Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

2

ШИФР	ф11-91

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по ФИЗИКЕ
(наименование дисциплины)

Фамилия АЛЕКСЕЕВ

Имя ИЛЬЯ

Отчество АЛЕКСЕЕВИЧ

Учебное заведение ГБОУ Республики Марий Эл „Политехнический лицей-интернат"

Класс 11а

Итоговый балл 27 (подпись председателя жюри) **Шифр** Ф11-91 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике **»,** 11 **класс,**

вариант ____

1	2	3	4	5	Σ
—	7	10	1	9	27

(2) Дано:

$I_a = 8A$

$I_б = 1A$

$R \sim t°$

Найти: $I_в$

Решение:

• Если $R \sim t°$, то пусть $R = R_a(1+\alpha(t - t_a))$, где R_a — сопр. резисторов в случае (а), α — коэффициент $[K^{-1}]$, t_a — температура резисторов в случае (а).

• Мощность теплопотерь $P \sim (T - t)$, где T — темп. среды; тогда пусть $P = \beta(T-t)$, где β — коэффициент.

1) случай (А): $\cancel{P = I^2 R = \frac{I_a^2}{9} \cdot R_a = \beta(T - t_a) \Leftrightarrow}$

$$\left.\begin{aligned} &I_a = \frac{3U}{R_a} \Rightarrow \frac{U}{R_a} = \frac{8}{3} \\ &\text{случай (Б): } I_б = \frac{U}{3R_б} \Rightarrow \frac{U}{R_б} = \frac{U}{R_a(1+\alpha(t_б - t_a))} = 3 \end{aligned}\right\} \Rightarrow$$

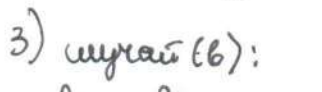
$$\Rightarrow 1+\alpha(t_б - t_a) = \frac{8}{9} \Rightarrow \cancel{t_б =} \; t_б = -\frac{1}{9\alpha} + t_a \quad *)$$

2) случай (а):
$$\left.\begin{aligned} &\frac{U^2}{R_a} = \beta(|T - t_a|) \Leftrightarrow \frac{8U}{3} = \beta(|T - t_a|) \\ &\text{случай (б): } \frac{U^2}{9R_б} = \beta(|T - t_б|) \Leftrightarrow \frac{U}{3} = \beta(|T - t_б|) \end{aligned}\right] \Rightarrow 8 = \frac{T - t_a}{T - t_б} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left.\begin{aligned} &7T = 8t_б - t_a \\ &*) \end{aligned}\right\} \Rightarrow 7T = \frac{-8}{9\alpha} + 7t_a \Rightarrow T - t_a = -\frac{8}{63\alpha} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{8U}{3} = \beta \cdot \frac{8}{63\alpha} \Rightarrow 21U\alpha = \beta$$

3) случай (в):



$$\begin{cases} \dfrac{U^2}{R_1} = \beta(t_1 - T) \\ \dfrac{U^2}{4R_2} = \beta(t_2 - T) \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \dfrac{8U}{3(1+\alpha(t_1 - t_a))} = \beta(t_1 - T) \\ \dfrac{2U}{3(1+\alpha(t_2 - t_a))} = \beta(t_2 - T) \end{cases}$$

Лист № 1

4) Решим 1 ур-ие, используя замену $\Delta t = t_1 - t_a$

$$\frac{8U}{3(1+\alpha\Delta t)} = \beta\left(t_1 - t_a + \frac{8}{63\alpha}\right)$$

$$\frac{8U}{3(1+\alpha\Delta t)} = \beta\left(\Delta t + \frac{8}{63\alpha}\right)$$

$$8U = 3(1+\alpha\Delta t)\left(21U\alpha\Delta t + \frac{8}{3}U\right)$$

$$8U = (1+\alpha\Delta t)(63U\alpha\Delta t + 8U)$$

$$\cancel{8U} = 63U\alpha\Delta t + \cancel{8U} + 63U\alpha^2\Delta t^2 + 8U\alpha\Delta t$$

$$0 = 63 + 63\alpha\Delta t + 8$$

$$\Delta t = \frac{-72}{63\alpha} \Rightarrow R_1 = R_a\left(1 - \frac{8}{7}\right) = \frac{-R_a}{7} \Rightarrow \cancel{I_1 = \frac{U}{R_1} = 9\frac{U}{R_a} = 24A}$$

$$\cancel{I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{-U \cdot 7}{R_a}} \approx -18,6$$

R<0 ???

5) $\Delta t = t_2 - t_a$

$$\frac{2U}{3(1+\alpha\Delta t)} = \beta\left(\Delta t + \frac{8}{63\alpha}\right)$$

$$2U = 3\beta(1+\alpha\Delta t)\left(\Delta t + \frac{8}{63\alpha}\right)$$

$$2U = (1+\alpha\Delta t)\left(3\beta\Delta t + \frac{8\beta}{21\alpha}\right)$$

$$2U = 3\beta\Delta t + 8U + 3\alpha\beta\Delta t^2 + 8U\alpha\Delta t$$

$$0 = 3\beta\Delta t + 6U + 63U\alpha^2\Delta t^2 + 8U\alpha\Delta t$$

$$\Delta t^2 \cdot 63U\alpha^2 + \Delta t \cdot 72U\alpha + 6U = 0$$

$$D = 36^2U^2\alpha^2 - 6 \cdot 63U^2\alpha^2 \approx (30,3U\alpha)^2$$

$$\Delta t = \frac{-6U\alpha}{63U\alpha^2} = -\frac{2}{21\alpha} \Rightarrow R_2 = R_a\left(1 - \frac{2}{21}\right) = \frac{19}{21}R_a \Rightarrow I_2 = \frac{U}{2R_2} =$$

$$= \frac{U}{R_a} \cdot \frac{21}{19 \cdot 2} = \frac{4 \cdot 21}{3 \cdot 19} \approx 1,47\ A \Rightarrow I_6 = I_1 + I_2 = 25,47\ A$$

?

Ход рассуждений верен, но ошибка в вычислениях

$\boxed{7}$

Итоговый балл ________ ________ (подпись председателя жюри)

Шифр ф11-91 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике **»,** 11 **класс,**

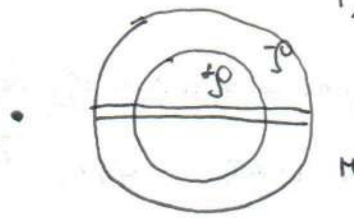
вариант ________

(3) Дано:

R, q, m, ϑ_0

Найти: $\vartheta_{min}, \vartheta_{max}$

Решение:



1) Если влетающая частица имеет тот же заряд, что и внутр. слой шара, то она будет замедляться, находясь внутри шара, поскольку внутр слой будет отталкивать всегда не слабее, чем внешний притягивать. Тогда $v_{max} = \vartheta_0$. ϑ_{min} будет достигнута в центре шара, либо $v = 0$, если частица не достигнет его.

2) поскольку $|Q_{вн\,ем}| = |Q_{вн\,ут}| \iff \rho V_1 = \rho V_2 \iff \frac{4}{3}\pi(R_2^3 - R^3) = \frac{4}{3}\pi R^3 \Rightarrow$

$\Rightarrow R_{внеш} = R\sqrt[3]{2}$

для r от $R_{внеш}$ до R на частицу действ сила $F_1 = \frac{kq\cdot\frac{4}{3}\pi\rho(2R^3 - r^3)}{r^2}$

здесь изменение потенц. энергии есть изм. кин. эн,

$$\Delta W_1 = \int_R^{R_{внеш}} F_1 dr = \int_R^{R_{внеш}} \frac{kq\cdot\frac{4}{3}\pi\rho(2R^3 - r^3)}{r^2} dr = \frac{4\pi\rho kq}{3}\int_R^{R_{внеш}}\left(\frac{2R^3}{r^2} - r\right)dr =$$

$$= \frac{4\pi\rho kq}{3}\cdot\left(\frac{-2R^3}{r} - \frac{1}{2}r^2\right)\Bigg|_R^{R_{внеш}} = \frac{4\pi\rho kq}{3}\left(\frac{-2R^3}{R\sqrt[3]{2}} - \frac{\sqrt[3]{4}R^2}{2} + \frac{2R^3}{R} + \frac{R^2}{2}\right) =$$

$$= \frac{4\pi\rho kq}{3}\left(\frac{-\sqrt[3]{4}R^2}{1} - \frac{R^2}{\sqrt[3]{4}} + \frac{5R^2}{2}\right) \approx 0{,}377\pi\rho kq R^2 = \frac{m(\vartheta_0^2 - \vartheta_1^2)}{2}$$

3) для r от R до 0: $F_2 = \frac{4}{3}kq\rho\pi r$ — гармоническое колебание $\Rightarrow$

~~$\Rightarrow \Delta E_{кин} = \Delta E_{пот} = \frac{kx^2}{2} = \frac{4}{3}kq\pi\frac{R^2}{2} = \frac{m(\vartheta_1^2 - \vartheta^2)}{2}$~~

$$\Delta E_{кин} = \Delta W_2 = \int_0^R F_2 dr = \int_0^R \frac{4}{3}kq\rho\pi r\,dr = \frac{4}{3}\rho kq\pi\frac{R^2}{2} = \frac{m(\vartheta_1^2 - \vartheta_{min}^2)}{2} \Rightarrow$$

$$v_{min}^2 = v^2 - \frac{2\Delta W_2}{m} = v_0^2 - \frac{2\Delta W_1}{m} - \frac{2\Delta W_2}{m} \approx v_0^2 - \frac{2,1 kq\pi\rho R^2}{m} =$$

$$= \left| \rho = \frac{Q}{V} = \frac{3Q}{4\pi R^3} \right|$$

$$= v_0^2 - \frac{2,1 \cdot kq \cdot \frac{3Q}{4\pi R^3} R^2}{m} \approx v_0^2 - \frac{1,57 kqQ}{Rm}$$

4) Если заряд влетающей частицы противоположен заряду внутр. слоя шара, то $v_{min} = v_0$, а v_{max} достигается в центре шара. Т.е. ситуация противоположна первой (рассмотренной выше)

$$v_{max}^2 = v_0^2 + \frac{1,57 kqQ}{Rm}$$

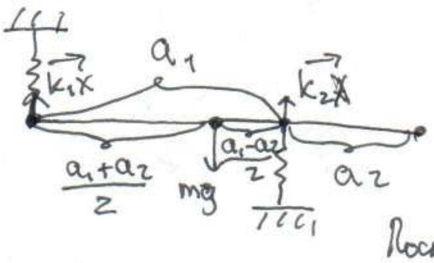
Ответ: $v_{min} = \sqrt{v_0^2 - \frac{1,57kqQ}{Rm}}$, $v_{max} = v_0$;

$v_{max} = \sqrt{v_0^2 + \frac{1,57kqQ}{Rm}}$, $v_{min} = v_0$

5) Дано: $k_1 < k_2$

Найти: $\frac{a_1}{a_2} = n$

Решение:



Запишем правило моментов для оси, расположенной в центре бруска:

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

Поскольку брусок остаётся параллельным стенкам ящика, x удлинения пружин одинаковы.

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

$$k_1 n + k_1 = k_2 n - k_2 \Rightarrow n = \frac{k_1+k_2}{k_2-k_1}$$

Ответ: $\frac{k_1+k_2}{k_2-k_1}$

Итоговый балл ________ ______________ Шифр Ф11-91

(подпись председателя жюри) (заполняется оргкомитетом)

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 3

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

(4) Дано

$R_c = 6{,}95\cdot10^{8}$ м

$M_c = 2\cdot10^{30}$ кг

$M_{ю} = 1{,}9\cdot10^{27}$ кг

Найти: T

Решение:

$PV = \nu RT$

(+1)

$[E] = [Дж] = [Н\cdot м] \Rightarrow |E_g| = \left|\frac{-3GM^2}{5R}\right| = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \Rightarrow$

$\Rightarrow T = \frac{9G^2M^5}{75R} = \frac{9\cdot(6{,}67\cdot10^{-11})^2\cdot32\cdot10^{150}}{75\cdot\frac{6{,}95\cdot10^{8}}{8{,}31}} \approx 2{,}46\cdot10^{121}$ К

$\approx 2{,}06\cdot10^{123}$ К

$T = \frac{9G^2\cdot16\cdot10^{120}\cdot0{,}002}{75\cdot6{,}95\cdot10^{8}\cdot8{,}31} \approx 2{,}96\cdot10^{87}$ К

$\boxed{1}$

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

2

ШИФР	ф11-26

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по ФИЗИКЕ
(наименование дисциплины)

Фамилия КОКУРИНА

Имя ЭЛИНА

Отчество АЛЕКСЕЕВНА

Учебное заведение МБОУ СОШ Гимназия №179

Класс 11 Б

Итоговый балл 27 ____ (подпись председателя жюри)

Шифр ф11-26 (заполняется оргкомитетом)

1	2	3	4	5	
3	5	2	8	9	2

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «ФИЗИКЕ», 11 класс,

вариант 1

Задача 5

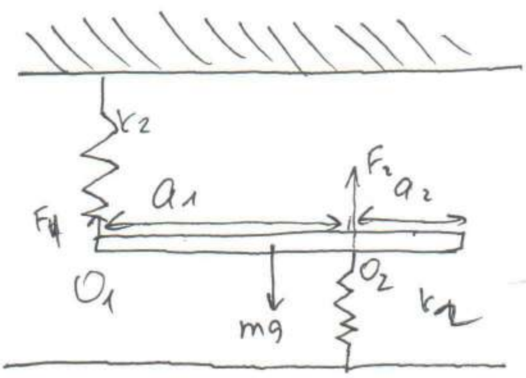
Дано

k_1

k_2

$\frac{a_1}{a_2}$ - ?

Решение



так как брусок находится строго параллельно стенам ящика, значит $\Delta x_1 = \Delta x_2 = \Delta x$

~~Система~~ Выберем точки опора O_1 и O_2 и рассм относительно них ~~зако~~ моменты сил.

$O_1 \Rightarrow M_{\text{по ч}} = M_{\text{против ч}}$ $F_{\text{поч}} l_1 = F_{\text{против ч}} l_2$

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

т.к $k_2 > k_1$, то пружина (прошибаем вниз)

O_2

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

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

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

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

(т.к $k_2 > k_1$ все ок)

Лист № 1

Задача 4

Дано

$R_c = 6{,}95 \cdot 10^8$ м

$M_c = 2 \cdot 10^{30}$ кг

$G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ Н·м²/кг²

1 а.е.м $= 1{,}66 \cdot 10^{-27}$ кг

$K_B = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К

Решение

$$E_g = -\frac{3\,G M^{\gamma}}{5 R^{\beta}}$$ определим γ и β

$E \Rightarrow [Дж] = [Н \cdot м]$

$$[Н \cdot м] = \left[\frac{\frac{Н \cdot м^2}{кг^2} \cdot кг^{\gamma}}{м^{\beta}}\right]$$

$\beta \Rightarrow 1 \quad \gamma = 2$

$$E_g = -\frac{3}{5}\frac{G M^2}{R}$$ +1

Выполняется закон сохранения

$$\frac{3}{5}\frac{G M^2}{R} = E_{тепл}$$

$E_{тепл}$ это суммарная кинетическая энергия молекул.

$p = nKT$ ~~$p = m_0 nkt$~~ $p = \frac{1}{3} m_0 n v^2$

$nkT = \frac{1}{3} m_0 n v^2$ +1 $kT = \frac{2}{3} E_{одн\ молек}$

$E_{одн.\ молек} = \frac{3}{2} kT$ +1

$$E_{тепл} = \sum E_{всех\ молекул} = \frac{3}{2} kT \frac{M}{m_0}$$

$$\frac{3}{5}\frac{G M^2}{R} = \frac{3}{2} kT \frac{M}{m_0}$$

$$\frac{2}{5}\frac{G M}{R} = \frac{kT}{m_0}; \quad T_c = \frac{2}{5}\frac{G M_c m_0}{R_c k}$$

Итоговый балл ________ ______________ Шифр Ф11-26

(подпись председателя жюри) (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «ФИЗИКЕ», 11 класс,

вариант 1

$$T_c = \frac{\frac{2}{5}\cdot 6{,}67\cdot 10^{-11}\frac{Н\cdot м^2}{кг^2}\cdot 2\cdot 10^{30}кг\cdot 1{,}66\cdot 10^{-27}кг}{6{,}95\cdot 10^{8}м\cdot 1{,}38\cdot 10^{-23}Дж/К} = 0{,}92\cdot 10^{7}К.$$

+3

$$\frac{2}{5}G\frac{M_{Ю}}{R_{Ю}} = \frac{kT_c}{m_0} \qquad R_{Ю} = \frac{\frac{2}{5}GM_{Ю}m_0}{kT_c} =$$

$$= \frac{\frac{2}{5}\cdot 6{,}67\cdot 10^{-11}\frac{Н\cdot м^2}{кг}\cdot 1{,}9\cdot 10^{27}кг\cdot 1{,}66\cdot 10^{-27}кг}{1{,}38\cdot 10^{-23}\frac{Дж}{К}\cdot 92\cdot 10^{5}К} =$$

$\boxed{8}$

$= 0{,}066\cdot 10^{4}м$ +2 Ответ: $T_c = 0{,}92\cdot 10^{7}К$; $R_{Ю} = 0{,}066\cdot 10^{7}м$

Задача 2

Дано	Решение
$I_2 = 8А$ $I_1 = 1А$ $I_3 - ?$	Т.к сопротивление резисторов зависит от температура линейно, то: $R = R_0(1+\alpha\Delta T)$, где R_0 - начальное сопротивление резистора, и α некоторый

коэффициент пропорциональности

Тогда: $\varphi_1 = \varphi_2$ т.к термодин. св-ва и ст одинаково.

$UIt = cm\Delta T$

+2

а) $U = I_2 \frac{R_0}{3}(1+\alpha\Delta T) \Rightarrow U = \frac{I_2 R_0}{3}\left(1+\alpha\frac{UI_2 t}{cm}\right)$

б) $U = 3I_1R_0\left(1+\alpha\frac{UI_1t}{cm}\right)$

+2

$\cancel{\frac{I_2R_0}{3}+\frac{\alpha U I_2^2 R_0 t}{cm}}$ $U = 3I_1R_0 + \frac{\alpha\, 3 I_1^2 U R_0 t}{cm}$;

$\cancel{U(1-\frac{\alpha \cdot 3 I_1^2 R_0 t}{cm})}$ $U = \frac{3I_1R_0}{1-\frac{\alpha\cdot 3I_1^2R_0t}{cm}}$

из б, из а

$$\frac{3I_1\cancel{R_0}}{1-\frac{\alpha\cdot 3I_1^2R_0t}{cm}} = \frac{\frac{I_2\cancel{R_0}}{3}}{1-\frac{I_2^2R_0t\alpha}{3cm}}$$

$$3I_1 - \frac{I_1I_2^2R_0t\alpha}{cm} = \frac{I_2}{3} - \frac{\alpha I_2 I_1^2 R_0 t}{cm}$$

$$\frac{\alpha R_0 t}{cm} = \frac{3I_1 - \frac{I_2}{3}}{I_1I_2(I_2-I_1)} = \frac{3\cdot 1A - \frac{8A}{3}}{1A\cdot 8A\cdot 7A} = 0{,}0059\,\frac{c\cdot Ом}{\frac{м\cdot Дж}{м\cdot c}}\cdot 2$$

?

в) $U = 1{,}5R_0I_x\left(1+\alpha\frac{UI_xt}{cm}\right)$

$\cancel{U = 1{,}5R_0I_x + \frac{1{,}5\alpha R_0 U I_x^2 t}{cm}}$

$\cancel{U = 1 - \frac{1{,}5\cdot\alpha R_0 I_x^2 t}{cm}}$ $U = \frac{1{,}5R_0I_x}{1-\frac{1{,}5\cdot\alpha R_0 I_x^2 t}{cm}}$;

Итоговый балл ________ ______________

(подпись председателя жюри)

Шифр ф11-26

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «ФИЗИКЕ», 11 класс,

вариант 1

$$1{,}5 R_0 I_x \left(1 + \frac{2UI_x t}{cm}\right) = 3I_1 R_0 \left(1 + \frac{2UI_1 t}{cm}\right)$$

$$1{,}5\, I_x(1 + I_x \cdot 0{,}0055) = 3 \cdot 1A(1 + 0{,}055 \cdot 1A)$$

$$\cancel{1{,}5 I_x + 0{,}0885 I_x^2}$$

$$0{,}0885 I_x^2 + 1{,}5 I_x - 3{,}147 = 0$$

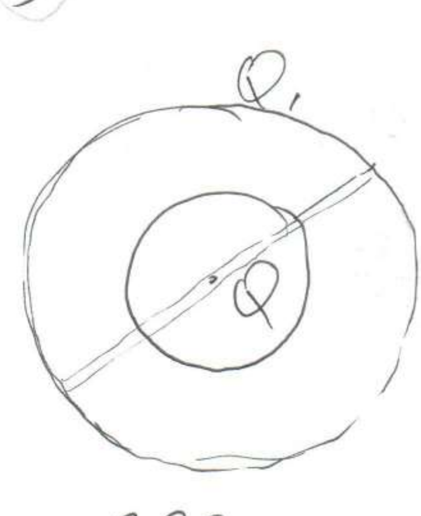
$$D = 2{,}25 + 1{,}12 = 3{,}37 \quad I_x = \frac{-1{,}5 \pm 4{,}87}{0{,}177} A$$

$I_x = -1{,}89$ A (не удов.) $I_x = 2{,}05$ A Отв: 2,05 A

ошибка в счете

$\boxed{5}$

Задача 3



Дано
Q
m.
v_0
q

Решение

Найдем искомый заряд Q_1

$$Q_1 \cdot \frac{4}{3} = Q$$

$$R_1 = \frac{4}{3} R$$

Тогда по ЗСЭ при приближении заряда к шару

$$\frac{mv_0^2}{2} + qE_1 = qE_1' + \frac{mv_k^2}{2} + qE_2$$

Тогда:

Лист № 3

$$\frac{mv_0^3}{2} + q\frac{kQ}{\left(\frac{4}{3}R - R\right)} 2 = 2mV$$

$$\frac{mv_0^2}{2} + \frac{qkQ}{\frac{16}{9}R^2} = \frac{mV_k^2}{2} + \frac{qkQ}{\left(\frac{4}{3}R-R\right)^2} + \frac{qkQ}{R^2}$$

$$\sqrt{\frac{\left(\frac{mv_0^2}{2} + \frac{9kQ}{16R^2} - \frac{9kQ}{R^2} - \frac{qkQ}{R^2}\right)2}{m}} = v_{1k}$$

$$\sqrt{\frac{\left(\frac{mv_0^2}{2} + \frac{119}{16}\frac{kQ}{R^2}\right)2}{m}} = v_k$$

при достижении середины (держи своей)

$$\frac{kQ}{\left(\frac{4}{3}R\right)^2} + \frac{mv_0^2}{2} = kQ$$

для шара E при $r<R = 0$:

$$\frac{mv_0^2}{2} + \frac{qkQ}{\frac{16}{9}R^2} = \frac{mV_k^2}{2} + \frac{qkQ}{R^2}$$

$$v_k = \sqrt{\frac{2\left(\frac{mv_0^2}{2} - \frac{7}{16}\frac{kQ}{R^2}\right)}{m}}$$

при достижении середи (центра шара)

$$\frac{mv_0^2}{2} + \frac{qkQ}{\frac{16}{9}R^2} = \frac{mV_{k2}^2}{2}$$

$$v_{k2} = \sqrt{\frac{\left(\frac{mv_0^2}{2} + \frac{9qkQ}{16R^2}\right)2}{m}}$$

V_{k2} – max;

V_k – min.

Итоговый балл ________ ____________
(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-26
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «ФИЗИКЕ», 11 класс,

вариант 1

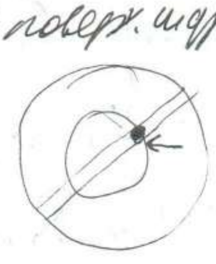
если для сфера $r<R$, то $E=0$. Тогда:

$$\cancel{\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_k^2}{2} + \frac{kqQ}{(\frac{4}{3}R-R)^2} + \frac{kqQ}{R^2}}$$ ~~если скорость у поверхност. шара~~

$$\cancel{\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_k^2}{2} + \frac{9kqQ}{16R^2} + \frac{kqQ}{R^2}}$$

$$\cancel{\sqrt{\frac{2\left(\frac{mv_0^2}{2} - \frac{25}{16}\frac{kqQ}{R^2}\right)}{m}} = v_k^2}$$

~~для середин сферы~~: если скорость у поверх. шара



$$\frac{mv_0^2}{2} + \frac{kqQ}{(\frac{4}{3}R)^2} = \frac{kqQ}{R^2} + \cancel{\frac{kqQ}{(\frac{1}{3}R)^2}} + \frac{mv_k^2}{2}$$

$$v_k = \sqrt{\frac{\left(\frac{mv_0^2}{2} - \frac{7}{16}\frac{kqQ}{R^2}\right)2}{m}}$$

при достижении середи (центра сферы)

$$\frac{mv_0^2}{2} + \frac{kqQ}{(\frac{4}{3}R)^2} = \frac{mv_{k2}^2}{2}$$

v_{k2} – max

$$v_{k2} = \sqrt{\frac{2\left(\frac{mv_0^2}{2} + \frac{kqQ\,16}{9R^2}\right)}{m}} ;$$

v_k – min

Лист № 4

Задача 1

Дано

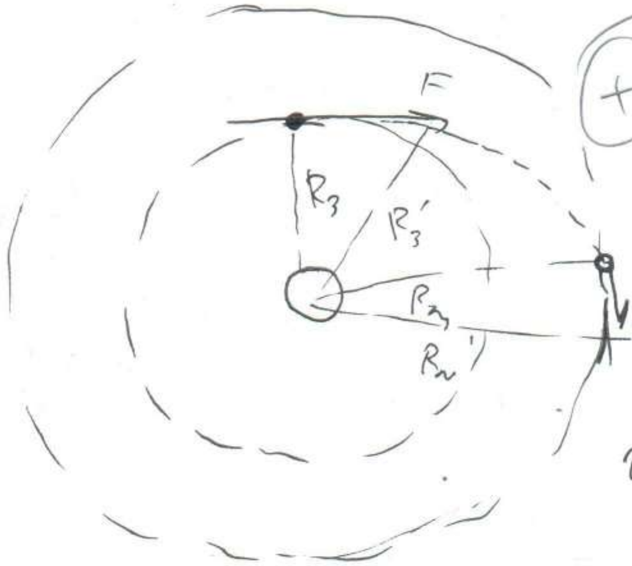
$R_З = 1{,}5 \cdot 10^8$ км

$R_М = 2{,}3 \cdot 10^8$ км

$M_С = 2 \cdot 10^{30}$ кг

$G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ Н·м²/кг²

Решение



+1

до включения двигателей скорость:

$$\frac{\cancel{m} v_1^2}{\cancel{R_З}} = \frac{M_С m G}{R_З^{\cancel{2}}}$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{M_С G}{R_З}}$$

+2

и скорость после включения двигателей $v_2 = \sqrt{\frac{M_С G}{R_М}}$ соо-но.

включают кратковременно.

Найдём радиус-вектор равен $R_З$, т.к за неподвижную точку выберем Солнце

$m v_1 R_З = m v_1' R_З'$ $\quad v_1 R_З = v_1' R_З'$

$m v_2 R_М = m v_2' R_М'$ $\quad v_2 R_М = v_2' R_М'$

?

по ЗСЭ:

$$\frac{m v_1^2}{2} + \frac{M m G}{R_З^2} = \frac{M m G}{(R_З')^2} + Fl$$

$$\frac{m v_2^2}{2} + \frac{M m G}{R_М^2} = \frac{M m G}{(R_М')^2} + Fl$$

?

3

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

2

ШИФР	ф11-48

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по физике
(наименование дисциплины)

Фамилия ПАВЛОВ

Имя ДЕНИС

Отчество КОНСТАНТИНОВИЧ

Учебное заведение Гимназия N52

Класс 11

Дата рождения

СОГЛАСИЕ
на обработку персональных данных

Итоговый балл 27 (подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-48 (заполняется оргкомитетом)

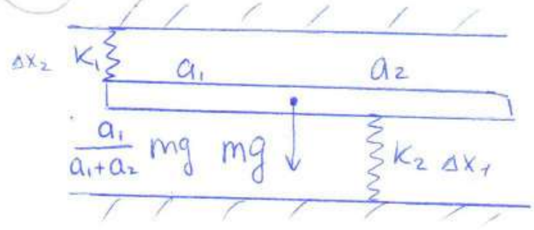
1	2	3	4	5	Σ
1	4	7	6	9	27

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

N5.



$k_2 > k_1$

$\Delta x_1 = \Delta x_2 = \Delta x$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

№4. $R_{солн} = 6,95 \cdot 10^8 м$
$M_{солн} = 2 \cdot 10^{30} кг$
$M_{юп} = 1,9 \cdot 10^{27} кг$
$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{Н \cdot м^2}{кг^2}$
$1 а.е.м = 1,66 \cdot 10^{-27} кг$
$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{Дж}{К}$

$T_{до} = ?$
$R_x = ?$

$$E = \frac{3GM^{\gamma}}{5R^{\beta}} = \frac{3GM^2}{5R^1} \quad \gamma = 2 \quad \beta = 1$$

+1

пренебрежимо мало, поэтому не учитывается

$$E + \frac{5}{2} NkT_{после} = \frac{5}{2} NkT_{до}$$

$$N_1 = \frac{M_{солн}}{M_{H_2}} = \frac{2 \cdot 10^{30} кг}{3,32 \cdot 10^{-27} кг} = 0,6 \cdot 10^{57}$$

$$E = \frac{3 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 4 \cdot 10^{60}}{5 \cdot 6,95 \cdot 10^{8}} = 2,3 \cdot 10^{41}$$

$$E = \frac{5}{2} NkT_{до}$$

аналитически?

$$2,3 \cdot 10^{41} = \frac{5 \cdot 0,6 \cdot 10^{57} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot T_{до}}{2}$$

$$T_{до} = \frac{2 \cdot 2,3 \cdot 10^{41}}{5 \cdot 0,6 \cdot 10^{57} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23}} = 1,1 \cdot 10^7 К$$

$$N_2 = \frac{M_{юп}}{M_{H_2}} = \frac{1,9 \cdot 10^{27}}{3,32 \cdot 10^{-27}} = 0,57 \cdot 10^{54}$$

$$E = \frac{5}{2} NkT_{до} = \frac{5 \cdot 0,57 \cdot 10^{54} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 1,1 \cdot 10^7}{2} = 2,16 \cdot 10^{38}$$

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

$$2,16 \cdot 10^{38} = \frac{3 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 3,61 \cdot 10^{54}}{5R}$$

а аналитическ

$$R_x = \frac{3 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 3,61 \cdot 10^{54}}{5 \cdot 2,16 \cdot 10^{38}} = 6,69 \cdot 10^5 м$$

Ответ: $T_{до} = 1,1 \cdot 10^7 К$, $R = 6,69 \cdot 10^5$

6

Итоговый балл _______ _______________

(подпись председателя жюри)

Шифр ф11-48

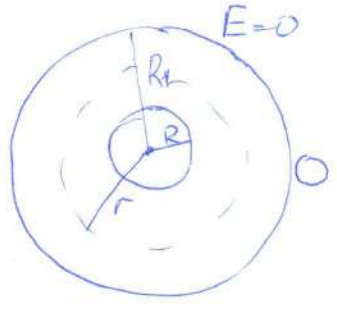
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

№3.



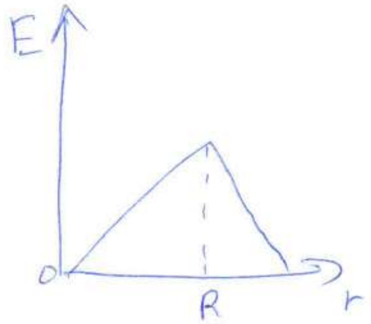
$$\rho = \frac{3Q}{4\pi R^3}$$

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

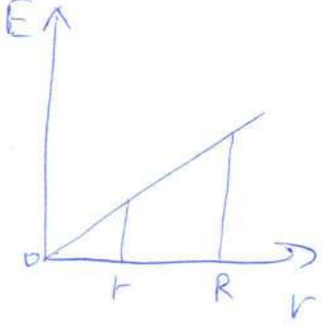
$$r^3 = 2R^3$$

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

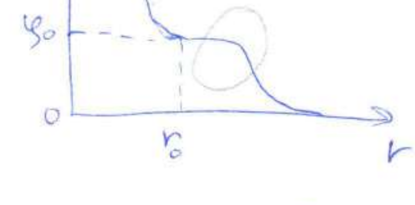
$$E(r) = 0$$



$$E_{внутр} = \frac{kQr}{R^3}$$



$$\varphi = E\Delta r$$



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

$$W = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_k^2}{2} - \left(\frac{kQ}{R} + \frac{kQ(R^2 - r^2)}{R^3}\right)$$

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

$$E\Delta r = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{2E\Delta r}{m}}$$

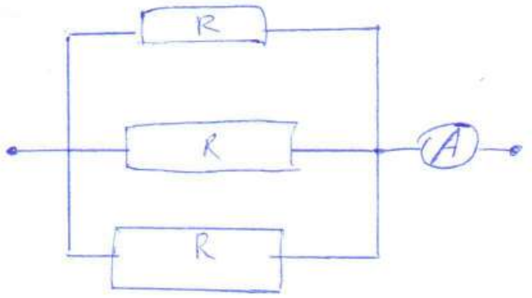
$$mv_k^2 = mv_0^2 + \frac{2kQ}{R} + \frac{2kQ(R^2 - r^2)}{R^3}$$

$$v_k = \sqrt{\frac{mv_0^2 + \frac{2kQ}{R} + \frac{2kQ(R^2 - r^2)}{R^3}}{m}}$$

Ответ: $v_k = \sqrt{\frac{mv_0^2 + \frac{2kQ}{R} + \frac{2kQ(R^2 - r^2)}{R^3}}{m}}$; $v_0 = \sqrt{\frac{2E\Delta r}{m}}$

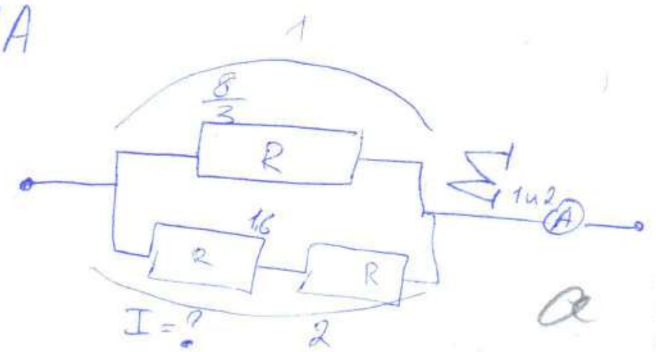
Лист № 2

№2.



$I_1 = 1A$

$I_2 = 8A$



а где решение?

$\frac{I_2}{I_3} = \frac{3}{2}\frac{\Delta T_2}{\Delta T_3}$

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

$I_2 \cdot U = 3K\Delta T_2$?

$I_3 \cdot U = 2K\Delta T_3$

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

$\frac{U}{\left(1+\frac{1}{55}\frac{\Delta T_2}{\Delta T_2}\right)I_2}$

$1+\frac{1}{55} = \frac{56}{55}$

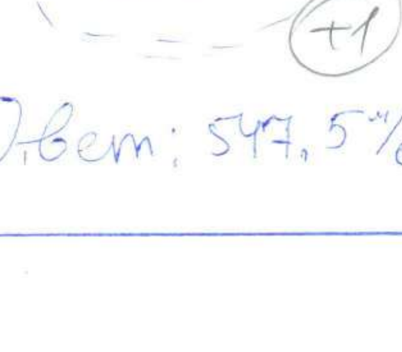
$R = R_0(1+\alpha\Delta T)$

?

$\alpha = \frac{1}{55\Delta T_2}$ откуда?? $I_3 = \frac{8 \cdot 1,6}{3} \approx 4,14A$ $\quad \frac{8 \cdot 1,6}{3} = 4.2$

Ответ: 4,14 A

№1.



?

$V_1 = \sqrt{\frac{GM}{R_З^2}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^{30}}{2,25 \cdot 10^{16}}} = \sqrt{357,3 \cdot 10^3} =$

$= 597,7$ м/с

?

$V_2 = \sqrt{\frac{GM}{R_M^2}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^{30}}{5,29 \cdot 10^{16}}} = \sqrt{2,52 \cdot 10^3} = 50,2$

$|\Delta V| = |V_2 - V_1| = 547,5$ м/с

+1

Ответ: 547,5 м/с $= \left|\sqrt{\frac{GM}{R_З^2}} - \sqrt{\frac{GM}{R_M^2}}\right|$

$\boxed{1}$

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

2

ШИФР	Ф11-72

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по ФИЗИКЕ
(наименование дисциплины)

Фамилия АБДУЛЬМАНОВ

Имя САЛАВАТ

Отчество МАРАТОВИЧ

Учебное заведение МБОУ «Гимназия №27» с татарским языком обучения

Класс 11

Дата рождения

на обработку персональных данных у

Итоговый балл 26 (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 3

Шифр Ф11-72 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «ФИЗИКЕ», 11 класс,

вариант ________

4)

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

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

$M_ю = 1{,}9 \cdot 10^{27}$

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

$1 а.е.м = 1{,}66 \cdot 10^{-27}$ м

$T_{зв} - ?$

Из условия $E = \frac{3GM^\gamma}{5R^\beta}$

Через размерность можем узнать степени, т.е γ и β

$G - \left[\frac{Н \cdot м^2}{м^2}\right]$ $E = Н \cdot м$

следовательно

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

1	2	3	4	5	Σ
2	8	0	7	9	26

$-\frac{5}{2}NkT + E = 0$

$$\boxed{E = \frac{5}{2}NkT}$$ +1

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

$E = \frac{3GM_{зв}^2}{5R_{зв}} = \frac{3 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot (2 \cdot 10^{30})^2}{5 \cdot 6{,}95 \cdot 10^8} = 2{,}3 \cdot 10^{41}$ Дж

$T = \frac{E}{2{,}5Nk} = \frac{2{,}3 \cdot 10^{41}}{2{,}5 \cdot 0{,}6 \cdot 10^{57} \cdot 1{,}35 \cdot 10^{-23}} = 1{,}1 \cdot 10^7$ К +3

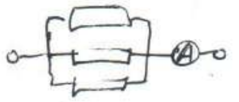
2) $T = 1{,}1 \cdot 10^7$ К

$N = \frac{M_ю}{M_{H_2}} = \frac{1{,}9 \cdot 10^{27}}{2 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27}} = 5{,}7 \cdot 10^{53}$ 7

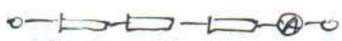
$E = \frac{5}{2} \cdot 5{,}7 \cdot 10^{53} \cdot 1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 1{,}1 \cdot 10^7 = 2{,}16 \cdot 10^{38}$ Дж

$R = \frac{3GM^2}{5E} = \frac{3 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 3{,}61 \cdot 10^{54}}{5 \cdot 2{,}16 \cdot 10^{38}} = 6{,}7 \cdot 10^5$ м +2

2)



$J_2 = 8A$



$J_1 = 1A$

$J_3 - ?$

Для всех $R = R_0(1+\alpha\Delta T)$

1 схема

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

$P = \frac{U^2}{R_1} = \underbrace{\frac{J^2}{9}\cdot R}_{\text{мощность выделяемое резистором}} = \underbrace{X\Delta T}_{\text{мощность рассеиваемое в окр среду}}$

$P_{общ} = \frac{J_2^2 R_1}{3} = 3X\Delta T_1$

$J_2 = \frac{3U}{R_1}$

$R_0 = \frac{3U}{J_2(1+\alpha\Delta T_1)}$

$J_2^2 \cdot \frac{3U(1+\alpha\Delta T_1)}{3J_2(1+\alpha\Delta T_1)} = 3X\Delta T_1$

$\boxed{J_2 U = 3X\Delta T_1}$

2 схема

$J_1 = \frac{U}{3R_2}$ $\quad R_2 = R_0(1+\alpha\Delta T_2)$

$J_1 = \frac{U}{3R_0(1+\alpha\Delta T_2)}$

$3J_1^2 \cdot R_2 = 3X\Delta T_2$

$R_0 = \frac{U}{3J_1(1+\alpha\Delta T_2)}$

$3R_0 J_1^2(1+\alpha\Delta T_2) = 3X\Delta T_2$

$\frac{3J_1^2\cdot U(1+\alpha\Delta T_2)}{3J_1(1+\alpha\Delta T_2)} = 3X\Delta T_2$

$\boxed{J_1\cdot U = 3X\Delta T_2}$

3 схема

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

$J_3 = \frac{U}{R_3}$

$J_3 = \frac{U}{R_0(1+\alpha\Delta T_3)}$

$R_0 = \frac{U}{J_3(1+\alpha\Delta T_3)}$

$J_3^2\cdot R_3 = X\Delta T_3$

$J_3^2 R_0(1+\alpha\Delta T_3) = X\Delta T_3$

$\frac{J_3^2\cdot U(1+\alpha\Delta T_3)}{J_3(1+\alpha\Delta T_3)} = X\Delta T_3$

$\boxed{J_3\cdot U = X\Delta T_3}$

+2 + 2 + 3

$\frac{J_2}{J_1} = \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} = 8$ (Конечное выражение в 1 и 2 случае мы делим)

$\boxed{\Delta T_1 = 8\Delta T_2}$

R_0-е приравниваем.

$\frac{3U}{J_2(1+\alpha\Delta T_1)} = \frac{U}{3J_1(1+\alpha\Delta T_2)} \Rightarrow \frac{3}{8(1+\alpha\Delta T_1)} = \frac{1}{3(1+\alpha\Delta T_2)} \Rightarrow 9(1+\alpha\Delta T_2) = 8(1+\alpha$

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

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

Сравниваем со 2-м случаем

$\frac{3X\Delta T_2}{X\Delta T_3} = \frac{J_2 U}{J_3 U} \Rightarrow \frac{\Delta T_2}{\Delta T_3} = \frac{J_2}{3J_3}$

$R_0 = R_0$

$\frac{U}{3J_1(1+\alpha\Delta T_2)} = \frac{U}{J_3(1+\alpha\Delta T_3)}$

$J_3(1+\alpha\Delta T_3) = 3J_1(1+\alpha\Delta T_2)$

$J_3\left(1+\frac{\Delta T_3}{55\Delta}\right) = 3J_1\left(1+\frac{1}{55}\right)$

$\boxed{8}$

$\frac{J_3}{3J_1}\left(1+\frac{3J_3}{55J_1}\right) = \frac{56}{55}$ $\quad$ Пусть $\frac{J_3}{J_1} = t$

$\frac{t}{3} + \frac{t^2}{55} = \frac{56}{55} \;/\cdot 165.$ $\quad 55t + 3t^2 = 56\cdot 3 \Rightarrow D = 71^2 \quad t = 2{,}67.$

$\frac{J_3}{J_1} = 2{,}67$ $\quad \boxed{J_3 = 2{,}67A}$ -Это через одиночный резистор ?

(+1)

вый балл ________ ________________
(подпись председателя жюри)

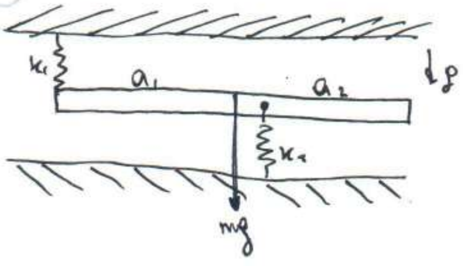
Шифр Ф11-72
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «ФИЗИКЕ», 11 класс,

вариант ________

5) $k_2 > k_1$



$mg = k_1 \cdot x_1 + k_2 x_2$

Точка приложения силы k_2

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

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

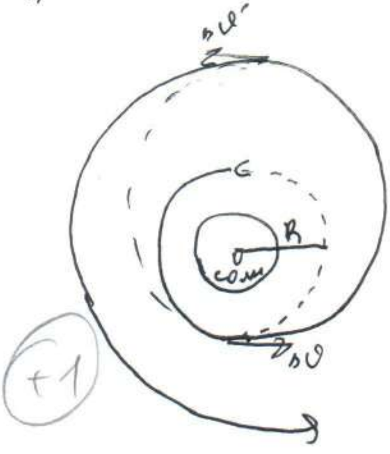
отсюда

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

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

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

1)



+1

$\Delta\vartheta$ - первое включение двигателя

$\Delta\vartheta'$ - второе включение

$\vartheta_{по\ орбите} = \sqrt{\frac{G\cdot M}{R}}$

$\vartheta_1 = \sqrt{\frac{G\cdot M}{R_З}} = \sqrt{\frac{6,67\cdot10^{-11}\cdot 2\cdot10^{30}}{1,5\cdot10^{8}}} = \sqrt{8,8\cdot10^{11}} = 0,93\cdot10^{6}$?

$\vartheta_2 = \sqrt{\frac{G\cdot M}{R_М}} = \sqrt{\frac{6,67\cdot10^{-11}\cdot 2\cdot10^{30}}{2,3\cdot10^{8}}} = 0,76\cdot10^{6}$? +1

$\vartheta_{промежут} = \sqrt{\frac{\vartheta_1^2+\vartheta_2^2}{2}} = \sqrt{\frac{(0,93\cdot10^6)^2+(0,76\cdot10^6)^2}{2}} = 0,71\cdot10^{6}$?

$|\Delta\vartheta| = \vartheta_1\left(\frac{\vartheta_1}{\vartheta_p}-1\right) = 0,93\cdot10^6\left(\frac{0,93\cdot10^6}{0,71\cdot10^6}-1\right) = |0,27\cdot10^6| = 0,27\cdot10^6$?

$|\Delta\vartheta'| = \vartheta_2\left(-\frac{\vartheta_2}{\vartheta_p}+1\right) = \vartheta_2\left(1-\frac{\vartheta_2}{\vartheta_p}\right) = 0,76\cdot10^6\left(1-\frac{0,76\cdot10^6}{0,71\cdot10^6}\right) = |-0,05\cdot10^6| = 0,05\cdot10^6$?

$\boxed{2}$

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

2

ШИФР	ф11-130

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по физике
(наименование дисциплины)

Фамилия АЛЕНТЬЕВ

Имя КИРИЛЛ

Отчество ВЛАДИМИРОВИЧ

Учебное заведение МОУ СШ N30 им. С.Р. Медведева

Класс 11

Итоговый балл 26 ____________ (подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-130 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физика», 11 класс,

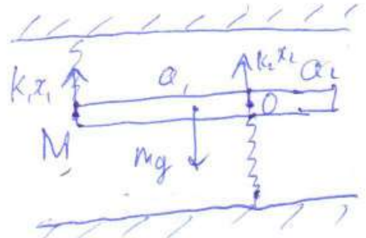
вариант ________

N5

1	2	3	4	5	Σ
4	7	6	–	9	26

Дано:
$k_1; k_2$
m
$\frac{a_1}{a_2}$ – ?

Решение:



Правило моментов отн. т. O:

$$k_1x_1 \cdot a_1 = mg\left(\frac{a_1+a_2}{2} - a_2\right)$$

$$k_1x_1 \cdot a_1 = mg\left(\frac{a_1-a_2}{2}\right)$$

$$x_1 = \frac{mg(a_1-a_2)}{2k_1a_1}$$

Правило моментов отн. т. M:

$$k_2x_2 \cdot a_1 = \frac{mg(a_1+a_2)}{2}$$

$$x_2 = \frac{mg(a_1+a_2)}{2k_2a_1}$$

Если брусок находится ~~параллельно~~ горизонтально, то т.к. изначально в нерастянутом положении пружин брусок находился ~~параллельно~~ горизонтально, то растяжения пружин будут совпадать.

$$x_1 = x_2 = x$$

$$\frac{mg(a_1-a_2)}{2k_1a_1} = \frac{mg(a_1+a_2)}{2k_2a_1}$$

$$\frac{a_1-a_2}{k_1} = \frac{a_1+a_2}{k_2} \Rightarrow a_1k_2 - a_2k_2 = a_1k_1 + a_2k_1$$

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

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{k_1+k_2}{k_2-k_1} \quad (\text{т.к. } k_2>k_1), \text{ то } \frac{a_1}{a_2}>0.$$

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

№3

Дано:

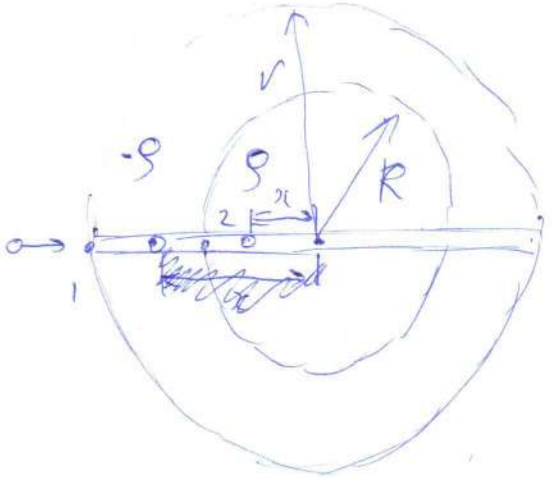
$R; Q; v_0;$

$m; q$

$v_{max} - ?$

$v_{min} - ?$

Решение:



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

$$Q = \rho \cdot V'$$

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

$$\rho V = \rho V'$$

$$V = V'$$

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

$$r^3 = 2R^3$$

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

По ЗСЭ: $W_1 + E_k = W_2 + E_{k_2}$

$$E_k = \frac{m v_0^2}{2}$$

$$W_1 = qEr - qEr = 0$$

$$E_{k_2} = \frac{m v^2}{2}$$

$$W_2 = qER$$

$$E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 \cdot R^2} = \frac{\rho \cdot 4\pi R^3}{3 \cdot \pi \cdot 4 \cdot \varepsilon_0 \cdot R^2} = \frac{\rho R}{3\varepsilon_0}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + \frac{\rho R}{3\varepsilon_0}$$

$$v = \sqrt{\frac{m v_0^2 - \frac{2\rho R}{3\varepsilon_0}}{m}} = \sqrt{v_0^2 - \frac{2\rho R}{3\varepsilon_0 m}}$$

Равномерно заряженную сферу можно представить в виде точечного заряда с зарядом, равным полному заряду сферы. Поэтому $E(x) = \frac{q'}{4\pi\varepsilon_0 \cdot x^2} = \frac{\rho \cdot \frac{4}{3}\pi x^3}{4\pi\varepsilon_0 x^2} = \frac{\rho x}{3\varepsilon_0}$

Шифр ф11-130

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «________________________________», ______ класс,

вариант ________

По II з-ну Ньютона: $ma=-F$

$F=E(x)q$

$ma=-\frac{\rho x}{3\varepsilon_0}$

$\ddot{x}=-\frac{\rho x}{3m\varepsilon_0}$; т.к. $\ddot{x}\sim x$ ⇒ это ур-е гармонических колеб.

$\omega^2=\frac{\rho}{3m\varepsilon_0}$

$v_m=\omega x_m$

$x_m=R$

$v_m=\omega r=\frac{\sqrt{\rho R}}{\sqrt{3m\varepsilon_0}}$

$v_{min}=v-v_m=\sqrt{v_0^2-\frac{2\rho R}{3\varepsilon_0 m}}-\frac{\sqrt{\rho R}}{\sqrt{3m\varepsilon_0}}$

В процессе пролёта частицей до центра сферы она будет всё время замедляться, т.к. знак заряда частицы совпадает со знаком заряда центральной сферы, а после пролёта центра, ~~она~~ частица постепенно вернёт начальную скорость, т.к. трения в сис. нет и энергия сохраняется ⇒ $v_{max}=v_0$

Ответ: $v_{max}=v_0$; $v_{min}=\sqrt{v_0^2-\frac{2\rho R}{3\varepsilon_0 m}}-\sqrt{\frac{\rho}{3m\varepsilon_0}}\cdot R$

№ 2

Дано:

$I_1=1A$

$I_2=8A$

$I_3-?$

Решение:

$N_1=I_2\cdot\mathcal{E}$

$N_2=I_1\cdot\mathcal{E}$

$N_1 t=cm\Delta T_1$

$N_2 t=cm\Delta T_2$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}$$

$$\frac{J_2 \mathcal{E}}{J_1 \mathcal{E}} = \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}$$

$$\frac{J_2}{J_1} = \frac{T_1 - T}{T_2 - T}$$

$$J_2 T_2 - J_2 T = J_1 T_1 - J_1 T$$

$$J_2 T_2 - J_1 T_1 = T(J_2 - J_1)$$

$$T = \frac{J_2 T_2 - J_1 T_1}{J_2 - J_1} \quad (**)$$

а) По закону Ома: $J_2 = \frac{3\mathcal{E}}{R_1} \Rightarrow \mathcal{E} = \frac{J_2 R_1}{3}$ (1)

б) По закону Ома: $J_1 = \frac{\cancel{3}\mathcal{E}}{3R_2} \Rightarrow \mathcal{E} = 3J_1 R_2$ +1

$R \sim T \Rightarrow R_1 = RT_1;\ R_2 = RT_2$

$$\frac{J_2 R_1}{3} = 3J_1 R_2$$

$$J_2 \cancel{R} T_1 = 9 J_1 \cancel{R} T_2$$

$$T_2 = \frac{J_2 T_1}{9 J_1} \quad (*)$$

+1

в) По закону Ома: $J_3 = \frac{\mathcal{E}\cdot 3R_3}{2\frac{R_3}{\cancel{3}}\cdot R_3} = \frac{3\mathcal{E}}{2R_3} \Rightarrow \mathcal{E} = \frac{2J_3R_3}{3}$ (2)

$$N_3 = J_3 \cdot \mathcal{E}$$

$$R_3 = RT_3$$

$J_3 \cdot \mathcal{E} t = cm\Delta T_3$ +2

$$\cancel{\frac{2J_3^2 R_3 t}{3} = cm\Delta T}$$

$$\cancel{\frac{2J_3^2 R T_3 t}{3} = cm(T_3 - T)}$$

$$J_2 \cdot \mathcal{E} \cdot t = cm\Delta T_1$$

$$\frac{J_3}{J_2} = \frac{\Delta T_3}{\Delta T_1}$$

$$\frac{J_3}{J_2} = \frac{T_3 - T}{T_1 - T}$$

$$J_3 = \frac{J_2 (T_3 - T)}{T_1 - T} \quad (***)$$

Приравняем (1) и (2)

$$\frac{J_2 R T_1}{3} = \frac{2 J_3 R T_3}{3}$$

$$J_2 T_1 = 2 J_3 T_3 \Rightarrow T_3 = \frac{J_2 T_1}{2 J_3} \quad (3)$$

Итоговый балл ________ ______________

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-130

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «________________________», ______ класс,

вариант ________

Подставим (*) в (**):

$$T=\frac{\frac{J_2^2\cdot T_1}{9J_1}-J_1T_1}{J_2-J_1}=T_1\left(\frac{J_2^2-9J_1^2}{9J_1(J_2-J_1)}\right)$$

+2

Подставим полученное T в (***):

$$J_3=\frac{J_2\left(T_3-T_1\left(\frac{J_2^2-9J_1^2}{9J_1(J_2-J_1)}\right)\right)}{T_1\left(1-\frac{J_2^2-9J_1^2}{9J_1(J_2-J_1)}\right)}\quad(4)$$

(3) в (4)

$$J_3=\frac{J_2\left(\frac{J_2}{2J_3}-\frac{J_2^2-9J_1^2}{9J_1(J_2-J_1)}\right)}{1-\frac{J_2^2-9J_1^2}{9J_1(J_2-J_1)}}$$

$$J_3=\frac{\frac{J_2^2\cdot 9J_1(J_2-J_1)}{2J_3\cdot 9J_1(J_2-J_1)}-\frac{(J_2^2-9J_1^2)\cdot 2J_3J_2}{9J_1(J_2-J_1)\cdot 2J_3}}{\frac{9J_1(J_2-J_1)-J_2^2+9J_1^2}{9J_1(J_2-J_1)}}$$

$$J_3=\frac{9J_2^2J_1(J_2-J_1)-2J_3(J_2^2-9J_1^2)J_2}{2J_3(9J_1(J_2-J_1)-J_2^2+9J_1^2)}$$

$$J_3=\frac{9\cdot64\cdot1\cdot7-2J_3\cdot(64-9)\cdot8}{2J_3\,(9\cdot1(\cdot8-1)-64+9)}=\frac{4032-880J_3}{16J_3}$$

$$16J_3^2+880J_3-4032=0$$

$$J_3^2+55J_3-252=0$$

$$D=3025+1008=4033$$

$$J_3=\frac{-55+63{,}51}{2}=4{,}255A$$

+1

(т.к. ток не может в нашем слу-
чае быть отриц., то в числ. зн. +

Ответ: $J_3=4{,}255A$.

7

Лист № 3

N1

Дано:

$R_З = 1,5 \cdot 10^8$ км

$R_M = 2,3 \cdot 10^8$ км

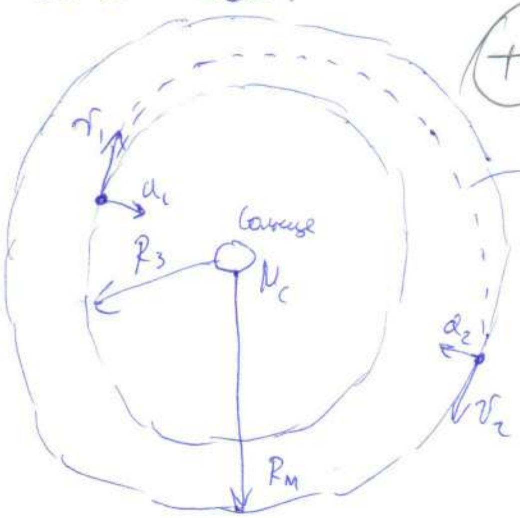
$M_C = 2 \cdot 10^{30}$ кг

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

$dv - ?$

Решение:

(+1)



траектория движения спутника при переход с одной круговой орбит на другую.

По II з-ну Ньютона:

$m a_1 = \frac{G m M_C}{R_З^2}$

$a_1 = \frac{G M_C}{R_З^2}$

$W_1 = m a_1 R_З = \frac{G M_C m}{R_З}$

По II з-ну Ньютона:

$m a_2 = \frac{G M_C m}{R_M^2}$

$a_2 = \frac{G M_C}{R_M^2}$

$W_2 = m a_2 R_M = \frac{G M_C m}{R_M}$

$E_{к_1} = \frac{m v_1^2}{2}$

$E_{к_2} = \frac{m v_2^2}{2}$

$a_1 = \frac{v_1^2}{R_З}$; $a_2 = \frac{v_2^2}{R_M}$

$v_1 = \sqrt{a_1 R_З}$; $v_2 = \sqrt{a_2 R_M}$

$v_1 = \sqrt{\frac{G M_C}{R_З}}$; $v_2 = \sqrt{\frac{G M_C}{R_M}}$ (+1)

По ЗСЭ: $W_1 + E_{к_1} + A = W_2 + E_{к_2}$

$A = W_2 - W_1 + E_{к_2} - E_{к_1}$ (+2)

Итоговый балл _______ ______________

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-130

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «______________________», ______ класс,

вариант ________

$$A = \frac{GM_c m}{R_M} - \frac{GM_c m}{R_3} + \frac{m\cdot GM_c}{2R_M} - \frac{mGM_c}{2R_3} = \frac{3}{2}GM_c m\left(\frac{1}{R_3} - \frac{1}{R_M}\right)$$

$$A = \frac{3}{2}GM_c m \frac{R_M - R_3}{R_3 \cdot R_M}$$

$$F\cdot S = \frac{3}{2}GM_c m \frac{R_M - R_3}{R_3 \cdot R_M}$$

$$F\cdot dv\cdot dt = \frac{3}{2}GM_c m \frac{R_M - R_3}{R_3 \cdot R_M}$$

$$\Delta p = F dt \quad (3CИ)$$

$$mv_2 - mv_1 = F dt \Rightarrow F = \frac{m(v_2 - v_1)}{dt}$$

$$m(v_2 - v_1)\cdot dv = \frac{3}{2}GM_c m \frac{R_M - R_3}{R_3 \cdot R_M}$$

$$\left(\sqrt{\frac{GM_c}{R_M}} - \sqrt{\frac{GM_c}{R_3}}\right) dv = \frac{3}{2}GM_c \frac{R_M - R_3}{R_3 \cdot R_M}$$

$$dv = \frac{3}{2}\frac{GM_c(R_M - R_3)}{R_3 \cdot R_M \cdot \sqrt{GM_c}\cdot\left(\frac{1}{\sqrt{R_M}} - \frac{1}{\sqrt{R_3}}\right)}$$

$\boxed{4}$

Лист № 4

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

2

ШИФР	ф11-15

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по физике
(наименование дисциплины)

Фамилия ШАМСУТДИНОВ

Имя АЛЬБЕРТ

Отчество МАРАТОВИЧ

Учебное заведение ОШИ „IT-лицей КФУ"

Класс 11

Итоговый балл 25 (подпись председателя жюри)

Шифр ф11-15 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

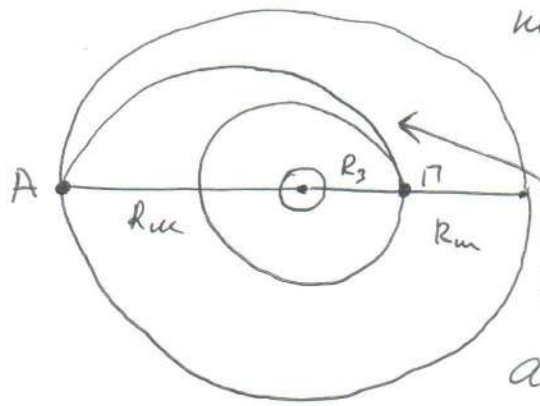
по « физике », 11 класс,

вариант ________

1	2	3	4	5	Σ
9	–	1	7	8	2[illegible]

Задача №1

Нарисуем схему полета. Давайте считать, что корабль движется по наиболее энергетически выгодной орбите, тогда орбита будет вот такая. (Орбита Гомана-Свидера) Большая полуось новой орбиты



$$a = \frac{R_м + R_з}{2} = 1{,}8 \cdot 10^8 \text{ км}$$

Расстояние от Солнца до точки старта – это перицентрическое расстояние. Из геометрии эллипса:

$$R_з = a(1-e)$$

$\frac{R_з}{a} = 1 - e \Rightarrow e = 1 - \frac{R_з}{a} = 0{,}21$. Тогда скорость в перицентре орбиты

$v_П = \sqrt{\frac{Gm}{a}}\sqrt{\frac{1+e}{1-e}} = 32{,}8 \frac{км}{с}$ Но так как мы взлетаем в сторону движения Земли, то $\Delta v_1 = v_П - v_⊕ = 32{,}8 \frac{км}{с} - \sqrt{\frac{Gm}{R_з}} =$

$= 2{,}97 \frac{км}{с}$ Воспользуем. ЗСМИ: $mv_П \cdot R_з = mv_a \cdot R_м \Rightarrow$
$(\vec{R} \perp \vec{v}$ в А и П$)$

$\Rightarrow v_a = \frac{v_П \cdot R_з}{R_м}$, где v_a – это скорость в т. А.

(+2)

$v_a = 32{,}8 \text{ км/с} \cdot \frac{1{,}5 \cdot 10^8 \text{ км}}{2{,}3 \cdot 10^8 \text{ км}} = 21{,}4 \frac{км}{с}$ Но у нас должна быть скорость, равная круговой на орбите Марса. $v_м = 24{,}08 \frac{км}{с}$ откуда

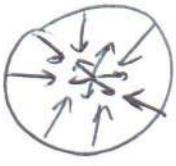
$\Delta v_2 = v_м - v_a = 2{,}69 \frac{км}{с}$

9

Лист № 1

Задача №4

$$E_n = -\frac{GMm}{R} \Rightarrow E_g = -\frac{3}{5}\frac{GM^2}{R}$$ +



Сжатие происходит до того момента, пока сила тяжести не уравновесится с силой давления газа внутри.

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

$$\frac{\cancel{3}}{5}\frac{GM_\odot^{\cancel{2}}}{R} = \frac{\cancel{3}}{2}kT\cdot\frac{M_\odot}{m}$$

$$\frac{GM_\odot}{5R} = \frac{1}{2}kT\cdot\frac{1}{m}$$

$$\frac{GM_\odot\cdot m}{5R}\cdot 2\cdot\frac{1}{k} = T$$

$$T_\odot \approx 10^7 K$$

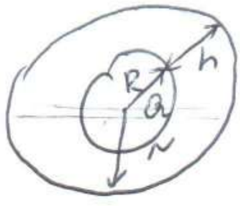
$\Downarrow$

$R_\odot = 640$ км ? откуда ?

$\boxed{7}$

Задача 5_3

Так как общий заряд равен нулю:



$$Q + Q' = 0 \Rightarrow Q = -Q' \Rightarrow Q' = -Q$$

$$\rho_{внут} = \frac{Q}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{3Q}{4\pi R^3}, \quad \rho_{внеш} = \frac{3Q}{4\pi(r^3-R^3)}$$

$$\rho_{внут} = \rho_{внеш}$$

$$\frac{1}{R^3} = \frac{1}{r^3-R^3} \Rightarrow r^3 - R^3 = R^3 \Rightarrow r = \sqrt[3]{2}R$$

$\Downarrow$

$$h = (\sqrt[3]{2}-1)R = 0{,}26R$$

Ситуация симметрична относительно центра, поэтому можно рассматривать только до центра

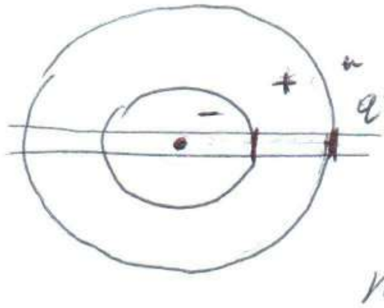
…товый балл ________ ________________
(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-15
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике **», 11 класс,**

вариант ________

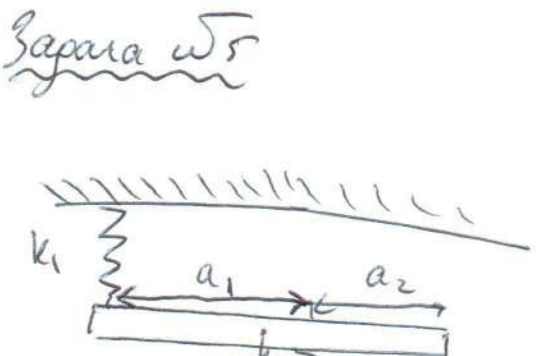


Чтобы частица пролетела сквозь шар, необходимо, чтобы заряды внешнего слоя и частицы были одного знака, так как ~~действие~~ по теореме Гаусса действие внешнего слоя будет ослабевать при движении частицы к центру.

~~При движении к центру до расстояния R на частицу будет действовать притяжение~~ от заряда:

Максимальная скорость будет при прохождении через центр шара, а минимальная δ_0

Задача №5



Так как во время покоя брусок находится горизонтально:

$$\begin{cases} \Delta x_1 = -\Delta x_2 \\ \left(\frac{a_1+a_2}{2}\right)\cdot k_1\Delta x_1 = k_2\Delta x_2\cdot\left(a_1-\frac{a_1+a_2}{2}\right) \end{cases}$$

Лист № 2

$$\begin{cases} (1) & \Delta x_1 = -\Delta x_2 \\ (3) & \left(\frac{a_1+a_2}{2}\right) k_1 \Delta x_1 = k_2 \Delta x_2 \cdot \left(\frac{a_1}{2} - \frac{a_2}{2}\right) \end{cases}$$

(отн. центра)

Из (3) $(a_1+a_2) k_1 \Delta x_1 = -k_2 \Delta x_1 (a_1 - a_2)$

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

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

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

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

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

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

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

2

ШИФР	ф11-111

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по физике
(наименование дисциплины)

Фамилия КУЛУШЕВ

Имя АРТУР

Отчество ЗИНУРОВИЧ

Учебное заведение МАОУ „БЛИ №3 ч ТО г. Стерлитамак

Класс 11

Итоговый балл 24,5 ____________
(подпись председателя жюри)

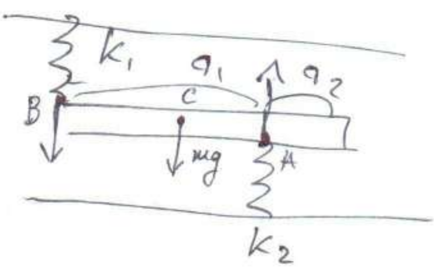
Шифр ф11-11
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике », 11 класс,

вариант ________

5.



B:

Точка C ~~на~~ходится в середине от B до C $\frac{a_1+a_2}{2}$;

$B: k_1 \cdot 0 + mg \cdot \frac{a_1+a_2}{2} - k_2 a_1 = 0$

$mga_1 + mga_2 = 2k_2 a_1$

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

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

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

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

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

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

$2k_1 a_1 - \underline{mg \cdot (a_1-a_2)} = 0$

k_1

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

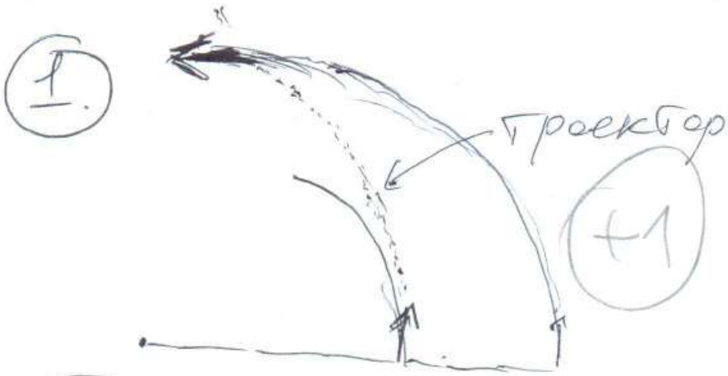
$\frac{a_1}{a_2} = \frac{k_2+k_1}{k_2-k_1}$

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

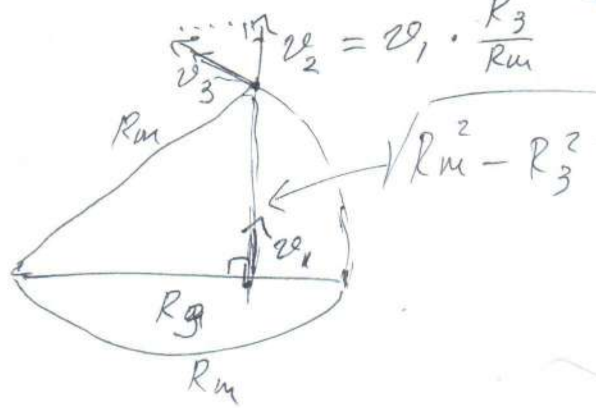
1	2	3	4	5	Σ
3	7	1,5	4	9	24,5

Лист № 1

1.



+1



По закону сохр импульса

$$v_1 R_3 = v_2 R_m$$

$$v_2 = v_1 \cdot \frac{R_3}{R_m}$$

+2

$$v_2 = v_1 \cdot 0,65217$$

По закону сохр энергии

m_1 – масса корабля

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} + F_1 = F_2 + \frac{m_1 v_3^2}{2}$$

$$\frac{m_1 v_2^2}{2} + G\frac{m_1 M_c}{R_3^2} = G\frac{m_1 M_c}{R_m^2} + \frac{m_1 v_3^2}{2}$$

$$v_2^2 - v_3^2 = 2GM_c\left(\frac{1}{R_m^2} - \frac{1}{R_3}\right)$$

$$(v_3 - v_2)(v_3 + v_2) = 6,814 \cdot 10^{-3} \left(\frac{м}{с}\right)^2$$

$$0,20814 \cdot 1,51217 \cdot v_1^2 = 6,814 \cdot 10^{-3} \left(\frac{м}{с}\right)^2$$

$$v_1 = 0,147 \frac{м}{с}, \quad v_3 = 0,86 \cdot 0,147 \frac{м}{с} = 0,126 \frac{м}{с}$$

По теореме косинусов:

$$\frac{v_1}{v_3} \cdot \frac{R_3}{R_m} = \frac{\sqrt{R_m^2 - R_3^2}}{R_m}$$

$$v_1 = 1,16237 \cdot v_3$$

$$v_3 = 0,86 v_1$$

$$F = G\frac{m_1 m_2}{R^2}$$

размерности?

$\boxed{3}$

Итоговый балл ________ ________________

(подпись председателя жюри)

Шифр ф11-111

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике **»,** 11 **класс,**

вариант ________

2

а) $\frac{1}{R_{общ.1}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1}$ $\quad R_{общ,1} = \frac{R_1}{3}$ $\quad R_1 = R_{нач.} \cdot (1 + \alpha \Delta T_1)$

$R_{общ.} = \frac{R_{нач.}}{3}(1 + \alpha \Delta T_1)$

$Q = c \cdot m \cdot \Delta T_n = U \cdot I_n$ +2

$\underbrace{I_1 = \frac{U}{R_{общ,1}} \quad I_2 = \frac{U}{R_{общ.2}}}$ $\quad R_{общ.} = \frac{R_{нач.}}{3}\left(1 + \frac{\alpha}{c \cdot m} \cdot U I_1\right)$

$\frac{\alpha}{c \cdot m} = k = const$ $\quad \frac{R_{общ.2}}{R_{общ.1}} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{8}{1} = 8$

$$\begin{cases} R_{общ.1} = \frac{R_{нач.}}{3}(1 + kUI_1) \\ R_{общ.2} = 3R_{нач.}(1 + kUI_2) \\ R_{общ.3} = \frac{2}{3}R_{нач.}(1 + kUI_3) \end{cases}$$ +2

б) $R_{общ.2} = 3R_2$

$R_2 = R_{нач.}(1 + \alpha \Delta T_2)$

в) $\frac{1}{R_{общ.3}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{2R_3}$??

$R_{общ.3} = \frac{2}{3}R_3$

$R_3 = R_{нач.}(1 + \alpha \Delta T_3)$

$8 = 9\left(\frac{1 + kUI_2}{1 + kUI_1}\right)$

$kU =$

$8 + 8kUI_1 = 9 + 9kUI_2$

$8 + 64kU = 9 + 9kU$

$55kU = 1$

$\boxed{kU = \frac{1}{55}}$ +3 $\quad \boxed{7}$

$I_3 = \frac{U}{R_{общ.3}}$ $\quad \frac{R_{общ.3}}{R_{общ.2}} = \frac{I_2}{I_3} = x$

$x = \frac{2}{9}\left(\frac{1 + kUI_3}{1 + kUI_2}\right)$; $I_3 = \frac{I_2}{x}$

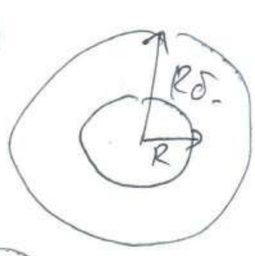
$x = \frac{2}{9}\left(\frac{1 + \frac{1}{x \cdot 55}}{1 + \frac{1}{55}}\right)$

в числе ошибка

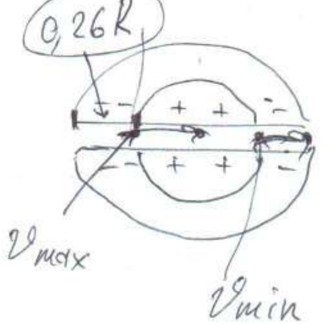
$x = 0,235$ $\quad I_3 = \frac{1}{0,235} = 4,2552 A$ Ответ: $I_3 = 4,255$…

Лист № 2

(3)



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



$$2R^3 = R_б^3$$

$$R_б = \sqrt[3]{2}\,R = 1,26R$$

$F = ma$ $\quad 0,26R = v_0 t + \frac{at^2}{2}$

$F = qQ^0 \cdot m$ $\quad at = v_{доп.}$

$a = q \cdot Q^0$ $\quad v_0 + at = v_{max}$

Ответ: $v_{min} = v_0$

(4)

$E = \frac{3}{2}kT$ (+1)

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

~~$\gamma \neq \beta = 1$~~ ошибка! Извините ~~$\gamma \neq \beta \neq 1$~~

$\boxed{\gamma = 2}$ $\boxed{\beta = 1}$ (+1)

$$T = \frac{2E}{3}\frac{1}{k} = \frac{2\cdot G\cdot M^2}{5\cdot R\cdot k}$$ (+2)

$$T_{для\ солнца} = \frac{2\cdot 6,67\cdot 10^{-11}\cdot (2\cdot 10^{30})^2}{5\cdot 6,95\cdot 10^{8}\cdot 1,38\cdot 10^{-32}\ Дж\cdot К} = 1,11\cdot 10^{43}$$?

$$T_c = \frac{2GM_c^2}{5R_c\cdot k}$$
||
$$T_ю = \frac{2G\cdot M_ю^2}{5R_ю\cdot k}$$

$$\frac{M_ю^2}{R_ю} = \frac{M_c^2}{R_c}$$?

$$R_ю = \frac{M_ю^2}{M_c^2}\cdot R_c = \frac{(1,9\cdot 10^{27})^2}{(2\cdot 10^{30})^2}\cdot 6,95\cdot 10^8 = 6?$$

$\boxed{4}$

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

2

ШИФР	ф11-24

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по физике
(наименование дисциплины)

Фамилия ВИНОГРАДОВ

Имя ДАНИЛА

Отчество ОЛЕГОВИЧ

Учебное заведение Казанское суворовское военное училище

Класс 11

СОГЛАСИЕ

Итоговый балл 24 [signature]

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-24

(заполняется оргкомитетом)

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

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ______

(2) Дано

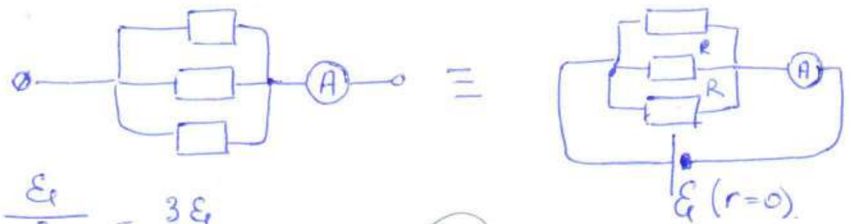
$J_2 = 8A$

$J_1 = 1A$

$J_3 = ?$

Решение:

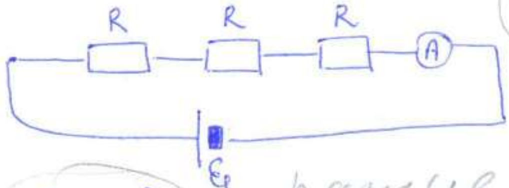
а)



$\bullet\ J_2 = \dfrac{\mathcal{E}_1}{\frac{R}{3}} = \dfrac{3\mathcal{E}_1}{R}$

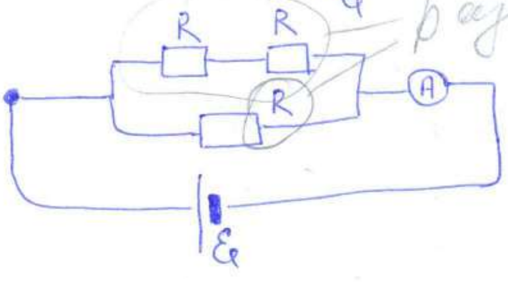
(+1)

б)



$J_1 = \dfrac{\mathcal{E}_1}{3R}$

в)



разные R!

(+1)

$\bullet\ R_{общ} = \dfrac{2R \cdot R}{3R} = \dfrac{2}{3}R$

$$\begin{cases} J_3 = \dfrac{\mathcal{E}_1}{\frac{2}{3}R} = \dfrac{3}{2}\dfrac{\mathcal{E}_1}{R} \\ J_1 + J_2 = \dfrac{\mathcal{E}_1}{3R} + \dfrac{3\mathcal{E}_1}{R} = \dfrac{\mathcal{E}_1}{R}\left(\dfrac{1}{3} + 3\right) = \dfrac{10}{3}\dfrac{\mathcal{E}_1}{R} \end{cases}$$

$\bullet\ J_3 = \dfrac{3}{2} \cdot \dfrac{3}{10}(J_1 + J_2) = \dfrac{9}{20}(J_1 + J_2) = \dfrac{9}{20} \cdot 9A = \dfrac{81}{20}A = 4{,}05A.$ $\boxed{2}$

Ответ: 4,05 A.

(5) Дано:

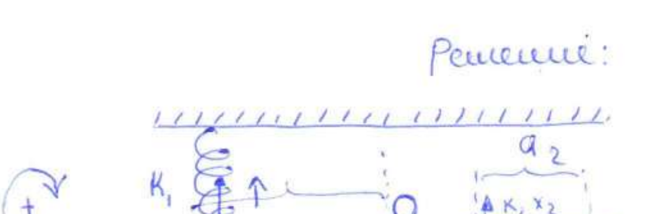
k_1 ; a_1 ; m

k_2 ; a_2

$k_1 < k_2$

$\bullet\ \alpha = \dfrac{a_1}{a_2}$

Решение:



$\vec{g}\downarrow$

• Для однородного бруска т. O: $AO = OB = \dfrac{a_1 + a_2}{2}$

(состояние покоя)

• Пусть в покое (k_1) пружина будет растянута на x_1, а пружина (k_2) сжата на x_2.

По 1-ому з-ну Ньютона: $\Sigma\vec{F_i} = 0$.

1) Для бруска: $mg = +k_1x_1 + k_2x_2$.

2) $\Sigma M_i = 0$: относительно центра тяжести в т. O

• $\begin{cases} k_1x_1\cdot\left(\frac{a_1+a_2}{2}\right)=k_2x_2\left(a_1-\frac{a_1+a_2}{2}\right)\\ \boxed{mg=k_1x_1+k_2x_2}\end{cases}$

• $k_1x_1(a_1+a_2)=k_2x_2(a_1-a_2)$

• $\alpha=\frac{a_1}{a_2}$

• $k_1x_1\cancel{a_2}\left(\frac{a_1}{a_2}+1\right)=k_2x_2(\cancel{a_2})\left(\frac{a_1}{a_2}-1\right)$

$\boxed{k_1x_1(\alpha+1)=k_2x_2(\alpha-1)}$

• Моменты д. сил для т. С:

$k_1x_1(a_1)=mg\left(a_1-\frac{a_1+a_2}{2}\right)$

т. А: $mg\left(\frac{a_1+a_2}{2}\right)=k_2x_2a_1$

$-\begin{cases}k_1x_1a_1=mg\left(\frac{a_1-a_2}{2}\right)\\ mg\left(\frac{a_1+a_2}{2}\right)=k_2x_2a_1\end{cases}$

$(k_1x_1-k_2x_2)a_1=mg\left(\frac{a_1-a_2}{2}-\cancel{mg}\,\frac{a_1+a_2}{2}\right)$

$(k_1x_1-k_2x_2)a_1=mg\left(\frac{\cancel{a_1}-a_2-\cancel{a_1}-a_2}{2}\right)$

$(k_1x_1-k_2x_2)a_1=mg\cdot(-a_2)$

$\boxed{mga_2=(k_2x_2-k_1x_1)a_1}$

$+\begin{cases}mg=\alpha(k_2x_2-k_1x_1)\\ mg=k_1x_1+k_2x_2\end{cases}$

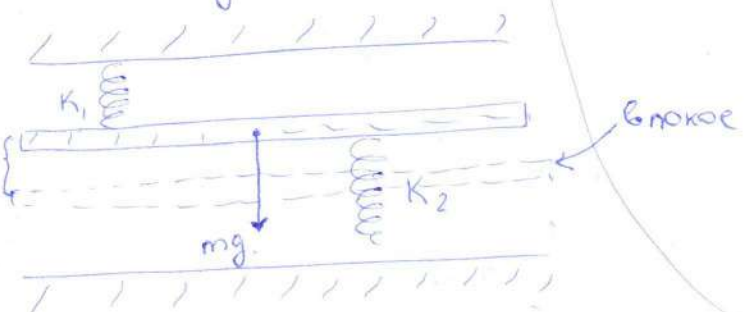
$\frac{mg}{\alpha}+mg=2k_2x_2$

$\begin{cases}mg\left(\frac{1}{\alpha}+1\right)=2k_2x_2\\ k_1x_1=mg-\frac{mg}{2}\left(\frac{1}{\alpha}+1\right)\end{cases}$

$\begin{cases}mg\left(\frac{1}{\alpha}+1\right)=2k_2x_2\\ k_1x_1=mg\left(1-\frac{1}{2\alpha}-\frac{1}{2}\right)\end{cases}$

• ~~mg~~

Рассмотрим тот случай, когда ящик падал.



• Пружины не напряжены. Тело массой (m) сохраняют нормальное состояние, значит в покое $\boxed{x_1=x_2=x_0}$

• $k_1\cancel{x_1}(\alpha+1)=k_2\cancel{x_2}(\alpha-1)$

$k_1\alpha+k_1=k_2\alpha-k_2$

$(k_2-k_1)\alpha=k_2+k_1$

$\boxed{\alpha=\frac{k_2+k_1}{k_2-k_1}}$

Ответ: $\alpha=\frac{k_2+k_1}{k_2-k_1}$ $(k_2>k_1)$, где $\alpha=\frac{a_1}{a_2}$

Итоговый балл ________ ________________ (подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-24 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

(3)

$R \quad Q$

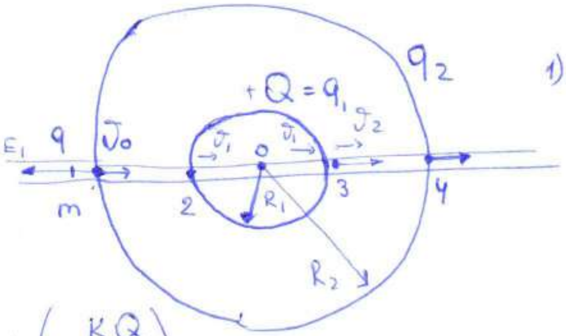
$|\rho_1| = |\rho_2|$

$q_1 + q_2 = 0$

$\vartheta_0 ; m ; q$

$\vartheta_{max} = ?$

$\vartheta_{min} = ?$



1) • $\begin{cases} |\rho_1| = |\rho_2| \\ q_1 + q_2 = 0 \end{cases}$

• $\begin{cases} \dfrac{Q}{\frac{4}{3}\pi R_1^3} = \dfrac{q_2}{\frac{4}{3}\pi R_2^3} \Rightarrow |q_2| = \left(\dfrac{R_2}{R_1}\right)^3 \\ q_1 = -q_2 \end{cases}$

• $Q = Q$

$\begin{cases} \dfrac{Q}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \dfrac{|q_2|}{\frac{4}{3}\pi (R_2^3 - R^3)} \\ q_2 = -q_1 = -Q \end{cases}$

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

2) $\varphi_1 = \dfrac{kQ}{R_2} + \left(-\dfrac{kQ}{R_2}\right) = 0.$

$\varphi_2 = \dfrac{kQ}{R} - \dfrac{kQ}{R_2} = kQ\left(\dfrac{R_2 - R}{R_2 R}\right).$

• ЗСЭ: $\varphi_1 \cdot q + \dfrac{m\vartheta_0^2}{2} = \varphi_2 \cdot q + \dfrac{m\vartheta^2}{2}.$

$m\vartheta_0^2 = 2kQq\left(\dfrac{R_2 - R}{R_2 R}\right) + m\vartheta^2$

$\vartheta = \sqrt{\vartheta_0^2 - \dfrac{2kQq}{m}\left(\dfrac{R_2 - R}{R_2 R}\right)}$

• Соответственно, что $\vartheta = \vartheta_{min} = \sqrt{\vartheta_0^2 - \dfrac{2kQq}{m}\left(\dfrac{\sqrt[3]{2} R - R}{R_2 R}\right)}$

• $\vartheta_{max} = \vartheta_0$, т.к она будет одна и таже при влете, а за шаром нет действия сил из-за скомпенсированного заряда. $q_\Sigma = 0$.

Ответ: $\begin{cases} \vartheta_{max} = \vartheta_0 \\ \vartheta_{min} = \sqrt{\vartheta_0^2 - \dfrac{2kQq}{m}\left(\dfrac{\sqrt[3]{2}R - R}{\sqrt[3]{2}R^2}\right)} = \sqrt{\vartheta_0^2 - \dfrac{2kQq}{mR}\left(\dfrac{\sqrt[3]{2} - 1}{\sqrt[3]{2}}\right)} \end{cases}$

(4) Дано:

M $M_{ю}$.

R

$R_c ; M_c$

$T_{0_з} = ?$

$R_{об} = ?$

Оценить $T_{cp.c}$ =

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

Решение:

• $\dfrac{3}{2} kT_0 = E_g$ (для однородного тела).

$\dfrac{3}{2} kT_0 = -\dfrac{3GM}{5R} \Rightarrow T_0 = \dfrac{2kGM}{\;}$; $T_0 = \dfrac{2GM^\gamma}{5kR^\beta} = \dfrac{2GM}{5kR}$

• $T_{0_{солн}} = T_{cp.c} = \dfrac{2GM_c}{5k \cdot R_c} = \dfrac{2 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^{30}}{5 \cdot 1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 6{,}95 \cdot 10^{8}} \approx 0{,}56 \cdot 10^{34}\,K$

$T_{cp.c} \approx 556 \cdot 10^{31}\,K.$

(2) 1) Закон сохранения энергии:

(+1) $\frac{3}{2}kT_0 + \frac{1}{2}m\vartheta_{ср}^2 = |E_g|$

(+1) $2kT_0 = \frac{3GM}{5R}$, т.к. для газов $\frac{3}{2}k_B T_0 = \frac{1}{2}m_{0в}\vartheta_{ф}^2$

$T_0 = \frac{3GM}{10k_B R}$ — примерное значение для тем-ры звезды

2) $T_{ср.с} = \frac{3\cdot 6,67\cdot 10^{-11}\cdot 2\cdot 10^{30}}{10\cdot 1,38\cdot 10^{-23}\cdot 6,95\cdot 10^{8}} \approx 4,7\cdot 10^{31}K$ (Для Солнца)

3) $T_{ср_С} = \frac{3GM_C}{10k_B R_C}$; $T_{ср_С} = T_{объект} = \frac{3GM_Ю}{10k_B\cdot R_{суб.}}$

$\frac{3GM_C}{10k_B R_C} = \frac{3GM_Ю}{10k_B R_{суб}} \Rightarrow R_{суб} = \frac{R_C\cdot M_Ю}{M_C}$

(+2)

• $R_{суб} = \frac{6,95\cdot 10^{8}\cdot 1,9\cdot 10^{27}}{2\cdot 10^{30}} \approx 6,6\cdot 10^{5}$ м.

$\boxed{4}$

Ответ: 1) $T_0 \approx \frac{3GM}{10k_B\cdot R}$ 2) $T_{ср_{сол.}} \approx 4,7\cdot 10^{31}K$ 3) $R_{суб.} \approx 6,6\cdot 10^{5}$ м.

(1) Дано

R_3 ; G

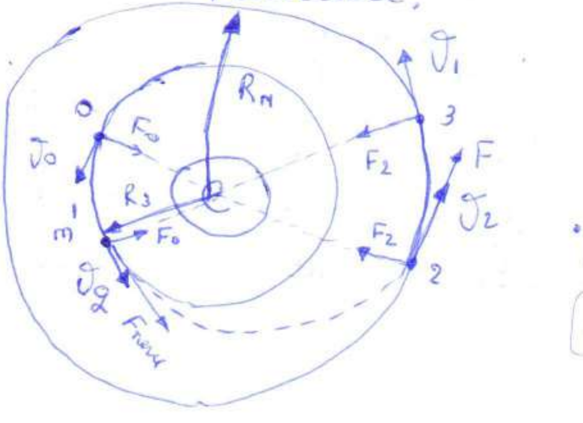
$R_м$

M_c

$|\Delta\vartheta_1| = ?$

$|\Delta\vartheta_2| = ?$

Решение:



(+1)

1) $F_0 = \frac{GmM_c}{(R_c+R_3')^2}$; $g_c = \frac{GM_c}{R_c^2}$

$W_m = -\frac{GmM_c}{(R_3+R_c')}$

• $\frac{GmM_c}{(R_c+R_3)^2} = m\frac{\vartheta_0^2}{(R_c+R_3)}$

$\vartheta_0 = \sqrt{\frac{GM_c}{(R_c+R_3')}} = \sqrt{\frac{g_c R_c^2}{(R_c+R_3')}}$

2) На рас-нии $R_м$: $\vartheta_2 = \sqrt{\frac{g_c\cdot R_c^2}{(R_c+R_м)}} = \sqrt{\frac{GM_c}{(R_c+R_м')}}$ (+2)

$W_2 = -\frac{GmM_c}{(R_c+R_м')}$

• Видно, что $\vartheta_2 < \vartheta_0$, то есть тело включает сначала двигатели, чтобы перейти на другую орбиту ($R_м$). А второй раз для замедления, т.к ϑ_1 должна быть меньше той скорости, которую приобрел при первом включении.

• Путь будет от 0→1 → 2 → 3.

• Закон изменения энергии: $F\cdot S = \frac{m\vartheta_2^2}{2} - \frac{m\vartheta_0^2}{2}$

? $P_F = F\cdot\vartheta$; $\frac{m\vartheta_2^2}{\cancel{2}} + \left(-\frac{GmM_c}{R_3}\right) =$

Итоговый балл ________ ________________

(подпись председателя жюри)

Шифр ф11-24

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

$R_c + R_3' = R_3$
$R_c + R_M' = R_M.$

① Продолжение.

$F \cdot \Delta\vartheta_1 = \Delta W'$

$F \cdot \Delta\vartheta_1 = (\Delta W)'$

• Тело изменяет свою ск-ть на орбитах, т.к двигатели быстро работают, за это время тело не успевает изменить орбиту.

• $\Delta\vartheta_1 = \vartheta_2 - \vartheta_0$

$\Delta\vartheta_1 = \sqrt{\frac{GM_C}{(R_C + R_M')}} - \sqrt{\frac{GM_C}{(R_C+R_3')}}$

$\Delta\vartheta_1 = \sqrt{GM_C}\left(\frac{1}{\sqrt{R_C+R_M'}} - \frac{1}{\sqrt{R_C+R_3'}}\right)$

$\Delta\vartheta_1 = \sqrt{6{,}67\cdot10^{-11}\cdot 2\cdot10^{30}}\left(\frac{1}{\sqrt{2{,}3\cdot10^{8}}} - \frac{1}{\sqrt{1{,}5\cdot10^{8}}}\right)$

• $|\Delta\vartheta_1| \approx 811{,}5\ \frac{м}{с}$

Ответ: $|\vartheta_1| \approx 811{,}5\frac{м}{с}$

~~$|\Delta\vartheta_1| = \sqrt{GM_C}\left(\frac{1}{\sqrt{}}\right.$~~

$|\Delta\vartheta_1| = \sqrt{GM_C}\left(\frac{1}{\sqrt{R_M}} - \frac{1}{\sqrt{R_3}}\right).$

$\boxed{3}$

Лист № 3

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

2

ШИФР	ф11-85

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по физика
(наименование дисциплины)

Фамилия ЮШИН

Имя ЮЛИЙ

Отчество ЭДУАРДОВИЧ

Учебное заведение МАОУ „Гимназия № 76"

Класс 11

Итоговый балл 24 (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

Шифр Ф11-85 (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физика», 11 класс,

вариант ____

1	2	3	4	5	Σ
4	1	3	7	9	24

№4. $E_g = -\frac{3GM^\gamma}{5R^\beta} = [Дж] = [Н\cdot м]$ (+1)

$$\left[\frac{Н\cdot м^2\cdot кг^\gamma}{кг^2\cdot м^\beta}\right] = [Н\cdot м] \Rightarrow \begin{matrix}\gamma=2\\ \beta=1\end{matrix}$$

ЗСЭ: $E_{g\,нач} + U_{нач} = E_{g\,кон} + U_{кон}$, где $E_{g\,нач}$ - гравитационная энергия газового облака, $U_{нач}$ – энергия молекул газового облака, $E_{g\,кон}$ - энергия звезды, $U_{кон}$ - энергия молекул в звезде.

$U_{нач} = 0$ и $E_{g\,нач} = 0$

$E_{g\,кон} = -\frac{3GM^2}{5R}$ и $U_{кон} = \frac{5}{2}NkT = \frac{5}{2}\cdot\frac{M}{m_0}kT$, где m_0 - масса молекулы молекулярного водорода: $m_0 = 2$ а.е.м. (+1)

Из ЗСЭ получаем:

$$\frac{5}{2}\frac{M}{m_0}\cdot kT = \frac{3GM^2}{5R} \Rightarrow T = \frac{6GM^2\cdot m_0}{25RMk} = \frac{6GMm_0}{25Rk}$$ (+3)

Оценим температуру для Солнца:

$$T_c = \frac{6}{25}\cdot\frac{GM_c\cdot m_0}{R_c\cdot k} = \frac{6}{25}\cdot 6{,}67\cdot\frac{2\cdot 2\cdot 1{,}66}{6{,}95\cdot 1{,}38}\cdot\frac{10^{-11}\cdot 10^{30}\cdot 10^{-27}}{10^8\cdot 10^{-23}}К \approx 1{,}1\cdot 10^7\ К$$

Оценим радиус Юпитера:

$$T_c = \frac{6GM_ю\cdot m_0}{25R_ю k} \Rightarrow R_ю = \frac{6GM_ю m_0}{25k\cdot T_c} = \frac{\cancel{6}\cancel{G}M_ю \cancel{m_0}\cdot 25R_c k}{25k\cdot\cancel{6}\cancel{G}M_c\cancel{m_0}} = R_c\cdot\frac{M_ю}{M_c}$$

$$R_ю = 6{,}95\cdot 10^8 м\,\frac{1{,}9\cdot 10^{27}\ кг}{2\cdot 10^{30}\ кг} \approx 6{,}6\cdot 10^5\ м$$ (+2)

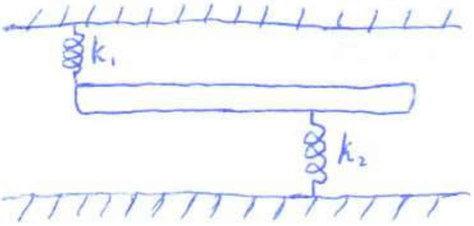
Ответ: $T = \frac{6GMm_0}{25Rk}$, где $m_0 = 2$ а.е.м.

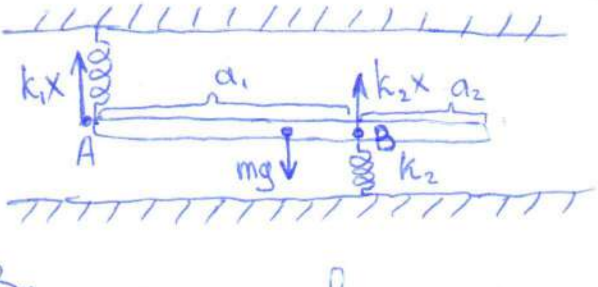
$T_c \approx 1{,}1\cdot 10^7\ К$, $R_ю \approx 6{,}6\cdot 10^5 м$.

$\boxed{7}$

Лист № 1

№5. В состоянии свободного падения ящика пружины не напряжены, брусок параллелен стенкам ящика, значит в состоянии покоя пружина k_1 будет растянута, а пружина k_2 будет сжата, причём, т.к. брусок должен быть параллелен стенкам ящика, пружины сжаты и разжаты на одинаковое значение X (т.к. между полом ящика и его крышкой должно быть одно и тоже расстояние всегда).





Запишем правило моментов для бруска:

ось вращения (полюс) в т. A: $k_2 X\cdot a_1 = mg\cdot\frac{a_1+a_2}{2}$

(брусок однородный ⇒ центр тяжести в середине)

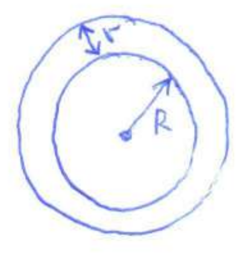
полюс в т. B: $k_1 X\cdot a_1 = mg\cdot\left(\frac{a_1+a_2}{2}-a_2\right) = mg\cdot\frac{a_1-a_2}{2}$

получаем: $\frac{k_1}{k_2} = \frac{a_1-a_2}{a_1+a_2}$ ⇒
$$k_1a_1+k_1a_2 = k_2a_1-k_2a_2$$
$$a_1(k_2-k_1) = a_2(k_2+k_1)$$
$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{k_2+k_1}{k_2-k_1}$$

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

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

№3.



полный заряд системы равен нулю, объёмные плотности заряда равны по модулю ⇒
$\frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi(R+r)^3 - \frac{4}{3}\pi R^3$ — объёмы сферического слоя и шара внутри равны.

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

овый балл ________ ____________
(подпись председателя жюри)

Шифр ф11-85
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физика», 11 класс,

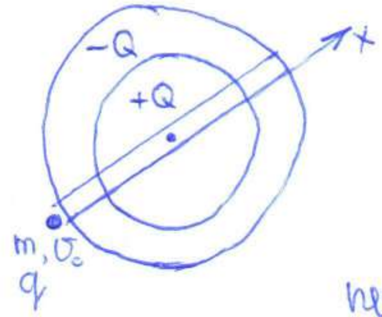
вариант ________

N3 (продолжение).

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

$r = R(\sqrt[3]{2} - 1) \simeq 0{,}26R$ – толщина сферического слоя

$R^* = r + R = 1{,}26R$ – радиус всего шара.

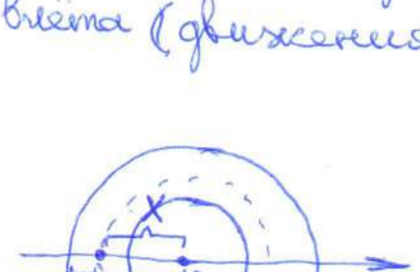


$E = |\vec{E}| = \frac{kQr}{R^3}$ при $r < R$ – напряженно внутри однородно заряже шара.

пустим ось x вдоль канала по направл вылета (движения) частицы.

$x \in (1{,}26R; R)$:

действует заряд $-Q \cdot \frac{r - x}{r}$ и $+Q$



$x \in (0; R)$

действует отриц. и часть положительн заряда.

N2.

$R_{экв_1} = 3r$

$U = 3r I_1$

$R_{экв_2} = \frac{R}{3}$

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

+1

$\frac{R}{3} I_2 = 3r I_1 \Leftrightarrow \frac{R}{r} = \frac{9I_1}{I_2} = \frac{9}{8}$

1

№1. Возьмём потенциальную энергию на ∞ за нуль.

$П_{нач} = -G\frac{m M_c}{R_з}$, m – масса корабля

$$П_{кон} = -G\frac{m \cdot M_c}{R_м}$$

$F_1 = G\frac{m M_c}{R_з^2}$ – сила, действующая на корабль со стороны Солнца на орбите Земли.

$$F_1 = ma_1 = m\frac{v_1^2}{R_з} \Rightarrow G\frac{mM_c}{R_з^2} = m\frac{v_1^2}{R_з}$$

$v_1^2 = \frac{GM_c}{R_з} \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{GM_c}{R_з}}$ – скорость корабля на орбите Земли

$v_1 = \sqrt{\frac{6{,}67 \cdot 2}{1{,}5} \cdot 10^{-11} \cdot 10^{30} \cdot 10^{-11}} \approx 3 \cdot 10^4$ м/с

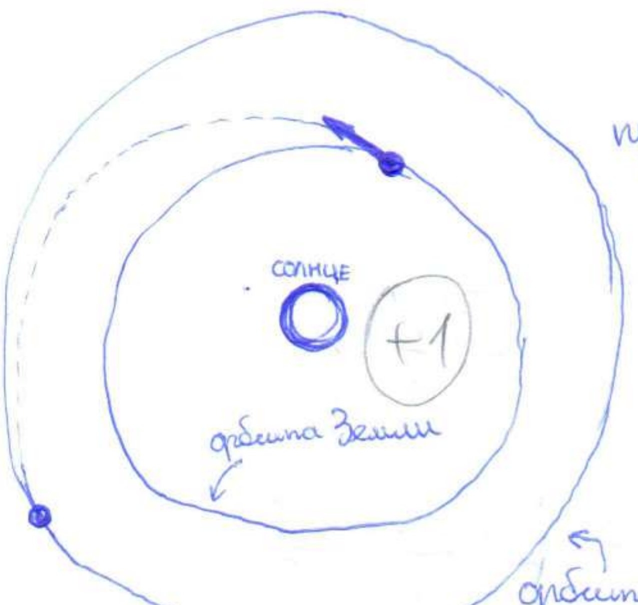
$F_2 = G\frac{mM_c}{R_м^2}$ – сила со стороны Солнца на орбите Марса

$$F_2 = ma_2 = m\frac{v_2^2}{R_м} \Rightarrow G\frac{mM_c}{R_м^2} = m\frac{v_2^2}{R_м} \Rightarrow v_2^2 = \frac{GM_c}{R_м}$$

$v_2 \approx 2{,}4 \cdot 10^4$ м/с

$v_2 = \sqrt{\frac{GM_c}{R_м}}$ – скорость корабля на орбите Марса.

+2



пунктир – примерная траектория полёта корабля

$$A_{F_{тяг}} = (П_{кон} + E_{кон}) - (П_{нач} + E_{на}$$

+1 $E_{кон} = \frac{mv_2^2}{2}$, $E_{нач} = \frac{mv_1^2}{2}$

орбита Марса

А дальше? [4]