

Казанский (Приволжский) федеральный университет  
Межрегиональная предметная олимпиада

3

ШИФР

Ф10-86

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА  
участника Олимпиады

ПО Физике

(наименование дисциплины)

Фамилия

М И Х Е Е В А

Имя

В Е Р А

Отчество

С Е Р Г Е Е В Н А

Учебное заведение

МАОУ СШ N145

г. Красноярск

Класс

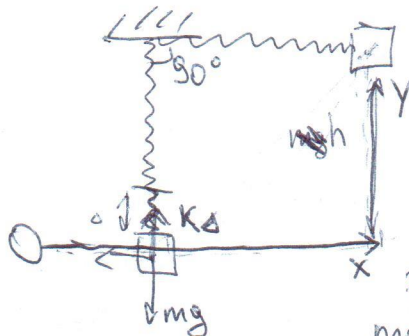
10

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике », 10 класс,  
вариант \_\_\_\_\_

| 1 | 2 | 3 | 4  | 5  | Σ    |
|---|---|---|----|----|------|
| 7 | 5 | 5 | 22 | 13 | 50   |
|   |   |   |    |    | Σ 52 |

N1.  
 $M, L, k$   
 $\Delta - ?$   
 $\omega - ?$  если  $K = 100 \frac{H}{m}$   
 $m = 100 \text{ г}$   
 $L = 1 \text{ м}$   
 $mg \ll KL$



В момент времени, ~~когда~~ (ка отсчитывали) грузик находится в положении равновесия, параллельно скелее - к максимальной скорости  $v$ . По 3-му закону сохранения энергии

$$mgh = \frac{mv^2}{2} + \frac{K\Delta^2}{2}; \quad h = L + \Delta$$

$$mg(L + \Delta) = \frac{mv^2}{2} + \frac{K\Delta^2}{2}; \quad mgL + mg\Delta = \frac{mv^2}{2} + \frac{K\Delta^2}{2}$$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{L}{\frac{1}{4}T} = \frac{L}{\frac{1}{4}2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}} = \frac{L}{\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{L}{g}}} = 2$$

~~mgL - \frac{mv^2}{2} = \frac{K\Delta^2}{2} - mg\Delta~~  
~~mgL - \frac{mv^2}{2} = \frac{K\Delta^2}{2} - mg\Delta~~  
~~mgL - \frac{mv^2}{2} = \frac{K\Delta^2}{2} - mg\Delta~~

$$mgL - \frac{m}{2} \cdot \frac{L^2}{\frac{\pi^2}{4} \frac{L}{g}} = \frac{K\Delta^2}{2} - mg\Delta; \quad mgL - \frac{mL^2 \cdot g}{2\pi^2 \Delta} = \frac{K\Delta^2}{2} - mg\Delta; \quad mgL \left(1 - \frac{2}{\pi^2}\right) = \frac{K\Delta^2}{2} - mg\Delta$$

Квадратное уравнение, которое можно решить и сделать ответ корректно.  
 $D = m^2 g^2 + 4 \cdot \frac{K}{2} \cdot mgL \left(1 - \frac{2}{\pi^2}\right) = m^2 g^2 + 2KmgL \left(1 - \frac{2}{\pi^2}\right) \Rightarrow \Delta_1 = \frac{mg - \sqrt{D}}{2a} \rightarrow \Delta_1 = \frac{mg - \sqrt{D}}{2a}$   
 $\Delta_2 = \frac{mg + \sqrt{D}}{2a}$   
( $\sqrt{D} > mg$ )  
не  
считаем

$$\Delta = \frac{mg + \sqrt{m^2 g^2 + 2KmgL \left(1 - \frac{2}{\pi^2}\right)}}{K}; \quad \text{Подставим числа:}$$

$$\Delta = \frac{mg + \sqrt{m^2 g^2 + 2KmgL \left(1 - \frac{2}{\pi^2}\right)}}{K} = \frac{1 + \sqrt{2 \cdot 1 \cdot 100 \cdot 1 \left(1 - \frac{2}{3,14^2}\right)}}{100} = 0,1363 \text{ м} = 136,3 \text{ мм}$$

N2.  
 $M, R, a$   
 $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$  где  $g$  - ускорение свободного падения этой планеты, которое читается как  $g = \frac{GM}{R^2} \Rightarrow T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{LR^2}{GM}}$  ( $mg = G \frac{mM}{R^2} \Rightarrow g = G \frac{M}{R^2}$ )

г). Допустим, что ракета находится у поверхности планеты на высоте  $h$ . Тогда  $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g'}}$ ; где  $g'$  - ускорение маятника, которое есть модель разности ускорений  $g_h$  - ускор. в. падая  $h$  и  $a$  - ускор. ракеты.

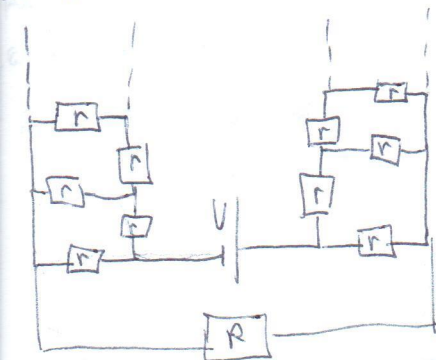
$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g' - a}} \quad \text{Жак не вот!}$$

$$g^x = \frac{GM}{(R+h)^2} \quad \text{hier näherpr.} \Rightarrow T_1 = T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{eR^2}{GM}} = 2\pi \sqrt{\frac{e}{\frac{GM}{(R+h)^2} - a}} = 0$$

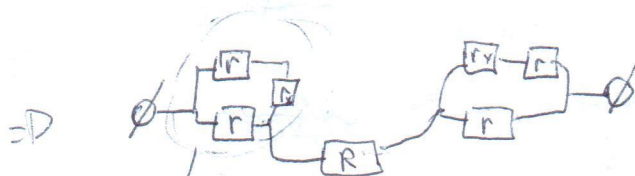
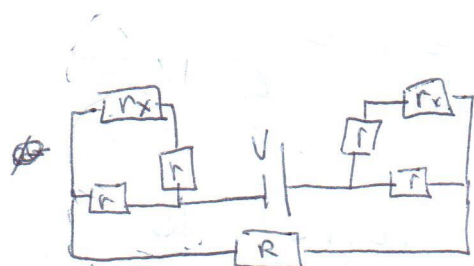
$$\frac{R^3}{GM} = \frac{R(R+h)^3}{GM - a(R+h)^2} \quad \text{--- (3)}$$

$(R+h)^2 GM = R^2 GM - a R^2 (R+h)^2$   
 $(R+h)^2 (GM + a R^2) = R^2 GM = D (R+h)^2$   
 $\frac{R^2 GM}{GM + a R^2} = D \Rightarrow h = \sqrt{\frac{R^2 GM}{GM + a R^2}} - R$

N4.


$$J_R = ? \quad V, R, r.$$

Найдем сопротивление бесконечной цепи. ~~Сделаем~~  
Т.к. цепь бесконечная, то если отрезать от нее  
одно повторяющееся звено, то при этом общее сопротив-  
ление не изменится. Обозначим общее сопротивление  
бесконечной цепи на  $r^*$ . Тогда схематично  
перепишем:



Найдем соответственно это участие.

$$\frac{1}{r_x} = \frac{1}{r} + \frac{1}{r+r_x}; \quad \frac{1}{r_x} = \frac{r+r_x+r}{r(r+r_x)}; \quad \frac{1}{r_x} = \frac{2r+r_x}{r(r+r_x)}; \quad (+)$$

$$2r r_x + r_x^2 = r^2 + r_x r; \quad r_x^2 + r_x r - r^2 = 0; \quad D = r^2 + 4r^2 = 5r^2 \quad r_{x1} = \frac{-r - r\sqrt{5}}{2} \text{ - Konstant}$$

$$r_{x2} = -\frac{r+r\sqrt{5}}{2} = D$$

$\frac{r\sqrt{5}-r}{2}$  - сопротивление нашей бесконечной цепочки. Т.е. наша <sup>2</sup> цепка имеет вид:

⑥   $I_R = I_{\max} = \frac{V}{R_{eq}}$

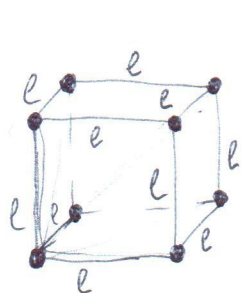
$$R_{\text{adus}} = R + \frac{r\sqrt{5}-r}{2} + \frac{r\sqrt{5}-r}{2} = R + r\sqrt{5} - r \Rightarrow \textcircled{I} R = \frac{V}{R+r(\sqrt{5}-1)}$$

N5

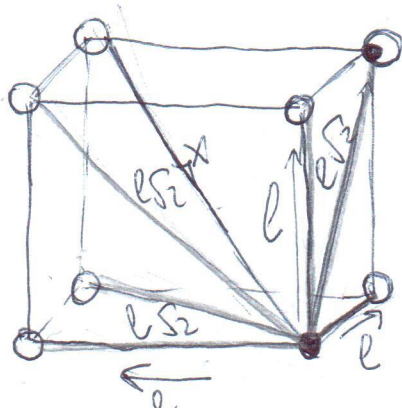
## Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физика»», 10 класс,

вариант \_\_\_\_\_

 $q, m, l \mid V?$ 

$$W_{\text{полн}} = \frac{mV^2}{2}; \quad W_{\text{полн}} = \frac{1}{2} (q_1 U_1 + q_2 U_2 + q_3 U_3 + \dots) = \frac{1}{2} 8q\varphi = 4q(\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \dots) = 4q\varphi.$$



$$x = \sqrt{l^2 + l^2 + l^2} = \sqrt{3l^2} = l\sqrt{3}$$

что за  $\sqrt{3}$  - не может так быть, пропущен знак суммы!

$$\begin{aligned} \varphi &= \frac{kq}{r} = kq \left( \frac{1}{l} + \frac{1}{l\sqrt{2}} + \frac{1}{l} + \frac{1}{l} + \frac{1}{l\sqrt{2}} + \frac{1}{l\sqrt{2}} + \frac{1}{l\sqrt{3}} \right) = \\ &= kq \left( \frac{\sqrt{2}\sqrt{3} + \sqrt{3} + \sqrt{2}\sqrt{3} + \sqrt{2}\sqrt{3} + \sqrt{3} + \sqrt{3} + \sqrt{2}}{l\sqrt{2}\sqrt{3}} \right) = \\ &= \frac{kq}{l} \left( \frac{3\sqrt{3} + 3\sqrt{6} + \sqrt{2}}{\sqrt{6}} \right) \end{aligned}$$

Все 8 точек разлетаются, одна из них. Энергия  $E \rightarrow \sum E_{ki} = 8 \frac{mv^2}{2} = 4mv^2 = W_{\text{полн}} = \frac{1}{2} \sum q_i \varphi_i = 4q\varphi$   
 $\frac{mv^2}{2} = 4q\varphi = 4q \cdot \frac{kq}{l} \left( \frac{3\sqrt{3} + 3\sqrt{6} + \sqrt{2}}{\sqrt{6}} \right)$   
 $mv^2 = 8q\varphi$

$$v = \sqrt{\frac{8q\varphi}{m}} = \sqrt{\frac{8 \cdot q \cdot kq}{m \cdot l} \left( \frac{3\sqrt{3} + 3\sqrt{6} + \sqrt{2}}{\sqrt{6}} \right)} = 2\sqrt{2} q \cdot \sqrt{\frac{k}{m \cdot l} \left( \frac{3\sqrt{3} + 3\sqrt{6} + \sqrt{2}}{\sqrt{6}} \right)}$$

N3.

 $\frac{h}{h_1}$ 

Сразу на графике видно, что угасание пружины соответствует тому моменту (-ам), когда вода уже в сосуде.

Пусть в какой-то точке  $t$ , объем равен  $V$ , тогда в момент времени  $T$  (34 метрами от начала координат)  $V_{\text{внешн. воды}} = h \cdot S$

масса воды  $m_{\text{вода}} = \rho \cdot V_{\text{вода}} = \rho \cdot h \cdot S$   
 масса стержня  $m_{\text{стержня}} = \rho_{\text{стержня}} \cdot V_{\text{стержня}} = \rho_{\text{стержня}} \cdot (h-h_1) \cdot S$

$$\text{В момент } t \quad V_2 = (h-h_1)S$$

Решение угла наклона касательной к графику в этих точках дает какой-то коэффициент пропорции  $\beta$ , тогда

$$\frac{V_{\text{внешн. воды}}}{T} = \beta = \frac{V}{t} = 0 \quad \frac{(h-h_1)S}{hS} = \frac{t}{T} \quad T = 34 \text{ метрами}$$

Купим какой-то кусок, где там есть уже какой-то кусок, то  
выпукло. 26 километров он рас. отрезка  $\Rightarrow$

$$\frac{h-h_1}{h} = \frac{26}{34}; 1 - \frac{h_1}{h} = \frac{26}{34} \Rightarrow \frac{h_1}{h} = 1 - \frac{26}{34} \approx 0,235 \Rightarrow \frac{h}{h_1} = 4,25$$

Казанский (Приволжский) федеральный университет  
Межрегиональная предметная олимпиада

3

ШИФР

Ф10-88

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА  
участника Олимпиады

по

Русск

(наименование дисциплины)

Фамилия

КОСТЫЛЕВ

Имя

АЛЕКСЕЙ

Отчество

МИХАЙЛОВИЧ

Учебное заведение

Инженерный лицей-интернат  
КНИТУ-КАИ

Класс

10

## Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 10 класс,вариант 1

№ 1

Дано:

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$g = 9,8 \text{ м/с}^2$$

$$mg \ll \kappa L$$

$$\kappa = 100 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$L \leq 1 \text{ м.}$$

Δx = ?

Решение:

3-ая сопр. энергии:

$$mgh = \frac{mv^2}{2}$$

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2gL}$$

$$h = l = L$$

Силы:

$$F_{\text{упр}} - mg = a_y \cdot m$$

$$\kappa \Delta x - mg = \frac{v^2}{L} m$$

$$\kappa \Delta x = m \left( \frac{v^2}{L} - g \right)$$

$$\kappa \Delta x = \frac{m}{\kappa} \left( \frac{v^2}{L} - g \right) = \frac{0,1}{100} \left( \frac{2gL}{L} - g \right) =$$

$$= \frac{0,1}{100} \cdot g = 0,0098 \text{ м}$$

Ответ. 9,8 мм = Δx

№ 2

Дано:

Решение:

M - масса маят.

$$P = m(g + a)$$

R - радиус.

$$mg = m(g' + a)$$

a - центр.

g' - на высоте h

h = ?

$$g' = G \frac{M}{(R+h)^2}$$

$G$  - const. упрств.

$$g = G \frac{M}{(R+h)^2} + a$$

~~$$\frac{g-a}{GM} = \frac{1}{(R+h)^2}$$~~

$$h \frac{g-a}{GM} = \frac{1}{(R+h)^2}$$

$$\sqrt{\frac{GM}{g-a}} - R = h$$

Ответ.  $h = \sqrt{\frac{GM}{g-a}} - R$

№ 5

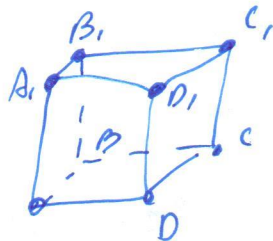
Дано:

$L$  - ребро куба

$m$  - масса.

$U$  - ?

Решение:



и

Возьмем заряд, находящийся в точке  $A_1$ .  
Уже на данный момент имеется потенциальная  $\phi$  с другими 7 шариками.

$$W_p = k \frac{q_1 q_2}{d}$$

$$A_1 D_1 = A_1 B_1 = A_1 A = L$$

$$A_1 C_1 = A_1 D = A_1 B = \sqrt{2} L$$

$$A_1 C = \sqrt{3} L$$

$$W_{уды} = k q^2 \left( \frac{3}{L} + \frac{3}{\sqrt{2} L} + \frac{1}{\sqrt{3} L} \right) =$$

$$= k q^2 \frac{\sqrt{6} \cdot 3 + \sqrt{3} \cdot 3 + \sqrt{2}}{\sqrt{6} \cdot L}$$

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 10 класс,

вариант 1

$$W_{\text{ед}} = Rq^2 \frac{3\sqrt{6} + 3\sqrt{3} + \sqrt{2}}{L\sqrt{6}}$$

За-он сохр. энергии

$$W_{\text{ед}} = \frac{m u^2}{2} \quad - \text{нет.}$$

$$Rq^2 \frac{3\sqrt{6} + 3\sqrt{3} + \sqrt{2}}{m L \sqrt{6}} \cdot 2 = u^2$$

$$u = \frac{\sqrt{(3\sqrt{6} + 3\sqrt{3} + \sqrt{2}) \cdot 2 R \cdot q}}{\sqrt[4]{6} \sqrt{m L}}$$

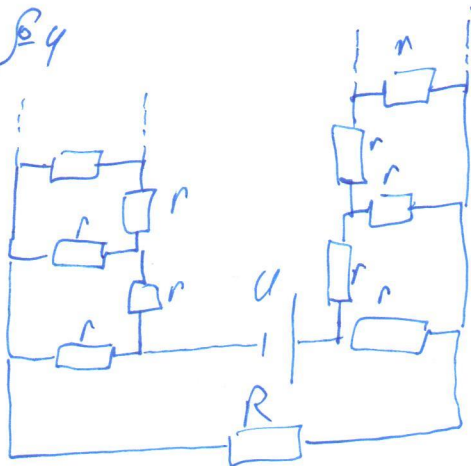
$$W_{\text{полн}} = \frac{1}{2} \sum \varphi_i q_i \quad \left. \begin{array}{l} \text{для системы} \\ \text{зарядов} \end{array} \right\} m u^2 = 94$$

$$E_{\text{кин}} = \sum \frac{m u^2}{2}$$

(15)

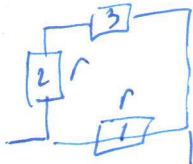
Ответ.  $u = \sqrt{\frac{2R(3\sqrt{6} + 3\sqrt{3} + \sqrt{2})}{m L}} \cdot \frac{q}{\sqrt[4]{6}}$

Б4



Решение:

Рассмотрим маленький участок.



В данном случае 1 и 2 резистор подключены параллельно, а 3 послед с 1 и 2.

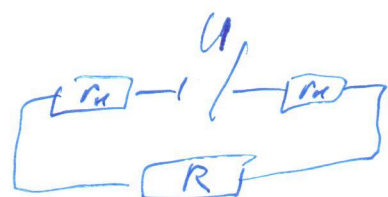
$$\frac{1}{R_0'} = \frac{1}{r} + \frac{1}{r}$$

$$R_0' = \frac{r}{2} \quad R_0 = \frac{r}{2} + r = \frac{3}{2} r$$

Если брать такие участки по симметричности,  
то мы заметим, что они соответствуют к  
значению 1,61 — ?

$$\frac{3}{2}r \rightarrow \frac{8}{5}r \rightarrow \frac{21}{34} \rightarrow \dots \rightarrow (1,61) \quad ? \quad \frac{21}{34} = 0,617647$$

Значит другое сопротивление на этом участ-  
ке  $R_n = R \cdot 1,61$



$$R_{\text{общ}} = R + 3,22R$$

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

$$I = \frac{U}{R + 3,22R}$$

$$\text{Ответ. } I = \frac{U}{R + 3,22R}$$

(3)

№ 3.

$$\frac{h}{h_1} = ?$$

$$\frac{V}{t} = \frac{V_1}{t_1} - a \quad (t_1 \neq 1)$$

$$a = -0,01838 \frac{m}{s^2}$$

$$V = 8h$$

$$h' = \frac{\left(\frac{h_1}{t_1}\right)^2 - \left(\frac{h}{t}\right)^2}{2a} \Rightarrow \frac{h}{t} = 0$$

$$h' = 48$$

$$h = 55,74$$

$$h_1 = 8,745$$

$$\frac{h}{h_1} = 7,196$$

$$\text{Ответ. } 7,196.$$

Казанский (Приволжский) федеральный университет  
Межрегиональная предметная олимпиада

3

ШИФР

ф10-10

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА  
участника Олимпиады

ПО

физике

(наименование дисциплины)

Фамилия

Ш А М С У Т А И Н О В

Имя

А Л Ь Б Е Р Т

Отчество

И А Р А Т О В И Ч

Учебное заведение

ОШ «Н-ицея КРЗ»

Класс

10

## Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике », 10 класс,вариант 1Задача 51

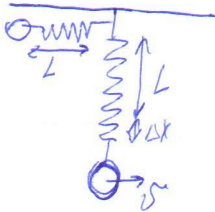
$m = 0,1 \text{ кг}$

$k = 100 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$

$L = 5 \text{ м}$

$mg \ll kL$

$\Delta x ?$

Запишем ЗСЭ для шарика  
с пружиной.~~Шарик~~ ~~шарик~~

$$mg(L + \Delta x) = \frac{m\dot{x}^2}{2} + \frac{k\Delta x^2}{2}$$

| 1 | 2  | 3 | 4  | 5 | $\Sigma$ |
|---|----|---|----|---|----------|
| 9 | 16 | 3 | 22 | 2 | 50       |

Шарик рождается ро точки равновесия, приобретает какую-то

скорость и ужимает пружину. В ~~точке равновесия~~, если мы  
перебрани в кинематическую систему отсчета, то возникнет  
центростремительная сила, которая действует на шарик, тем самым  
ужимая пружину.  $mg \ll kL$ , значит весом в нижней точке мы  
можем пренебречь.

$$F_{\text{ц.с.}} = k\Delta x$$

$$m\dot{x}^2 = ma_{\text{ц.с.}} = k\Delta x$$

$$\frac{m\dot{x}^2}{(L + \Delta x)} - k\Delta x = 0 \Rightarrow \dot{x}^2 = \frac{k\Delta x(L + \Delta x)}{m}$$

X

С другой стороны

$$k\Delta x^2 + m\dot{x}^2 = 2mgL + 2mg\Delta x$$

$$k\Delta x^2 + k\Delta x(L + \Delta x) - 2mg\Delta x - 2mgL = 0$$

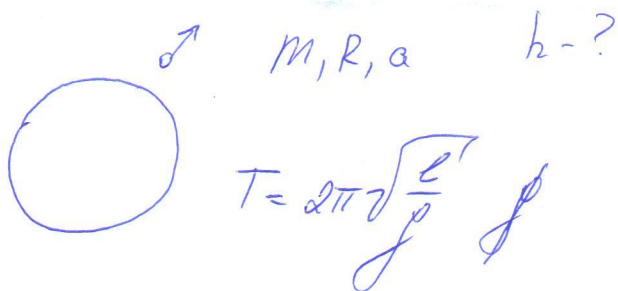
$$k\Delta x^2 + k\Delta x L + k\Delta x^2 - 2mg\Delta x - 2mgL = 0$$

$$2k\Delta x^2 + \Delta x(kL - 2mg) - 2mgL = 0$$

Решим квадратное относительно  $\Delta x$ , получаем

$$\Delta x = 0,0196 \text{ м} = 1,96 \text{ см} \quad \text{Ответ: } 1,96 \text{ см}$$

Задача №2

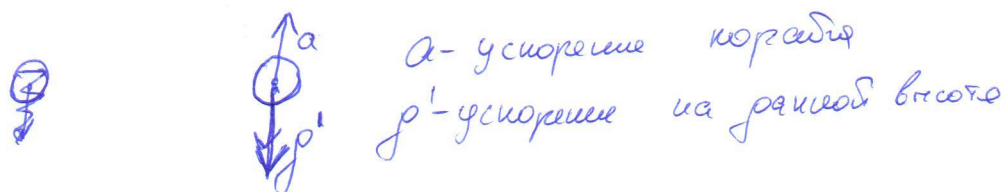


ускорение свободного падения на поверхности:  $g_n = \frac{GM}{R^2}$

на высоте:  $g_h = \frac{GM}{(R+h)^2}$

$$T_n = 2\pi \sqrt{\frac{l}{\frac{GM}{R^2}}} = 2\pi R \sqrt{\frac{l}{GM}}$$

Теперь рассмотрим шарики:



На неподвижном корабле  $a=0$   $g'=g$ , когда корабль ускоряется

$a = \text{const}$ ,  $g'$  уменьшается пропорционально квадрату расстояния, тогда при условии того, что период шара маятника на высоте и на поверхности равен, реализуется условие:

$$g' + a = g$$

$$\frac{GM}{(R+h)^2} + a = \frac{GM}{R^2}$$

$$\frac{GM}{(R+h)^2} = \frac{GM - aR^2}{R^2}$$

$$\frac{(R+h)^2}{GM} = \frac{GM - aR^2}{GM - aR^2} \Rightarrow$$

$$R+h = \sqrt{\frac{GM R^2}{GM - aR^2}}$$

$$h = R \cdot \sqrt{\frac{GM}{GM - aR^2}} - R$$

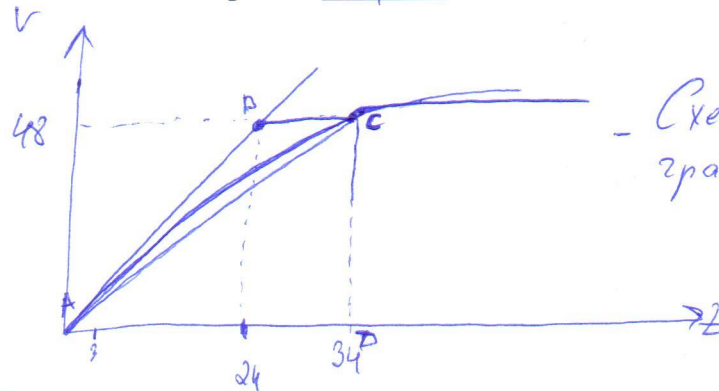
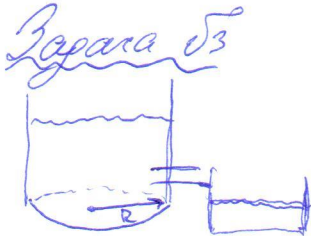
Ответ:  $h = R \cdot \sqrt{\frac{GM}{GM - aR^2}} - R$

76

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике », 10 класс,

вариант 1



Схематический рисунок  
графика

Зависимость  $V$  от  $t$  будет выглядеть как гипербола. АВ - асимптота, тогда объем вытесненной воды примерно равен

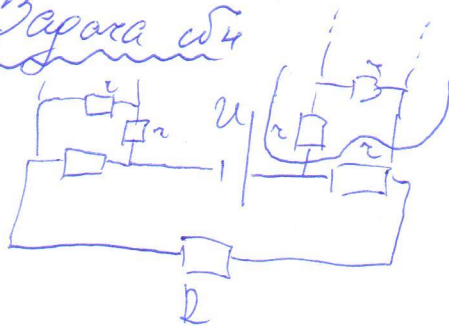
$$S_{ABO} \cdot S_{ATC} = S_{ABCD} - S_{ADC}$$

$$BC = 10, AD = \sqrt{24^2 + 48^2} = 24\sqrt{5}, AC = 2\sqrt{865}$$

$$p = \frac{10 + 24\sqrt{5} + 2\sqrt{865}}{2}; p = 240. S_{ABCD} = 1056 - \text{весь объем воды в цилиндре}$$

$$V_0 = \pi R^2 \cdot h_0 \Rightarrow \frac{h_0}{h_1} = \frac{V_0}{V_1} = \frac{1056}{1056 \cdot 240} = 4,4 \text{ Ответ: } 4,4 = \frac{h_0}{h_1}$$

Задача Б4



конфиг А одно звено  
конфиг Б:



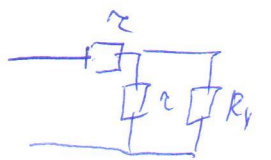
Преобразуем цепь:



$R_x$  - какое-то сопротивление останется чет. Так как нам ит убрать одно звено из бесконечной, то ничего не изменилось.

тогда

можно записать, что



$$\frac{R_y \cdot r}{R_y + r} + r = R_x \quad (\infty + 1 = \infty)$$

$$\frac{R_x r}{R_y + r} = R_y - r$$

$$R_x r = (R_y - r)(R_y + r)$$

$$R_x r = R_y^2 - r^2$$

$$R_x^2 - R_y r - r^2 = 0$$

$$R_y = \frac{r \pm \sqrt{r^2 + 4R_x r}}{2} = \frac{r + \sqrt{5}r}{2} = \frac{r(\sqrt{5} + 1)}{2}$$

Полученная цепь эквивалентна параллельно с резистором  $r$ .

$$R_{\text{общ}} = \frac{\frac{(\sqrt{5}r + r) \cdot r}{2}}{\frac{\sqrt{5}r + r}{2} + r} = r \cdot \frac{(\sqrt{5} + 1)}{(\sqrt{5} + 3)} = r \cdot \frac{\sqrt{5} - 1}{2} \quad (4)$$

$$R_{\text{общ}} = r \frac{\sqrt{5} - 1}{2} + r \frac{\sqrt{5} + 1}{2} + R = r(\sqrt{5} - 1) + R$$

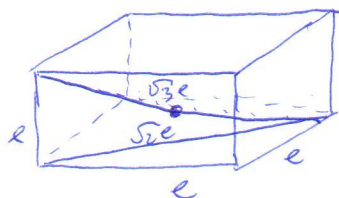
Так как все резисторы в контуре соединены последовательно, то

$$I_1 = I_R = I_2 \quad I_R = \frac{U}{R_{\text{общ}}} = \frac{U}{r(\sqrt{5} - 1) + R} \quad (22)$$

Задача 55

зачем!

Давать все заряд оставили в одной точке,



так как куб симметричен, эта точка будет совпадать с центром куба.

$$F = k \frac{q_1 q_2}{e^2} = k \frac{q^2}{e^2} \quad \text{Так как оставили одну}$$

бусинку в углу. Если мы ее отпустим, она будет двигаться с

максимальной скоростью по окружности  $R = \frac{\sqrt{3}}{2}e$  (расстояние от центра до вершин куба)

$$k \frac{q^2}{e^2} = m \frac{v^2}{R}$$

$$\frac{kq^2}{e^2} = \frac{mv^2}{\frac{\sqrt{3}}{2}e} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{\sqrt{3}kq^2}{2me}}$$

$$\text{Ответ: } v = \sqrt{\frac{\sqrt{3}kq^2}{2me}} \quad (5)$$

это сила

это.

отсюда тут!

Казанский (Приволжский) федеральный университет  
Межрегиональная предметная олимпиада

3

ШИФР

Р10-64

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА  
участника Олимпиады

ПО

Физике

(наименование дисциплины)

Фамилия

А К С Е Н О В

Имя

П А В Е Л

Отчество

Н И К О Л А Е В И Ч

Учебное заведение

УБОУ РМЭ "Политехнический  
лицей - интернат"

Класс

10



2) Дано:  $M, R, a$  | Решение:  
 Найти:  $h$ ? |  $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{R}{g}}$  — на пов-ти зем. шара  
 $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{R}{a+g_1}}$  — на некоторой высоте  $h$  над поверхностью.

По условию:  $T_1 = T_2$

$$2\pi \sqrt{\frac{R}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{R}{a+g_1}}$$



$$g = a + g_1$$

$$\frac{GM}{R^2} = a + \frac{GM}{(R+h)^2} \quad | \cdot R^2(R+h)^2$$

$$F_{пр} = \frac{GMm}{R^2} \quad | \cdot m$$

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

$$g_1 = \frac{GM}{(R+h)^2} \quad +$$

$$GM R^2 + 2GM R h + GM h^2 = a R^4 + 2R^3 h + a R^2 h^2 + GM R^2$$

$$h^2 (GM - a R^2) + 2R h (GM - a R^2) - a R^4 = 0$$

$$D = 4R^2 (GM - a R^2)^2 + 4a R^4 (GM - a R^2) =$$

$$= 4R^2 (GM - a R^2) (GM - a R^2 + a R^2) = 4R^2 GM (GM - a R^2)$$

$$h = \frac{-2R (GM - a R^2) \pm 2R \sqrt{GM (GM - a R^2)}}{2 (GM - a R^2)} = -R + \frac{R \sqrt{GM}}{\sqrt{GM - a R^2}} =$$

$$= R \left( \frac{\sqrt{GM}}{\sqrt{GM - a R^2}} - 1 \right)$$

2-ой корень не удов-ет поскольку меньше нуля.

Ответ:  $h = R \left( \frac{\sqrt{GM}}{\sqrt{GM - a R^2}} - 1 \right)$

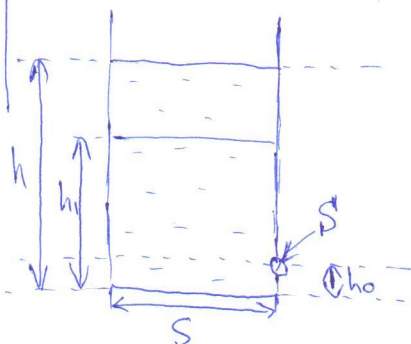
16

3) Дано: | Решение:

$$h, h_1$$

Найти:

$$\frac{h}{h_1}?$$



$$V = S \cdot h \Rightarrow \frac{h}{h_1} = \frac{V}{V_1} \Rightarrow V = V_1 + V_{\text{выт}}$$

$$V_{\text{выт}} = S l = (h - h_1) S = v t$$

Воспользуемся методом касательных

Рхсть единичный отрезок  $V_y = t_y$   
 $t_x = 1 \cdot x$

Тогда, т.к.  $V_{\text{выт}} = v \cdot t$ , то  $v = \frac{V_{\text{выт}}}{t}$

В нач. момент времени ( $t=0$ )  $v_n = \frac{V_n}{t_n} = \frac{4y}{2x} = 2y/x$

## Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « Физике », 10 класс,

вариант \_\_\_\_\_

В конечн. момент времени ( $t=33x$ )  $v_k = \frac{v_x}{t_k} = \frac{y}{x} = 1 \frac{y}{x}$

Заметим, что за время  $t=33x$  скорость вытекающей воды уменьшилась в два раза. Следовательно, давление гидростатическое давление воды также уменьшилось в два раза:

$$\left. \begin{aligned} p_k &= \rho g (h - h_0) \\ p_k &= \rho g (h_1 - h_0) \\ p_k &= 2p_k \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} h - h_0 &= 2(h_1 - h_0) \\ h - h_0 &= 2h_1 - 2h_0 \\ h &= 2h_1 - h_0 \end{aligned}$$

Пренебрегая  $h_0$  (по условию высота отверстия находится вблизи дна, т.е. можно предположить, что  $h_0 \rightarrow 0$ ),

получим приблизительно (с погрешностью) отношение  $h$  и  $h_1$ :

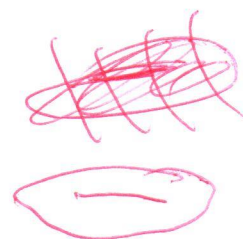
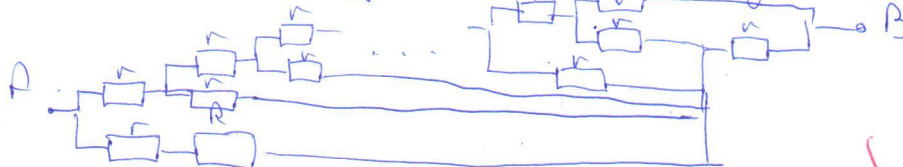
$$\frac{h}{h_1} = \frac{2h_1 - h_0}{h_1} = \frac{2h_1}{h_1} = 2.$$

Ответ:  $\frac{h}{h_1} \approx 2.$

4. Найти:  
 $Y$ -?

Решение:

Эквив. схема будет. вывед. след. образом.



Казанский (Приволжский) федеральный университет  
Межрегиональная предметная олимпиада

3

ШИФР

ф10-16

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА  
участника Олимпиады

ПО физике

(наименование дисциплины)

Фамилия

ФАТИХОВА

Имя

АМИНА

Отчество

ВЛАДИМИРОВНА

Учебное заведение

ГАОУ „Алтай Инновации“

Класс

10 А

## Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике»

», 10 класс,

вариант

1

| 1  | 2  | 3  | 4 | 5 | Σ  |
|----|----|----|---|---|----|
| 13 | 16 | 14 | 1 | - | 44 |

N1

Дано:

$m, \alpha = 90^\circ$

$L, k$

$mg \ll kL$

$k = 100 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$

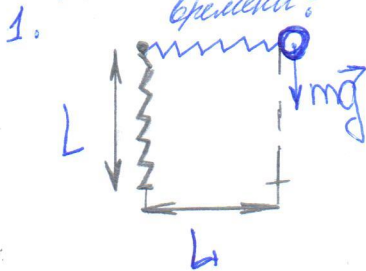
$m = 0,1 \text{ кг}$

$L = 1 \text{ м}$

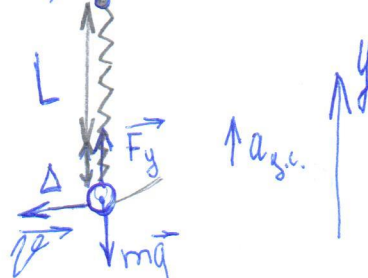
$\Delta = ?$

Решение:

Начальный момент времени:



2. Момент прохождения положения равновесия:



$$E = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow \text{из (1) и (2)} \Rightarrow v = \sqrt{2gL}$$

• при прохождении положения равновесия:

$$a_{\text{ус}} = \frac{v^2}{L + \Delta} = \frac{2gL}{L + \Delta}$$

и

$$F_y - mg = ma_{\text{ус}} \Rightarrow k\Delta - mg = \frac{m \cdot 2gL}{L + \Delta}; | \cdot (L + \Delta)$$

$$\text{получим: } k\Delta L + k\Delta^2 - mgL - mg\Delta = m \cdot 2gL$$

$$k\Delta^2 + \Delta \cdot (kL - mg) - 3mgL = 0$$

т.к. по условию  $mg \ll kL$ , получим:

$$k\Delta^2 + \Delta kL - 3mgL = 0$$

$$D = k^2 L^2 + 4 \cdot 3 k m g L = k L \cdot (k L + 12 m g) \approx k^2 L^2 \Rightarrow \sqrt{D} = k L$$

$$\Delta = \frac{-kL + \sqrt{kL \cdot (kL + 12mg)}}{2k} = \frac{\sqrt{kL \cdot (kL + 12mg)}}{4k} \cdot \frac{L}{2}$$

$$D = (kL - mg)^2 + 12mgkL \cdot kL = k^2 L^2 - 2$$

$$D = (kL - mg)^2 + 12mgkL;$$

$$\Delta = \frac{mg - kL + \sqrt{(kL - mg)^2 + 12mgkL}}{2k}; (2)$$

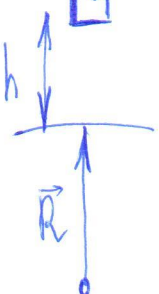
Учитывая то, что по упр.  $mg \ll kL$ , найдем:

$$\Delta = \sqrt{\frac{KL(KL + 12mg)}{4k^2}} - \frac{L}{2} = \sqrt{\frac{L(KL + 12mg)}{4k}} - \frac{L}{2};$$

$$\Delta = \sqrt{\frac{1M(100H + 1,2 \cdot 9,8H)N}{4 \cdot 100H}} - \frac{1M}{2} \approx 0,0286M = 28,6\text{ мм}$$

Ответ:  $\Delta = 28,6\text{ мм}$

N2.

Дано:  $M, R, a;$   
 $h = ?$   
 Решение:  
 Рассмотрим положение, в котором ракета неподвижно стоит на поверхности: (1); а также ситуацию на высоте  $h$ :  
 ①   $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{e}{g_1}}$  (1) высоте  $h$ :  
 $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{e}{g_2}}$  (2)  
 итовое ускоре-  
 ние в первом случае:  втором случае:

$$g_1 = g$$

$$F_{T1} = \frac{GMm}{R^2} = mg$$

$$F_{T2} = \frac{GMm}{(R+h)^2} = mg_h$$

$$g_2 = g_h + a$$

$$g_1 = \frac{MG}{R^2}$$

$$g_h = \frac{MG}{(R+h)^2} \Rightarrow g_2 = \frac{MG}{(R+h)^2} + a$$

т.к. по условию  $T_1 = T_2 \Rightarrow g_1 = g_2$ ; имеем уравнение:

$$\frac{GM}{R^2} = \frac{MG}{(R+h)^2} + a \Rightarrow \frac{GM - aR^2}{R^2} = \frac{MG}{(R+h)^2} \Rightarrow (R+h)^2 = \frac{R^2 MG}{GM - aR^2}$$

$$R+h = \frac{R\sqrt{MG}}{\sqrt{MG - aR^2}} \Rightarrow h = \frac{R\sqrt{MG}}{\sqrt{MG - aR^2}} - R$$

Ответ:  $h = \frac{R\sqrt{MG}}{\sqrt{MG - aR^2}} - R;$

16

## Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике », 10 класс,  
 вариант 1

N3:

Дано:

$$(t - t_1)h$$

$$\frac{h}{h_1} - ?$$

Решение:

• Исследуем график:

время вытекания (общее):  $t_1 = 34$  у.е.общий вытекший объём:  $V = 48$  у.е.

• Заметим, что зависимость  $V(t)$  не линейна, ведь с изменением столба жидкости меняется давление, а тогда и скорость вытекания (данной процесс связывает уравнение Бернулли)

$$p_A + \rho g h + \frac{\rho v_1^2}{2} = p_A + \rho g h_1 + \frac{\rho v_2^2}{2}; \text{ где } p_1 = p_2 = p_A \text{ (т.к. сосуд открыт)}$$

$$\text{(где } p_2 = p_A + \rho g h_1)$$

$$V = S \cdot (h - h_1), \quad V = 48 \text{ у.е.} \Rightarrow S = \frac{48}{h - h_1}$$

$$V_1 = S h \quad V_2 = S h_1$$

• Предположим исследуем:

$$V' = 6 \text{ у.е.}, t' = 3 \text{ у.е.}; V'' = 6 \text{ у.е.}, t'' = 6 \text{ у.е.}$$

(начало процесса)

$$v_1' = \frac{R}{t'} = \frac{R \cdot S}{t'} = \frac{V'}{t' \cdot S} \approx v_1' = \frac{V_1' (h - h_1)}{t' \cdot 48} = \frac{h - h_1}{24}$$

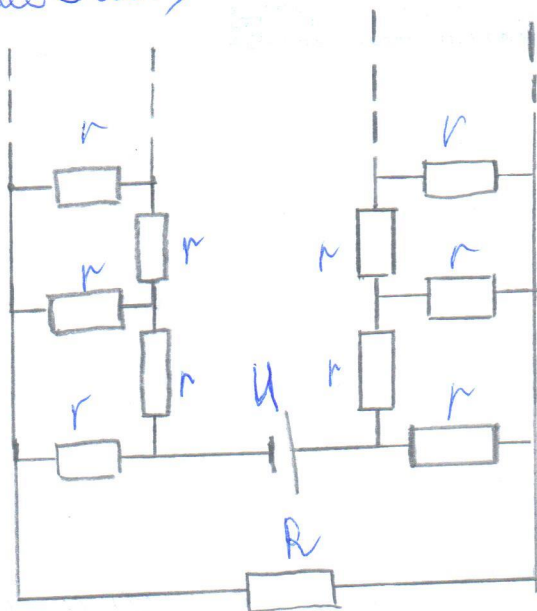
$$v_2'' = \frac{V''}{t'' S} = \frac{6 (h - h_1)}{6 \cdot 48} = \frac{(h - h_1)}{48} \approx v_2'' \Rightarrow v_1' = 2 v_2''$$

$$\text{из (1): } \rho g h + \frac{\rho v_1'^2}{2} = 2 \rho g h_1 + \frac{\rho v_2''^2}{2}$$

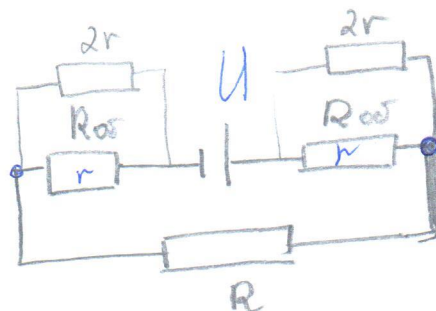
$$gh - 2gh_1 = \frac{v_1'^2}{2} \cdot (1 - 4)$$

$$\frac{3v_1'^2}{2} = g(2h_1 - h) \Rightarrow \frac{3(h - h_1)^2}{2 \cdot 48^2} = g(2h_1 - h)$$

N4. (аналоговое)



P



$$R_{\text{сум}} = R + 3,12r;$$

$$I_{\text{сум}} = \frac{U}{R_{\text{сум}}} = \frac{U}{R + 3,12r};$$

1