

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛНО ПРОЛЕТНО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА

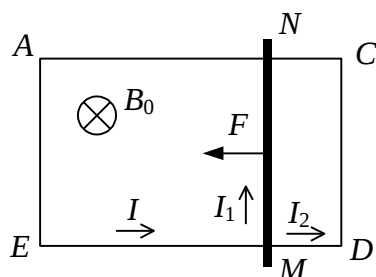
18 –19 март 2006 г., гр. Пловдив

Тема за 11. – 12. клас

Решения и указания за оценяване

Задача 1. Нека индукцията на магнитното поле е достигнала стойност B . Тогава магнитният поток през площта, оградена от контура $AEMN$ е

$$\Phi_1 = \frac{3}{4} a^2 B, \quad (0,5 \text{ т.})$$



фиг. 1

а магнитният поток през площта, оградена от контура $MDCN$ –

$$\Phi_2 = \frac{1}{4} a^2 B. \quad (0,5 \text{ т.})$$

Индукцираното напрежение в първия контур е

$$\varepsilon_1 = -\frac{\Delta\Phi_1}{\Delta t} = -\frac{3}{4} a^2 \frac{\Delta B}{\Delta t}, \quad (0,5 \text{ т.})$$

а във втория –

$$\varepsilon_2 = -\frac{\Delta\Phi_2}{\Delta t} = -\frac{1}{4} a^2 \frac{\Delta B}{\Delta t}. \quad (0,5 \text{ т.})$$

В контурите възникват токове I , I_1 и I_2 , които съгласно със закона на Ом удовлетворяват следните равенства

$$\varepsilon_1 = I\rho \frac{5a}{2S} + I_1\rho \frac{a}{S}, \quad (0,5 \text{ т.})$$

$$\varepsilon_2 = I_2\rho \frac{3a}{2S} - I_1\rho \frac{a}{S}. \quad (0,5 \text{ т.})$$

Те са свързани помежду си със съотношението

$$I = I_1 + I_2. \quad (0,5 \text{ т.})$$

Съвместното решаване на тези уравнения дава

$$I_1 = -\frac{2}{31} \frac{aS}{\rho} \frac{\Delta B}{\Delta t}. \quad (1 \text{ т.})$$

Съгласно със закона на Ампер върху проводника MN ще действа сила

$$F = BI_1 a = -\frac{2}{31} \frac{a^2 S}{\rho} B \frac{\Delta B}{\Delta t} = -\frac{a^2 S}{31\rho} \frac{\Delta(B^2)}{\Delta t}. \quad (1 \text{ т.})$$

Тази сила води до изменение на импулса на проводника

$$F\Delta t = m\Delta v, \quad (1 \text{ т.})$$

откъдето намираме

$$\Delta v = -\frac{a^2 S}{31m\rho} \Delta(B^2). \quad (1 \text{ т.})$$

При пълното изключване на магнитното поле имаме

$$\Delta(B^2) = 0 - B_0^2, \quad \Delta v = v - 0. \quad (0,5 \text{ т.})$$

Достигнатата от проводника скорост ще бъде

$$v = \frac{a^2 S}{31m\rho} B_0^2 \approx 1 \text{ cm/s}. \quad (2 \text{ т.})$$

Задача 2. а) Масата на тялото, което извършва хармонично трептене е $M = 2m$.

Следователно

$$v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{2m}} \approx 1,6 \text{ Hz}, \quad (1 \text{ т.})$$

$$T = \frac{1}{v} = 2\pi \sqrt{\frac{2m}{k}} \approx 0,63 \text{ s}. \quad (1 \text{ т.})$$

б) Равновесното положение се намира на разстояние $x_0 = \frac{mg}{k} \approx 5 \text{ cm}$ (0,5 т.) под

първоначалното положение на горното трупче. От закона за запазване на енергията при хармонично трептене имаме

$$\frac{2mu^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2} = \frac{kA^2}{2}. \quad (1 \text{ т.})$$

Скоростта u ще намерим като отчетем, че ударът между падащото тяло и горното трупче е абсолютно нееластичен, т.е.

$$mv = 2mu. \quad (1 \text{ т.})$$

От друга страна имаме

$$v = \sqrt{2gh}, \quad (0,5 \text{ т.})$$

откъдето намираме

$$A = \sqrt{x_0^2 + \frac{mgh}{k}} = \sqrt{x_0^2 + x_0 h} \approx 11,2 \text{ cm}. \quad (1 \text{ т.})$$

в) Максималната височина d на издигане над първоначалното положение е

$$d = A - x_0 = 6,2 \text{ cm}. \quad (1 \text{ т.})$$

г) Минималната височина H се определя от условието при максимално разтягане на пружината тя да действа на долното трупче със сила $F = kx_0$ (1 т.).

Това се получава при амплитуда на трептене $A = 3x_0$ (1 т.), откъдето следва

$$H = \frac{8mg}{k} = 40 \text{ cm.} \quad (1 \text{ т.})$$

Задача 3. А. Топчето се наелектризира поради фотоефект ($h\nu > A$). Тогава имаме

$$h\nu = A + \frac{mv_{\text{max}}^2}{2}, \quad v = \frac{c}{\lambda}. \quad (1 \text{ т.})$$

Топчето ще се наелектризира докато

$$e\varphi_m = \frac{mv_{\text{max}}^2}{2}. \quad (1 \text{ т.})$$

Следователно получаваме

$$\varphi_m = \frac{1}{e} \left(\frac{hc}{\lambda} - A \right) \approx 1,75 \text{ V.} \quad (2 \text{ т.})$$

Б. Съгласно със закона за радиоактивно разпадане

$$N_1(t) = N_0 2^{-\frac{t}{\tau_1}}, \quad N_2(t) = N_0 2^{-\frac{t}{\tau_2}}. \quad (1 \text{ т.})$$

От друга страна имаме

$$\eta_1 = \frac{N_1}{N_1 + N_2}, \quad \eta_2 = \frac{N_2}{N_1 + N_2}. \quad (1 \text{ т.})$$

Тогава можем да запишем

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{N_1(t)}{N_2(t)} = 2^{t \left(\frac{1}{\tau_2} - \frac{1}{\tau_1} \right)}, \quad (2 \text{ т.})$$

откъдето получаваме след логаритмуване

$$t = \frac{\ln(\eta_1 / \eta_2)}{\ln 2} \cdot \frac{\tau_1 \tau_2}{\tau_1 - \tau_2} \approx 6.10^9 \text{ години.} \quad (2 \text{ т.})$$

Забележка. Крайният резултат може да бъде записан и чрез логаритъм, взет при друга основа – 2 или 10.