Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

3

ШИФР	Ф11 – 109

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по Физике
(наименование дисциплины)

Фамилия ГОРКИН

Имя ДМИТРИЙ

Отчество НИКОЛАЕВИЧ

Учебное заведение МБОУ СОШ №1 г Цивильск

Класс 11

Итоговый балл 23 (подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-109 (заполняется оргкомитетом)

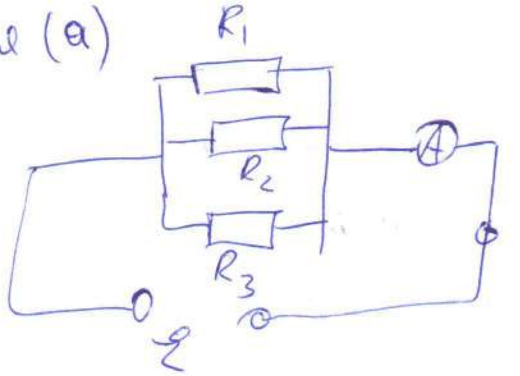
Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 11 класс,

вариант ________

2

для (а)



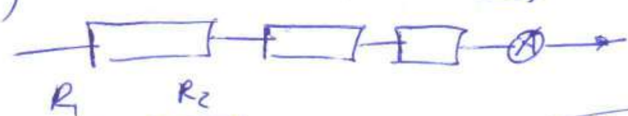
$I_2 = I_{R_1} + I_{R_2} + I_{R_3}$

$U_{R_1} = U_{R_2} = U_{R_3} = \mathcal{E}$

$$\begin{cases} I_{R_1} R_1 = I_{R_2} R_2 = I_{R_3} R_3 = \mathcal{E} \\ I_2 = I_{R_1} + I_{R_2} + I_{R_3} \end{cases}$$

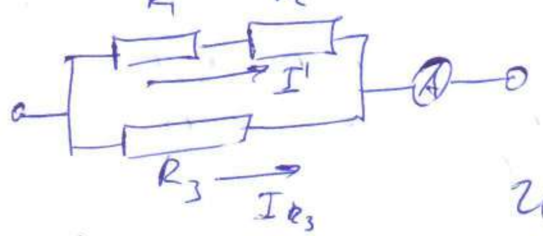
+1

для (б)



$\boxed{\mathcal{E} = I_1 (R_1 + R_2 + R_3)}$

в)



$\boxed{I_3 = I' + I_{R_3}}$

$U' = U_{R_3} = \mathcal{E}$

$I'(R_1 + R_2) = \mathcal{E}$

$I_{R_3} R_3 = \mathcal{E}$.

$\dfrac{I'}{I_{R_3}} = \dfrac{R_3}{R_1 + R_2}$

$$I_3 = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2} + \frac{\mathcal{E}}{R_3} = \mathcal{E}\left(\frac{1}{R_1 + R_2} + \frac{1}{R_3}\right) = \mathcal{E}\left(\frac{R_3 + R_1 + R_2}{R_3 (R_1 + R_2)}\right)$$

$$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R_1} + \frac{\mathcal{E}}{R_2} + \frac{\mathcal{E}}{R_3} = \mathcal{E}\left(\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1}\right)$$

$$\boxed{I_2 = I_1 (R_1 + R_2 + R_3)\left(\frac{R_2 R_1 + R_3 R_1 + R_2 R_3}{R_3 R_2 R_1}\right)}$$

+1

$$\boxed{I_3 = I_1 \frac{(R_3 + R_1 + R_2)^2}{R_3 R_1 + R_2 R_3}}$$

1	2	3	4	5	Σ
4	2	4	4	9	23

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{8} \Rightarrow \frac{\mathcal{E}\cdot 1}{R_1+R_2+R_3} : \frac{\mathcal{E}(R_2R_1+R_3R_1+R_3R_2)}{R_3R_2R_1} = \frac{1}{8}$$

$$\frac{R_3R_1R_2}{(R_1+R_2+R_3)(R_2R_1+R_3R_1+R_3R_2)} = \frac{1}{8}$$

$$\boxed{8R_3R_1R_2 = (R_1+R_2+R_3)(R_2R_1+R_3R_1+R_3R_2)}$$

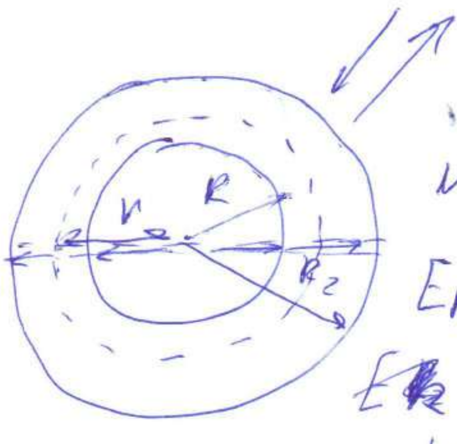
$$\frac{I_2}{I_3} = \frac{(R_1+R_2+R_3)(R_2R_1+R_3R_1+R_2R_3)}{R_3R_2R_1} : \frac{(R_3+R_1+R_2)^2}{R_3R_1+R_2R_3}$$

$$= \frac{(R_2R_1+R_3R_1+R_2R_3)(R_3R_1+R_2R_3)}{R_3R_2R_1(R_3+R_1+R_2)} = \frac{I_2}{I_3}$$

$$\frac{I_1}{I_3} = \frac{\mathcal{E}}{R_1+R_2+R_3} : \frac{\mathcal{E}(R_2+R_2+R_1)}{R_3(R_1+R_2)} = \frac{R_3(R_1+R_2)}{(R_2+R_1+R_3)^2}$$

$$\frac{I_2}{I_3} = \frac{(\cancel{R_2R_1+R_3R_1+R_2R_3})(R_3R_1+R_2R_3)}{8(R_1+R_2+R_3)(\cancel{R_2R_1+R_3R_1+R_3R_2})(R_3+R_1+R_2)} = \frac{R_3R_1+R_2R_3}{8(R_1+R_2+R_3)^2}$$

$\boxed{2}$



3

Т.к заряд суммарно ноль, то шар во вне поле не создаёт $E_{внеш}$

$$E_R = \frac{Q}{3\pi\varepsilon_0 R^2}$$

$$E_{R_2} = \frac{2Q}{3\pi\varepsilon_0 R_2^2}$$

$$|E_R| = |E_{R_2}|$$

$$\frac{Q}{3\pi\varepsilon_0 R^2} = \frac{2Q}{3\pi\varepsilon_0 R_2^2} \Rightarrow$$

$$R_2 = R\sqrt{2}$$

По 2 ЗН:

$$ma_x + qE_\Sigma = 0 \qquad a_x + \frac{qE_\Sigma}{m} = 0$$

$$E_\Sigma = \frac{2Q}{6\pi\varepsilon_0 R^2} + \frac{Q}{3\pi\varepsilon_0 R^2} = \frac{4Q}{6\pi\varepsilon_0 R} = \frac{2Q}{3\pi\varepsilon_0 R^2}$$

Итоговый балл ________ ________________ (подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-109 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 11 класс,

вариант ________

$$a_x + \underbrace{\frac{2Qq}{3\pi\varepsilon_0 R^3 m}}_{\omega^2} r = 0$$ — диффур колебаний

$$\omega^2 = \frac{2Qq}{3\pi\varepsilon_0 R^3 m} \qquad \omega = \sqrt{\frac{2Qq}{3\pi\varepsilon_0 R^3 m}}, \quad T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{3\pi\varepsilon_0 R^3 m}{2Qq}}$$

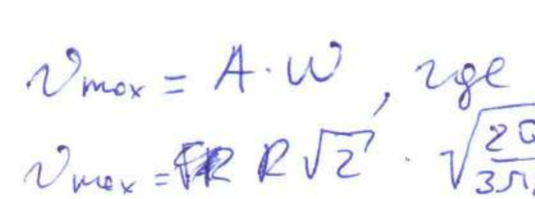
$v_{max} = A\cdot\omega$, где A — амплитуда

$v_{max} = R\sqrt{2}\cdot\sqrt{\frac{2Qq}{3\pi\varepsilon_0 R^3 m}}$. Максимальную скорость тело принимает в положении равновесия. Минимальную в амплитуде.

$t = \frac{T}{4}$ — от радиуса до центра.

Минимальная скорость $= v_0 = v_{min}$

5



$L = a_1 + a_2$

по правилу моментов отн. т. A.

отн. т. B

$mg\frac{a_1+a_2}{2} = F_{упр1}\, a_1 \qquad \frac{mg}{2}(a_1+a_2) = F_{упр2}\, a_1$

т.к стержень должен быть параллелен, то смещение пружин должны быть равны

$x_1 = x_2 = x$

П: 2ЗН: $mg = x(k_1+k_2) \to x = \frac{mg}{k_1+k_2}$

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

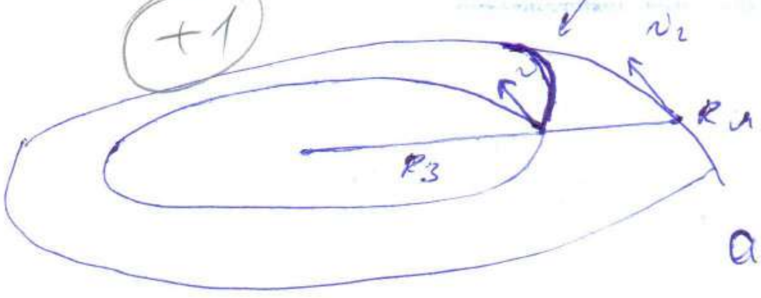
$\frac{mg}{2}(a_1+a_2) = \frac{mg}{k_1+k_2} k_2 a_1 \to a_1 + a_2 = \frac{2k_2}{k_1+k_2} a_1$

$a_2 = \left(\frac{2k_2}{k_1+k_2} - 1\right) a_1$; $\boxed{\frac{a_2}{a_1} = \frac{k_2-k_1}{k_1+k_2}}$

Лист № 2

1

примерная траектория



По 2ЗН:

$ma = F_G$

$a = \frac{GM_c}{R_3^2}$

$a = \frac{v_1^2}{R_3}$

$$\frac{v_1^2}{R_3} = \frac{GM_c}{R_3^2} \rightarrow v_1^2 = \frac{GM_c}{R_3^2}$$ (+1)

По ЗСМИ: $mv_1R_3 = mv_2R_м$ (+2)

$\boxed{v_2 = v_1 \frac{R_3}{R_м}}$ $v_2 = \frac{GM_c}{R_м}$

$$\Delta v = v_2 - v_1 = \frac{GM_c}{R_м} - \frac{GM_c}{R_3} = GM_c\left(\frac{1}{R_м} - \frac{1}{R_3}\right)$$

$$\boxed{\Delta v = GM_c\left(\frac{R_3 - R_м}{R_м R_3}\right)}$$

Т.к сила тяги создаст силу вдоль скорости тело приобретет тангенциальное ускорение траектория будет криволинейной переход

4

4

$$\boxed{E_g = -\frac{3GM^2}{5R}}$$ (+1) $E = \frac{3}{2}kT$ (+1)

$$-\frac{3GM^2}{5R} + \frac{3}{2}kT = 0 \qquad \frac{3}{5}\frac{GM^2}{R} = \frac{3}{2}kT$$ (+2)

$$\frac{2}{5}\frac{GM^2}{Rk} = T$$

4

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

3

ШИФР	Ф11-27

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по Физике
(наименование дисциплины)

Фамилия ИГНАШИН

Имя ИГОРЬ

Отчество НИКОЛАЕВИЧ

Учебное заведение МБОУ „лицей №145"

Класс 11

Итоговый балл 23 ____________
(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-27
(заполняется оргкомитетом)

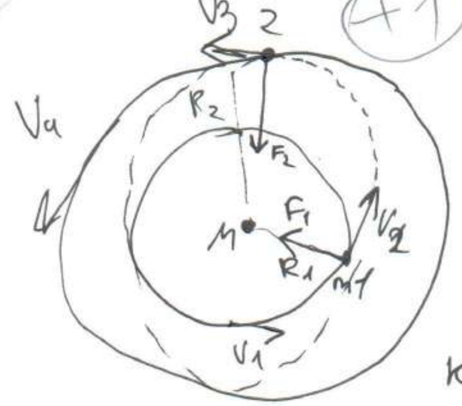
1	2	3	4	5	Σ
3	4	3	4	9	23

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 11 класс,

вариант 1

N1



(+1)

$$\frac{V_1^2}{R_1} = g_1 = \frac{GM}{R_1^2}$$

$$V_1 = \sqrt{\frac{GM}{R_1}} \quad V_4 = \sqrt{\frac{GM}{R_2}}$$ ~~числа~~

сначала двигатель разгонит корабль до скорости V_2; корабль будет двигаться по пунктирной линии. (+2)

~~Энергия тяги будет равна разности потенциальных энергий в точках 1 и 2. Когда корабль достигнет точки 2, Его скорость снова станет равна V_1. Но орбита стала дальше и корабль должен лететь с меньшей скоростью $V_3 < V_1$;~~ значит двигатель будет тормозить корабль

~~$V_3 = \sqrt{\frac{GM}{R_2}}$~~

Закон сохр энергии:

$$\cancel{mg_2R_2} \; \underbrace{\frac{GMm}{R_1} - \frac{GMm}{R_2}}_{\text{разность потенц энергий}} = \frac{mV_2^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2} \quad \Big| :m$$

~~$V_2 = \sqrt{\frac{3GM}{R_1} - \frac{2GM}{R_2}} \approx \sqrt{15,1 \cdot 10^4}$ м/с ≈ 39 км/с~~ $\quad V_1^2 = \frac{GM}{R_1}$

~~$V_1 = \sqrt{\frac{GM}{R_1}} \approx 30$ км/с~~

~~$\delta V_{12} = V_2 - V_1 = 39 - 30 = 9$ км/с~~

(Продолжение 1 задачи на 4 листе)

~~$V_{32} = V_1 - V_3 = 30 - 24 = 6$ км/с~~ ~~$V_3 = \sqrt{\frac{GM}{R_2}} = 24$ км/с~~

№2

Сначала сравним мощности в каждой из цепей, выделяющ в резисторах:

в а) на всех резисторах $P_1 = \frac{3V^2}{R_0}$.

в б) на всех резисторах $P_2 = \frac{V}{3} \cdot \frac{V}{3R_0} = \frac{V^2}{9R_0}$

в в) на 2 верхних: $P_3 = \frac{V}{2R_0} \cdot V = \frac{V^2}{2R_0}$

на нижнем: $P_4 = \frac{V}{R_0} \cdot V = \frac{V^2}{R_0}$ (на 2 резистора сразу)

+1

+1

$\boxed{\begin{aligned} I_2 &= 8A = \frac{3V}{R_1} \\ I_1 &= 1A = \frac{V}{3R_2} \end{aligned}}$

$\boxed{\begin{aligned} R_1 &= R_0 + k t_1 \\ R_2 &= R_0 + k t_2 \\ R_3 &= R_0 + k t_3 \end{aligned}}$

т.к. время нагревания резисторов одинаковое

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{cmt_1}{cmt_2}$$

+2

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{t_1}{t_2} = 24$$

$$t_1 = 24 t_2$$

$3R_2 = V$

$\frac{8}{3} R_1 = V$

$R_2 = \frac{8}{9} R_1$

$R_0 + kt_2 = \frac{8}{9}(R_0 + kt_1)$

$\frac{R_0}{\cancel{9}} = \frac{8}{\cancel{9}} k\left(t_1 - \frac{9}{8} t_2\right)$

$R_0 = 8k\left(t_1 - \frac{9}{8 \cdot 24} t_1\right) = 8kt_1 - \frac{9}{24} kt_1$

$= \frac{225}{24} kt_1$

$\boxed{t_1, t_2, t_0, t_4 - \text{~~разности~~ изменение температур с } t_0 \text{ до } t_k}$

$$\boxed{t_1 = \frac{R_0 \cdot 24}{225k}}$$

Итоговый балл ________ ______________
(подпись председателя жюри)

Шифр ф11-27
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

нагрев 2 резисторы.

$P_3 = \frac{V^2}{2R_0} = 2cmt_3$

$P_1 = \frac{3V^2}{R_0} = cmt_1$

$\frac{t_1}{t_3} = 12 \quad t_1 = 12t_3$

$t_4 = \frac{24R_0}{225k}$

$\frac{P_4}{P_1} = \frac{cmt_4}{cmt_1} \quad \frac{t_4}{t_1} = \frac{1}{3} \quad t_1 = 3t_4$

$R_3 = R_0 + kt_3 = R_0 + \frac{kt_1}{12} = R_0 + \frac{24}{225 \cdot 12}R_0 = \cancel{\left(\frac{252}{225}\right)}R_0 \left(\frac{2427}{2700}\right)R_0$

$R_4 = R_0 + kt_4 = R_0 + \frac{kt_1}{3} = R_0 + \frac{24}{225 \cdot 3}R_0 = \frac{702}{675}R_0$

(в) $I_{общ} = \frac{V}{2R_3} + \frac{V}{R_4} = \frac{U}{R_0}\left(\cancel{\frac{2427}{5}}\frac{2400}{2 \cdot 2427} + \frac{645}{902}\right)$

$\frac{U}{R_0} \quad 8 = \frac{3U}{R_0 + \frac{24}{225}\frac{R_0}{k} \cdot k} \Rightarrow 8R_0 + \frac{24 \cdot 8}{225}R_0 = 3U$

$\frac{1800 + 216}{3 \cdot 1800} = \frac{U}{R_0} = \frac{2016}{5400}$

(в) $I_{общ} = \frac{2016}{5400}\left(\frac{2400}{5454} + \frac{675}{902}\right) = ??$

$\boxed{4}$

Лист № 2

№3 $\vec{E_1} = \vec{E_2}$

Так как суммарный заряд равен 0, то заряд сферы равен $-Q$

$(Q + (-Q) = 0)$

$\rho = \frac{q}{V}$ $|\rho_1| = |\rho_2|$ $|q_1| = |q_2|$

$\Downarrow$

$V_1 = V_2$

$\frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi R_2^3 - \frac{4}{3}\pi R^3$

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

Так как заряды шара и сферы равны по модулю, но различны по знаку, ~~при пролете~~ от края сферы до края шара суммарная напряженность равна нулю.

$\rho_1 = \frac{Q_1}{V_1}$ $\rho_2 = \frac{Q_2}{V_2}$

$Q_1 = -Q_2$

~~Но внутри шара напряженность не равна нулю~~; Напряженность задается только шаром с зарядом Q; она либо разгоняет к центру частицу, либо тормозит в зависимости от знаков q и Q.

Если q и Q - 1 знака то частица ~~тормозится~~ ~~разгоняется~~ тормозится и если наоборот то разгоняется

тогда min и max скорости ~~будут~~ можно найти ~~таковы~~ через закон сохр. энергии:

$\varphi_1 = \frac{kQ}{R_2} = \frac{kQ}{R\sqrt[3]{2}}$

$\Delta E = (\varphi_1 - \varphi_0)q = \varphi_1 q = \frac{kQq}{2^{\frac{1}{3}} R} = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$

Ответ: $V_{2\,max} = \sqrt{\frac{2kQq}{mR\sqrt[3]{2}} + V_0^2}$ и $V_{min} = V_0$

либо: $V_{max} = V_0$ и $V_{min} = \sqrt{V_0^2 - \frac{2kQq}{mR\sqrt[3]{2}}}$

Шифр ф11-27
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 11 класс,

вариант ________

№4

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

$$\boxed{\begin{matrix} \gamma = 2 & V=\sqrt{\frac{GM}{R}} \\ \beta = 1 & E=\frac{mv^2}{2}=\frac{mGM}{2R}=\frac{GM^2}{2R} \end{matrix}}$$

+1

ΔE – энергия идущая на статие

$$\Delta E = |E_{g2} - E_{g1}| = \frac{3}{5}GM^2\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_2}\right) \quad R_2 \to \infty$$

$$\frac{1}{R_2} \to 0$$

$$\Delta E = \frac{3}{5}\frac{GM^2}{R}$$

$$\Delta E = \Delta U = \frac{i}{2}\nu R\Delta T$$

$$\nu = \frac{M}{M(H_2)} = \frac{M}{2\cdot 10^{-3}} \quad i = 5 \text{ (двухатомный газ)}$$

$$\Delta E = \cancel{1{,}25}\ 1250 MR\Delta T$$

$$\frac{3}{5}\frac{GM^2}{R} = 1250MR\Delta T$$

+2

1) $\Delta T = \frac{GM\cdot 3}{R\cdot 8{,}31\cdot 1250\cdot 5} = \frac{6{,}67\cdot 10^{-11}\cdot 2\cdot 10^{30}\cdot 3}{6{,}95\cdot 10^{8}\cdot 8{,}31\cdot 1250\cdot 5} \approx \frac{6}{41{,}5\cdot 1250}\cdot 10^{11} \approx 0{,}15\cdot 10^{8}\,K \approx 15\cdot 10^{6}\,K = 1{,}5\cdot 10^{7}\,K$

15 миллионов Кельвинов – вполне возможная температура Солнца до начала термоядерного синтеза. (т.е. температура Солнца имеет порядок 10^7 К (оценка)

$$\frac{GM_м}{R_м} = \frac{GM_c}{R_c} \text{ (исходя из формулы 1)}$$

+1

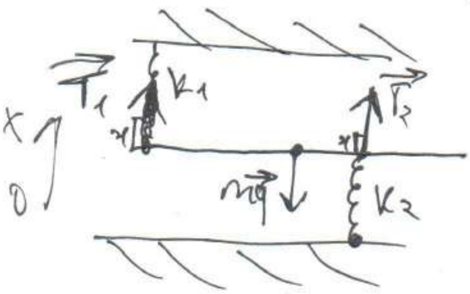
(радиус марса) $R_м = \frac{R_c\cdot M_м}{M_c} \approx \frac{R_c}{1000} \approx 6{,}95\cdot 10^5$ м

4

Лист № 3

№5

Изначально доска находилась в невесомости, а пружины не растянуты. Как только доска приобрела вес пружины стались и растянулись; т.к. доска ~~натрал~~ горизонтальна, то растяжения у пружин равны $= x$.



Применим правило моментов

$$M_1 + \cancel{M} + M_2 = 0 \quad (\text{ось – центр палки})$$

$$T_1\cdot\left(\frac{a_1+a_2}{2}\right) = T_2\left(\frac{a_1-a_2}{2}\right) \quad (a_1 > a_2)$$

$\cancel{k_1 x +}$

Также применим 2 закон Ньютона:

$$\vec{T_1} + \vec{T_2} + m\vec{g} = 0$$

$$OX: T_1 + T_2 = mg$$

$$k_1 x + k_2 x = mg$$

$$x = \frac{mg}{k_1+k_2} \qquad T_1 = \frac{k_1 mg}{k_1+k_2} \quad T_2 = \frac{k_2 mg}{k_1+k_2}$$

$$\frac{a_1+a_2}{a_1-a_2} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{k_2}{k_1}$$

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

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

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

Итоговый балл _______ ______________

(подпись председателя жюри)

Шифр ф11-27

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

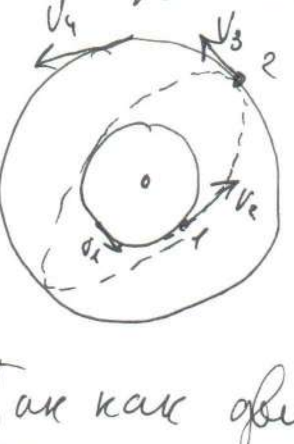
по «Физике», 11 класс,

вариант ________

№1 (продолжение)

Сначала двигатель разгонит корабль до скорости V_2; потом корабль полетит по пунктирной линии; ~~потеряет скорость~~

Если не включить двигатель 2 раз то корабль будет двигаться таким образом. (пунктир)



~~в т. 2 его скорость~~

$\Delta V_{12} = V_2 - V_1$

$\Delta V_{43} = V_4 - V_3$

$V_4 = \sqrt{\frac{GM}{R_2}}$

$V_1 = \sqrt{\frac{GM}{R_1}}$ Числа?

Так как двигатель включают кратковременно можно считать, что δE_{12} и δE_{34} равны

$$\frac{mV_2^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2} = \delta E_{12} = \delta E_{34} = \frac{mV_4^2}{2} - \frac{mV_3^2}{2}$$

$$V_2^2 + V_3^2 = V_4^2 + V_1^2 = \frac{GM}{R_2} + \frac{GM}{R_1}$$

$$\frac{mV_2^2}{2} - \frac{mV_3^2}{2} = \underbrace{\frac{mGM}{R_1} - \frac{mGM}{R_2}}_{\text{изменение потенц. энергии}}$$

$$\begin{cases} V_2^2 - V_3^2 = 2\left(\frac{GM}{R_1} - \frac{GM}{R_2}\right) \\ V_2^2 + V_3^2 = \frac{GM}{R_1} + \frac{GM}{R_2} \end{cases}$$

$$\cancel{2V_2^2} = 2V_2^2 = \frac{3GM}{R_1} - \frac{GM}{R_2}$$

$$2V_3^2 = \frac{3GM}{R_2} - \frac{GM}{R_1}$$

$V_2 = \sqrt{\frac{3GM}{2R_1} - \frac{GM}{2R_2}}$

$V_3 = \sqrt{\frac{3}{2}\frac{GM}{R_2} - \frac{GM}{2R_1}}$

Лист № 4

Отсюда

$$\Delta V_{12} = \sqrt{\frac{3}{2}\frac{6M}{R_1} - \frac{6M}{R_2}} - \sqrt{\frac{6M}{R_1}}$$

$$\Delta V_{34} = \sqrt{\frac{3}{2}\frac{6M}{R_2} - \frac{6M}{R_1}} - \sqrt{\frac{6M}{R_2}}$$

$\boxed{3}$

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

3

ШИФР	Ф11-21

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по Физике
(наименование дисциплины)

Фамилия ШАФИГУЛЛИН

Имя КАМИЛЬ

Отчество ЭДУАРДОВИЧ

Учебное заведение ОШИ IT-лицей КФУ

Класс 11

на обработку персональных данных уча

Итоговый балл 23 (подпись председателя жюри)

Шифр ф11-21 (заполняется оргкомитетом)

1	2	3	4	5	Σ
11	–	1	2	9	2.

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

Задача №1

Так как корабль включает двигатели кратковременно, то можно считать, что корабль в определённой точки орбиты мгновенно меняет свой импульс. $r_З$ - радиус орбиты Земли $r_М$ - рад. орб. Марса

$v_З$ - v Земли $v_М$ - v Марса

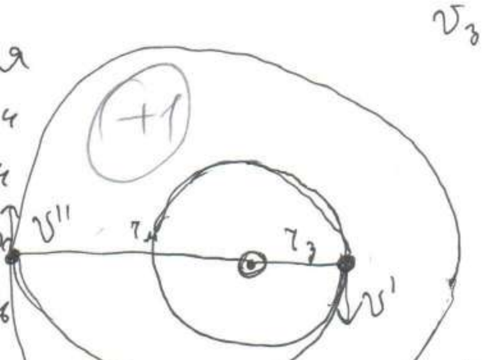
$M_\odot$ - масса Солнца

$v_З = \sqrt{\frac{GM_\odot}{r_З}} = 29{,}8 \frac{км}{с}$ $v_М = \sqrt{\frac{GM_\odot}{r_М}} =$ 24

(+2)

т.к корабль движется по орбитам Марса и Земли, то, чтобы он оставался на этих орбитах его скорость должна быть равна $v_М$ и $v_З$ соответственно

(+1)



Траектория аппарата - это приблизительно эллипс, в фокусе которого ⊙, где расстояние перигелийное $= r_З$, афелийное $- r_М$

пусть v' - скорость после первого включ. дв. v'' - после второго

Х-стики эллипса

$$2a = r_З + r_М \Rightarrow a = \frac{r_З + r_М}{2} = 1{,}9 \cdot 10^{11} м$$

эксцентриситет орбиты

$$r_З = a(1-e) \Rightarrow 1 - \frac{r_З}{a} = e \Rightarrow e = \frac{4}{19}$$

$$(v')^2 = GM \cdot \left(\frac{2}{r_З} - \frac{1}{a}\right) \Rightarrow v' = \sqrt{\frac{GM}{a}} \cdot \sqrt{\frac{1+e}{1-e}}$$

$$v' = 32{,}8 \frac{км}{с}$$

$$(v'')^2 = GM \cdot \left(\frac{2}{r_М} - \frac{1}{a}\right) \Rightarrow v'' = \sqrt{\frac{GM}{a}} \cdot \sqrt{\frac{1-e}{1+e}}$$

$$v'' = 21{,}4 \frac{км}{с}$$

$v' - v_З$

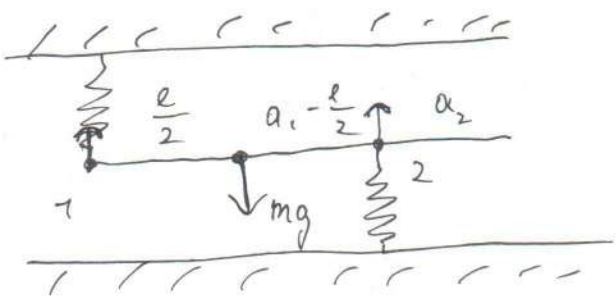
$\Delta v_1 = 32{,}8 - 29{,}8 = 3 \frac{км}{с}$

$\Delta v_2 = v_М - v'' = 24 - 21{,}4 = 2{,}6 \frac{км}{с}$

11

Лист № 1

№5



пусть l - длина бруска, Δx смещение обеих пружин (смеще-ния равны по модулю, т. к. бру
|| стенкам ящика

Запишем моменты силы относительно точек 1 и 2

1.) $\frac{l}{2} mg = k_2 \Delta x a_1 \Rightarrow \frac{l}{2k_2} = \frac{\Delta x a_1}{mg}$

2.) $mg(a_1 - \frac{l}{2}) = k_1 \Delta x a_1 \Rightarrow \frac{(a_1 - \frac{l}{2})}{k_1} = \frac{\Delta x a_1}{mg}$

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

$$l k_1 = 2k_2 a_1 - k_2 l$$

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

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

$$a_2 + a_1 = l$$

$$a_2 = l - a_1$$

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

$$= \frac{l(2k_2 - k_1 - k_2)}{2k_2} = \frac{l(k_2 - k}{2k_2}$$

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

№4

$E_g = -\frac{3GM^2}{5R}$ (+1) для солнца $E_{g\odot} = -2{,}3 \cdot 10^{41}$ Дж

$-\frac{3GM_{ю}}{5 \cdot E_{g\odot}} = R_{ю} \Rightarrow R_{ю} \approx 628$ м

(+1)

$\boxed{2}$

Итоговый балл _______ _____________

(подпись председателя жюри)

Шифр ф11-21

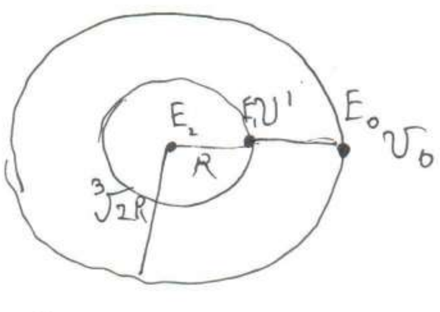
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

№3



Найдем v' по аналогии с законом сохр. энергии

$E_0 = 0$ т.к $Q_{сум} = Q-$

$E_1 = \frac{KQ}{R}$ $E_2 = 0$

$$-\frac{KQq}{R} + \frac{mv'^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$-2KQq + mv'^2 = mv_0^2$$

$$mv'^2 R = mv_0^2 R + 2KQq$$

$$v' = \sqrt{\frac{mv_0^2 R + 2KQq}{R\,m}}$$

$$v_м = v_0 + 2(v' - v_0) = 2v' - v_0$$

$$v_м = 2\sqrt{\frac{mv_0^2 R + 2KQq}{Rm}} - v_0$$

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

3

ШИФР	Ф11-25

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по физике
(наименование дисциплины)

Фамилия ДМИТРИЕВ

Имя МАКСИМ

Отчество СЕРГЕЕВИЧ

Учебное заведение МБОУ „Лицей №146"

Класс 11

Итоговый балл 22 ________ Шифр Ф11-25

(подпись председателя жюри) (заполняется оргкомитетом)

1	2	3	4	5
2	2	2	7	9

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

5) Дано:

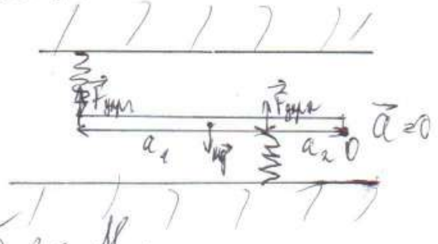
k_1

k_2

m

$\frac{a_1}{a_2}$ — ?

Решение:



По 2 з. Н.:

$m\vec{g} + \vec{F}_{упр1} + \vec{F}_{упр2} = 0$

$mg - F_{упр1} - F_{упр2} = 0$

Чтобы брусок оставался параллельным нужно, чтобы сжатие растяжение пружин было одинаково, а также чтобы соблюдались условия для сил и их моментов для тела, находящегося в равновесии:

$F_1 + F_2 + \ldots = 0$

$M_1 + M_2 + \ldots = 0$

$mg - F_{упр1} - F_{упр2} = 0$

$F_{упр1} = k_1 x$

$F_{упр2} = k_2 x$

$(k_1 + k_2)x = mg$

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

Рассмотрим сумму моментов для точки O:

$M_1 - M_2 - M_3 = 0$

$mg\frac{a_1 + a_2}{2} - k_2 x a_2 - k_1 x(a_1 + a_2) = 0$ — момент силы тяж. приложен к середине, т. брусок однор.

$\cancel{mg}\frac{a_1 + a_2}{2} - \frac{\cancel{mg} k_2 a_2}{k_1 + k_2} - \frac{\cancel{mg} k_1(a_1 + a_2)}{k_1 + k_2} = 0$

$k_1 a_1 + k_1 a_2 + k_2 a_1 + k_2 a_2 - 2k_1 a_1 - 2k_1 a_2 - 2k_2 a_2 = 0$

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

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

Лист № 1

1) Дано:

$R_C = 6{,}95\cdot10^{8}$ м

$M_C = 2\cdot10^{30}$ кг

$M_{ю} = 1{,}9\cdot10^{27}$ кг

$G = 6{,}67\cdot10^{-11}\ \frac{Н\cdot м^2}{кг^2}$

1 а.е.м. $= 1{,}66\cdot10^{-27}$ кг

$k = 1{,}38\cdot10^{-23}\ \frac{Дж}{К}$

M

R

$T - ?$

$T_c - ?$

$R - ?$

Решение

Из соображений размерности: $\gamma = 2,\ \beta = -1$.

$U = \frac{5}{2}\frac{M}{\mu}RT$ — т.к. степеней свободы у молекулярного водорода H_2 — 5.

(+1)

$U = E_g$

$\frac{MR}{\mu} = \frac{M\frac{R}{N_A}}{\frac{\mu}{N_A}} = \frac{Mk}{2а.е.м.}$ — H_2 имеет массу 2а.е.м.

(+1)

$\frac{5}{2}\frac{MkT}{2а.е.м.} = \frac{3}{5}G\frac{M^2}{R}$

(+3)

$T = \frac{6GM\,m_{а.е.м.}}{25kR}$

$$\frac{6GM_c m_{а.е.м.}}{25kR_c} = T_c = \frac{6\cdot6{,}67\cdot10^{-11}\cdot2\cdot10^{30}\cdot2\cdot1{,}66\cdot10^{-27}}{25\cdot1{,}38\cdot10^{-23}\cdot6{,}95\cdot10^{8}}\ К \approx 1{,}1\cdot10^{7}\ К$$

$$R = \frac{6GM_{ю}\,m_{а.е.м.}}{25\cdot k\cdot T_c} = \frac{6\cdot6{,}67\cdot10^{-11}\cdot1{,}9\cdot10^{27}\cdot2\cdot1{,}66\cdot10^{-27}}{25\cdot1{,}38\cdot10^{-23}\cdot1{,}1\cdot10^{7}}\ м$$

(+2)

$\approx 6{,}7\cdot10^{5}$ м

$\boxed{7}$

2) Дано:

$I_2 = 8A$

$I_1 = 1A$

$I_3 - ?$

Решение:

Установившийся режим означает, что мощность тока на резисторе стала равной мощности тепловых потерь в окружающую среду. Т.к. окружающая среда не менялась, то:

$$\left(\frac{I_2}{3}\right)^2\cdot R_0(1+\alpha t_2) = I_1^2 R_0(1+\alpha t_{x1})$$

?

— ток в этой цепи можно рассматр как сумму токов в верхней и нижней ветке.

I) 

$I = \frac{U}{R_0(1+\alpha t)}$

(+1) (+1)

Итоговый балл ________ ______________
(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-25
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

$$I^2 R_0(1+\alpha t) = I_1^2 R_0(1+\alpha t_1)$$

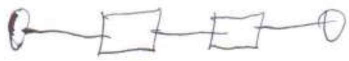
$I_1 = \frac{U}{3R_0(1+\alpha t_1)}$ – т.к. резисторы одинаковые и ток на них тоже, но и сопротивления можно складывать

$$\frac{U^2}{\cancel{R_0^2}(1+\alpha t)^2}\cancel{R_0}\cancel{(1+\alpha t)} = \frac{U^2}{9R_0^2(1+\alpha t_1)^2}\cancel{R_0(1+\alpha t_1)}$$

$$1+\alpha t = 9(1+\alpha t_1) \; ?$$

$$I = \frac{U}{9R_0(1+\alpha t)} = \frac{I_1}{3}$$

II)



$$I^* = \frac{U}{2R_0(1+\alpha t)}$$

$$I^2 R_0(1+\alpha t) = I_1^2 R_0(1+\alpha t_1)$$

$$\frac{U^2}{4R_0^2(1+\alpha t)^2}\cancel{R_0(1+\alpha t)} = \frac{U^2}{9R_0^2(1+\alpha t_1)^2}\cancel{R_0(1+\alpha t_1)}$$

$$1+\alpha t = \frac{9}{4}(1+\alpha t_1)$$

$$I = \frac{2U}{9R_0(1+\alpha t_1)} = \frac{2}{3}I_1$$

$\boxed{2}$

$$I_3 = I_{3I} + I_{3II} = I_1 = 1A$$

1) Дано:
$M_C = 2\cdot10^{30}$ кг
$R_З = 1,5\cdot10^{11}$ м
$R_м = 2,3\cdot10^{11}$ м
$|\Delta\upsilon_{1,2}|$ – ?

Решение:
Чтобы переместиться с одной орбиты на другую нужно очень притяжение, т.е. уменьшить потенциальную энергию.

$$\Delta E = \frac{GM_C m}{R_З} - \frac{GM_C m}{R_м} = \frac{m\Delta\upsilon_1^2}{2}$$

(+1)

$$\Delta\upsilon_1 = \sqrt{2GM_C\left(\frac{1}{R_З} - \frac{1}{R_м}\right)} \approx 7,89\cdot10^5\ \frac{м}{с}$$

Далее кораблю надо ~~разогнаться~~ затормозиться, чтобы остаться на той орб

$$\frac{m v_2^2}{R_м} = \frac{G M_c m}{R_м^2}$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{G M_c}{R_м}}$$

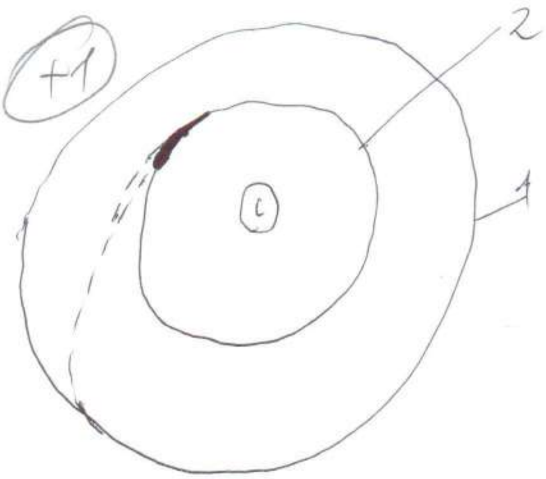
$$v_1 = \sqrt{\frac{G M_c}{R_з}}$$

$$\Delta v_2 = |v_2 - v_1| = \sqrt{\frac{G M_c}{R_з}} - \sqrt{\frac{G M_c}{R_м}} = \sqrt{G M_c}\left(\frac{1}{\sqrt{R_з}} - \frac{1}{\sqrt{R_м}}\right) \approx$$

$$\approx 1{,}8 \cdot 10^5 \frac{м}{с}$$

Ответ: $\Delta v_1 \approx 7{,}9 \cdot 10^5 \frac{м}{с}$, $\Delta v_2 \approx 1{,}8 \cdot 10^5 \frac{м}{с}$.

Корабль будет лететь примерно по такой траектории:



1 - орбита Марса, 2 - орбита Земли.

Траектория показана пунктиром

$\boxed{2}$

3) Дано:

Q

R

v_0

m

q

$v_{max,min}$ - ?

Решение:

Объём слоя сферы:

$V_1 = V_2$ ~~$V_2 - V_1$~~

$V_1 = \frac{4}{3}\pi R^3$ $\quad \rho_1 = \rho_2 = \frac{Q}{V_1}$

$V_2 = \frac{4}{3}\pi R^3$

Значит ~~от~~ радиус всего шара:

$V = V_1 + V_2$

$R_0 = \sqrt[3]{2R^3} = \sqrt[3]{2} R$

Толщина слоя: $l = R_0 - R = (\sqrt[3]{2} - 1)R$. По теореме Гаусса, т. к. заря

Слоя одинаковые...

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

3

ШИФР	ф11-32

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по физике
(наименование дисциплины)

Фамилия САФИН

Имя АЙНУР

Отчество ДАЛИЛЕВИЧ

Учебное заведение IT лицей КФУ

Класс 11

Дата рождения

на обработку персональных данных у

Итоговый балл 22 ________

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-32

(заполняется оргкомитетом)

1	2	3	4	5	Σ
10	2	1	0	9	2

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 11 класс,

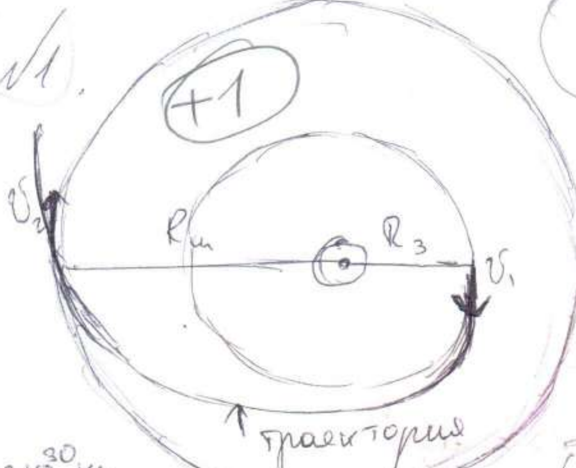
вариант ________ как получили?

№1.

(+1)

$v_3 = 29{,}8\frac{км}{с}$; $R_3 = 1{,}5\cdot10^8 км$; $v_м = 24\frac{км}{с}$; $R_м = 2{,}3\cdot10^8$

Можно сказать, что до достижения орбиты Марса, корабль полетит по Гомановой орбите или траектории, т.е Эллипс. Тогда характеристики Гомановой орбиты таковы:



$M_\odot = 2\cdot10^{30} кг$

$$a = \frac{R_3 + R_м}{2} = 1{,}9\cdot10^8 км.$$

R_3 - перигелийное расстояние орбиты =>
$R_м$ - афелийное расстояние

$$R_3 = a(1-e) \Rightarrow e = -\frac{R_3}{a} + 1 = e = 1 - \frac{R_3}{a} = \frac{4}{19}$$

- v в любой точке орбиты можем посчитать через $E_к \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{R}\left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a}\right)}$
- Т.к вкл двигатели кратковр => можно считать, что корабль в точках афелия и перигелия
- Но нам даны точки перигелия и афелия $\Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{GM}{a}\left(\frac{1+e}{1-e}\right)} = 32810\frac{м}{с} = 32{,}8$

$$v_2 = \sqrt{\frac{GM}{a}\left(\frac{1-e}{1+e}\right)} = 21398\frac{м}{с} = 21{,}4$$

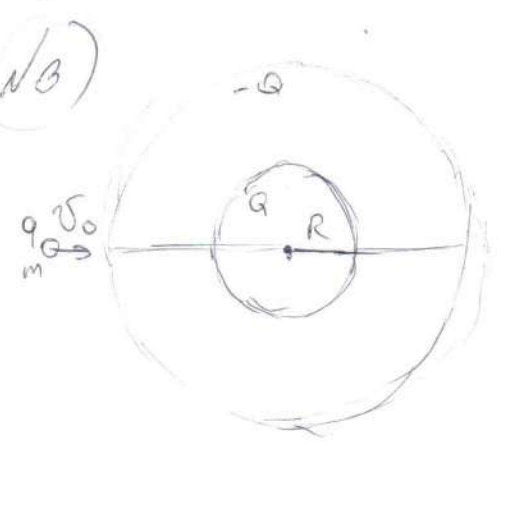
Тогда $|\Delta v_1| = |v_1 - v_3| = 32{,}8 - 29{,}8 = 3\frac{км}{с}$

$|\Delta v_2| = |v_2 - v_м| = |21{,}4 - 24| = 2{,}6\frac{км}{с}$

$\boxed{10}$

Отв: $\Delta v_1 = 3\frac{км}{с}$; $\Delta v_2 = 2{,}6\frac{км}{с}$

№3)



Определим радиус внешнего слоя. $-R'$

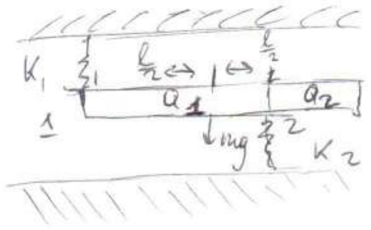
$2Q = \frac{4}{3}\pi R_1'^3 \Rightarrow R_1' = \sqrt[3]{2}R \Rightarrow R' = (\sqrt[3]{2} - 1)R$

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

$$F_K = \frac{kq_1q_2}{r^2}$$

Лист № 1

№5)



$\downarrow g$

$k_1 < k_2$

$a_1 k_1 \Delta x = a_2$

l - длина бруска

Δx - растяж. обоих пружин (равны по модулю, но противоположны по знакам)

По причине ∥ бруска земле, запишем уравнения точек 1 и 2

1) $\frac{l}{2} mg = k_2 \Delta x a_1 \Rightarrow \frac{\Delta x a_1}{mg} = \frac{l}{2k_2}$

2) $mg(a_1 - \frac{l}{2}) = k_1 \Delta x a_1 \Rightarrow \frac{(a_1 - \frac{l}{2})}{k_1} = \frac{\Delta x a_1}{mg}$ $\Big\} \Rightarrow$

• $\frac{l}{2k_2} = \frac{a_1 - \frac{l}{2}}{k_1} \Rightarrow l k_1 = 2k_2 a_1 - k_2 l$

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

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

• $a_2 = l - a_1$

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

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

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

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

…товый балл ________ ________________ Шифр ф 11-32

(подпись председателя жюри) (заполняется оргкомитетом)

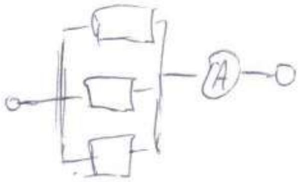
Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике **», 11 класс,**

вариант ________

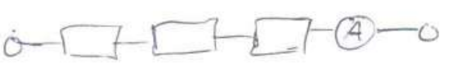
№2

R - сопротивление любого резистора

а) 

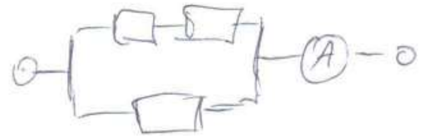
а) $R_{общ_а} = \frac{R}{3}$ $I_2 = 8A$ (+1)

$Q_1 = UI = I^2 R_{общ} = \frac{64R}{3}$

б) 

б) $R_{общ_б} = 3R$ $I_1 = 1A$ (+1)

$Q_2 = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R} =$ ~~…~~ $=$

в) 

в) $R_{общ} = \frac{2}{3}R$ $I - ?$

$Q_3 = UI = I^2 R = Q_1$

$I^2 R_{общ} = \frac{64R}{3}$ $I^2 = \frac{64 \cdot R \cdot 3}{2R3} = 32$ $\Rightarrow$

$I = 4\sqrt{2}$ A

$\boxed{2}$

Отв: $I = 4\sqrt{2}$ A.

№4) т.к. образуется звезда запишем условие равновесия.

$P = \frac{MG}{R^2}$ $\frac{MG}{R^2} = \frac{\nu R' T}{V}$ $\frac{MG}{R^2} = \frac{\nu R' T}{V_м \cdot \nu}$ $\Rightarrow T = \frac{MGV_м}{R^2 R'}$

$T = \frac{22{,}4 \cdot M \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11}}{R^2 \cdot 8{,}31} = 1{,}8 \cdot 10^{-10} \frac{M}{R^2}$

Отв: $T = 1{,}8 \cdot 10^{-10} \frac{M}{R^2}$

$T_\odot = 745 K$

$R_{ro} = 0{,}21 \cdot 10^8$ м

$\boxed{0}$

$T_\odot = 745 K = \left(1{,}8 \cdot 10^{-10} \frac{M_\odot}{R_\odot^2}\right)$

$T_\odot = T_{ro}$ $\Rightarrow R_{ro} = \sqrt{1{,}8 \cdot 10^{-10} \frac{M}{T}} = 0{,}21 \cdot 10^8$ м

Лист № 2

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

3

ШИФР	ф11-56

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по физике
(наименование дисциплины)

Фамилия ХАБАРОВ

Имя ДМИТРИЙ

Отчество ЛЕОНИДОВИЧ

Учебное заведение МБОУ „лицей № 1 ЗМР РТ"

Класс 11

Дата

Итоговый балл 22 ______________
(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-56
(заполняется оргкомитетом)

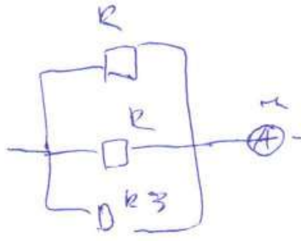
1	2	3	4	5	2
2	2	3	6	9	2

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

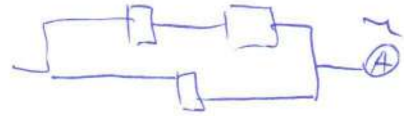
вариант ________

№ 2

а)  $I_2 = \frac{\varepsilon}{\frac{R}{3}+r}$

б) 

$I_1 = \frac{\varepsilon}{3R+r}$

в)  ~~$I_3 = \frac{\varepsilon}{\frac{R}{2}+R+r}$~~

$\frac{R}{3} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{3}R$

$I_3 = \frac{\varepsilon}{\frac{2}{3}R+r}$

+1

r - сопротивление амперметра

$\varepsilon = I_2\left(\frac{R}{3}+r\right) = I_1(3R+r)$

$8\left(\frac{R}{3}+r\right) = 3R+r \quad | \cdot 3$

$8R+24r = 9R+3r$

$21r = R$

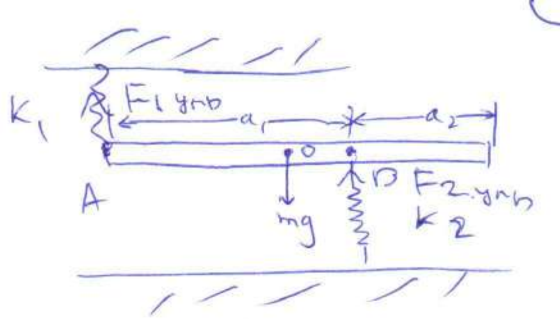
+1

$I_2 = \frac{\varepsilon}{8r} = 8A \Rightarrow \frac{\varepsilon}{r} = 64A$

$I_3 = \frac{\varepsilon}{\frac{2}{3}R+r} = \frac{\varepsilon}{15{,}0r} = \frac{64}{15{,}0} = $ ~~1,969A~~ 4,26A Ответ: ~~1,969A~~ 4,26 A

2

№ 5



① моменты относительно точки B

① $mg\left(a_1 - \frac{(a_1+a_2)}{2}\right) = K_1 a_1 x$

отн A

② $mg\left(\frac{a_1+a_2}{2}\right) = a_1 K_2 x$

x в обоих случаях одинаковый, т.к. брусок параллелен полу, значит пружины сжимаются на одно расстояние

$\begin{cases} ① \ mg\left(\frac{a_1-a_2}{2}\right) = K_1 a_1 x \quad | \cdot 2 \\ ② \ mg\left(\frac{a_1+a_2}{2}\right) = a_1 K_2 x \quad | \cdot 2 \end{cases}$

$\begin{cases} ① \ mg(a_1-a_2) = 2K_1 a_1 x \\ ② \ mg(a_1+a_2) = 2K_2 a_1 x \end{cases}$

$\begin{cases} ① \ mga_1 - mga_2 = 2K_1 a_1 x \\ ② \ mga_1 + mga_2 = 2K_2 a_1 x \end{cases}$

② + ① $= 2mga_1 = 2a_1 x(K_1+K_2)$ (дел

② − ① $= 2mga_2 = 2a_1 x(K_2-K_1)$

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

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

Лист № 1

(№4) $M_{H_2} - 0{,}00\ldots$

$Дж = Н \cdot м$

$E = \frac{-3GM^y}{5R^\beta} = [Дж] = \left[\frac{Н \cdot м^2 \cdot кг^2}{кг^2} \frac{}{м}\right]$ откуда $y = 2$, $\beta = 1$

+1 $E_g = \frac{-3GM^2}{5R}$ Помимо гравитационной энергии шар обладает внутренней энергией газа сумма которых — 0.

$E_g + \Delta U = 0.$ $\frac{3}{2}\nu RT = \frac{3GM^2}{5R}$

$T = \frac{2 \cdot 3GM^2}{3\,5R\nu R_2} = \frac{2GM^2 \cdot M_{He}}{M\,5RR_2} = \frac{2GM\,M_{He}}{5RR_2}$ +3

?

Для солнца. $M_c = 2 \cdot 10^{30}$ $R_c = 6{,}95 \cdot 10^8$ м

$T = \frac{2 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^{30} \cdot 0{,}002}{5 \cdot 6{,}95 \cdot 10^8 \cdot 8{,}31} = 10^{11} \cdot 0{,}00018 = 1{,}8 \cdot 10^7$ К.

$T_c = \frac{2GM_c M_{He}}{5R_c R_2}$ $T_{ю} = \frac{2GM_{ю}M_{He}}{5R_{ю}R_2}$

$T_c = T_{ю}, \Rightarrow \frac{M_c}{R_c} = \frac{M_{ю}}{R_{ю}}$ $R_{ю} = \frac{M_{ю} \cdot R_c}{M_c} = \frac{1{,}9 \cdot 10^{27} \cdot 6{,}95 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^{30}}$

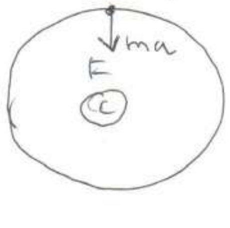
$= 6{,}6 \cdot 10^5$ м.

6 +2

Ответ: $6{,}6 \cdot 10^5$ м

(№1)

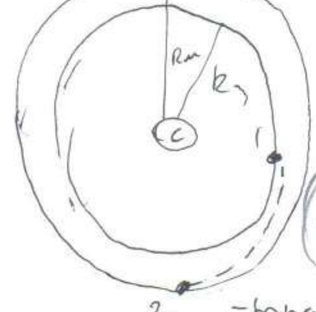
находясь на орбите Земли, корабль обладал скоростью

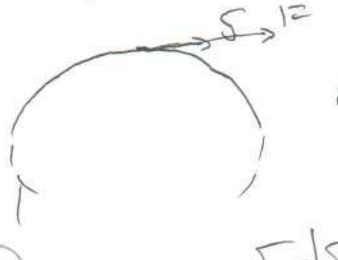


$F = ma$

$\frac{GmM}{R^2} = \frac{m\upsilon^2}{R}$

$\upsilon_1 = \sqrt{\frac{GM}{R_з}}$ $\upsilon_2 = \sqrt{\frac{GM}{R_м}}$ +1





Т.к скорость направлена по касательной, как и сила тяги, то ~~ее рабо~~ увеличивается только эта скорость, скорость движения по орбите

$\Delta\upsilon = |\upsilon_2 - \upsilon_1| = \left|\sqrt{\frac{GM}{R_м}} - \sqrt{\frac{GM}{R_з}}\right|$

$= \left|\sqrt{GM}\left(\frac{1}{\sqrt{R_м}} - \frac{1}{\sqrt{R_з}}\right)\right| = \approx 181{,}7$ км/с

+1 — траектория полета

2

Ответ: $181{,}7$ км/с

…овый балл ________ ____________
(подпись председателя жюри)

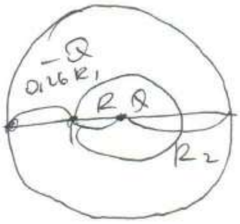
Шифр ф11-56
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

№3



Т.к. слои имеют одну плотность по модулю, а сумма их зарядов равно нулю, то объемы слоев равны между собой

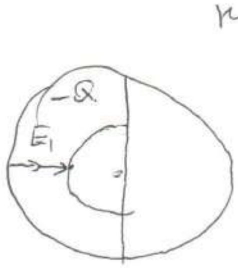
$\frac{4}{3}\pi R_2^3 - \frac{4}{3}\pi R_1^3 = \frac{4}{3}\pi R_1^3$ т.к $Q_{общ}=0$, то шарик вылетит с той же скоростью.

$R_2^3 = 2R_1^3$

$R_2 = \sqrt[3]{2}R_1 \approx 1{,}26R$,

тогда расстояние между краями $0{,}26R$

Влетая, частица изначально попадает в $E=0$, так как заряд суммарный равен нулю, а потом возрастает до Q на расстоянии R до центра



работа по перемещению заряда на расстоянии $0{,}26R$ равна

$\Delta E_K = Eqd$ $\qquad \Delta\varphi = \frac{-Q}{\varepsilon_0}$

$\Delta E_K = (E-0)qd$

$\frac{m\Delta v^2}{2} = Eq\,0{,}26R$.

На заряд действует поле $Q - Q_x$ пока он движется ко второй сфере, то есть поле его ускорит до центра, где $Q=0$, а потом замедлит, когда шар преодолеет центр ~~окружности~~ сферы

Поэтому, минимальная скорость $= v_0$

$\Delta E_{K_1} = Eqd$

$\Delta E_K = \frac{KQ}{R^2}q\cdot 0{,}26R = \frac{KQq\cdot 0{,}26}{R}$

ΔE_K (когда шар влетит во 2 сферу) $= \frac{KQ}{R_1^2}qR_1 = \frac{KQq}{R}$

$\Delta E_K = \cancel{KQ} = \frac{1{,}26KQq}{R}$

$\frac{mv^2}{2} = \frac{1{,}26KQq}{R}$

Лист № 2

$$\Delta v = \sqrt{\frac{2\sqrt[3]{2}\,KQq}{Rm}}$$

таким образом $v_{max} = v_0 + \Delta v$

$$= v_0 + \sqrt{\frac{2\sqrt[3]{2}\,KQq}{Rm}}$$

Ответ: $v_{min} = v_0$

$$v_{max} = v_0 + \sqrt{\frac{2\sqrt[3]{2}\,KQq}{Rm}}$$

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

3

ШИФР	ф11-47

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по ФИЗИКЕ
(наименование дисциплины)

Фамилия ЮХНЕВИЧ

Имя ЕКАТЕРИНА

Отчество ДМИТРИЕВНА

Учебное заведение ГБОУ ГИМНАЗИЯ N441

Класс 11 Б

Итоговый балл 17,5 [подпись]
(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-47
(заполняется оргкомитетом)

1	2	3	4	5
3	0	1,5	4	9

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «ФИЗИКЕ», 11 класс,

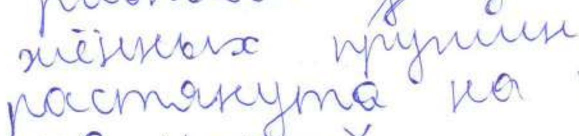
вариант ________

~~№3 R, Q, v_0, m, q, $v_{max}=?$ $v_{min}=?$~~

№5 $k_1<k_2$, m, $\frac{a_1}{a_2}=?$

если при свободном падении ящика брусок паралелен и растяжения пружин равны 0, значит, что для сохранения параллельности суммарные длины пружин должны оставаться равными суммарной длине нерастяжённых пружин и если первая пружина растянута на x_1, а вторая сжата на x_2 то $x_1=x_2=x$

по первому закону Ньютона
$mg=k_2x_2+k_1x_1$
по правилу моментов относительно центра массы



$(k_1x_1)\left(\frac{a_1+a_2}{2}\right)=k_2x_2\left(\frac{a_1+a_2}{2}-a_2\right)$ $x_1=x_2=x$
$k_1x\left(\frac{a_1+a_2}{2}\right)=k_2x\left(\frac{a_1+a_2}{2}-\right.$

пусть $n=\frac{a_1}{a_2}$ ~~$a_2=$~~ $a_1=na_2$ $k_1\cdot\left(\frac{a_2n}{2}+\frac{a_2}{2}\right)=k_2\left(\frac{a_2n}{2}+\frac{a_2}{2}\right.$

$k_1\left(\frac{a_2(n+1)}{2}\right)=k_2\left(\frac{a_2(n+1)}{2}-a_2\right)$

сокращаем на $\frac{a_2}{2}$ $k_1(n+1)=k_2(n-1)$

$k_1n+k_1=k_2n-k_2$ $k_1+k_2=n(k_2-k_1)$ $n=\frac{k_1+k_2}{k_2-k_1}$

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

№2 $I_2=8A$, $I_1=1A$, $I_3=?$

при любом подключении резисторы, соединённые последовательно или резисторы, соединённые параллельно, ведут себя одинаково
пусть R_2 - один резистор, подключённый параллельно
R_1 - общее сопротивление двух резисторов включённых последовательно

Лист № 1

тогда $I_2 = \frac{U_2}{\frac{R_2}{3}} = \frac{3U_2}{R_2}$ $R_2 = \frac{3U_2}{I_2}$

$\frac{U}{\frac{3R_1}{2}} = I_1$ $\frac{2U}{3R_1} = I_1$ $R_1 = \frac{2U}{3I_1}$ в схеме в резистор R_1 и R_2 соединены параллельно

$\cancel{R_3 = \frac{\frac{3U}{I_2} \cdot \frac{2U}{3I_1}}{\frac{2U}{3I_1} + \frac{3U}{I_2}}}$ $\cancel{I_3 = \frac{U_{R_3}}{R_3} = \frac{I_1 \cdot I_2 \left(\frac{2}{3I_1} + \frac{3}{I_2}\right)}{2}}$

$R_2 = \frac{3U}{8}$ $R_1 = \frac{2U}{3}$

$\frac{R_2 \cdot R_1}{R_1 + R_2} = \frac{\frac{3U}{8} \cdot \frac{2U}{3}}{\frac{3U}{8} + \frac{2U}{3}} = \frac{U}{4\left(\frac{9}{24} + \frac{16}{24}\right)} = \frac{\cancel{24}\,6\,U}{25\cancel{6}}$ $I_3 = \frac{25 \cdot U}{6U} = \frac{25}{6} \approx 4{,}17$

Ответ: $I_3 = 4{,}17A$

N1

$R_m = 2{,}3 \cdot 10^8 km$

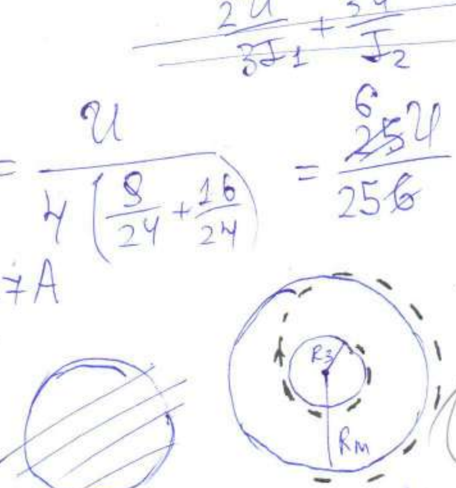
$R_3 = 1{,}5 \cdot 10^8 km$

$M_c = 2 \cdot 10^{30} кг$

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

$\Delta V_1 = ?$

$\Delta V_2 = ?$



--- траектория движения корабля

+1 $П = G\frac{M \cdot m}{R}$

$F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ $F = G\frac{Mm}{R^2}$

$E = const = K + П$ $K = \frac{mV^2}{2}$

$\cancel{p = const}$ $\sum_i \overline{r}_i \cdot \overline{p}_i = const$

V_1 - скорость вращения вокруг R_3

V_2 - скорость вращения вокруг R_m

3

$F = \frac{m \cdot \Delta V}{\Delta t} = G\frac{Mm}{R^2}$

+2 $\frac{mV_1^2}{2} + G\frac{Mm}{R_3} = G\frac{Mm}{R_m} + \frac{mV_2^2}{2}$

$\Delta V = \Delta t \cdot G\frac{M}{R^2}$

N4

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

$M_c = 2 \cdot 10^{30} кг$

$M_ю = 1{,}9 \cdot 10^{27} кг$

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

$1 а.е.м = 1{,}66 \cdot 10^{-27} кг$

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

$T = ?$ +1

$E = const \neq$ $U = \frac{3}{2}kT$ $E_g = -\frac{3GM^\gamma}{5R^\beta}$

$pV = \nu RT$ $\cancel{p \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 = \nu RT}$ $p \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 = \nu k N_A T$

$\frac{3}{2}kT = \frac{3}{2}kT^\gamma - \frac{3GM^\gamma}{5R^\beta}$ $\nu = \frac{M}{\mu}$

из соображений размерности

$\gamma = 2$ $\beta = 1$ +1

$Дж = Н \cdot м = \frac{Н \cdot м^2}{кг^2} \cdot кг^\gamma \cdot км^{(1-\beta)}$

$\cancel{1 = 2 - \beta}$ $\cancel{\beta = 1}$ $1 = 2 - \beta$ $\beta = 1$

$0 = \gamma - 2$ $\gamma =$ $\cancel{1 - \frac{2-\gamma}{\gamma-2}}$ $\cancel{\gamma = 1 = \gamma - 2}$ $\gamma = 3$

$\frac{3}{2}kT = \frac{3GM^2}{5R}$ по закону сохранения энергии

+2 $T = \frac{\cancel{3}GM^2 \cdot 2}{5Rk} = T = \frac{2}{5}\frac{GM^2}{Rk}$ $T_c = 1{,}113 \cdot 10^{64} K$

$R_ю = \frac{2GM_ю^2}{5kT_c} = \cancel{9{,}4 \cdot 10^{12} m}$ 627,238 m

4

$T_c = \frac{2}{5}\frac{GM_ю^2}{R_ю k}$

Ответ: $T = \frac{2}{5}\frac{GM^2}{Rk}$ $T_c = 1{,}13 \cdot 10^{64} K$ $R_ю = \cancel{9{,}4 \cdot 10^{12} m}$ 627,238 m

…ый балл _______ _______________ (подпись председателя жюри)

Шифр ф11-47 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «ФИЗИКЕ», 11 класс,

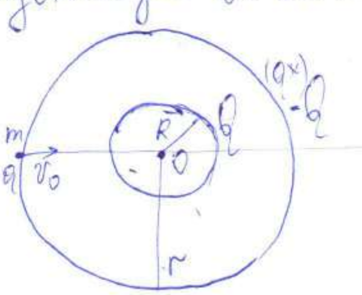
вариант _______

N3

$Q;\ R$
$v_0;\ m;\ q$
$v_{max} = ?$
$v_{min} = ?$

~~пусть γ - объемная плотно~~ $\sigma_1 = -\sigma_2$ по условию

$Q + q^* = 0 \Rightarrow q^* = -Q$



при $x \in [0; r-R]$

$\varphi(x) = -\frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{l}$ $\quad \varphi(0) = -\frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{r} = 0$

l - расстояние от O до $\overset{m}{\underset{q}{\bullet}}$

по закону сохранения энергии

$\frac{mv_0^2}{2} + \underset{0}{\varphi(0)} = \frac{mv^2}{2} + \varphi$ $\quad$ ~~$v = v$~~ при $x \in [r-R; r+R]$

$\varphi = -\frac{kQ}{l} + \frac{kQ}{l} = 0 \Rightarrow v$ внутри меньшего шара не меняется

$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{kQ}{l} - \frac{kQ}{r}$ $\quad v = v_{min}$ при $kQ\left(\frac{1}{l} - \frac{1}{r}\right)$ максим.

$\frac{1}{l}$ - максимально, l - миним

$l = R$

$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_{min}^2}{2} + kQ\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r}\right)$ $\quad \frac{mv_{min}^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} - kQ\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r}\right)$

$v_{min}^2 = v_0^2 - \frac{2}{m}kQ\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r}\right)$ $\quad \underline{v_{min} = \sqrt{v_0^2 - \frac{2}{m}kQ\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r}\right)}}$

~~при $x \in [r+R; 2r]$ потенциалы симметричны потенциалам при $x \in [0; r-R]$ ⇒ скорость возрастет до того же значения v_0~~

$\underline{v_{max} = v_0}$ при полете внутри сферы

при $x \in [r+R; 2r]$ потенциалы симметричны потенциалам $x \in [0; r-R]$ ⇒ скорость возрастет до v_0 $\quad \underline{v_{max} = v_0}$

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

3

ШИФР	Ф11-11

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по физике
(наименование дисциплины)

Фамилия ИВАНОВА

Имя ЕКАТЕРИНА

Отчество СТАНИСЛАВОВНА

Учебное заведение ОШИ „Лицей им. Н.И. Лобачевского" КФУ

Класс 11"А"

Итоговый балл 21,5 ____________ (подпись председателя жюри)

Шифр ф11-11 (заполняется оргкомитетом)

1	2	3	4	5	Σ
–	0	8,5	4	9	21,5

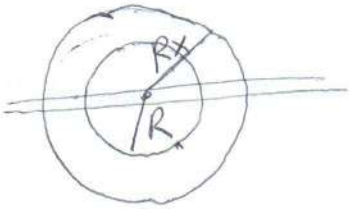
Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11А класс,

вариант ________

N3.

Для начала следует найти потенциал сферы, сложив ~~Евнутр~~ $\varphi_{внутр}$ (потенциал внутреннего ~~сферы~~ шара) и $\varphi_{внеш}$ (потенц. внеш. слоя):



$$\varphi_0 = \cancel{\frac{kQ}{R}}\ \varphi_{внутр} + \varphi_{внеш}$$

$$\varphi_{внутр} = \frac{kQ}{R}$$

$$\varphi_{внеш} = \frac{-2Qk}{\cancel{2}R_x} - \frac{(-Qk)}{R}$$

(Для определения $\varphi_{внеш}$ мы представим шар (равномерно заряженный) ~~сферу~~ зарядом $-2Q$ и радиусом R_x, из которого вырезали шар радиусом R и зарядом $-Q$. ~~Для определ~~ Разность потенциалов ~~сферы~~ шара с зарядом $-2Q$ и шара с зарядом $-Q$ равна $\varphi_{внеш}$.)

~~$\varphi_{внеш}$~~ $2\cdot\frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi R_x^3$

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

$$\varphi_{внеш} = \frac{-2Qk}{2^{\frac{1}{3}}R} + \frac{Qk}{R} = \frac{-Qk\cdot 2^{\frac{2}{3}}}{R} + \frac{Qk}{R} = \frac{Qk}{R}(1-$$

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{R}\left(1 - 2^{\frac{2}{3}}\right) = \frac{kQ}{R}\left(2 - 2^{\frac{2}{3}}\right)$$

Запишем закон сохранения энергии для частицы, влетевшей в шар.

$$\frac{m\vartheta^2}{2} + \varphi_0 \cdot q = \frac{m\vartheta_{max}^2}{2}.$$

(Скорость частицы в центре максимальна, так как ~~на~~ результирующий потенциал равен нулю.
$\vartheta_{min} = \vartheta$
А скорость частицы в начале минимальна, так как результирующий потенциал шара максимален и равен φ_0. Данные выводы следуют из теоремы Гаусса.).

$$\frac{m\vartheta^2}{2} + \frac{q \cdot kQ}{R}\left(2 - 2^{\frac{2}{3}}\right) = \frac{m\vartheta_{max}^2}{2}$$

$$\vartheta^2 + q\frac{2kQ(2-2^{\frac{2}{3}})}{R \cdot m} = \vartheta_{max}^2$$

$$\vartheta_{max} = \sqrt{\vartheta^2 + \frac{q \cdot kQ}{R \cdot m}\left(2^2 - 2^{\frac{5}{3}}\right)}$$

Ответ: $\vartheta_{min} = \vartheta$; $\vartheta_{max} = \sqrt{\vartheta^2 + \frac{q \cdot kQ}{R \cdot m}\left(2^2 - 2^{\frac{5}{3}}\right)}$.

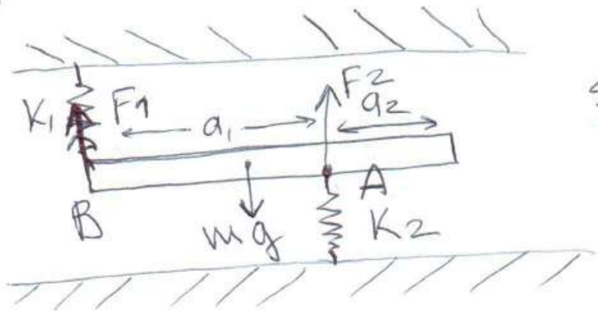
Шифр ф11-11
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 А класс,

вариант ________

N 5



Пусть пружины ~~стались~~ деформированы на одинаковое расстояние X.

$F_1 = k_1 X$ $\quad F_1 < F_2$

$F_2 = k_2 X$

Так как брусок однородный, его центр масс находится в центре на расстоянии $\frac{a_1+a_2}{2}$ от точки B.

Запишем правило моментов для т. A и т. B:

т. B: $mg \cdot \frac{a_1+a_2}{2} = a_1 \cdot k_2 X$

т. A: $mg \cdot \left(a_1 - \frac{a_1+a_2}{2}\right) = a_1 \cdot k_1 \cdot X$

Поделив оба уравнения друг на друга, получим:

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

$\left(\frac{k_1}{k_2} + 1\right)(a_1 + a_2) = 2a_1$

(продолжение на листе N 2)

Лист № 2

№4.

Проведем оценку размерности и найдем y и β из формулы $E_g = -\frac{3G \cdot M^y}{5R^\beta}$:

$$D_m = H \cdot м = \frac{H \cdot м^2}{кг^2} \cdot \frac{кг^y}{м^\beta} \Rightarrow \beta = 1,\ y = 2.$$

+1

Запишем ЗСЭ для молодой звезды:

$$\cancel{k_B \cdot M} \quad k_B \cdot T_{ср} = -\frac{3G \cdot M^2}{5R}$$

+2

~~1,38·10^{-23}·Tср=~~

$$\Big[T_{ср} = \frac{-3GM^2}{5R \cdot k_B} = \frac{-3 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot M^2}{5 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot R} =$$

$$= \underline{-2,9 \cdot 10^{12} \cdot \frac{M^2}{R}}$$

Запишем ЗСЭ для Солнца:

$$k_B \cdot T_c = -\frac{3G \cdot M_c^2}{5R_c};\quad T_c = \frac{-3G \cdot M_c^2}{5R_c \cdot k_B} =$$

$$= \frac{-3 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 4 \cdot 10^{60}}{5 \cdot 6,95 \cdot 10^8 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23}} \approx \underline{-1,67 \cdot 10^{64}\ K}$$

ЗСЭ для тела с $M_ю = 1,9 \cdot 10^{27}$ кг:

+1

$$k_B \cdot T_c = \frac{-3 \cdot G M_ю^2}{5R_x};\quad R_x = \frac{-3 \cdot G \cdot M_ю^2}{5k_B \cdot T_c} =$$

4

$$= \frac{-3 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 3,61 \cdot 10^{54}}{5 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot (-1,67) \cdot 10^{64}} \approx 6,27 \cdot 10^2 = 627\ м.$$

Ответ: $-2,9 \cdot 10^{12} \frac{M^2}{R}$; $-1,67 \cdot 10^{64}$ K; 627 м.

...вый балл ______ ____________ (подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-11 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике », 11А класс,

вариант ______

(Продолжение задачи №5)

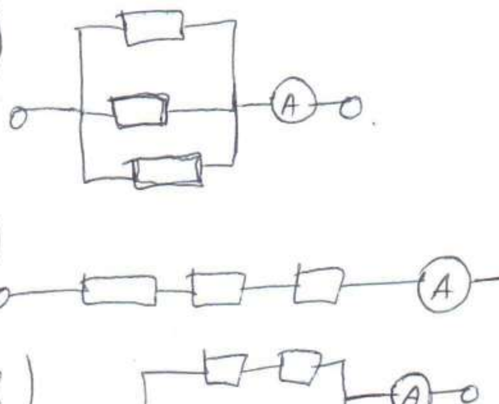
$$\left(1-\frac{K_1}{K_2}\right)a_1 = \left(\frac{K_1}{K_2}+1\right)a_2$$

$$\left[\frac{a_1}{a_2} = \frac{(K_1/K_2+1)}{(1-K_1/K_2)}\right]$$

Ответ: $\frac{a_1}{a_2} = \frac{\left(\frac{K_1}{K_2}+1\right)}{\left(1-\frac{K_1}{K_2}\right)}$.

№2.

а) б) в)



а) В начальный момент времени через источник пройдет ток равный I_2.
С течением времени резисторы будут нагреваться, а их сопротивления уменьшаться => увеличиваться сила тока через источник, но dq/dt на амперметре ток будет постоянен и равен I_1. Данная „потеря в заряде" обуславливается энергией, которая идет на нагрев резисторов.

$\boxed{0}$

Лист № 3

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

3

ШИФР	ф11-120

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по ФИЗИКЕ
(наименование дисциплины)

Фамилия ЦИКЛИС

Имя АЛЕКСАНДР

Отчество МИХАЙЛОВИЧ

Учебное заведение МБОУ „Лицей №153", г. Уфа

Класс 11

Итоговый балл 21 ____________ (подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-120 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

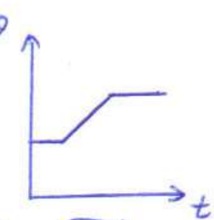
Задача 1.

Дано:
$R_З = 1{,}5 \cdot 10^8$ км
$R_М = 2{,}3 \cdot 10^8$ км
$M_c = 2 \cdot 10^{30}$ кг
$G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ Н·м²/кг²
Найти: $\Delta \vartheta$ - ?

Решение:

$F_{цс} = ma_ц$

$\frac{m\vartheta^2}{R} = \frac{GmM}{R^2}$ $\quad \vartheta = \sqrt{\frac{GM}{R}}$ +1



$\Delta\vartheta = \sqrt{\frac{GM}{R_З}} - \sqrt{\frac{GM}{R_M}} = \frac{\sqrt{GM}}{\sqrt{R_З R_M}}\left(\sqrt{R_M} - \sqrt{R_З}\right) = 1{,}8 \cdot 10^5$ (м/с)

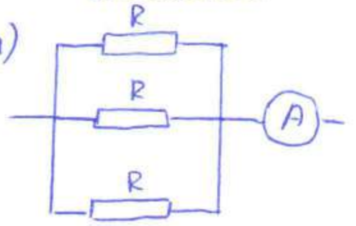
$\boxed{1}$

Ответ: $1{,}8 \cdot 10^5$ м/с.

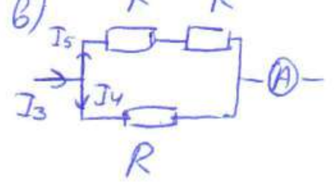
Задача 2.

Дано:
$I_2 = 8$ А
$I_1 = 1$ А
Найти: I_3 - ?

Решение:

а) 

б) 

в) 

$R_{общ} = \frac{R}{3}$ $\quad R_{общ} = 3R$ +1 $\quad R_{общ} = \frac{2}{3}R$

$Q = \frac{I_2^2 R t}{3}$ $\quad Q = I_1^2 \cdot 3Rt$

$I_4 R = I_5 \cdot 2R$ +1

$I_4 = 2I_5 \cancel{\Rightarrow}$

$Q = I^2 R t = cm\Delta T$ +2

$I_3 = I_4 + I_5 = 3I_5$

$Q_4 = I_4^2 R t = 4I_5^2 R t$
$Q_5 = I_5^2 R t$
$\Rightarrow Q_4 = 4Q_5 \Rightarrow T_R = 4T_{2R} \Rightarrow R_1 = 4 \cdot 2R_2 = 8R_2$

$I_3 = 3I_5 = \frac{I_1 + I_2}{3} = 3$ (А) $\boxed{4}$

Ответ: 3 А.

1	2	3	4	5	Σ
1	4	0	7	9	21

Задача 4.

Дано:
M, R
$R_c = 6{,}95 \cdot 10^8$ м
$M_c = 2 \cdot 10^{30}$ кг
$M_Ю = 1{,}9 \cdot 10^{27}$ кг
$G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ Н·м²/кг²
$k_Б = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К
Найти: T_c, $R_Ю$

Решение:

$E_g = -\frac{3GM^y}{5R^\beta}$ $\quad [E_g] = Дж = Н \cdot м \Rightarrow \beta = 1$ +1

$[G] = \frac{Н \cdot м^2}{кг^2} = \frac{Дж \cdot м}{кг^y} = \frac{Н \cdot м^2}{кг^y} \Rightarrow y = 2$

З.С.Э: $\frac{m\vartheta^2}{2} + E_g = 0$ $\quad \vartheta = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$ +1

$T = \frac{3GMm_0}{5kR}$

$T_c = \frac{3GM_c m_0}{5kR_c}$ — число?

$R_Ю = \frac{3GM_Ю m_0}{5kT_c} = \frac{3GM_Ю m_0 \, 5kR_c}{5k \cdot 3GM_c m_0} = \frac{M_Ю \cdot R_c}{M_c} = 6{,}6 \ldots$

$\boxed{7}$

Лист № 1

Задача 5.

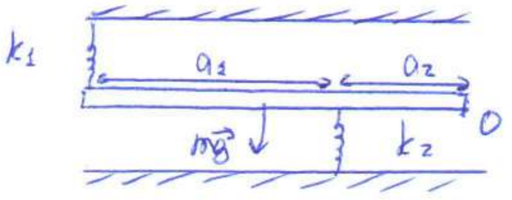
Дано:

k_1, k_2

$k_2 > k_1$

Найти: $\frac{a_1}{a_2}$ - ?

Решение:



Правило моментов:

$O: k_1x(a_1+a_2) + mg\frac{(a_1+a_2)}{2} = k_2 x a_2$

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{x(k_2-k_1) - \frac{mg}{2}}{k_1x + \frac{mg}{2}}$$

II з. Ньютона:

$k_2x = k_1x + mg$

$x = \frac{mg}{k_2-k_1}$

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

Ответ: $\frac{k_2-k_1}{k_2+k_1}$.

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

3

ШИФР	Ф11-31

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по физике
(наименование дисциплины)

Фамилия ШУНИН

Имя ДАНИИЛ

Отчество АЛЕКСЕЕВИЧ

Учебное заведение МБОУ "Лицей № 9 им. А.С. Пушкина" ЗМР РТ

Класс 11

Итоговый балл 21 (подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-31
(заполняется оргкомитетом)

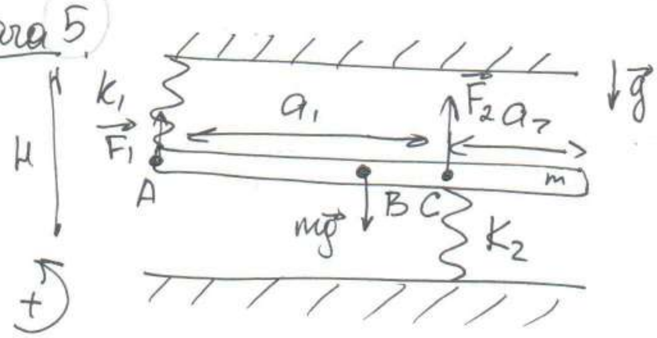
1	2	3	4	5	Σ
2	–	7	3	9	2

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике », 11 класс,

вариант ________

Задача 5.



Т.к. в состоянии свободного падения лифта пружины не напряжены, а брусок параллелен стенкам лифта:

$H = l_1 + l_2 + h$, где H - высота лифта, l_1 и l_2 - длины пружин в ненапр. сост, h - толщина бруска. После прекращения св. падения:

$H = l_1 + \Delta x_1 + l_2 - \Delta x_2 + h$, где Δx_1 и Δx_2 - деф-ии пружин. $\Rightarrow$ $l_1 + l_2 + h = l_1 + \Delta x_1 + l_2 - \Delta x_2 + h \Rightarrow \Delta x_1 = \Delta x_2 = \Delta x$

Обозн. точки A, B, C как на рисунке.

Запишем закон. сохр. момента силы отн-но т. A и т. C.:

т. A: $F_2 a_1 - mg \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} = 0$ — т.к. система в покое.

т. C: $-F_1 a_1 + mg \cdot BC = 0$,

где F_1, F_2 – силы упругой деф-ии пружин.

$F_1 = k_1 \Delta x$; $F_2 = k_2 \Delta x$; $BC = AC - AB = a_1 - \frac{a_1 + a_2}{2} = \frac{a_1 - a_2}{2}$

$$\Rightarrow \begin{cases} k_1 \Delta x\, a_1 = mg \frac{a_1 - a_2}{2} & (1) \\ k_2 \Delta x\, a_1 = mg \frac{a_1 + a_2}{2} & (2) \end{cases}$$

Поделив (1) на (2), получим: $\frac{k_1}{k_2} = \frac{a_1 - a_2}{a_1 + a_2}$;

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

$\frac{a_1}{a_2} = \frac{k_1 + k_2}{k_2 - k_1} > 0$, т.к. $k_2 > k_1$, что говорит о том, что точка B действительно левее точки C как на рисунке.

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

Лист № 1

Задача 4! $E_g = -\frac{3}{5}\frac{GM^{\gamma}}{R^{\beta}} \Rightarrow Дж = Н\cdot м = \frac{Н\cdot м^2}{кг^2}\cdot\frac{кг^{\gamma}}{м^{\beta}}$

$\Rightarrow м^{1-\beta} = кг^{2-\gamma}$ – размерности могут быть равны только как $м^0 = кг^0 = 1 \Rightarrow \beta = 1$ и $\gamma = 2$ (+1)

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

Т.к. облако состоит из H_2 : $i = 5$.

Тогда $|E_g| = \frac{5}{2}kT = \frac{3}{5}\frac{GM^2}{R}$ (+2)

$\boxed{3}$

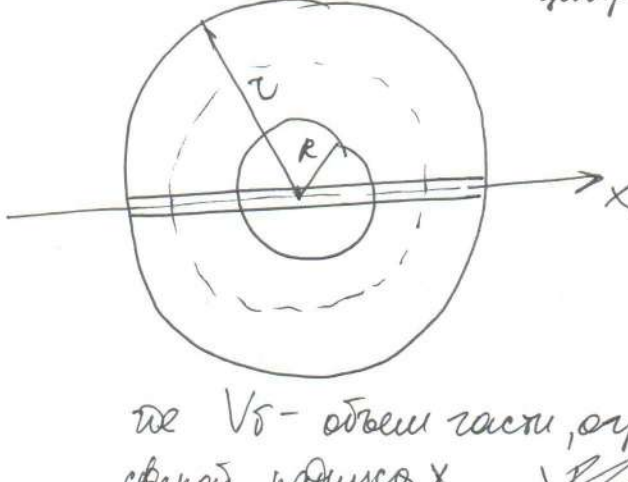
Задача 3. Пусть ρ - объемная плотность заряда внутреннего шара: $\rho = \frac{Q}{V} = \frac{3Q}{4\pi R^3}$ (V - объем шара)

По условию полный заряд системы равен нулю, а значит заряд сферич. слоя $-Q$. Пусть r - радиус всего объекта

$\Rightarrow -\rho = \frac{-Q}{V_{сф.сл}}$, где V - объем сф. слоя; $V_{сфсл} = \rho Q = V$

$V = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi r^3 - \frac{4}{3}\pi R^3 \Rightarrow r^3 = 2R^3;\ r = \sqrt[3]{2}R$

Направим ось x вдоль канала, так, что центр шара в нуле.



Найдем $Q_0(x)$ – суммарный заряд шара радиуса x. (рассмотрим только правую половину. Вообще говоря промежутки симметричны)

$$Q_0(x) = \begin{cases} \rho\frac{4}{3}\pi x^3, & x \in [0;R] \\ Q - \rho\cdot V_\delta, & x \in (R;r] \end{cases},$$

где V_δ - объем части, ограниченной внутренним шаром и сферой радиуса x. $\cancel{V_\delta = \frac{4}{3\pi}}$ $\frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi R^3 + V_\delta + \left(\frac{4}{3}\pi r^3 - \frac{4}{3}\pi x^3\right)$

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

$$\Rightarrow Q_0(x) = \begin{cases} Q\frac{x^3}{R^3}, & x \in [0;R] \\ Q\left(1 - \frac{x^3 - R^3}{R^3}\right), & x \in (R;r] \end{cases} = \begin{cases} Q\frac{x^3}{R^3}, & x \in [0;R] \\ Q\cdot\frac{2R^3 - x^3}{R^3}, & x \in [R;r] \end{cases}.$$

...тоговый балл ______ ______ (подпись председателя жюри)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФГАОУ ВО «КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ПРЕДМЕТНАЯ ОЛИМПИАДА Кремлевская ул., д. 18, Казань, 420008 Тел./факс: 8(843) 292-53-83

Шифр ф11-31 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «________________», ______ класс,

вариант ______

Сила, действующая на частицу $F(x) = \frac{kqQ_0(x)}{x^2} =$

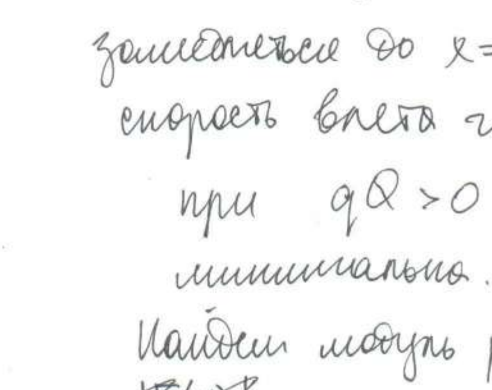
$$= \begin{cases} k\frac{q}{x^2}\cdot Q\frac{x^3}{R^3}, & x\in[0;R] \\ k\frac{q}{x^2}\cdot Q\left(\frac{2R^3-x^3}{R^3}\right), & x\in[R;r]\end{cases} = \begin{cases}\frac{kqQx}{R^3}, & x\in[0;R]\\ kqQ\cdot\frac{2R^3-x^3}{x^2R^3}, & x\in(R;r]\end{cases}$$

$$ma(x) = F(x);\quad a(x) = \begin{cases}\frac{kQqx}{mR^3}, & x\in[0;R]\\ \frac{kqQ}{mR^3}\cdot\frac{2R^3-x^3}{x^2}, & x\in[R;r]\end{cases}$$

Заметим, что суммарный заряд при $x\in[-r;r]$ имеет тот же знак, что и Q и $|Q_0(x)|<|Q|$, $\forall x\in[-r;r]$

Поэтому, если q и Q одного знака, то частица будет замедляться до $x=0$ и ускоряться после. Исходя из симметрии скорость влета частицы v_0 равна её скорости вылета, поэтому при $qQ>0$ v_0 – макс. скорость, а скорость в центре – минимальна. При $qQ<0$, наоборот, v_0 – мин., в центре – ма[кс]

Найдем модуль работы сил Кулона при $x\in[-r;0]$ (или, что то же самое $[0;r]$)



$\cancel{A = \frac{1}{2}F(r)\cdot r = \frac{1}{2}}$ $A = \int_0^r F(x)\,dx =$

$$= \int_0^R \frac{kqQx}{r^3}dx + \int_R^r kqQ\,\frac{2R^3-x^3}{x^2R^3}dx = \frac{kqQ}{r^3}\cdot\frac{x^2}{2}\Big|_0^R +$$

$$+ \int_R^r \frac{kqQ}{R^3}\cdot\frac{2R^3}{x^2}dx \int_R^r \frac{kqQ}{R^3}x\,dx = \frac{kqQR^2}{2r^3} +$$

$$+ 2kqQ\cdot(-1)\cdot\frac{1}{x}\Big|_R^r - \frac{kqQ}{R^3}\cdot\frac{x^2}{2}\Big|_R^r = kqQ\left(\frac{R^2}{2r^3} - \left(\frac{2}{r}-\frac{2}{R}\right) -\right.$$

$$\left. - \left(\frac{r^2}{2R^3}-\frac{R^2}{2R^3}\right)\right) = kqQ\left(\frac{R^2}{2r^3} - \frac{2}{r}+\frac{2}{R} - \frac{r^2}{2R^3}+\frac{R^2}{2R^3}\right) =$$

Лист № 2

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

$$\left. + \frac{5}{2R} - \frac{2^{\frac{2}{3}}R^2}{2R^3}\right) = \frac{kqQ}{R}\left(\frac{1}{4} - \frac{2}{\sqrt[3]{2}} + \frac{5}{2} - \frac{2^{\frac{2}{3}}}{2}\right) =$$

$$= \frac{kqQ}{r}\left(\frac{11}{4} - \left(\frac{4+2}{2\sqrt[3]{2}}\right)\right) = \frac{kqQ}{r}\left(\frac{11}{4} - \frac{3}{\sqrt[3]{2}}\right)$$

$\Rightarrow$ $qQ > 0$

$v_{max} = v_0$

$$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_{min}^2}{2} = A = \frac{kqQ}{r}\left(\frac{11}{4} - \frac{3}{\sqrt[3]{2}}\right)$$

$$\frac{mv_{min}^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} - A \Rightarrow v_{min}^2 = v_0^2 - \frac{2A}{m}$$

$$v_{min} = \sqrt{v_0^2 - \frac{2A}{m}}$$

$qQ < 0$

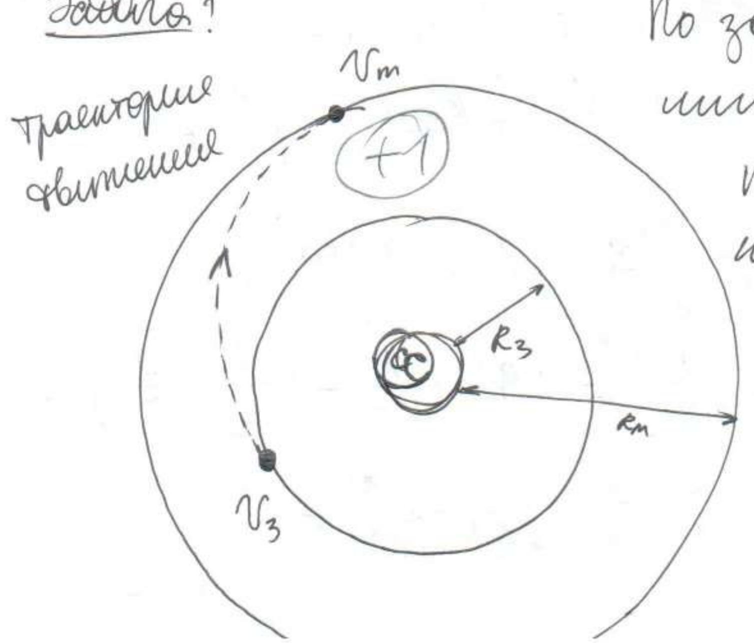
$v_{min} = v_0$; $v_{max} = \sqrt{v_0^2 + \frac{2A}{m}}$

Ответ: при $qQ>0$ $v_{min} = \sqrt{v_0^2 - \frac{2A}{m}}$; $v_{max} = v_0$

при $qQ<0$ $v_{min} = v_0$; $v_{max} = \sqrt{v_0^2 + \frac{2A}{m}}$,

где $A = \left|\frac{kqQ}{r}\right| \cdot \left(\frac{11}{4} - \frac{3}{\sqrt[3]{2}}\right)$

Задача 1



По закону сохранение момента импульса $mv_3 \cdot R_3 = mv_M \cdot R_M$, где m - масса корабля v_3 - скорость на орбите R_3, R_M - скорость на орбите Марса. $\Rightarrow \frac{v_3}{v_M} = \frac{R_M}{R_3}$ +1

2

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

3

ШИФР	ф11-16

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по физике
(наименование дисциплины)

Фамилия ИВАНОВ

Имя АЛЕКСАНДР

Отчество СЕРГЕЕВИЧ

Учебное заведение IT-лицей КФУ

Класс 11

Итоговый балл 17 (подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-16 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс

вариант 1

1	2	3	4	5	2
5	2	3	4	3	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

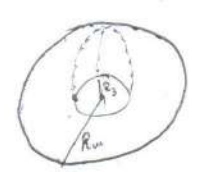
$G = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \frac{Нм^2}{кг}$

$\Delta v - ?$

Решение:

$v_0 = \sqrt{\frac{GM_с}{R_з}}$

$v_0 \approx 29{,}8 \frac{км}{с}$ +2



+1

Для перехода на орбиту Марса необходимо, чтобы афелий орбиты корабля стал такой же, как и ~~орбита~~ радиус орбиты Марса: $(R_м)$, а потом, чтобы восстановить из эллипт. → круговую орбиту — придать кораблю доп. скорость

$R_м = \underbrace{a}_{\text{больш. полуось}}(\overbrace{e}^{\text{эксцентриситет}}+1)$; $a = \frac{R_м + R_з}{2}$

Найдём v_2 : скорость в афелии орбиты:

$v_2 = \sqrt{\frac{GM_с}{a} \cdot \frac{1-e}{1+e}}$, теперь найдём v_1: +2

$v_1 = \sqrt{\frac{GM_с}{a} \cdot \frac{1+e}{1-e}}$; $v_{конечн} = v_к = \sqrt{\frac{GM_с}{R_м}}$

Искомое изменение скорости Δv:

$\Delta v = \underbrace{(v_1 - v_0)}_{\text{перв. изм. скор}} - \underbrace{(v_к - v_2)}_{\text{второе изм. скор.}}$

$e = \frac{R_м}{a} - 1 \approx 0{,}21 \Rightarrow v_1 \approx 32{,}8 \frac{км}{с}$; $v_2 \approx 21{,}4 \frac{км}{с}$; $v_к \approx 24{,}1 \frac{км}{с}$ $\Rightarrow \Delta V = \left(32{,}8 \frac{км}{с} - 29{,}8 \frac{км}{с}\right) - \left(24{,}1 \frac{км}{с} - 21{,}4 \frac{км}{с}\right) \approx 5{,}7 \frac{км}{с}$

Ответ: $\Delta v = \left(\sqrt{\frac{GM_с}{a} \cdot \frac{1+e}{1-e}} - \sqrt{\frac{GM_с}{R_з}}\right) -$ ~~$\left(\sqrt{\frac{GM_с}{a} \cdot \frac{1-e}{1+e}} - \sqrt{\frac{GM_с}{R_м}}\right)$~~ $- \left(\sqrt{\frac{GM_с}{R_м}} - \sqrt{\frac{GM_с}{a} \cdot \frac{1-e}{1+e}}\right)$;

$\Delta v = 5{,}7 \frac{км}{с}$

5

Лист № 1

Дано:
$Q; R$
$v_0; m; q$

$v_{min} - ?$
$v_{max} - ?$

Решение:

$N = 3.$

Объёмная плотность заряда: $\rho = \frac{q}{V}$

$q = \rho V$

1) $\rho_{внут} = -\rho_{внеш}$

$\cancel{\frac{3Q}{4\pi R^3} = -\frac{3Q_{внеш}}{4\pi(R^3_{внеш} - R)}}$

$\frac{3Q}{4\pi R^3_{внут}} = -\frac{3Q_{вн}}{4\pi\left((R_{внеш}+R_{внут})^3 - R_{внут}^3\right)}$

$\cancel{R^3_{нт} = (R_{нш}+R_{т})^3 +}$

$R_{внеш} = R \cdot 0{,}26$

$R_{внут} = R$

2) $q_{систем} = q_{внеш} + q_{внутр} = 0$

$\rho_{внеш} V_{внеш} + \rho_{внут} V_{внут} = 0$

$\rho_{внеш}$ ↔ $\rho_{внут}$: в -1 раз

⇓

$\rho_{внеш}(V_{внеш} - V_{внутр}) = 0$

Т.к. $\rho_{вн} \neq 0$ $(q \neq 0)$, то

$V_{внут} = V_{внеш}$ ~~= $V_{внутр}$~~

$\frac{4\pi R^3_{внут}}{3} = \frac{4\pi}{3}\left((R_{вш}+R_{нт})^3 - R^3\right)$

$R^3_{внут} = (R_{нш}+R_{нт})^3 - R^3_{нт}$

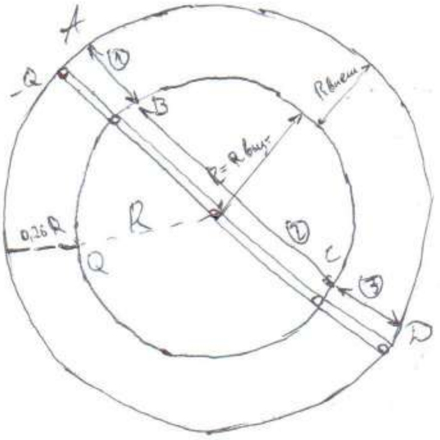
$(\sqrt[3]{2} R_{нт})^3 = (R_{нш}+R_{нт})^3$

$\sqrt[3]{2} R_{нт} = R_{нш} + R_{нт}$

$R_{нш} = \sqrt[3]{2} R_{внут} - R_{внут}$

$R_{внеш} = R_{внут}(\sqrt[3]{2} - 1)$

$\approx 0{,}26 R_{внут}$



Напряжённость на сфере:

$E = \frac{kQ}{R^2}$ (1)

Энергия частицы через напряжённость:

$E = \frac{F}{q}$ $\quad W = Fs = E q_{частицы} s$

$F = Eq$

Энергии частицы:

$E_{к0} = \frac{m v_0^2}{2}$

$E_{①} = W = E_{①} \cdot q_z \cdot R_{внеш} = E_{③}$

$E_{②} = W = E_{②} \cdot q_z \cdot 2R_{внут}$

Пусть на участке AB частица замедляется

Тогда $\underbrace{E_{кB} = E_{к0} - E_{①}}_{\text{по ЗСЭ}} \Rightarrow v_B$ минимальна $\quad \frac{v_B^2 m}{2} = \frac{m v_0^2}{2} - E_1 q \cdot R_{внеш}$

$$\boxed{v_{min} = v_B = \sqrt{\frac{m v_0^2 - 2E_1 q \cdot R_{внеш}}{m}}}$$

Тогда на участке BC частица ускоряется:

по ЗСЭ: $E_{кC} = E_{кB} + E_{②} \Rightarrow v_C$ максимальна

$\frac{m v_{max}^2}{2} = \frac{m v_B^2}{2} + E_{②} q\, 2R_{внут}$

$$\boxed{v_{max} = v_C = \sqrt{\frac{m v_B^2 + 4E_2 q R_{внут}}{m}}}$$

E_1 находится через (1), где $R = R_{внеш} + R_{внут}$

Отв.:

Итоговый балл _______ _______________

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-16

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « Физике **»,** 11 **класс,**

вариант 1

№4.

$E = [H \cdot м]$

$E_g = -\frac{3GM^\gamma}{5R^\beta} \Rightarrow E_g = [H \cdot м] = \left[\frac{H \cdot м^2}{кг^2} \cdot \frac{кг^\gamma}{м^\beta}\right]$

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

$E_g = -\frac{3GM^2}{5R}$ $\qquad м = м^{2-\beta} \Rightarrow \beta = 1$

Найдём энергию(g) молодой звезды: $E_g = -\frac{3GM^2}{5R} \approx -4 \cdot 10^{-11} \frac{M^2}{R}$ Дж

Звезда состоит из молекул H_2

(+1) $E = \frac{3}{2}kT \Rightarrow T = \frac{2}{3}\frac{E}{k} \Rightarrow T = -\frac{2 \cdot 3GM^2}{5kR} \approx -5{,}8 \cdot 10^{12} \frac{M^2}{R} K$

$E = E_g$

(+2)

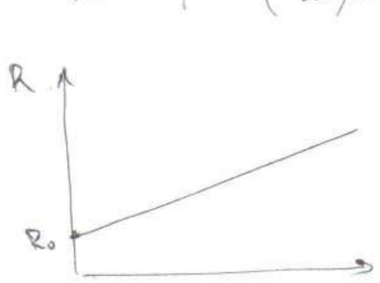
$T_{солнца} = 5800 K$

$\boxed{4}$

№2.

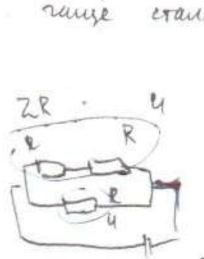
$P \sim T$ (мощность прямо пропорц. T) $\qquad T\uparrow \Rightarrow R\uparrow$

$R \sim T$ (сопротивление ~~обратнопропорц~~ прямо T, т.к. $v^2 \uparrow$ при $\uparrow T \Rightarrow$ электроны чаще сталкивают



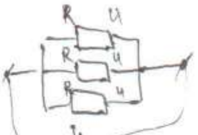
линейн. зависимость R(T)

Рассм в):



$P_{общ} = P_в = \frac{U^2}{2R} + \frac{U^2}{R} = 3$

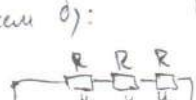
Рассм. а): (без (A)) т.к. он идеальн $\Rightarrow R = 0$



$P_{общ} = \frac{3U^2}{R}$ (+1)

$\boxed{P_а = 9P_б}$

Рассм б):



$P_{общ} = \frac{U^2}{3R}$ (+1)

Сравнив $P_а$ и $P_в$ и $P_б$ и P

~~$R_а = 3R_б$~~

Значит P в а) в 9р. б, чем $P_б \Rightarrow T_а > T_б \Rightarrow R_а > R_б$

на резисторе

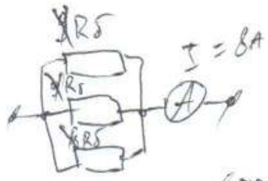
Лист № 2

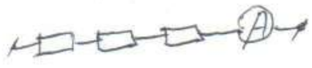
$\Downarrow$ $\cancel{R_a = 2R_в \Rightarrow R_в = \frac{R_a}{2}}$ $\quad P_a = 2P_в \Rightarrow \boxed{P_в = \frac{P_a}{2}}$

$\cancel{R_в = 4,5 R_б}$ $\quad \boxed{P_в = 4,5 P_б}$

6 а) и ~~б~~ ~~Ro~~ резисторы имеют одинаковую температуру T_a
и в б) рез-ы имеют одинак темп. $T_б$

$R_a = \cancel{x} R_б$





$R_{общ} = 3R_б$

$R_{общ} = \frac{\cancel{x}}{3} R_б \left(= \frac{xR_б}{3}\right)$ $\quad U_1 = 3R_б \cdot 1A = 3R_б\ (B)$

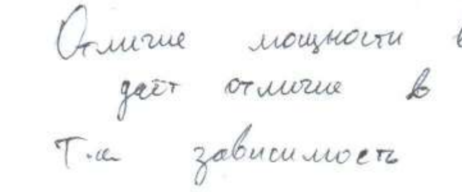
~~$U = 8A \cdot R_{общ} = 24 R_б\ (B)$~~ $\quad U_a = U_б = U_в$

$U_a = \frac{8x}{3} R_б\ (B)$ $\quad \Rightarrow \cancel{x} = 3R_б = \frac{8x}{3} R_б$

$8x = 9$

$x = \frac{9}{8}$

Отличие мощности в 9 раз
даёт отличие в сопротивлен в $\frac{9}{8}$ раза R $\quad \frac{R_в}{R_{б||}}$
Т.к зависимость линейн, то $\Delta P = 4,5$ (раз) $\longrightarrow$ $\Delta R = \frac{4,5}{8}$ раз $\Rightarrow R_в =$



разные R! $\frac{P_в}{P_a}$

$R_{верх} = \frac{2 \cdot 9}{16} R_б = \frac{9}{8} R_б$

$R_{общ} = \frac{\frac{9R_б \cdot 9R_б}{8 \cdot 16}}{\frac{27}{16} R_б} = \frac{\cancel{81}^{3} \cdot \cancel{16}}{8 \cdot \cancel{16} \cdot \cancel{27}} R_б = \frac{3}{8} R_б$

$I_{блока} = I_A$; $I_{бл} = \frac{U}{\frac{3}{8}R_б} = \frac{3R_б \cdot 8}{3R_б} = 8A$

Ответ: 8A

$\boxed{2}$

Итоговый балл ________ ________________

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-16

(заполняется оргкомитетом)

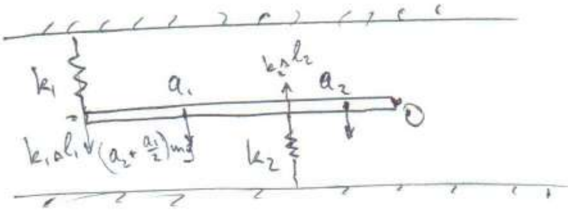
Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « Физике **»,** 11 **класс,**

вариант 1

№5. $k_1 < k_2 \Rightarrow$

① В поле силы тяжести g:



Моменты относительно т. O:

$\sum M_{против\ ч.с.} = \sum M_{по\ ч.с.}$:

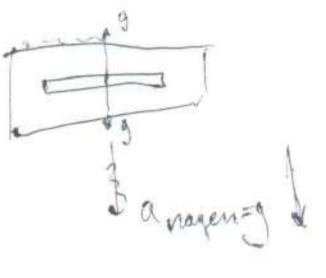
$k_1 \Delta l_1 (a_1+a_2) + mg\left(a_2+\frac{a_1}{2}\right) + \left(\frac{a_2}{a_2+a_1}\right)mg =$

$= k_2 \Delta l_2 a_2$

или $k_2 \Delta l_2 a_2 = \frac{a_1+a_2}{2} mg + k_1 \Delta l_1 (a_1+a$

ЗСЭ для пружин: $\frac{k_2(\Delta l_2)^2}{2} = \frac{k_1(\Delta l_1)^2}{2}$

② Т.к. в свободн. паден полёте пружины не напряжены? т.к.



Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

3

ШИФР	ф11-38

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по ФИЗИКЕ
(наименование дисциплины)

Фамилия МИНВАЛЕЕВ

Имя ТАГИР

Отчество РУСТАМОВИЧ

Учебное заведение ГАОУ „Лицей Иннополис"

Класс 11 „Б"

СОГЛАСИЕ

Итоговый балл 20 (подпись председателя жюри)

Шифр ф11-38 (заполняется оргкомитетом)

1	2	3	4	5	Σ
5	2	1	3	9	2

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «ФИЗИКЕ», 11 класс,

вариант ________

Задача 1

Дано:

$R_З = 1{,}5\cdot10^8$ км $= 1{,}5\cdot10^{11}$ м

$R_M = 2{,}3\cdot10^{11}$ м

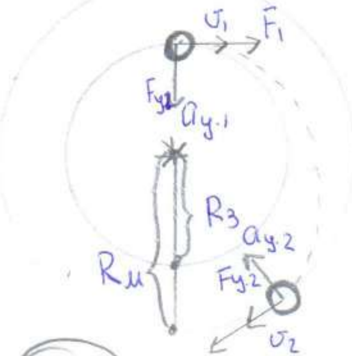
$M_C = 2\cdot10^{30}$ кг

$G = 6{,}67\cdot10^{-11}$ Н·м²/кг²

Δv_1 - ?

Δv_2 - ?

Решение:



+1

--- - приблизительная траектория движения корабля

Рассмотрим движение по орбите Земли:

$F_{y1} = m a_{y.1} = G\dfrac{m M_c}{R_З^2} \Rightarrow a = \dfrac{G\ldots}{R\ldots}$

$a_{y.1} = \dfrac{v_1^2}{R_З} \Rightarrow v_1 = \sqrt{a_{y.1} R_З} =$

$= \sqrt{\dfrac{GM_c}{R_З}} = \sqrt{\dfrac{6{,}67\cdot10^{-11}\,\frac{Н\cdot м^2}{кг^2}\cdot 2\cdot10^{30}\,кг}{1{,}5\cdot10^{11}\,м}}$

$\approx 2{,}98\cdot10^4$ м/с — скорость движения по орбите Земли.

+2

Аналогично найдем v_2:

$v_2 = \sqrt{\dfrac{GM_c}{R_M}} = \sqrt{\dfrac{6{,}67\cdot10^{-11}\,\frac{Н\cdot м^2}{кг^2}\cdot 2\cdot10^{30}\,кг}{2{,}3\cdot10^{11}\,м}} \approx 2{,}4\cdot10^4$ м/с

Воспользуемся законом сохранения импульсов:

$\sum_i [\vec{F_i}, \vec{P_i}] = \vec{L} \Rightarrow R\cdot v\cdot m = const$

$R_З\cdot v_1\cdot m = R_m\cdot v'\cdot m$ (1 включение двигателя и переход на орбиту Марса)

$v' = \dfrac{R_З\cdot v_1}{R_m} = \dfrac{1{,}5\cdot10^{11}\,м\cdot 2{,}98\cdot10^4\,м/с}{2{,}3\cdot10^{11}\,м} \approx 1{,}943\cdot10^4$ м/с

+2

5

$\Downarrow$

$\Delta v_1 = |v' - v_1| = |1{,}943\cdot10^4\,м/с - 2{,}98\cdot10^4\,м/с| \approx 1{,}03\cdot10^4$ м/с

$\Downarrow$

$\Delta v_2 = |v_2 - v'| = |2{,}4\cdot10^4\,м/с - 1{,}943\cdot10^4\,м/с| \approx 0{,}457\cdot10^4$ м/с

Ответ: $1{,}03\cdot10^4$ м/с ; $0{,}457\cdot10^4$ м/с ; $\Delta v_1 = \left|\sqrt{\dfrac{GM_c}{R_З}}\left(\dfrac{R_З}{R_M} - 1\right)\right|$; $\Delta v_2 = \left|\sqrt{GM_c}\left(\dfrac{1}{\sqrt{R_M}} - \dfrac{R_З}{R_M\sqrt{\ldots}}\right.\right.$

Лист № 1

Задача 2

Дано:

$I_2 = 8\,A$

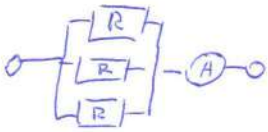
$I_1 = 1\,A$

$I_3 - ?$

Решение:

Рассмотрим схему а:

Пусть R – сопротив. резистора.



$\frac{1}{R_{общ}} = \frac{3}{R} \Rightarrow R_{общ} = \frac{R}{3}$

Закон Ома для полной цепи:

$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{общ}+r} \Rightarrow I_2 = \frac{\mathcal{E}}{\frac{R}{3}+r} = 8\,A \quad (1)$

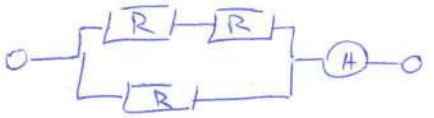
Рассмотрим схему б:

$R_{общ} = 3R$

$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{3R+r} = 1\,A \quad (2)$

Из равенств (1) и (2) получаем: $R = 21r \quad (3)$

Рассмотрим схему в:



$\frac{1}{R_{общ}} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{R}$

$R_{общ} = \frac{2}{3}R$.

Подставим выражение (3) в (2):

$\frac{\mathcal{E}}{63r+r} = 1\,A \Rightarrow \frac{\mathcal{E}}{r} = 64\,A \quad (4) \rightarrow I_3 = \frac{\mathcal{E}}{R_{общ}+r} = \frac{\mathcal{E}}{\frac{2}{3}R+r} =$

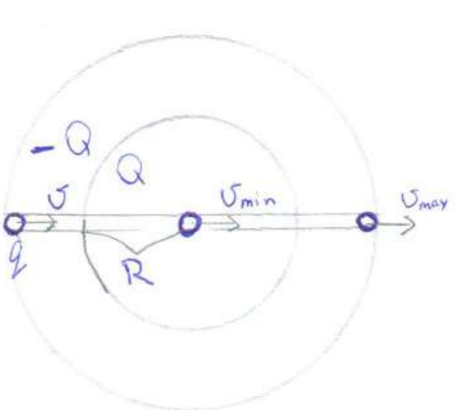
$= \frac{\mathcal{E}}{14r+r} = \frac{\mathcal{E}}{15r}$ (подставим (

$= \frac{64\,A}{15} \approx 4{,}26\,A$

$\boxed{2}$

Ответ: 4,26 A

Задача 3



Из указания:

$E \sim Q_r$; $a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = \frac{qQ_r}{m}$

Из закона механики:

$S = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a} \Rightarrow R = \frac{|v_0^2 - v_{min}^2|m}{2qQ} \Rightarrow v_{min} =$

$= \sqrt{-\frac{2qQR}{m} + v_0^2} = \sqrt{\frac{mv_0^2 - 2qQR}{m}}$

...

Итоговый балл ________ ______________

(подпись председателя жюри)

Шифр ф11-38

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « Физике **», 11 класс,**

вариант ________

Задача 3/

...

Также, оттуда же:

$$R = \frac{|v_{max}^2 - v_0^2|m}{2qQ} \Rightarrow v_{max} = \sqrt{\frac{2qQR}{m} + v_0^2} = \sqrt{\frac{2qQR + v_0^2 m}{m}}$$

Ответ: $v_{max} = \sqrt{\frac{2qQR + v_0^2 m}{2m}}$; $v_{min} = \sqrt{\frac{mv_0^2 - 2qQR}{m}}$

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 а.е.м $= 1{,}66 \cdot 10^{-27}$ кг

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

$T_з$ - ?

T_c - ?

R - ?

Решение:

Рассмотрим указание:

$$\mathcal{E}_g = -\frac{3GM^\gamma}{5R^\beta}$$

Единицы измерения:

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

$$Н \cdot м = \frac{Н \cdot м^2 \cdot кг^\gamma}{кг^2 \cdot м^\beta} \Rightarrow \gamma = 2;\ \beta = 1$$

+1

$$E = -\frac{\cancel{3}GM^2}{5R} = -\cancel{3}kT_0$$

+2

$$T_0 = \frac{GM^2}{5Rk} = T_з$$

Рассмотрим для Солнца:

$$T_c \approx \frac{GM_c^2}{5R_c k} \approx \frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \frac{Н \cdot м^2}{кг^2} \cdot 4 \cdot 10^{60} кг^2}{5 \cdot 6{,}95 \cdot 10^8 м \cdot 1{,}38 \cdot 10^{-23}}$$

$\approx 0{,}556 \cdot 10^{64}$ °К

?

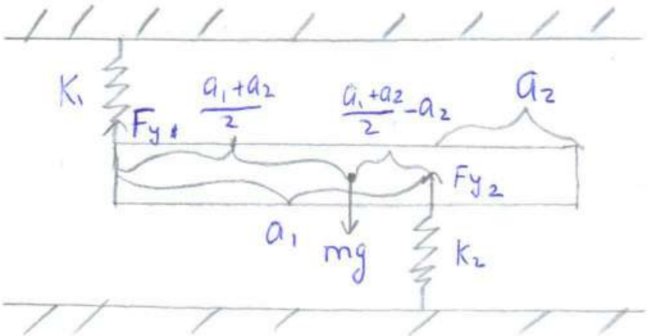
Рассмотрим для объекта:

$$T_c = \frac{GM_{ю}^2}{5R_0 k} \Rightarrow R = \frac{GM_{ю}^2}{T_c \cdot 5 \cdot k} = \frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \frac{Н \cdot м^2}{кг^2} \cdot 3{,}61 \cdot 10^{16} м^2}{0{,}556 \cdot 10^{64} °К \cdot 5 \cdot 1{,}38 \cdot 10^{-23} \frac{Дж}{К}} =$$

3

$= 6{,}27 \cdot 10^{-36}$ м. Ответ: $\frac{GM^2}{5Rk}$; $0{,}556 \cdot 10^{64}$ °К; $6{,}27 \cdot 10^{-36}$ м.

Задача 51



Анализируя состояние свободного падения, мы можем понять, что если пружины не были напряжены, а брус был ∥ стенкам ящика, то в поле силы тяжести, для того, чтобы брусок остался ∥ ящику, изменения длин пружин по модулю должны совпадать. Иначе брусок повернется на какой-либо угол и перестанет быть ∥ ящику. $|\Delta X_1| = |\Delta X_2|$

Вернемся к задаче:

Обозначим точку вращения — центр масс бруска, тогда моменты сил будут выглядеть следующим образом:

(1) $F_{y1} \cdot l_{y1} = F_{y2} \cdot l_{y2}$. Обозначим l_{y1} и l_{y2}:

$$l_{y1} = \frac{a_1+a_2}{2}; \quad l_{y2} = \frac{a_1+a_2}{2} - a_2 = \frac{a_1-a_2}{2}$$

Подставим в (1)

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

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

$$k_1 a_1 + k_1 a_2 + k_2 a_2 - k_2 a_1 = 0$$

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

По условию: $k_2 > k_1$

$\Rightarrow k_1 - k_2 < 0$ и $-k_1-k_2 < 0$

Зная это, перезапишем равен

$$a_1|k_2-k_1| = a_2|k_1+k_2|$$

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

Ответ: $\frac{k_1+k_2}{k_2-k_1}$

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

3

ШИФР	ф11-114

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по ФИЗИКЕ
(наименование дисциплины)

Фамилия ХАМИТОВ

Имя АРТУР

Отчество МАРАТОВИЧ

Учебное заведение МБОУ „Лицей №153", г. Уфа

Класс 11

Итоговый балл 20 (подпись председателя жюри)

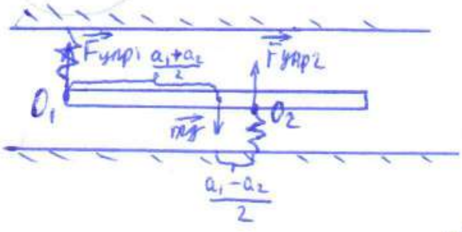
Шифр Ф11-114 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «ФИЗИКЕ», 11 класс,

вариант ________

№5.



пусть точка O_1 – центр вращения
тогда $M_1 = M_2$ (правило моментов)

$F_{упр2} \cdot a_1 = mg\,\frac{a_1+a_2}{2}$; $k_2\Delta x_2 a_1 = mg\,\frac{a_1+a_2}{2}$

пусть O_2 – центр вращения: $F_{упр1} a_1 = mg \cdot \frac{a_1-a_2}{2}$

$k_1\Delta x_1 \cdot a_1 = mg\frac{a_1-a_2}{2}$. Т.к. брусок остается параллелен стенкам ящика, то $\Delta x_1 = \Delta x_2$. Тогда:

$$\frac{k_2\Delta x_2 a_1}{k_1\Delta x_1 a_1} = \frac{mg}{mg}\,\frac{(a_1+a_2)2}{2(a_1-a_2)}, \quad \frac{k_2}{k_1} = \frac{a_1+a_2}{a_1-a_2}$$

$$k_2a_1 - k_2a_2 = a_1k_1 + a_2k_1$$

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

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

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

Ответ: $\frac{k_1+k_2}{k_2-k_1}$

1	2	3	4	5	Σ
1	1	2	7	9	20

№4.

$E_g = -\frac{3GM^\gamma}{5R^\beta}$ $\quad [E] = \frac{Н\cdot м^2}{кг^2}\cdot\frac{кг^\gamma}{м^\beta} = Н\cdot м$

$м^2 кг \frac{кг^{\gamma-2}}{м^{\beta-2}} = м$; $\gamma = 2$; $\beta = 1$ $\quad$ +1

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

+3

Для молодой звезды

+1 $E = \frac{3}{2}NkT = \frac{3}{2}\nu R'T = \frac{3GM^2}{5R}$; $\quad$ где $\nu = \frac{M}{M_{H_2}}$ / M_{H_2} – моляр. масса H_2

?

$$T = \frac{2}{5}\,\frac{M_{H_2}G\cdot M^2}{MR'R} = \frac{2}{5}\,\frac{M_{H_2}\cdot G\cdot M}{R'}\frac{M}{R}... = \frac{2}{5}\,\frac{2\cdot10^{-3}\cdot 6{,}67\cdot10^{-11}}{8{,}31}\cdot\frac{M}{R} = 6{,}42\cdot10^{-15}\frac{M}{R}$$

Хар-ки солнца:

$$T_c = 6{,}42\cdot10^{-15}\cdot\frac{2\cdot10^{30}}{6{,}95\cdot10^{8}} = 1{,}85\cdot10^{7}\ K$$

T_c =

Лист № 1

для $M_{ю}$, T_c (+2)

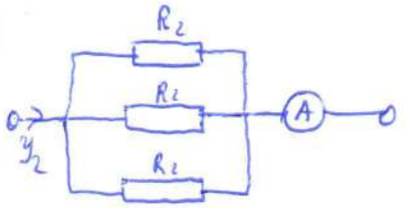
$T_c = 6{,}42\cdot10^{-15}\frac{M_{ю}}{R_{ю}}$, $R_{ю} = 6{,}42\cdot10^{-15}\frac{M_{ю}}{T_c} = 6{,}42\cdot10^{-15}\cdot\frac{1{,}9\cdot10^{27}}{1{,}85\cdot10^{7}} = 6{,}6\cdot10^{5}$ К

радиус в метрах?

7

№ 2.

а)



$Y_2 = 8$ A $\quad R_{02} = \frac{R_2}{3} \quad R(t) = R_0 t$

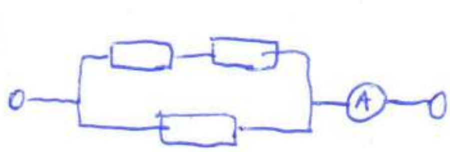
$U_2 = Y_2\cdot R_{02} = Y_2\frac{R_2}{3} = \frac{8}{3}R_2$

б)

$Y_1 = 1$ A ; $R_{01} = 3R_1$ (+1)

$U = Y_1\cdot R_{01} = Y_1\, 3R_1 = 3R_1$

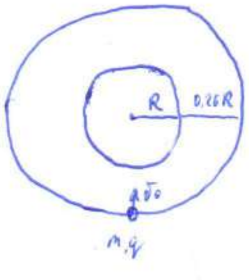
в)



$3R_1 = \frac{8}{3}R_2$; $R_1 = \frac{8}{9}R_2$

1

№ 3.



R_2 – радиус внешнего слоя

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

$R^3 = R_2^3 - R^3$; $R_2 = \sqrt[3]{2}R \approx 1{,}26R$

Q_r – заряд внутри сферы с рад. r

$F = qE$; $E = \frac{kQ_r}{r^2}$

$$Q_r = Q - Q\cdot\frac{\frac{4}{3}\pi(r^3 - R^3)}{\frac{4}{3}\pi R^3} = Q\left(1 - \frac{r^3 - R^3}{R^3}\right) = Q\frac{2R^3 - r^3}{R^3}$$

$$F = qE = q\frac{kQ(2R^3 - r^3)}{R^3\cdot r^2}$$

№ 1.

$ma_1 = G\frac{M_c}{R_3^2}$; $a_1 = \frac{v_1^2}{R_3} = G\frac{M_c}{R_3^2}$,

$v_1 = \sqrt{G\frac{M_3}{R_3}}$, скорость на орбите земного радиуса

$v_2 = \sqrt{G\frac{M_c}{R_M}}$, (+1) на орб. марс радиуса

а числа?

1

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

3

ШИФР	Ф11-20

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по ФИЗИКЕ
(наименование дисциплины)

Фамилия ЮСУПОВ

Имя САФУАН

Отчество ЭЛЬМИРОВИЧ

Учебное заведение МБОУ „лицей N110"

Класс 11 А

Итоговый балл 20 (signature)

(подпись председателя жюри)

Шифр ф11-20

(заполняется оргкомитетом)

1	2	3	4	5	Σ
3	2	2	4	9	20

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 11 класс,

вариант ________

№1.

Дано:

$R_м = 2{,}3\cdot10^{11}$ м

$R_з = 1{,}5\cdot10^{11}$ м

$M_C = 2\cdot10^{30}$ кг.

$G = 6{,}67\cdot10^{-11}\ \frac{Н\,м^2}{кг^2}$

$\Delta\vartheta_1$ – ? (при первом вкл)

$\Delta\vartheta_2$ – ? (2 вкл)

Решение:

Т.к. гравитацией всех тел кроме Солнца можно пренебречь, то по II з. на косм. корабль будут действовать сила гравитации между солнцем и кораблём

$ma = G\frac{mM_C}{R_з^2}$ m – масса корабля

$\frac{m\vartheta_1^2}{R_з} = \frac{GmM_C}{R_з^2}$ $\vartheta_1^2 = \frac{GM_C}{R_з}$ $\vartheta_1 = \sqrt{\frac{GM_C}{R_з}} = 29821{,}69$

(+2)

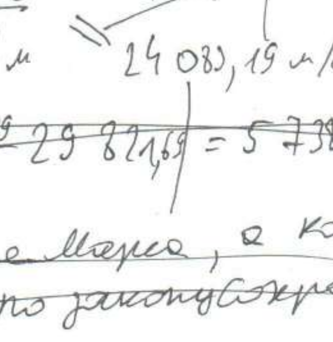
$\frac{m\vartheta_3^2}{R_м} = \frac{GmM_C}{R_м^2}$ $\vartheta_3 = \sqrt{\frac{GM_C}{R_м}} = 24083{,}19$ м/с. $\cancel{\Delta\vartheta_1 = |\vartheta_2 - \vartheta_1|}$

$\cancel{\Delta\vartheta_1 = \left|\sqrt{\frac{6{,}67\cdot10^{-11}\cdot2\cdot10^{30}}{2{,}3\cdot10^{11}}} - \sqrt{\frac{6{,}67\cdot10^{-11}\cdot2\cdot10^{30}}{1{,}5\cdot10^{11}}}\right| = |24083{,}19 - 29821{,}69| = 5738{,}5\ м/с.}$

~~Т.к. второе включение происходит на орбите Марса, а корабль по условию больше не менял орбиту, то по закону сохранения момента импульса~~ $L = \sum_i(\vec{r}_i, \vec{p}_i)$

(+1)

ϑ_2 – скорость перед включением двигателя во второй раз. α – угол между касательной и $\vec{\vartheta_2}$



$\frac{m(\vartheta_2\cos\alpha)^2}{R_м} = \frac{GmM_C}{R_м^2}$

$\vartheta_2^2\cos^2\alpha = G\frac{M_C}{R_м}$ $\vartheta_2 = \frac{1}{\cos\alpha}\sqrt{\frac{GM_C}{R_м}}$

Запишем закон сохранения момента импульса относительно солнца $L_1 = L_2 = L_3 = const$

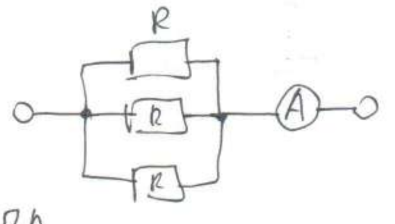
$m\vartheta_1R_з = m\vartheta_2\cos\alpha R_м = m\vartheta_3R_м$ $\Rightarrow \vartheta_1R_з = \vartheta_2\cos\alpha R_м = \vartheta_3R_м \Rightarrow$

$\Rightarrow \cos\alpha = \frac{\vartheta_1R_з}{\vartheta_2R_м}$ $\cos\alpha = \frac{\vartheta_3R_м}{\vartheta_2R_м} = \frac{\vartheta_3}{\vartheta_2}$ $\Delta\vartheta_1 = |\vartheta_2 - \vartheta_1|$

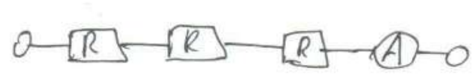
$\Delta\vartheta_2 = |\vartheta_3 - \vartheta_2|$

3

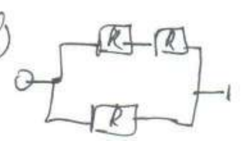
№2. а)



б)



в)



$I_2 = 8A$ U.

$R_{общ\,2} = \frac{R}{3}$

$I_2 = \frac{3U}{R} \Rightarrow \frac{U}{R} = \frac{8}{3}\,A$

+1 +1

$I_1 = 1A$ U.

$R_{общ\,1} = 3R$

$I_1 = \frac{U}{3R} \Rightarrow \frac{U}{R} = 3A$

$I_3 - ?$ U.

$R_{общ\,3} = \frac{2R}{3}$

$I_3 = \frac{3U}{2R}$

Тогда $I_3 = \frac{3}{2}\cdot\frac{8}{3} = 4\,A$ или $I_3 = \frac{3}{2}\cdot 3 = 4,5\,A$

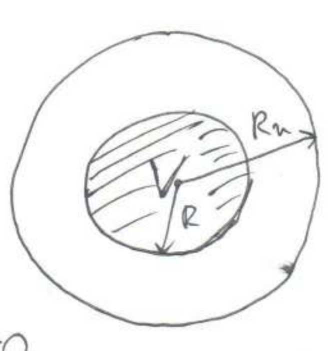
$\boxed{2}$

Ответ: Ток 3 будет лежать в диапазоне от 4 до 4,5

№3.

Дано:
$Q, \upsilon_0, m,$
q
R

$\upsilon_{max} - ?$
$\upsilon_{min} - ?$

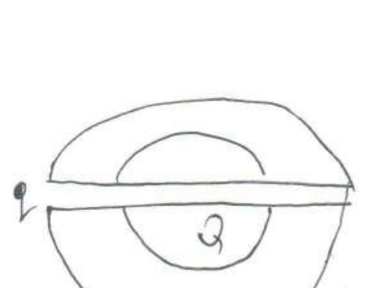


Решение:

$\rho = \frac{Q}{V}$ — объёмная плотность.

$\rho = \frac{3Q}{4\pi R^3}$ т.к. полный заряд системы равен 0, то по модулю заряд на сфере = заряду в шаре. Тогда заряд на ~~шаре~~ сфере равен $-Q$

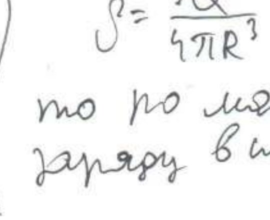
$-Q = -\rho\, 4\pi R_н^2$



Внутри сферы суммарная напряжённость $= 0 \Rightarrow$ на частицу будет действовать сила Кулона только внутри шара с зарядом Q.

1) Если q и Q одного знака то первую половину пути в шаре заряд будет тормозить $\Rightarrow$ по II закону

$ma = \left|\frac{kqQ}{r^2}\right| \quad r = R$



внутренний шар.

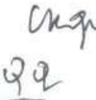
(а её максимальная скорость $= \upsilon_0$

Возьмём среднее ускорение торможения на $\frac{R}{2}$ $ma_{ср} = \frac{4kqQ}{R^2}$ $a_{ср} = \frac{4kqQ}{mR^2}$

~~$\upsilon_{min} = \upsilon_0$~~ $\upsilon_{min}^2 = \upsilon_0^2 - \frac{2R\,4kqQ}{mR^2}$

$\Rightarrow \upsilon_{min} = \sqrt{\upsilon_0^2 - \frac{8kqQ}{mR}}$

2) Если ~~скорее~~ заряды разноимённые, то на первой половине пути частица будет ускоряться, а её минимальная скорость будет равна υ_0, $\upsilon_{max} = \sqrt{\upsilon_0^2 + \frac{8kqQ}{mR}}$



$ma = \frac{kQq}{r^2}$

Итоговый балл ______ ______ Шифр Ф11-20

(подпись председателя жюри) (заполняется оргкомитетом)

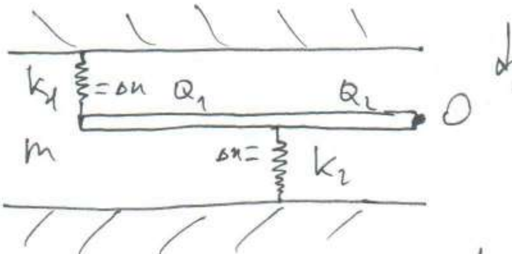
Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « Физике », 11 класс,

вариант ________

№5.

$k_2 > k_1$



Чтобы система в покое была неподвижна и брусок был параллелен полу

Должен выполняться 2 закон Н. и Правило моментов

Из условия параллельности следует, что удлинения пружин должны быть одинаковы $\Rightarrow \Delta x_1 = \Delta x_2 = \Delta x$

По II закону $mg = k_1\Delta x + k_2 \Delta x$

По правилу моментов относительно точки O.

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

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

$\frac{(a_1+a_2)}{2}$ т.к центр масс бруска расположен по середине (он однородный).

$$\frac{k_1 mg}{k_1+k_2}(a_1+a_2) + \frac{k_2 mg}{k_1+k_2}a_2 = \frac{mg(a_1+a_2)}{2} \quad \Big| : (a_1+a_2)$$

$$\frac{k_1 mg}{k_1+k_2} + \frac{k_2 mg}{k_1+k_2}\left(\frac{a_2}{a_1+a_2}\right) = \frac{mg}{2} \quad \Big| \cdot \frac{k_1+k_2}{mg}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

№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 а.е.м. $1{,}66 \cdot 10^{-27}$ кг

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

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

$R_ю - ?$

Решение

$E\,[Дж] = \frac{Н \cdot м^2}{кг^2} \cdot \frac{кг^{\gamma}}{м^{\beta}}$ $Дж = Н \cdot м$ $\Rightarrow \beta = 1$ $\gamma = 2$. +1

$E = -\frac{3GM^2}{5R}$ $E = \frac{5}{2}\nu RT = \frac{5}{2}kT$ внутренняя энергия газового облака

$|E_g| = E_{вн}$ +2

Для солнца: $\frac{5}{2}kT = \frac{3GM^2}{5R}$ $T = \frac{6GM^2k}{25R} = \frac{6 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 4 \cdot [illegible]}{25 \cdot 6{,}95 \cdot 10^{8}}$

$= 1{,}27 \cdot 10^{18}$ К.

Для Юпитера: $R_ю = \frac{6GM_ю^2k}{25T} = \frac{6 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 3{,}61 \cdot 10^{54}}{25 \cdot 1{,}27 \cdot 10^{18}}$

+1

$= 1{,}05 \cdot 100 = 105$ м.

Ответ: $T = 1{,}27 \cdot 10^{18}$ К $R_ю = 105$ м

4