

Решения и указания
 към темата за 9. клас

Задача. 1. А) На балона действат три сили (вж. фигурата):

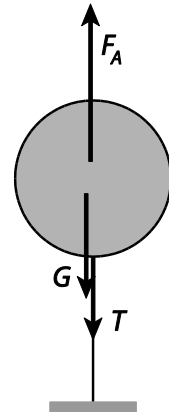
силата на тежестта $G = (\rho_e V + m)g$ 1 точка

изтласкващата (архимедова) сила на въздуха $F_A = \rho_e Vg$ 1 точка

и силата на опъване на въжето T . От условието за равновесие на балона $G + T = F_A$ определяме силата $T = F_A - G = [(\rho_e - \rho_e)V - m]g$ 1 точка

Б) Равнодействащата сила, под действие на която балонът се издига с ускорение, е

$$F = F_A - G - F_c \dots\dots 1 \text{ точка} \quad F = \rho_e Vg - (\rho_e V + m)g - \frac{1}{2} \rho_v C S v^2 \dots\dots 1 \text{ точка}$$



Балонът се движи ускорително и скоростта му нараства. Заедно със скоростта нараства и силата на съпротивление на въздуха, а равнодействащата сила и ускорението на балона намаляват. Когато равнодействащата сила стане нула ускорението също е нула и скоростта престава да расте – тя достига своята максимална (постоянна) стойност, която определяме от условието $F = 0$ 1 точка

$$v^2 = \frac{2g[(\rho_e - \rho_e)V - m]}{\rho_e C S} \dots\dots 1 \text{ точка}$$

В) В горната формула полагаме $m = 0$, $C = \frac{1}{2}$, $S = \pi r^2$ и $V = \frac{4}{3} \pi r^3$ 1 точка

$$\text{и получаваме } v^2 = \frac{16}{3} rg \left(1 - \frac{\rho_e}{\rho_e} \right) \dots\dots 1 \text{ точка} \quad v = 3,6 \text{ m/s} \dots\dots 1 \text{ точка}$$

Задача 2. Част 1. Когато ключът К е отворен, отделената във външната част на веригата

$$\text{мощност е } P_1 = I^2 R_1 = \frac{\varepsilon^2 R_1}{(R_1 + r)^2} \dots\dots 1 \text{ точка.}$$

Еквивалентното съпротивление на двата успоредно свързани консуматора е

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 1,5 \Omega \dots\dots 1 \text{ точка.}$$

Отделената във външната част на веригата мощност при затворен ключ е

$$P_2 = I^2 R = \frac{\varepsilon^2 R}{(R + r)^2} \dots\dots 1 \text{ точка}$$

Приравняваме двете мощности, коренуваме двете страни на полученото равенство

$$\frac{\sqrt{R}}{(R+r)} = \frac{\sqrt{R}}{(R+r)}$$

и определяме вътрешното съпротивление на източника

$$r = \sqrt{RR} = 3 \Omega \dots\dots\dots 2 \text{ точки}$$

Част 2. А) Непосредствено след затварянето на ключа кондензаторът не е зареден,

а токът във веригата е $I = \frac{\varepsilon}{(R+r)}$ 0,5 точки

След това кондензаторът започва да се зарежда, а токът намалява..... 0,5 точки

Токът става равен на нула ($I = 0$), когато кондензаторът се зареди напълно.

Напрежението на заредения кондензатор е $U = \varepsilon$ 0,5 точки

Б) От закона за запазване на енергията следва равенството

$$\varepsilon q = \frac{q^2}{2C} + Q, \dots\dots\dots 1 \text{ точка}$$

където q е зарядът, преминал през източника при зареждането на кондензатора, εq е енергията, която се черпи от източника, $q^2/2C$ е енергията на заредения кондензатор, а Q – отделеното количество топлина. Заместваме $q = C\varepsilon$ и изразяваме отделеното

количество топлина $Q = \frac{C\varepsilon^2}{2}$ 1 точка

Да означим с Q_1 количеството топлина, което се отделя в източника,

а с Q_2 – в резистора (във външната част на веригата): $Q = Q_1 + Q_2$ 0,5 точки

Във всеки момент през източника и резистора тече един и същ ток. Затова

отделените в тях количества топлина са пропорционални на съпротивлението

съответно на източника и на резистора ($Q_1 = kr$ и $Q_2 = kR$).

Следователно $Q_1/Q_2 = r/R$ или $Q_2 = \frac{R}{R+r} Q = \frac{RC\varepsilon^2}{2(R+r)}$ 1 точка

Задача 3. А) Електроните извършват едновременно две движения: равномерно движение по оста на кондензатора и равноускорително движение в перпендикулярно

направление. За времето $t = \frac{L}{v}$, 0,5 точки

за което електроните преминават през кондензатора, те се отклоняват към

положителния електрод на разстояние $y = \frac{at^2}{2}$ 0,5 точки

Електроните ще преминат през кондензатора, ако $y < d/2$ 0,5 точки

Ускорението на всеки електрон е $a = \frac{eE}{m}$, 0,5 точки

където E е интензитетът на електричното поле в кондензатора.

Приемаме това поле за еднородно и, като използваме връзката $E = \frac{U}{d}$,

за ускорението получаваме $a = \frac{eU}{md}$ 0,5 точки

След заместване на a и t в неравенството $y < d/2$ получаваме условието, при което електроните ще преминат през кондензатора:

$$U < \frac{mv^2}{e} \left(\frac{d}{L} \right)^2 \dots\dots\dots 1 \text{ точка} \quad U < 14,6 \text{ V} \dots\dots\dots 0,5 \text{ точки}$$

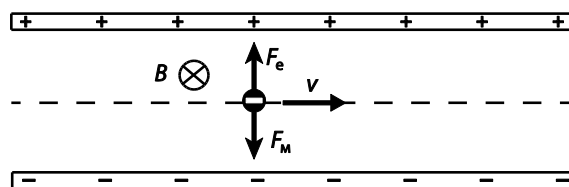
Б) При преминаване на електрон през кондензатора електричните сили извършват положителна работа $A = eEy = e \frac{U}{d} y$ и кинетичната енергия на електрона нараства с

$$\Delta E_k = A = e \frac{U}{d} y \dots\dots\dots 1 \text{ точка}$$

Това нарастване е максимално при най-голямата стойност на напрежението, при която електроните преминават през кондензатора, т.е. при $U = \frac{mv^2}{e} \left(\frac{d}{L} \right)^2$. Тогава $y = d/2$ и

$$\Delta E_{k\max} = \frac{mv^2}{2} \left(\frac{d}{L} \right)^2 = 0,01 \frac{mv^2}{2}, \text{ т.е. кинетичната енергия нараства с } 1 \% \dots\dots\dots 1 \text{ точка}$$

В) Магнитната индукция трябва да е насочена така, че магнитната сила \vec{F}_M да уравновесява електричната сила \vec{F}_e (вж. чертежа) 0,5 точки



По правилото на дясната ръка определяме, че магнитната индукция е насочена навътре към чертежа, перпендикулярно на неговата равнина 1 точка

От равенството $evB = eE$ определяме $B = \frac{E}{v} = \frac{U}{vd}$ 0,5 точки

Като отчетем, че $U = \frac{Q}{C}$ 0,5 точки

и $C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$ (капацитет на плосък кондензатор), 0,5 точки

за магнитната индукция получаваме $B = \frac{Q}{\epsilon_0 Sv}$ 0,5 точки; $B = 0,28 \text{ T}$ 0,5 точки