $\rho_0 > \rho$ ),  $p_0$  – presiunea atmosferică,  $g$  – accelerația gravitațională. Temperatura sistemului este constantă. 2) Să se determine în ce raport trebuie să crească temperatura aerului din pahar, astfel încât în pahar să nu mai existe ulei. Se cunosc:  $s$  – aria suprafeței bazei paharului,  $S$  – aria suprafeței libere a apei din vas.

**C. Explozie într-un satelit.** Un satelit sferic cu raza  $R$ , având pereții rigizi, foarte subțiri și ușori, este plin cu un gaz și conține, de asemenea, o altă sferă cu raza  $r = R/2$ , plină cu același gaz, dar la altă presiune (mai mare decât în sfera mare). Sfera interioară este tangentă la suprafața interioară a sferei mari, așa cum indică figura 3. Ca rezultat al unui accident interior, sfera interioară explodează.

c) Să se determine raportul presiunilor gazului din sfera mare după explozie și respectiv înaintea exploziei, știind că explozia deplasează satelitul pe distanța  $d$ . Masa sferei interioare este neglijabilă, iar temperatura se consideră constantă. Explozia s-a produs în condiții de imponderabilitate.

Subiect propus de:

Prof. dr. Mihail Sandu, Liceul Tehnologic de Turism, Călimănești

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.
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.