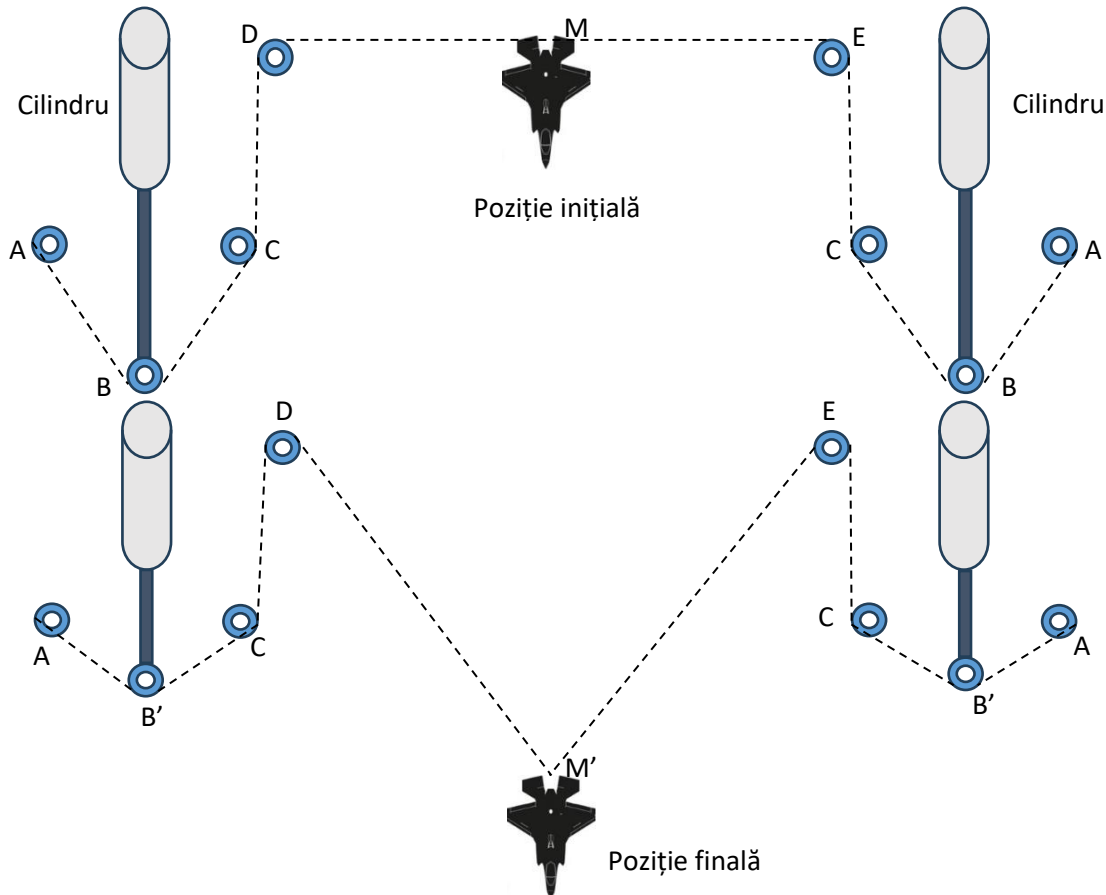


Subiectul I
(10 puncte)
Portavion

Sistemul principal care frânează avionul pe puntea unui portavion este compus din sistemul propriu și un sistem complementar, cunoscut sub numele de sistem de arestare. Acest sistem include mai multe cabluri de arestare întinse transversal pe puntea de zbor a portavionului, netensionate. Avionul, de masă 22 t, este echipat cu un cârlig (*tailhook*) care, la aterizare, prinde unul dintre aceste cabluri, reducând viteza avionului de la $v_0 = 250 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ până la oprire completă pe o distanță foarte scurtă, $d = 100 \text{ m}$ (distanța pe punte între M și M' reprezentând punctul arestării cablului, respectiv punctul opririi avionului). Pentru a ajuta sistemul de frânare prin cabluri elastice, sistemul mai presupune și comprimarea rapidă a azotului în 2 cilindri, ca în imagine. În fiecare cilindru sunt 600 L de azot la presiunea $p_0 = 1,0 \cdot 10^6 \text{ Pa}$, iar suprafețele pistoanelor a căror cursă este din poziția B în poziția B', pe o distanță $l = 3,0 \text{ m}$, au $S = 1000 \text{ cm}^2$. Presiunea atmosferică este $p_a = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Cunoscând dimensiunile $AB = BC = AC = 3\sqrt{3} \text{ m}$, $DE = 60 \text{ m}$, determinați:

- timpul de oprire a avionului, considerând accelerația de frânare constantă;
- constanta elastică a cablului;
- lucrul mecanic al forțelor de frecare în sistemul propriu de frânare al avionului.



- 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**(10 puncte)****Lentile și disociație****Observații:**

i) Folosește aproximația paraxială, lentilele fiind considerate lentile subțiri. Nu se iau în considerare fenomenele superficiale.

ii) Volumul calotei sferice este $V = \pi h^2 \left(R - \frac{h}{3} \right)$, unde $\pi \cong 3,14$, R este raza sferei din care face parte calota, iar h este înălțimea calotei sferice.

iii) Se cunosc: presiunea atmosferică, $p_0 = 1,01 \cdot 10^5$ Pa, densitatea apei, $\rho = 1,00 \cdot 10^3$ kg/m³, accelerația gravitațională, $g = 9,81$ m/s², constanta universală a gazelor, $R = 8,31$ J/(mol·K).

A. Un tub cilindric vertical, transparent, cu înălțimea $H = 0,80$ m, are baza închisă etanș cu un dop de sticlă de forma unei lentile subțiri plan-convexe, cu indicele de refracție $n_s = 1,60$, ca în figura 1. Raza lentilei este $r = 5,00 \cdot 10^{-2}$ m, iar înălțimea acesteia este $h_0 = 8,00 \cdot 10^{-3}$ m. Axa optică principală a lentilei coincide cu axa de simetrie a cilindrului. Sub tubul cilindric se montează un ecran orizontal pe un suport reglabil, ca în figura 1. Se consideră că indicele de refracție al aerului este $n_0 \cong 1,00$. Se umple tubul cu apă, cu indicele de refracție $n_a = 1,33$. Pe suprafața liberă a apei se așază un disc de plută, coaxial cu axa de simetrie a cilindrului, având raza $a = 2,00 \cdot 10^{-2}$ m.

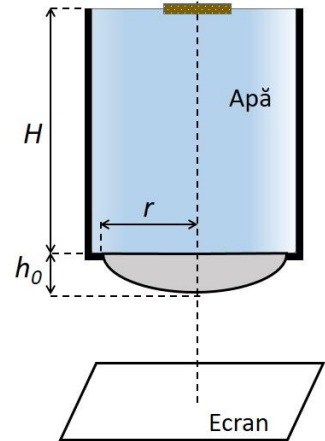


Figura 1

a. Calculează convergența lentilei.

b. Calculează distanța, față de lentilă, la care trebuie așezat ecranul pentru ca imaginea clară a discului să se obțină pe ecran, precum și raza imaginii discului.

B. Se realizează un nou montaj. Pe circumferința suprafeței plane a lentilei se lipește o membrană elastică foarte subțire, transparentă, prevăzută cu un furtunaș conectat la o pompă, ca în figura 2. Se montează din nou lentila, cu membrana atașată, la baza tubului cilindric vertical. Se pompează o cantitate de oxigen (O_2), considerat gaz ideal, între lentilă și membrană. Membrana elastică se deformează luând forma unei calote sferice. Se consideră că indicele de refracție al oxigenului este egal cu indicele de refracție al aerului, $n_0 \cong 1,00$. Se umple tubul cu apă și pe suprafața liberă a apei se așază discul de plută, coaxial cu axa de simetrie a cilindrului, având raza $a = 2,00 \cdot 10^{-2}$ m. Diferența dintre presiunea oxigenului și presiunea din tubul cilindric la baza acestuia este invers proporțională cu raza de curbură a membranei

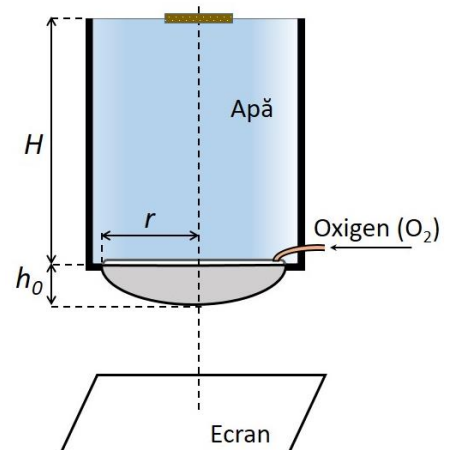
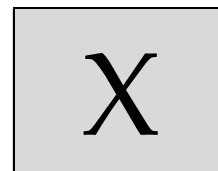


Figura 2

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.



Olimpiada de Fizică

Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București

2 martie 2024

pagina 3 din 3

elastice, $\Delta p = \sigma/R$, unde $\sigma = 9,00 \cdot 10^3 \text{ N/m}$. Temperatura absolută este menținută permanent la valoarea $T = 290,00 \text{ K}$. Imaginea clară a discului se obține pe ecranul montat la distanța $D = 1,01 \text{ m}$ de lentilă.

- Calculează raza imaginii discului pe ecran și înălțimea calotei sferice care conține oxigen.
- Calculează cantitatea de oxigen introdusă sub membrana elastică.
- Se iradiază oxigenul de sub membrana elastică cu radiație ultra-violetă, astfel încât un procent α din numărul de molecule de oxigen disociază. Calculează gradul de disociere, α , știind că ecranul trebuie coborât cu $d = 0,39 \text{ m}$ pentru ca imaginea clară a discului să se formeze din nou pe ecran.

Subiectul III**(10 puncte)****Balon cu aer la umbră și la soare**

Două baloane din materiale diferite sunt umplute dimineața la temperatura $t_1 = 7^\circ\text{C}$ și presiunea $p_1 = 100 \text{ kPa}$ cu un volum $V_1 = 5 \text{ L}$ de aer. Aerul poate fi considerat un gaz biatomic. Balonul A se destinde foarte ușor, astfel presiunea din interior este tot timpul egală cu presiunea constantă a aerului exterior, aceasta fiind egală cu p_1 . Acest balon este lăsat la umbră sub un nuc. Temperatura aerului din interiorul balonului până la amiază crește la $t_{finA} = 37^\circ\text{C}$. Al doilea balon, B, este lăsat la soare. Acest balon este de culoare închisă și are un perete mai rezistent, dintr-un cauciuc care se comportă la destindere într-un mod special. În timpul încălzirii s-a măsurat presiunea aerului din interiorul acestui balon și diametrul balonului, considerat o sferă perfectă. Rezultatele măsurătorilor sunt cele din tabelul mai jos:

p (10^5 Pa)	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10
d (cm)	21,22	21,36	21,48	21,64	21,76	21,90
V (cm^3)	5000					

- Calculează valoarea căldurii primite de către balonul A la încălzirea de la 7°C la temperatura finală 37°C .
- Calculează temperatura aerului din balonul B corespunzătoare celei mai mari valori ale presiunii din tabelul de mai sus.
- Din valorile diametrului balonului B din tabelul de mai sus calculează volumul ale acestui balon în cele 5 stări ale gazului după starea inițială, completând valorile lipsă într-un tabel similar cu cel de mai sus. Reprezintă grafic presiunea în funcție de volumul balonului B, folosind valorile din tabel.
- În baza acestui grafic stabilește relația dintre presiunea aerului din balon și volumul balonului B.
- Calculează valoarea căldurii primite de către balonul B la încălzirea din starea inițială până la cea mai ridicată valoare a presiunii.

Subiectele au fost propuse de

prof. Marian Viorel ANGHEL, Liceul Teoretic „Petre Pandrea”, Balș

Prof. dr. Costin-Ionuț DOBROTĂ, Colegiul Național „Dimitrie Cantemir”, Onești

Prof. dr. Alpár István Vita VÖRÖS, Liceul Teoretic „Apáczai Csere János”, Cluj-Napoca

Coordonator: Conf. univ. dr. Sebastian POPESCU, Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași

- 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.