Решение заданий предварительного этапа 2015 – 2016 уч. г.

Межрегиональная отраслевая олимпиада по физике «Паруса надежды» 2015 – 2016 уч.г.
Отборочный этап

Решения. Вариант 1

1. $\omega = \dfrac{\upsilon}{r}$, $r = \sqrt{\dfrac{\Delta S}{\pi}}$, $\Delta S = \pi R^2 - (\upsilon t)d \Rightarrow r = \sqrt{\dfrac{\pi R^2 - (\upsilon t)d}{\pi}}$. $\omega = \dfrac{\upsilon\sqrt{\pi}}{\sqrt{\pi R^2 - \upsilon t d}} =$

$$= \frac{20\cdot\sqrt{3.14}}{\sqrt{3{,}14\cdot(0.5)^2 - 20\cdot 10\cdot 0.4\cdot 10^{-3}}} = 42.1 p/c;$$

2. $mgh = \dfrac{kA^2}{2}$; $A = \sqrt{\dfrac{2mgh}{k}}$. $A = \sqrt{\dfrac{2\cdot 0.5\cdot 10^{-3}\cdot 1}{10}} = 0.1 м$

3. $PSh = \dfrac{m_1}{\mu}RT$, $P = P_0 + \dfrac{m_2 g}{S}$ $\qquad h = \dfrac{m_1 RT}{\mu(P_0 S + m_2 g)} = 1{,}96 м;$

4. $Q_1 = C_1 U_1$, $Q_2 = C_2 U_2$,

$Q_1 + Q_2 = q_1 + q_2$, $u = \dfrac{(q_1 + q_2)}{C_1 + C_2} = \dfrac{Q_1 + Q_2}{C_1 + C_2} = \dfrac{C_1 u_1 + C_2 u_2}{C_1 + C_2}$,

$w = \dfrac{u^2}{2}(C_1 + C_2) = \dfrac{(C_1 u_1 + C_2 u_2)^2}{2(C_1 + C_2)} = 4{,}2\cdot 10^{-6}$ *Дж*

w=4,2 кДж

5. $I_1 = I_2 = I$, $P = I^2 R_1$, $U = I(R_1 + R_2)$, $R_2 = U\sqrt{\dfrac{R_1}{P}} - R_1 = 200\sqrt{\dfrac{2\cdot 10^3}{5}} - 2\cdot 10^3 = 2\cdot 10^3\, Ом = 2 кОм$

6. $Q = I\,\Delta t$, $I = \dfrac{E_i}{R}$, $E_i = \dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t}$, $\qquad \Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = B(S_2 - S_1)\cdot\cos\alpha$; $Q = \dfrac{\Delta\Phi}{R}$

$S_1 = a^2$, $S_2 = \pi r^2$, $2\pi r = 4a$; $r = \dfrac{2a}{\pi}$, $S_2 = \dfrac{4a^2}{\pi}$; $\Delta\Phi = B(\dfrac{4a^2}{\pi} - a^2)\cdot\cos\alpha = B\,a^2(\dfrac{4}{\pi} - 1)\cdot\cos\alpha$;

$Q = \dfrac{Ba^2(\frac{4}{\pi} - 1)\cos\alpha}{R}$; $Q = \dfrac{Ba^2(4-\pi)\cos\alpha}{\pi R}$; $Q = \dfrac{10^{-3}\cdot 4\cdot 10^{-4}(4 - 3.14)0.5}{3.14\cdot 10}; = 5.5\cdot 10^{-9}\, Кл = 5{,}5$ нКл

7. $\dfrac{\sin\alpha}{\sin\beta_{12}} = \dfrac{n_2}{n_1}$, $\dfrac{\sin\alpha}{\sin\beta_{13}} = \dfrac{n_3}{n_1}$, $\dfrac{\sin\alpha_{np}}{\sin 90^0} = \dfrac{n_2}{n_3}$, $\dfrac{n_2}{n_3} = \dfrac{\sin\beta_{13}}{\sin\beta_{12}} = \dfrac{1\cdot 2}{2\cdot\sqrt{2}}$ $\quad \alpha_{np} = \arcsin\dfrac{1}{\sqrt{2}} = 45^0$

8. $W = kIU = n_\phi h\nu = \dfrac{n_\phi hc}{\lambda}$ $\qquad n_\phi = \dfrac{kIU\lambda}{hc} \approx 54\cdot 10^{17}\, c^{-1}$ Ответ $n_ф = 54$

9. При нагревании газа под поршнем происходят два процесса: изохорное нагревание и изобарное расширение. Напишем уравнение Менделеева-Клапейрона для изохорного нагревания:

$$\begin{cases} PV = \nu RT \\ (P + \Delta P)V = \nu R(T + \Delta T) \end{cases}$$

$$\frac{P + \Delta P}{P} = \frac{T + \Delta T}{T}$$

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{\Delta T}{T}$$

$$\Delta P = \frac{mg}{s}$$

$\Delta T = 30\ K$

Для изобарного расширения:

$$(P + \Delta P)V_1 = \nu R(T + \Delta T)$$

$$(P + \Delta P)2V_1 = T_k$$

Подставим исходные данные в вышеуказанные формулы и получим следующий результат:

$T_k = 660\ K$

Межрегиональная отраслевая олимпиада по физике «Паруса надежды» 2015 – 2016 уч.г.
Отборочный этап

Решения. Вариант 2

1. h= $V_O \sin\alpha\ t_1 - g\dfrac{t_1^{\,2}}{2}$, h= $V_O \sin\alpha\ t_2 - g\dfrac{t_2^{\,2}}{2}$, $V_O \sin\alpha\,(t_1 - t_2) = g\dfrac{(t_1^{\,2} - t_2^{\,2})}{2}$,

$V_O = g\dfrac{(t_1 + t_2)}{2\sin\alpha}$ =40 м/с.

2. $A = F\cdot l \Rightarrow A = n\dfrac{m\upsilon^2}{2}$; $n\dfrac{m\upsilon^2}{2} = F\cdot l$; $F = n\dfrac{mv^2}{2l}$ F =625 Н.

3. $p_1 V_1 = RT_1$, $p_2 V_2 = RT_2 \Rightarrow A = p_2(V_2 - V_1) \Rightarrow A = \dfrac{3RT_1}{4} = 2{,}5$ кДж.

4. Капли движутся в электрическом поле в противоположных направлениях, значит они имеют заряды противоположных знаков. Абсолютные величины зарядов капель равны q_1 и q_2 На капли действуют силы со стороны электрического поля $F_1 = q_1E$ и $F_2 = q_2E$, где E – напряжённость электрического поля. Уравнения движения капель имеют вид:

$$q_1E - mg = ma_1$$
$$q_2E + mg = ma_2$$

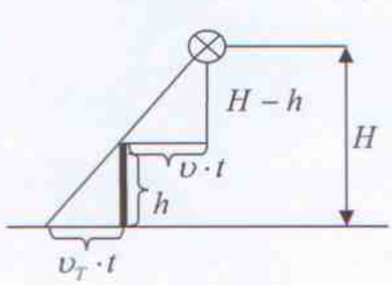
Заряд образовавшейся капли равен $q = q_2 - q_1$, масса равна $2m$. Уравнение движения капли:

$$qE + 2mg = 2ma$$

Решая систему уравнений, получим: $a = \dfrac{a_2 - a_1}{2}$

Ответ: 0,3 м/с^2

5. $\eta_1 = \dfrac{U_1}{\varepsilon} = \dfrac{I_1R_1}{\varepsilon} = \dfrac{R_1}{R_1 + r}$, $\eta_2 = \dfrac{R_2}{R_2 + r}$, $r = \dfrac{R_1R_2}{R_2 - 2R_1} = 7$ Ом $r = 7$ Ом.

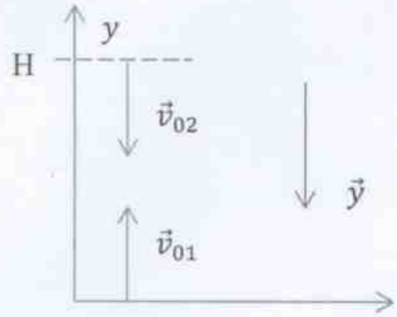


6. $q = \varepsilon\cdot c$, $\varepsilon = \left|\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \left|\dfrac{\Delta B}{\Delta t}\right|S$; $q = \dfrac{\Delta B}{\Delta t}S\cdot c =$ 0,50 пКл.

7. $l_T = \upsilon_T\cdot t$, $\dfrac{H-h}{\upsilon\cdot t} = \dfrac{h}{\upsilon_T\cdot t}$; $\upsilon_T = \dfrac{\upsilon\cdot h}{H-h} = 1{,}25$ м/с.

8. $N(\dfrac{hc}{\lambda})\cdot t = Cm\Delta T$ $\lambda = \dfrac{chNt}{mC\Delta T} = 425{,}6 \cong 426$ нм.

9. Введем систему координат: ось оу направим вертикально вверх.



Уравнение движения 1 и 2 шарика

$$y_1 = v_{01}t - \frac{gt^2}{2}$$

$$y_2 = H - v_{02}(t - \Delta t) - \frac{g(t - \Delta t)^2}{2}$$

Условия встречи: $y_1 = y_2$.

Приравниваем, решаем и находим $t_{\text{вст}} = 1{,}25\ c$.

Находим скорость 1 шарика через время t:

$$v_1 = v_{01} - gt_{\text{вст}}, \quad v_1 = 7{,}5\ \text{м}/c$$

Второго шарика:

$$v_2 = -v_{02} - gt_{\text{вст}}, \quad v_2 = 12{,}5\ \text{м}/c$$

Закон сохранения импульса для абсолютно неупругих взаимодействий:

$$m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = 2m\vec{U}$$

Откуда находим $U = 2{,}5\ \text{м}/c$