Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

1

ШИФР	ф11-142

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по физике
(наименование дисциплины)

Фамилия ЛАБАШКИН

Имя ГЛЕБ

Отчество АЛЕКСАНДРОВИЧ

Учебное заведение Школа-лицей № 35

Класс 11

Итоговый балл 37 ____________

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-14

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

3. Дано:

Q, R, v_0, m, q

$Q_\Sigma = 0$ – суммарный заряд

$\rho_1 = \rho_2$ – объёмные плотности заряда

Найти:

v_{min}, v_{max}

Решение:

Поскольку $Q_\Sigma = 0 \Rightarrow$ шар и сфера имеют равный по модулю заряд Q, а т.к. $\rho_1 = \rho_2 \Rightarrow$ их объёмы равны:

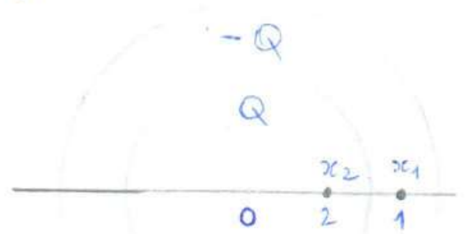
Пусть r – толщина сферы, тогда:

$$\frac{4}{3}\pi(r+R)^3 - \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi R^3$$

$$(r+R)^3 = 2R^3$$

$$r = R(\sqrt[3]{2}-1)$$

Направим ось Ox через канал, взяв O в центре шара.



$\vec{v}_0$ направлена против положительного направления x.

Пусть x_1 – координата тела в точке x_1.

Тогда в данной точке на тело действует суммарная сила:

$$F_{\Sigma_1} = \frac{kQq}{x_1^2} - \frac{kQq\alpha_1}{x_1^2} = \frac{kQq}{x_1^2}(1-\alpha_1)$$, где α_1 – часть заряда сферы оказывающая действие на тело.

$$\alpha_1 = \frac{\frac{4}{3}\pi x_1^3 - \frac{4}{3}\pi R^3}{(\frac{4}{3}\pi(r+R)^3) - (\frac{4}{3}\pi R^3)} = \frac{x_1^3 - R^3}{(r+R)^3 - R^3} = \frac{x_1^3 - R^3}{R^3} = \left(\frac{x_1^3}{R^3} - 1\right)$$, значит:

$$F_{\Sigma_1} = \frac{kQq}{x_1^2}\left(2 - \frac{x_1^3}{R^3}\right)$$ – сила, действующая на тело, летящее сквозь сферу

$$F_{\Sigma_2} = \frac{\alpha_2 kQq}{x_2^2}$$, где α_2 – часть заряда шара, оказывающая действие на тело

$$\alpha_2 = \frac{\frac{4}{3}\pi x_2^3}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{x_2^3}{R^3} \Rightarrow F_{\Sigma_2} = \frac{x_2 kQq}{R^3}$$ – сила, действующая на тело внутри шара

Если Q и q имеют одинаковый знак $\Rightarrow v_{max} = v_0$, v_{min} – в центре системы

иначе наоборот.

1	2	3	4	5	Σ
5	5	11	7	9	37

Лист № 1

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физика», 11 класс,

вариант ________

Найдём изменение энергии тела при пролёте через сферу:

$$\Delta W_1 = -\int_R^{R+r} F_{\Sigma 1}\, dx_1 = -\int_R^{R+r}\left(\frac{2kQq}{x_1^2} - \frac{kqQx_1}{R^3}\right)dx_1 = +\frac{kQq\,x_1^2}{2R^3} + \frac{2kQq}{x_1}\Bigg|_R^{R+r} =$$

$$= +kQq\left(\frac{x_1^2}{2R^3} + \frac{2}{x_1}\right)\Bigg|_R^{R+r} = -\left[-kQq\left(\frac{(\sqrt[3]{2})^2}{2R} + \frac{2}{\sqrt[3]{2}R}\right) + kQq\left(\frac{1}{2R} + \frac{2}{R}\right)\right] =$$

$$= -\frac{kQq}{R}\left(\frac{5}{2} - \frac{(\sqrt[3]{2})^2}{2} - \frac{2}{\sqrt[3]{2}}\right) = \frac{kQq}{R}\left(\frac{2}{\sqrt[3]{2}} + \frac{(\sqrt[3]{2})^2 - 5}{2}\right)$$

Соответственно найдём ΔW_2 - изменение энергии тела в шаре:

$$\Delta W_2 = -\int_0^R F_{\Sigma 2}\, dx_2 = -\int_0^R \frac{kQq}{R^3} x_2\, dx_2 = -\frac{kQq\, x_2^2}{2R_3}\Bigg|_0^R = -\frac{kQq}{2R}$$

Перед интегралами поставлен знак минуса ввиду того, что при вылете для Q и q одинаковых знаков энергия будет уменьшаться.

$$\Delta W = \Delta W_1 + \Delta W_2 = \frac{kQq}{R}\left(\frac{2}{\sqrt[3]{2}} + \frac{(\sqrt[3]{2})^2 - 6}{2}\right) = \frac{kQq}{R}\left((2)^{\frac{2}{3}} + (2)^{-\frac{1}{3}} - 3\right) =$$

$$= \frac{kQq}{R}\left(\frac{3}{\sqrt[3]{2}} - 3\right) = \frac{3kQq}{R}\left(\frac{1}{\sqrt[3]{2}} - 1\right)$$

v_1 - скорость в центре

$$\frac{mv_1^2}{2} = \Delta W + \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow v_1^2 = \frac{2\Delta W}{m} + v_0^2 \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{6kQq}{mR}\left(\frac{1}{\sqrt[3]{2}} - 1\right) + v_0^2}$$

Ответ:
$$\left[\begin{array}{l} v_{max} = v_0,\ v_{min} = \sqrt{v_0^2 + \frac{6kQq}{mR}\left(\frac{1}{\sqrt[3]{2}} - 1\right)},\quad \frac{Q}{q} > 0 \\ v_{min} = v_0,\ v_{max} = \sqrt{v_0^2 + \frac{6kQq}{mR}\left(\frac{1}{\sqrt[3]{2}} - 1\right)},\quad \frac{Q}{q} < 0 \end{array}\right.$$

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

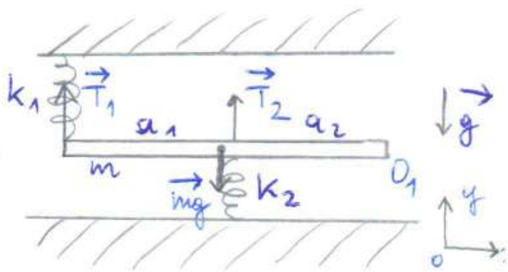
вариант ________

5. Дано: $k_1 < k_2$
k_1, k_2, a_1, a_2, g, m
Найти:
$\frac{a_1}{a_2} = \alpha$

Решение:

Силы упругости обозначим как T_1 и T_2.

Условие отсутствия деформации при свободном падении говорит нам о том, что в состоянии покоя пружина k_1 будет растянута, а k_2 сжата.



Условия покоя: $\sum \vec{F} = 0$, $\sum \vec{M} = 0$:

$$\begin{cases} mg = T_1 + T_2 \\ mg\frac{a_1+a_2}{2} = T_2 a_2 + T_1(a_1+a_2) \end{cases}$$

– т.к. брусок параллелен стенкам, на Ox проекций не будет
– рассматриваем моменты сил относительно точки O_1

Очевидно, $x_1 = x_2 = x \Rightarrow T_1 = k_1 x$, $T_2 = k_2 x$

$$\begin{cases} mg = (k_1+k_2)x \\ mg\frac{a_1+a_2}{2} = x(k_2 a_2 + k_1(a_2+a_1)) \end{cases} \Rightarrow x = \frac{mg}{k_1+k_2}$$

– подставим во второе уравнение системы

$$mg\frac{a_1+a_2}{2} = \frac{k_2 a_2 + k_1(a_2+a_1)}{k_1+k_2} mg$$

$$(k_2+k_1)(a_1+a_2) = 2(k_2 a_2 + k_1(a_2+a_1))$$

$$k_1 a_1 + k_2 a_2 + k_2 a_1 + k_1 a_2 = 2k_2 a_2 + 2k_1 a_2 + 2k_1 a_1$$

$$a_2(k_1+k_2) = a_1(k_2-k_1)$$

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{k_1+k_2}{k_2-k_1}$$

Ответ: $\frac{a_1}{a_2} = \frac{k_1+k_2}{k_2-k_1}$

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике**», **11** класс,**

вариант ________

2. Дано:
$I_1 = 1A$
$I_2 = 8A$
Найти:
I_3

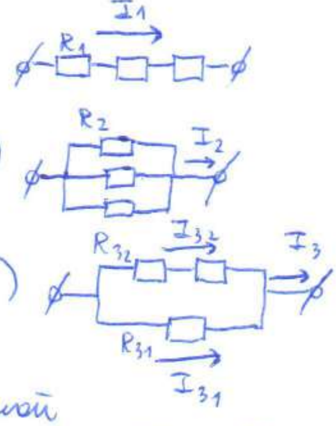
Решение:

Запишем закон Кирхгофа:

$$\begin{cases} \mathcal{E} = 3I_1R_1 \\ \mathcal{E} = I_2\frac{R_2}{3} \\ \mathcal{E} = I_3\frac{2R_{31}R_{32}}{2R_{32}+R_{31}} \end{cases}$$

+1

1) 2) 3)



В установившемся режиме выделяемая на R мощность равна мощности теплоотдачи, пропорциональной разности температур:

$I_3 = I_{31} + I_{32}$

$$\begin{cases} P_1 = I_1^2R_1 = \alpha(T_1 - T_0) \\ P_2 = \frac{I_2^2}{9}R_2 = \alpha(T_2 - T_0) \\ P_{31} = I_{31}^2R_{31} = \alpha(T_{31} - T_0) \\ P_{32} = I_{32}^2R_{32} = \alpha(T_{32} - T_0) \end{cases}$$

+2

Также:

$$\begin{cases} R_1 = R_0 + kT_1 \\ R_2 = R_0 + kT_2 \\ R_{31} = R_0 + kT_{31} \\ R_{32} = R_0 + kT_{32} \end{cases}$$

+1

$$I_{31} = \frac{2I_{32}R_{32}}{R_{31}} = I_3\frac{2R_{32}}{R_{31}+2R_{32}}$$

+1

K-?

$$I_{32} = \frac{I_{31}R_{31}}{2I_{32}} = I_3\frac{R_{31}}{R_{31}+2R_{32}}$$

5

…вый балл ________ ____________ (подпись председателя жюри)

Шифр ф11-142 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

4. Дано:

$R_C = 6{,}95 \cdot 10^8$ м

$M_C = 2 \cdot 10^{30}$ кг

$M_{Ю} = 1{,}9 \cdot 10^{27}$ кг

Найти:

T, T_C, $R_{Ю}$

Решение:

$$E_g = -\frac{3GM^\gamma}{5R\beta}$$

$E = -G\frac{mM}{R}$ – энергия гравитационного взаимодействия двух тел $\Rightarrow$

$\Rightarrow \gamma = 2,\ \beta = 1 :\ E_g = -\frac{3GM^2}{5R}$ (+1)

$W_\Sigma = E_g + \frac{3}{2}NkT = 0$, где N – кол-во молекул

$N = \nu N_A = \frac{M}{\mu}N_A$, тогда: (+1)

(+1) $\frac{3M}{2\mu}N_A kT = +\frac{3GM^2}{5R} \Rightarrow T = \frac{2GM\mu}{5RN_Ak}$ (+3)

? N_A узнаем из молярной массы водорода:

$\mu = 2N_Am_0$, где $m_0 = 1$ аем $\Rightarrow N_A = \frac{\mu}{2m_0} \Rightarrow$

$\Rightarrow T = \frac{4GMm_0}{5Rk}$ (1) $\Rightarrow T_C = \frac{4GM_Cm_0}{5R_Ck} \approx 1{,}8 \cdot 10^7$ K

Из (1): $R_{Ю} = \frac{4GM_{Ю}m_0}{5T_Ck} = T_C\frac{M_{Ю}}{M_C}\frac{R_C}{T_C} = R_C\frac{M_{Ю}}{M_C} = 9{,}5 \cdot 10^{-4}R_C \approx$

$\approx 66 \cdot 10^8$ м $= 6{,}6 \cdot 10^9$ м $\cdot 10^{-4} =$

$\cdot 10^{-4}$ $= 6{,}6 \cdot 10^5$ м

(+2)

Ответ: $T = \frac{4GMm_0}{5RK}$ (−1)

число? $T_C \approx 1{,}8 \cdot 10^7$ K

$R_{Ю} \approx 6{,}6 \cdot 10^5$ м

7

…овый балл ________ ____________ (подпись председателя жюри)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГАОУ ВО «КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» ОГРН 1021602841391
МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ПРЕДМЕТНАЯ ОЛИМПИАДА
Кремлевская ул., д. 18, Казань, 420008
Тел./факс: 8(843) 292-53-63
2

Шифр Ф11-142
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

1. Дано:

$R_З = 1,5 \cdot 10^{11}$ м

$R_М = 2,3 \cdot 10^{11}$ м

$M_С = 2 \cdot 10^{30}$ кг

Найти:

Δv_1

Δv_2

Изобразить траекторию

Решение:

1) $F = ma$

$$G\frac{Mm}{R_З^2} = m\frac{v_0^2}{R_З} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_0^2 = \frac{GM}{R_З}$$ – скорость вращения по орбите Земли

+1

2) $$v_3^2 = \frac{GM}{R_М}$$ – скорость вращения по орбите Марса

После первого манёвра корабль начнёт двигаться по эллипсу, в одном из фокусов (причём в дальнем т.к. это выгодно) находится Солнце С. С' – ближний фокус.

v_1 – скорость после 1-ого манёвра

v_2 – скорость перед 2-ым манёвром

По ЗСМИ: $v_1 R_З = v_2 R_М$

$$\Delta v_1 = v_1 - v_0$$

$$\Delta v_2 = v_2 - v_3$$

(v_1 можно было бы найти, зная, что наша траектория – эллипс)

$$\begin{cases} \dfrac{mv_1^2}{2} - G\dfrac{mM_С}{R_З} = \dfrac{mv_2^2}{2} - G\dfrac{mM_С}{R_М} \\ v_1 = v_2\dfrac{R_М}{R_З} \end{cases}$$

+3 +1 $\boxed{5}$

откуда находим v_1 и всё остальное

Лист № 6

а дальше?

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

1

ШИФР	ф11-13

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по ФИЗИКЕ
(наименование дисциплины)

Фамилия ХАЙРУЛЛИН

Имя БУЛАТ

Отчество АЛЬФРЕДОВИЧ

Учебное заведение МБОУ „Гимназия №6"

Класс

Итоговый балл 36 ______ (подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-13 (заполняется оргкомитетом)

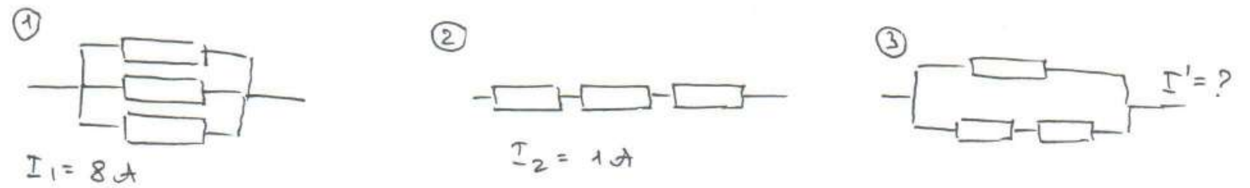
1	2	3	4	5
–	11	9	7	9

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « ФИЗИКЕ **»,** 11 **класс,**

вариант ________

Задача 2:



$I_1 = 8\,A$ $\quad I_2 = 1\,A$ $\quad I' = ?$

Мощность на резисторе = мощность распространение тепла в среду

$P = I^2 R = \varphi \Delta T$ – для 1 резистора $\qquad R_0$ – у всех одинаково

Сопротивление меняется по: $R = R_0(1+\alpha\Delta T)$ $\qquad U$ – у всех одинаково

Распишем значение для ① цепи:

$$\begin{cases} P = I_1^2 \frac{R_1}{3} = 3\varphi\Delta T_1 \\ R_1 = R_0(1+\alpha\Delta T_1) \\ I_1 = \frac{3U}{R_1} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_1^2 \frac{R_0(1+\alpha\Delta T_1)}{3} = 3\varphi\Delta T_1 \\ I_1 = \frac{3U}{R_0(1+\alpha\Delta T_1)} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_1^2 \frac{3U}{I_1(1+\alpha\Delta T_1)}\cdot\frac{(1+\alpha\Delta T_1)}{3} = 3\varphi\Delta T_1 \\ R_0 = \frac{3U}{I_1(1+\alpha\Delta T_1)} \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} I_1 U = 3\varphi\Delta T_1 \\ R_0 = \frac{3U}{I_1(1+\alpha\Delta T_1)} \end{cases}$$

Распишем значение для ② цепи.

$$\begin{cases} P = 3I_2^2 R_2 = 3\varphi\Delta T_2 \\ R_2 = R_0(1+\alpha\Delta T_2) \\ I_2 = \frac{U}{3R_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cancel{3}I_2^2 R_0(1+\alpha\Delta T_2) = \cancel{3}\varphi\Delta T_2 \\ I_2 = \frac{U}{3R_0(1+\alpha\Delta T_2)} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_2^2 \frac{U(1+\alpha\Delta T_2)}{3I_2(1+\alpha\Delta T_2)} = \varphi\Delta T_2 \\ R_0 = \frac{U}{3I_2(1+\alpha\Delta T_2)} \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} I_2 \frac{U}{3} = \varphi\Delta T_2 \\ R_0 = \frac{U}{3I_2(1+\alpha\Delta T_2)} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_2 U = 3\varphi\Delta T_2 \\ R_0 = \frac{U}{3I_2(1+\alpha\Delta T_2)} \end{cases}$$

Сравним значение P из ① и из ②:

$$\begin{cases} I_2 U = 3\varphi\Delta T_2 \\ I_1 U = 3\varphi\Delta T_1 \end{cases} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \Rightarrow \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = \frac{1}{8} \Rightarrow \Delta T_1 = 8\Delta T_2$$

Подставим R_0 из ① и из ②:

$R_0 = R_0$

$$\frac{U}{3I_2(1+\alpha\Delta T_2)} = \frac{3U}{I_1(1+\alpha\Delta T_1)} \Rightarrow 9I_2(1+\alpha\Delta T_2) = I_1(1+\alpha\Delta T_1) \qquad I_2 = 1 \quad I_1 = 8$$

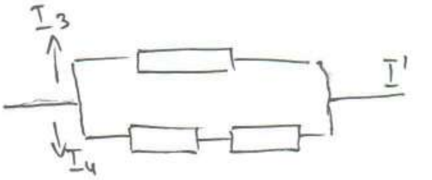
$$9(1+\alpha\Delta T_2) = 8(1+8\alpha\Delta T_2)$$

$$9 + 9\alpha\Delta T_2 = 8 + 64\alpha\Delta T_2$$

$$55\alpha\Delta T_2 = 1$$

$$\left[\alpha = \frac{1}{55\Delta T_2}\right]^*$$

Рассмотрим ③ цепь:



а) ~~Рассмот~~ Распишем знач. для верхней части:

$$\begin{cases} P = I_3^2 R_3 = \varphi\Delta T_3 \\ R_3 = R_0(1+\alpha\Delta T_3) \\ I_3 = \frac{U}{R_3} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_3^2 R_0(1+\alpha\Delta T_3) = \varphi\Delta T_3 \\ I_3 = \frac{U}{R_0(1+\alpha\Delta T_3)} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_3^2 \frac{U(1+\alpha\Delta T_3)}{I_3(1+\alpha\Delta T_3)} = \varphi\Delta T_3 \\ R_0 = \frac{U}{I_3(1+\alpha\Delta T_3)} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_3 U = \varphi\Delta T \\ R_0 = \frac{U}{I_3(1+} \end{cases}$$

Сравним значение из ② и ③(а):

$$I_2 = 1$$

$$\begin{cases} I_3 U = \varphi\Delta T_3 \\ I_2 U = 3\varphi\Delta T_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{I_3}{I_2} = \frac{\Delta T_3}{3\Delta T_2} \Rightarrow \frac{\Delta T_3}{3\Delta T_2} = I_3 \Rightarrow \left[\frac{\Delta T_3}{\Delta T_2} = 3I_3\right]$$

Подставим R_0 из ② и из ③(а):

$$\frac{U}{I_3(1+\alpha\Delta T_3)} = \frac{U}{3I_2(1+\alpha\Delta T_2)} \Rightarrow I_3(1+\alpha\Delta T_3) = 3I_2(1+\alpha\Delta T_2)$$

Подставим $\alpha(*)$ и $I_2 = 1$

$$I_3\left(1+\frac{\Delta T_3}{55\Delta T_2}\right) = 3\left(1+\frac{\Delta T_2}{55\Delta T_2}\right)$$

$$I_3\left(1+\frac{3I_3}{55}\right) = 3\cdot\frac{56}{55}$$

$$\frac{3I_3^2}{55} + I_3 - 3\cdot\frac{56}{55} = 0 \qquad \cdot 55$$

$$3I_3^2 + 55I_3 - 3\cdot 56 = 0$$

$$D = 55^2 + 4\cdot 3\cdot 3\cdot 56 = 3025 + 2016 = 5041 = 71^2$$

$$I_3 = \frac{-55+71}{6} = 2{,}67\ A$$

⇒ см. на след.

балл ________ ______________ (подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-13 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « ФИЗИКЕ », 11 класс,

вариант ________

Продолжаю Задание 2:

Рассмотрим значение для нижней части ③ цепи:

б)
$$\begin{cases} P = 2I_4^2 R_4 = 2\varphi\Delta T_4 \\ R_4 = R_0(1+\alpha\Delta T_4) \\ I_4 = \dfrac{U}{2R_4} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2I_4^2 R_0(1+\alpha\Delta T_4) = 2\varphi\Delta T_4 \\ I_4 = \dfrac{U}{2R_0(1+\alpha\Delta T_4)} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_4^2 \dfrac{U(1+\alpha\Delta T_4)}{2I_4(1+\alpha\Delta T_4)} = \varphi\Delta T_4 \\ R_0 = \dfrac{U}{2I_4(1+\alpha\Delta T_4)} \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} I_4 \dfrac{U}{2} = \varphi\Delta T_4 \\ R_0 = \dfrac{U}{2I_4(1+\alpha\Delta T_4)} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_4 U = 2\varphi\Delta T_4 \\ R_0 = \dfrac{U}{2I_4(1+\alpha\Delta T_4)} \end{cases}$$

Сравним знач. из ② и из ③(б) : $I_2 = 1$

$$\begin{cases} I_4 U = 2\varphi\Delta T_4 \\ I_2 U = 3\varphi\Delta T_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{I_4}{I_2} = \frac{2}{3}\frac{\Delta T_4}{\Delta T_2} \Rightarrow \frac{\Delta T_4}{\Delta T_2} = \frac{3}{2} I_4$$

Подставим R_0 из ② и из ③(б):

$$\frac{U}{2I_4(1+\alpha\Delta T_4)} = \frac{U}{3I_2(1+\alpha\Delta T_2)} \Rightarrow 2I_4(1+\alpha\Delta T_4) = 3I_2(1+\alpha\Delta T_2)$$

Подставим α^* и $I_2 = 1$

$$2I_4\left(1 + \frac{\Delta T_4}{55\Delta T_2}\right) = 3 \cdot \frac{56}{55}$$

$$2I_4\left(1 + \frac{3I_4}{2\cdot 55}\right) = 3 \cdot \frac{56}{55}$$

$$\frac{3I_4^2}{55} + 2I_4 - 3\cdot\frac{56}{55} = 0 \quad | \cdot 55$$

$$3I_4^2 + 110 I_4 - 3\cdot 56 = 0$$

$$D = 110^2 + 4\cdot 3\cdot 3\cdot 56 = 14116 \approx 118{,}8$$

$$I_4 = \frac{-110 + 118{,}8}{6} = \frac{8{,}8}{6} = 1{,}47\ А$$

$$I' = I(3\ цепи) = I_3 + I_4 = 1{,}47\ А + 2{,}67\ А = 4{,}14\ А$$

Ответ: 4,14

11

Задание 4:

Дано:

$G = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \frac{м^3}{кг \cdot с^2}$

$1 а.е.м. = 1{,}66 \cdot 10^{-27}$ кг

$K = 1{,}38 \cdot 10^{-23} \frac{Дж}{K}$

$R_c = 6{,}95 \cdot 10^8$ м

$M_c = 2 \cdot 10^{30}$ кг

$M_ю = 1{,}9 \cdot 10^{27}$ кг

Найти:

$R_ю = ?$

Решение:

$$E = \frac{3GM^{\gamma}}{5R^{\beta}} \qquad E: [Дж]: \left[\frac{кг \cdot м^2}{с^2}\right] \quad G: \left[\frac{м^3}{кг \cdot с^2}\right] \quad M: [кг^{\gamma}] \quad R: [м^{\beta}]$$

$$\left[\frac{кг \cdot м^2}{с^2}\right] = \left[\frac{м^3}{кг \cdot с^2} \cdot \frac{кг^{\gamma}}{м^{\beta}}\right] = \left[\frac{м^{3-\beta} \cdot кг^{\gamma-1}}{с^2}\right]$$

$м^2 = м^{3-\beta}$ $\qquad$ $кг^{\gamma-1} = кг^1$

$\beta = 1$ $\qquad$ $\gamma = 2$

Формула обретает вид:

$$E = \frac{3}{5}\frac{GM^2}{R} = \qquad \text{Согласно З.С.Э:} \quad E = \frac{5}{2} NKT_{go}$$ т.к. H_2 – двухатомный газ

$$N = \frac{M_c}{M_{H_2}} = \frac{2 \cdot 10^{30}}{2 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27}} = 0{,}6 \cdot 10^{57}$$

$$E_c = \left[\frac{3}{5}\frac{GM_c^2}{R_c} = \frac{5}{2} NKT_{go}\right] \Rightarrow T_{go} = \frac{6\ GM_c^2}{25\ R_c \cdot N \cdot K}$$

$$T_{go} = \frac{6 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 4 \cdot 10^{60}}{25 \cdot 6{,}95 \cdot 10^8 \cdot 0{,}6 \cdot 10^{57} \cdot 1{,}38 \cdot 10^{-23}} = \frac{160{,}08}{143{,}865} \cdot 10^7 = 1{,}1 \cdot 10^7 \text{ K}$$

Согласно З.С.Э:

$$E = \left[\frac{5}{2} N' T_{go} K = \frac{3}{5}\frac{GM_ю^2}{R_ю}\right] \Rightarrow \frac{1}{R_ю} = \frac{25 N' K T_{go}}{6\ GM_ю^2} \Rightarrow R_ю = \frac{6}{25}\frac{GM_ю^2}{N' K T_{go}}$$

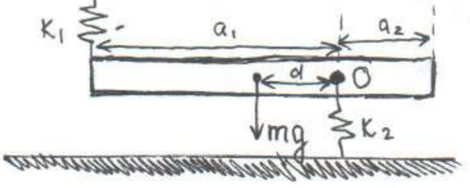
$$N' = \frac{M_ю}{M_{H_2}} = \frac{1{,}9 \cdot 10^{27}}{2 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27}} = 0{,}572 \cdot 10^{54} = 572 \cdot 10^{51}$$

$$R_ю = \frac{6 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 1{,}9^2 \cdot 10^{54}}{25 \cdot 572 \cdot 10^{51} \cdot 1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 1{,}1 \cdot 10^7} = \frac{144{,}47}{21707{,}4} \cdot 10^8 = 6{,}65 \cdot 10^{-3} \cdot 10^8 = 6{,}65 \cdot 10^5 \text{ м}$$

Ответ: $6{,}65 \cdot 10^5$ м

7

Задание 5:



$k_2 > k_1$ $\qquad$ т.к: брусок ∥ стенкам $\Rightarrow \Delta x_1 = \Delta x_2 = \Delta x$

По II з.Н.:

$$[mg = k_1\Delta x + k_2\Delta x]$$

Рассмотрим момент сил относительно т.O над k_2:

mg - действ. с середины, плечо силы = d

$$d = a_1 - \frac{(a_1+a_2)}{2} = \frac{2a_1 - a_1 - a_2}{2} = \frac{a_1 - a_2}{2}$$

Т.к. тело в равновесии, то $M_1 = M_2$

т.е:

$$\begin{cases} k_1\Delta x \cdot a_1 = mg\frac{(a_1 - a_2)}{2} \\ mg = k_1\Delta x + k_2\Delta x \end{cases}$$

$$\Downarrow$$

$$k_1\Delta x \cdot a_1 = (k_1\Delta x + k_2\Delta x)\frac{(a_1 - a_2)}{2} \quad | : \Delta x$$

$$k_1 a_1 = (k_1 + k_2)\frac{(a_1 - a_2)}{2}$$

$$\frac{k_1}{k_1 + k_2} = \frac{a_1 - a_2}{2a_1} \quad | \cdot 2 \Rightarrow \frac{2k_1}{k_1 + k_2} = 1 - \frac{a_2}{a_1} \Rightarrow \frac{a_2}{a_1} = 1 - \frac{2k_1}{k_1 + k_2}$$

Ответ: $\frac{a_2}{a_1} = 1 - \frac{2k_1}{k_1 + k_2}$

...й балл ________ ________________
(подпись председателя жюри)

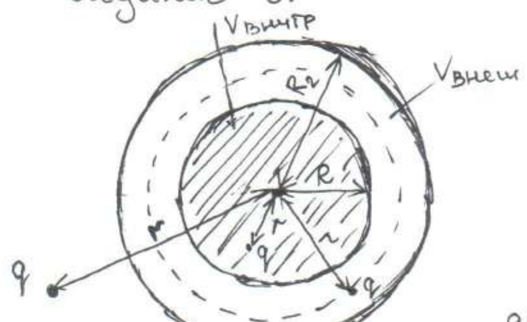
Шифр Ф11-13
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « ФИЗИКЕ **», 11 класс,**

вариант ________

Задание 3:



$V_{внеш} = V_{внутр}$

$V_{внутр} = \frac{4}{3}\pi R^3 \quad V_{внеш} = \frac{4}{3}\pi R_2^3 - \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi (R_2^3 - R^3)$

$\frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi (R_2^3 - R^3) \Rightarrow R^3 = R_2^3 - R^3 \Rightarrow 2R^3 = R_2^3$

$R_2 = \sqrt[3]{2}\, R$

$\rho = \frac{Q}{\frac{4}{3}\pi R^3} \qquad Q = \rho \frac{4}{3}\pi R^3$

Найдем $E(r)$ в каждой области шара:

При: $R < r < R_2$ $\quad E(r) = k\frac{Q - \frac{4}{3}\pi\rho(r^3 - R^3)}{r^2} = \frac{kQ}{r^2} - k\frac{\frac{4}{3}\pi\rho r^3}{r^2} + k\frac{\frac{4}{3}\pi\rho R^3}{r^2} = \frac{kQ}{r^2} - \frac{4}{3}\pi\rho r k + \frac{kQ}{r^2}$

$= 2\frac{kQ}{r^2} - \frac{4}{3}\pi\rho r k$

При $r = R$: $\quad E(r) = \frac{2kQ}{R^2} - \frac{4}{3}\pi\rho R k^{\llcorner R^2} = \frac{2kQ - k(\overbrace{\frac{4}{3}\pi R^3\rho}^{Q})}{R^2} = \frac{2kQ - kQ}{R^2} = \frac{kQ}{R^2}$

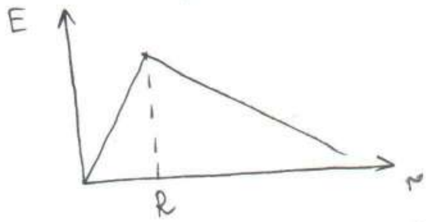
При $r < R$: $\quad E(r) = k\frac{Q'}{r^2} \qquad \rho = \frac{Q'}{\frac{4}{3}\pi r^3} = \left[\frac{Q}{\frac{4}{3}\pi R^3}\right]^*$

$\Downarrow$

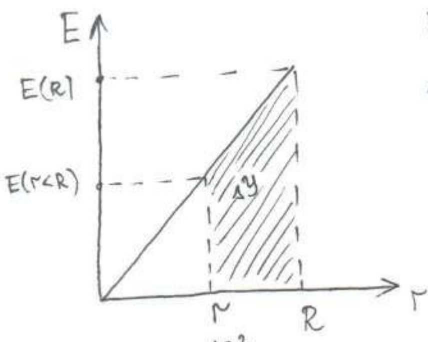
Подстав * $\quad Q' = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho$

$E(r) = \frac{k\frac{4}{3}\pi r^3\rho}{r^2} = k\frac{4}{3}\pi\rho r$

$k\frac{4}{3}\pi \cdot \frac{Q}{\frac{4}{3}\pi R^3}\cdot r = \frac{kQr}{R^3}$



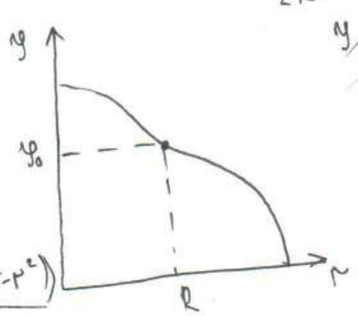
Найдем $\varphi(r)$ - потенциал $= \varphi(R) = k\frac{Q}{R}$

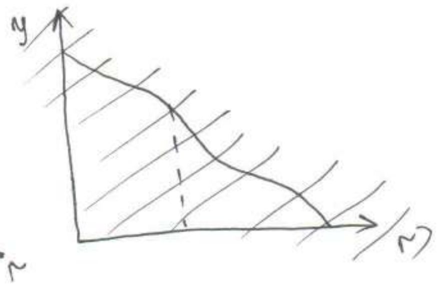


Найдем $\Delta\varphi$: $\quad \Delta\varphi = S_{под\ графиком} = E\Delta r$

$\Delta\varphi = (R - r)\left(\frac{E(r<R) + E(R)}{2}\right) = (R-r)\left(\frac{\frac{kQ}{R^2} + \frac{kQr}{R^3}}{2}\right) = \frac{(kQR + kQr)}{2R^3}\cdot(R - r) =$

$= \frac{kQ}{2R^3}(R + r)(R - r) = \frac{kQ}{2R^3}(R^2 - r^2)$





$\varphi_{max} = \frac{kQ}{R}^{\llcorner 2R^2} + \frac{kQ}{2R^3}(R^2 - r^2) =$

$= \frac{2kQR^2 + kQ(R^2 - r^2)}{2R^3} = \frac{kQ(2R^2 + (R^2 - r^2))}{2R^3}$

$\Downarrow$

$\frac{kQ(3R^2 - r^2)}{2R^3}$

Получается, согласно З.С.Э:

$$W_{K\,начала} = W_{пт}(\varphi_{max}) + W_K(\varphi_{max})$$

$W_{пт\,max} = -q\varphi_{max}$ - т.к знак заряда Q ~~меняется~~

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{KQq(3R^2 - r^2)}{2R^3} + \frac{mv_k^2}{2} \Big| \cdot 2$$

$v_0 = v_{max}$ - макс. v

$v_K = v_{min}$ - мин. v

$$v_0^2 = \frac{KQq(3R^2 - r^2)}{R^3 m} + v_K^2$$

$$W_{пт} = \frac{KQ(3R^2 - r^2)}{2R^3} \cdot q$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{KQq(3R^2 - r^2)}{R^3 m} + v_K^2} \text{ - макс}$$

$$v_K^2 = v_0^2 - \frac{KQq(3R^2 - r^2)}{R^3 m}$$

$$v_K = v_{min} = \sqrt{v_0^2 - \frac{KQq(3R^2 - r^2)}{R^3 m}}$$

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

1

ШИФР	ф11-42

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по физике
(наименование дисциплины)

Фамилия САЛИХОВ

Имя ИСКАНДЕР

Отчество МАРАТОВИЧ

Учебное заведение гимназия № 2

Класс 11

СОГЛАСИЕ

Итоговый балл 34,5 ________
(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-42
(заполняется оргкомитетом)

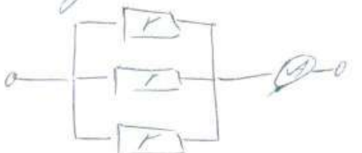
1	2	3	4	5	Σ
—	11	9	7	7,5	3

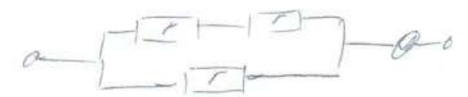
Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике », 11 класс,

вариант ________

Задача 2.





$I_1 = 8A$ $\qquad$ $I_2 = 1A$ $\qquad$ $I_3 - ?$

Дано:
U - постоян.
r - постоян.
$I_1 = 8A$
$I_2 = 1A$.

1)

$R_1 = R_0(1+\alpha\Delta T_1)$ (сопротивление с учетом теплового коэффициента)

$I_1 = \frac{3U}{R_1}$ (т.к. резисторы подключены параллельно)

$P_1 = UI_1 = 3\gamma\Delta T_1$ (где γ - тепловой коэффициент). (+2)

$R_0 = \frac{3U}{I_1(1+\alpha\Delta T_1)}$.

2)

$R_2 = R_0(1+\alpha\Delta T_2)$

$I_2 = \frac{U}{3R_2}$ (т.к. резисторы подключены последовательно).

$P_2 = UI_2 = 3\gamma\Delta T_2$

$R_0 = \frac{U}{3I_2(1+\alpha\Delta T_2)}$

(+2)

3)

$P_1 = UI_1 = 3\gamma\Delta T_1$, $P_2 = UI_2 = 3\gamma\Delta T_2$ $\Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} \Rightarrow \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} = 8 \Rightarrow \Delta T_1 = 8\Delta T_2$.

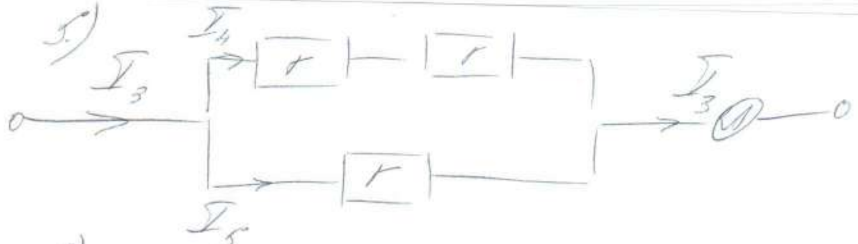
4)

$R_0 = \frac{3U}{I_1(1+\alpha\Delta T_1)} = \frac{U}{3I_2(1+\alpha\Delta T_2)} = \frac{3U}{8I_2(1+\alpha\Delta T_1)} \Rightarrow 9 + 9\alpha\Delta T_2 = 8 + 8\alpha\Delta T_1$

$1 = 8\alpha\Delta T_1 - 9\alpha\Delta T_2$, $\Delta T_1 = 8\Delta T_2$ $\Rightarrow 1 = 64\alpha\Delta T_2 - 9\alpha\Delta T_2 = 55\alpha\Delta T_2 \Rightarrow \alpha = \frac{1}{55\Delta T_2}$. (+3)

Лист № 1

5)



$I_3 = I_4 + I_5$

6)

$R_4 = R_0(1+\alpha\Delta T_4)$

$I_4 = \frac{U}{2R_4}$

$P_4 = UI_4 = 2z\Delta T_4$

$R_0 = \frac{U}{2I_4(1+\alpha\Delta T_4)}$

7)

$R_5 = R_0(1+\alpha\Delta T_5)$

$I_5 = \frac{U}{R_5}$

$P_5 = UI_5 = z\Delta T_5$

$R_0 = \frac{U}{I_5(1+\alpha\Delta T_5)}$

8)

$$\left.\begin{array}{l} P_4 = UI_4 = 2z\Delta T_4 \\ P_2 = UI_2 = 3z\Delta T_2 \end{array}\right/ \Rightarrow \frac{I_4}{I_2} = \frac{2\Delta T_4}{3\Delta T_2} \Rightarrow \frac{\Delta T_4}{\Delta T_2} = \frac{3I_4}{2I_2}$$

9)

$$R_0 = \frac{U}{3I_2(1+\alpha\Delta T_2)} = \frac{U}{2I_4(1+\alpha\Delta T_4)} \Rightarrow 3I_2(1+\alpha\Delta T_2) = 2I_4(1+\alpha\Delta T_4)$$

Подстав α: $3I_2(1+\frac{1}{55}) = 2I_4(1+\frac{\Delta T_4}{55\Delta T_2}) = 3I_2\frac{56}{55} \Rightarrow \frac{3I_2 56}{2I_4 55} = (1+\frac{\Delta T_4}{55\Delta T_2})$

Подстав $\frac{\Delta T_4}{\Delta T_2}$: $\frac{I_2 168}{I_4 110} = 1 + \frac{3I_4}{110 I_2}$

$\frac{I_2}{I_4} = x$: $\frac{168x}{110} = 1 + \frac{3}{110x}$ $/ \cdot 110x$

$168x^2 - 110x - 3 = 0$.

$D = 12100 + 2016 = (118,8)^2$

$x_1 = \frac{110+118,8}{336} \approx \frac{68}{100}$

$x_2 = \frac{110-118,8}{336} = -\frac{8,8}{336}$, невозможно, т.к. $\frac{I_2}{I_4} > 0$

$\frac{I_2}{I_4} = \frac{68}{100} = \frac{1A}{I_4} \Rightarrow I_4 = \frac{100}{68} = 1,47A$

10)

$$\left.\begin{array}{l} P_5 = UI_5 = z\Delta T_5 \\ P_2 = UI_2 = 3z\Delta T_2 \end{array}\right/ \Rightarrow \frac{I_5}{I_2} = \frac{\Delta T_5}{3\Delta T_2} \Rightarrow \frac{\Delta T_5}{\Delta T_2} = \frac{3I_5}{I_2}$$

...говый балл _______ ___________ Шифр ф11-42
(подпись председателя жюри) (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

Задача 2 (продолжение)

11)

$R_0 = \frac{U}{3I_2(1+\alpha\Delta T_2)} = \frac{U}{I_5(1+\alpha\Delta T_5)} \Rightarrow 3I_2(1+\alpha\Delta T_2) = I_5(1+\alpha\Delta T_5)$

Подстав α: $3I_2\left(\frac{56}{55}\right) = I_5\left(1+\frac{\Delta T_5}{55\Delta T_2}\right) \Rightarrow 3\frac{I_2}{I_5}\left(\frac{56}{55}\right) = 1+\frac{\Delta T_5}{55\Delta T_2}$

Подстав $\frac{\Delta T_5}{\Delta T_2}$: $\frac{168 I_2}{55 I_5} = 1+\frac{3I_5}{55 I_2}$

$\frac{I_2}{I_5} = y$: $\frac{168}{55}y = 1+\frac{3}{55y}$ $| \cdot 55y$

$168y^2 - 55y - 3 = 0$

$D = 3025 + 2016 = 71^2$

$y_1 = \frac{55+71}{336} = \frac{3}{8}$

$y_2 = \frac{55-71}{336} = -\frac{16}{336}$, невозможно, т.к. $\frac{I_2}{I_5} > 0$

$\frac{I_2}{I_5} = \frac{3}{8} = \frac{1A}{I_5} \Rightarrow I_5 = \frac{8}{3} \approx 2{,}67\ A$ (+2)

12)

$I_3 = I_4 + I_5 = 2{,}67 + 1{,}47 = 4{,}14\ A$ (+2)

11

Ответ: 4,14 А

Задача 4.

Дано:

$R_c = 6{,}95 \cdot 10^8$ м.

$M_c = 2 \cdot 10^{30}$ кг.

$M_ю = 1{,}9 \cdot 10^{27}$ кг.

$G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ \frac{Н \cdot м^2}{кг^2}$

$1 аем = 1{,}66 \cdot 10^{-27}$ кг.

$k_B = 1{,}38 \cdot 10^{-23}\ \frac{Дж}{К}$

Лист № 2

1)

$G[\frac{Н\cdot м^2}{кг^2}]$ и $E[Н\cdot м] \Rightarrow E = -\frac{3\cdot Н\cdot м^2\cdot кг^\gamma}{кг^2\, 5\cdot м^\beta} - Н\cdot м \Rightarrow$

$кг^\gamma = кг^2 \Rightarrow \gamma = 2$ и $\frac{м^2}{м^\beta} = м \Rightarrow \beta = 1 \Rightarrow E = -\frac{3GM^2}{5R}$

(+1)

2)

$E_1 = \frac{5}{2}NkT$ - энергия сжатия газа.

$E_2 = E_g = -\frac{3GM^2}{5R}$

$E_1 + E_2 = 0$ - закон сохранения энергии.

$\frac{5}{2}N_c kT - \frac{3GM_c^2}{5R_c} = 0 \Rightarrow T = \frac{6GM_c^2}{5NK\,5R_c} = \frac{6GM_c^2}{25R_cN_cK_c}$

$N_c = \frac{M_c}{M_{H_2}} = \frac{2\cdot10^{30}\,кг}{2\cdot1{,}66\cdot10^{-27}\,кг} = 0{,}6\cdot10^{57}$ (+1)

$T = \frac{6\cdot6{,}67\cdot10^{-11}\cdot4\cdot10^{60}}{25\cdot0{,}05\cdot10^{8}\cdot0{,}6\cdot10^{57}\cdot1{,}38\cdot10^{-23}}\,K = 1{,}11\cdot10^{7}$ (+3)

(−)

3)

$\frac{5}{2}N_ю\cdot k\cdot T = \frac{3GM_ю^2}{5R} \Rightarrow R = \frac{6GM_ю^2}{25\cdot N_ю\cdot k\cdot T} = 3\cdot G\cdot M_ю^2$

$N_ю = \frac{M_ю}{M_{H_2}} = \frac{1{,}9\cdot10^{27}}{2\cdot1{,}66\cdot10^{-27}} = 0{,}57\cdot10^{54}$

$R = \frac{6\cdot6{,}67\cdot10^{-11}\cdot3{,}61\cdot10^{54}}{25\cdot0{,}57\cdot10^{54}\cdot1{,}38\cdot10^{-23}\cdot1{,}11\cdot10^{7}}\,м = 6{,}62\cdot10^{5}\,м$ (+2)

7

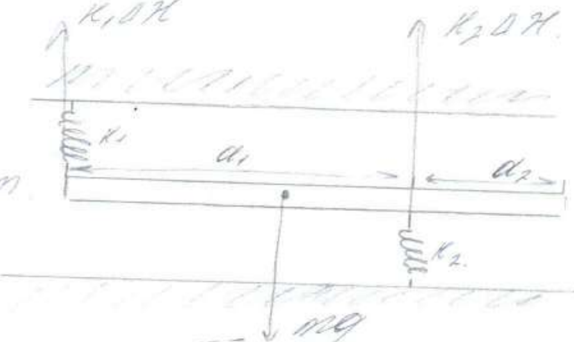
Ответ: $T = 1{,}11\cdot10^{7}\,K$; $R = 6{,}62\cdot10^{5}\,м$

Задача 5.

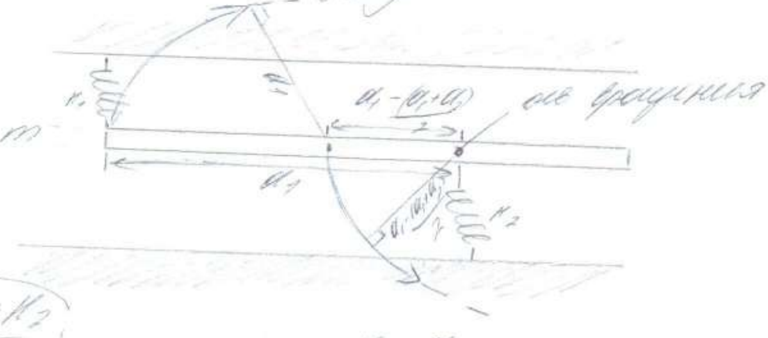
Дано:
$k_1 < k_2$

$\Delta x_1 = \Delta x_2$ (т.к. брусок параллелен земле)

Уравнение Ньютона:
$mg = k_1\Delta x + k_2\Delta x$
$mg = \Delta x(k_1 + k_2)$



Моменты силы:
$k_1\Delta x a_1 = mg(\frac{a_1 - a_2}{2})$



$k_1\Delta x a_1 = \Delta x(k_1+k_2)(\frac{a_1 - a_2}{2})$

$\frac{k_1}{k_1+k_2} = \frac{a_1 - a_2}{2a_1} = 1 - \frac{a_2}{a_1}$

$\frac{a_2}{a_1} = 1 - \frac{k_1}{k_1+k_2} \Rightarrow \frac{a_1}{a_2} = \frac{k_1+k_2}{k_2}$

Ответ: $\frac{k_1+k_2}{k_2}$.

Итоговый балл _______ _______________
(подпись председателя жюри)

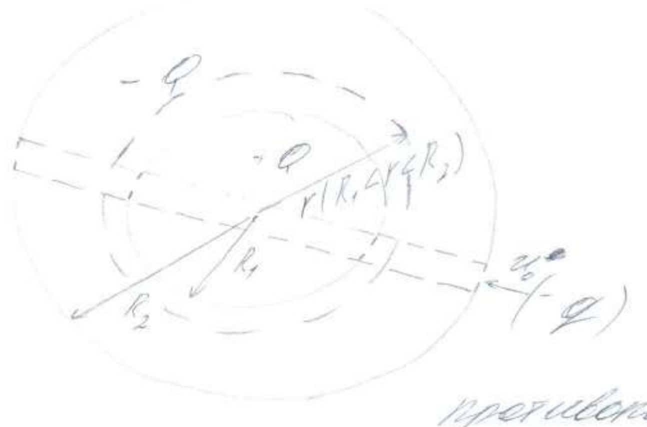
Шифр Ф11-42
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант _______

Задача 3:



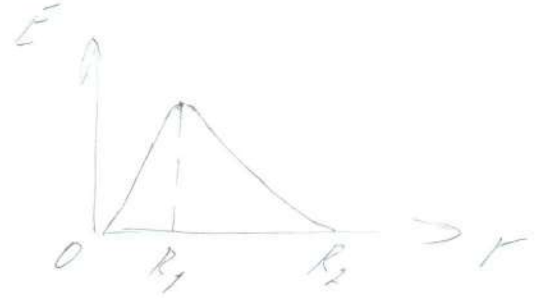
Дано:
$M_ш = m$ $V = \frac{4}{3}\pi r^3$
$v_0(0) = v_0$ $\rho = \frac{Q}{V} = \frac{3Q}{4\pi r^3}$
q

(Частица) Заряд вылетит из сферы тогда, когда ее заряд будет противоположным заряду внутреннего шара, иначе они будут отталкиваться. Для вычисления v_{max} частицы, нужно вычислить $W_{кин. max}$, которую шар может передать частице. $W_{кин. max}$ достигается в точке, где $W_{потенц}$ минимальна и равна: $W_{п. min} = -q\varphi_{max}$. => нужно вычислить φ_{max}:

1) $E(r) = k\frac{Q_{об}}{r^2} = k\frac{Q - \rho\cdot\frac{4}{3}\pi(r^3 - R_1^3)}{r^2} = \frac{kQ}{r^2} - \frac{k\rho\frac{4}{3}\pi}{r^2} + \frac{k\rho\frac{4}{3}\pi R_1^3}{r^2} =$
$= \frac{kQ}{r^2} - \frac{k\rho\frac{4}{3}\pi}{r^2} + \frac{kQ}{r^2}\left(т.к.\ \rho = \frac{3Q}{4\pi R_1^3}\right) = \frac{2kQ}{r^2} - \frac{k\rho\frac{4}{3}\pi}{r^2}$

2) $E(R_1) = k\frac{Q}{R_1^2}$

3) $E(r < R_1) = \cancel{\frac{2kQ}{r^2}} + \frac{k\rho\frac{4}{3}\pi r^3}{r^2} = \frac{kQr}{R_1^3}\left(т.к.\ \rho = \frac{3Q_1}{4\pi R_1^3}\right)$ ✓



4) $\varphi(R_1) = \frac{kQ}{R_1}$

$\Delta\varphi = E\Delta r \Rightarrow$

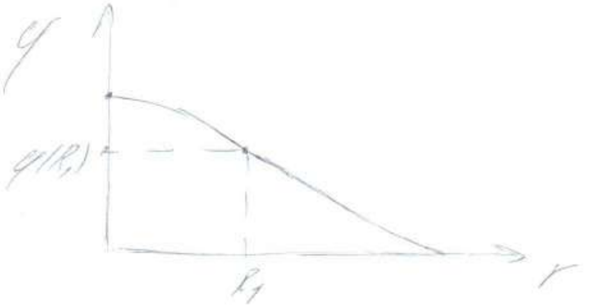
5)

$\Rightarrow \Delta\varphi(r<R_1) = \frac{\left(\frac{kQ}{R_1^2} + \frac{kQr}{R_1^3}\right)}{2}(R_1 - r)$

$= \frac{kQR_1 + kQr}{2R_1^3}(R_1 - r) = \frac{kQ(R_1^2 - r^2)}{2R_1^3}$

$= \frac{kQR_1^2}{2R_1^3} - \frac{kQr^2}{2R_1^3} = \frac{kQ}{2R_1} - \frac{kQr^2}{2R_1^3}$

6)



$\varphi_{max} = \frac{kQ}{2R_1} - \frac{kQr^2}{2R_1^3} + \frac{kQ}{R_1} = \varphi(R_1) + \Delta\varphi(r<R_1)$

7)

$\frac{mv_k^2}{2} - \left(\frac{3kQ}{2R_1} - \frac{kQr^2}{2R_1^3}\right) = \frac{mv_0^2}{2}$

$v_k = v_{max}$ – т.к. в этой точке передаётся вся (максимальная) энергия.

$\frac{m(v_{max})^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{3kQ}{2R_1} - \frac{kQr^2}{2R_1^3} = \frac{3kQR_1^2 - kQr^2}{2R_1^3} + \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow$

$m(v_{max})^2 = \frac{kQ(3R_1^2 - r^2)}{R_1^3} + mv_0^2$

$v_{max} = \sqrt{\frac{kQ(3R_1^2 - r^2)}{mR_1^3} + v_0^2}$

8) При пролёте шара насквозь энергия, которая разгоняла шар до его центра, т.е при движении к центру компенсируется энергией, которая притягивала его к центру, поскольку заряды распределены симметрично и эти энергии равны. $\Rightarrow v_{min} = v_0$

Отв: v_{max} ... $\sqrt{kQ(3R_1^2 - r^2)}$ ... $v_{min} = v_0$

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

8

ШИФР	ф11-9

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по физике
(наименование дисциплины)

Фамилия БАГРЯНСКИЙ

Имя ЛЕВ

Отчество ЮРЬЕВИЧ

Учебное заведение МБОУ „Лицей №1 ЗМР РТ"

Класс 11

Итоговый балл 34

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-9

(заполняется оргкомитетом)

1	2	3	4	5	6
11	3	9	2	9	3

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

Т2.

Дано

$I_2 = 8A$

$I_1 = 1A$

$I_3 = ?$

Решение

r – сопротивление одного резистора

а) $\frac{1}{R_{об}} = \frac{1}{r} + \frac{1}{r} + \frac{1}{r} \Rightarrow R_{об} = \frac{r}{3}$ – общее сопротивление

V – напряжение источника

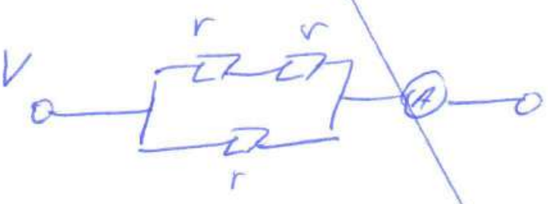
из з-на Ома: $I_2 = \frac{V}{R_{об} + r_{ист}} = \cancel{\frac{3V}{r}}$, $r_{ист}$ – сопротивление источника

$I_2 = \frac{V}{\frac{r}{3} + r_{ист}}$ (1)

б) $R_{об} = 3r$ – общее сопротивление на картинке б

$I_1 = \frac{V}{3r + r_{ист}}$ (2)

в)



$\frac{1}{R_{об}} = \frac{1}{2r} + \frac{1}{r} = \frac{3}{2r}$

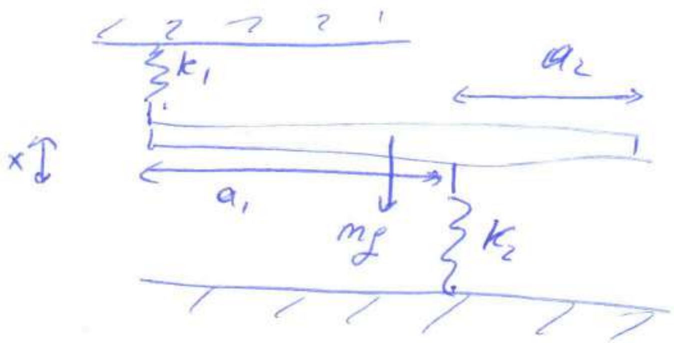
$R_{об} = \frac{2}{3} r$

$\cancel{I_3 = \frac{V}{R_{об}}}$ $I_3 = \frac{V}{\frac{2}{3} r + r_{ист}}$ (3)

(1)

Лист № 1

25.



длина $L = a_1 + a_2$

В состоянии свободного падения сила тяжести mg не учитывается

Доска в покое. I з-н Ньютона:

$k_1 x + k_2 x - mg = 0$ Обе пружины удлинились на x, но в разные стороны.

$(k_1 + k_2) x = mg$

$$x = \frac{mg}{k_1 + k_2}.$$

Правило моментов отн. центра тяжести

$$\cancel{k_1 x \cdot \left(a_1 + \frac{a_1+a_2}{2}\right) - k_2 x \left(a_2 \frac{a_1+a}{2} - a_2\right) = 0}$$

$$k_1 x \cdot l_1 - k_2 x l_2 = 0$$

$$k_1 \cdot \frac{a_1+a_2}{2} = k_2 \cdot \left(\frac{a_1+a_2}{2} - a_2\right)$$

$$k_1 \cdot a_1 + k_1 a_2 = k_2 (a_1 + a_2 - 2a_2)$$

$$k_1 a_1 + k_1 a_2 = \cancel{k_2} k_2 a_1 - k_2 a_2$$

$$a_1 (k_1 - k_2) = a_2 (-k_1 - k_2)$$

$$\cancel{\frac{a_1}{a_2} = \frac{k_1+k_2}{k_2-k_1}} \quad \boxed{\frac{a_1}{a_2} = \frac{k_1+k_2}{k_2-k_1}}$$

Итоговый балл _______ _______________

(подпись председателя жюри)

Шифр ф11-9

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике **»,** 11 **класс,**

вариант ________

з 4

$$E_g = -\frac{3GM^\gamma}{5R^\beta} \qquad Дж = Н \cdot м$$

$$Дж = \frac{\frac{Н \cdot м^2}{кг^2} \cdot кг^\gamma}{м^\beta} = Н \cdot м$$

$$\frac{м^2 \cdot (кг^{\gamma-2})}{м^\beta} = м.$$

$$\cancel{\gamma = 2} \quad \gamma = 2$$

$$м^{2-\beta} = м$$

$$\beta = 1.$$

т.е. $E_g = -\frac{3}{5}\frac{GM^2}{R}$, R – радиус

по з-ну сохранения энергии $E_{g.0.} = E_g + Q$, Q – тепло

$\cancel{E_{g.0.}}$ $E_{g.0.} \to 0$ т.к. $R \to \infty$, $-E_g = Q$

$$+\frac{3}{5}\frac{GM^2}{R} = Q = U = \frac{5}{2}RT \quad т.к. для\ H_2\ i = 5.$$

постоянная ($R = k$ далее)

$\frac{3}{5}\frac{GM^2}{R} = \frac{5}{2}kT$, где k – не коэффициент Больцмана, а газовая постоянная $R = 8,31$

$$\boxed{T = \frac{6}{25}\cdot\frac{GM^2}{Rk}}$$

+1

Лист № 2

Для Солнца

$$T=\frac{6}{25}\cdot\frac{6,67\cdot10^{-11}\cdot4\cdot10^{60}}{6,95\cdot10^{8}\cdot8,31}=1,1\cdot10^{56}.$$ ~~При такой температуре~~

Для Сатурна $T=\frac{6}{25}\frac{GM^2}{Rk}\Rightarrow R=\frac{6}{25}\frac{GM^2}{kT}$

$$R_{ю}=\frac{6}{25}\cdot\frac{6,67\cdot10^{-11}\cdot\cancel{4\cdot10^{60}}\ 1,9^2\cdot10^{54}}{8,31\cdot1,1\cdot10^{56}}=\cancel{70\text{ км}}\ 6,32\cdot10^{-14}$$

$\boxed{2}$

2 3.

Внешний слой можно представить в виде большого шара с $q=-2Q$ и от маленького с $q=Q$.

По т. Гаусса для шара на расстоянии $r<R$ ~~$E=Q$~~ $E=\frac{\sigma}{3\varepsilon_0}r$ – внутри шара, где $\sigma=\frac{Q}{\frac{4}{3}\pi R^3}$

тогда для маленького шара

$$E_1=\frac{Q\,r}{\frac{4}{3}\pi R^3\cdot3\varepsilon_0}=\frac{kQ}{R^3}r \text{ и } E_1=\frac{kQ}{r^2} \text{ при } r>R$$

Для доп. шара $E_2=\frac{kQ}{R^3}r$ и $E_2=\frac{kQ}{r^2}$ при $r>R$

Для большого шара $E_3=\frac{\sigma r}{3\varepsilon_0}=\frac{\frac{-2Q}{\frac{4}{3}\pi\cdot2R^3}}{3\varepsilon_0}r=-\frac{kQ}{R^3}r$

для $r<R\sqrt[3]{2}$, радиус большого шара $R\sqrt[3]{2}$ т.к. объем слоя равен объему маленького шара, потому что их заряды равны. $\frac{4}{3}\pi R_1^3\sigma-\frac{4}{3}\pi R^3\sigma=\frac{4}{3}\pi R^3\sigma$

$\Downarrow$

$R_1=\sqrt[3]{2}R$

Итоговый балл ________ ________________ (подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-9 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

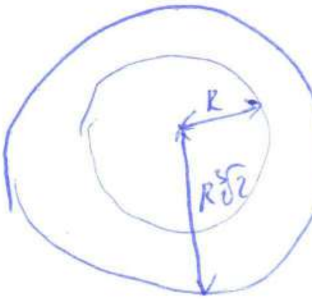
вариант ________

Тогда при $r \in (\sqrt[3]{2}; R)$ напряженность

$$\cancel{E_1 =} E = \frac{kQ}{r^2} + \frac{kQ}{r^2} - \frac{kQ}{R^3} r = \frac{2kQ}{r^2} - \frac{kQ}{R^3} r$$

$F = -qE$, т.к. сила выталкивает заряд

$$A_1 = \int_{R\sqrt[3]{2}}^{R} F\,dr = \int_{R\sqrt[3]{2}}^{R} -\frac{2kQq}{r^2} - \int_{R\sqrt[3]{2}}^{R} -\frac{kQq}{R^3} r = \left(+\frac{2kQq}{r}\right)\Big|_{R\sqrt[3]{2}}^{R} +$$



$$+ \frac{kQqr^2}{2R^3}\Big|_{R\sqrt[3]{2}}^{R} = -\frac{2kQq}{R\sqrt[3]{2}} + \frac{2kQq}{R} + \frac{kQq}{2R} - \frac{qkQR^2 \cdot}{2R^3}$$

$$= -\frac{2kQq}{R\sqrt[3]{2}} + \frac{2kQq}{R} + \frac{qkQ}{2R} - \frac{qkQ}{R} \cdot 2^{-\frac{1}{3}} \approx \frac{kQq}{R} \cdot (+0,12)$$

$A_1 \approx +0,12 \frac{kQq}{R}$ - работа электрического поля в промежуточном слое. Частица тормозится.

В внутреннем слое:

$$E = E_1 + E_2 + E_3 = \frac{kQ}{R^3} r + \frac{kQ}{R^3} r - \frac{kQ}{R^3} r = \frac{kQ}{R^3} r$$

$F = -qE$ (выталкивает)

$$A_2 = \int_R^0 -\frac{kQq}{R^3} r = -\frac{kQq}{R^3} \cdot \frac{R^2}{2} = -\frac{kQq}{2R} = -0,5 \frac{kqQ}{R}$$

Таким образом тело ускоряется в промежуточном слое и замедляется в внутреннем.

Лист № 23

Найдем максимальную скорость
по з-ну сохранения энергии:

$$\frac{m v_{max}^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} + A_{12}$$

$$\cancel{\boxed{v_{max} = \sqrt{v_0^2 + 0{,}12 \cdot \frac{0{,}224}{m} \cdot \frac{kqQ}{R}}}} \qquad \boxed{v_{max} = \sqrt{v_0^2 + 0{,}24\frac{kqQ}{mR}}}$$

Для минимальной скорости

$$\frac{m v_{min}^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} + \cancel{A_{12} + A}\ A_1 + A_2$$

$$\frac{m v_{min}^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} + \frac{kqQ}{R}(0{,}12 - 0{,}5)$$

$$\boxed{v_{min} = \sqrt{v_0^2 - \frac{0{,}76\, kqQ}{mR}}}$$

21

Дано

$R_1 = 1{,}5 \cdot 10^{11}$ м

$R_2 = 2{,}3 \cdot 10^{11}$ м

$M = 2 \cdot 10^{30}$ кг

$\Delta v_1 = ?$

$\Delta v_2 = ?$

Решение

найдем начальную скорость на R_1 от Солнца

$F_g = \frac{GMm}{R_1^2}$ по II з-ну Ньютона

$$\frac{GMm}{R_1^2} = m\frac{v_0^2}{R_1} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{GM}{R_1}} \quad (1)$$

Двигатели разгоняют тело до v_1. Тогда

по з-ну сохранения момента импульса

$$v_1 R_1 = v_2 R_2 \Rightarrow v_2 = \frac{v_1 R_1}{R_2} \quad (2)$$

по з-ну сохранения энергии

$$\frac{m v_1^2}{2} - \frac{GMm}{R_1} = \frac{m v_2^2}{2} - \frac{GMm}{R_2}$$

Итоговый балл ________ ________________
(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-9
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

$$\frac{\cancel{m}v_1^2}{2}-\frac{\cancel{m}v_1^2}{2}\cdot\frac{R_1^2}{R_2^2}=GM\cancel{m}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$$

$$v_1^2\left(1-\frac{R_1^2}{R_2^2}\right)=2GM\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$$

$$v_1=\sqrt{\frac{2GM\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)}{1-\frac{R_1^2}{R_2^2}}}=\sqrt{\frac{2\cdot 6{,}67\cdot10^{-11}\left(\frac{1}{1{,}5}-\frac{1}{2{,}3}\right)\cdot 2\cdot10^{30}\cdot10^{-11}}{1-\frac{1{,}5^2}{2{,}3^2}}}$$

$\cancel{v_1=10^{31}\frac{м}{с}}$ $\cancel{v_1=3{,}3\cdot10^{15}\frac{м}{с}}$ $\cancel{v_1\approx 1\cdot10^{6}\frac{м}{с}}$ $v_1\approx 32{,}8\frac{км}{с}$

$$(1)\quad v_0=\sqrt{\frac{6{,}67\cdot10^{-11}\cdot2\cdot10^{30}}{1{,}5\cdot10^{11}}}\approx 29{,}8\frac{км}{с}$$

$$\boxed{\Delta v_1=v_1-v_0=3\frac{км}{с}}$$

скорость на орбите марса аналогично с (1)

$$v_{22}=\sqrt{\frac{GM}{R_2}}=\sqrt{\frac{6{,}67\cdot2\cdot10^{30}}{2{,}3\cdot10^{11}}\cdot10^{-11}}\approx 24\frac{км}{с}$$

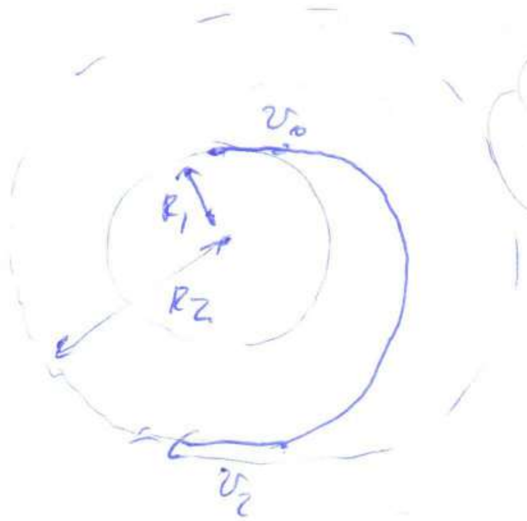
$$(2)\quad v_2=v_1\frac{R_1}{R_2}=32{,}8\cdot\frac{1{,}5}{2{,}3}=21{,}4\frac{км}{с}$$

$$\boxed{\Delta v_2=v_{2\cdot2}-v_2=24-21{,}4=2{,}6\frac{км}{с}}$$

Лист № 34

↓ см далее

рисунок.



+1

$\boxed{11}$

22.

Дано
$I_2 = 8\,A$
$I_1 = 1A$

$I_3 = ?$

(а) $I_2 = \frac{3V}{3R}$ - из з-на Ома для (а) (1)

$R = R_0(1+\alpha t)$, t - температура окружающей среды.

Джоулево тепло $\cancel{Q'=I}R$ ($V = IR$) тратится на поддержание температуры. $\cancel{Q' \to}$ $Q' \sim t$, Q' - потеря тепла за dt (время)

$N = Q'$

$N = I_0 R = Q'$

$\frac{I_2}{3} R = kt$, k - какой-то коэффициент.

$t = \frac{I_2 R}{3k}$ $\quad t\uparrow$ $\quad$ +1

$\cancel{(1)\ I_2 = \frac{3kT}{R}}$ $\quad$ $\cancel{(1)\ \frac{V}{3I_2} = R_0\left(1 + \frac{I_2 R}{\ }\right.}$

$\cancel{V = 3R}$ (б) $R_{об} = 3R$ $\quad$ (в) $R_{об} = \frac{2}{3}R$

$V = 3I_1 R$ - з-н Ома. $\quad$ $V = \frac{2}{3} R I_3$

$\boxed{3}$

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

1

ШИФР	Ф11-23

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по ФИЗИКЕ
(наименование дисциплины)

Фамилия КАРИМУЛЛИН

Имя ТИМУР

Отчество РУСТЕМОВИЧ

Учебное заведение МАОУ „Лицей №131"

Класс 11

Итоговый балл 31,5 (подпись председателя жюри)

Шифр ф11-23 (заполняется оргкомитетом)

1	2	3	4	5
2	6	8,5	6	9

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «ФИЗИКЕ», 11 класс,

вариант 1

№2

Дано:
$I_2 = 8(A)$
$I_1 = 1(A)$
$I_3 = ?$

Решение:

Будем считать, что Джоулево тепло, выделяющееся на резисторе в каждый момент времени равно теплоте, переданной окружающей среде, т.е.:

$P = I^2 \cdot R = \alpha \cdot \Delta T$, где $\alpha \Delta T$ – P теплообмена, R (согл. по условию задачи), $R = R_0 \cdot T$, где T – температура резистора, а I – протекающий через него ток.

Рассмотрим первое соединение:

Из соображений симметрии делаем вывод, что ток через каждый резистор $I_1' = \frac{I_2}{3} = \frac{8}{3}(A)$, тогда:

$\left(\frac{8}{3}\right)^2 \cdot R_0 \cdot T_1 = \alpha(T_1 - T_K)$, где T_1 – температура ~~на~~ каждого из 3-х резисторов, а T_K – температура окр. среды.

$$T_1 = \frac{\alpha T_K}{\alpha - \left(\frac{8}{3}\right)^2 R_0}$$

$R_{схемы} = \frac{R_0 T_1}{3}$, $I_2 = \frac{U}{R_{схемы}} = \frac{3U}{R_0 T_1} = \frac{3U\left(\alpha - \left(\frac{8}{3}\right)^2 R_0\right)}{R_0 \alpha T_K}$

$= 8(A)$, т.е. имеем 1-е уравнение: 1) $\frac{3U\left(\alpha - \left(\frac{8}{3}\right)^2 R_0\right)}{R_0 \alpha T_K} = 8$

Аналогично рассматриваем 2-й случай: $(1)^2 \cdot R_0 \cdot T_2 = \alpha(T_2 - T_K)$, где T_2 – температура каждого резистора во 2-м случае

(продолжение см. на обороте)

Лист № 1

№2 (продолжение):

$T_2 = \frac{\alpha T_K}{\alpha - R_0}$; $1(A) = I_1 = \frac{U}{3 \cdot R_0 \cdot T_2} = \frac{U(\alpha - R_0)}{3R_0 \cdot \alpha T_K}$

2) $\frac{U(\alpha - R_0)}{3R_0 \alpha T_K} = 1$

1) $\frac{3U(\alpha - (\frac{8}{3})^2 R_0)}{R_0 \alpha T_K} = 8$

$\frac{1}{9} \cdot \frac{\alpha - R_0}{\alpha - (\frac{8}{3})^2 R_0} = \frac{1}{8}$

$8\alpha - 8R_0 = 9\alpha - 64R_0$

$56R_0 = \alpha$

2) $\frac{U(56R_0 - R_0)}{3R_0 \cdot 56R_0 \cdot T_K} = 1 = \frac{55U}{168 R_0 T_K} \Rightarrow \frac{U}{R_0 T_K} = \frac{168}{55}$

6) I_2, $I_2 = I_1$, T_4, T_4, T_3, $I_1 = \frac{2}{3} I_3$

Рассмотрим теперь последний случай:

$(\frac{2}{3} I_3)^2 \cdot R_0 \cdot T_3 = \alpha(T_3 - T_K)$

$\Leftrightarrow T_3 = \frac{\alpha T_K}{\alpha - \frac{4}{9} I_3^2 R_0}$

$I_1^2 R_0 T_3 = \alpha(T_3 - T_K) \Rightarrow T_3 = \frac{\alpha T_K}{\alpha - I_1^2 R_0} \Rightarrow$

$\Rightarrow R_1 = R_0 T_3 = \frac{R_0 \alpha T_K}{\alpha - I_1^2 R_0}$

$I_2^2 R_0 T_4 = \alpha(T_4 - T_K) \Rightarrow T_4 = \frac{\alpha T_K}{\alpha - I_2^2 R_0} \Rightarrow R_2 = R_3 = \frac{R_0 \alpha T_K}{\alpha - I_2^2 R_0}$

$R_{схемы} = \frac{2R_2 R_1}{2R_2 + R_1} = \frac{2R_0 \alpha T_K}{(\alpha - I_2^2 R_0)} \cdot \frac{R_0 \alpha T_K}{(\alpha - I_1^2 R_0)} \cdot \frac{1}{\frac{2R_0 \alpha T_K}{\alpha - I_2^2 R_0} + \frac{R_0 \alpha T_K}{\alpha - I_1^2 R_0}}$

$I_1 R_1 = 2 I_2 R_2$, $I_1 \cdot \frac{R_0 \alpha T_K}{\alpha - I_1^2 R_0} = 2 I_2 \cdot \frac{R_0 \alpha T_K}{\alpha - I_2^2 R_0}$

$I_1 \cdot R_0 \cdot T_3 =$

...ый балл ________ ____________
(подпись председателя жюри)

Шифр ф11-23
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант 1

№4. ~~$\left(\frac{T}{T_s}\right)^2 (R_0(1+\alpha T_1)=\beta(T_1-T_k)$~~ (+1)

$\frac{MU_0^2}{2} = \frac{M}{\mu}\cdot\frac{3}{2}\cdot k\cdot T = \frac{3GM^2}{5R^1}$, (из З.С.Э)

из размерности:

$H\cdot м = Дж = \frac{H\cdot м^2\cdot кг^1}{кг^2 \; м^\beta} \Rightarrow \beta = 1; \; \gamma = 2.$ (+1)

μ – масса молекулы H_2 ?

$T = \frac{2GM^2\mu}{5\cdot R\cdot M\cdot k}$, $0.002(кг) = N_a\cdot\mu$

$T = \frac{2G\cdot M^1\cdot 0.002}{N_a\cdot 5\cdot R\cdot \cancel{M}\cdot k} = \frac{2G\,M^1\,0{,}002}{5R\,R_n}$, (+1) (+2)

$R_n = 8.314\left(\frac{Дж}{моль\cdot K}\right)$, $T_C = \cancel{9{,}234661}\ 18469322(K) \approx \cancel{9.2}\ 18.5(MK)$

$T_C = \frac{2GM_0\cdot 0{,}002}{5R_ю\cdot R_n} \Rightarrow R_ю = \cancel{660250(м)}\ \cancel{1320500}\ 660250(м)$

откуда ?

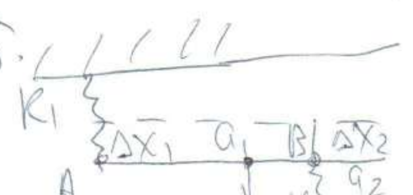
Ответ: $T_C \approx \cancel{9.2}\ 18.5(MK)$; ~~$R_ю \approx 660{,}5(км)$~~ $R_ю = 660(км)$

6

№5. пусть сначала $a_1 > a_2$!

β(угловое ускорение бруска) = 0

$\Rightarrow$ применим правило моментов



отн. т. A:

$\frac{a_1+a_2}{2}\cdot mg = K_2\Delta X_2\cdot a_1 \Rightarrow \Delta X_2 = \frac{(a_1+a_2)mg}{2K_2 a_1}$

отн. т. B: $\left(a_1 - \frac{a_1+a_2}{2}\right)\cdot mg = a_1\cdot K_1\Delta X_1 \Rightarrow \Delta X_1 = \frac{(a_1-a_2)mg}{2K_1 a_1}$

$\Delta X_2 = \Delta X_1 \Rightarrow \frac{(a_1+a_2)\cancel{mg}}{2K_2\cancel{a_1}} = \frac{(a_1-a_2)\cancel{mg}}{2K_1\cancel{a_1}}$

$a_1K_1 + a_2K_1 = a_1K_2 - a_2K_2$. (продолжение на обороте)

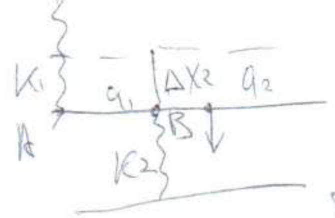
Лист № 2

№5. (продолжение)

$a_1 k_1 + a_2 k_1 = a_1 k_2 - a_2 k_2 \;|\; : a_2$

$\frac{a_1}{a_2}(k_1 - k_2) = (-k_2 - k_1) \Rightarrow \frac{a_1}{a_2} = \frac{k_1 + k_2}{k_2 - k_1}$, что удовлетворяет условию $k_1 < k_2$ $a_1 < a_2$:

отн. т. A: $k_2 \Delta x_2 a_1 = \frac{a_1 + a_2}{2} mg$



$\Delta x_2 = \frac{(a_1 + a_2) mg}{2 a_1 k_2}$

отн. т. B: $mg \cdot \left(a_2 - \frac{a_1 + a_2}{2}\right) = -k_1 \cdot \Delta x_1$, но т.к. $\Delta x_1 > 0$ $\beta > 0 \Rightarrow$ равновесие невозможно $\Rightarrow a_1 > a_2$, $\frac{a_1}{a_2} = \frac{k_1 + k_2}{k_2 - k_1}$,

$\frac{k_1 + k_2}{k_2 - k_1} > 1$, условие $(a_1 > a_2)$

$\frac{k_1 + \cancel{k_2} - \cancel{k_2} + k_1}{k_2 - k_1} > 0$; $\frac{2k_1}{k_2 - k_1} > 0$, $k_1 > k_2$ достаточное условие.

Ответ: $\frac{a_1}{a_2} = \frac{k_1 + k_2}{k_2 - k_1}$.

...вый балл ________ ______________

(подпись председателя жюри)

Шифр ф11-23

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике **», 11 класс,**

вариант 1

№2. ~~$\left(\frac{\mathcal{E}}{3}\right)^2 R_0(1+\alpha T_1) = \beta(T_1 - T_K)$, T_K – комнатная температура, β – const.~~

~~$R_0(1+\alpha T_2) = \beta(T_2 - T_K)$~~

~~T_2 – T всех резисторов в случае б; T_1 – T всех резисторов в случае а.~~

~~$T_1 = \frac{\beta T_K + R_0\left(\frac{\mathcal{E}}{3}\right)^2}{\beta - R_0\alpha\left(\frac{\mathcal{E}}{3}\right)^2}$~~

~~$\frac{3U}{R_0(1+\alpha T_1)} = \mathcal{E}$; U – $\mathcal{E}$ источника~~

~~$R_0 + R_0\alpha R_0(1+\alpha T_1) = \frac{3}{\mathcal{E}}U$;~~

~~$\left(\frac{\mathcal{E}}{3}\right)^2 R_0 \frac{3}{\mathcal{E}}U = \beta(T_1 - T_K) \Rightarrow T_1 = \frac{\mathcal{E}U}{3\beta} + T_K$.~~

~~$\frac{U}{3R_0(1+\alpha T_2)}$~~

$\left(\frac{\mathcal{E}}{3}\right)^2 R_0(1+\alpha\Delta T_1) = \beta\Delta T_1$, R_0 – R при $T = T_K$, T_K – комнатная T, $\alpha, \beta = $ const., $\Delta T_1 = T_1 - T_K$, T_1 – T всех резисторов в случае а).

$\frac{3U}{R_0(1+\alpha\Delta T_1)} = \mathcal{E} \Rightarrow \frac{3}{\mathcal{E}}U = R_0(1+\alpha\Delta T_1) \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{\mathcal{E}}{3}U = \beta\Delta T_1 \Rightarrow \Delta T_1 = \frac{\mathcal{E}U}{3\beta}$.

+2

1) ~~$\left(\frac{\mathcal{E}}{3}\right) R_0\left(1+\frac{\alpha\mathcal{E}U}{3\beta}\right) = \frac{\mathcal{E}U}{3}$~~ $\frac{3}{\mathcal{E}}U = R_0\left(1+\frac{\mathcal{E}U\alpha}{3\beta}\right)$

$\frac{U}{3R_0(1+\alpha\Delta T_2)} = 1 \Rightarrow \frac{U}{3} = R_0(1+\alpha\Delta T_2)$

$R_0(1+\alpha\Delta T_2) = \beta\Delta T_2 = \frac{U}{3} \Rightarrow \Delta T_2 = \frac{U}{3\beta}$.

2) $\frac{U}{3} = R_0\left(1+\frac{U\alpha}{3\beta}\right)$

Лист № 3

$$\frac{3}{8}U = R_0\left(1+\frac{8U\alpha}{3\beta}\right)$$

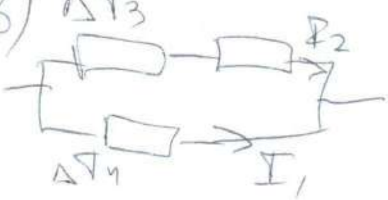
$$\frac{U}{3} = R_0\left(1+\frac{U\alpha}{3\beta}\right)$$

$$\frac{9}{8} = \frac{1+\frac{8U\alpha}{3\beta}}{1+\frac{U\alpha}{3\beta}}; \quad 9+\frac{3U\alpha}{\beta} = 8+\frac{64U\alpha}{3\beta}$$

$$1 = \frac{55}{3}\frac{U\alpha}{\beta} \Rightarrow \frac{U\alpha}{\beta} = \frac{3}{55}$$

+2

6) ΔT_3



$$2R_0(1+\alpha\Delta T_3)I_2 = R_0(1+\alpha\Delta T_4)I_1$$

$$R_0(1+\alpha\Delta T_3)\cdot I_2^2 = \beta\Delta T_3$$

$$R_0(1+\alpha\Delta T_4)\cdot I_1^2 = \beta\Delta T_4$$

+2

$$\frac{1}{2}\cdot\frac{I_2}{I_1} = \frac{\Delta T_3}{\Delta T_4} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{\Delta T_3}{2\Delta T_4} = \frac{1+\alpha\Delta T_4}{2(1+\alpha\Delta T_3)}$$

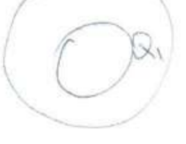
$$\Delta T_3(1+\alpha\Delta T_3) = \Delta T_4(1+\alpha\Delta T_4)$$

$\boxed{6}$

$$\cancel{\Delta T_3 - \Delta T_4} = \alpha\cancel{(\Delta T_4 - \Delta T_3)}(\Delta T_3+\Delta T_4) \Rightarrow \Delta T_3+\Delta T_4 = \frac{1}{\alpha}$$

а дальше?

№3. Q_2 $\rho = \frac{Q}{\frac{4}{3}\pi R^3}$; $Q_2 = -Q_1 = -Q = \frac{4}{3}\pi(R_2^3-R_1^3)\cdot(-\rho)$



$$\cancel{Q} = \frac{\cancel{\frac{4}{3}\pi}(R_2^3-R^3)\cdot\cancel{Q}}{\cancel{\frac{4}{3}\pi}R^3} \Rightarrow R_2^3 = 2R^3$$

$$R_2 = \sqrt[3]{2}\,R.$$

$$E\cdot 4\pi R^2 = 4\pi k\, q_{общ} \Rightarrow E = \frac{k\,q_{общ}}{R^2}$$

$q>0$: $\sigma_{max} = \sigma_0$; посчитаем потенциал такой конструкции: наложением на шар $R = \sqrt[3]{2}R$ с $\rho = -\rho$ шара с $\rho = 2\rho$ и $R = R$:

$$\varphi_1 = -\frac{k q_1}{R}, \quad q_1 = -\rho\cdot\frac{4}{3}\pi(\sqrt[3]{2}R)^3 = -\frac{Q}{\frac{4}{3}\pi R^3}\cdot\frac{4}{3}\pi\cdot 2R^3 = -2Q$$

$$\varphi_1 = -\frac{k\cdot 2Q}{2^{1/3}R} = -\frac{2^{2/3}kQ}{R}, \quad |q_2| = 2\rho\cdot\frac{4}{3}\pi R^3 = 2Q.$$

$$\varphi_2 = \frac{k|q_2|}{R}; \quad \varphi_2 = \frac{2kQ}{R}, \quad \varphi_{общ} = \frac{(2-2^{2/3})\,kq}{R}$$

(продолжение см. на листе №4)

~~вый~~ балл ________ ________________
(подпись председателя жюри)

Шифр ф11-23
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физика», ______ класс,

вариант 1

№3 (продолжение)

$$\frac{m v_0^2}{2} = q\cdot\varphi_{общ} + \frac{m v_к^2}{2} \Rightarrow \frac{m v_к^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} - \frac{(2-2^{2/3})kq^2}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_к = \sqrt{v_0^2 - \frac{2(2-2^{2/3})kq^2}{Rm}},\ \text{при}\ v_0^2 > \frac{2(2-2^{2/3})kq^2}{Rm},$$

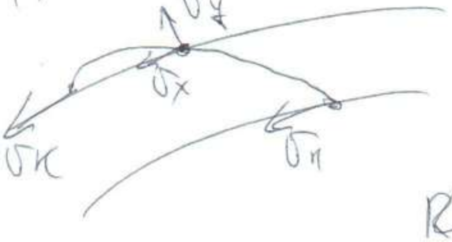
иначе $v_к = 0$, т.е. для $q>0$ ответ:

$v_{max} = v_0$; $v_{min} = \sqrt{v_0^2 - \frac{2(2-2^{2/3})kq^2}{Rm}}$, $v_0^2 > \frac{2(2-2^{2/3})kq^2}{Rm}$

$v_{min} = 0$, $v_0^2 \leq \frac{2(2-2^{2/3})kq^2}{Rm}$.

для $q<0$ ответ: $v_{max} = \sqrt{v_0^2 + \frac{2(2-2^{2/3})kq^2}{Rm}}$, $v_{min} = v_0$.

№1.



$\frac{(v_н+\Delta v_1)R_н}{R_к} = v_x$ (из З.С.М.И).

~~$\frac{v_x^2+v_y^2}{2}m = GmM_c(R_н^{-1}-R_к^{-1})$~~,

~~$R_н = R_з$; $R_к = R_{мл}$~~ $R_н = R_з$; $R_к = R_м$.

~~$v_y^2 = 2GM_c(R_н^{-1}-R_к^{-1}) - v_x^2$~~

~~$v_{x_2} = \frac{(v_н+\Delta v_1)R_н}{R_к} - \Delta v_2$~~

~~$m\frac{v_{x_2}^2+v_y^2}{2} = m\frac{v_к^2}{2}$~~, ~~$v_к = \sqrt{\frac{GM_c}{R_м}}$; $v_н = \sqrt{\frac{GM_c}{R_з}}$~~

$\frac{(v_н+\Delta v_1)R_н}{R_к} - \Delta v_2 = v_к$; $v_к = \sqrt{\frac{GM_c}{R_м}}$; $v_н = \sqrt{\frac{GM_c}{R_з}}$. +2

$$\frac{m(v_н+\Delta v_1)^2}{2} - \frac{m\left(\frac{(v_н+\Delta v_1)R_н}{R_к}\right)^2}{2} = \frac{2}{m}GM_c(R_н^{-1}-R_к^{-1}).$$

Лист №__________

$$(\upsilon_н+\Delta\upsilon_1)^2 - \left(\frac{\upsilon_н+\Delta\upsilon_1}{R_к}\cdot R_н\right)^2 = 2GM_c(R_н^{-1}-R_к^{-1}) \ldots$$

$\Delta\upsilon_1 = 94473.28$ (м/с)

$\Delta\upsilon_2 = 275940$ (м/с)

Ответ: в 1-ый $\Delta\upsilon_1 = 94473.28$ (м/с);
$\Delta\upsilon_2 = 275940$ (м/с)

$\boxed{2}$

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

1

ШИФР	Ф11-3

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по Физики
(наименование дисциплины)

Фамилия МУХАМЕТЗЯНОВ

Имя ИЛЬНАЗ

Отчество ИЛЬНУСОВИЧ

Учебное заведение МОУ СОШ N173

Класс 11

Дата рождения

Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 04 апреля 2014 года ... по адресу 420008, г.Казань, ул. Кремлевска...

Итоговый балл 31 (подпись председателя жюри)

Шифр ф11-3 (заполняется оргкомитетом)

1	2	3	4	5
–	11	6	5	9

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физика», 11 класс,

вариант 1

Задача №2

$R = R_0(1+\alpha\Delta T)$

$P = \frac{U^2}{R} = I^2R = B\Delta T$

Разделим на два участка и найдем по отдельности

1) $I_2^2\frac{R}{3} = 3B\Delta T_2$

$I_2 = \frac{3U}{R}$

$R = R_0(1+\alpha\Delta T_2)$

$I_2^2\frac{R_0(1+\alpha\Delta T_2)}{3} = 3B\Delta T_2$

$I_2 = \frac{3U}{R_0(1+\alpha\Delta T_2)}$

$R_0 = \frac{3U}{I_2(1+\alpha\Delta T_2)}$

$I_2^2\frac{3U(1+\alpha\Delta T_2)}{3I_2(1+\alpha\Delta T_2)} = 3B\Delta T_2$

$I_2U = 3B\Delta T_2$

$R_0 = \frac{3U}{I_2(1+\alpha\Delta T_2)}$

2) $R = R_0(1+\alpha\Delta T_1)$

$3I_1^2R = 3B\Delta T_1$

$I = \frac{U}{3R}$

$I_1 = \frac{U}{3R_0(1+\alpha\Delta T_1)}$

$3I_1^2R_0(1+\alpha\Delta T_1) = 3B\Delta T_1$

$R_0 = \frac{U}{3I_1(1+\alpha\Delta T_1)}$

$3I_1^2\frac{U(1+\alpha\Delta T_1)}{3I_1(1+\alpha\Delta T_1)} = 3B\Delta T_1$

$I_1U = 3B\Delta T_1$

$R_0 = \frac{U}{3I(1+\alpha\Delta T_1)}$

3) $2I_3R = 2B\Delta T_3$

$I_3 = \frac{U}{2R}$

$R = R_0(1+\alpha\Delta T_3)$

$2I_3^2R_0(1+\alpha\Delta T_3) = 2B\Delta T_3$

$I_3 = \frac{U}{2R_0(1+\alpha\Delta T_3)}$

$2I_3^2\frac{U(1+\alpha\Delta T_3)}{2I_3(1+\alpha\Delta T_3)} = 2B\Delta T_3$

$R_0 = \frac{U}{2I_3(1+\alpha\Delta T_3)}$

$I_3U = 2B\Delta T_3$

$R_0 = \frac{U}{2I_3(1+\alpha\Delta T_3)}$

4) $I_4R = B\Delta T_4$

$I = \frac{U}{R}$

$R = R_0(1+\alpha\Delta T_4)$

$I_4^2R_0(1+\alpha\Delta T_4) = B\Delta T_3$

$I_4 = \frac{U(1+\alpha\Delta T_4)}{R_0(1+\alpha\Delta T_4)}$

$I_4^2\frac{U(1+\alpha\Delta T_4)}{I_4(1+\alpha\Delta T_4)} =$

$R_0 = \frac{U}{I_4(1+\alpha\Delta T_4)}$

$I_4U = B\Delta T_3$

$R_0 = \frac{U}{I_4(1+\alpha\Delta T_4)}$

$\frac{I_2}{I_1} = \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = 8 \quad \Delta T_2 = 8\Delta T_1$

Сравним 1и 2 резистор

$\frac{3U}{I_2(1+\alpha\Delta T_2)} = \frac{U}{3I_1(1+\alpha\Delta T_1)}$

$3\cdot 3I_1(1+\alpha\Delta T_1) = I_2(1+\alpha\Delta T_2)$ Замена: $I_1 = 1$, $I_2 = 8$, $\Delta T_2 = 8\Delta T_1$

$9(1+\alpha\Delta T_1) = 8(1+\alpha 8\Delta T_1)$

$9 + \alpha 9\Delta T_1 = 8 + \alpha 64\Delta T_1$

$1 = \alpha 55\Delta T_1$

$-\alpha 55\Delta T_2 = -1$

$\alpha = \frac{1}{55\Delta T_2}$

Сравним 2 и 3 $\frac{I_1}{I_3} = \frac{\Delta\bar{I}_1}{\Delta\bar{I}_3} = \frac{3}{2}$ $\Delta\bar{I}_3 = \frac{3}{2}\frac{I_3\,\Delta\bar{I}_1}{}$

$$\frac{U}{3\bar{I}_1(1+\alpha\Delta\bar{I}_1)} = \frac{U}{2\bar{I}_3(1+\alpha\Delta\bar{I}_3)}$$

$2\bar{I}_3(1+\alpha\Delta\bar{I}_3) = 3\bar{I}_1(1+\alpha\Delta\bar{I}_1)$ Замена: $\Delta_3 = \frac{3}{2}\bar{I}_3\Delta\bar{I}_1$ $\alpha = \frac{1}{55\Delta\bar{I}_1}$

$2\bar{I}_3\left(1+\frac{3\bar{I}_3\cdot\Delta\bar{I}_1}{2\cdot 55\Delta\bar{I}_1}\right) = 3\bar{I}_1\left(1+\frac{1\ \Delta\bar{I}_1}{55\Delta\bar{I}_1}\right)$ Замена: $I_1 = 1$

$$2\bar{I}_3 + \frac{3\bar{I}_3^2}{55} = 3+\frac{1}{55}$$

$$2\bar{I}_3 + \frac{3\bar{I}_3^2}{55} = \frac{166}{55} \quad :55$$

$110\bar{I}_3 + 3\bar{I}^2 - 166 = 0$ $I_3 = x$

$3x^2 + 110x - 166 = 0$

$D = 110^2 + 4\cdot 3\cdot 166 = 12100 + 1992 = 14092 \approx 118,7$

$x_1 = \frac{-110+118,7}{6} = 1,45$ $x_2 = \frac{-110-118,7}{6} = -38,1$ - не подходит

Сравним 2 и 4

$\frac{I_1}{I_4} = \frac{\Delta\bar{I}_1}{\Delta\bar{I}_4} = 2$ $\Delta\bar{I}_4 = 2\bar{I}_4\Delta\bar{I}_1$

$$\frac{U}{3\bar{I}_1(1+\alpha\Delta\bar{I}_1)} = \frac{U}{I_4(1+\alpha\Delta\bar{I}_4)}$$

$I_4(1+\alpha\Delta\bar{I}_4) = 3\bar{I}_1(1+\alpha\Delta\bar{I}_1)$ Замена: $\alpha = \frac{1}{55\Delta\bar{I}_1}$, $I_1 = 1$, $\Delta\bar{I}_4 = 2\bar{I}_4\Delta\bar{I}_1$

$$I_4 + \frac{2\bar{I}_4\Delta\bar{I}_1}{55\Delta\bar{I}_1} = 3+\frac{1\cdot\Delta\bar{I}_1}{55\cdot\Delta\bar{I}_1}$$

$$I_4 + \frac{2\bar{I}_4^2}{55} = \frac{166}{55} \quad :55$$

$55\bar{I}_4 + 2\bar{I}_4^2 = 166$ $I_4 = x$

$2x^2 + 55x - 166 = 0$

$D = 55^2 + 4\cdot 2\cdot 166 = 3025 + 1328 = 4353 \approx 65,9$

$x_1 = \frac{-55+65,9}{4} = 2,725$ $x_1 = \frac{-55-65,9}{4} = -30,225$ - не подходит

Теперь найдем общую 3 и 4

$I_{3,4} = I_3 + I_4 = 1,45 + 2,725 = 4,175$ A

Ответ: I рисунка в будет 4,175 A

11

ый балл ________ __________ Шифр φ11-3

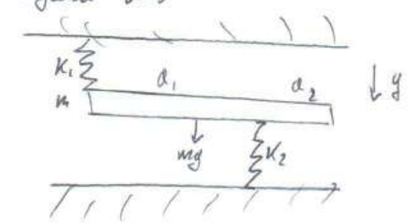
(подпись председателя жюри) (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физика», 11 класс,

вариант 1

Задача №5



$F = K\Delta x$

$mg = K_1\Delta x_1 + K_1\Delta x_2$

$a_3 = a_1 - \frac{a_1 + a_2}{a_1} = \frac{a_1 - a_2}{a_1}$

$K_1\Delta x \cdot a_1 = mg \cdot \frac{a_1 - a_2}{a_1}$

$K_1\Delta x \cdot a_1 = (K_1\Delta x + K_2\Delta x)\frac{a_1 - a_2}{a_1}$

$\frac{K_1}{K_1 + K_2} = \frac{a_1 - a_2}{2a_1}$

$\frac{2K_1}{K_1 + K_2} = 1 - \frac{a_2}{a_1}$

Ответ: $\frac{a_2}{a_1} = 1 - \frac{2K_1}{K_1 + K_2}$

Задача №4

Дано:

$R_c = 6{,}95 \cdot 10^8$ м

$M_c = 2 \cdot 10^{30}$ кг

$M_{10} = 1{,}9 \cdot 10^{27}$ кг

$G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$

$K_б = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$

1 а.е.м $= 1{,}66 \cdot 10^{-27}$

Решение

$E_g = -\frac{3GM^{\varphi}}{5R^{\beta}}$ $G = [\frac{Н \cdot м^2}{кг^2}]$ $E [Н \cdot м] \Rightarrow \varphi = 2, \beta = 1$

+1

$E_g = -\frac{3 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot (2 \cdot 10^{30})^2}{5 \cdot 6{,}95 \cdot 10^8} = -1{,}1 \cdot 10^{59}$

$N = \frac{M_c}{1 а.е.м} = \frac{2 \cdot 10^{30}}{1{,}66 \cdot 10^{-27}} = 1{,}2 \cdot 10^{57}$

$E = \frac{5}{2} N K T_{нк} = \frac{5}{2} N K T_{90}$

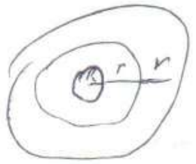
$E = \frac{5}{2} N K T_{90}$ $T_{90} = \frac{5 \cdot E}{NK} = \frac{5 \cdot (-1{,}1 \cdot 10^{59})}{2 \cdot 1{,}2 \cdot 10^{57} \cdot 1{,}38 \cdot 10^{-23}} = \frac{-5{,}5^{59}}{3{,}3^{34}} = -1{,}12 \cdot 10^{26}$

$R_{10} = -\frac{3GM_{10}^2}{5 \cdot E} = \frac{3 \cdot 6{,}67 \cdot (1{,}9 \cdot 10^{27})^2}{5 \cdot 1{,}12 \cdot 10^{28}} = 1{,}6 \cdot 10^{81}$

Ответ: $T_{90} = -1{,}12 \cdot 10^{26}$, $R_{10} = 1{,}6 \cdot 10^{81}$ м

5

Задача №3



$E=0$

$\rho = \frac{3Q}{4\pi R^3}$

$\frac{4\pi R^3}{3} = \frac{4}{3}\pi r^3 - \frac{4}{3}\pi R^3$

$r^3 = 2R^3$

$r = \sqrt[3]{2}\, R = R$

$E(\text{внутри}) = K\frac{Q - \frac{4}{3}\pi\rho(r^3 - R^3)}{r^2}$

$E(\text{внутри}) = \frac{KQ}{r^2} - \frac{\frac{4}{3}\pi r^3\rho}{r^2} + \frac{\frac{4}{3}\pi R^3\rho}{r^2} = \frac{KQ}{r^2} - \frac{4}{3}\pi r\rho + \frac{\cancel{4\pi R^3}\, Q}{r^2 \cdot \cancel{\frac{4}{3}\pi R^3}} = \frac{2KQ}{r^2} - \frac{4}{3}\pi r\rho$

если $r = \sqrt{2}R$, то $E(r=R) = \frac{2KQ}{R^2} - \frac{KQ}{R^3}\cdot R = \frac{KQ}{R^2}$

$E(\text{внутри}) = \frac{K - \frac{4}{3}\pi\rho r^3}{R^2} = \frac{KQr}{R^3}$

на границе сферы $\varphi = K\frac{Q}{r}$

$\varphi = E\Delta r = \frac{\left(\frac{KQ}{R^2} + \frac{KQr}{R^3}\right)}{2}(R-r) = \frac{\frac{2KQ}{R^3}}{2}(R^2 - r^2) = \frac{KQ}{R^3}(R^2 - r^2)$ –

$E_k = \frac{mv_{max}^2}{2}$ $\qquad W_p = -q\cdot\varphi$

$\frac{mv_{max}^2}{2} = -q\frac{KQ}{R^3}(R^2 - r^2) + \frac{mv_0^2}{2}$ $\qquad$ $\frac{mv_{min}^2}{2} = -\frac{qKQ}{R^3}(R^2 - r^2)$

$v_{max}^2 = \frac{2}{m} - \frac{qKQ}{R^3}(R^2 - r^2) + \frac{mv_0^2}{2}$ $\qquad$ $v_{min}^2 = \frac{2}{m} - q\frac{KQ}{R^3}(R^2 - r^2)$

Ответ: $v_{max} = \sqrt{\frac{2}{m} - \frac{qKQ}{R^3}(R^2 - r^2) + \frac{mv_0^2}{2}}$ $\qquad$ $v_{min} = \sqrt{\frac{2}{m} - \frac{qKQ}{R^3}(R^2 - r^2)}$

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

ШИФР	ф11-51

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по физике
(наименование дисциплины)

Фамилия ЗАМАЛИЕВ

Имя АЗАТ

Отчество РУСЛАНОВИЧ

Учебное заведение гимназия №2 при КФУ

Класс 11

СОГЛАСИЕ

Итоговый балл 28 ____________
(подпись председателя жюри)

Шифр ф11-51
(заполняется оргкомитетом)

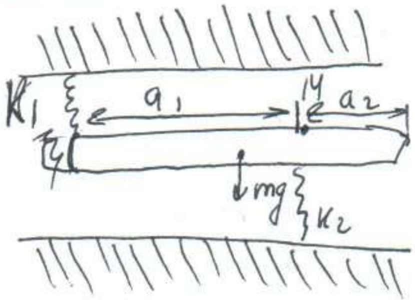
1	2	3	4	5	Σ
–	11	1	7	9	28

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике », 11 класс,

вариант ________

Задача 5.



$a_1 + a_2$ – длинна бруска

Сила mg действует середину бруска. Составим уравнение Ньютона:

$$mg = k_1 \Delta x_1 + k_2 \Delta x_2$$

$\Delta x_1 = \Delta x_2$ (Так как брусок должен быть в равновесии)

Возьмем точку M на пружине k_2 ⟹

$$k_1 \cdot \Delta x \cdot a_1 = mg \cdot \left(a_1 - \frac{a_1 + a_2}{2}\right)$$

$$k_1 \Delta x \cdot a_1 = mg \left(\frac{a_1 - a_2}{2}\right)$$

$$k_1 \cancel{\Delta x} \cdot a_1 = (k_1 \cancel{\Delta x} + k_2 \cancel{\Delta x}) \left(\frac{a_1 - a_2}{2}\right)$$

$$k_1 \cdot a_1 = \frac{(k_1 + k_2)(a_1 - a_2)}{2}$$

$$\frac{2k_1}{k_1 + k_2} = \frac{a_1 - a_2}{a_1} \longrightarrow \cancel{2 + \frac{2k_1}{k_2} = 1 - \frac{a_2}{a_1}} \rightarrow 1 + \frac{2k_1}{k_2} = -\frac{a_2}{a_1}$$

$$\cancel{\frac{k_2 + 2k_1}{k_2} = -\frac{a_2}{a_1}} \qquad \frac{2k_1}{k_1 + k_2} = 1 - \frac{a_2}{a_1}$$

$$\frac{a_2}{a_1} = 1 - \frac{2k_1}{k_1 + k_2} \longrightarrow \frac{a_2}{a_1} = \frac{k_2 - k_1}{k_1 + k_2}$$

Ответ: $\frac{a_1}{a_2} = \frac{k_1 + k_2}{k_2 - k_1}$

Лист № 1

Задача 4.

$R_c = 6{,}95 \cdot 10^{8}$

$M_c = 2 \cdot 10^{30}$

$M_{\text{юс}} = 1{,}9 \cdot 10^{27}$

$G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$

$1\ \text{а.е.м} = 1{,}66 \cdot 10^{-27}$

$K_B = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$

1. $E_g = -\dfrac{3GM^{\gamma}}{5R^{\beta}}$

$E = [H \cdot M]$

$G = \left[\dfrac{H \cdot M^2}{кг^2}\right]$

$\Downarrow$

$[M^2]$ должен сократиться до [

а $[кг^2]$ полностью сократиться

$\Downarrow$

$\gamma = 2,\ \beta = 1.$

$E = -\dfrac{3GM^2}{5R}$

+1

2. $E = \frac{5}{2}NKT$ (энергия статич газа, кин. энергия молекул внутри)

$N = \dfrac{M_C}{M_{H_2}} = \dfrac{2 \cdot 10^{30}}{2 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27}} = \cancel{0{,}6 \cdot 10^{57}} = 0{,}6 \cdot 10^{57}$

По закону сохранения энергии:

$\frac{5}{2}NKT = \dfrac{3GM^2}{5R}$

−1

$T = \dfrac{3GM^2}{5R} \cdot \dfrac{2}{5} \cdot \dfrac{1}{NK} = \dfrac{6GM^2}{25 \cdot R \cdot N \cdot K} = \dfrac{6 \cdot 6{,}67 \cdot 4 \cdot 10^{60} \cdot 10^{}}{25 \cdot 6{,}95 \cdot 10^{8} \cdot 0{,}6 \cdot 10 \cdot 1{,}38 \cdot 1}$

$= 1{,}11 \cdot 10^{7}$

+3

3. $\frac{5}{2}NKT = \dfrac{3GM^2}{5R}$

+1

$N\,(\text{для } M_{\text{юс}}) = \dfrac{M_{\text{юс}}}{M_{H_2}} = \dfrac{1{,}9 \cdot 10^{27}}{2 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27}} = 0{,}57 \cdot 10^{54}$

+2

$R = \dfrac{3GM^2 \cdot 2}{25NKT} = \dfrac{3 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 3{,}61 \cdot \cancel{10^{54}} \cdot 2}{25 \cdot 0{,}57 \cdot \cancel{10^{54}} \cdot 1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 1{,}11 \cdot 10^{7}} = 6{,}6 \cdot 10^{5}$

Ответ: $T = 1{,}11 \cdot 10^{7}$ K

$R = 6{,}6 \cdot 10^{5}$ м

$\boxed{7}$

…ий балл ________ ________________

(подпись председателя жюри)

Шифр ф11-51

(заполняется оргкомитетом)

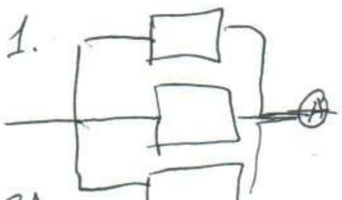
Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике **»,** 11 **класс,**

вариант ________

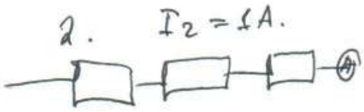
Задача-2.

1.

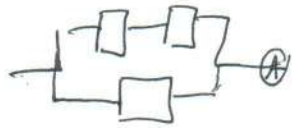


$I_1 = 8A$

2. $I_2 = 1A$.



3.



1. $R_1 = R_0(1+\alpha\Delta T_1)$

$\underbrace{I_1^2 \cdot R}_{\text{мощность нагревания 1 резистора}} = A\Delta T$ – мощность выделения тепла в окруж. среду

+2

$\left(\frac{I_1}{3}^2\right) \cdot R_1 = A\Delta T_1$ $\qquad I_1 = \frac{3U}{R_1}$

$P_{общ} = \frac{I_1^2 \cdot R_1}{3} = 3A\Delta T_1$

$I_1 = \frac{3U}{R_0(1+\alpha\Delta T_1)}$

$R_0 = \frac{3U}{I_1(1+\alpha\Delta T_1)}$

$\frac{I_1^2 \cdot 3U(1+\alpha\Delta T_1)}{3I_1 \cdot (1+\alpha\Delta T_1)} = I_1 \cdot U = 3A\Delta T_1$

+2

2. ~~$R_2 = R_0$~~ ~~$R_0 = R_2$~~ $R_2 = R_0(1+\alpha\Delta T_2)$

$I_2 = \frac{U}{3R_2} \longrightarrow R_0 = \frac{U}{3I_2(1+\alpha\Delta T_2)}$

$\frac{I_2^2 \cdot 3U(1+\alpha\Delta T_2)}{3I_2(1+\alpha\Delta T_2)} = I_2 \cdot U = 3A\Delta T_2$

~~$\frac{I_2 \cdot U}{I_1 \cdot U} = \frac{3A\Delta T_2}{3A\Delta T_1} \longrightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}$~~

$\frac{I_1 \cdot U}{I_2 \cdot U} = \frac{3A\Delta T_1}{3A\Delta T_2} \longrightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}$ ~~$8\Delta T_2 = \Delta T_2$~~

$8\Delta T_2 = \Delta T_1$

Лист № 2

Приравняем R_0:

$$\frac{3\cancel{U}}{I_1(1+\alpha\Delta T_1)} = \frac{\cancel{U}}{3I_2(1+\alpha\Delta T_2)}$$

$$\cancel{9I_2 =} \quad 9I_2(1+\alpha\Delta T_2) = I_1(1+\alpha\Delta T_1)$$

$$9I_2(1+\alpha\Delta T_2) = I_1(1+\alpha\cdot 8\Delta T_2)$$

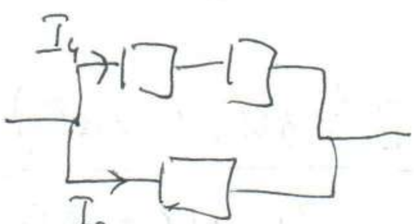
$$9+9\alpha\cdot\Delta T_2 = 8+64\cdot\alpha\cdot\Delta T_2$$

$$1+9\alpha\Delta T_2 = 64\cdot\alpha\cdot\Delta T_2$$

$$1 = 55\,\alpha\cdot\Delta T_2$$

+3 $\quad \alpha = \frac{1}{55\Delta T_2}$

3) Разделим третью цепь на отдельные случаи:



$$I_3 = \frac{U}{R_3}$$

$$R_3 = R_0(1+\alpha\Delta T_3)$$

$$I_3 = \frac{U}{R_0(1+\alpha\Delta T_3)} \longrightarrow R_0 = \frac{U}{I_3(1+\alpha\Delta T_3)}$$

Приравняем R_0:

$$\frac{\cancel{U}}{3I_2(1+\alpha\Delta T_2)} = \frac{\cancel{U}}{I_3(1+\alpha\Delta T_3)}$$

$$3I_2(1+\alpha\Delta T_2) = I_3(1+\alpha\Delta T_3)$$

$$3I_2\left(1+\frac{1}{55}\right) = I_3\left(1+\frac{\Delta T_3}{55\Delta T_2}\right)$$

см. на 3 листе

$$I_3^2\cdot R_3 = A\Delta T_3$$

$$\frac{I_3^2\cdot U(1+\alpha\Delta T_3)}{I_3(1+\alpha\Delta T_3)} = I_3\cdot U = A\Delta T_3$$

$$\frac{I_3\cdot\cancel{U}}{I_2\cdot U} = \frac{A\Delta T_3}{3A\Delta T_2} \longrightarrow \frac{I_3}{I_2} = \frac{\Delta T_3}{3\Delta T_2}$$

$$\frac{3I_3}{I_2} = \frac{\Delta T_3}{\Delta T_2}$$

…вый балл ________ ____________ Шифр ф11-51

(подпись председателя жюри) (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

$$3I_2 \cdot \frac{56}{55} = I_3 \cdot \left(1 + \frac{3I_3}{55 \cdot I_2}\right) \qquad I_2 = 1A$$

$$3 \cdot \frac{56}{55} = I_3 + \frac{3I_3^2}{55} \qquad I_3 = t$$

$$\frac{3t^2}{55} + t - \frac{3 \cdot 56}{55} = 0 \quad / \cdot 55$$

$$3t^2 + 55t - 168 = 0$$

$$D = 71^2$$

$$t = 2{,}67 \qquad I_3 = 2{,}67\ A. \quad +2$$

4. $R_4 = R_0(1 + \alpha \Delta T_4)$

$$I_4 = \frac{U}{2R_4} \longrightarrow I_4 = \frac{U}{2R_0(1+\alpha\Delta T_4)} \longrightarrow R_0 = \frac{U}{2I_4(1+\alpha\Delta T}$$

$$I_4^2 \cdot R_4 = A\Delta T_4$$

$$2I_4^2 \cdot R_4 = 2A\Delta T_4$$

$$2I_4^2 \cdot R_0(1+\alpha\Delta T_4) = \frac{\cancel{2}I_4^{\cancel{2}} \cdot U(\cancel{1+\alpha\Delta T_4})}{\cancel{2I_4(1+\alpha\Delta T_4)}} = I_4 \cdot U = 2A\Delta T_4$$

$$\frac{I_2 \cdot \cancel{U}}{I_4 \cdot \cancel{U}} = \frac{3\cancel{A}\Delta T_2}{2\cancel{A}\Delta T_4} \qquad \frac{I_2}{I_4} = \frac{3\Delta T_2}{2\Delta T_4} \longrightarrow \frac{2I_2}{3I_4} = \frac{\Delta T_2}{\Delta T_4}$$

Приравняем R_0:

$$\frac{\cancel{U}}{3I_2(1+\alpha\Delta T_2)} = \frac{\cancel{U}}{2I_4(1+\alpha\Delta T_4)} \longrightarrow 3I_2(1+\alpha\Delta T_2) = 2I_4(1+\alpha\Delta T$$

Лист № 3

$$3I_2 \cancel{B} \cdot \frac{56}{55} = 2I_4 \left(1 + \frac{\Delta T_4}{55 \cdot \Delta T_2}\right)$$

$$\frac{\Delta T_2}{\Delta T_4} = \frac{2I_2}{3I_4}$$

$$\frac{\Delta T_4}{\Delta T_2} = \frac{3I_4}{2I_2}$$

$$3I_2 \cdot \frac{56}{55} = 2I_4\left(1 + \frac{3I_4}{110 I_2}\right) \qquad I_2 = 1A$$

$$3 \cdot \frac{56}{55} = 2I_4 + \frac{6 I_4^2}{110}$$

$$I_4 = t$$

$$\frac{6t^2}{110} + 2t - \frac{3 \cdot 56}{55} = 0 \quad \Big| \cdot 110$$

$$6t^2 + 220t - 336 = 0$$

$$D \approx (237{,}6)^2$$

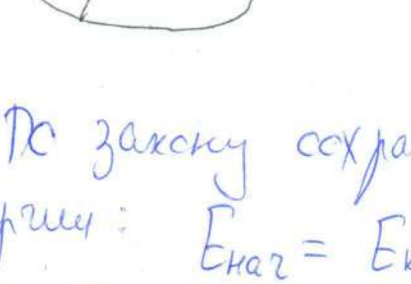
+2

$$t = 1{,}47 = I_4$$

$I_{общ}$ на 3 цепи $= 1{,}47 + 2{,}67 = 4{,}138 \approx 4{,}14$

Ответ: $I = 4{,}14A$ $\boxed{11}$

Задача 3



$q = \cancel{c}$ а

Так как ~~сфера~~ частица влетает в сферу, то её заряд отличается с зарядом в центре сферы
⇓
~~её ми~~ минимальная скорость частицы $= v_0$

По закону сохранения энергии: $E_{нач} = E_{кон} + E$

$E = \varphi \cdot q \longrightarrow$ Так как $E_{кон}$ должна быть max, то $E = \varphi \cdot q$ в центре < 0

ый балл ________ ________________
(подпись председателя жюри)

Шифр ф11-51
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

$\Delta \varphi = E_{\Delta r}$

$$\cancel{\frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi R^3 - \frac{4}{3}\pi r^3}$$

$$\cancel{r = \sqrt[3]{2} R}$$

~~Когда $r = \sqrt[3]{2} R$, то $E(R<r<R_2)=0$~~

$$\frac{m v^2_{кон}}{2} = \frac{m v^2_{нач}}{2} - \varphi \cdot q$$

$$\cancel{v^2_{кон}} =$$

$$v^2_{кон} = \frac{\frac{m v^2_{нач}}{2} - \varphi \cdot q}{m} \cdot 2$$

$$v_{кон} = \sqrt{\frac{\frac{m v^2_{нач}}{2} - \varphi \cdot q}{m} \cdot 2}$$

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

1

ШИФР	Ф11-44

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по физике
(наименование дисциплины)

Фамилия САФИУЛЛИН

Имя ЗАКИ

Отчество РУСТЕМОВИЧ

Учебное заведение МБОУ „Татарская гимназия №2 им. Г.И. Марджани при КФУ."

Класс 11

Итоговый балл 28 (подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-44 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

1	2	3	4	5	Σ
–	11	1	7	9	2

вариант ________

4) $R_c = 6{,}95 \cdot 10^8$

$M_c = 2 \cdot 10^{30}$

$M_{ю} = 1{,}9 \cdot 10^{27}$

$G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$

$1 а.е.м = 1{,}66 \cdot 10^{-27}$

$K_б = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$

1) $\Delta T = ?$

2) $R_{ю} = ?$

1) $E_g = \frac{3GM^4}{5R^3}$ (Исходя из размерности G [...] нам нужно получить E [Н.м] => Y и β = 2 и 1 (+)

$E_g = \frac{3GM^2}{5R}$ $\quad E = \frac{5}{2}NK\Delta T$

$N = \frac{M_c}{M_{H_2}} = \frac{2 \cdot 10^{30}}{2 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27}} = 6 \cdot 10^{56}$

$\frac{5}{2}NK\Delta T = \frac{3}{5}\frac{GM^2}{R}$ (+3)

$\Delta T = \frac{3}{5}\frac{GM^2}{R} \Big/ \frac{5}{2}NK = \frac{2{,}3 \cdot 10^{41}}{\frac{5}{2} \cdot 6 \cdot 10^{56} \cdot 1{,}38 \cdot 10^{-23}} =$

$= \frac{2{,}3 \cdot 10^{41}}{2{,}07 \cdot 10^{34}} = 1{,}1 \cdot 10^7 K.$

2) $N = \frac{1{,}9 \cdot 10^{27}}{2 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27}} = 5{,}7 \cdot 10^{53}$ (+1)

$\frac{3GM^2}{5R} = \frac{5}{2}NKT \quad / \cdot 5R$

$3GM^2 = \frac{5}{2} \cdot 5 \cdot NKTR =>$

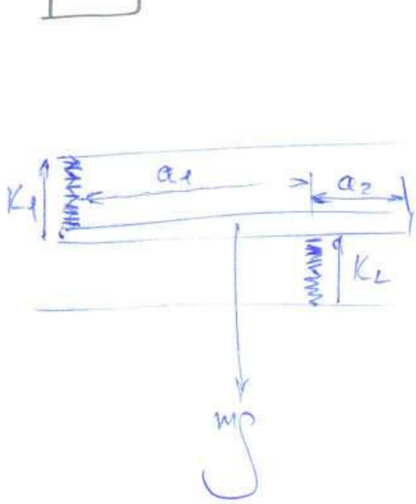
$R = \frac{3GM^2}{\frac{5}{2} \cdot 5NKT} = \frac{3 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 3{,}61 \cdot 10^{54}}{\frac{5}{2} \cdot 5 \cdot 5{,}7 \cdot 10^{53} \cdot 1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 1{,}1}$

$= \frac{7{,}2 \cdot 10^{44}}{1{,}08 \cdot 10^{39}} = 6{,}67 \cdot 10^5 м$ (+2)

$\boxed{7}$

Ответ: $T = 1{,}1 \cdot 10^7 K$; $R = 6{,}67 \cdot 10^5 м$.

5). По 2 зак. Ньютона:



$mg = K_1\Delta x + K_2\Delta x$

Плечо $mg = a_1 - \frac{(a_1+a_2)}{2} = \frac{2a_1 - a_1 + a_2}{2} =$

$= \frac{a_1 - a_2}{2}$

Возьмём за точку опоры K_2

Лист № 1

$$mg\left(\frac{a_1-a_2}{2}\right)=K_1\Delta x\cdot a_1$$

$$(K_1\Delta x+K_2\Delta x)\left(\frac{a_1-a_2}{2}\right)=K_1\Delta x\cdot a_1 \quad / :(K_1+K_2)$$

$$\frac{a_1-a_2}{2}=\frac{K_1a_1}{K_1+K_2} \quad / :a_1$$

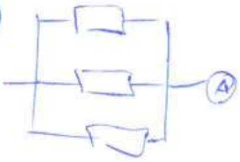
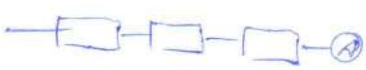
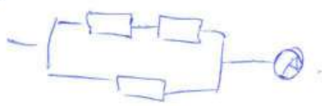
$$\frac{a_1-a_2}{2a_1}=\frac{K_1}{K_1+K_2} \quad / \cdot 2$$

$$\frac{a_1-a_2}{a_1}=\frac{2K_1}{K_1+K_2}$$

$$1-\frac{a_2}{a_1}=\frac{2K_1}{K_1+K_2} \Longrightarrow \frac{a_2}{a_1}=1-\frac{2K_1}{K_1+K_2}$$

Ответ: $\frac{a_2}{a_1}=1-\frac{2K_1}{K_1+K_2}$

---

2. а)  б)  в) 

Разобьём цепь в) на 2 части: верх и низ

3)  4) 

$P=IU$ – мощность тепловыделения на резисторе

$P=Z\Delta T$ – мощность выделения тепла в окружающую среду с определённым коэффициентом Z который присутствует во всех цепях.

1 цепь: $P=I_1U=Z\Delta T_1$ (+2)

$I_1=\frac{U}{3R_1}$ $\quad R_1=R_0(1+\alpha\Delta T_1) \Rightarrow R_0=\frac{3U}{I_1(1+\alpha\Delta T_1)}$

2 цепь: $P=I_2U=Z\Delta T_2$

$I_2=\frac{3U}{R_2}$ $\quad R_2=R_0(1+\alpha\Delta T_2) \Rightarrow R_0=\frac{U}{3I_2(1+\alpha\Delta T_2)}$

ый балл ________ ______________ (подпись председателя жюри)

Шифр 411-44 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

Поделим P 1 цепи и 2 цепи $\Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} = 8$

$\Delta T_1 = 8\Delta T_2$

$R_0 = R_0 = \frac{3U}{I_1(1+a\Delta T_1)} = \frac{U}{3I_2(1+a\Delta T_2)} = \frac{3}{8(1+a\Delta T_2)} = \frac{1}{3(1+a\Delta T_1)} \Rightarrow$

$\frac{3}{8+64\Delta T_2} = \frac{1}{3+3a\Delta T_2} \Rightarrow 9+9a\Delta T_2 = 8+64a\Delta T_2$

$\left[a = \frac{1}{55\Delta T_2} \right]$ +3

Рассмотрим 4 участок:

$I_4 U = Z\Delta T_4$ $\quad R_3 = R_0(1+a\Delta T_4) \Rightarrow R_0 = \frac{U}{I_4(1+a\Delta T_4)}$

Сравниваем со 2 цепью:

$\frac{3Z\Delta T_2}{Z\Delta T_4} = \frac{I_2 U}{I_4 U} \Rightarrow \frac{3\Delta T_2}{\Delta T_4} = \frac{I_2}{I_4}$

$R_0 = R_0 \Rightarrow \frac{U}{3I_2(1+a\Delta T_2)} = \frac{U}{I_4(1+a\Delta T_4)} \Rightarrow I_4(1+a\Delta T_4) = 3I_2(1+a\Delta T_2)$

$\frac{I_4}{3I_2}\left(1+\frac{3I_4}{55I_2}\right) = \frac{56}{55}$ $\quad \frac{I_4}{I_2} = x$

$\frac{1}{3}x + \frac{1}{55}x^2 = \frac{56}{55} \Big/ \cdot 165$

$55x + 3x^2 = 56$

$D \approx 71^2$

$x = 2{,}67. \Rightarrow \frac{I_4}{I_2} = 2{,}67 \Rightarrow I_4 = 2{,}67A.$ +2

Лист № 2

3 цепь:

$I_3 = \frac{U}{2R_3}$ $\quad R_3 = R_0(1+\alpha\Delta T_3)$ $\quad R_0 = \frac{U}{2I_3(1+\alpha\Delta T_3)}$

$R_0 = R_0 \Rightarrow \frac{U}{3I_2(1+\alpha\Delta T_2)} = \frac{U}{2I_3(1+\alpha\Delta T_3)} \Rightarrow$

$3I_2(1+\alpha\Delta T_2) = 2I_3(1+\alpha\Delta T_3)$ $\qquad \frac{2I_3}{3I_2} = \frac{\Delta T_3}{\Delta T_2}$

$2I_3\left(1+\frac{\Delta T_3}{55\Delta T_2}\right) = 3I_2\cdot\frac{56}{55}$

$\frac{2I_3}{3I_2}\left(1+\frac{3I_3}{110I_2}\right) = \cancel{3I_2}\cdot\frac{56}{55}$ $\qquad \frac{I_3}{I_2} = y$

$\frac{2}{3}y + \frac{6}{330} = \frac{56}{55}$ $\quad /\cdot 330$

$D = (1{,}18{,}8)^2$

$y = 1{,}47 \Rightarrow I_3 = 1{,}47$ $\qquad$ +2

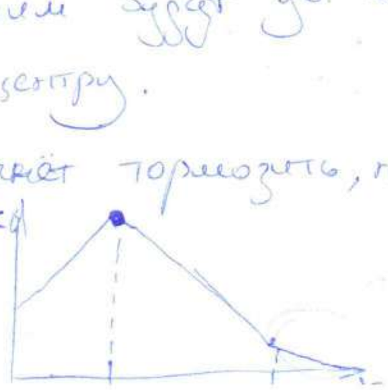
Общее I для цепи (3) = 1,47+2,67 = 4,14 А. $\qquad \boxed{11}$

Ответ: 4,14 А.

(3) По достижении точки R_2 у заряда будет максимально возможная энергия $E_к$, т.к. заряды внутри сферы R_2 будут сильнее его притягивать;

Также перед достижением R_2, в момент, когда заряд будет находиться в пересечении, он будет набирать обр. скорость, т.к. частицы за ним будут ув. в количестве => сильнее толкать его к центру.

Однако внутри сферы он начнёт тормозить, но не затормозит полностью. => график его кин. E выглядит след. образом:



Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

8

ШИФР	ф11-14

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по Физике
(наименование дисциплины)

Фамилия ТРОФИМОВ

Имя МАКСИМ

Отчество ДМИТРИЕВИЧ

Учебное заведение Ошн. IT-лицей КФУ"

Класс 11

СОГЛАСИЕ

Итоговый балл 28 (подпись председателя жюри)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФГАОУ ВО «КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» ОГРН 1021602841391 МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ПРЕДМЕТНАЯ ОЛИМПИАДА Кремлевская ул., д. 18, Казань, 420008 Тел./факс: 8(843) 292-53-63 4

Шифр Ф11-14 (заполняется оргкомитетом)

1	2	3	4	5
9	2	1	7	9

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 11 класс,

вариант ________

№1

Дано:

$R_З = 1{,}5 \cdot 10^8$ км

$R_М = 2{,}3 \cdot 10^8$ км

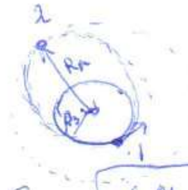
$M_С = 2 \cdot 10^{30}$ кг

G

$\Delta \upsilon$?

$\Delta \upsilon = 5{,}7 \frac{км}{с}$

Решение



$\upsilon_0 = \sqrt{\frac{GM_С}{R_З}} \approx 29{,}8 \frac{км}{с}$

Чтобы перейти на орбиту Марса, сначала надо, чтобы афелий орбиты спутника был равен $R_М$, а потом придать спутнику дополнительную скорость, чтобы конечная орбита была не эллиптической, а круговой.

$R_М = a(1+e)$, где a - большая полуось, а e - эксцентриситет.

$a = \frac{R_М + R_З}{2}$

скорость в афелии орбиты $\upsilon_2 = \sqrt{\frac{GM_С}{a} \cdot \frac{1-e}{1+e}}$, при этом скорость в перигелии орбиты $\upsilon_1 = \sqrt{\frac{GM_С}{a} \cdot \frac{1+e}{1-e}}$, а

$\upsilon_К = \sqrt{\frac{GM_С}{R_М}}$ - скорость конечная

$e = \frac{R_М}{a} - 1 \approx 0{,}21 \Rightarrow \upsilon_1 \approx 32{,}8 \frac{км}{с}$.

$\upsilon_1 - \upsilon_0$ - первое изменение скорости

$\upsilon_2 \approx 21{,}4 \frac{км}{с}$

$\upsilon_К \approx 24{,}1 \frac{км}{с}$

$\upsilon_К - \upsilon_2$ - второе изменение скорости

$\Delta \upsilon = (\upsilon_1 - \upsilon_0) + (\upsilon_К - \upsilon_2) = 5{,}7 \frac{км}{с}$

9

№2

Дано:

$I_2 = 8A$

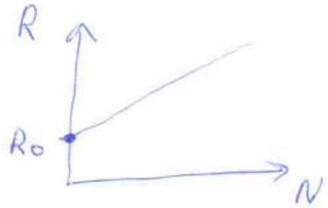
$I_1 = 1A$

I ?

Решение:

$N \sim T^\circ$

мощность — температура



$$\frac{N_1}{R_1 - R_0} = const = K$$

$N_a = U_0 \cdot I_2 = I_2^2 \cdot R_{об}$, где $R_{об} = \frac{1}{3} R_1$, при этом N на одном резисторе $= U_0 \cdot \frac{1}{3} I_2$ т.к сопротивление резисторов в этом случае одинаково.

$$(1)\ K = \frac{R_1 \cdot \left(\frac{1}{3} I_2\right)^2}{R_1 - R_0}\ ; \quad R_1 = \frac{3U_0}{I_2}$$

$N_2 = I_1^2 \cdot (R_3' + R_4' + R_5')$, при этом $R_3' = R_4' = R_5' = R_2$

$$(2)\ K = \frac{R_2 \cdot I_1^2}{R_2 - R_0}\ ; \quad R_2 = \frac{U_0}{3 I_1}$$

$\cancel{K} = N_{3\uparrow} = U_0 \cdot I_3 = \cancel{2R_б}\ 2R_3 \cdot I_3^2$

$N_{3\downarrow} = U_0 \cdot I_4 = R_4 \cdot I_4^2$

(5) $I = I_3 + I_4$

$$(3)\ K = \frac{2\cancel{4} R_3 \cdot I_3^2}{2(R_3 - R_0)} \qquad 2\cancel{2} R_3 = \frac{U_0}{I_3}$$

$$(4)\ K = \frac{R_4 \cdot I_4^2}{R_4 - R_0} \qquad R_4 = \frac{U_0}{I_4}$$

при этом из уравнений (1) и (2) мы можем найти ~~ф~~ зависимость I от U_0 и R_0, а после решить систему из уравнений (3), (4) и (5)

$\boxed{2}$

итоговый балл ________ ____________
(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-14
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « Физике », 11 класс,

вариант ________

№4

Дано:
R_c
M_c
G
1 а.ем
$K_ю$
$M_ю$
$M(H_2)=2$

T ?
$R_ю$?

$T = 1,1 \cdot 10^7 K$
$R_ю = 660 \cdot 10^3$ м

Решение:

$-\frac{3}{5}\frac{GM^{\gamma}}{R^{\beta}}$ $\gamma = 2$ $\beta = 1$ (+1)

$-\frac{3GM_c^2}{5R_c} + \frac{5}{2}\nu RT = 0$ (+3)

$\nu_c = \frac{M_c}{M} \approx \cancel{6 \cdot 10^{56}\text{ моль}}$ $K\ 10^{33}$ моль (+1)

$T = \frac{2 \cdot 3 \cancel{4} \cdot GM_c^2}{5 \cdot 5 R_c \nu R} \approx 1{,}1 \cdot 10^7 K$

$\cancel{R_ю = \frac{3GM_ю^2}{5}}$ $R_ю = \frac{\cancel{\frac{5}{2}\nu RT}}{} = \frac{3GM_ю^2 \cdot 2}{5 \cdot 5 \cdot \nu RT} \approx 660 \cdot 10^3$ м (+2)

$\nu_ю = \frac{m_ю}{M} = 9{,}5 \cdot 10^{29}$ моль

$\boxed{7}$

№5

Дано:
K_1, K_2

$\frac{a_1}{a_2}$?

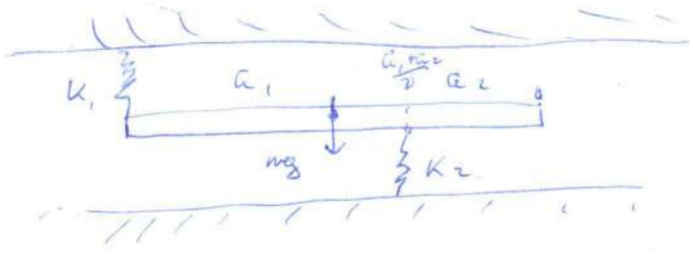
$\frac{a_1}{a_2} = \frac{K_2 \cancel{+} K_1}{K_2 \cancel{-} K_1} = \frac{K_2 - K_1}{}$

Решение:

~~$K_1 X_1 \cdot (a_1 + a_2) = K_2$~~

Т.к. во время падения брусок был в горизонтальном положении, то все моменты были равны, а это возможно, только, тогда, когда сила от пружин $=0$, то есть $\Delta x = 0$

Лист № 2



$K_1 x_1 \cdot \left(\frac{a_1+a_2}{2}\right) = K_2 x_2 \cdot \left(\frac{a_1+a_2}{2} - a_2\right)$

Т.к во время падения X обоих брусков был = 0, то в покое $x_1 = -x_2$

$-K_1 \cdot \left(\frac{a_1+a_2}{2}\right) = K_2 \cdot \left(\frac{a_1+a_2}{2} - a_2\right)$

$-K_1(a_1+a_2) = K_2(a_1-a_2)$

$-K_1 a_1 - K_1 a_2 = K_2 a_1 - K_2 a_2 \quad \Big| : a_2 \qquad \frac{a_1}{a_2} = \alpha$

$-K_1 \alpha - K_1 = K_2 \alpha - K_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow \alpha = \cancel{\frac{K_2+K_1}{K_2+K_1}} \quad \cancel{\frac{K_2+K_1}{K_2-K_1}} \quad \frac{K_2-K_1}{K_2+K_1}$

№ 3

Дано:

v_0

m

q

R

$q_1 = q_2$

Решение:

$\frac{m v^2}{2} = q \cdot E \cdot (R + r)$

$ES = \frac{\varepsilon_0}{q} \Rightarrow E \quad \frac{\varepsilon_0}{q\, 4\pi R^2}$

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

1

ШИФР	ф11-19

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по ФИЗИКЕ
(наименование дисциплины)

Фамилия КОРНЕВ

Имя АРТЕМ

Отчество ВЛАДИМИРОВИЧ

Учебное заведение Инженерный лицей-интернат КНИТУ-КАИ

Класс 11

СОГЛАСИЕ

Итоговый балл 26 ______ (подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-19 (заполняется оргкомитетом)

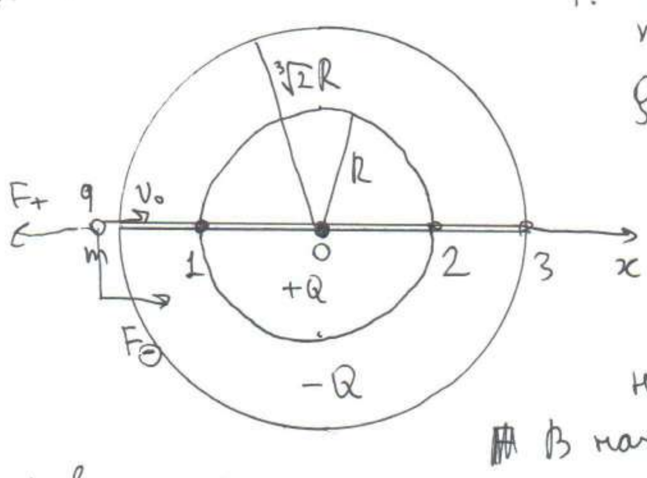
Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « ФИЗИКЕ », 11 класс,

вариант ________

1	2	3	4	5	Σ
3	4	2	8	9	26

N 3



1. т.к суммарный заряд равен нулю то заряд сферич. слоя равен −Q

$\rho_{сф} = -\rho = \frac{-Q}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{-Q}{\frac{4}{3}\pi(R_{вн}^3 - R^3)} \Rightarrow R_{вн} = \sqrt[3]{2}R$

2. Введем ~~ось~~ ось коор Ox; O-центр шара.

нач коорд частицы: $x_0 = -\sqrt[3]{2}R$

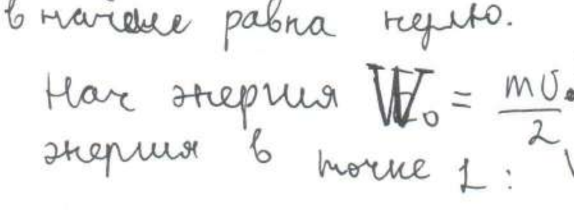
на частицу действуют силы Кулона (от слоя и от шара)

В начальном полож их действие скомпенсировано, т.к по следствию из теор Гаусса, напряженность поля на опред только суммой зарядов, внутри концентрич сферы, которая в начале равна нулю. $R_{вн}$

Нач энергия $W_0 = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{kqQ}{\sqrt[3]{2}R} - \frac{kqQ}{\sqrt[3]{2}R} = \frac{mv_0^2}{2}$

энергия в точке 1: $W_1 = \frac{mv_1^2}{2} + \left(+\frac{kqQ}{R}\right)$; $+\frac{kqQ}{R}$ – потенциальная энергия взаимодействия заряд

N 5



1. то что в состоянии свободного падени пружины ненапряжены говорит о том что высота ящика $h = L_1 + L_2$, L_1, L_2 – дл не напряж пружин.

2. Для того, чтобы брусок оставался параллелен стенкам ящика в поле пруж должны деформироваться на одну и ту же велич ΔL (на рис обозначено пунктиром положение бруска в свободном падени

3 Т.к брусок однородный, его центр масс находится в геом ц

$M_0 = 0 = k_1\Delta L(a_1+a_2) + k_2\Delta L(a_2) - mg\frac{a_1+a_2}{2}$ — момент сил отн точки O (т.

$M_C = 0 = k_1\Delta L\frac{a_1+a_2}{2} - k_2\Delta L\frac{a_1-a_2}{2}$ — момент сил отн C

$k_1a_1 - k_2a_1 = -k_2a_2 - k_1a_2$

$(k_2-k_1)a_1 = a_2(k_1+k_2)$

тогда $a_1 : a_2 = (k_1+k_2):(k_2-k_1)$

$\frac{a_1}{a_2} = \frac{k_1+k_2}{k_2-k_1}$ Ответ: $\frac{a_1}{a_2} = \frac{k_1+k_2}{k_2-k_1}$

Лист № 1

см продолжение

N4 по соображениям размерности

$$E_g = -\frac{3GM^\gamma}{5R^\beta};\ \gamma = 2;\ \beta = 1;\ E_g = -\frac{3}{5}\frac{GM^2}{R}$$ (+1)

(+1)

$$-E_g = U = \frac{3}{2}\nu RT = \frac{3}{2}\frac{N}{N_A}RT = \frac{3}{2}NkT = \frac{3}{2}\cdot\frac{M}{m_0}kT$$, где $m_0 = 1$ аем — масса водород

$$\frac{3}{2}\frac{M}{m_0}kT = \frac{3}{5}\frac{GM^2}{R} \Rightarrow \boxed{T = \frac{GM}{5R}\cdot\frac{m_0\cdot 2}{k}}$$ (+1)

$$T_c = \frac{6{,}67\cdot10^{-11}\cdot 2\cdot10^{30}\cdot 1{,}66\cdot10^{-27}\cdot 2}{5\cdot 6{,}95\cdot10^{8}\cdot 1{,}38\cdot10^{-23}}\ K = 9235492\ K$$

$$R_{ю} = \frac{GM_{ю}m_0}{T_c k}\cdot\frac{2}{5} = \frac{\cancel{G}M_{ю}\cancel{m_0\frac{2}{5}k}R_c}{\cancel{G}M_c\cancel{m_0\frac{2}{5}k}};\ R = \frac{M_{ю}}{M_c}\cdot R_c$$

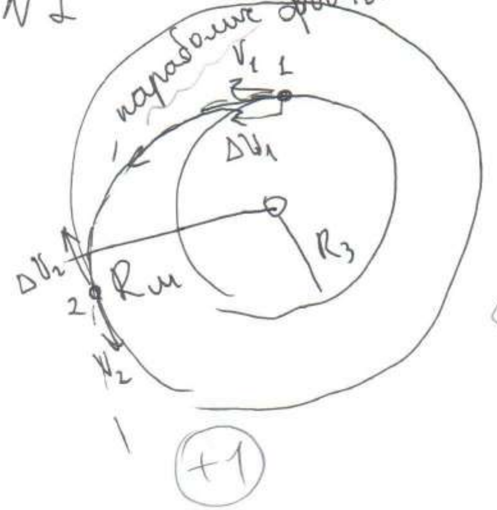
$$R_{ю} = \frac{1{,}9\cdot10^{27}}{2\cdot10^{30}}\cdot 6{,}95\cdot10^{8}\ м \approx 6{,}6\cdot10^{5}\ м$$

Ответ: $T = \frac{GM m_0\cdot 2}{5R\cdot k}$; $R_{ю} = \frac{M_{ю}}{M_c}\cdot R_c = 6{,}6\cdot10^{5}\ м$

$T_c \approx 9240000\ K$

8

N1



(+1)

$V_1 = \sqrt{\frac{GM_c}{R_з}}$ — первая косм для орбиты земл. (вращ по круг. орбите)

(+2)

$V_2 = \sqrt{\frac{GM_c}{R_м}}$ — перв косм для орбиты Марса

для перехода с орбиты земли на орби Марса нужно достичь II косм для орбиты земли (параболич орбита)

$$V_{II_з} = \sqrt{\frac{2GM_c}{R_з}} \Rightarrow \Delta V_1 = \sqrt{\frac{2GM_c}{R_з}} - \sqrt{\frac{GM_c}{R_з}} = (\sqrt{2}-1)\sqrt{\frac{GM_c}{R_з}}$$

$$\Delta V_1 = (\sqrt{2}-1)\cdot\sqrt{\frac{6{,}67\cdot10^{-11}\cdot 2\cdot10^{30}}{1{,}5\cdot10^{11}}}\ \frac{м}{с} = 12352{,}55\ \frac{м}{с} = 12{,}35\ \frac{км}{с}$$

По закону сохр момента импульса

$L_1 = L_2$; $\cancel{m}v_{II_з}\cdot R_з = \cancel{m}v'\cdot R_м$ +2

$$v' = v_{II_з}\cdot\frac{R_з}{R_м} = \frac{\sqrt{2GM_cR_з}}{R_м} = \frac{\sqrt{2\cdot 6{,}67\cdot10^{-11}\cdot 2\cdot10^{30}\cdot 1{,}5\cdot10^{11}}}{2{,}3\cdot10^{11}}\ \frac{м}{с} =$$

$= 27504{,}9\ \frac{м}{с} = 27{,}5\ \frac{км}{с}$ — скорость, которую имеет корабль с выключ двигатель при пересеч орбиты марса

$$\Delta V_2 = |v_2 - v'| = \left|\sqrt{\frac{GM_c}{R_м}} - \frac{\sqrt{2GM_cR_з}}{R_м}\right| = \left|\sqrt{GM_c}\left(\sqrt{\frac{1}{R_м}} - \frac{\sqrt{2R_з}}{R_м}\right)\right| =$$

см продолжение

…ый балл ______ ______________ (подпись председателя жюри)

Шифр ф11-19 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

N1 продолжение:

$$\Delta V_2 = \sqrt{GM_c}\left(\sqrt{\frac{2R_З}{R_м}} - \sqrt{\frac{1}{R_м}}\right) \quad т.к \quad V_2 < V'$$

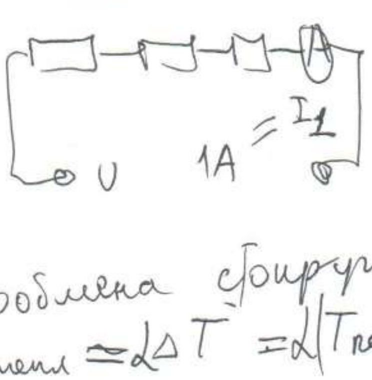
$$\Delta V_2 = \sqrt{6{,}67\cdot10^{-11}\cdot 2\cdot10^{30}}\left(\sqrt{\frac{2\cdot1{,}5\cdot10^{11}}{2{,}3\cdot10^{11}}} - \sqrt{\frac{1}{2{,}3\cdot10^{11}}}\right) = 3421{,}8\ \frac{м}{с}$$

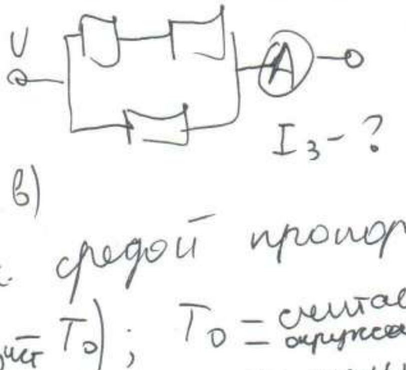
Ответ: $\Delta V_1 = (\sqrt{2}-1)\sqrt{\frac{GM_c}{R_З}} = 12352{,}55\ \frac{м}{с}$

$$\Delta V_2 = \sqrt{GM_c}\left(\sqrt{\frac{2R_З}{R_м}} - \sqrt{\frac{1}{R_м}}\right) = 3421{,}8\ \frac{м}{с}$$

$\boxed{3}$

N2





1) Мощность теплообмена сопрот. с средой пропорц разн. температур $N_{тепл} = \alpha\Delta T = \alpha(T_{резист} - T_0)$; T_0 – считается пост. температура окружающей среды от темп T резист.

2) $R(T) = kT + R_0$ – завис сопротив резистора от темп. α, k – некие коэф. R_0 – сопр при $T = 0K$

$N_{тепл} = P_{тока} = \frac{U^2}{R} = UI = I^2R$

~~а) $I_2^2 \frac{R_2}{3} = \alpha T_2 = I_2^2 \frac{k(T_2 - T_0) + R_0}{3}$~~
~~б) $I_1^2 \cdot 3R_1 = \alpha T_1 = 3I_1^2(k(T_1 - T_0) + R_0)$~~ ~~$\Rightarrow$ $I_2U = \alpha(T_2 - T_0) \Rightarrow I \sim T$~~
~~$I_1U = \alpha(T_1 - T_0)$ ток прямо пропорц температуре~~
~~$I_0 = 0$~~

~~$U = I_2 \cdot \frac{R_2}{3} = I_1 \cdot 3R_1 \Rightarrow I_1 \cdot 3k(T_1 - T_0) + I_1R_0 3 = \frac{I_2}{3}k(T_2 - T_0) + \frac{I_2}{3}R_0$~~

(+2) (+2)

а) $\alpha(T_2 - T_0) = I_2^2\left(\frac{kT_2 + R_0}{3}\right)$

б) $\alpha(T_1 - T_0) = I_1^2(kT_1 + R_0)\cdot 3$

в) $U = I_2 \cdot \frac{R_2}{3} = I_1 \cdot 3R_1 \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = 9\frac{I_1}{I_2} = \frac{k(T_2) + R_0}{k(T_1) + R_0} \Rightarrow$

в)

см. продолжение

Лист № 2

$$\frac{9I_1}{I_2} = \frac{T_2 + \frac{R_0}{k}}{T_1 + \frac{R_0}{k}} \Rightarrow 9I_1T_1 + 9I_1\frac{R_0}{k} = I_2T_2 + I_2\frac{R_0}{k}$$

$$-9I_1T_1 + I_2T_2 = \frac{R_0}{k}(9I_1 - I_2)$$

$\boxed{4}$

N 3 продолжение: $\rho = \frac{Q}{\frac{4\pi}{3}R^3}$

$$F_x^{\ominus} = -\frac{kq \cdot \rho \cdot \frac{4}{3}\pi \cdot x^{\cancel{3}}}{\cancel{x^2}} = -kq \cdot \frac{Q}{R^3} \cdot x$$ — пока $|x| \in [R; \sqrt[3]{2}R]$

$F_x^{\oplus} = +\frac{kq \cdot Q}{x^2}$ $|x| \in [R; \sqrt[3]{2}R]$

$F_x^{\oplus} = kq \cdot \frac{Q}{R^3} \cdot x$ $|x| \in [0; R]$

$F_x^{\ominus} = 0$; $|x| \in [0; R]$

$\sum F_x = F_x^{\oplus} + F_x^{\ominus}$

$v_{max} = v_0$ — достигается в центре 0 и в точке 3

$v_{мин} = v_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{kqQ}{R} \cdot \frac{2}{m}}$ — достигается в двух точках: 1 и 2

ответ