

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

1

ШИФР

Ф10-43

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

ПО ФИЗИКЕ
(наименование дисциплины)

Фамилия СОЛОМИН

Имя АЛЕКСАНДР

Отчество ЕВГЕНЬЕВИЧ

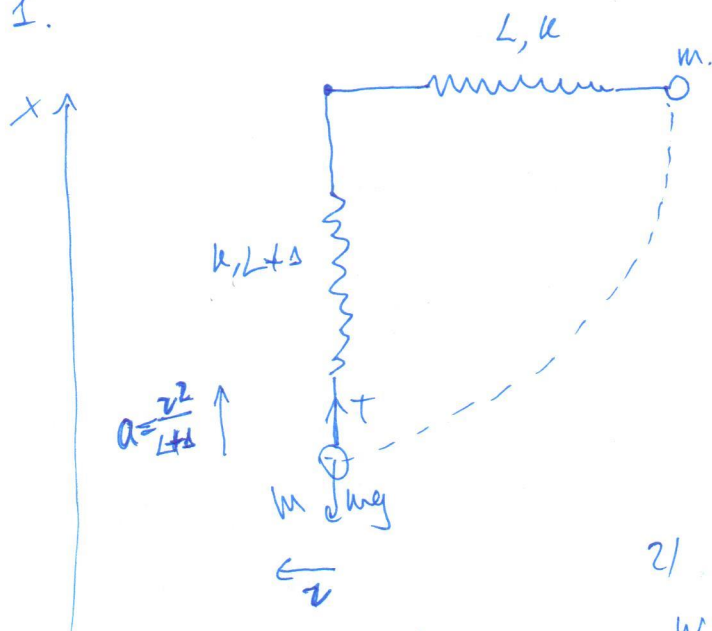
Учебное заведение ОШ И „Лицей им. Н.И. Лобачевского“
КФУ

Класс 10

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « Физике », 10 класс,вариант 1

Задача 1.



1) Второй закон Ньютона по оси Oх:

$$T - mg = m \frac{v^2}{L + \Delta},$$

$$\text{где } T = k \Delta$$

$$(1) \quad mv^2 = k \Delta (L + \Delta) - mg (L + \Delta)$$

2) 3-й закон Ньютона:

$$W_{\text{max}1} = W_{\text{max}2}.$$

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

3) Умножив выражения (1) и (2), получим:

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

$$(2) \quad mv^2 = 2mg (L + \Delta) - k \Delta^2$$

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

$$(3) \quad \Delta = \frac{3mg - kL + \sqrt{(kL - 3mg)^2 + 24mgkL}}{4k}$$

Если в выражении (3) вычислить численно, то $\Delta = 28,6 \text{ мм}$.
 (и принять $g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$)

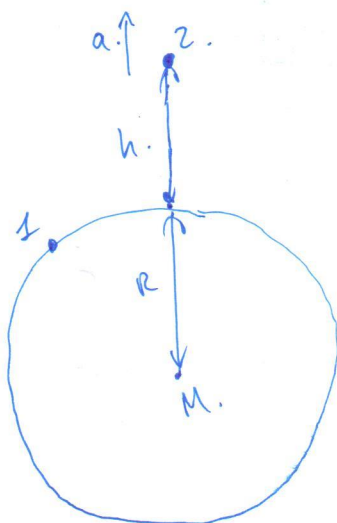
$$\text{Если же мы знаем, что } mg \ll kL, \text{ то } \sqrt{(kL - 3mg)^2 + 24mgkL} \approx \sqrt{k^2 L^2 + 18mgkL} =$$

$$\text{тогда: } \Delta = \frac{3mg - kL + kL + 9mg}{4k} = 3 \frac{mg}{k} =$$

$$= 29,4 \text{ мм}$$

Ответ: точный ответ: $\Delta = 28,6 \text{ мм}$;ответ, полученный с приближением: $\Delta = 29,4 \text{ мм}$;

Задача 2.



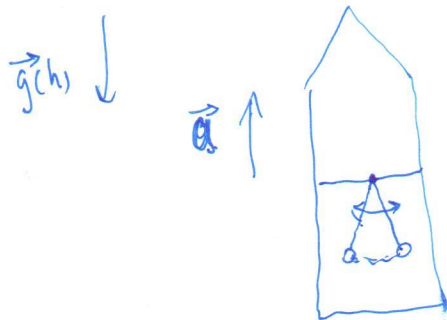
1) Угловая скорость вращения на неб-сфере
известна: $g_1 = G \frac{M}{R^2}$;

Период вращения на неб-сфере известен:

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g_1}};$$

2) Угловая скорость вращения на высоте h:

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



Т.к. маятник находится в равновесии, сила с ускорением $\vec{a}$,
то ускорение будет равно сумме
этих сил: ускорение свободного падения

$$\vec{g}_2 = \vec{g}(h) - \vec{a}$$

$$g_2 = g(h) + a = a + \frac{GM}{(R+h)^2}$$

Период вращения:

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g_2}}$$

3) Тогда нам $T_1 = T_2$, то $g_1 = g_2$

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

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

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

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

16

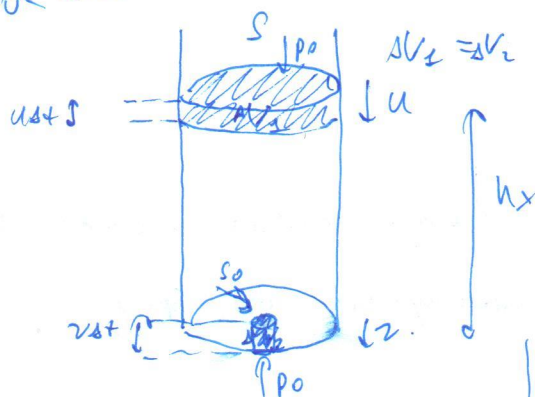
Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « ФИЗИКЕ », 10 класс,

вариант _____

Задача 3.

Выберем функцию Карманы для сосуда с маленьким отверстием:
 $S_0 < S$.



~~Тогда при с обеих сторон равенства ортогональности, а изменение скорости скорости v_1 и v_2 вычисляется вогну ортогональности, то $\rho v_1 = \rho v_2$, то~~

3) Коэффициент наклона касательной в начале координат участка $(t=0)$, соответствующий $\mu(h)$

$$k_1 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \mu(h) = S_0 \cdot \sqrt{2gh} = \frac{54}{24} \text{ см} \cdot \text{с}^{-1} = 2.25 \text{ см} \cdot \text{с}^{-1}$$

Аналогично, коэффициент наклона касательной в точке касания участка соответствующий $\mu(h_2)$

$$k_2 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \mu(h_2) = S_0 \sqrt{2gh_2} = \frac{20}{34} \text{ см} \cdot \text{с}^{-1} = 0.59$$

$$1) \Delta V_1 = \Delta V_2$$

$$S \cdot \Delta h = S_0 \cdot \Delta t$$

$$(4) S \Delta h = S_0 \Delta t$$

$$2) \Delta W_{\text{внеш}} = \Delta W_{\text{мех}}$$

$$\Delta W_{\text{внеш}} = \rho_0 \cdot S \cdot \Delta h - \rho_0 \cdot S_0 \cdot \Delta t = 0$$

$$\Delta W_{\text{мех}} = 0 = \rho \cdot S \Delta h \cdot \frac{v^2 - u^2}{2} - \rho \cdot S_0 \Delta t \cdot g \cdot h$$

и

$$v^2 - u^2 = 2gh$$

$$2gh = v^2 \left(1 - \left(\frac{S_0}{S}\right)^2\right) \approx v^2$$

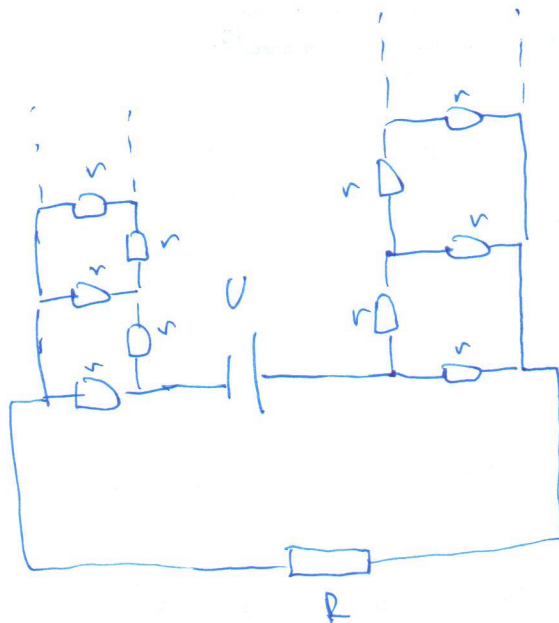
$$v = \sqrt{2gh}$$

$$\text{и определим расход воды } \mu = v \cdot S_0 = S_0 \sqrt{2gh} = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

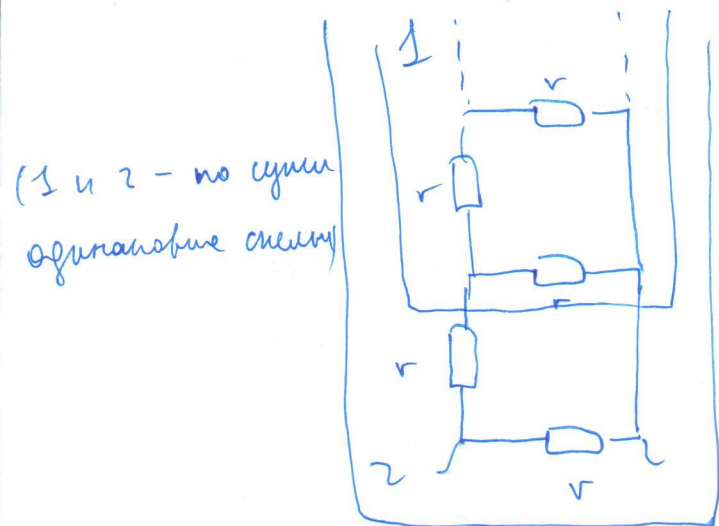
$$\frac{k_1}{k_2} = \sqrt{\frac{h_1}{h_2}} \Rightarrow \frac{h_1}{h_2} = \left(\frac{k_1}{k_2}\right)^2 = 5.5$$

Ответ: 5.5

Задача 4.

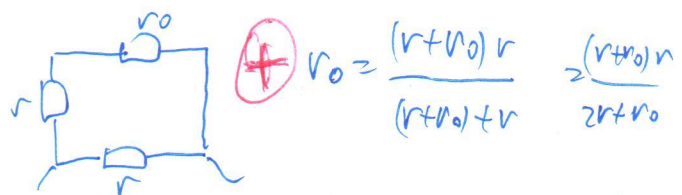


1) рассмотрим только левую часть цепи (обе половины будут иметь одинаковое эквивалентное сопротивление, так как они симметричны друг другу).

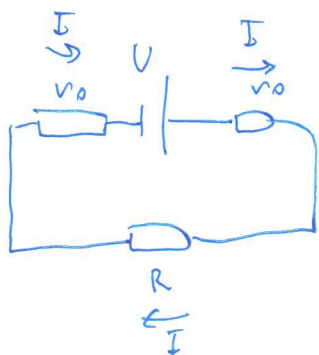


Пусть эквив. сопр-ие этой цепи - r_0 .

Тогда наша цепь делится надвое, то есть в ней ещё один элемент, её сопр-ие не изменим. Попробуем:



2) эквив. схема:



$$U = I(2r_0 + R)$$

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

Ответ: $\frac{U}{(\sqrt{5}-1)r + R}$

$$2r r_0 + r_0^2 = r^2 + r r_0$$

$$r_0^2 + r r_0 - r^2 = 0$$

$$r_0 = \frac{-r \pm \sqrt{5}r}{2} = \frac{-r + \sqrt{5}r}{2}$$

($\in \mathbb{R}^+$, тогда $r_0 \geq 0$)

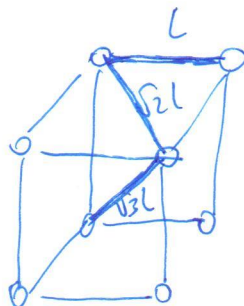
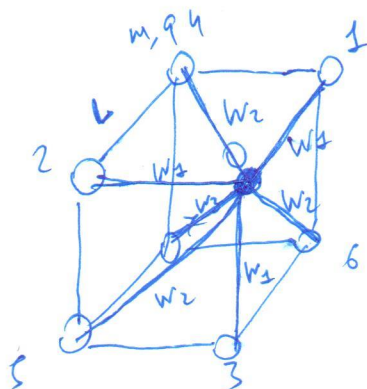
22

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «ФИЗИКЕ», 10 класс,

вариант _____

Задача 5.



$$3) W_1 = \frac{kq^2}{L}, W_2 = \frac{kq^2}{\sqrt{2}L}, W_3 = \frac{kq^2}{\sqrt{3}L},$$

$$4) W_0 = 3(W_1 + W_2) + W_3 = \frac{kq^2}{L} \left(3 + \frac{3}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{3}} \right)$$

5) Далее, так как заряды все еще и симметричны, то мы можем не сомневаясь, что каждая пара зарядов будет притягиваться. Энергия W_0 на 8, ~~то~~ но и разделим на 2, тогда мы получим энергию взаимодействия частиц по заряду.

$$W_{\text{взаг}} = 4W_0 = \frac{4kq^2}{L} \left(3 + \frac{3}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{3}} \right) = W_{\text{взаг}} = 8 \cdot \frac{mz^2}{2}$$

(в итоге энергия взаимодействия частиц обратится в 0 и вся перейдет в кинетическую энергию)

$$2z^2 = \frac{kq^2}{mL} \left(3 + \frac{3}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{3}} \right), \quad z = q \sqrt{\frac{k}{mL}} \sqrt{3 + \frac{3}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{3}}} = 2,39 q \sqrt{\frac{k}{mL}}$$

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

1

ШИФР

Ф10-44

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по ФИЗИКЕ
(наименование дисциплины)

Фамилия

КАРИМУЛЛИН

Имя

ТАМУРА

Отчество

РУСТЕМОВИЧ

Учебное заведение

МАОУ «ЛИЦЕЙ №131»

Класс

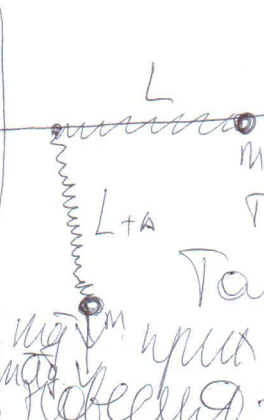
10

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « ФИЗИКЕ », 10 класс,вариант I

1	2	3	4	5	Σ
10	11	22	22	20	87
20	12			296	395

M1
 Дано:
 $k=100 \left(\frac{H}{м}\right)$
 $m=100(г)$
 $L=1(м)$
 $\Delta=?$



Решение:

Запишем З.С.Э. в данном состоянии:

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

Также, запишем З.Н. для груза при прохождении через положение равновесия: $\vec{T} = m\vec{a} + m\vec{a}_y$, где $m\vec{a}_y$ — центробежная сила инерции, $\vec{T}$ — натяжение пружины;

$$k\Delta = mg + m\frac{\dot{v}^2}{L+\Delta}; \quad \frac{m\dot{v}^2}{L+\Delta} = k\Delta - mg; \quad m\dot{v}^2 = (k\Delta - mg)(L+\Delta)$$

$$\text{З.С.Э.: } 2mgL + 2mg\Delta = \frac{k\Delta L}{2} + \frac{k\Delta^2}{2} - \frac{mgL}{2} - \frac{mg\Delta}{2} + \frac{k\Delta^2}{2}$$

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

$$\Delta = \frac{(kL - 3mg) \pm \sqrt{(kL - 3mg)^2 + 4 \cdot 3mgL \cdot 2k}}{4k} = \frac{kL^2 + 9m^2g^2 - 6mgkL + 24mgLk}{4k} = \frac{k^2L^2 + 9m^2g^2 + 18mgkL}{4k} = \frac{(kL + 3mg)^2 + 12mgkL}{4k}$$

Потому что $\Delta > 0$ по физическим соображениям, а $mg \leq kL$;

$$\Delta = \frac{3 \cdot 0,1 \cdot 9,8 - 100 \cdot 1 + \sqrt{(100 \cdot 1 + 3 \cdot 0,1 \cdot 9,8)^2 + 12 \cdot 0,1 \cdot 9,8 \cdot 100}}{4 \cdot 100}$$

$$= 0,028604534(м) \approx 2,86(мм)$$

Ответ: $\Delta \approx 2,86(мм)$.

12. (профайтинг на шесте 12).

Дано:
 $a, M, R, \#$
 $h = ?$

Решение:

Рассчитаем скачала g для данной ма-
 кеты. $\frac{GM}{H^2} = mg \Rightarrow g = \frac{GM}{H^2}$, где G - граве-
 тационная постоянная, H - расстояние от по-
 тела до центра планеты, M - масса планеты.

g у поверхности ($H=R$) $= \frac{GM}{R^2}$.

$T_{\text{у поверхности}} = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{LR^2}{GM}}$, где L - длина нити
 математического маятника

Теперь рассмотрим случай с ракетой, движущей-
 ся ~~с некоторой~~ ускорением, вертикально $\uparrow$ вверх.
 При переходе в с.о. относительно этой ракеты для
 рассмотренно колебаний математического маят-
 ника внутри этой ракеты, мы добавили к g вели-
 чину a , т.е. Ноду у маятника в этой с.о. Ноду $=$
 $= g + a = \frac{GM}{H^2} + a$.

Тогда для математического маятника в таком слу-
 чае $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g+a}} = 2\pi \sqrt{\frac{LH^2}{GM+aH^2}}$

H - от центра
 планеты здесь

$T = T_{\text{у поверхности}}; 2\pi \sqrt{\frac{LH^2}{GM+aH^2}} = 2\pi \sqrt{\frac{LR^2}{GM}}$ / в квадратах.
 $\frac{LH^2}{GM+aH^2} = \frac{LR^2}{GM}$; $GMH^2 = GM R^2 + aH^2 R^2$.

$$H^2 (GM - aR^2) = GM R^2$$

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

Стоит также сказать, что у данной формулы есть
 свои границы применимости, зависящие от a .
 Т.е. $\frac{GM R^2}{GM - aR^2} > 0$ т.е. $GM - aR^2 > 0$, $aR^2 < GM$, $a < \frac{GM}{R^2}$.

Итоговый балл _____

(подпись председателя жюри)

Шифр 610-44

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физика», 10 класс,

вариант I

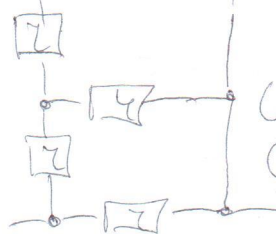
№2 (продолжение). Т.е. задача имеет ответ
 $h = H = \sqrt{\frac{GM R^2}{GM - g R^2}}$ только тогда, когда $g < \frac{GM}{R^2}$, т.е.
когда $g < g_{\text{поверхности}}$.

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

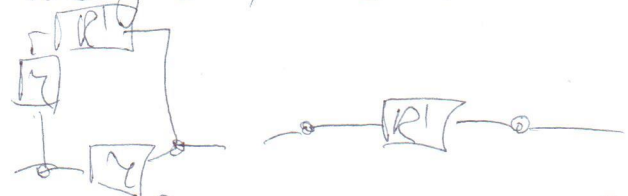
Надо найти h над поверхностью

№4.
Дано:
 r, γ, R .
 $R' = ?$

Решение:
Посчитаем сопротивление такой бесконечной цепи:
Это можно сделать, посчитав предел, к которому стремится бесконечная цепь, или из физических соображений, сомаем по формуле представ-



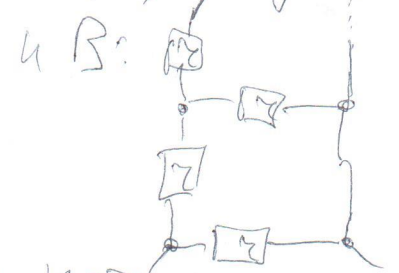
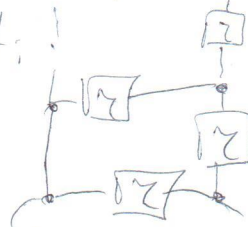
ленная бесконечная цепь с каждой повторяющейся ячейкой обращается сама в себя, т.е. если R' — сопротивление такой бесконечной цепи, то можно сказать, что такие две цепи эквивалентны:



Т.е., $\frac{r \cdot (r + R')}{r + r + R'} = R'$

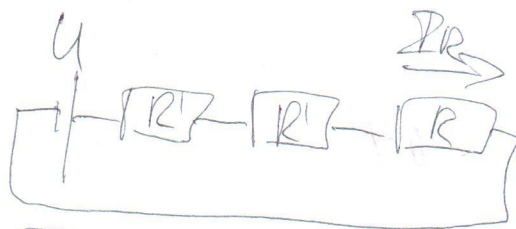
$R^2 + r R' = 2 r R' + R'^2$; $R'^2 + r R' - r^2 = 0$ $\Rightarrow r^2 + 4 r^2 (\sqrt{5} - 1)^2$
 $R' = \frac{-r + \sqrt{5} r}{2}$, т.к. $R' > 0$, и в ответе получаем $R' = \varphi r$, где
 $\varphi = \frac{\sqrt{5} - 1}{2}$ — золотое сечение, известная константа
та в математике.

Заметим также, что элементы A и B , представленные в задании, где A :



имеют одинаковые сопротивления, потому что симметричны и, по сути, представляют из себя одно и то же, т.е. $R_A = R_B = \frac{\sqrt{5}-1}{2} R$

Значит, данную схему можно преобразовать в эквивалентную:



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

$$I_R = I_{\text{общ}} = \frac{U}{R_{\text{общ}}} = \frac{U}{(\sqrt{5}-1)R + R}$$

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

22

и 3. Продолжение на листе 43)

Дано:

$V(H)$ Воспользуемся в данной задаче уравнением Бернулли:

$$\frac{\rho \sigma^2}{2} + \rho g h + P = \text{const}$$

$P = P_0 = P_{\text{атмосферное}} = \text{const}$, значит, формулу можно несколько преобразовать, $\frac{\rho \sigma^2}{2} + \rho g h = \text{const}$, $\rho = \text{const}$, значит, $\sigma^2 + 2gh = \text{const}$. Пусть скорость течения в верхнем слое воды σ_1 , скорость течения воды σ_2 . Воспользуемся также уравнением течения воды:

$$S_1 \cdot \sigma_1 = S_2 \cdot \sigma_2, \text{ где } S_1, S_2 - \text{площади сечения и длины соответствующего.}$$

Итоговый балл _____

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф10-44

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « ФИЗИКЕ », 10 класс,вариант I.

М.З. (продолжение)

$S_1 v_1 = S_2 v_2 \Rightarrow v_1 = \frac{S_2 v_2}{S_1}$, подставим это в $2gh + v_1^2 = v_2^2$
 $2gh + \frac{S_2^2}{S_1^2} v_2^2 = v_2^2$; $v_2^2 \cdot \frac{S_1^2 - S_2^2}{S_1^2} = 2gh$, ~~предположим~~
~~предположим~~ заметим, что $dV = v_2 \cdot dt \cdot S_2$, т.е. $v_2 = \frac{1}{S_2} \cdot \frac{dV}{dt}$, где
 $\frac{dV}{dt}$ - коэффициент касательной, проведенной
 к соответствующей точке ~~на графике~~.

v_2 в начале вытекания, когда высота столба жидкости
 h , $v_{21} = \frac{1}{S_2} \cdot \frac{dV}{dt} = \frac{1}{S_2} \cdot \text{tg} \alpha$, где $\text{tg} \alpha$ - коэффициент
 наклона касательной, проведенной к точке $(0; 0)$.

v_2 в конце вытекания, когда высота столба жидкости
 $= h_1$, $v_{22} = \frac{1}{S_2} \cdot \frac{dV}{dt} = \frac{1}{S_2} \cdot \text{tg} \beta$, где $\text{tg} \beta$ - коэффициент
 наклона касательной, проведенной к точке, в которой заканчивается
 ходит график на графике.

Пусть $\frac{2gh S_1^2}{S_1^2 - S_2^2} = \text{const}_2$, тогда $v_2^2 = \text{const}_2 \cdot h$.

$$\begin{cases} v_{21}^2 = \frac{1}{S_2^2} \cdot \text{tg}^2 \alpha = \text{const}_2 \cdot h \\ v_{22}^2 = \frac{1}{S_2^2} \cdot \text{tg}^2 \beta = \text{const}_2 \cdot h_1 \end{cases}$$

$$\left(\frac{\text{tg} \alpha}{\text{tg} \beta} \right)^2 = \frac{h}{h_1}, \text{ подставим } \frac{\text{tg} \alpha}{\text{tg} \beta} \text{ из графика, } \text{tg} \alpha = 1,59;$$

$$\text{tg} \beta = 2,7142 \Rightarrow \frac{\text{tg} \alpha}{\text{tg} \beta} = 2,226, \text{ значит,}$$

$$\frac{h}{h_1} = \left(\frac{\text{tg} \alpha}{\text{tg} \beta} \right)^2 \approx 4,95627 \approx 5. \text{ погрешность!}$$

Лист № 3

ответ: $\frac{n}{n_1} \approx 5$.

15. (продолжение на листе 14).

Дано:

q, m, L

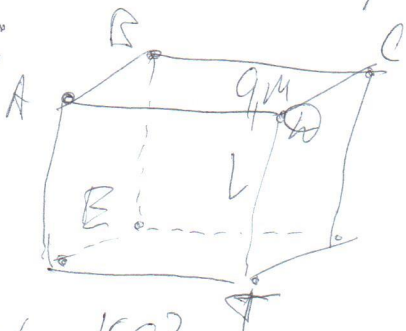
$U_{\max} = ?$

Решение:

Найдём электростатическую энергию всех металлов. Для этого рассмотрим весь куб в пространстве:

Сначала заметим, что каждое ребро представляет из себя

связь с энергией $W_1 = \frac{kq^2}{L}$, всего таких связей 12, как и рёбер.



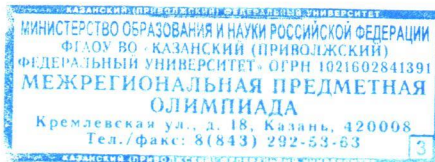
Далее рассмотрим связи в каждой грани-картинере, т.е. плоскости ABCD. В ней две электростатические связи - AC и BD, с энергией $W_2 = \frac{kq^2}{\sqrt{2}L}$. таких связей всего 6, т.к. 6 граней, в каждой по две связи. Такие существуют связи внутри куба-картинера, BT. $(BT) = \sqrt{BE^2 + ET^2} = \sqrt{L^2 + (\frac{L}{\sqrt{2}})^2} = \sqrt{3}L$. $W_3 = \frac{kq^2}{\sqrt{3}L}$. таких связей всего 4, каждая соединяет две противоположные точки.

$$W_{\text{общ}} = 12 W_1 + 12 W_2 + 4 W_3 = \frac{kq^2}{L} \left(12 + \frac{12}{\sqrt{2}} + \frac{4}{\sqrt{3}} \right) \approx 23,99468 \frac{kq^2}{L}$$

Далее, надо заметить, что каждая грань представляет собой квадрат, картинер, квадрат ABCD, а значит, проецируя все 4 шарика, расположенных в этой плоскости, будет равно между собой и равны проецируя друг на друга 4 шарика на противоположную грань.

Итоговый балл _____

(подпись председателя жюри)



Шифр

810-44

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « Физике », 10 класс,вариант I

N 5 (продолжение).

Тогда же, траектории движения шаров, ~~будут~~ симметричны, а значит нормальное ускорение этих шаров тоже равно. Раз так, то и скорости всех шариков по мере движения всегда будут равны.

Каждый шарик достигнет своей максимальной скорости, тогда, когда все шарики разлетятся на достаточно большое расстояние, так как ~~тогда~~ в этом положении потенциальная энергия взаимодействия всех шариков будет нулевой, значит, по закону сохранения энергии она вся перейдет в кинетическую и в малых размерах (переходящее состояние) в тепловую энергию, т.е.

$$W_{\text{вз}} = E_{\text{кин}} = E_{\text{кин}} = \frac{m v^2}{2}$$

$$22,79468 \frac{\text{кг}^2}{\text{м}} = 4 m v^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{22,79468}{4}} \cdot \sqrt{\frac{\text{кг}^2}{\text{м}}} \approx 2,3872 \sqrt{\frac{\text{кг}^2}{\text{м}}}$$

ответ: $v_{\text{max}} \approx 2,3872 \sqrt{\frac{\text{кг}^2}{\text{м}}}$

(20)

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

1

ШИФР

9510-42

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

ПО физика
(наименование дисциплины)

Фамилия НУГАЙБИКОВ

Имя ЭМИЛЬ

Отчество РУСЛАНОВИЧ

Учебное заведение Институт ИТ

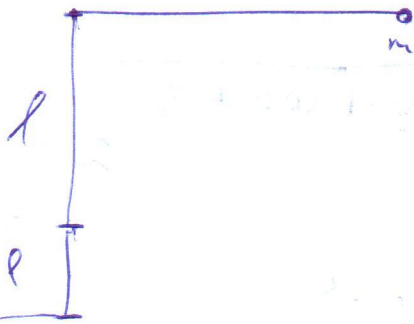
Класс 10

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 10 класс,вариант 1

1	2	3	4	5	Σ
20	10 11	22	22	14	88 89

то, что $mg \ll kL$, означаем, что деформации (относительно) малы, и что закон Гюка будет работает.



$$E_{пн} = mg(L + \Delta L)$$

$$E_{ки} = 0$$

$$E_{кк} = 0$$

$$E_{вк} = \frac{mv^2}{2}$$

$$E_{прн} = 0$$

$$E_{прк} = \frac{k\Delta L^2}{2}$$

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

$$2mg(L + \Delta L) = mv^2 + k\Delta L^2$$

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

$$2mgL + 2mg\Delta L =$$

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

$$3mgL + 3mg\Delta L = kL\Delta L + 2k\Delta L^2$$

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

$$2k\Delta L^2 + (kL - 3mg)\Delta L$$

$$= (L + \Delta L)(k\Delta L - mg) = v^2 \quad \checkmark$$

$$3mgL = kL\Delta L + 2k\Delta L^2$$

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

$$b^2 - 4ac$$

$$b = k^2L^2 + 24 \cdot mgLk = kL(kL + 24mg)$$

$$\Delta L = \frac{-kL \pm \sqrt{kL(kL + 24mg)}}{2}$$

$$3mgL = (kL - 3mg)L + 2kL^2 - 3mgL$$

$$b = b^2 - uac = (kL - 3mg)^2 + 24mgLk =$$

$$= kL^2 - 6mgkL + 9m^2g^2 + 24mgLk =$$

$$= kL^2 + 18mgkL + 9m^2g^2$$

$$\Delta L = \frac{3mg - kL + \sqrt{kL^2 + 18mgkL + 9m^2g^2}}{2 \cdot 2k} =$$

$$\Delta L = \frac{3mg - kL + \sqrt{kL^2 + 18mgkL + 9m^2g^2}}{4k} =$$

$$\Delta L = \frac{3 \cdot 1\text{Н} - 100\text{Н} + \sqrt{10000 + 18 \cdot 1 \cdot 100 + 9}}{400} \approx 0,029173\text{м} \approx \boxed{29,2\text{мм}}$$

Задача: 3

Итак, у нас есть разность давлений, сверху и снизу горюхи
и она равна давлению столба воды $\Delta p = \rho g h$
это преобразуется к тому виду

$$\Delta p_1 = \rho g h_1 = \frac{\rho v_1^2}{2}$$

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{v_1^2}{v_2^2}$$

$$\Delta p_2 = \rho g h_2 = \frac{\rho v_2^2}{2}$$

$$\frac{dU}{dt} = \frac{S \cdot V dt}{dt} = \boxed{SV}$$

отношение касательного
канало

и будет отношением расхода

соответственно проведем касательную в начале и
в конце (перед началом участка)

$$k_1 - \text{начальный} = \frac{4y \cdot e_1}{2y \cdot e_2} = 3,5 \frac{y \cdot e_1}{y \cdot e_2}$$

$$k_2 - \text{начальный перед горюхой} = \frac{5y \cdot e_1}{3y \cdot e_2} = \boxed{\frac{5}{3}}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{h}{h_1} = \left(\frac{k_1}{k_2}\right)^2 \approx 4,4$$

касательные преобразованы на
условии

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике », 10 класс,
вариант _____

$M, R, a;$
 $h = ?$

N2

$\oplus T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{r}{g}}$; пусть оба радиуса
периода, диаметр обоих равен удвоенному
радиусу. тогда g на земле равно.

$$g_3 = \frac{GM_3}{R^2} - \text{это имеет}$$

значение всемирного тяготения

$$g_{up} = \frac{GM_{up}}{R_{up}^2}$$

$$g_3 = a + g_1$$

$$\oplus \frac{GM_3}{R^2} = a + \frac{GM_3}{R_1^2}$$

$$g_1 = \frac{GM_3}{R_1^2}$$

$$\frac{GM_3}{R^2} - a = \frac{GM_3}{R_1^2}$$

$$R_1^2 = \left(\frac{GM_3}{R^2} - a \right)^{-1} \cdot GM_3 =$$

$$= \frac{GM_3}{\frac{GM_3}{R^2} - a}$$

$$= \frac{GM_3 R^2}{GM_3 - a R^2}$$

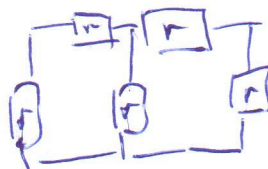
на какой
высоте.

Ответ: $\frac{GM \cdot R^2}{GM - a R^2}$

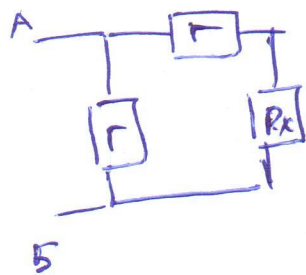
41

N4.

для начала определим сопротивление след. бесконечной цепи:



пусть ее сопротивление R_0 , тогда
при добавлении еще одного звена, оно
не должно измениться

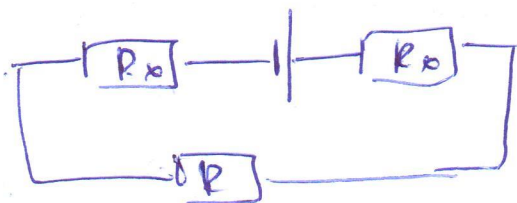


$$R_{AB} = R_x = \frac{(R_x + r)r}{R_x + 2r} \quad (+)$$

$$R_x^2 + R_x 2r = R_x r + r^2$$

$$R_x^2 + R_x r - r^2 = 0 \quad (+)$$

выделим R_x в r $R_x = \frac{\sqrt{5}-1}{2} r$ $(+)$
 найдем r



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

$$= \frac{U}{2 \left(\frac{\sqrt{5}-1}{2} r \right) + R} = \frac{U}{(\sqrt{5}-1)r + R}$$

22

15.

Итак, если мы найдем E_{zn} каждого заряда, то мы найдем его потенциальную энергию. т.к. на бесконечности

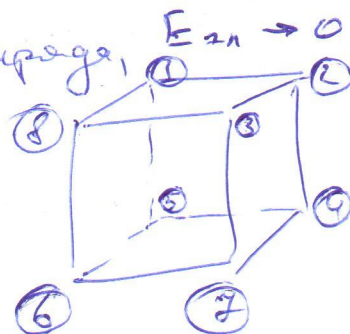
$E_{zn} = \frac{1}{2} \sum \varphi_i q_i$
 $E_{zn} = \frac{1}{2} \sum \varphi_i q_i$ $E_{zn} \rightarrow 0$

примем электростатическую энергию потенциалов зарядов 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. равной, величине энергии, а значит и их потенциальную энергию зарядов 2, 8, 5.

$$\varphi = \frac{kq}{r}$$

$$\text{заряды } 3, 4, 6 \quad \varphi = \frac{kq}{\sqrt{2}l}$$

$$\text{заряд } 7 \quad \varphi = \frac{kq}{\sqrt{3}l}$$



$$\varphi = \frac{kq}{r}$$

$$\varphi_{обш} = \frac{3 \cdot kq}{l} + \frac{3 \cdot kq}{\sqrt{2}l} + \frac{kq}{\sqrt{3}l} = \frac{kq}{l} \left(3 + \frac{3}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{3}} \right) = \frac{kq}{l} \cdot 5,7$$

$$\frac{1}{2} \sum \varphi_i q_i = \frac{5,7 kq^2}{2}$$

$$\frac{8}{2} kq^2 = \frac{8}{2} kq^2$$

$$E_{zn} = \varphi_{обш} \cdot q = \frac{kq}{l} \cdot 5,7 \cdot q = \frac{kq^2}{l} \cdot 5,7$$

$$E_{zn} = E_{zn} = \frac{m v^2}{2} = \frac{kq^2}{l} \cdot 5,7$$

если взять $v = \text{max}$, тогда $E_{zn} = \text{min}$

$$v^2 = \frac{2 \cdot kq^2 \cdot 5,7}{l \cdot m} = \frac{11,4 \cdot kq^2}{l \cdot m} \quad v = q \sqrt{\frac{11,4 k}{l \cdot m}}$$

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

1

ШИФР

Ф10-32

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по ФИЗИКЕ

(наименование дисциплины)

Фамилия

ДМИТРИЕВ

Имя

МАКСИМ

Отчество

СЕРГЕЕВИЧ

Учебное заведение

МБОУ "Лицей №15"

Класс

10

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «ФИЗИКЕ»

», 10 класс,

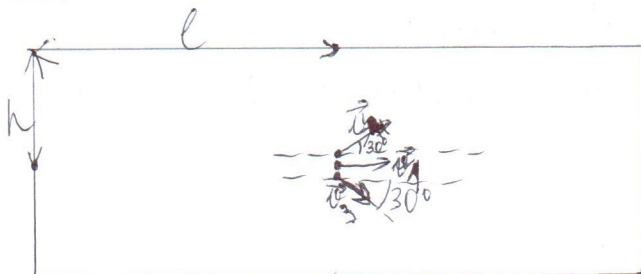
вариант _____

1	2	3	4	5	Σ
20	13	19	20	3	75

Дев

1) Дано: Решение:

$L = 600$

 t_1
 $\uparrow$ $L - ?$ $H - ?$ 

$v_1 = v_2 = v_3$

$h = \frac{H}{2}$

$l = \frac{L}{2}$

т.к. шарик летит горизонтально, то сумма векторов скоростей после разрыва должна остаться горизонтальной. Следовательно, из-за того, что все скорости равны, скорости 2-го и 3-го оскоков направлены в разные стороны под углом 30° к горизонту (как показано на рисунке). Их горизонтальные проекции также сонаправлены с вектором скорости 1-го осколка, т.к. еще бы этого не было, но, т.к. сумма горизонтальных проекций скоростей 2-го и 3-го оскоков больше чем у 1-го, изначальная скорость шарика должна была направлена в другую (противоположную) сторону.

т.к. 2-ой шарик только коснулся поверхности, когда его вертикальная скорость равнялась 0, то можно считать, что вертикальная составляющая этой скорости менялась бы, как у тела падающего под углом к горизонту.

Время t будет равно разности времени падения 2-го и 3-го оскоков. т.к. после падения 2-ым осколком «правильной» проекции на вектор скорости будет равен вектору скорости 3-го осколка в начале, он пройдет оставшееся расстояние за такое же время как и 3-й. Следовательно $t = t_{\text{пад}} = \frac{2v_0 \sin 30^\circ}{g}$.

$v_0 = \tau g / 2 \sin 30^\circ = \tau g$

$h = H_{\text{пад}} = \frac{v_0^2 \sin^2 30^\circ}{2g} = \frac{\tau^2 g}{8g} \Rightarrow H = \frac{\tau^2 g}{4g}$

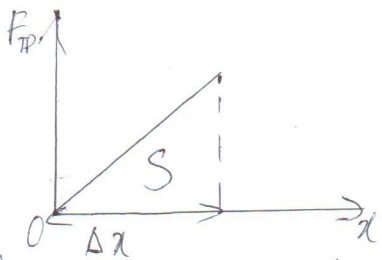
$l = v_0 t$, т.к. горизонтальная составляющая не менялась. Лист № 1

$$l = v_0 t_1 + g t_1^2 \Rightarrow L = 2 g t_1^2 \quad (20)$$

Данное: $L = 2 g t_1^2, H = \frac{v_0^2}{2g}$

3) Дано: Решение:

$L = 4 \text{ м}$
 $\mu = 0,25$



Сила трения, действующая на доску меняется: $F_{тр}(x) = \mu m g x$, где x — длина части доски, лежащая на шероховатой поверхности.

$$\Delta E = A_{тр}$$

$$\Delta E = \frac{m v_0^2}{2}$$

$A_{тр} = F_{тр} S$, где S — площадь под графиком $F_{тр}(x)$.

$$S = \int_0^L \mu m g x dx = \frac{\mu m g L^2}{2}$$

$$v_0 = \Delta x \sqrt{\frac{\mu g}{L}}$$

$a \neq \text{const.}$

$a = dv/dt$, где d — величина изменения ускорения.

$$v_k = v_0 - a t - \frac{d t^2}{2} = v_0 - \frac{d t^2}{2}$$

$$a = \mu g \Rightarrow d = (a') = \mu g / L$$

$$v_k = 0$$

$$v_0 = \frac{\mu g t^2}{2L}$$

$$t = \sqrt{\frac{2L v_0}{\mu g}}$$

$$t = \sqrt{2 \mu x \cdot \frac{L}{\mu g}}$$

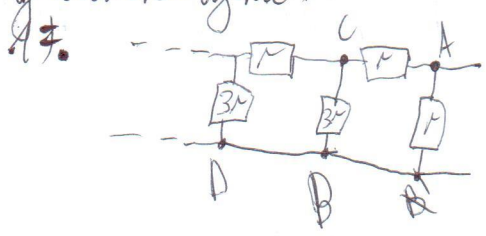
(19)

$$0 < \Delta x < L \Rightarrow 0 < t < 3,18 \text{ с}$$

Данное: $0 < t < 3,18 \text{ с}$.

4) Дано: Решение:

В цепи рассматриваем мгновенное напряжение на резисторе участка цепи.



Пусть $R_{AB} = R_n$. Тогда $R_{CD} = R_n, R_{DD} =$
 $= \frac{r \cdot R_n}{r + R_n}$

U
 R
 r
 $I - ?$

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 10 класс,

вариант

4) Продолжение:

$$R_{AB} = \frac{R_{CD} \cdot 3r}{3r + R_{CD}} + r$$

$$R_A = \frac{R_A \cdot 3r}{3r + R_A} + r$$

$$3rR_A + R_A^2 = R_A \cdot 3r + 3r^2 + R_A r$$

$$R_A^2 - R_A r - 3r^2 = 0$$

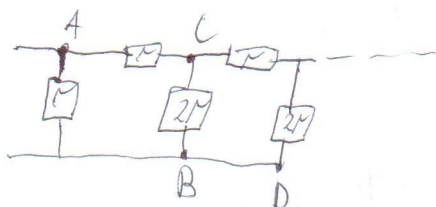
$$D = r^2 + 12r^2 = 13r^2$$

$$R_A = \frac{r \pm r\sqrt{13}}{2}$$

$$R_A = r \cdot \frac{(1 + \sqrt{13})}{2}$$

$$R_{CD} = \frac{r \cdot R_A}{r + R_A} = \frac{r \cdot \frac{(1 + \sqrt{13})}{2}}{\frac{(1 + \sqrt{13})}{2} + 1} = r \cdot \frac{(1 + \sqrt{13})}{3 + \sqrt{13}}$$

2.



$$R_{AB} = R_{CD} = R_A \quad R_{CD} = \frac{R_A \cdot r}{R_A + r}$$

$$R_{AB} = r + \frac{R_A \cdot 2r}{2r + R_A} = R_A$$

$$2r^2 + rR_A + 2rR_A = 2rR_A + R_A^2$$

$$R_A^2 - rR_A - 2r^2 = 0$$

$$D = r^2 + 8r^2 = 9r^2$$

$$R_A = \frac{r \pm 3r}{2}$$

$$R_A = 2r$$

$$R_{CD} = \frac{2r \cdot r}{2r + r} = \frac{2}{3}r$$

3. Рассматривая теперь всю цепь:

$$R_{\Sigma} = \frac{2}{3}r + R + r \left(\frac{4 + \sqrt{3}}{3 + \sqrt{3}} \right) \quad \text{не собираю мости}$$

$$I = \frac{U}{R + r \left(\frac{2}{3} + \frac{4 + \sqrt{3}}{3 + \sqrt{3}} \right)}$$

(20)

2) Дано:

$$U = 36 \frac{\text{КВ}}{\text{Т}} = 10 \frac{\text{В}}{\text{Т}}$$

$$R = 64000000 \text{ Ом}$$

t - ?

Решение:

Работа перемещаем заряды из Земли, когда их потенциал ^{у поверхности} равен нулю:

$$W_3 = W_p$$

$$W_3 = \sqrt{\frac{q_{\text{в.с.}}}{R^2}} = \frac{12\pi}{T}$$

$$W_p = \sqrt{\frac{q_{\text{в.с.}}}{R+h}}$$

$$q_{\text{в.с.}} = \frac{GM}{(R+h)^2}$$

$$U_3 = W \cdot R = \frac{GM}{2R}$$

$$U_{\text{в.с.}} = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$$

$$t = \frac{h}{U}$$

$$\frac{GM}{R+h} = \frac{4\pi^2 R^2}{T^2}$$

$$h = \frac{GM T^2}{4\pi^2 R^2} - R \approx 1847 \cdot 10^6 - 64 \cdot 10^6 \text{ м} \approx 1840,6 \cdot 10^6 \text{ м}$$

$$t \approx 2130 \text{ г} \approx 58 \text{ дн.} \quad (13)$$

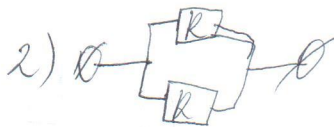
5) Дано:

$$I_{K1} = 5 \text{ А}$$

$$I_{K2} = 4 \text{ А}$$

$I_{K2} = ?$

Решение:



$$R_1 = \frac{U}{I_{K1}}$$

$$N_{K1} = I_{K1}^2 \cdot R_{K1}$$

$$N_{K2} = I_{K2}^2 \cdot R_{K2}$$

П.к. сопротивления не меняются, поэтому мощность N , но мощность сопротивления резисторов в обоих случаях равны.

$$R_{K1} = \frac{U}{I_{K1}} = \frac{U}{I_{K2}}$$

$$I_{K2} = 4 I_{K1} = 16,8 \text{ А}$$

П.к. сопротивления равны: $I_{K21} = I_{K22} = \frac{I_{K2}}{2} = 8,4 \text{ А}$

(3)