

Concursul de fizică "Augustin Maior", clasa a XI-a, 30 martie 2003.

I. De la distanța $d = 100 \text{ m}$ pornesc simultan unul către celălalt două corpuri de mase $m_1 = 4 \text{ kg}$ și respectiv $m_2 = 6 \text{ kg}$. Corpurile se deplasează cu frecare ($\mu = 0,2$). Știind că viteza inițială a primului corp este $v_{01} = 20 \text{ m/s}$ și că ciocnirea se produce după 4 s de la începutul mișcării corpurilor, să se afle:

- viteza inițială a celui de-al doilea corp
- viteza corpurilor după ciocnirea considerată plastică
- pierderea de energie cinetică în urma ciocnirii plastice
- spațiul parcurs de corpuri după ciocnire.

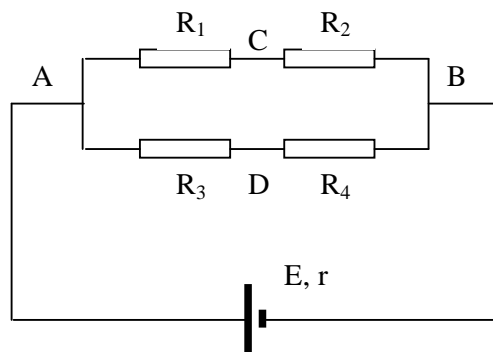
II. O sferă metalică de rază a este încărcată la potențialul electric V . Sfera se pune în contact printr-un fir metalic (cu rezistență neglijabilă) cu o altă sferă metalică de rază b . Să se calculeze:

- Sarcina electrică inițială de pe sfera cu raza a (se cunoaște ϵ_0)
- Sarcinile electrice pe cele două sfere după punerea lor în contact
- Potențialele electrice ale sferelor după punerea lor în contact
- Se taie firul și se îndepărtează sfera de rază a . Ce lucru mecanic este necesar pentru a transporta un punct material cu sarcina electrică q , de același semn cu sarcina de pe sfera de rază b , pe direcția razei acesteia, de la distanța $3b$ la distanța $2b$?

Observație: rezultatele se vor exprima în funcție de datele inițiale ale problemei.

III. O baterie cu t.e.m. $E = 12\text{V}$ și rezistența internă $r = 2\Omega$, alimentează circuitul din figură, format din patru rezistori având rezistențele: $R_1 = 2\Omega$; $R_2 = 4\Omega$; $R_3 = 2\Omega$ și $R_4 = 10\Omega$. Se cer:

- Intensitățile curenților prin fiecare ramură a circuitului
- Dacă valorile rezistențelor R_1, R_2 și R_3 se păstrează constante, pentru ce valoare a rezistenței rezistorului R_4 puterea debitată în circuitul exterior este maximă?
- Se înlocuiește R_4 cu un condensator cu capacitatea $C = 10\mu\text{F}$. Cu ce sarcina electrică se încarcă condensatorul?.
- Care este intensitatea curentului din circuitul principal dacă punctele C și D se unesc printr-un conductor cu rezistența neglijabilă?



IV. Un gaz perfect monoatomic cu masa m și masa molară μ are în starea inițială 1, presiunea p_1 și temperatura T_1 . El suferă următoarele transformări : 1- 2 izocoră cu $p_2 = 2p_1$; 2-3 izotermă și 3-1 izobară.

- Reprezentați grafic în coordonate (p, V) transformările de mai sus
- Calculați temperatura T_2 și volumul V_3
- Găsiți numărul de molecule și raportul vitezelor pătratice medii din stările 1 și 2
- Dacă transformarea 2-3 este adiabatică, calculați volumul V_3' și exponentul adiabatic γ .

Pentru gazul monoatomic avem $C_v = 3R/2$. Se cunoaște numărul lui Avogadro N_A .

Observație: rezultatele se vor exprima în funcție de datele inițiale ale problemei.

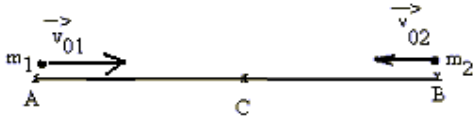
V.

a) Scrieți expresia legii atracției universale și specificați semnificațiile fizice și unitățile de măsură ale mărimilor care intervin.

b) Enunțați principiului I al termodinamicii și scrieți expresia sa matematică, specificând semnificațiile fizice și unitățile de măsură ale mărimilor care intervin în ea.

Barem de corectare, clasa a XI-a

I.



a) Fie C punctul de întâlnire a celor 2 corpuri.

Timpul de întâlnire $\tau = 4\text{s}$

$$a_1 = a_2 = \mu g = 2 \text{ m/s}^2$$

$$AC = d_1 = v_{01}\tau - \mu g\tau^2 / 2$$

$$BC = d_2 = v_{02}\tau - \mu g\tau^2 / 2$$

$$d = d_1 + d_2 = (v_{01} + v_{02})\tau - \mu g\tau^2$$

$$v_{02} = 13 \text{ m/s}$$

5p

b) $m_1v_1 - m_2v_2 = (m_1 + m_2)v$

$$v_1 = v_{01} - a\tau = 12 \text{ m/s}$$

$$v = 1,8 \text{ m/s}$$

5p

c) $\Delta E_c = m_1v_1^2 / 2 + m_2v_2^2 / 2 - (m_1 + m_2)v^2 / 2 = 346,8 \text{ J}$

5p

d) $S_{op} = v^2 / 2a = 0,81 \text{ m}$

5p

II.

a) $V = Q/(4\pi\epsilon_0 a)$; $Q = 4\pi\epsilon_0 aV$

5p

b) $Q = Q_a + Q_b$; $V_a = V_b$;

$$Q_a = aQ/(a+b) = 4\pi\epsilon_0 V \cdot a^2/(a+b)$$

$$Q_b = bQ/(a+b) = 4\pi\epsilon_0 V \cdot ab/(a+b)$$

5p

c) $V_a = Q_a/(4\pi\epsilon_0 a)$; $V_a = V \cdot a/(a+b)$

$$V_b = Q_b/(4\pi\epsilon_0 b)$$
; $V_b = V \cdot a/(a+b)$

5p

d) $L = q (V_2 - V_1) = q \left(\frac{Q_b}{4\pi\epsilon_0 \cdot 2b} - \frac{Q_b}{4\pi\epsilon_0 \cdot 3b} \right)$

5p

$$L = \frac{1}{6} \frac{qVa}{a+b}$$

III.

a) $R_{AB} = \frac{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = 4\Omega$; $I = \frac{E}{R_{AB} + r} = 2\text{A}$

$U_{AB} = I R_{AB} = 8 \text{ V}$; $I_1 = \frac{U_{AB}}{R_1 + R_2} = 1,33\text{A}$; $I_2 = \frac{U_{AB}}{R_3 + R_4} = 0,67\text{A}$

5p

b) Puterea este maximă când rezistența circuitului exterior este egală cu rezistența internă a sursei:

$$\frac{(R_1 + R_2)(R_3 + x)}{R_1 + R_2 + R_3 + x} = r$$
; rezultă : $x = 1 \Omega$

5p

$$c) R'_{AB} = R_1 + R_2 = 6\Omega; I' = \frac{E}{R'_{AB} + r} = 1,5A$$

$$U'_{AB} = I' R'_{AB} = 9V$$

$$\text{Tensiunea pe condensator va fi: } U'_{AB} = 9V; Q = C U'_{AB} = 9 \cdot 10^{-5} C$$

5p

$$d) R_1 \text{ în paralel cu } R_3; R_{13} = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} = 1\Omega$$

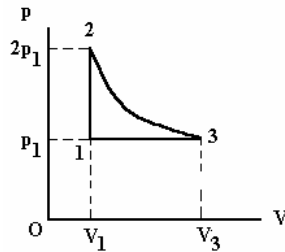
$$R_2 \text{ în paralel cu } R_4; R_{24} = \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} = \frac{20}{7}\Omega$$

5p

$$R''_{AB} = R_{13} + R_{24} = \frac{27}{7}\Omega; I'' = \frac{E}{R''_{AB} + r} = \frac{84}{41}A = 2,05A$$

IV.

a)



5p

$$b) p_1/T_1 = p_2/T_2 \\ p_2 = 2p_1, T_2 = 2T_1$$

5p

$$p_2 V_2 = p_3 V_3 \\ p_3 = p_1, p_2 = 2p_1, V_3 = 2V_1$$

$$c) v = m/\mu = N/N_A, N = m N_A / \mu$$

$$\langle v^2 \rangle = 3RT/\mu R$$

$$\langle v_2^2 \rangle / \langle v_1^2 \rangle = T_2/T_1 = 2$$

5p

$$d) p_2 V_2^\gamma = p_3 V_3^\gamma;$$

$$p_2 = 2p_1; V_2 = V_1; p_3 = p_1$$

5p

$$V_3 = V_1 \cdot 2^{1/\gamma} \quad \text{unde } V_1 = \frac{m}{\mu} \cdot \frac{RT_1}{p_1}$$

$$\gamma = C_p/C_v; C_p = C_v + R; \gamma = 5/3$$

V.

a)

5p

b)

5p

T O T A L 90p + 10p din oficiu = 100p