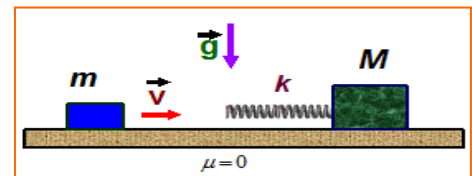


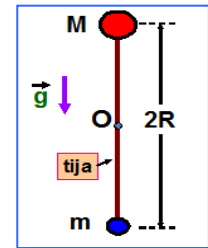
Problema I. Mișcări fără frecări și fenomene optice

(A + B + C) (10 puncte)

I.A. (2 puncte) Pe o suprafață netedă (fără frecări) plană și orizontală se află un corp de formă paralelipipedică, de masă M , de care este fixat un resort având constanta elastică k (și de masă neglijabilă). La un moment dat se lansează înspre resort, corpul de masă m , cu viteza v (vezi figura). Să se determine în funcție de mărimile cunoscute m , M , v și k , **deformarea maximă** $\Delta \ell_{\max}$, a resortului.



I.B. (4,50 puncte) O tijă de lungime $2R$ și masă neglijabilă are fixate la capete, bilele (considerate punctiforme) de mase M și m , cu $M > m$ (vezi figura alăturată). Tijă se poate roti (în plan vertical) fără frecare în jurul unui ax orizontal O , perpendicular pe tijă, trecând prin mijlocul tijei. Sistemul, aflat în echilibru labil, se dezechilibrează. Cunoscând mărimile fizice m , M și R , să se determine:

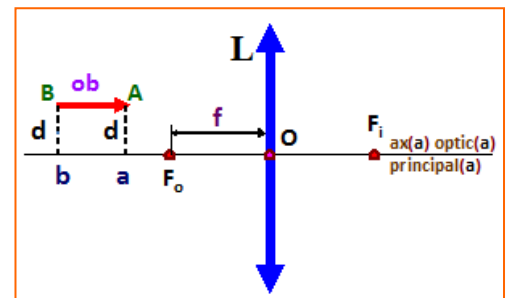


a.) vitezele bilelor în momentul în care **energia cinetică a sistemului** este egală cu **energia potențială gravitațională**. Se va considera drept nivel de referință pentru energia potențială gravitațională, nivelul la care se află inițial bila de masă m .

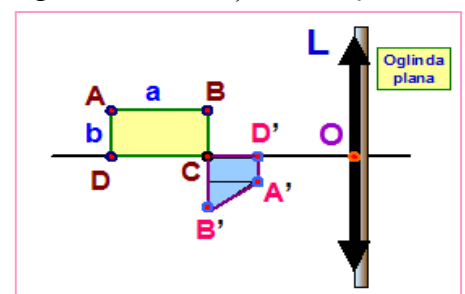
b.) unghiul α făcut de tijă cu orizontala și să se deseneze sistemul, în momentul de la subpunctul a.).

c.) relația suplimentară între masele corpurilor pentru ca situația de la subpunctul a.), să fie posibilă.

d.) Tijă respectivă împreună cu cele bile formează apoi un obiect liniar AB , care este așezat paralel cu axul optic principal al lentilei convergente, având distanța focală f , capetele obiectului A și B aflându-se la distanțele a și respectiv b de centrul optic O al lentilei, $b > a > f$ (vezi figura). Cunoscând distanța de la obiectul AB la axul optic principal al lentilei d precum și mărimile a , b și f , determinați lungimea l a imaginii obiectului AB , formată de lentilă. Reprezentați schematic formarea imaginii obiectului AB prin lentilă.



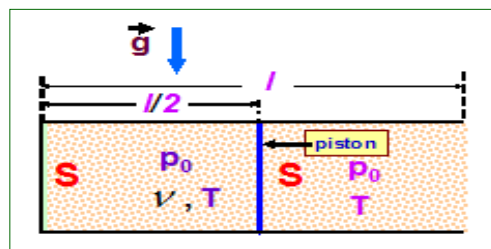
I.C. (3,50 puncte) O lentilă plan-convexă, foarte subțire, convergentă, cu distanța focală f , este lipită pe o oglindă plană. Imaginea în acest sistem optic a **dreptunghiului** $ABCD$ (AB este paralel cu CD), cu CD pe axa optică principală a lentilei, este **trapezul dreptunghic** $A'B'CD'$, cu CB' și $D'A'$ baze, perpendiculare pe axul optic principal al lentilei (vezi figura alăturată). Punctele A și A' , B și B' , respectiv D și D' sunt **conjugate optic**. Cunoscând dimensiunile dreptunghiului $AB = a$, $BC = b$, distanța focală a lentilei f (O fiind centrul optic al lentilei), determinați raportul dintre aria imaginii/ **trapezului dreptunghic** $A'B'CD'$ și aria obiectului/ **dreptunghiului** $ABCD$. Se va lucra în aproximația paraxială.



Problema a II-a. Fenomene termice - cilindru încălzit

(10 puncte)

Într-un cilindru orizontal închis la un capăt, cu un piston fix, de secțiune S , se află un piston mobil care în poziția de echilibru inițială delimitează jumătate din volumul total V al cilindrului. Cilindrul și pistoanele izolează adiabatic gazul din interior. Acesta conține $\nu = 2$ moli de gaz ideal biatomic aflat la temperatura $T = 300\text{ K}$. Atât în mediul exterior cât și în zona delimitată/închisă de piston se află gaz biatomic de aceeași natură. Mediul exterior se află la presiune atmosferică normală $p_0 = 10^5\text{ N/m}^2$ și temperatura T (vezi figura



alăturată). Mișcarea pistonului are loc fără frecări. Se cunosc: căldura molară izocoră $C_V = \frac{5}{2} \cdot R$ și

constanta universală a gazelor perfecte $R = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$.

a.) Determinați **căldura** Q_1 ce trebuie furnizată gazului astfel încât noua poziție de echilibru a pistonului să fie situată la distanța $\frac{3\ell}{4}$, de capătul închis al acestuia, ℓ fiind lungimea totală a cilindrului.

b.) Câți moli de gaz (din compartimentul deschis al cilindrului) sunt eliminați prin deplasarea pistonului?

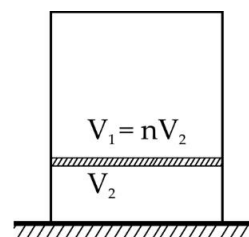
c.) Se închide cilindrul și la capătul deschis, (pistonul fiind în echilibru, situat la distanța $\frac{3\ell}{4}$ de capătul închis al acestuia), astfel încât și gazul din compartimentul din dreapta este izolat adiabatic. Determinați **raportul căldurilor** furnizate celor două compartimente $\frac{Q_1'}{Q_2'}$ astfel încât oricât le-am încălzi, pistonul să nu se deplaseze?

d.) Care este **raportul energiilor interne** ale gazelor din cele două compartimente în urma încălzirii lor?

Problema a III-a. Procese termodinamice

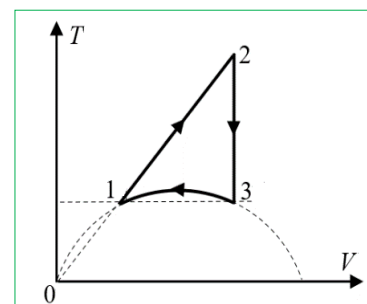
(A + B + C) (10 puncte)

III.A. (3 puncte) Într-un vas cilindric vertical se află în echilibru un piston greu, care poate aluneca fără frecare. În fiecare din cele două compartimente împărțite de piston, se află același număr de moli de gaz ideal, iar temperatura absolută în fiecare din cele două compartimente, deasupra și dedesubtul pistonului, este aceeași (vezi figura). În această stare inițială, raportul volumelor celor două compartimente este $V_1/V_2 = n$. Considerând că pistonul separă etanș cele două compartimente, să se stabilească raportul $x = V_1'/V_2'$ dintre volumele lor, dacă temperatura absolută a sistemului crește de m ori.



III.B. (4 puncte) O cantitate $\nu = 1\text{ mol}$ de gaz ideal parcurge ciclul din figură $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$, unde $T_1 = 400\text{ K}$, iar procesul $3 \rightarrow 1$ este descris de ecuația $T = T_1(3 - a \cdot V) \cdot aV/2$, unde $a = \text{const.}$ (vezi figura alăturată). Prelungirea transformării $1 \rightarrow 2$, trece prin originea O , a sistemului de coordonate TOV . Determinați **lucrul mecanic** efectuat de gaz în cursul unui ciclu. Se cunoaște constanta universală a gazelor

perfecte $R = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$.



III.C. (3 puncte) Un gaz ideal (heliu) aflat în starea inițială **O**, ocupă volumul V_0 , având presiunea p_0 . Gazul poate fi adus la temperatura absolută T prin două procese: unul **O**→**A**, în care raportul dintre presiune și volum rămâne constant, sau prin al doilea proces **O**→**B**, în care presiunea rămâne constantă.

a.) Dacă presiunea a crescut de k ori în procesul **O**→**A**, de câte ori a crescut volumul în procesul **O**→**B** ?

b.) Care este raportul căldurilor primite de gaz în cele două procese, $\frac{Q_{OA}}{Q_{OB}}$?

Subiecte propuse de:

prof. Ion TOMA, Colegiul Național "Mihai Viteazul" din București;

prof. Dumitru ANTONIE, Colegiul Tehnic nr.2 din Târgu – Jiu.