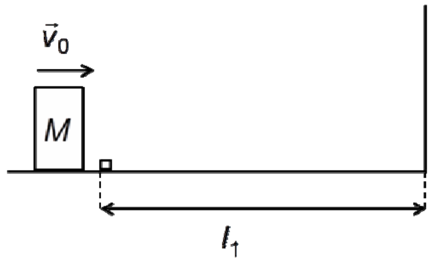
Olimpiada Națională de Fizică
Vaslui 2015
Proba teoretică

X

Problema I (10 puncte)
Partea A - Diferite ciocniri

Un corp cu masa M este lansat cu viteza v_0 spre un perete rigid. La distanţa l_1 faţă de perete acesta loveşte perfect elastic un corp de dimensiuni neglijabile având masa m ($m << M$), aflat în repaus. Mişcările au loc fără frecare şi numai pe o direcţie perpendiculară pe perete (vezi figura).



a. Determină expresia vitezei v_1 a corpului M şi expresia vitezei u_1 a corpului m după prima ciocnire.

b. La ce distanţă l_2 faţă de perete are loc a doua ciocnire? Exprimă rezultatele în funcţie de v_1 şi u_1. Stabileşte o relaţie între l_1, v_1, u_1 şi l_2, v_2, u_2.

c. Determină expresia distanţei minime, l^*, faţă de perete, la care ajunge corpul cu masa M precum şi expresia vitezei u^* a corpului cu masa m în acel moment.

d. Atunci când corpul de masă M se află la distanţa minimă l^* faţă de perete el este blocat de o forţă exterioară. Dedu expresia modulului acestei forţe.
Precizare: În acest enunţ mărimile notate cu v şi u cu diverşi indici sunt modulele vitezelor respective.

© Subiect propus de Prof. Solschi Viorel, Colegiul Naţional "Mihai Eminescu", Satu Mare

Partea B - Diferite aruncări

Un corp de dimensiuni mici este lansat oblic, de la nivelul solului, în câmpul gravitaţional terestru, cu viteza iniţială, cunoscută, $\vec{v}_0$ orientată sub un unghi α faţă de orizontală. Consideraţi că în timpul mişcării frecarea corpului cu aerul se poate neglija şi că acceleraţia gravitaţională $\vec{g}$ este constantă.

a. Deteminaţi valorile posibile ale unghiului α astfel încât, în timpul mişcării, distanţa r de la locul lansării la poziţia instantanee a corpului să crească în permanenţă.

b. Deteminaţi valorile posibile ale unghiului α astfel încât, în timpul mişcării, să existe un interval de timp nenul, $\Delta t \neq 0$ în care distanţa r de la locul lansării la poziţia instantanee a corpului să scadă în timp. Deduceţi expresia acestui interval de timp Δt în funcţie de mărimile v_0, α şi g.

© Subiect propus de Prof. Butuşină Florin, Colegiul Naţional "Simion Bărnuţiu", Şimleu Silvaniei

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.*

Olimpiada Națională de Fizică
Vaslui 2015
Proba teoretică

X

Problema a II-a (10 puncte)

Partea A - Despre un randament maxim

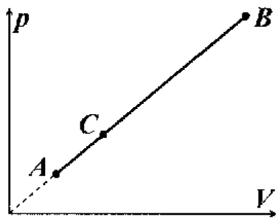
Un mol de gaz perfect monoatomic parcurge, în sens orar, în planul p-V, un proces ciclic ABCD, format din două izocore şi două izobare. Fie (V_1, p_1) coordonatele celui mai apropiat punct al ciclului (punctul A) de originea planului p-V şi ΔV, respectiv Δp lungimile laturilor dreptunghiului ce reprezintă ciclul.

a. Cât de mare poate fi randamentul unui astfel de proces ciclic ?

b. Considerând că punctul A este fixat şi că aria din interiorul ciclului are o valoare bine determinată (să o notăm cu Ω), să se afle valoarea maxim posibilă a randamentului ciclului precum şi valorile ΔV şi Δp din acest caz.

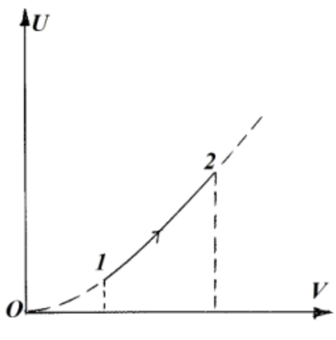
c. Răspundeţi la întrebările de la punctul b) în cazul în care $\Omega = n \cdot (p_1 V_1)$, n fiind un număr pozitiv. Cazuri particulare, $n = 1$, $n \to \infty$.

Partea B - Un proces liniar



Un mol de gaz ideal parcurge procesul liniar ACB, pentru care se cunosc temperaturile absolute $T_A = T_1$, $T_B = T_3$ precum şi raportul lungimilor segmentelor CB şi CA, anume, $CB / CA = n$. Să se determine temperatura absolută $T_C = T_2$ în funcţie de n, T_1 şi T_3.

Partea C - Două întrebări



Într-un proces cvasistatic neizocor $1 \to 2$, energia internă U a unui gaz ideal monoatomic a crescut ca în figură, curba fiind un arc de parabolă de forma $U(V) = \alpha V^2$, $\alpha = const$. Stabiliţi relaţia dintre cantitatea de căldură primită de gaz (Q_{12}) şi creşterea energiei interne ΔU_{12} în acest proces, precum şi relaţia dintre creşterea energiei interne ΔU_{12} şi lucrul mecanic efectuat de gaz (L_{12}).

Precizare: Căldurile molare C_V şi C_p pentru gazele ideale monoatomice se presupun cunoscute.

© Subiect propus de Prof. Univ. Dr. Uliu Florea, Craiova

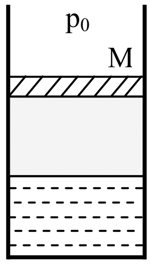
1. *Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.*
2. *În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele.*
3. *Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.*
4. *Elevii 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.*

Olimpiada Națională de Fizică
Vaslui 2015
Proba teoretică

X

Problema a III-a (10 puncte)

Partea A - Fierberea apei



În interiorul unui cilindru vertical, termoconductor, se află un piston greu cu masa M şi cu aria secţiunii transversale S, ca în figura alăturată. Pistonul se poate deplasa fără frecare, închizând etanş volumul de sub el. Deasupra pistonului se află aer la presiune atmosferică normală p_0, iar sub piston există o cantitate de apă aflată în proces de fierbere pe baza căldurii primite de la un arzător aşezat sub cilindru. Arzătorul funcţionează cu un combustibil lichid, având puterea calorică q. Când debitul masic de alimentare a arzătorului cu combustibil este D, se constată că pistonul urcă lent cu viteza constantă v. Mărind debitul de alimentare cu o fracţiune f din debitul iniţial se observă că viteza de deplasare a pistonului creşte de n ori. Masa molară a apei este μ şi căldura latentă specifică de vaporizare a apei este λ. Considerând că pierderile de căldură în unitatea de timp sunt constante, aceleaşi în ambele cazuri, şi că vaporii de apă se comportă ca un gaz ideal:

a. Deduceţi expresia matematică ce exprimă dependenţa vitezei masice $\frac{\Delta m}{\Delta t}$ de vaporizare a apei în funcţie de temperatura de fierbere T şi de mărimile M, S, p_0, μ, v.

b. Determinaţi expresia temperaturii vaporilor de apă de sub piston în timpul procesului de fierbere şi calculaţi valoarea acestei temperaturi.
Aplicaţie numerică: $p_0 = 10^5\ \mathrm{N/m^2}$, $R = 8{,}31\ \mathrm{J/mol \cdot K}$, $M = 5\ \mathrm{Kg}$, $S = 10\ \mathrm{cm^2}$, $g = 10\ \mathrm{m/s^2}$, $q = 42\ \mathrm{MJ/Kg}$, $D = 6\ \mathrm{mg/minut}$, $\mu = 18\ \mathrm{g/mol}$, $\lambda = 2{,}5\ \mathrm{MJ/kg}$, $v = 1\ \mathrm{mm/s}$, $f = 0{,}5$ şi $n = 2$.

© Subiect propus de Prof. Butuşină Florin, Colegiul Naţional "Simion Bărnuţiu", Şimleu Silvaniei

Partea B - Focul de tabără

În cadrul unuia dintre proiectele educaționale în derulare, Mihai participă alături de colegii săi la un foc de tabără. În zona în care se face focul de tabără, atmosfera este liniştită (nu adie nici un pic de vânt şi nu sunt curenţi verticali de aer). Focul este făcut într-un loc de pe sol, special amenajat în acest scop, dar folosind lemne umede.

La $5\,m$ deasupra locului în care ard lemnele umede, temperatura fumului este de $37\,°C$. La nivelul solului presiunea atmosferică este cea normală p_0, iar temperatura aerului atmosferic este $t_{aer} = 27°C$.

Mihai îşi propune să estimeze înălţimea până la care ar putea urca, în atmosfera liniştită, coloana de fum formată. În acest scop el foloseşte o modelare foarte simplă, în care fumul este considerat un gaz ideal, cu masa molară $\mu = 29\,g \cdot mol^{-1}$ și cu exponentul adiabatic $\gamma = 1{,}4$.

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.*

Olimpiada Națională de Fizică
Vaslui 2015
Proba teoretică

X

Pentru această estimare, Mihai delimitează, printr-o frontieră imaginară, o porţiune din coloana de fum, porţiune care îşi menţine constant numărul de particule componente şi pe care o numeşte "parcela" de fum. El presupune că "parcela" de fum analizată nu schimbă căldură cu atmosfera înconjurătoare şi că în fiecare moment presiunea fumului din parcelă este egală cu presiunea atmosferei înconjurătoare. De asemenea Mihai presupune că temperatura și densitatea ρ a aerului atmosferic nu variază cu altitudinea şi că în timpul urcării parcelei analizate, coloana de fum nu se împrăştie în atmosferă. Constanta universală a gazelor este $R = 8{,}31 J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$, iar accelerația gravitațională este $g = 10\, m \cdot s^{-2}$.

Consideră un punct din coloana de fum în care presiunea este p și temperatura T.

a1. Dedu – pentru modelarea simplă propusă – o expresie care să permită determinarea presiunii suplimentare Δp a fumului, în punctul din coloana de fum, în care temperatura este mai mare cu ΔT. În expresie folosește, după caz, mărimi specificate în enunț .

a2. Scrie o relație care să permită determinarea presiunii aerului atmosferic într-un punct, ca funcție de înălțimea la care se află acest punct față de sol. În relația pe care o scrii, folosește, după caz, mărimi specificate în enunț .

b. Utilizând modelarea foarte simplă propusă de Mihai, estimează valoarea înălţimii faţă de sol până la care s-ar ridica această coloană de fum, în condiţiile specificate.

Dacă îți este necesar, ai în vedere că variația Δf a funcției $f(x) = x^n$ este $\Delta f = n \cdot x^{n-1} \cdot \Delta x$.

© Subiect propus de Prof. Dr. Delia DAVIDESCU

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.*