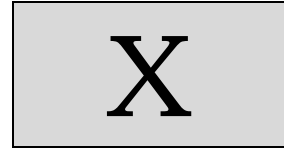


**Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București a  
olimpiadei de fizică  
19 martie 2022  
Probă scrisă**



Pagina 1 din 3

**Problema 1 Optică geometrică**

**(10 puncte)**

Sebastian primește cadou de "Ziua Cercetătorului" o trusă de lentile subțiri de diferite forme și mărimi. Dorind să dobândească o mai bună înțelegere asupra fenomenelor optice, Sebastian, folosind trusa, camera foto de la telefonul mobil, un tub luminos și o riglă, face diferite experimente de optică.

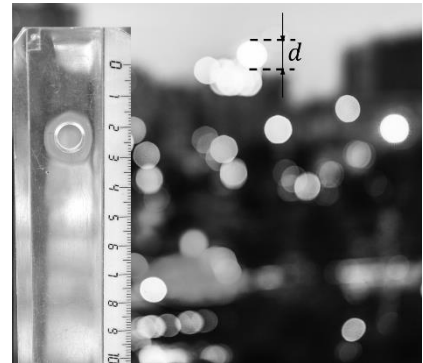
**A. (4 puncte)**

**În primul experiment**, tubul luminos de lungime  $h_1 = 12$  cm este așezat perpendicular pe axa optică principală (**aop**) a unei lentile menisc convergent. Imaginea tubului prin lentilă se formează pe un ecran, pe care **aop** este perpendiculară. Notăm cu  $l_1$  distanța **obiect real-focar obiect** și cu  $l_2$  distanța **focar imagine-imagine reală**.

- Realizați un desen în care să figurați mersul razelor de lumină de la obiect prin lentilă precum și distanțele  $l_1$  și  $l_2$ . Exprimați distanțele **obiect-lentilă** și **lentilă-imagine** în funcție de  $l_1$ ,  $l_2$  și  $f_1$ ;
- Pornind de la relația punctelor conjugate pentru o lentilă sferică subțire, în aproximația paraxială **deduceți** expresia distanței focale a lentilei ( $f_1$ ) în funcție de distanțele ( $l_1$ ), respectiv ( $l_2$ ),  $f_1 = f_1(l_1, l_2)$ ;
- Determinați valoarea distanței focale a lentilei și a distanței dintre obiect și ecran ( $L$ ), dacă  $l_1 = 40$  cm și  $l_2 = 90$  cm;
- Deduceți expresia dimensiunii imaginii obiectului  $h_2$  în funcție de dimensiunea obiectului  $h_1$ ,  $l_1$ ,  $l_2$  și  $f_1$ , în aproximația paraxială. Determinați mărimile imaginilor reale ale tubului luminos formate de o lentilă cu distanța focală  $f = 60$  cm dacă tubul și ecranul sunt menținute la o distanță fixă  $L = 250$  cm.

**B. (3 puncte)**

**În al doilea experiment**, Sebastian vrea să determine diametrul lentilei camerei foto. Pentru aceasta folosește o riglă de plastic pe care o așază în dreptul geamului. Pe fotografia obținută (vezi figura alăturată) observă formarea imaginii riglei și a unor mici pete luminoase care provin de la obiecte punctiforme luminoase, îndepărtate, exterioare camerei. Sebastian măsoară mărimea imaginii celor  $h_1 = 10$  cm de pe riglă și găsește  $h_2 = 5,8$  cm, iar pentru pata luminoasă găsește  $d = 5$  mm.



- Realizați un desen cu formarea unei pete luminoase;
- Determinați relația dintre distanța **focarul imagine-pata luminoasă** ( $l_2$ ), distanța focală a lentilei ( $f$ ), dimensiunea petei luminoase ( $d$ ) și diametrul lentilei ( $D$ );
- Determinați diametrul lentilei folosite, ( $D$ ).

**C. (2 puncte)**

**În ultimul experiment**, Sebastian așază tubul luminos AB în lungul **aop** a unei lentile cu distanța focală  $f = 40$  mm și diametrul  $D = 8,0$  cm. Cel mai apropiat capăt al tubului, se află față de lentilă la distanța  $d_A = 10$  cm. Ecranul, perpendicular pe **aop**, poate fi așezat la diferite distanțe de lentilă.

- Determinați distanța de la ecran la lentilă astfel încât pe ecran să se obțină o pată luminoasă de dimensiuni minime;
- Determinați dimensiunea minimă a petei luminoase.

- Fiecare dintre problemele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
- În cadrul unei probleme, 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 problemă se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

**Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București a  
olimpiadei de fizică  
19 martie 2022  
Probă scrisă**

X

Pagina 2 din 3

**Problema 2 Calorimetrie**

**(10 puncte)**

Ana încearcă să încălzească  $m_m = 1$  kg de apă medicinală aflată la  $t_1 = 0^\circ\text{C}$  cu ajutorul a  $m_d = 1$  kg de apă distilată având temperatura de  $t_2 = 100^\circ\text{C}$  și dorește să o încălzească la peste  $60^\circ\text{C}$ . Considerăm căldura specifică a apei medicinale egală cu cea a apei distilate. Ana dispune de un **vas având două părți**, acestea fiind în contact termic una cu cealaltă și izolate față de mediul înconjurător, contactul termic existând doar între cele două părți ale vasului (în continuare **vas dublu**). Se neglijează căldura schimbată de vas cu cele două lichide.

**a.** Prima dată, Ana încearcă următoarea metodă: în partea dreaptă toarnă întreaga cantitate de apă medicinală, iar în partea stângă întreaga cantitate de apă distilată, după care așteaptă pentru ca sistemul să ajungă la echilibru termic. *Calculați temperatura de echilibru, adică temperatura la care ajunge apa medicinală prin această metodă. (1punct)*

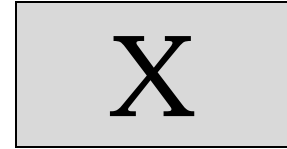
**b.1.** După prima încercare, Ana constată că nu a reușit să atingă temperatura dorită de  $60^\circ\text{C}$ . Astfel, ea încearcă o a doua metodă în modul următor: în partea dreaptă a **vasului dublu** toarnă întreaga cantitate de apă medicinală, și împarte apa distilată în trei părți egale. Folosește doar o treime din apa distilată aflată la  $100^\circ\text{C}$ , turnând-o în partea stângă a **vasului dublu**. După ce se atinge echilibrul termic, golește partea stângă a vasului dublu și toarnă din nou o treime din apa distilată aflată la  $100^\circ\text{C}$  în partea stângă a **vasului dublu**. Așteaptă din nou atingerea echilibrului termic și repetă procedura și cu ultima cantitate din apa distilată caldă. *Care va fi temperatura finală atinsă pentru apa medicinală după acești trei pași? (2 puncte)*

**b.2.** Ana observă că nici în acest mod nu a reușit să atingă temperatura dorită, deși conform acestei metode temperatura atinsă este mai ridicată decât în baza primei metode (de la subpunctul a). Astfel, se decide să împartă apa distilată în mai multe părți egale. *Care este numărul minim de părți egale,  $n$ , în care trebuie împărțită apa distilată caldă pentru ca apa medicinală să atingă temperatura dorită de  $60^\circ\text{C}$ ? (2 puncte)*

**c.** Ana studiază temperatura finală a apei medicinale în funcție de numărul de părți în care împarte apa distilată conform subpunctului b2. *În baza rezultatului obținut la b.2 realizează un grafic al temperaturii apei medicinale în funcție de  $n$ . Pentru aceasta folosește-te de minimum 7 puncte diferite. Încearcă să unești punctele cu o curbă. Ce concluzie se poate trage în baza graficului? (4 puncte)*

1. Fiecare dintre problemele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unei probleme, 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 problemă se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Etape județeană/a sectoarelor municipiului București a  
olimpiadei de fizică  
19 martie 2022  
Probă scrisă



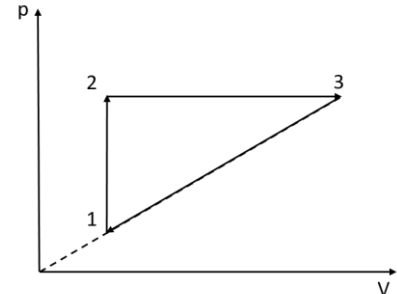
Pagina 3 din 3

**Problema 3 Transformări**

**(10 puncte)**

**3.1** Un gaz ideal este supus transformării ciclice din figura alăturată. În starea 1 temperatura este  $T_1 = 200$  K, iar în starea 2 temperatura este  $T_2 = 300$  K. **(4,50 puncte)**

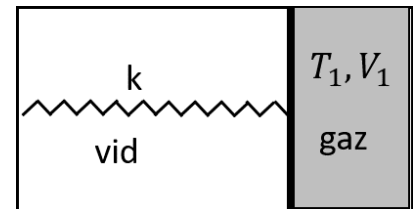
- Calculează temperatura  $T_3$  a gazului în starea 3.
- Reprezintă grafic transformarea ciclică în coordonate  $(p, \rho)$ , unde  $\rho$  este densitatea gazului.
- Reprezintă grafic transformarea ciclică în coordonate  $(T, \rho)$



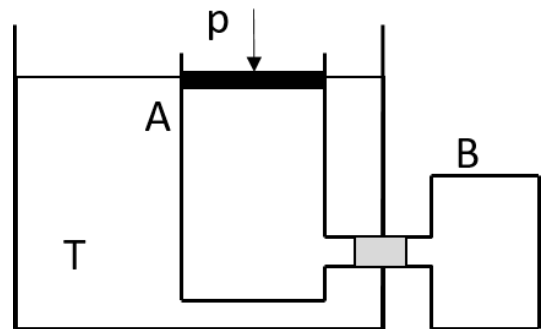
**3.2** Într-un cilindru orizontal, închis la ambele capete, se găsește un piston mobil prins cu un resort de perețele din stânga al cilindrului, ca în figură. Resortul este perfect elastic iar pistonul se deplasează fără frecare. În partea din stânga, unde se află resortul, cilindrul este vidat, iar în partea dreaptă este umplut cu un gaz ideal cu căldura molară la volum constant  $C_V$ . Sistemul este izolat termic de mediul exterior iar capacitățile calorice ale cilindrului și pistonului se neglijează. Se cunoaște constanta universală a gazelor,  $R$ .

Inițial pistonul este blocat și resortul nu este deformat. Volumul ocupat de gazul cu temperatura  $T_1$  este  $V_1$ . Pistonul este eliberat și, după stabilirea echilibrului volumul ocupat de gaz devine  $V_2$ . **(2,25 puncte)**

- Găsește expresia pentru temperatura finală a gazului,  $T_2$ .
- Se dau:  $V_2 = 3V_1$ ,  $T_1 = 330$  K și  $T_2 = 270$  K. Calculează exponentul adiabatic al gazului ideal din cilindru.



**3.3** Un gaz ideal cu exponentul adiabatic  $\gamma$  este închis într-un cilindru cu un piston mobil care se poate deplasa fără frecare. Cilindrul (A) se află într-un vas cu lichid care este păstrat la temperatura constantă  $T$  și este conectat cu al doilea vas (B) care este **izolat adiabatic** față de mediul exterior. Conexiunea este realizată printr-un tub subțire în care se găsește un *dop poros* care permite trecerea lentă a gazului (porțiunea de tub din exteriorul vasului cu lichid este izolată adiabatic). Inițial vasul B este vidat. Asupra gazului din cilindru A se exercită o presiune constantă  $p$  și acesta trece lent în vasul B. Care va fi temperatura gazului din vasul B când procesul încetează? **(2,25 puncte)**



Subiecte propuse de:

*prof. Constantin GAVRILĂ, Colegiul Național "Sfântul Sava", București*  
*prof. VÖRÖS Alpár István Vita, Liceul Teoretic "Apáczai Csere János", Cluj-Napoca*  
*prof. Viorel SOLSCHI, Colegiul Național „Mihai Eminescu”, Satu Mare*

- Fiecare dintre problemele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
- În cadrul unei probleme, 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 problemă se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.