

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

2

ШИФР

Ф10-87

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

ПО

физике

(наименование дисциплины)

Фамилия

И В Е Н С Е И

Имя

М И Х А И Л

Отчество

М И Х А Й Л О В И Ч

Учебное заведение

МАДУ Лицей №7

Класс

10

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике »

10 класс,

вариант

№1

Дано

$$mg \ll kL$$

$$k = 100 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$L = 1 \text{ м}$$

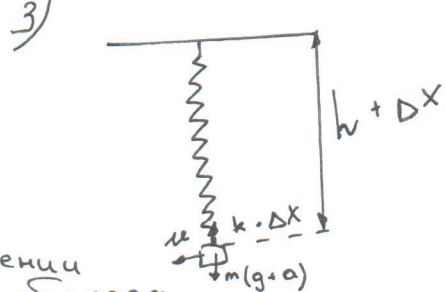
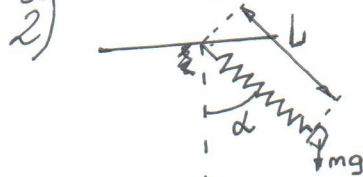
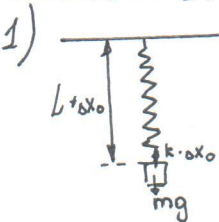
$$m = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$g_2 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Найти

 Δx - ?Решение: Сразу обговорю, т.к. g не указан, то я рассматриваю его оба значения: $g_1 = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, $g_2 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ 

Заметим, что пружину при отклонении не деформируют, значит она не обладает потенциальной энергией. Тогда энергия в момент отпущения пружины равна mgh .

В момент, когда пружину фотографируют груз обладает скоростью, а пружина деформирована. Значит в этот момент времени энергия равна $mg(h - L - \Delta x) + \frac{mv^2}{2} + \frac{k(\Delta x)^2}{2}$. Мы знаем, что механическая

энергия сохраняется:

$$E_0 = E_1$$

$$E_0 = mgh$$

$$E_1 = mg(h - (L + \Delta x)) + \frac{mv^2}{2} + \frac{k(\Delta x)^2}{2}$$

Теперь распишем II-ой з. Ньютона для картинке №3:

$$mg + ma = k\Delta x, a = \frac{v^2}{R}, R = L + \Delta x \Rightarrow v^2 = \left(\frac{k\Delta x}{m} - g\right)(L + \Delta x)$$

Тогда:

$$mgh + mg\Delta x = \frac{m\left(\frac{k\Delta x}{m} - g\right)(L + \Delta x)}{2} + \frac{k\Delta x^2}{2} \Leftrightarrow \Delta x^2(2k) + \Delta x(Lk - 3mg) - 3mgL = 0$$

$$D = (Lk - 3mg)^2 + 4 \cdot 2k \cdot 3mgL \Rightarrow \Delta x = \frac{3mg - Lk \pm \sqrt{(Lk - 3mg)^2 + 24mgLk}}{4k} = 0,02917 \text{ м или}$$

$$-0,51417 \text{ м (т.к. } \Delta x \geq 0 \text{, то второй корень не подходит по условию)}$$

$$\Delta x = 29,2 \text{ мм, при } g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}. \text{ Если же } g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}, \text{ то } \Delta x = 28,6 \text{ мм}$$

Заметим, что сразу «не деформируя отклонили» можно понимать в двух

трактовах:

1) Пружина вообще не деформируется, значит имеет длину L (этот случай я уже разобрал выше)2) Пружина в состоянии покоя имела длину $L + \Delta x_0$ и её не деформируют, тогда её длина на картинке 2 равна $L + \Delta x_0$

Рассмотрим теперь второй случай:

$$E_0 = mgh + \frac{k\Delta x_0^2}{2}$$

$$E_1 = mgh - mg(L + \Delta x) + \frac{mv^2}{2} + \frac{k\Delta x^2}{2}$$

$$1) mg = k \cdot \Delta x_0 \Rightarrow \Delta x_0 = \frac{mg}{k} \quad 2) m(g + a) = k\Delta x \Rightarrow v^2 = \left(\frac{k\Delta x}{m} - g\right)(L + \Delta x)$$

$$\Delta x^2(k \cdot 2) + \Delta x(Lk - 3mg) - \left(mg\left(3L + \frac{mg}{k}\right)\right) = 0$$

$$D = (lk - 3mg)^2 + 8 \frac{k}{g} mg (3l + \frac{mg}{k})$$

$$\Delta x = \frac{3mg - lk \pm \sqrt{(lk - 3mg)^2 + 8 \frac{k}{g} mg (3l + \frac{mg}{k})}}{2k} = 0,002926 \cdot 10 \text{ м или } -0,51426 \text{ м}$$

Опять же $\Delta x \geq 0 \Rightarrow$ второй корень не подходит.

Тогда

$$\Delta x = 29,3 \text{ мм, при } g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \quad \text{и} \quad \Delta x = 28,7 \text{ мм, при } g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Ответ: Если в положении ~~равновесия~~ отклонение пружина не деформирована относительно самой себя, т.е. её длина равна l , то удлинение равно: $\Delta x = 29,2 \text{ мм}$, при $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ или $\Delta x = 28,6 \text{ мм}$, при $g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Если же в положении отклонения длина пружины больше чем l , т.е. она не деформирована относительно положения равновесия с грузом, то удлинение равно:

$$\Delta x = 29,3 \text{ мм, при } g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \quad \text{и} \quad \Delta x = 28,7 \text{ мм, при } g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

№ 2
Дано
 M, R, a

Найти
 h ?

Решение

Заметим, что период колебаний математического маятника зависит только от длины нити и ускорения, которое действует на груз.

Т.к. длина $= \text{const}$, то периоды колебаний будут равны, если равно ускорение действующее на груз: $g_0 = a_n$

Заметим, что ракета, как лифт, если она взлетает с ускорением a , то груз тянет вниз ускорение a . Тогда:

$$g_0 = G \frac{M}{R^2} \quad a_n = a + G \frac{M}{(R+h)^2}$$

$$g_0 = a_n \Rightarrow \frac{GM}{R^2} - a = \frac{GM}{(R+h)^2} \Rightarrow \frac{1}{R+h} = \sqrt{\frac{1}{R^2} - \frac{a}{GM}} \Rightarrow h = R \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{aR^2}{GM}}} - 1 \right)$$

$$(R+h)^2 = \frac{R^2}{GM - aR^2} \cdot GM \Rightarrow h = R \left(\sqrt{\frac{GM}{GM - aR^2}} - 1 \right) \quad \text{так!}$$

Ответ: $h = R \left(1 + \sqrt{\frac{GM}{GM - aR^2}} \right)$, где G - гравитационная постоянная

№ 3
Дано
 $h, t=0$
 $h_1, t=\infty$

Найти
 $\frac{h}{h_1}$?

Решение

Заметим, что t_g угла наклона это отклонение $\frac{V}{t}$, т.е. объёмная скорость, будем обозначать её v_v . Также заметим, что t_g угла наклона в начальный момент в 2 раза больше, чем в конечный: $t_{g0} = 2t_{g1}$

Заметим, что, т.к. сосуд является открытым, то на столб воды действует атмосферное давление. Значит давление действующее на отверстие всегда равно $\rho g h_x$, где h_x - высота столба воды в момент x , в который мы и замеряем давление.

Заметим также, что скорость вытекания зависит только от высоты столба жидкости, т.к. $\rho = \text{const}$, $g = \text{const}$, $S_{\text{отвер}} = \text{const}$. Тогда:

$$v_{v0} = k \cdot h_0 = \frac{h_0 \cdot S_{\text{сосуда}}}{t_{\text{вытек0}}}; \quad v_{v1} = k \cdot h_1 = \frac{h_1 \cdot S_{\text{сосуда}}}{t_{\text{вытек1}}}$$

Из формул выше видно, что если бы на отверстие постоянно действовало давление равное давлению при $t=0$, то $t_{\text{вытекания}}$ воды из сосуда всегда было бы постоянным, для любых столбов жидкости. Тогда: $t_{\text{вытек0}} = t_{\text{вытек1}}$

$$\begin{aligned} v_{v0} &= t_{g0} & v_{v0} \cdot t_{\text{вытек}} &= h_0 \cdot S_{\text{сосуда}} \\ v_{v1} &= t_{g1} & v_{v1} \cdot t_{\text{вытек}} &= h_1 \cdot S_{\text{сосуда}} \end{aligned} \Rightarrow \frac{v_{v0}}{v_{v1}} = \frac{h_0}{h_1} = \frac{t_{g0}}{t_{g1}} = 2$$

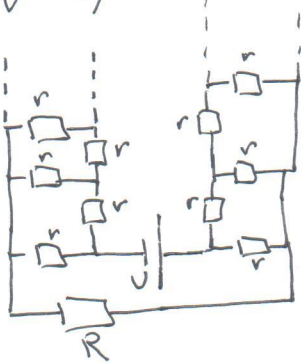
$$\text{Ответ: } \frac{h_0}{h_1} \approx 2$$

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике », 10 класс,

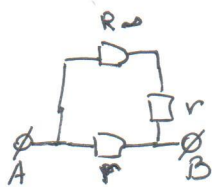
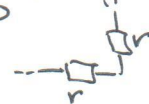
вариант _____

№4



Рассмотрим, чему равно сопротивление бесконечной цепочки данной в задаче:

Обозначим его за R_∞ . Заметим, что т.к. цепь бесконечная то выкинув один элемент цепочки её сопротивление не изменится. Причём тут несложно видеть, что этот элемент это

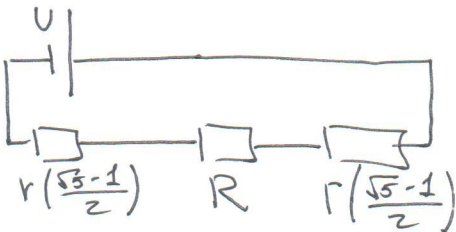


$$R_{AB} = R_\infty = \frac{r(R_\infty + r)}{2r + R_\infty} \Rightarrow R_\infty^2 + 2rR_\infty = rR_\infty - r^2$$

$$R_\infty + rR_\infty - r^2 = 0 \quad D = r^2 + 4r^2 = 5r^2 \Rightarrow R_\infty = \frac{-r \pm \sqrt{5} \cdot r}{2}, \text{ т.к. } R_\infty > 0, \text{ то}$$

$$R_\infty = r \left(\frac{\sqrt{5} - 1}{2} \right)$$

Заметим, что цепочки слева и справа одинаковы, т.е. их сопротивления равны. Тогда общая схема, после преобразования выглядит так:



$$\text{Тогда } I_R = I_{\text{общ}} = \frac{U}{R_{\text{общ}}} = \frac{U}{2 \cdot r \left(\frac{\sqrt{5} - 1}{2} \right) + R}$$

$$I_R = \frac{U}{r(\sqrt{5} - 1) + R}$$

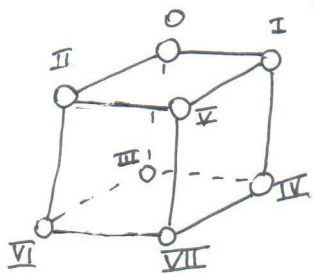
$$\text{Ответ: } I_R = \frac{U}{r(\sqrt{5} - 1) + R}$$

22

№5

что такое потенциальная энергия отн. центра. В центре энергия = 0?

Рассмотрим какой потенциальной энергией обладает каждая из бусинок относительно центра: заметим, что относительно центра все бусинки симметричны и одинаково груз на груза влияют, тогда их энергии в момент $t=0$ равны:



энергия $\propto \frac{1}{r^2}$

$$E_{\text{ц}} = \left(\frac{q^2}{e^2} + \frac{q^2}{e^2} + \frac{q^2}{(\sqrt{2}e)^2} + \frac{q^2}{2e^2} + \frac{q^2}{e^2} + \frac{q^2}{3e^2} + \frac{q^2}{2e^2} \right) \cdot \frac{1}{4\pi \cdot \epsilon_0}$$

$$E_{\text{ц}} = \sqrt{\left(\frac{e}{2} \right)^2 + \left(\frac{e}{2} \right)^2 + \left(\frac{e}{2} \right)^2} = e \cdot \sqrt{\frac{3}{4}} \text{ — это } E_0?$$

$$\text{Тогда: } \frac{m v^2}{2} = E_0 = e \cdot \sqrt{\frac{3}{4}} \cdot \frac{q^2}{e^2} \cdot \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \cdot \left(1 + 1 + 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} \right)$$

$$v^2 = 2 \frac{q^2}{e} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{29}{6m} \Rightarrow v = q \sqrt{\frac{29\sqrt{3}}{4\pi \epsilon_0 \cdot 6 \cdot m}}$$

$$\text{Ответ: } v = q \sqrt{\frac{29\sqrt{3}}{24\pi \epsilon_0 m}}, \text{ где } \pi - \text{число } \pi, \text{ а } \epsilon_0 - \text{диэлектрическая проницаемость вакуума}$$

нет такой проницаемости

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

2

ШИФР	Ф10-9
------	-------

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по ФИЗИКЕ
(наименование дисциплины)

Фамилия ИГНАШИН

Имя ИГОРЬ

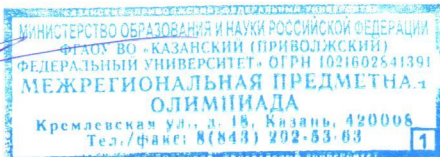
Отчество НИКОЛАЕВИЧ

Учебное заведение МОУ лицей №145

Класс 10

Итоговый балл 63

(подпись председателя жюри)



Шифр

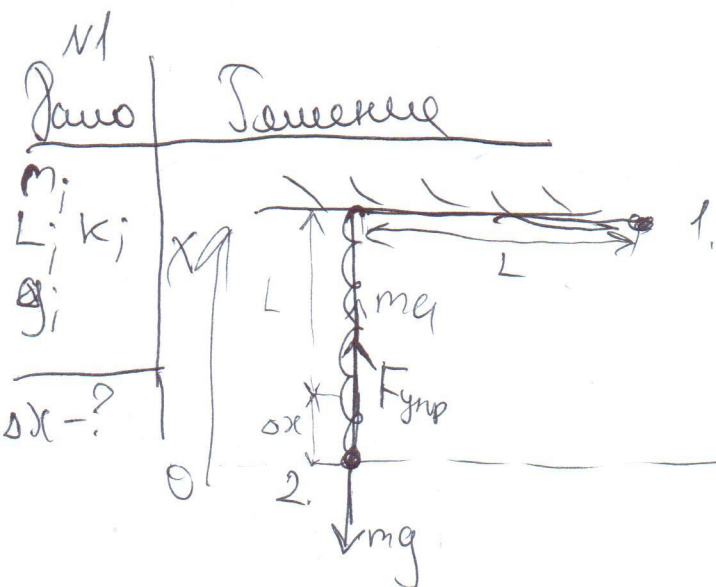
Ф10-9

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « ФИЗИКЕ », 10 класс,вариант 1

1	2	3	4	5	Σ
13	15	22	3	10	53
13					263 763



$$\vec{m}\vec{a}_{\text{ц.с.}} + \vec{F}_{\text{уп}} + \vec{m}\vec{g} = 0$$

$$Ox: m a_{\text{ц.с.}} = F_{\text{уп}} - mg$$

$$m a_{\text{ц.с.}} = kx - mg$$

$$a_{\text{ц.с.}} = \frac{v^2}{L + \Delta x}$$

$$a_{\text{ц.с.}}(L + \Delta x) = v^2$$

$$\frac{m a_{\text{ц.с.}}(L + \Delta x)}{2} = \frac{mv^2}{2}$$

$$E_1 = E_2 \quad E_{\text{п1}} + E_{\text{к1}} = E_{\text{п2}} + E_{\text{к2}}$$

$$E_{\text{п1}} + 0 = E_{\text{п2}} + E_{\text{к2}}$$

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

$$mg(L + \Delta x) = \frac{k \Delta x^2}{2} + \frac{m a_{\text{ц.с.}}(L + \Delta x)}{2}$$

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

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

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

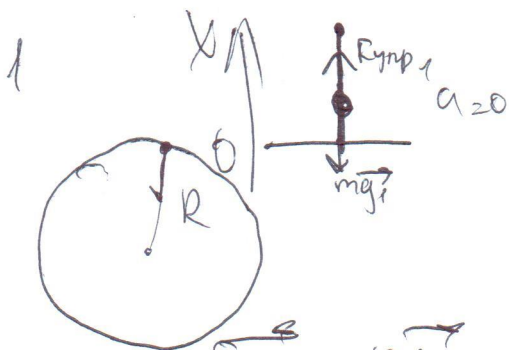
$$\Delta x = \frac{3mg - kL \pm \sqrt{(kL - 3mg)^2 + 24kmgL}}{2k} = \frac{-97 \pm \sqrt{11809}}{200} \approx \frac{-97 + 108.8}{200}$$

$$\Delta x = \frac{-97 + 108.8}{200} = 0.0584 = 5.8 \text{ см}$$

№2
Задача

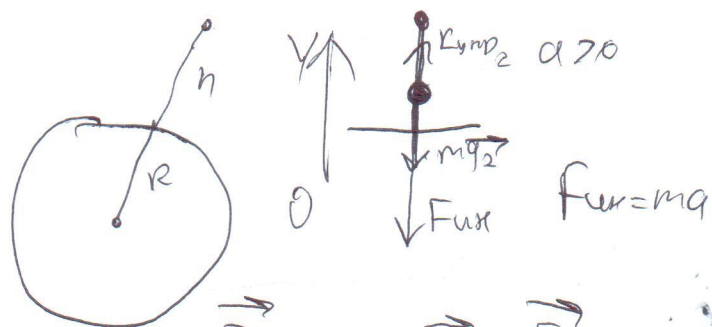
Условие

M, R
 a, L, G
 $T_1 = T_2$
 $h = ?$



$$\vec{F}_{gyr1} + m\vec{g}_1 = 0$$

$$\text{ОХ: } F_{gyr1} = mg_1$$



$$\vec{F}_{gyr2} + m\vec{g}_2 + \vec{F}_{uk} = 0$$

$$\text{ОХ: } F_{gyr2} = mg_2 + F_{uk}$$

F_{gyr} - определяем, какая сила mantiene движение на мат. точке.

$$F_T = G \cdot \frac{M \cdot m}{R^2}$$

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

$$T_1 = T_2$$

$$2\pi\sqrt{\frac{L}{g_1}} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g_2}}$$

$$a_1 = a_2$$

$$F_{gyr1} = F_{gyr2}$$

$$mg_1 = mg_2 + mg$$

$$g_1 = \frac{GM}{R^2} \quad g_2 = \frac{GM}{(R+h)^2}$$

$$\frac{GM}{R^2} \equiv \frac{GM}{(R+h)^2} \neq mg$$

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

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

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

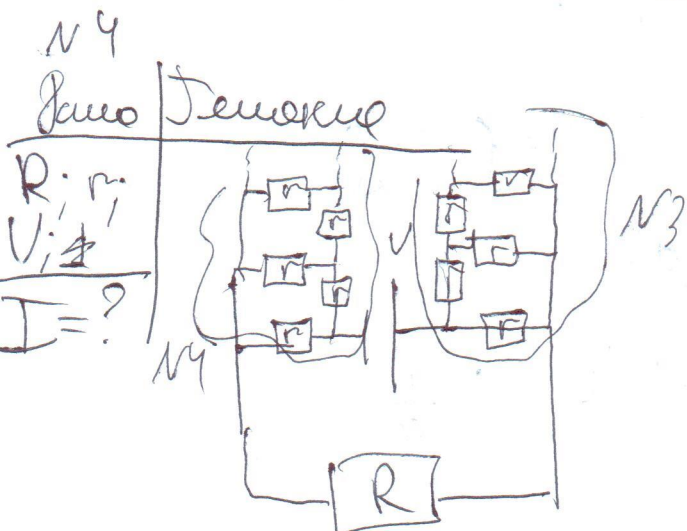
$$h = \sqrt{\frac{GM R^2}{GM - R^2 mg}} - R$$

15

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « Физике », _____ класс,

вариант 1



Рассмотрим последний участок бесконечной цепи:



Найдем R_1 - участка №1

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{r} + \frac{1}{2r} \quad R_1 = \frac{2}{3}r$$

Найдем R_2 - участка №2

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{\frac{2}{3}r + r} + \frac{1}{r} = \frac{3}{5r} + \frac{1}{r} = \frac{8}{5r} \quad R_2 = \frac{5}{8}r$$

Следовательно $\frac{5}{8} R_2 < R_1 \quad \frac{5}{8} < \frac{2}{3}$
 сопротивление участка бесконечно убывает

тогда сопротивление участков №3 и №4
 приближенно равно нулю и цепь приобретает
 вид:

Тогда $I = \frac{U}{R}$

3

N3

Задача

Текст задачи
Имеется ^{зависимость} v скорости вытекания воды
из сосуда от уровня h в нем:



$$P = \rho g h$$

$$m = \rho V = \rho S_1 L$$

$$F = P \cdot S_1 = \rho g h S_1$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{\rho g h S_1}{\rho S_1 L} = \frac{g h}{L}$$

$$L = \frac{a t^2}{2}$$

$$a t = v \quad t = \frac{v}{a}$$

$$\frac{g h}{L} = \frac{a t^2}{2}$$

$$2 g h = a t^2$$

$$2 g h = v^2$$

$$v = \sqrt{2 g h}$$

Значит:

$$v_1 = \sqrt{2 g h_1}$$

$$v_2 = \sqrt{2 g h_2}$$

Ка графика видно что в начальный
момент времени производная графика
примерно равна 1,8; а в конечный момент
в производная приблизительно равна 1. ($V = h_1 S$)

П.к. производное хар. скорости убывающая объема
следов хар скорости вытекания, тогда искомое
равно отношению скоростей поперечных площадей:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{F_1'(t)}{F_2'(t)}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{1,8}{1}$$

$$\frac{\sqrt{2 g h_1}}{\sqrt{2 g h_2}} = \frac{1,8}{1}$$

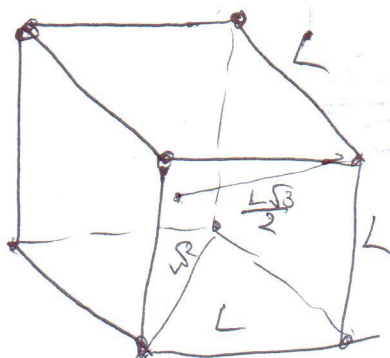
$$\frac{h_1}{h_2} = \left(\frac{1,8}{1}\right)^2 = \frac{81}{25}$$

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», _____ класс,

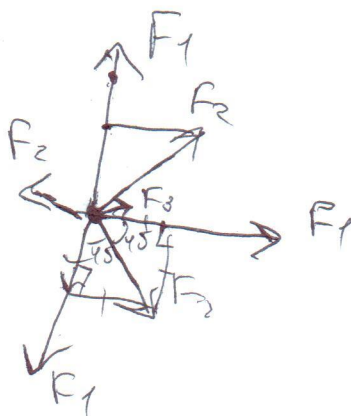
вариант 1

№5
Рано / Семейное
L; q;
m.
U-?



$$F = k \frac{q_1 q_2}{L^2}$$

Найдем равнодействующую сил
действующих на каждую из шариков.
т.к. все шарики симметричны
находим относительно друг друга
то силы действуют на каждую
шарик попарно (при равновесии
замечается)



$$F_p = F_1$$

$$F_p = \sqrt{3F_1^2 + \left(\frac{F_2 \cdot 2}{\sqrt{2}}\right)^2 \cdot 3} + F_3$$

$$F_1 = k \frac{q^2}{L^2}$$

$$F_2 = \frac{k q^2}{2L^2}$$

$$F_3 = \frac{k q^2}{3L^2}$$

$$F_p = F_1 \sqrt{3} + F_2 \sqrt{6} + F_3$$

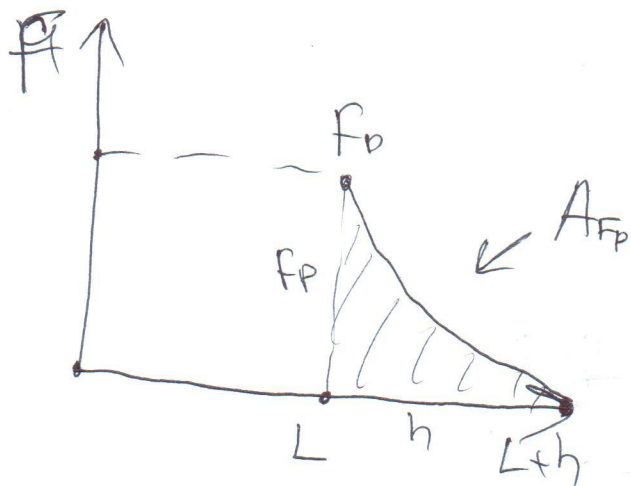
$$F_p = \frac{k q^2 \sqrt{3}}{L^2} + \frac{k q^2 \sqrt{6}}{2L^2} + \frac{k q^2}{3L^2}$$

$$F_p = \frac{(3\sqrt{3} + 1.5\sqrt{6} + 1)k q^2}{3L^2}$$

ускорение a
будем: $a = \frac{(3\sqrt{3} + 1.5\sqrt{6} + 1)k q^2}{3L^2 m}$

(10)

Шарик будет останавливаться и вектор ~~ускорения~~ ^{равнодействующей} будет равен примерно нулю ($F_p \approx 0$)



$$A_{Fp} \approx \frac{F_p \cdot h}{2}$$

$$A_{Fp} = E_k$$

$$\frac{F_p \cdot h}{2} = \frac{mv^2}{2}$$

$$F_p \cdot h = mv^2$$

$$a \cdot h = v^2$$

$$V = \sqrt{h \cdot \frac{(3.53 + 1.556 + 1) \text{ kg}^2}{3L^2 m}}$$

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

2

ШИФР

Ф10-36

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

ПО физике

(наименование дисциплины)

Фамилия

САВАСТЬЯНОВ

Имя

АРТУР

Отчество

ОЛЕГОВИЧ

Учебное заведение

Инженерный лицей КАЗАНЬ-КА
для одаренных детей г. Казань

Класс

10 А

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 10 класс,вариант 1

2. 1) Рассмотрим движение маятника в покое невесомой ракеты на поверхности

макеты:



$$\begin{cases} m a_{yc} = T \sin \alpha \\ T \cos \alpha = mg \Rightarrow T = \frac{mg}{\cos \alpha} \end{cases}$$

$$\frac{m b^2}{R} = \frac{mg \sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$R = l \sin \alpha \quad \frac{b^2}{l \sin \alpha} = \frac{mg \sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$b = \sqrt{\frac{lg \sin^2 \alpha}{\cos \alpha}}$$

$$W = \frac{b}{R} = \sqrt{\frac{lg \sin^2 \alpha}{\cos \alpha}} = l^2 \sin^2 \alpha =$$

$$= \frac{g}{l \cos \alpha}$$

$$s = 2\pi$$

$$t = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{g}{l \cos \alpha}}} = 2\pi \sqrt{\frac{l \cos \alpha}{g}}$$

1	2	3	4	5	Σ
1	11	15	14	20	61

2) рассмотрим движение маятника в движущейся ракете:



$$\begin{cases} \frac{m b^2}{R} = T \sin \alpha \\ T \cos \alpha = m(g+a) \end{cases}$$

$$\frac{b^2}{l \sin \alpha} = \frac{m(g+a) \sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$b = \sqrt{\frac{(g+a) l \sin^2 \alpha}{\cos \alpha}}$$

$$W = \sqrt{\frac{(g+a)}{l \cos \alpha}}$$

$$t = 2\pi \sqrt{\frac{l \cos \alpha}{g+a}}$$

m.e. nepuog zabvaun om $g+a$

$$\frac{GM}{R^2} = g_1 \quad \frac{GM}{(R+h)^2} = g_2$$

$$g_1 = g_2 + a$$

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

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

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

$$R_{\text{max}}? h = R - \sqrt{\frac{GM}{\frac{GM}{R^2} - a}}$$

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



$$1. mgl = \frac{mv^2}{2} + \frac{K\Delta l^2}{2}$$

$$v \approx g$$

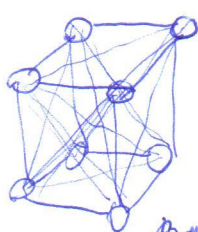
$$mgl = \frac{mv^2}{2} + \frac{K\Delta l^2}{2}$$

$$\frac{K\Delta l^2}{2} = mgl - \frac{mv^2}{2}$$

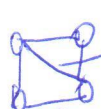
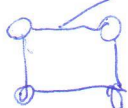
$$\Delta l^2 = \frac{2mgl - mv^2}{K}$$

$$\Delta l = \sqrt{\frac{mg(2L - g)}{K}} \approx 282,8 \text{ mm}$$

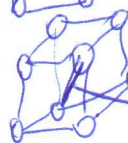
5.



maxim 12



maxim 12



maxim 4

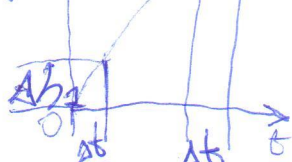
$$12 \cdot \frac{Kq^2}{l} + 12 \frac{Kq^2}{l\sqrt{2}} + 4 \frac{Kq^2}{l\sqrt{3}} = 8 \frac{Kq^2}{l} \quad (W_p = F_k)$$

$$\frac{12Kq^2\sqrt{6} + 12Kq^2\sqrt{3} + 4Kq^2\sqrt{2}}{l\sqrt{6}} = \frac{8Kq^2}{l}$$

$$\frac{4(3\sqrt{6} + 3\sqrt{3} + \sqrt{2})Kq^2}{l\sqrt{6}} = \frac{8Kq^2}{l}$$

$$b = \sqrt{\frac{8(3\sqrt{6} + 3\sqrt{3} + \sqrt{2})Kq^2}{8ml\sqrt{6}}} \approx \sqrt{\frac{5,7Kq^2}{me}}$$

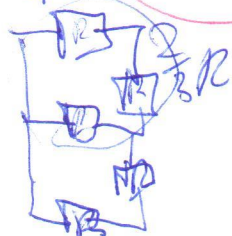
3. V_A



$$\frac{b_1}{b_2} = \frac{\Delta h_1}{\Delta h_2} \approx \frac{1}{2}$$

$$b_1 = \sqrt{2gh_1} \quad \frac{b_1}{b_2} = \frac{1}{2} \quad \frac{h_1}{h_2} = 4 \quad \frac{b_1}{b_2} = \frac{1}{4}$$

$$4. R_{\text{max}} = \frac{2}{3}R$$



$$R_x = \frac{R_x + R}{R_x + 2R}$$

$$Rx^2 + RR_x - R^2 = 0$$

$$R = \frac{R(\sqrt{5} - 1)}{2} \quad (R_{\text{max}} = \frac{2}{3}R)$$

$$R - \text{wopomulenne moshenn ydemu} \quad (R_n = \frac{r(\sqrt{5} - 1)}{2})$$

74

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

2

ШИФР

Ф10-19

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

ПО русские
(наименование дисциплины)

Фамилия

БАГРЯНСКИЙ

Имя

ЛЕВ

Отчество

ЮРЬЕВИЧ

Учебное заведение

МБОУ "Лицей № 3 им. РТ"

Класс

10

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 10 класс,вариант 1

1	2	3	4	5	Σ
8	16	1	22	14	59
					61

v1

Дано

 L, k, m $L = 1 \text{ м}$ $m = 0,1 \text{ кг}$ $k = 100 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ $x = ?$

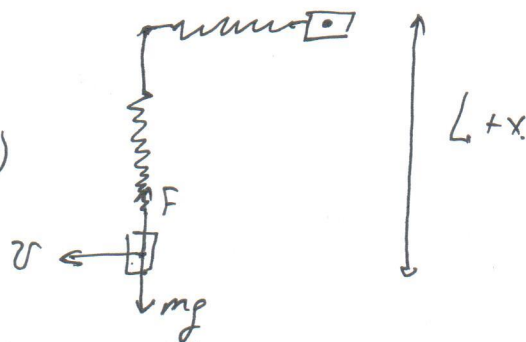
Решение

 x - удлинение пружины.

1) потенциальная энергия в отклоненном состоянии

$$E_n = mgh, h = L + x \Rightarrow E_n = mg(L + x)$$

2) в точке равновесия

тело будет иметь скорость v .

Силы, действующие на тело: $F_T = mg$ и $F_n = kx$, на тело действует ~~и~~ центростремительное ускорение.

По 3-му сохранение энергии: $mg(L + x) = m \frac{v^2}{2} \Rightarrow v^2 = 2g(L + x)$

По II закону Ньютона ~~ma = F~~

$$ma_y = F_T \vec{x} \vec{F_n} \quad F_n - F_T$$

$$m \frac{v^2}{R} = \frac{kx - mg}{R}, (R = L + x)$$

$$\frac{m \cdot 2g(L + x)}{L + x} = -mg + kx$$

$$2mg = kx - mg$$

$$kx = 3mg$$

$$x = \frac{3mg}{k}$$

$$x = 3 \cdot \frac{0,1 \cdot 10}{100} = 0,03 \text{ м} = 30 \text{ мм}$$

Ответ: 30 мм

v2

Дано

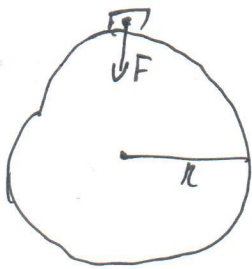
 M, R, a $h = ?$

Решение

На земле на систему действует только ускорение g_0 , тогда как на в ракете на систему действует g и a , $g + a$.

2) Период математического маятника $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow g_0 = g + a$.

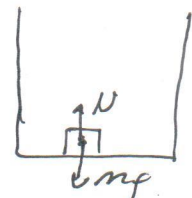
3) узнаем g_0 и g на поверхности и g на высоте h .



$$F = G \frac{mM}{R^2}$$

$$g_0 = \frac{F}{m} = \frac{GM}{R^2}$$

аналогично $g = \frac{GM}{(R+h)^2}$



по II закону Ньютона

$$ma = N - mg \Rightarrow$$

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

4) $g_0 = g + a$

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



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

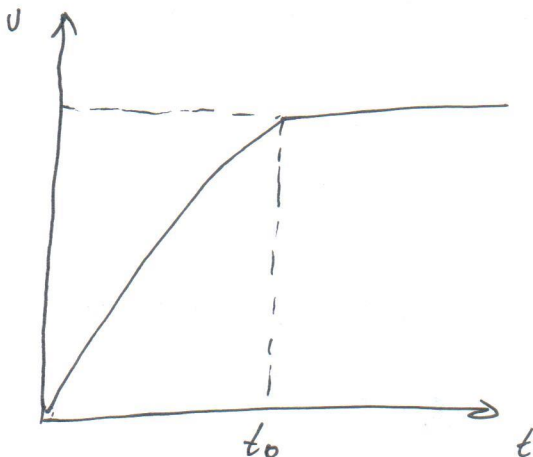
$$(R+h)^2 = \frac{R^2 \cdot MG}{GM - R^2 \cdot a}$$

$$R+h = R \sqrt{\frac{M \cdot G}{M \cdot G - R^2 \cdot a}}$$

16

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

в3



стоит отметить, что мы не знаем ранее, чем деления у графика и критического, что мы знаем, что функция становится горизонтальной, т.к. она стала горизонтальной, т.к. $t_0 < t$ (когда закрыли отверстие)

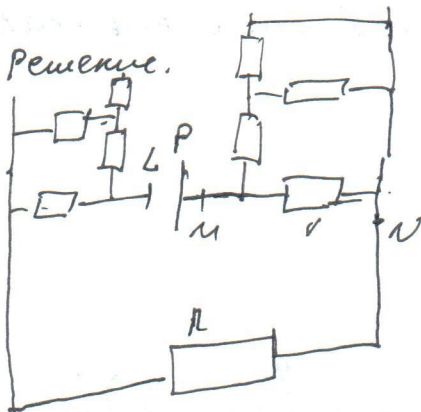
$\frac{h}{h_1}$ стремится к 0

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

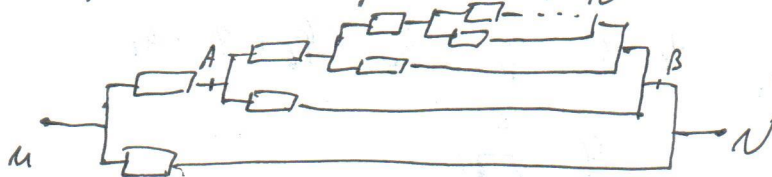
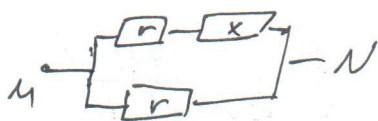
по «физике», 10 класс,вариант 1

2 ч
 Дано
 r, R, U
 I-?

Решение.



Носатрим по-вниманию
 рассмотрим участок MN.

Пусть $R_{AB} = x$, тогдаУчастки MN и AB одинаковы $\Rightarrow R_{AB} = x = R_{MN}$

$$\frac{1}{R_{MN}} = \frac{1}{r+x} + \frac{1}{r} \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{r+x+r}{r^2+x^2} \quad \frac{1}{x} = \frac{2r+x}{r^2+rx}$$

$$2r^2x + x^2 = r^2 + (x+r)r = x^2 + 2rx$$

$$2r^2x + x^2 = r^2 + x^2 + 2rx$$

$$2r^2x = r^2 + 2rx$$

$$(x+r)r = x^2 + 2rx$$

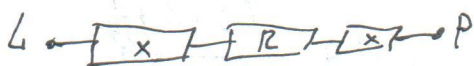
$$x^2 + rx - r^2 = 0$$

$$x = \frac{-r \pm \sqrt{r^2 + 4r^2}}{2}$$

при $x = \frac{-r - \sqrt{5r^2}}{2}$

$x < 0 \Rightarrow x = \frac{-r + \sqrt{5r^2}}{2} = \frac{r\sqrt{5} - r}{2} = \frac{r(\sqrt{5} - 1)}{2}$

Возвращаемся к первоначальной схеме:



$$R_{os} = 2x + R = R + 2 \cdot \frac{r(\sqrt{5} - 1)}{2} = R + r(\sqrt{5} - 1)$$

$$I = \frac{U}{R_{os}} = \frac{U}{R + r(\sqrt{5} - 1)} \quad \text{Ответ: } I = \frac{U}{R + r(\sqrt{5} - 1)}$$

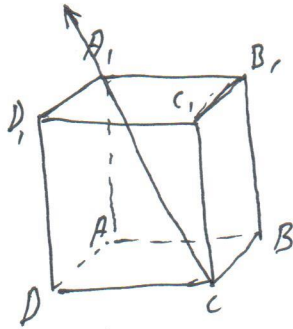
15.

Дано

q, m, L

Решение

$U_{\text{max}} = ?$



Найдем работу по $\vec{F}$ перемещению заряда q из точки A в бесконечно удаленную точку.

$$\varphi_A = \frac{A}{q} \Rightarrow A = q \cdot \varphi_A$$

Потенциал в точке A есть скалярное

сложение потенциалов в этой точке.

$$\varphi_A = \varphi_{B_1} + \varphi_{C_1} + \varphi_{D_1} + \varphi_A + \varphi_B + \varphi_C + \varphi_D$$

$$\varphi = \frac{q}{\epsilon_0 r}$$

$$\varphi_A = \frac{q}{\epsilon_0 L} + \frac{q}{\epsilon_0 L \sqrt{2}} + \frac{q}{\epsilon_0 L} + \frac{q}{\epsilon_0 L} + \frac{q}{\epsilon_0 L \sqrt{2}} + \frac{q}{\epsilon_0 L \sqrt{3}} + \frac{q}{\epsilon_0 L \sqrt{2}}$$

$$(A, B_1 = L, A, C_1 = L\sqrt{2}, A, D_1 = L, A, A = L, A, B = L\sqrt{2}, A, C = L\sqrt{3}, A, D = L\sqrt{2})$$

$$\varphi_A = \frac{q}{\epsilon_0 L} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}} + 1 + 1 + \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{3}} + \frac{1}{\sqrt{2}} \right) = \frac{q}{\epsilon_0 L} \left(3 + \frac{3}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{3}} \right) = \frac{q(3\sqrt{6} + 3\sqrt{3} + \sqrt{2})}{\epsilon_0 L \sqrt{6}}$$

$$\varphi_A = \frac{q}{\epsilon_0 L} \left(3 + \frac{3}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{3}} \right) = \frac{A}{q}$$

$$A = \frac{q^2}{\epsilon_0 L} \left(3 + \frac{3}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{3}} \right)$$

При отталкивании ^{функция} ~~потенциала~~ на ∞ расстояние друг от друга, их

$$E_{\text{к.столк}} = m \frac{v^2}{2} \Rightarrow E_n = 8 m \frac{v^2}{2}$$

тут нужна 4

$$W_{\text{пот}} = \frac{1}{2} \sum q_i \varphi_i = \frac{1}{2} 8 q \varphi = 4 q \varphi$$

$$A = 8 m \frac{v^2}{2} = \frac{q^2}{\epsilon_0 L} \left(3 + \frac{3}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{3}} \right)$$

$$4 m v^2 = \frac{q^2}{\epsilon_0 L} \left(3 + \frac{3}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{3}} \right) \Rightarrow v^2 = \frac{q^2}{4 m \epsilon_0 L} \left(3 + \frac{3}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{3}} \right)$$

$$v = q \sqrt{\frac{3 + \frac{3}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{3}}}{4 m \epsilon_0 L}} = \frac{1}{2} q \sqrt{\frac{3 + \frac{3}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{3}}}{m \epsilon_0 L}}$$

19