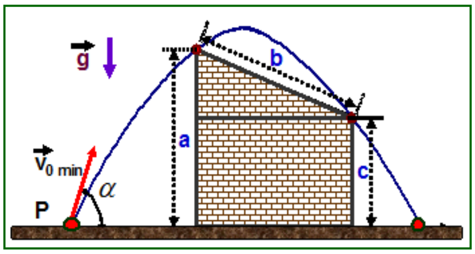
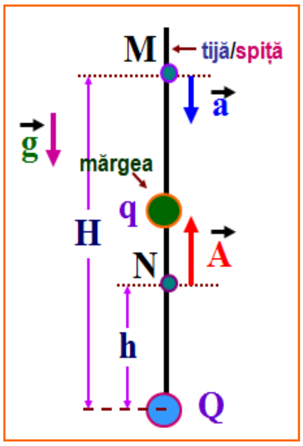
Subiectul I: Mişcări în câmpuri de forte conservative (10 puncte)

I.A. (6 puncte) Un elev aruncă de la sol o piatră (considerată punctiformă) peste o clădire cu acoperiș, a cărei secțiune în planul în care se mișcă piatra este un trapez dreptunghic (vezi *figura*). Bazele trapezului au lungimile **a** și **c**, iar latura neparalelă (nu cea care este perpendiculară pe baze) are lungimea **b**. Cu ce ***viteza inițială minimă*** $v_{0\,min.}$ trebuie lansată piatra, pentru a trece peste acoperișul înclinat? Accelerația gravitațională este **g**. Se neglijează frecarea, la mișcarea pietrei prin aer.



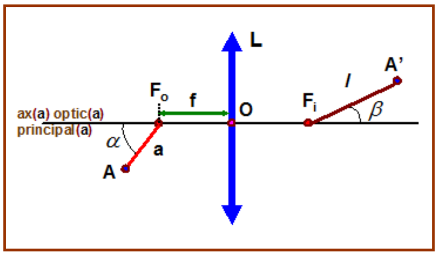
I.B. (4 puncte) La partea inferioară a unei spiţe/tije (confecţionată dintr-un material izolator din punct de vedere electric) verticale, netede, este fixată o sarcină electrică punctiformă (**Q**). Deasupra ei, în lungul spiţei, oscilează o mică mărgea încărcată electric, între punctele de întoarcere **M** şi **N** (vezi *figura alăturată)*. Determinaţi ***acceleraţia mărgelei*** în partea inferioară, în punctul **N** ($A = ?$), dacă se cunoaşte acceleraţia ei în partea superioară, a (în punctul **M**) şi acceleraţia gravitaţională locală g. Se neglijează frecările.



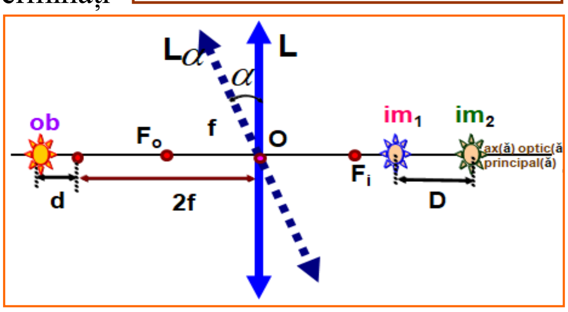
Precizări. *Expresia matematică a legii lui Coulomb de interacțiune electrică dintre două corpuri punctiforme cu sarcinile electrice* q_1 *și* q_2, *aflate la distanța* r *unul de altul este :* $F = k\dfrac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$, *unde* k *este constanta electrică a mediului în care se află sarcinile electrice în interacțiune, iar energia potențială electrostatică dintre două sarcini punctiforme este dată de relația:* $E_{pot.electr.} = k\dfrac{q_1 \cdot q_2}{r}$.

Subiectul II: Imagini în lentile subţiri (10 puncte)

II.A. (4 puncte) Considerăm punctul obiect **A,** care își formează imaginea reală în punctul **A'**, prin lentila convergentă (*vezi figura*). Se cunosc: distanța **a** de la punctul luminos **A** la focarul principal obiect al lentilei convergente, unghiul α dintre $\mathbf{AF_o}$ și axul optic principal al lentilei și distanța focală **f** a lentilei. Determinați distanța de la **A'** la focarul principal imagine $\mathbf{F_i}$ al lentilei.



II.B. (6 puncte) Un punct luminos se află pe axul optic principal al unei lentile convergente (subţiri), la distanţa d de dublul distanţei focale $2f$ a lentilei şi îşi formează imaginea în lentilă. Se roteşte apoi lentila, în



jurul centrului optic **O** cu unghiul α faţă de poziţia iniţială, în sens trigonometric (*vezi figura alăturată*). Pentru această nouă poziție, lentila formează o nouă imagine a punctului obiect respectiv. Reprezentați schematic formarea imaginilor în lentilă. Cunoscând mărimile: **distanţa focală** a lentilei f şi **unghiul** α, $\alpha \in (0^0, 60^0)$, determinaţi **distanţa** D de la ***vechea imagine*** la ***noua imagine*** formată de lentilă. *Particularizați rezultatul obținut pentru cazul* $d = 0$.

Subiectul III: Procese termodinamice generale (10 puncte)

III.A. (2,50 puncte) Într-un vas se află un volum $V_1 = 300\,\text{cm}^3$ de toluen la temperatura $t_1 = 0^oC$, iar în alt vas se află un volum $V_2 = 110\,\text{cm}^3$ de toluen la temperatura $t_2 = 100^oC$. Determinaţi ***volumul final*** de toluen, obţinut prin amestecarea celor două cantităţi de toluen menţionate. Coeficientul de dilatare în volum al toluenului este $\beta = 0{,}001(^oC^{-1})$. Se neglijează pierderile de căldură.

III.B. (2,50 puncte) Într-un calorimetru din cupru cu masa $m_1 = 1\,\text{kg}$ se află o masă $m_2 = 1\,\text{kg}$ de apă. Temperatura apei și a calorimetrului este aceeași $t_2 = 10^oC$. Se introduce în calorimetru o bucată de gheață cu masa $m_3 = 2\,\text{kg}$ și aflată la temperatura $t_3 = -10^oC$. Determinați ***starea finală a amestecului***, indicând valorile mărimilor fizice caracteristice acestei stări. Se neglijează pierderile de căldură în exterior, iar presiunea atmosferică se consideră normală. Se mai cunosc: căldura specifică a cuprului $c_1 = 380\dfrac{J}{kg\cdot K}$, căldura specifică a apei $c_2 = 4180\dfrac{J}{kg\cdot K}$, căldura specifică a gheții $c_3 = 2090\dfrac{J}{kg\cdot K}$, respectiv căldura latentă de topire a gheții $\lambda = 335\cdot 10^3\dfrac{J}{kg}$.

III.C. (5 puncte) Diverse transformări termodinamice (a+ b)

a) ***(1,50 puncte)*** O cantitate de ν moli de gaz monoatomic este încălzită cvasistatic de la temperatura T_1 până la temperatura T_2 printr-o transformare liniară de forma $p = a\cdot V$, unde a este o constantă reală pozitivă diferită de zero. Să se determine expresia căldurii absorbite de gaz în acest proces și să se exprime rezultatul în funcție de ν, de constanta universală a gazelor perfecte R și de temperaturile T_1 și T_2.

b) ***(3,50 puncte)*** O mașină termică funcționează cu un gaz considerat ideal, după un ciclu (**1** $\rightarrow$ **2** $\rightarrow$ **3** $\rightarrow$**4** $\rightarrow$**1**), format din două transformări izoterme și două transformări izobare. Cele două transformări izobare sunt **1**$\rightarrow$ **2** și **3**$\rightarrow$ **4**.

b.1. Să se reprezinte grafic ciclul de transformări în sistemul de coordonate presiune-temperatură absolută (pOT) și respectiv în sistemul de coordonate volum-temperatură absolută (VOT).

b.2. Să se determine randamentul ciclului și să se exprime rezultatul în funcție de rapoartele de compresie $\varepsilon = \dfrac{V_4}{V_1} = \dfrac{p_1}{p_4}$, $\rho = \dfrac{V_2}{V_1} = \dfrac{T_2}{T_1} = \tau$ și de exponentul adiabatic γ al gazului.

b.3. Să se calculeze randamentul ciclului Carnot corespunzător temperaturilor extreme atinse în acest ciclu termodinamic și să se arate că este mai mare decât randamentul mașinii termice.
Se cunosc: $\varepsilon = 4$, $\rho = 2$ și exponentul adiabatic al gazului $\gamma = 1{,}40$.

Subiecte propuse de:

prof. Ion **TOMA**, Colegiul Național ”*Mihai Viteazul*” din București;
prof. Dumitru **ANTONIE**, Colegiul Tehnic nr.2 din Târgu – Jiu;
prof. Marian Viorel **ANGHEL**, Liceul Teoretic ”*Petre Pandrea*” din Balș.