Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

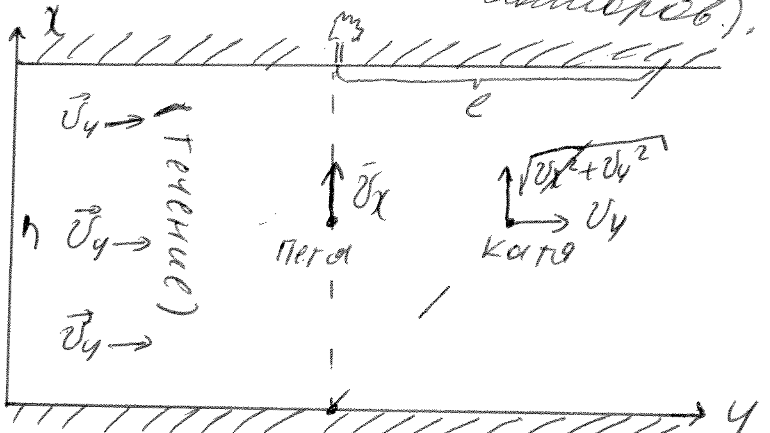
Вариант: 7991

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ BE 76-83

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№2

Возьмем систему координат, ~~связанную~~ относительно земли. Тогда v_x – скорость Пети по OX, а $\sqrt{v_x^2+v_y^2}$ – скорость Кати по OX (по правилу сложения векторов).



Если же рассматривать движение относительно течения, тогда $v_к = v_п = \sqrt{v_x^2+v_y^2}$, но скорость Кати ⊥ течению ⇒ направлена по OX.

(В решении движение рассматривается относительно земли)

$$\begin{cases} \frac{h}{v_x} = t_п \\ \frac{h}{\sqrt{v_x^2+v_y}} = t_к \end{cases} \qquad \begin{cases} v_x = \frac{h}{t_п} \\ t_к = \frac{h}{\sqrt{v_y^2+\frac{h}{t_п}}} = t_к \end{cases}$$

$$\frac{h}{\sqrt{v_y^2+\frac{h}{t_п}}} = t_к$$

$$v_y^2 + \frac{h}{t_п} = \frac{h^2}{t_к^2}$$

$$v_y = \sqrt{\frac{h^2}{t_к^2} - \frac{h}{t_п}}$$

$$l = v_y t_к = t_к\sqrt{\frac{h^2}{t_к^2} - \frac{h}{t_п}} = \sqrt{h\left(h - \frac{t_к^2}{t_п}\right)} = \sqrt{30\left(30 - \frac{900}{50}\right)}\,м =$$

$= 60 м$

Ответ: 60 м

Пусть c – теплоёмкость кастрюли с водой

c_0 – теплоёмкость яйца.

$\Delta t(c+2c_0)=km$ (2 яйца + кастрюля)

$-\ \Delta t(c+c_0)=m$ (яйцо + кастрюля)

$\Delta t(c-c+2c_0-c_0)=km-m$

$\Delta t c_0=m(k-1)$ (1 яйцо)

$\Delta t(c+c_0)=m$

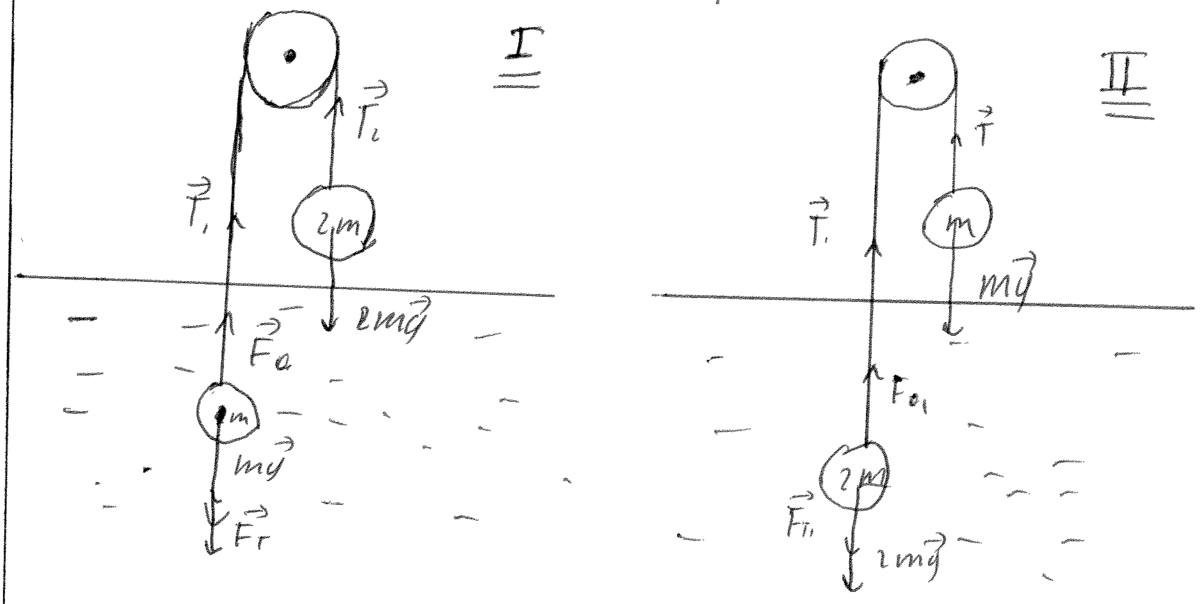
$-\ \Delta t c_0=m(k-1)$

$\Delta t = m-m(k-1)$

$\Delta t c_0 = m(2-k) = 40г\cdot(2-\frac{5}{4}) = 30г = 0{,}03кг$

Ответ: 30г = 0,03кг.

~ 4



$V_1=\frac{m}{\rho}$ (I тело) $\quad V_2=\frac{2m}{\rho_1}$ (II тело)

т.к. $V_1=V_2$

$\frac{m}{\rho}=\frac{2m}{\rho_1} \Rightarrow 2\rho=\rho_1$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

I Пусть k - коэффициент вязкости воды.

$$F_a = \rho_в g V = \frac{1}{3}\rho_1 g V = \frac{2}{3}\rho g V$$

$$\frac{F_a}{mg} = \frac{\frac{2}{3}\rho g V}{\rho V g} = \frac{2}{3}$$

$$F_a = \frac{2}{3}mg$$

$$T_2 = 2mg$$

$$T_1 + F_a = mg + F_T$$

$$T_1 = mg + F_T - F_a$$

Т.к. нить невесомая и нерастяжимая

$$T_1 = T_2$$

$$2mg = mg + F_T - F_a$$

$$2mg = vVk + mg - F_a$$

$$v = \frac{mg + F_a}{Vk} = \frac{mg + \frac{2}{3}mg}{Vk} = \frac{5mg}{3Vk}$$

II $T_1 = T_2$

$$mg = 2mg + F_{T_1} - F_a$$

$$mg + v_1 Vk - F_a = 0$$

$$v_1 Vk = F_a - mg = \frac{2}{3}mg - mg = -\frac{1}{3}mg$$

$$v_1 = -\frac{mg}{3Vk}$$

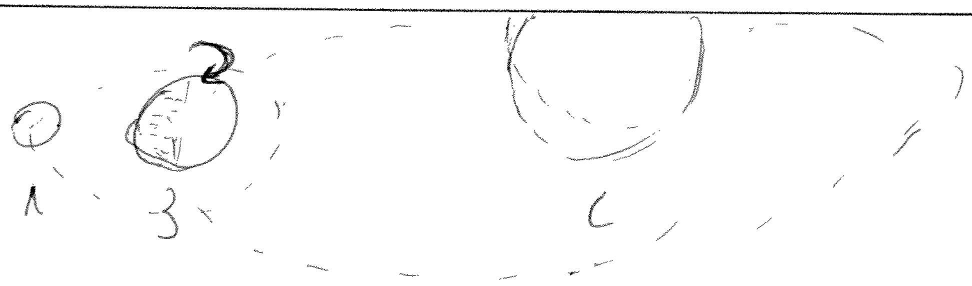
$$\frac{v}{v_1} = -\frac{\frac{5mg}{3Vk}}{\frac{mg}{3Vk}} = -\frac{\frac{5}{3}}{\frac{1}{3}} = -5$$ (знак "-" означает, что тела двигались в разных направлениях.)

Ответ -5

№1

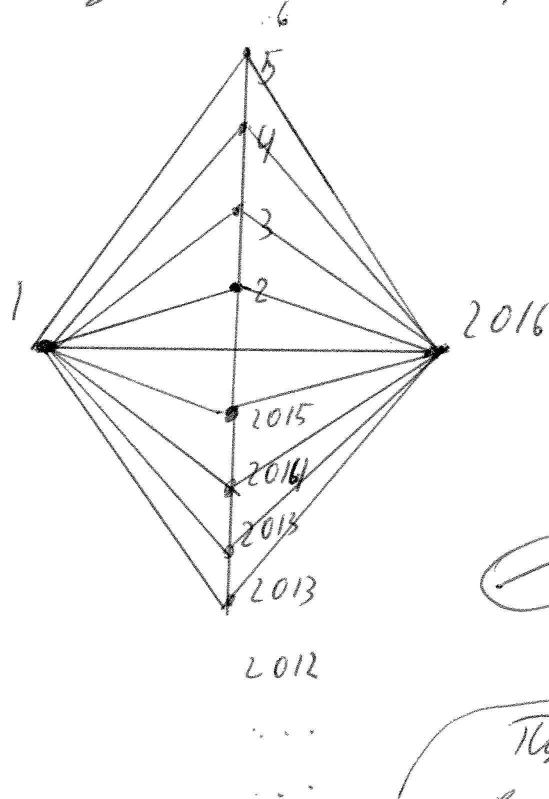
Нет, т.к. луна оказывает на землю большее воздействие.

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



№5

Схему можно представить в виде



Т.к. $R_{12}=R_{2\,2016}$

По перемычке R_{23} ток течь не будет

Это верно для перемычек $R_{2\,2015}$ $R_{2015;2016}$ R_{45} и т.д.

~~Пусть x — мощность выделившаяся в $R_{12}=R_{13}=R_{14}=R_{1\,2016}=$ тогда 40~~

Тогда

$$\frac{R\cdot\frac{2R}{2014}}{R+\frac{2R}{2014}}=1$$

$$R\cdot\frac{2R}{2014}=R+\frac{2R}{2014}$$

$$\frac{2R^2}{2014}=\frac{2016R}{2014}$$

$$R=2016/2$$

$$Q=\frac{U^2}{R}\cdot t=\left(\frac{2016^2}{\frac{2016}{2}}\right)\text{ Дж}=\left(\frac{2016\cdot 2}{1}\right)\cancel{\text{Дж}=10{,}08\text{ Дж}}$$

$=40{,}32$ кДж Ответ: 40,32 кДж

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: ____________

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ BE76-83

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Пусть Q – теплота выделившаяся в $R_{1,2,2016}$ $R_{1,3,2016}$ и т.д. всего теплоты:

$Q_0 = \frac{U}{R} \cdot t = 2016$ Дж тогда $Q_{1-2016} = 2Q$

составим уравнение

$2014Q + 2Q = 2016$

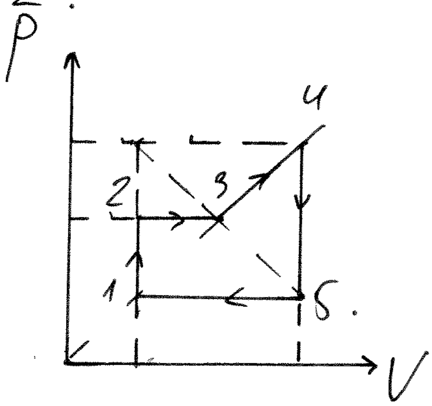
$Q = 1$ Дж

Ответ 1 Дж

№1 Девушка не сможет войти в здание без посторонней помощи. Мы получаем ~~Начальная сила~~ минимальную силу открытия двери, ~~при открытии двери~~ когда прикладываем силу к ~~ее~~ свободной стороне двери. (По золотому правилу механики) Если мы выигрываем в силе, то мы проигрываем в расстоянии. ⇒ Чтобы открыть дверь, приложив силу к другой её точке, нужно приложить большую силу, чем минимальная, а 80Н>40Н.

Если мы держим дверь в открытом состоянии, то O: $F_м l = F_у x$, где l - ширина двери. $F_у$ - сила упругости пружины. x - плечо силы $F_у$.

№2.



$T_{mx} = 6{,}25\, T_{mn}$ – минимальная температура.

↑ максимальная температура

Пусть p_i, V_i, T_i - хар-ки газа в i состоянии. ν-кол-во вещества. Из графика видно, что $V_1 = V_2$; $p_2 = p_3$; ~~$T_1 = \frac{T_3}{4} = \frac{T_4}{16}$~~.

$V_4 = V_5$; $p_1 = p_5$. $V_4 = V_5$.

1-2 T↑, т.к. p↑, V=const. (↑ обозначает рост величина, ↓ ее спад) 2-3 T↑, т.к. V↑, p=const
3-4 ~~T=const, т.к. p~~ T↑, т.к. p↑, V↑. 4-5 T↓, т.к. p↓. V=const; 5-1 T↓, т.к. V↓, p=const. ⇒ $T_4 = T_{mx}$;

$T_4 = T_{max}$. Из графика видно, что точки 1, 2, 3 лежат на прямой, тангенс угла наклона которой равен 1. $\Rightarrow p_4 = 2p_3;\ V_4 = 2V_3 \Rightarrow$ ⊖
$\Rightarrow T_4 = 4T_3$.

(1) $p_1V_1 = \nu RT_1$; (2) $p_2V_1 = \nu RT_2$; (3) $p_2V_3 = \nu RT_3$;
(4) $2p_3 \cdot 2V_3 = \nu R \cdot 4T_3$; (5) $p_1 \cdot 2V_3 = \nu RT_5$.

$T_4 = 6{,}25T_1 \Rightarrow p_4 = 2{,}5p_1;\ V_4 = 2{,}5V_1$.

$4T_3 = \frac{25}{4}T_1 \Rightarrow T_3 = \frac{25T_1}{16} \Rightarrow p_3 = \frac{5}{4}p_1;\ V_3 = \frac{5}{4}V_1$.

$\frac{p_1V_1}{p_2 \cdot \frac{5}{4}V_1} = \frac{\nu RT_1}{\nu R\frac{25T_1}{16}} = \frac{16}{25} \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{4}{5} \Rightarrow p_2 = \frac{5}{4}p_1$.

$V_2 = V_1$.

$\frac{5}{4}p_1V_1 = \nu RT_2 \Rightarrow T_2 = \frac{5p_1V_1}{4\nu R}$; но $\frac{p_1V_1}{\nu R} = T_1 \Rightarrow$
$\Rightarrow T_2 = \frac{5}{4}T_1$.

$V_5 = V_4;\ p_5 = p_1 \Rightarrow p_1 \cdot 2{,}5V_1 = \nu RT_5 \Rightarrow T_5 = 2{,}5T_1$.

1-2: $\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R(\frac{5}{4}T_1 - T_1) = \frac{3}{2}\nu R \cdot \frac{T_1}{4}$.

2-3: $A_{23} = \frac{5}{4}p_1 \cdot (\frac{5}{4}V_1 - V_1) = \frac{5}{4} \cdot \frac{1}{4}p_1V_1 = \frac{5}{16}p_1V_1$.
$\Delta U_{23} = \frac{3}{2}\nu R \cdot \frac{5}{16}T_1$

3-4: $\Delta U_{34} = \frac{3}{2}\nu R(6{,}25T_1 - \frac{25}{16}T_1) = \frac{3}{2}\nu R \cdot \frac{75}{16}$.

~~5-1~~ 4-5 $\Delta U_{45} = \frac{3}{2}\nu R(2{,}5T_1 - 6{,}25T_1) = -\frac{3}{2}\nu R \cdot 3{,}25T_1$

5-1: $\Delta U_{51} = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - 2{,}5T_1) = -\frac{3}{2}\nu R \cdot 1{,}5T_1$.
$A_{51} = p_1(V_1 - 2{,}5V_1) = -1{,}5p_1V_1$.

$dA_{34} = pdV$, но $V = kp$. ($k = 1$ с соответствующей размерностью). $A_{34} = \int_{V_3}^{V_4} \frac{V}{k}dV =$

$= \frac{V^2}{2k}\Big|_{V_3}^{V_4} = \frac{1}{2k}(6{,}25V_1^2 - \frac{25}{16}V_1^2) = \frac{1}{2k} \cdot \frac{75}{16}V_1^2 = \frac{75}{32}p_1V_1$

$$\eta = \frac{\frac{5}{16}p_1V_1 + \frac{75}{32}p_1V_1 - \frac{3}{2}p_1V_1}{\frac{5}{16}p_1V_1 + \frac{75}{32}p_1V_1 - \frac{3}{2}p_1V_1 + \frac{3}{2}\nu RT_1\cdot\frac{75}{16} + \frac{3}{2}\nu RT_1\frac{5}{16} + \frac{3}{2}\nu RT_1\cdot\frac{1}{4} - \frac{3}{2}\nu RT_1\cdot 3{,}25 - \frac{3}{2}\nu R\cdot 1{,}5T_1}$$

$p_1V_1 = \nu RT_1 \Rightarrow \eta = \dfrac{\frac{37}{32}}{\frac{37}{32} + \frac{3}{2}\left(\frac{13}{2}\right)} =$

$$= \frac{\frac{37}{32}}{\frac{37}{32} + \frac{39}{4}} = \frac{37}{37+312} = \frac{37}{349}$$

Ответ: $\eta = \frac{37}{349}$.

№3.

Скорость $\bar{v}$ частицы направлена под 45° к $\bar{B}$ (вектор магнитной индукции) $\Rightarrow$ $\Rightarrow$ ее нужно разложить на $\bar{v}_{\parallel}$ (паралельную B составляющую) и $\bar{v}_{\perp}$ (перпендикулярную ~~с~~ B составляющую) $|\bar{v}_{\parallel}| = |\bar{v}_{\perp}| = \left|\frac{v}{\sqrt{2}}\right|$. ~~Движение будет~~. Траектория частицы — спираль. ее R (радиус) $= \frac{mv}{\sqrt{2}qB}$ и L (шаг) $=$

$$= \frac{v}{\sqrt{2}} \cdot \frac{2\pi \cdot \frac{mv}{\sqrt{2}qB}}{\frac{v}{\sqrt{2}}} = \frac{2\pi mv}{\sqrt{2}qB} = k \cdot \frac{2\pi m \cancel{v}}{\sqrt{2}qB\cdot\frac{\cancel{v}}{\sqrt{2}}} \Rightarrow$$

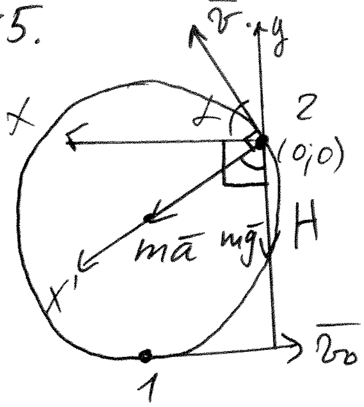
$$\Rightarrow \frac{2\pi mv}{\sqrt{2}qB} = k\cdot\frac{2\pi m}{qB} \Rightarrow v = \sqrt{2}k. \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{b^2} = \frac{\sqrt{2}qB}{m\cdot\sqrt{2}k} \Rightarrow B = \frac{km}{qb^2}.$$

Ответ: $B = \frac{km}{qB^2}$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№5.



H – высота в момент отрыва.
v – скорость в момент отрыва
α – угол между v и горизонтом.

$$y: \begin{cases} a_y = -g \\ v_y = v\sin\alpha - gt \\ y = \cancel{H} + v\sin\alpha\, t - \frac{gt^2}{2}. \end{cases}$$

$$x: \begin{cases} a_x = 0 \\ v_x = v\cos\alpha \\ x = v\cos\alpha\, t. \end{cases}$$

В момент отрыва: x': $ma = mg\cos\alpha \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{v^2}{R} = g\cos\alpha \Rightarrow v^2 = Rg\cos\alpha$

$1 \to 2$ ЗСЭ: $\frac{\cancel{m}v_0^2}{2} = \frac{\cancel{m}v^2}{2} + \cancel{m}gH.$

$\frac{v_0^2}{2} = \frac{v^2}{2} + gH.$; $H = R(\cos\alpha + 1).$

Координаты точки 1: $(R\sin\alpha; -R(\cos\alpha + 1)).$

Подставим в ур-ние координат.

$y: -R(\cos\alpha + 1) = \cancel{R(\cos\alpha+1)})\, v\sin\alpha\, t - \frac{gt^2}{2}.$

x: $R\sin\alpha = v\cos\alpha\, t \Rightarrow t = \frac{R\,tg\alpha}{v}$

$-\cancel{R}(\cos\alpha + 1) = \cancel{R}\,tg\alpha\sin\alpha - \frac{g}{2}\cdot\frac{R^{\cancel{2}}tg^2\alpha}{v^2}$

$-\cos\alpha - 1 = tg\alpha\sin\alpha - \frac{g}{2}\cdot\frac{R\,tg^2\alpha}{R^2 g^2\cos^2\alpha}$

$-\cos\alpha - 1 = tg\alpha\sin\alpha - \frac{tg^2\alpha}{2gR\cos^2\alpha}.$

$-\cos\alpha - 1 = \frac{1-\cos^2\alpha}{\cos\alpha} - \frac{1}{2gR}\cdot\frac{1-\cos^2\alpha}{\cos^4\alpha}.$

$-\cancel{\cos\alpha} - 1 = \frac{1}{\cos\alpha} - \cancel{\cos\alpha} - \frac{1}{2gR}\cdot\frac{1}{\cos^4\alpha} + \frac{1}{2gR}\cdot\frac{1}{\cos^2\alpha}$

Пусть $\frac{1}{\cos\alpha} = \cancel{a}z.$

$-1 = \cancel{a}z - \frac{1}{2gR}\cdot \cancel{a}z^4 + \frac{1}{2gR}\cdot \cancel{a}z^2.$

$za^4 \cancel{+} - \cancel{a}z^2 - 2gR\cancel{az} - gR = 0.$

$2a^2(a^2-1)(a^2+1) - 2gR(a^2+1) = 0$

$(a^2+1)(a^3 - a^2 - 2gR) = 0$. – если v_0 не известно.

Если v_0 дано, то $\frac{v_0^2}{2} = \frac{Rg\cos\alpha}{2} + gR\cos\alpha + gR \Rightarrow$

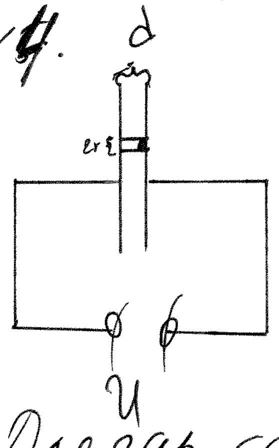
$\Rightarrow \cos\alpha = \frac{2(v_0^2 - 2gR)}{3gR} \Rightarrow$ искомый

угол: $\frac{\pi}{2} - \arccos\left(\frac{v_0^2 - 2gR}{3gR}\right)$.

~~Ответ:~~ $\cancel{\frac{\pi}{2} - \arccos\left(\frac{v_0^2 - 2gR}{3gR}\right)}$

(—)

№4.



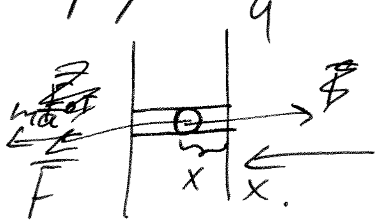
C – емкость конденсатора.

$C = \frac{\varepsilon_0 S}{d} = \frac{q}{U}$; q – заряд конденсатора

$I = \frac{dq}{dt} = q'$

Для зар. сферы $E(НЭСП) = \frac{kQ}{R^2}$; Q – заряд сферы

$ma = \frac{2kqQ}{x^2} + \frac{kqQ}{(d-x)^2}$



Q – заряд шарика.

$a = \frac{2kqQ}{x^2 m} + \frac{kqQ}{m(d-x)^2}$

$v = \cancel{\frac{2kqQ}{x^2 m}} + at$

$x = \cancel{\frac{2kqQ}{x^2 m}t} + \cancel{\frac{2kqQt^2}{x^2 m 2}}\ \frac{at^2}{2}$.

$\cancel{x^3 = \frac{kqQt^2}{m}}$ НЭСП внутри шарика

равна 0 $\Rightarrow \frac{q}{2S\varepsilon_0} = \frac{kQ}{R^2} \Rightarrow Q = \frac{qR^2}{2S\varepsilon_0 k}$.

4 ??

(—)

№1.

Поскольку двери открываются в обе стороны, то выведение их из положения равновесия приведет к возникновению колебаний двери. Для начала ~~[illegible]~~ силу $F_2 = 40H$ приложим к двери, чтобы вывести из положения равновесия, затем дверь начнет совершать колебания, в момент, когда дверь пройдет положение равновесия в сторону направления первоначальной силы, ~~[illegible]~~ опять силу F_2 приложим к двери, что приведет к резкому возрастанию амплитуды колебания (т.к. собственная частота колебания совпадет с частотой вынуждающей силы). Затем без особого труда останется лишь зайти в момент, когда дверь будет снова проходить ~~в~~ положение равновесия в сторону приложения первоначальной силы. Это лишь один из способов открытия двери, их может быть еще несколько, но зайти в здание, прикладывая только силу F_2 можно.

Если вернуться к вопросу выведения из положения равновесия, то стоит отметить, что двери возвращаются в исходное положение с помощью пружины, причем сила, с которой она возвращает в положение равновесия должна быть равна той минимальной силе, чтобы удержать дверь: $F_1 = k \cdot \Delta x$, где k - коэфф. жесткости пружины, Δx - удлинение. $F_2 = k \cdot \Delta x_2$,

$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\Delta x}{\Delta x_2} \Rightarrow \frac{\Delta x}{\Delta x_2} = 2$. Это значит, что можно вывести дверь из положения равновесия хотя бы

Наполовину, чтобы применить мой метод
Ответ: Спасем

№2.

Рассмотрим циклы по отдельности:

$1\to2$: $P\uparrow$, $V=const$, $Q = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + A_{газа} = \frac{3}{2}(P_2-P_1)V$ затраченное

Иногда будем применять закон Менделеева-Клапейрона:
$PV=\nu RT$,

$2\to3$: $V\uparrow$, $p=const$: $Q = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + A_{газа} = \frac{3}{2}P_2(V_2-V_1)+P_2(V_2-V_1) = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + \underbrace{\nu R\Delta T}_{полезная}$ = затраченное

$3\to4$: $P\uparrow$, $V\uparrow$, $Q = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + (P_4V_4-P_3V_3) = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + \underbrace{\nu R\Delta T}_{полезное}$ затраченное

$4\to5$: $P\downarrow$, $V=const$: $Q = \left|\frac{3}{2}\nu R\Delta T\right|$ - затраченное

$5\to1$: $p=const$, $V\downarrow$, $Q = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + P_1(V_4-V_1) = \left|\frac{3}{2}\nu R\Delta T + \nu R\Delta T\right|$

Т.к в точке 1 минимальное давление и объем, то там и минимальная температура (исходя из Закона Менделеева-Клапейрона). А в точке 4 максимальная температура.

~~Из графика видно, что $P_4 = 2P_3$; $V_4 = 2V_3$;~~

$$\cancel{\begin{cases} P_3V_3 = \nu RT_3 \\ P_4V_4 = \nu RT_4 \end{cases} \Rightarrow \frac{2P_3\cdot 2V_3}{P_3V_3} = \frac{T_4}{T_3} \Rightarrow T_4 = 4T_3 =}$$

~~Так же из рисунка видно, что $P_2 = 2P_1$, $V_2 = V_1$, $V_3 = 2V_2$; $P_3 = P_2$ а $P_3 = 2P_1$; $V_3 = 2V_1$~~

$$\cancel{\begin{cases} P_2V_2 = \nu RT_2 \\ P_1V_1 = \nu RT_1 \end{cases} \Rightarrow \frac{2P_1\cdot V_1}{P_1V_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow T_2 = 2T_1}$$

$$\cancel{\begin{cases} P_3V_3 = \nu RT_3 \\ P_1V_1 = \nu RT_1 \end{cases} \Rightarrow \frac{2P_1\cdot 2V_1}{P_1V_1} = \frac{T_3}{T_1} \Rightarrow T_3 = 4T_1}$$

~~Из графика видно, что~~ $\cancel{T_3 = \frac{(T_4 - T_1)}{2}}$,
~~из условия:~~ $\cancel{T_4 = 6{,}25 T_1}$, ~~тогда~~
$\cancel{T_3 = \frac{5{,}25 T_1}{2}}$

КПД цикла:

$$\eta = \frac{A_{полез}}{A_{затр}}; \quad A_{полез} = \nu R (T_2 - T_1 + T_4 - T_3) = \nu R (T_4 - T_1)$$

$$A_{затр} = \frac{3}{2}\nu R (T_2 - T_1 + T_3 - T_2 + T_4 - T_3) + \nu R (T_3 - T_2 + T_4 - T_3).$$

$$\eta = \frac{\nu R (T_4 - T_1)}{\frac{3}{2}\nu R (T_4 - T_1) + \nu R (T_4 - T_1)} = \frac{5{,}25 \cancel{T_1}}{\left(\frac{3}{2}\cdot 5{,}25 + 5{,}25\right)\cancel{T_1}} =$$

$$= \frac{5{,}25}{2{,}125 \cdot 3 + 5{,}25} = \frac{5{,}25}{6{,}9} = \frac{525}{690} \approx 0{,}71.$$

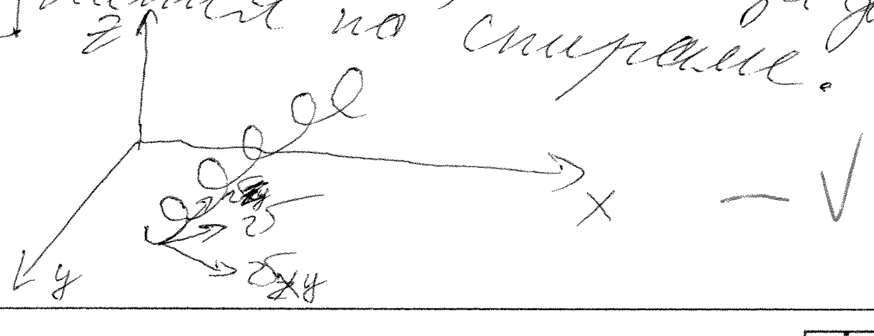
Ответ: 0,71.

№3.

Дано:
q, m
$x^2 + y^2 = b^2$
$z = kt$
$\alpha = 45°$
$B - ?$

Решение:

Из условия видно, что $x^2 + y^2 = b^2$ – ур-ние окружности, а $z = kt$ – ур-ние прямой, следовательно, частица движется по спирали.



Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 7111 ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ C01 56-72

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Сила, действующая на частицу
$F = qBv\sin\alpha = ma$; $a = \frac{(v\cos\alpha)^2}{R}$ — V

$qBv\sin\alpha = m\frac{(v\cos\alpha)^2}{R}$ — V

Но из условия $x^2+y^2=b^2$ видно, что $R=\sqrt{b^2} = b$.

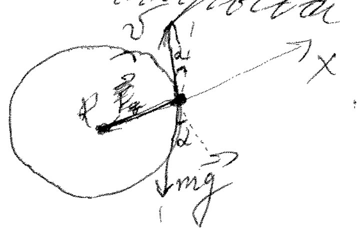
$B = \frac{mv\cos^2\alpha}{q\sin\alpha \cdot b} = \frac{mv\cos\alpha}{qb}$ (т.к $\sin 45° = \cos 45°$)

$v \cdot \sin\alpha = k$ (т.к $z = k \cdot t$, где k - скорость вертикальная на оси z) + т.к $\sin\alpha = \cos\alpha$,

получим: $B = \frac{mk}{qB}$

Ответ: $B = \frac{mk}{qB}$ ∓

В точке отрыва:



$\begin{cases} mg\sin\alpha = m\frac{v_{отр}^2}{R} \\ v\cdot\sin\alpha = v_{отр} \\ mg\cos\alpha = 0 \ ?? \end{cases}$

$\Downarrow$

$\cos\alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 0$

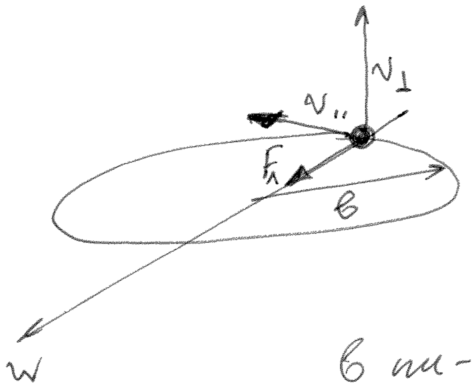
Ответ: $\alpha = 0$

Ø

к 4 нет

Лист 04 из 04

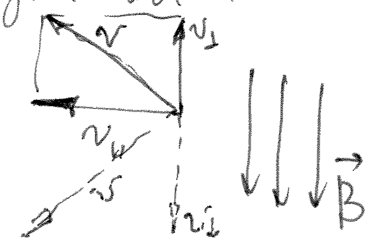
№3 В плоскости xy тело движется по окружности, а по оси z – равномерно ⇒ ⇒ $\vec{B} \parallel \vec{Oz}$ (сила Лоренца по оси z не действует, т.к. $a_z = 0$, a – ускорение)



$v_z = \frac{z}{t} = k$

II з. Ньютона на Ow
$qv_\parallel B = mv_\parallel^2/R$, $R = b$ – радиус окр., $v_\parallel$ – скорость в пл-ти xy (см. рис.), $qv_\parallel B$ – сила Лоренца в пл-ти (xy).

$\Rightarrow v_\parallel = \frac{qBb}{m}$ По правилу левой руки ~~кл~~ $\vec{B}$ направлен вниз.



~~$\vec{v}_\perp \uparrow\downarrow \vec{B}$~~

v – полная скорость тела

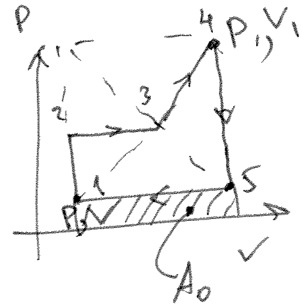
т.к. $\vec{v}_\perp \hat{} \vec{B} = 45° \Rightarrow v_\perp$ направлена вниз (и ось Oz тоже.

~~$\vec{v}_\perp \uparrow\downarrow \vec{B}$~~, $\vec{v} = \vec{v}_\perp + \vec{v}_\parallel$, $\vec{v} \hat{} \vec{B} = 45°$, $\vec{v}_\parallel \perp \vec{B}$, $\vec{v}_\perp \parallel \vec{B} \Rightarrow v_\parallel = v_\perp$.

$\frac{qBb}{m} = k \Rightarrow B = \frac{km}{qb}$ (+)

Ответ: $\frac{km}{qb}$.

№2



Введем обозначение: p_1, p, V_1, V (соответственно макс. и минимальное давления и объёма, см. рис.)

$T_{(4)} = \frac{p_1 V_1}{\nu R}$ – max T

$T_{(1)} = \frac{pV}{\nu R}$ – min T, ν – кол-во вещ-ва рабочего тела

$$\frac{T_{(4)}}{T_{(1)}} = \frac{p_1 V_1}{pV} = 6,25$$

Пусть A – работа газа в цикле.

$A = \frac{5}{8}(p_1 - p)(V_1 - V)$ – считаем как долю от квадрата.

$Q > 0$: 1-2-3-4 – нагреватель

$Q_н = \Delta U_{14} + A_{14} = \frac{3}{2}(p_1V_1 - pV) + A + A_0$; $A_0 + A$ – работа газа в 1-2-3-4, см. рис.

$A_0 = (V_1 - V_3)p = pV_1 - pV$

$A = \frac{5}{8}(p_1V_1 + pV - pV_1 - p_1V)$

На ~~линии~~ линии 1-3-4 $\frac{p}{V} = const \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{p_1}{V_1} = \frac{p}{V} \Rightarrow p_1V = V_1 p$. С учётом этого

$A = \frac{5}{8}(p_1V_1 + pV) = \frac{5}{8}(6,25+1)pV = \frac{5}{8}\left(\frac{50}{8}+1\right)pV = \frac{5}{8}\cdot\frac{58}{8}pV$

~~$\frac{pV_1}{pV} = \frac{p_1}{p} = \frac{V_1}{V}$~~ $\frac{pV_1}{pV} = \frac{V_1}{V} = \frac{p_1}{p}$ (лежат на графике линейной завис. $p(V)$ 1-3-4) $\Rightarrow \frac{pV_1}{pV} = \sqrt{\frac{p_1V_1}{pV}} =$

$= \sqrt{\frac{T_{(4)}}{T_{(1)}}} = \sqrt{6,25} = 2,5$. С учётом этого:

$$A_0 = pV(2,5 - 1) = pV \cdot \frac{3}{2}$$

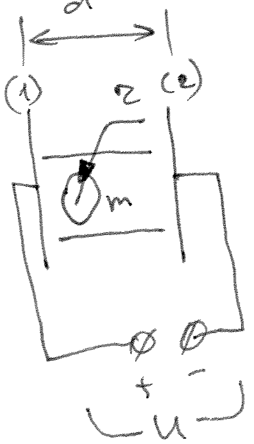
$$Q_н = \frac{3}{2}\left(\frac{50}{8}pV - pV\right) + \frac{5}{8}\cdot\frac{58}{8}pV + \frac{3}{2}pV = \left(\frac{3}{2}\cdot\frac{42}{8} + \frac{5}{8}\cdot\frac{29}{4} + \frac{3}{2}\right)pV$$

$$\eta = \frac{A}{Q_н} = \frac{5}{8}\cdot\frac{29}{4}\cancel{pV}\cdot\frac{1}{\frac{3\cdot 42\cdot 2 + 5\cdot 29 + 48}{8\cdot 4}\cancel{pV}} = \frac{29}{89}$$

±

Ответ: $\frac{29}{89}$.

№4



Будем считать, что на шарик (заряженный) действует только поле внутри трубки (остальное поглощается стеклом, т.к. $\varepsilon_{стекла}$ велико.

Посчитаем ёмкость активного конденсатора (поле внутри трубки): $C = \frac{\varepsilon_0 S}{d} = \frac{\varepsilon_0 \pi r^2}{d}$

Пусть шарик лежал у пластины (1). Тогда при подаче напряжения он зарядится зарядом пластины $\cancel{q = CU = \frac{\varepsilon_0 \pi r^2}{d}U}$ (пренебрегая поляризацией, считаем, что шарик успел зарядиться полностью зарядом q до того, как поле оттолкнуло его от пластины). Тогда время, пока он летел от (1) к (2) равно $\Delta t_1 = \sqrt{\frac{2d}{a}}$, a – ускорение шарика в поле,

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 7111

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ СМ 56-91

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$a = \frac{F}{m} = \frac{Eq}{m} = \frac{U/d\, q}{m}$, E – напряжённость поля в конденсаторе (т.е. обеих пластин, т.к. на шарик действуют обе пластины)

$$a = \frac{U}{d\cdot m} q = \frac{U}{dm}\frac{\varepsilon_0 \pi r^2}{d} U = \frac{U^2 r^2}{d^2}\cdot\frac{\varepsilon_0\pi}{m} \quad (+)$$

Тогда $\Delta t_1 = \sqrt{\frac{2d}{a}} = \sqrt{\frac{2d\cdot d^2 m}{U^2 r^2 \varepsilon_0\pi}} = \frac{d}{Ur}\sqrt{\frac{2dm}{\varepsilon_0\pi}}$

После столкновения с пластиной (2) шарик перезарядится до (−q) и полетит назад с тем же по модулю ускорением ~~станет незаряженным (т.к. ... зарядится q~~ а пластина (2) – (−q).) и полетит назад со скоростью, которая была у него перед ударом. Найдём её:

$$v = \Delta t_1 \cdot a = \frac{U^2r^2}{d^2}\frac{\varepsilon_0\pi}{m}\cdot\frac{d}{Ur}\sqrt{\frac{2dm}{\varepsilon_0\pi}} = \frac{Ur}{d}\sqrt{\frac{2d\varepsilon_0\pi}{m}}$$

Время полёта от (1) к (2) равно $\Delta t_2 = \frac{d}{v} = \frac{d^2}{Ur}\sqrt{\frac{m}{2\varepsilon_0\pi d}}$

Среднее значение тока равно $I_{ср} = \frac{\Delta q}{\Delta t}$, где Δt и Δq – велики. Ток течёт за счёт переноса шариком заряда от пластин к пластине. ~~После первого цикла (от (1) к (2) и обратно) на участке (1)-(2) шарик будет иметь начальную скорость v.~~

~~Тогда~~ $d = vt + \frac{at^2}{2} \Rightarrow t = \frac{-v+\sqrt{v^2+2ad}}{a}$, $v_2 = \sqrt{v^2+2ad} - v$.

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

~~т.к. $\sqrt{v^2+2ad}-v \approx \sqrt{2ad}=v$, то (v_1-v) мало ⇒ им можно пренебречь.~~

$$I_{cp}=\frac{\Delta q}{2\Delta t_1}=\frac{\varepsilon_0 \pi r^3 U^2}{2d^2}\sqrt{\frac{2dm}{\varepsilon_0 \pi}}^{-1}$$

~~$$I_{cp}=\frac{\Delta q}{\Delta t}=\frac{q}{\Delta t_1+\Delta t_2}=\frac{\varepsilon_0 \pi r^2 U}{d\left(\frac{d}{Ur}\sqrt{\frac{2dm}{\varepsilon_0\pi}}+\frac{d^2}{Ur}\sqrt{\frac{m}{2\varepsilon_0 \pi d}}\right)}$$~~

$$q=\frac{\varepsilon_0 \pi r^2 U}{d}=\frac{1}{4\pi k}\pi r^2\frac{U}{d},$$ k – постоянная Кулона

$$q=\frac{1}{4\cdot 9\cdot 10^{9}\frac{Н\cdot м^2}{Кл^2}}\cdot\frac{0{,}5\,мм}{5\,мм}\cdot 2\cdot 10^3 В=\frac{1}{18}\cdot 10^{-7}Кл\approx 0{,}05\cdot 10^{-7}=5\cdot 10^{-9}Кл$$

$$\Delta t_1=\frac{d}{Ur}\sqrt{\frac{2dm}{\varepsilon_0\pi}}=\frac{5\,мм}{0{,}5\,м\cdot 2\cdot 10^3 В}\sqrt{\frac{2\cdot 10\,мм\cdot 2\cdot 10\,кг}{\frac{1}{4\pi\cdot 9\cdot 10^{+9}}\cdot\pi}}=1{,}5\cdot$$

$$=\frac{5\,мм}{2\cdot 10^3 В\cdot 0{,}5\,мм}\sqrt{\frac{2\cdot 5\cdot 10^{-3}м\cdot 2\cdot 10^{-7}кг}{\frac{1}{4\pi\cdot 9\cdot 10^9}\cdot\pi}}=1{,}5\cdot 10^{-2}\cdot\sqrt{0{,}5}=10^{-2}с$$

~~$$\Delta t_2=\frac{d^2}{Ur}\sqrt{\frac{m}{2\varepsilon_0\pi d}}=\frac{25\cdot 10^{-6}м}{2\cdot 10^3 В\cdot 5\cdot 10^{-4}м}\sqrt{\frac{2\cdot 10^{-7}кг}{2\cdot\frac{1}{4\pi\cdot 9\cdot 10^9}\cdot\pi\cdot 5\cdot 10^{-3}м}}=$$~~

~~$$=0{,}5\cdot 10^{-2}=5\cdot 10^{-3}с$$~~

~~$$I=\frac{q}{\Delta t_1+\Delta t_2}=\frac{5\cdot 10^{-9}Кл}{1{,}5\cdot 10^{-3}}=3{,}3\cdot 10^{-6}=3{,}3\,мкА$$~~

~~Ответ 3,3 мкА~~

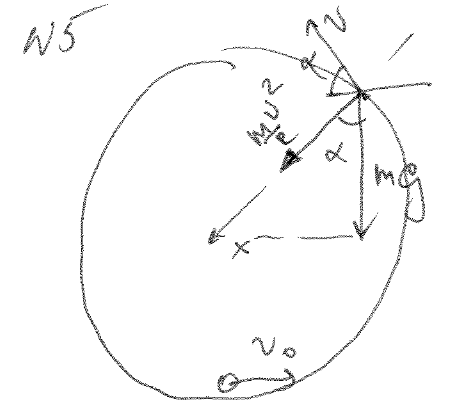
~~$$I=\frac{q}{2\Delta t_1}=\frac{5\cdot 10^{-9}}{2\cdot 10^{-2}}=2{,}5\cdot 10^{-7}=0{,}25\,мкА$$~~

~~Ответ: 0,25 мкА~~

№1 Очевидно, имеется в виду, что минимальная сила не создаёт ускорение (т.е. вращают равномерно) и приложение к середине двери (поскольку на них нет ручек с краю их толкают в середину.) Тогда если прикладывать силу $F_2=\frac{F_1}{2}$ к краю, то можно удерживать дверь, т.к. их моменты равны $F_1\cdot(0{,}5l)=l\cdot F_2=l\cdot(0{,}5F_1)$, l – ширина двери

В противном случае задача не имеет смысла (если минимально возможная сила, приложенная в какой-л. точке, равна 80Н, то очевидно, что открыть дверь 40Н нельзя). 0

№5



II з-н Ньютона на Ox в мом. отрыва (высота h, скорость v):

$$\frac{mv^2}{R} = mg\cos\alpha$$

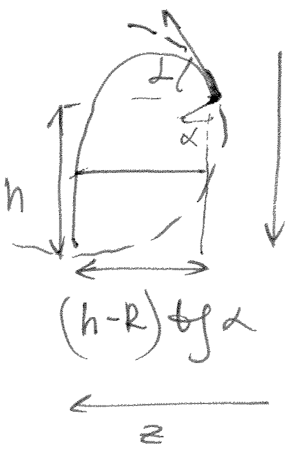
$$\cos\alpha = \frac{h-R}{R}$$

По ЗСЭ $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + mgh \Rightarrow v^2 = v_0^2 - 2gh$

Из II з-на Ньютона $v^2 = g(h-R) \Rightarrow$

$\Rightarrow v_0^2 - 2gh = gh - gR \Rightarrow 3gh = v_0^2 + gR \Rightarrow h = \frac{v_0^2 + gR}{3g}$

После отрыва: своб. падение:



$$\begin{cases} h = -vt\sin\alpha + \frac{gt^2}{2} \ (Oy) \\ (h-R)\,tg\,\alpha = v\cos\alpha\, t \ (Oz), \end{cases}$$ t – время полета

$t = \frac{(h-R)\,tg\,\alpha}{v\cos\alpha} \Rightarrow h = -(h-R)\,tg^2\alpha + g\frac{(h-R)^2 tg^2\alpha}{v^2 \frac{(h-R)^2}{R^2}}$ cos α ⟶

(1) $h = tg^2\alpha\left(R - h - g\frac{R^2}{v^2}\right)$

$tg^2\alpha = \frac{1}{\cos^2\alpha} - 1 = \frac{R^2}{(R-h)^2} - 1 = \frac{h(2R-h)}{(h-R)^2}$. Подст. в (1):

$(h-R)^2 = (2R-h)\left(R - h - g\frac{R^2}{v^2}\right)$ Раскрыв скобки и подставив выр-ие для v, получим: $h = \frac{v^2R + 2gR^2}{v^2 + gR} =$

$= R + \frac{gR^2}{v^2 + gR} \Rightarrow \frac{v_0}{3g} + \frac{R}{3} - R = \frac{gR^2}{\frac{v_0^2}{3} + \frac{5}{3}gR} \Rightarrow v_0 - 2gR = \frac{9g^2R^2}{v_0^2 + 5gR}$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$v_0^3 + 10g^2R^2 + 2gRv_0^2 + 5v_0gR = 9g^2R^2$

$v_0^3 + 2v_0^2gR + 5v_0gR + 19g^2R^2 = 0$

пусть $w = \sqrt{\frac{v_0^2}{gR}}$

Тогда ур-ние имеет вид

$f(w) = w^3 + 2w^2 + 5w + 19 = 0$

$\frac{df(\omega)}{d\omega} = 3\omega^2 - 4\omega + 5 = 0: \quad \omega_э = \frac{2 \pm \sqrt{4-15}}{3}, \ \omega_э \notin \mathbb{R} \Rightarrow$

$\Rightarrow$ экстремумов нет.

$f(1) = 1 - 2 + 5 - 19 < 0$

$f(2) = 8 - 8 + 10 - 19 < 0$

$f(3) = 27 - 18 + 15 - 19 > 0 \Rightarrow$ корни на $[2;3]$

$f(2,5) = \frac{125}{8} - \frac{25}{4} + \frac{25}{2} - 19 = \frac{125 - 250 + 100 - 19 \cdot 8}{8} < 0$

Считаем приблизительно $\omega = 2,75$

$\frac{v_0^2}{gR} = \frac{121}{16} \Rightarrow v_0^2 \approx 7,5gR$

$h = \frac{5,5}{3}gR \approx 1,8gR \Rightarrow \cos\alpha =$

$= \frac{h-R}{R} = 0,8$

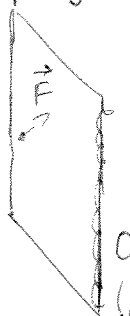
~~Ответ: $\alpha \approx \arccos 0,8$.~~

(+)

№ 1

Дано:
$a = 0{,}7$ м
$b = 3{,}5$ м
$M = 100$ кг
$F_1 = 80$ Н
$F_2 = 40$ Н

Сила тяжести, действующая на дверь, не играет роли в ее открытии, т.к. все действия происходят в горизонтальной плоскости.



Т.к. $F_2 < F_1$, то напрямую девушка открыть дверь не сможет, у нее недостаточно сил. Но т.к. сила упругости пружин двери прямо пропорц. их удлинению, то девушка сможет войти внутрь, слегка приоткрыв дверь.

II Вариант. Девушка может разбежаться и набрать достаточный импульс для открытия двери, если врезаться в нее.

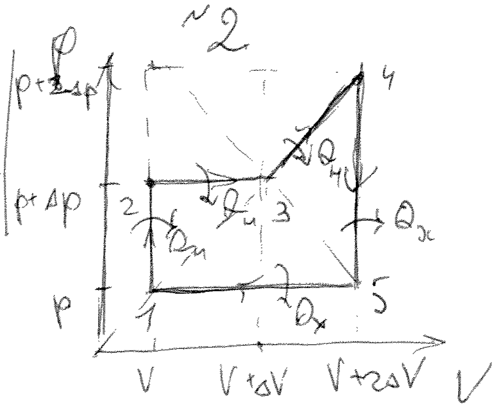
III Вариант. Девушка найдет другой вход с более „лёгкой" дверью и войдет в него, либо она залезет в окно.

Ответ: да, может.

№ 2

$i = 3$
$T_4 = 6{,}25 T_1$

$\eta - ?$



$$\eta = \frac{A}{Q_н} \cdot 100\%$$

Заметим, что $Q_н = Q_{12} + Q_{23} + Q_{34}$

Запишем 1-е нач. термодин для этих процессов, с учетом того, что давления мен. на Δp; объемы на ΔV:

$$Q_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2} V\Delta p$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2}\nu R(T_3 - T_2) = \frac{5}{2}(p + \Delta p)\Delta V$$

$$Q_{34} = \frac{3}{2}\left((p+2\Delta p)(V+2\Delta V) - (p+\Delta p)(V+\Delta V)\right) + A_{34}$$

A_{34} найдем к $S_{трап}$: $A_{34} = \frac{\cancel{(p+\Delta p)}(p + p + 2\Delta p)}{2}\Delta V$

$Q_{34} = \frac{3}{2}(p\Delta V + \Delta p V + 3\Delta p\Delta V) + p\Delta V + \frac{3}{2}\Delta p\Delta V = \frac{5}{2}p\Delta V + \frac{3}{2}\Delta p V + 6\Delta p\Delta V$

A найдем как S цикла:

$A = \Delta p\cdot 2\Delta V + \frac{\Delta p\cdot\Delta V}{2} = \frac{5\Delta p\Delta V}{2}$

Заметим, что процессы 1 и 4 лежат на прямой $p=V$.

Тогда

$p^2 = \nu R T$,

$(p+2\Delta p)^2 = \nu R\cdot 6{,}25T$,

$(p+2\Delta p)^2 = 6{,}25p^2$

$p+2\Delta p = 2{,}5p \Rightarrow 2\Delta p = 1{,}5p$

$p = \frac{4}{3}\Delta p$

$V = \frac{4}{3}\Delta V$

Тогда: $Q_н = \cancel{\frac{5}{2}\cdot\frac{4}{3}\Delta p\Delta V} + 3\Delta p V + 5p\Delta V + \frac{17}{2}\Delta p\Delta V = 4\Delta p\Delta V + \frac{20}{3}\Delta p\Delta V + \frac{17}{2}\Delta p\Delta V = \frac{115}{6}\Delta p\Delta V$

$\eta = \frac{A}{Q_н} = \frac{5\cdot 3}{115} = \frac{3}{23}\cdot 100\% \approx 13\%$

Ответ: $\eta \approx 13\%$

№3.

$x^2+y^2=b^2$

$z = k\cdot t$

$m;\ q_0;\ k;\ b$

$\alpha = 1$

B - ?

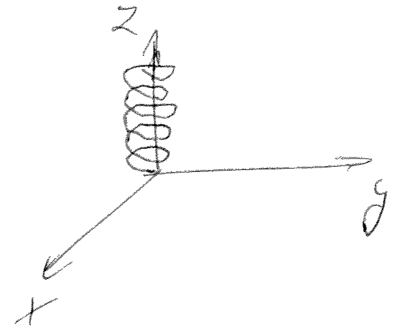
Заметим, что $x^2+y^2=b^2$ — уравнение окр, по которой движется заряд с центром в т. $O(0;0;z)$ с радиусом b.

~~Эт~~ Это движение обеспечивает сила Лоренца, действ. на заряд. Т.к. он движется в вертик. оси ~~плоскости~~, с коорд $z = kt$, то k — его проекция скорости (собственной) верт.

Сила Лоренца заставляет двигаться заряд по кругу, не меняя ~~k~~ скор.

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

ШИФР НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ Сы 61-44



По II З.Н:

$$\frac{mv^2}{R} = Bqv\cancel{\sin\alpha}$$

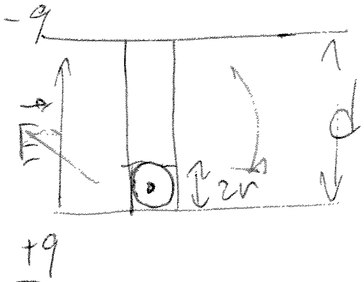
$$\frac{mk}{b} = Bq\cancel{\sin\alpha}$$

Т.к. k - проекция на z на которую не действ сила и $\alpha = 45^\circ$ то скор в перпенд. пл. также равна k.

$$\boxed{B = \frac{mk}{bq\cancel{\sin\alpha}}} \qquad = \frac{\cancel{\sqrt{2}}\,mk}{bq}$$

Ответ. $B = \frac{\cancel{\sqrt{2}}\,mk}{bq}$.

№4.



$$v_{ср} = \frac{d_{ср}}{t_{ср}} = \frac{d}{t}$$

Дано:
$m = 2\cdot10^{-7}$ кг
$r = 5\cdot10^{-4}$ м
$U = 2\cdot10^{3}$ В
$d = 5\cdot10^{-3}$ м

$v_{ср}$ - ?

При подключении конденсатора к ист на его обкладках появ заряд $|q|$, такой же заряд приобретает шарик. Появляется электрич поле с $E = \frac{U}{d}$, которое начинает двигать шарик. Это и обеспечивает перенос заряда при соударении с другой обкладкой.

По II З.Н:

$$ma = Eq$$

$$a = \frac{Eq}{m} = \frac{Uq}{dm}$$

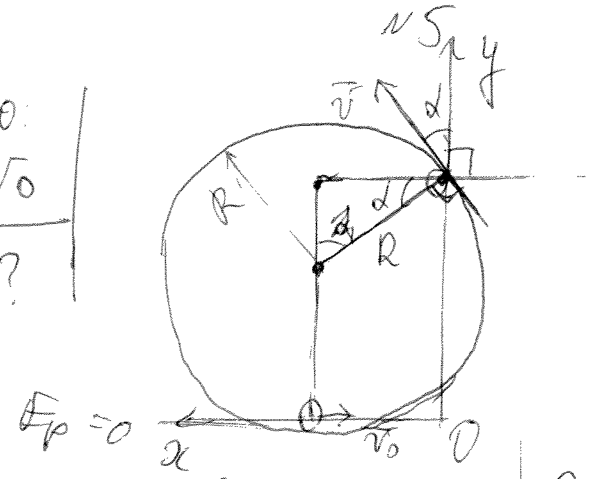
Пусть шарик коснется другой обкладки через t, тогда:

$$d - 2r = \frac{at^2}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{2(d-2r)}{a}} = \sqrt{\frac{2(d-2r)dm}{Uq}}$$

Дано:
$R; v_0$

α - ?



Шарик оторвется на высоте
$h = R(1+\sin\alpha)$
После этого по оси Ox
Он пролетит $R\cos\alpha$ за
время t падения.

$Ox: \ R\cos\alpha = v\sin\alpha \, t$

$t = \frac{R}{v}\mathrm{ctg}\,\alpha$

Движение за время t

По оси Oy: $0 = R(1+\sin\alpha) + vt\cos\alpha - \frac{gt^2}{2}$

$$0 = R(1+\sin\alpha) + \frac{R\cos^2\alpha}{\sin\alpha} - \frac{gR^2\cos^2\alpha}{v^2 2\sin^2\alpha} \quad (1)$$

По З.С.Э:

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgR(1+\sin\alpha) + \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v^2 = v_0^2 - 2gR(1+\sin\alpha) \quad (2)$$

Из 1 ур:

$$\frac{gR\cos^2\alpha}{v^2 2\sin^2\alpha} = \frac{\sin\alpha + 1}{\sin\alpha} \Rightarrow v^2 = \frac{gR\cos^2\alpha}{2\sin\alpha(1+\sin\alpha)} = \frac{gR(1-\sin\alpha)}{2\sin\alpha}$$

Отсюда:

$$\frac{gR(1-\sin\alpha)}{2\sin\alpha} = v_0^2 - 2gR(1+\sin\alpha) \Rightarrow \frac{gR}{2\sin\alpha} + 2gR\sin\alpha = v_0^2 - \frac{3}{2}gR$$

$$\cancel{\frac{gR}{2\sin\alpha}\left(1 - \sin\alpha + 4\sin\alpha + 4\sin^2\alpha\right) = v_0^2} \qquad \frac{1}{2\sin\alpha} + 2\sin\alpha = \frac{v_0^2}{gR} - \frac{3}{2}$$

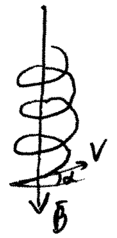
$$4\sin^2\alpha + \left(3 - \frac{2v_0^2}{gR}\right)\sin\alpha + 1 = 0$$

$$D = \left(3 - \frac{2v_0^2}{gR}\right)^2 - 16$$

Ответ: $\boxed{\cancel{\sin\alpha = \frac{\frac{2v_0^2}{gR} - 3 \pm \sqrt{\left(3 - \frac{2v_0^2}{gR}\right)^2 - 16}}{8}}}$

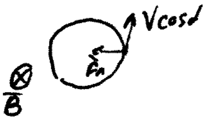
№3.

Дано: $x^2+y^2=b^2$
$z=k\cdot t$
$b, k, m, q, \alpha=45°$
$B=?$



① $z=k\cdot t \Rightarrow V_n=k=V\sin\alpha \Rightarrow V=\dfrac{k}{\sin\alpha}$ —V

② $x^2+y^2=b^2 \Rightarrow R=b$

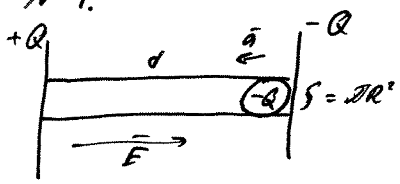


$$\frac{mV^2\cos^2\alpha}{b}=qB\,V\cos\alpha \Rightarrow$$ —V

$$\Rightarrow B=\frac{mV\cos\alpha}{qb}=\frac{m\cos\alpha}{qb}\cdot\frac{k}{\sin\alpha}=\frac{km}{qb}\cdot ctg\alpha=\frac{km}{qb}$$

Ответ: $B=\dfrac{km}{qb}$. ±

№4.



Дано: m, R, U, d

$$I=\frac{dQ}{dt}$$

$$C=\frac{S\varepsilon_0}{d}=\frac{\pi R^2\varepsilon_0}{d};\quad Q=CU=\frac{\pi R^2\varepsilon_0 U}{d}$$

$$U=Ed \Rightarrow E=\frac{U}{d}$$

$$ma=QE \Rightarrow a=\frac{QE}{m}=\frac{QU}{md}$$

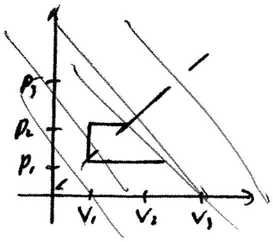
$$d=\frac{at^2}{2};\quad t=\sqrt{\frac{2d}{a}}=\sqrt{\frac{2dm}{QE}}=\sqrt{\frac{2d^2m}{QU}}=d\sqrt{\frac{2m}{QU}}$$

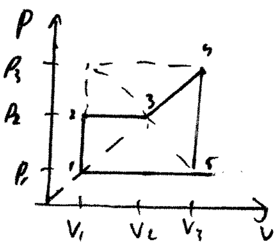
$$I=\frac{dQ}{dt}=\frac{1}{2}\cdot\frac{Q}{t}=\frac{\pi R^2\varepsilon_0 U}{2d^2}\cdot\sqrt{\frac{QU}{2m}}=\frac{\pi R^3U^2\varepsilon_0}{2d^2}\sqrt{\frac{\pi\varepsilon_0}{2dm}}=$$

$$=\frac{\pi R^3U^2\varepsilon_0}{2d^2}\sqrt{\frac{1}{8kdm}}=\frac{\pi R^3U^2\varepsilon_0}{4d^2\sqrt{2kdm}}.$$

Ответ: $I=\dfrac{\pi R^3U^2\varepsilon_0}{4d^2\sqrt{2kdm}}$

№2.





$i=3.$

$\dfrac{T_4}{T_1}=6{,}25$

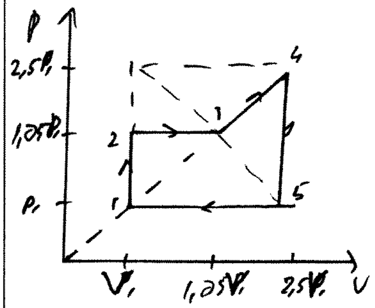
$\eta=?$

1) $\begin{cases}\dfrac{P_1}{P_3}=\dfrac{V_1}{V_3}\\ \dfrac{P_1V_1}{T_1}=\dfrac{P_3V_3}{T_4}\end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases}\dfrac{P_3V_3}{P_1V_1}=6{,}25\\ \dfrac{P_1}{P_3}=\dfrac{V_1}{V_3}\end{cases} \Leftrightarrow \dfrac{V_3^2}{V_1^2}=6{,}25 \Rightarrow \begin{cases}V_3=2{,}5V_1\\ P_3=2{,}5P_1\end{cases}.$

2) $P_2=\dfrac{P_1+P_3}{2}=1{,}75P_1$

$V_2=\dfrac{V_1+V_3}{2}=1{,}75V_1$. Перерисуем цикл.

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



$\eta = \frac{A_{ц.}}{Q_{пр.}}$

$A_{ц.} = 2{,}25 P_1V_1 - 0{,}25 P_1 \cdot \frac{(1{,}5 + 0{,}25)V_1}{2} =$

$= P_1V_1\left(\frac{9}{4} - \frac{3}{4}\cdot\frac{1}{2}\cdot\frac{9}{4}\right) = P_1V_1\left(\frac{9}{4} - \frac{27}{32}\right) = \frac{45}{32}P_1V_1$

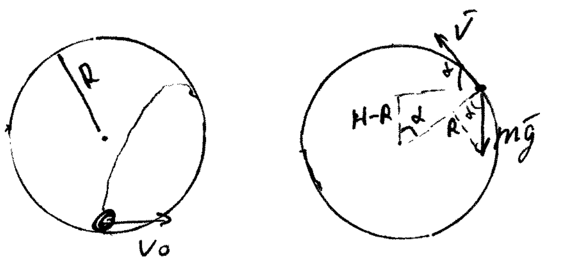
$Q_{отд.} = \Delta U_{14} + A_{14} = P_1V_1\frac{3}{2}(6{,}25-1) + A_{ц.} + P_1 \cdot \cancel{1{,}25}\ 1{,}5V_1 = P_1V_1\left(\frac{3}{2}\cdot\frac{21}{4} + \frac{45}{32} + \frac{3}{2}\right) =$

$= P_1V_1\left(\frac{63}{8} + \frac{93}{32}\right) = P_1V_1\left(\frac{345}{32}\right).$

$\eta = \frac{A_{ц.}}{Q_{отд.}} = \frac{45 P_1V_1 \cdot 32}{32 \cdot P_1V_1 \cdot 345} = \frac{3}{23}$

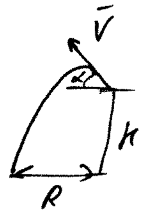
Ответ: $\eta = \frac{3}{23}$

N 5.



Дано: ~~V_0, R~~

$90 - \alpha = ?$



$$\begin{cases} \cos\alpha = \frac{H-R}{R} \\ 0 = H + V\sin\alpha t - \frac{gt^2}{2} \\ R = V\cos\alpha t \\ \cancel{\frac{mV^2}{2} + mgH = \frac{mV_0^2}{2}} \\ \frac{mV^2}{R} = mg\cos\alpha \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} H = R(\cos\alpha + 1) \\ 0 = R(\cos\alpha+1) + R\,tg\,\alpha - \frac{gR^2}{2V^2\cos^2\alpha} = 0 \\ t = \frac{R}{V\cos\alpha} \\ V = \sqrt{gR\cos\alpha} \end{cases} \Leftrightarrow$$

$\Rightarrow \cos\alpha + 1 + tg\,\alpha = \frac{gR}{2gR\cos^3\alpha} \Rightarrow 2\cos^4\alpha + 2\cos^3\alpha + 2\cos^2\alpha\sin\alpha - 1 = 0$

~~Отсюда~~ Отсюда следует найти α, и затем $(90° - \alpha)$.

N 1.

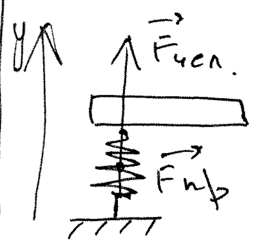
Да, сможет, так как при толчке двери, ~~она~~ дверь станет маятником и откроется еще шире.

№1

Дано:
$F_1 = 80Н$
$F_2 = 40Н$

Решение:

рис 1



• 1. При открывании двери растягивается пружина, возникает сила стремящаяся вернуть дверь в полож. равновесие.

При полном откр. двери нужно приложить силу $F = 80Н$

Запишем II з.Н.

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

OY: $F_{чел} = F_{пр} = k\Delta X_{полн}$.

$$80 = k\Delta X_{полн} \quad (I)$$

• Жесткость пружины постоянна

Запишем II з.Н (для силы F_2):

OY: $40 = k\Delta X_2$ (II)

—

• (I) : (II) $\Rightarrow 2 = \dfrac{\Delta X_{полн}}{\Delta X_2} \Rightarrow 2\Delta X_2 = \Delta X_{полн}$.

$\Downarrow$

Дверь будет открыта, но в 2 раза меньше от максимально возможного. Девушка сможет пройти.

№2

Дано:

m

$2m$; $\rho(2m) = 3\rho_в$

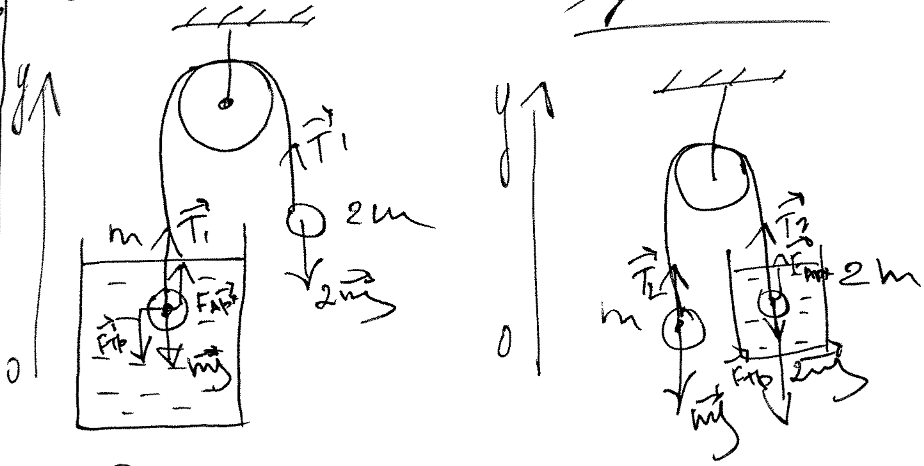
~~$\rho(2m) = 3\rho(m)$~~

$F_{тр} = \alpha V$

$\frac{V_2}{V_1}$ – ?

Решение:

рис 1 рис 2



•1: $\begin{cases} \rho(2m) = 3\rho_{воды} \\ V(2m) = V(m) \end{cases} \Rightarrow \frac{2m}{\rho(2m)} = \frac{m}{\rho(m)}$

$\frac{2}{3\rho_{воды}} = \frac{1}{\rho(m)} \Rightarrow 2\rho(m) = 3\rho_{воды}$

$\rho(m) = \frac{3}{2}\rho_{воды}$.

•2: ~~Т.к~~ Распишем все силы действующие на каждое тело и запишем II З.Н.

а) Т.к нить нераст. и невесома T равны

б) Т.к мы рассматр. установившееся движение $a = 0$

$\sum\vec{F} = m\vec{a}$

OY: (для тела m)

$F_{тр} + mg = T_1 + F_{Арх} \Rightarrow \alpha V + mg = T_1 + \rho_{воды} g V_{тела}(m)$ (Iа)

для тела (2m):

OY: $2mg = T_1$ (IIа)

из (Iс) и (IIа):

$$\boxed{\alpha V_2 + mg = 2mg + \rho_{воды} g V(m)} \quad (\text{III а})$$

• Запишем II з.Н для каждого из тел на рис 2

Предположим, что шарик $m=m$ движется вниз.

OY: (для m)

$$\begin{cases} T_2 = mg \\ OY: (\text{для } 2m) \\ T_2 + F_{арх} = 2mg + F_{тр}. \end{cases}$$

$$\Rightarrow \boxed{mg + \rho_в g V(2m) = 2mg + \alpha V_1} \quad (\text{IV})$$

(IV) и (III):

$$V(m) = \frac{m}{\rho(m)} = \frac{2m}{3\rho_{воды}}$$

$$V(2m) = \frac{2m}{3\rho_в}.$$

$$\begin{cases} \alpha V_2 = mg + \rho_в g V(m) \\ \alpha V_1 = \rho_в g V(2m) - mg \end{cases}$$

$$\begin{cases} \alpha V_2 = mg + \dfrac{\rho_в g \cancel{V} 2m}{3\rho_{воды}} \\ \alpha V_1 = \dfrac{\rho_в g 2m}{3\rho_в} - mg \end{cases}$$

$$\begin{cases} \alpha V_2 = \dfrac{2mg}{3} + mg \\ \alpha V_1 = \dfrac{2}{3}mg - mg \end{cases}$$

$$\begin{cases} \alpha V_2 = \dfrac{5}{3}mg \\ \alpha V_1 = -\dfrac{1}{3}mg \end{cases}$$ (неверно было угадано направление движения)

$$\boxed{\frac{V_2}{V_1} = 5}$$

Ответ: 5.

№3

Дано:

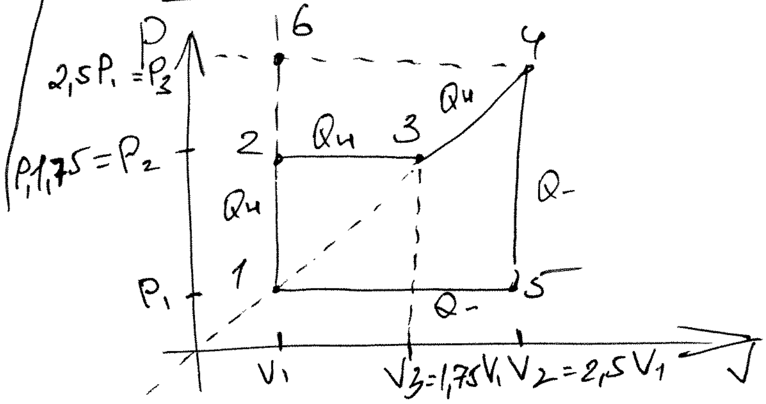
$\nu = 3$

$T_{max} = 6,25\,T_{min}$

$\eta - ?$

Решение:

рис 1



1. Проведем изотермы, и заметим, что $T_{max} = T_4$, а $T_{min} = T_1$

$$\eta = \frac{A_п}{Q_н}$$

2. Заметим, что точки 1 и 4 лежат на прямой $P = \alpha V$

$$\begin{cases} P_1 = \alpha V_1 \\ P_3 = \alpha V_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{P_1}{P_3} = \frac{V_1}{V_2}$$

Запишем Менделеева-Клапейрона:

$$\begin{cases} P_1 V_1 = \nu R T_{min} \\ P_3 V_2 = \nu R T_{max} \end{cases} \Rightarrow \frac{P_1^2}{P_3^2} = \frac{T_{min}}{T_{max}} = \frac{1}{6,25} \Rightarrow \frac{P_1}{P_3} = \frac{1}{2,5}$$

$$2,5 P_1 = P_3$$

3. Цикл 1-2-6-4-5-1 на графике зависим. $P(V)$ - изображен квадратом $\Rightarrow P_2 = 1,75 P_1$

$$\frac{P_1}{P_3} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{2,5} \Rightarrow V_2 = 2,5 V_1 \Leftrightarrow V_3 = 1,75 V_1$$

- Найдем A как площадь под графиком

$$A = (0,75 P_1 \cdot 1,5 V_1) + \frac{P_1 V_1 (0,75^2)}{2} = \frac{P_1 V_1}{2} \cdot (2,250 + 0,5625) =$$

$$= \frac{P_1 V_1}{2} \cdot 3,8125$$

$$\eta = \frac{P_1 V_1 \cdot 3{,}8125}{2(Q_{1-2}+Q_{2-3}+Q_{3-4})}$$

• Запишем 1-ое начало ТД:

$$Q = \Delta U + A$$

$$Q_{1-2} = \frac{j}{2}\Delta P V = \frac{j}{2}\cdot 0{,}75\, P_1 V_1 = 1{,}5\cdot 0{,}75\cdot P_1 V_1$$

$$Q_{2-3} = \left(\frac{j}{2}+1\right) P \Delta V = \frac{5}{2}\cdot 1{,}75\cdot 0{,}75\, P_1 V_1$$

$$Q_{3-4} = \cancel{\left(\frac{j}{2}+1\right)\Delta(PV)} = \frac{j}{2}\Delta P \Delta V + \frac{P_1\cdot 3{,}25}{2}\cdot 0{,}75\, V_1 =$$

$$= \frac{3}{2}\, 0{,}75 P_1 \cdot 0{,}75 V_1 + \frac{P_1 V_1}{2}\cdot 0{,}75\cdot 3{,}25$$

$$\eta = \frac{P_1 V_1 \cdot 3{,}8125}{2{,}25 P_1 V_1 + 6{,}5625 P_1 V_1 + 1{,}6875 P_1 V_1 + P_1 V_1 \cdot 2{,}4375} \Rightarrow$$

$$\eta = \frac{3{,}8125}{12{,}9375} \approx 0{,}3$$

Ответ: 0,3

№5

рис 1

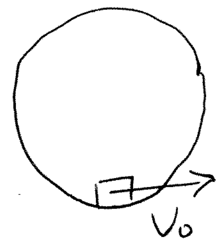


рис 2

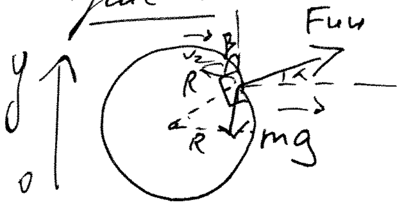
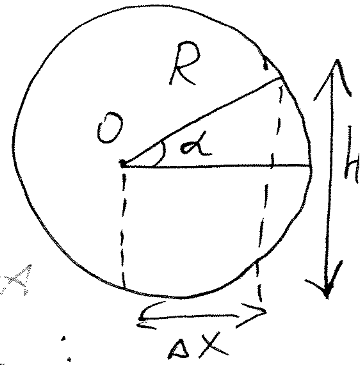


рис 3



1. Запишем ЗСЭ для тела от рис 1 до рис 2:

$$\frac{mV_0^2}{2} = mgh + \frac{mV_2^2}{2}$$

2. Запишем II З.Н:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

OY: $mg = F_{цс}\sin\alpha = ma_{цс}\sin\alpha = m\frac{V_2^2}{R}\sin\alpha$

Получили 2 ур-ния:

$$\begin{cases} V_0^2 = 2gh + V_2^2 \\ Rg = V_2^2\sin\alpha \end{cases}$$

3. Выразим H и ΔX через R:

$$H = R + R\sin\alpha = R(1+\sin\alpha)$$

$$\Delta X = R - R\cos\alpha = R(1-\cos\alpha)$$

4. Запишем кинематические законы:

OY:

$$0 = R(1+\sin\alpha) + V_2\cos\beta\, t - \frac{gt^2}{2}$$

OX:

$$R(1-\cos\alpha) = V_2\sin\beta\, t \Rightarrow t = \frac{R(1-\cos\alpha)}{V_2\sin\beta}$$

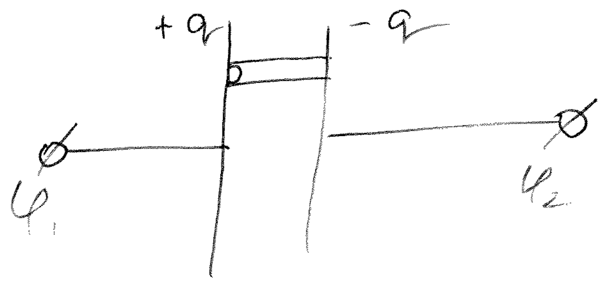
$$\begin{cases} 0 = R(1+\sin\alpha) + \mathrm{ctg}\beta \cancel{V_2} R(1-\cos\alpha) - g\dfrac{R^2(1-\cos\alpha)^2}{2V_2^2\sin^2\beta} \quad (I) \\ V_2^2 = \dfrac{Rg}{\sin\alpha} \quad (II) \\ V_0^2 = 2gR(1+\sin\alpha) + V_2^2 \end{cases}$$

Из (I) и (II):

$$0 = (1+\sin\alpha) + \mathrm{ctg}\beta(1-\cos\alpha) - \frac{(1-\cos\alpha)^2 \cdot g^2 \sin\alpha}{2\sin^2\beta}$$

и ?

№4

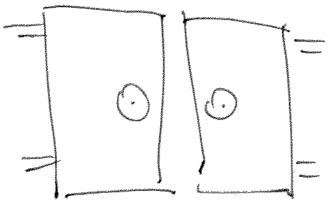


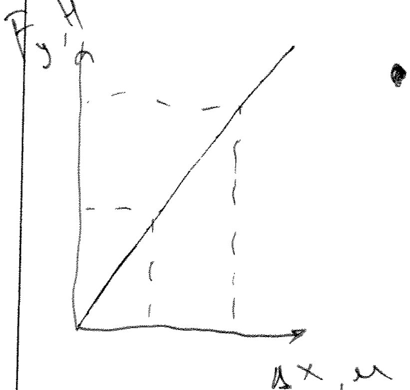
$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

$$\Delta\varphi = U = 2\text{ кВ}$$

1

Дано:
ширина – x
$F_1 = 80H$, $F_2 = 40H$





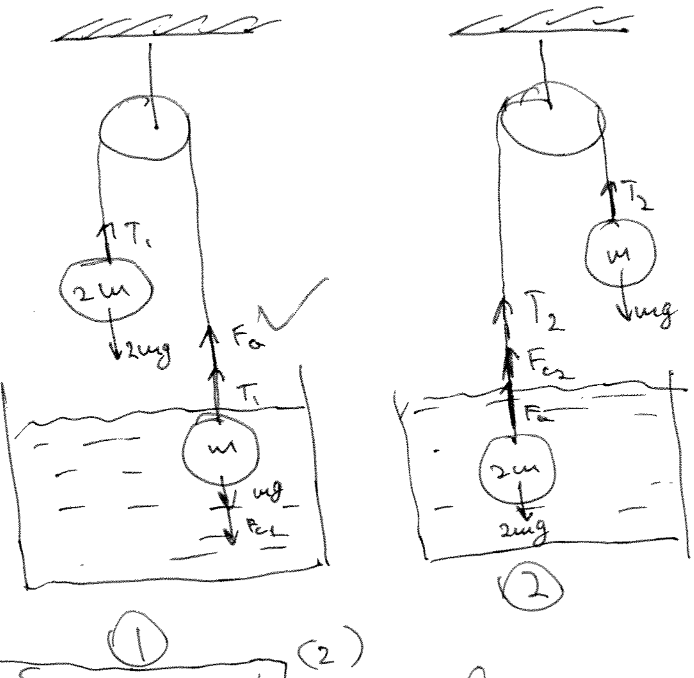
• Т.к. дверь возвращается в начальное положение пружинами, то:

$$\begin{cases} F_1 = k\Delta x \\ F_2 = k\Delta x' \\ F_1 = 2F_2 \end{cases} \quad \begin{cases} F_1 = k\Delta x \\ \boxed{F_2 = \frac{k\Delta x}{2}} \\ F_1 = 2F_2 \end{cases}$$

(–)

Ответ: Да, сможет, но откроет дверь ~~наполовину~~ не полностью. Т.к. сила упругости прямо пропорциональна растяжени

2



Решен.: Т.к. по условию задачи мы считаем движение установившимся, ~~равноускоренным~~ то справедливо для случая 1:

$$\begin{cases} T = 2mg \\ \rho_в gV + 2mg = mg + k\delta_1 \end{cases}$$

$\Rightarrow \boxed{k\delta_1 = \rho_в gV + mg}$ (1)

и для случ. 2:

(+)

$$\begin{cases} T = mg \\ mg + \rho_в gV + k\delta_2 = 2mg \end{cases}$$

$\Rightarrow \boxed{k\delta_2 = mg - \rho_в gV}$ (2). Далее выразим объем шариков через плотность (по усл.): $\rho_{2m} = 3\rho_в$; $\frac{2m}{V} = 3\rho_в$; $\boxed{V = \frac{2m}{3\rho_в}}$

Задача №2 — продолжение:
делим уравнение (1) на ур-ие (2):

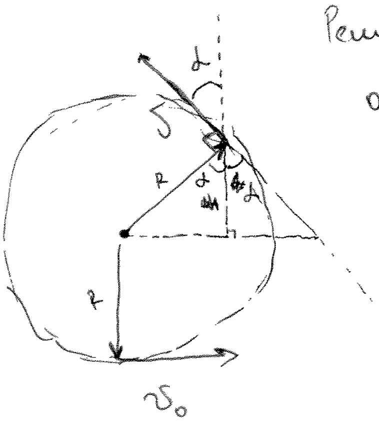
$$\frac{k\delta_1}{k\delta_2} = \frac{mg+\rho_в gV}{mg-\rho_в gV}$$; подставляя значение $V=\frac{2m}{3\rho_в}$, получаем:

$$\frac{\delta_1}{\delta_2} = \frac{mg+\frac{2mg}{3}}{mg-\frac{2mg}{3}} = \frac{5\cancel{mg}}{\cancel{mg}} = 5$$

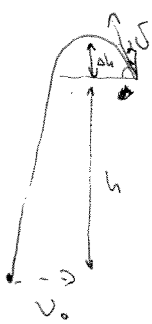
Ответ: $\frac{\delta_1}{\delta_2}=5$

Задача №5. Дано: R; v_0, найти: α

Решение: Т.к. скорость ~~всегда~~ при движении по окружности всегда направлена по касательной к окружности, то в момент отрыва от желоба скорость шарика была направлена по касательной к нему => задача сводится к поиску угла α между касательной и вертикалью.



• Когда шарик от поверхности желоба на высоте h, он поднялся еще на высоту Δh, причем $\Delta h = \frac{v^2\cos^2\alpha}{2g}$



• По закону сохранения энергии: $v_0^2 = 2g(h+\Delta h)$

$v_0^2 = 2gh + v^2\cos^2\alpha$

Т.к. $h = R(1+\cos\alpha)$, а $v^2 = v_0^2 - 2gR(1+\cos\alpha)$ =>

=> $v_0^2 = 2gR(1+\cos\alpha) + \frac{v_0^2\cos^2\alpha}{2g} - \frac{\cos^2\alpha\cdot 2gR(1+\cos\alpha)}{2g}$

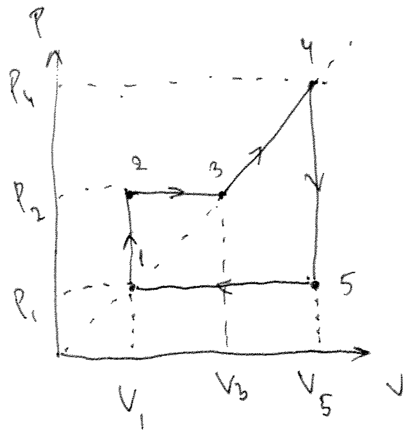
$v_0^2 = 2gR(1+\cos\alpha) + \frac{v_0^2\cos^2\alpha}{2g} - R(1+\cos\alpha)\cdot\cos^2\alpha$ а — ?

решая данное уравнение относительно $\cos\alpha$, получаем его численное значение: $\cos\alpha = a$; $\boxed{\alpha = \pm\arccos a + 2\pi n,\ n\in Z}$

(3)

Дано: $i=3$; $\frac{T_{max}}{T_{min}}=6{,}25$

Найти: η - ?



Решение: из условия следует, что:

• $\frac{P_4 V_5}{P_1 V_1}=6{,}25$

• $\eta=\frac{A}{Q_+}$; $Q_+=Q_{12}+Q_{23}+Q_{34}$

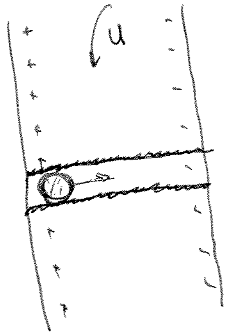
$\frac{P_1}{P_2}=\frac{V_1}{V_3}$; $\frac{P_1}{P_4}=\frac{V_1}{V_5}$ (из симметрии задачи)

$A=(P_2-P_1)(V_3-V_1)+\frac{1}{2}(P_2+P_4)(V_5-V_3)$

$$\boxed{\eta=\frac{(P_2-P_1)(V_3-V_1)+\frac{1}{2}(P_2+P_4)(V_5-V_3)}{Q_{12}+Q_{23}+Q_{34}}}$$

(7)

(4)



Дано: $m=0{,}0002$ г, $r=0{,}5$; U.

$\boxed{I=\frac{U}{R}}$ $\boxed{R=\rho\frac{l}{S}}$

$qU=\frac{m v^2}{2}$

(—)

№2

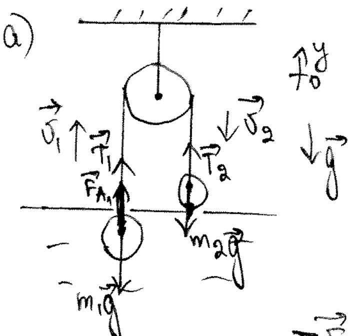
Дано:
$m_1 = m$
$m_2 = 2m$
$V_1 = V_2$
$\rho_2 = 3\rho_в$
$F_{втр} \sim v$

$\frac{v_а}{v_б}$ - ?

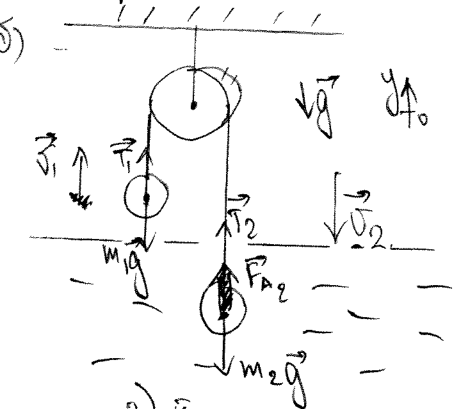
Решение:

1) ИСО - Земля, модель - матер. точка

а)



б)



2) II закон Ньютона: $\vec{a} = \frac{\sum \vec{F}_i}{m}$

$$\begin{cases} m\vec{a}_1 = \vec{T}_1 + \vec{F}_{A_1} + m_1\vec{g} \\ m_2\vec{a}_2 = \vec{T}_2 + m_2\vec{g} \end{cases}$$

$$y: \begin{cases} m_1a_1 = T_1 + F_{A1} - m_1g \\ m_2a_2 = m_2g - T_2 \end{cases}$$

3) Кинематич. связи: $a_1 = a_2 = a$, т.к. нить нерастяжима
$T_1 = T_2 = T$, т.к. нить невесома

4) $$\left.\begin{aligned} m_1a &= T + F_{A_1} - m_1g \\ m_2a &= m_2g - T \\ F_A &= \rho_ж g V_{пчт} \\ V_{пчт} &= V_1 = V_2 = \frac{m_2}{\rho_2} \end{aligned}\right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = \frac{g(m_2 - m_1) + \rho_в g \frac{m_2}{\rho_2}}{m_1 + m_2}$$

5) Формула ускорения: $\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$

y: $a = \frac{v}{t}$

$$\Rightarrow v_а = \frac{g\left(m_2\left(1 + \rho_в \frac{1}{\rho_2}\right) - m_1\right)}{m_1 + m_2} t$$

2) II з-н Ньютона: $\vec{a} = \frac{\sum \vec{F}_i}{m}$

$$\begin{cases} m_1\vec{a}_1 = m_1\vec{g} + \vec{T}_1 \\ m_2\vec{a}_2 = m_2\vec{g} + \vec{T}_2 + \vec{F}_{A_2} \end{cases}$$

y: $m_1a_1 = T_1 - m_1g$
$m_2a_2 = m_2g - F_{A_2} - T_2$

4) $$\begin{cases} m_1a = T - m_1g \\ m_2a = m_2g - F_A - T \end{cases}$$

$$a = \frac{g(m_2 - m_1) - F_{A2}}{m_1 + m_2}$$

5) Формула ускорения: $\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$

y: $a = \frac{v}{t} \Rightarrow v = \frac{g\left(m_2\left(1 - \frac{\rho_в}{\rho_2}\right) - m_1\right)}{m_1 + m_2} t$

±

6) $$\Rightarrow \frac{v_а}{v_б} = \frac{\left(\frac{4}{3}m_2 - m_1\right)}{\frac{2}{3}m_2 - m_1} = \frac{\frac{4}{3}\cdot 2m - m}{\frac{2}{3}\cdot 2m - m} = 5.$$

Ответ: 5.

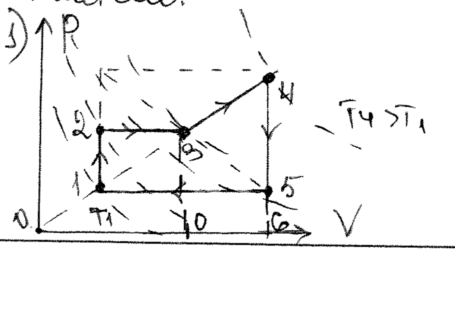
№3.

Дано:
$i = 3$
$\frac{T_{max}}{T_{min}} = 6{,}25$

η - ?

Решение:

1)



Если через каждую точку провести изотермы, то $T_{max} = T_4$, $T_{min} = T_1$

2) $\eta = \frac{A}{Q_{получ}} \cdot 100\%$

$A = A_{23} + A_{34} + A_{51}$

$Q_{получ} = Q_{12} + Q_{23} + Q_{34}$

3) I начало термодин-ки: $Q = \Delta U + A$, где A - работа газа

$$\begin{cases} Q_{12} = \Delta U_{12};\ \Delta U = \frac{i}{2}\nu R\Delta T = \frac{3}{2}\nu R(T_4 - T_1) \\ Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} \\ Q_{34} = A_{34} + \Delta U_{34} \\ A_{23} = p_2(V_3 - V_2) \\ A_{34} = S_{тр} = S_{0346} = \frac{p_3 + p_4}{2}(V_4 - V_3) \end{cases}$$

$Q_н = \Delta U_{14} + p_2(V_3 - V_2) + \frac{1}{2}(p_3V_4 - p_3V_3 + p_4V_4 - p_4V_3)$ ⇐

4) График 3-4 - линейная зависимость p от V, т.е. $p = \alpha V$ ⇒

$\frac{p_3}{p_4} = \frac{V_3}{V_4}$; $\frac{p_3}{p_1} = \frac{V_3}{V_1}$; $\frac{p_4}{p_1} = \frac{V_4}{V_1}$ ⇐ $\begin{cases} p_1 = \alpha V_1 \\ p_3 = \alpha V_3 \\ p_4 = \alpha V_4 \end{cases}$

5) Уравнение Менделеева-Клапейрона: $pV = \nu RT$ ⇒ $\begin{cases} p_1V_1 = \nu RT_1 \\ p_2V_2 = \nu RT_2 \\ p_3V_3 = \nu RT_3 \\ p_4V_4 = \nu RT_4 \\ p_5V_5 = \nu RT_5 \end{cases}$

$A = p_3V_3 - p_2V_2 + \frac{1}{2}(p_3V_4 - p_3V_3 + p_4V_4 + p_4V_3) + p_1(V_5 - V_1)$

$A = p_3(V_3 - V_2) + \frac{1}{2}\cdot\nu RT_4 - \frac{1}{2}p_3V_3 + p_4V_4 - p_1V_1$

$A = p_2\left(\frac{1}{2}V_3 - V_2\right) + \nu R\left(\frac{42}{8}T_1\right)$

$Q_н = \nu R\left(\frac{88}{8}T_1\right) + p_2\left(\frac{1}{2}V_3 - V_2\right)$

6) По условию (из рисунка): $V_2 = \frac{1}{2}V_3$ ⇒

$$\begin{cases} \eta = \frac{A}{Q_н}\cdot 100\% \\ A = \nu R\cdot\frac{42}{8}T_1 \\ Q_н = \frac{88}{8}\nu RT_1 \end{cases} \Rightarrow \eta = \frac{21}{44}\cdot 100\%$$

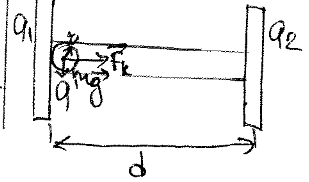
Ответ: $\eta = \frac{21}{44}\cdot 100\%$.

№4.

Дано:
$m = 10^{-7}$ кг
$r = 5\cdot 10^{-4}$ м
$U = 2000$ В
$d = 5\cdot 10^{-3}$ м
I - ?

Решение:

1) ИСО - Земля



2) Закон Кулона: $|\vec{F}| = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{|q_1||q_2|}{r^2}$ ⇒ $F_к = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q_1 q}{r^2}$

3) По закону сохранения заряда после подключения источника тока: $q_1 = q' = \frac{q}{2}$, $q_2 = q$

4) Емкость плоского конденсатора: $C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$

Энергия взаимод-я конд-ра и заряда: $W = \frac{CU^2}{2}$?? Причем S?

5) По закону Ома: $U = I\cdot R = \Delta\varphi = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{r}$

II закон Ньютона: $\vec{a} = \frac{\sum\vec{F_i}}{m}$

$m\vec{a} = \vec{F_к} + m\vec{g}$ ⇒ $m\vec{a} = F_к$ ⇒ $a = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q^2}{r^2 m}$

б) Пусть $F_к = mg$, тогда $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q^2}{4r^2} = mg \Rightarrow q = 2r\sqrt{\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot mg}$

$\begin{cases} F_к = Eq \\ E = \frac{U}{d} \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q^2}{4r^2} = \frac{Uq}{d}$

$U = IR$, т.к. конденсатор с шариком находится в вакууме, то $R = 1 \Rightarrow \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q^2}{4r^2} = \frac{I}{d}$

$q = 2r\sqrt{\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot mg}$ $\Rightarrow$

$\Rightarrow I = \sqrt{\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}} \cdot \sqrt{mg} \cdot \frac{d}{2r}$

$I = \sqrt{9 \cdot 10^9 \frac{Н \cdot м^2}{Кл^2}} \cdot \sqrt{2 \cdot 10^{-7} кг \cdot 10 м/с^2} \cdot \frac{5 \cdot 10^{-3} м}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-4} м} = \frac{2,1}{\sqrt{10}}$ А

~~Ответ: $\frac{2,1}{\sqrt{10}}$ А.~~

(—)

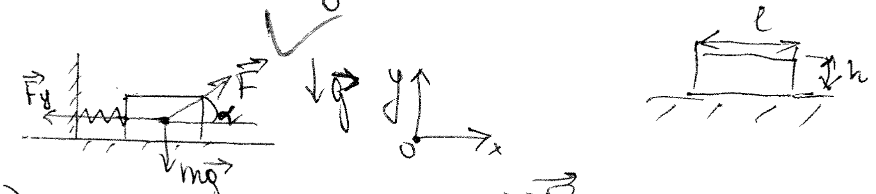
№1.

Дано:
$h = 3,5$ м
$l = 0,7$ м
$m = 100$ кг
$F_1 = 80$ Н
$F_2 = 40$ Н

да, нет?

Решение:

1) ИСО - Земля, модель - матер. точка



2) II закон Ньютона: $\vec{a} = \frac{\sum \vec{F_i}}{m}$

$m\vec{a} = \vec{F}_у + \vec{F} + m\vec{g}$

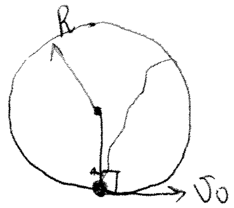
X: $\begin{cases} F_у = F_1 \cos\alpha \\ F_у = kx \end{cases}$

По условию, чтобы полностью открыть дверь, нужно приложить силу в 80Н. ~~Чтобы открыть дверь~~ Дверь находится в равновесии, когда $F_у = mg$, т.е. чтобы зафиксировать дверь в ~~каком-то~~ положении равновесия, нужно приложить силу под углом в $\cos\alpha = \frac{mg}{F_1}$, чтобы девушка смогла открыть дверь, она должна приложить силу под углом, косинус которого больше косинуса $\cos\alpha = \frac{mg}{F_1}$, т.е. $\cos\alpha' = \frac{mg}{F_2} > \frac{mg}{F_1}$ (т.к. $F_2 < F_1$) $\Rightarrow$ девушке хватит сил открыть дверь. (Когда $\cos\alpha' > \cos\alpha$, вертик. составл. силы упругости уменьшается, что позволяет более легко открыть дверь)?

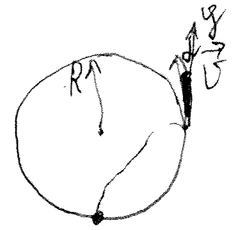
Ответ: да.

(—)

№ 5



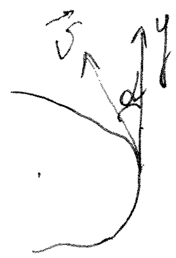
По условию, когда шарику сообщили некоторую скорость, в некоторой точке он оторвался от купола и приземлился в начало своего движения.
Скорость шарика направлена по касательной относительно поверхности купола.



Когда шарик достиг точки, от которой начал падать, его скорость была равна 0, т.е. $v=0$.
Линейная скорость: $v=\frac{2\pi R}{T}$, $v_0=\frac{2\pi R}{T}$ $\Rightarrow$ $T=\frac{2\pi R}{v_0}$

Во время падения шарик двигался по параболе $\Rightarrow$ $S_y=\frac{v_y^2-v_{0y}^2}{2g_y}$ $\Rightarrow$ $S=\frac{v_0^2}{2g}$, т.е. он прошел

$$S=\frac{4\pi^2R^2}{T^2\cdot 2g}$$



Задача №1.

Ответ: Да.

Решение:

Согласно закону Гука, $F_y = -k\Delta l$.

По II з. Ньютона: $\sum_{i=1}^{n} \vec{F_i} = m\vec{a}$.

В горизонтальной плоскости для (x), $\perp$ закрытой двери:

$\therefore F - (F_y) = 0$

$F = F_y$

$F = k\Delta l$

$k\Delta l_{max} = 80H$

$40H = k\frac{\Delta l_{max}}{2}$ => Девушка приоткроет дверь наполовину.

+

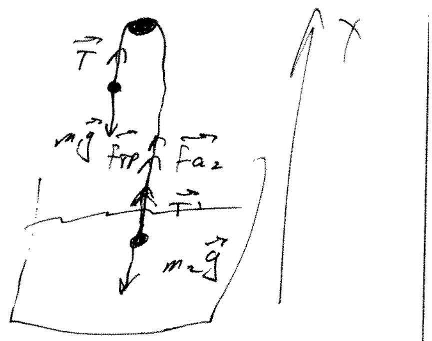
Далее она отпускает дверь и, т.к. мы пренебрегаем ~~???~~ силой трения, под действием силы упругости дверь начинает совершать затухающие гармонические колебания с $A_{начальная} = \frac{1}{2}\Delta l_{max}$.

Если девушка станет толкать дверь с ~~???~~ частотой, кратной частоте колебаний, то увеличит амплитуду вплоть до l_{max} => сможет войти в здание.

(тянем на себя — отпускаем и, толкая вместе с F_y, идём).

Задача №2

Решение:



1. m_2 в воде.

$V_2 = \frac{m_2}{\rho_2} = \frac{m_2}{3\rho_в} => F_{a_2} = \frac{2}{3} m_1 g$.

По II з. Ньютона $\sum_{i=1}^{n} \vec{F_i} = m\vec{a}$

т.к. скорость установилась, $a = 0$.

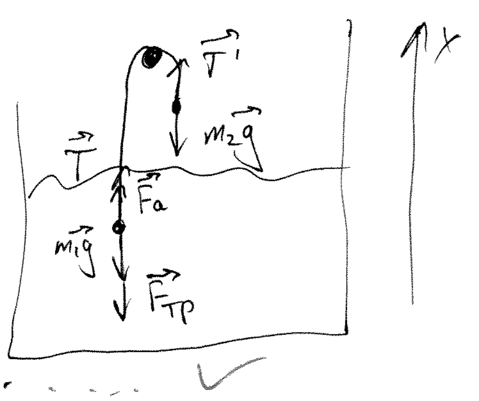
(x): $m_1 g + \frac{2}{3} m_1 g + T' - T + \alpha\vartheta - 2m_1 g = 0$

т.к. нить нерастяжима $T_2 = T'$

$\alpha\vartheta = \frac{1}{3} m_1 g$

$\vartheta = \frac{m_1 g}{3\alpha}$

±



2. m_1 в воде.

$V_1 = V_2$

(x): $2m_1 g + \cancel{T} - \cancel{T'} + \rho_в g V_1 - m_1 g - \alpha\vartheta = 0$

$2m_1 g + \frac{2}{3} m_1 g - m_1 g = \alpha\vartheta$

$\alpha\vartheta = 1\frac{2}{3} m_1 g$ => $\vartheta = \frac{5 m_1 g}{3\alpha}$.

Задача №3.

Решение:

$$\eta = 1 - \frac{|Q_2|}{Q_1}$$

$Q_1 = Q_{12} + Q_{23} + Q_{34}$

$Q_2 = Q_{45} + Q_{51}$

$Q_{12} = \frac{3}{2}\nu R \Delta T_{12}$ — изохорный процесс

$Q_{23} = \frac{3}{2}\nu R \Delta T_{23} + \nu R \Delta T_{23}$ — изобарный процесс

$Q_{34} = \frac{3}{2}\nu R \Delta T_{34} + \frac{1}{2}\nu R \Delta T_{34} + \nu R \Delta T_{34}$

$Q_{45} = \frac{3}{2}\nu R \Delta T_{45}$ — изохорный процесс

$Q_{51} = \frac{3}{2}\nu R \Delta T_{51} + \nu R \Delta T_{51}$ — изобарный процесс

$$\eta = 1 - \frac{|\frac{3}{2}\Delta T_{45} + \frac{5}{2}\Delta T_{51}|}{\frac{3}{2}\Delta T_{12} + \frac{5}{2}\Delta T_{23} + 3\Delta T_{34}} = 1 - \frac{|\frac{5}{2}T_1 - \frac{3}{2}T_4 - T_5|}{3T_4 - \frac{3}{2}T_1 - T_2 - \frac{1}{2}T_3} =$$

$$= \frac{|\frac{5}{2}T_1 - \frac{3}{2}\cdot 6{,}25T_1 - T_5|}{3\cdot 6{,}25T_1 - \frac{3}{2}T_1 - T_2 - \frac{1}{2}T_3} \ldots$$

$\frac{-}{+}$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 7991

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ EИ 88-66

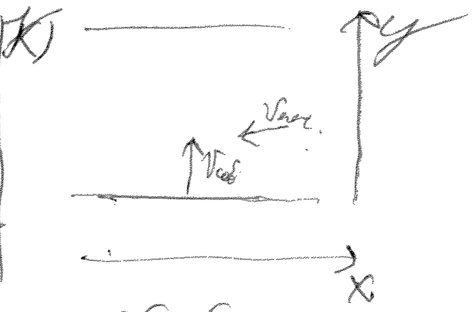
ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№2

Дано:
$t_п = 50c.$
$t_к = 30c.$
$h = 30м.$

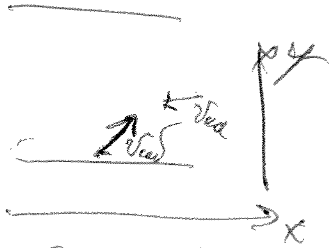
$S_x = ?$

К)



$Oy: V_{соб} = \frac{h}{t_к} = 1м/с.$

П)



$Oy: V_{соб y} = \frac{h}{t_п} = \frac{3}{5} = 0,6м/с \Rightarrow$

$\Rightarrow V_{соб x} = V_{соб} - V_{соб y} = 1м/с - 0,6м/с = 0,4м/с.$

$S_x = V_{соб x} \cdot t_п = 0,4м/с \cdot 50c = 20м.$

Ответ: 20м.

№3

Дано:
$m_1 = m$
$m_2 = 2m.$
$\rho_2 = 3\rho в$
$V_1 = V_2$

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

I)

$\vec{m_1 g} + \vec{m_2 g} + \vec{F_A} = m\vec{a_1}$

$Oy: m_2 g - m_1 g + F_A = m a_1$

$2mg - mg + \rho в \cdot g \cdot V_1 = m a_1$

$mg + \rho в \cdot g \cdot V_1 = m a_1$

$g(m + \rho в \cdot V_1) = m a_1$

$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{V_1 \cdot m_1}{V_2 \cdot m_2} = \frac{m}{2m} = \frac{1}{2} \Rightarrow$

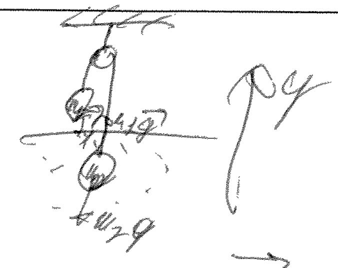
$\Rightarrow \rho_1 = \rho_2 \cdot \frac{1}{2} = 1,5\rho в$

$m = V_1 \cdot 1,5\rho в$

$g(1,5\cancel{\rho} + 1(\rho в \cdot V_1)) = m a_1$

$2,5g \cdot (\rho в \cdot V_1) = m a_1$

II)



$m_1\vec{g} + m_2\vec{g} + \vec{F_A} = m\vec{a}_2$

$Oy: m_1 g - m_2 g + F_A = m_2 a_2$

$mg - 2mg + F_A = m a_2$

$\begin{cases} -mg + \rho_в \cdot g \cdot V_2 = m a_2 \\ m = V_2 \cdot 1{,}5\rho_в \end{cases}$

$1{,}5g(\rho_в \cdot V_2) = m a_2$

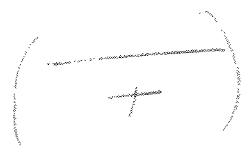
$-0{,}5g(\rho_в \cdot V_2) = m a_2$

$2{,}5g(\rho_в \cdot V_1) = m a_1$

$-0{,}5g(\rho_в \cdot V_2) = m a_2$

$\frac{|a_1|}{|a_2|} = \frac{|2{,}5g(\rho_в \cdot V_1)/m|}{|-0{,}5g(\rho_в \cdot V_2)/m|} = \frac{|2{,}5|}{|-0{,}5|} = 5.$

$a = 0!$



$v = a \cdot t$

$\frac{v_1}{v_2} = \frac{a_1 t}{a_2 t} = 5$

Ответ: 5.

№3

Дано:
$t_1 = t = t_2$
$m_1 = 0{,}04$ кг
$m_2 = 0{,}05$ кг

$m_T = ?$

$Q_{отд1} = Q_{получ1}$

$Q_{отд1} = m_1 \cdot \lambda$

$Q_{получ1} = m_в \cdot c_в \cdot \Delta t + m_я \cdot c_я \cdot \Delta t$

$Q_{отд2} = Q_{получ2}$

$Q_{отд2} = m_2 \cdot \lambda$

$Q_{получ2} = m_в \cdot c_в \cdot \Delta t + 2 m_я c_я \cdot \Delta t$

$\begin{cases} m_1 \cdot \lambda = m_в \cdot c_в \Delta t + m_я c_я \cdot \Delta t \\ m_2 \lambda = m_в \cdot c_в \Delta t + 2 m_я c_я \Delta t \end{cases}$

$m_я c_я \cdot \Delta t = (m_2 - m_1)\lambda$

=> для нагревания одного яйца потребуется 0,05-0,04=0,01кг топлива.

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$Q_{отд_3} = Q_{получ.3}$

$Q_{отд_2} = m_T \cdot \lambda$

$Q_{получ_2} = m_B \cdot c_B \Delta t$

$\begin{cases} m_T \cdot \lambda = m_B \cdot c_B \Delta t \\ m_1 \cdot \lambda = m_B \cdot c_B \Delta t + m_я \cdot c_я \cdot \Delta t \end{cases}$

$\begin{cases} (m_1 - m_T) \cdot \lambda = m_я c_я \Delta t \\ (m_2 - m_1) \cdot \lambda = m_я c_я \Delta t \end{cases}$

$\Rightarrow m_1 - m_T = m_2 - m_1 = 0{,}01 кг \Rightarrow$

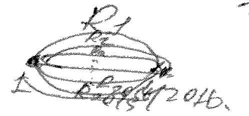
$\Rightarrow m_T = m_1 - (m_2 - m_1) = 0{,}04 кг - 0{,}01 кг = 0{,}03 кг.$

Ответ: 0,03кг.

№2

Нет, потому что ~~солнце тянет~~ сила притяжения солнца в равной степени действует и на ~~человека~~ тело находящегося на Земле, и на Землю, следовательно не создается никакого дополнительного ускорения и вес тела всегда равен и днем.

Дано:
$k = 2016$ граней
$R = 1$ Ом.
$U = 20{,}16$ В



$\frac{1}{R_{общ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_{2014}} + \frac{1}{R_{2015}} = \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{2014} + \frac{1}{2015} \approx \frac{1}{2016} = 20{,}16$

$\Rightarrow R_{общ} = \frac{1}{20{,}16}$. $I = \frac{U}{R} = 20{,}16^2$

$Q = U \cdot I \Delta t = 20{,}16 \cdot 20{,}16^2 \cdot 100 = 20{,}16^3 \cdot 10^2$ Дж.

Ответ: $20{,}16^3 \cdot 10^2$ Дж.

№3.

$Q_{полез}=mc\Delta t$; $Q_{затр}=m_T q$; $\eta=100\% \Rightarrow Q_{полез}=Q_{затр} \Rightarrow (40г\cdot\frac{5}{4}=50г)$

$$\begin{cases} m_в c_в \Delta t + m_я c_я \Delta t = m_T q \ (1) \\ m_в c_в \Delta t = 2m_я c_я \Delta t = \frac{5}{4} m_T q \ (2) \\ m_в c_в \Delta t = m_{T_3} q \ (3) \end{cases} \qquad \begin{cases} m_в c_в \Delta t + m_я c_я \Delta t = 0{,}04q \ (1) \\ m_в c_в \Delta t + 2m_я c_я \Delta t = 0{,}050q \ (2) \\ m_в c_в \Delta t = m_{T_3} q \ (3) \end{cases}$$

Вычтем из: (1)-(2)

$-m_я c_я \Delta t = -0{,}01q$

$m_я c_я \Delta t = 0{,}01q \ (4)$

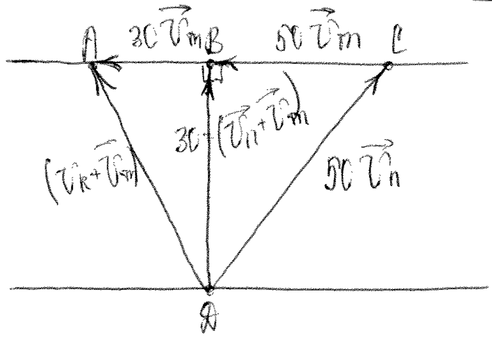
Вычтем из (1)-(4):

$m_в c_в \Delta t = 0{,}04q - 0{,}01q$

$\underbrace{m_в c_в \Delta t}_{Q\ полез} = \underbrace{0{,}03q}_{m\ топлива}$) $Q_{затр}$ $(\eta=100\%)$; $0{,}03$ кг $=30$г (топлива)

Ответ: потребуется 30 граммов топлива.

№2



$v_{п\ отн}=v_{к\ отн}=v$

$v_т=v_{течения}$

Образовалось 2 прямоугольных треугольника.

$(50v_т)^2+30^2=(50v_т)^2$

$2500v_т^2+900=2500v_п^2$

$25v_т^2+9=25v_п^2 \Rightarrow 25v_т^2=25v_п^2-9$; $v_т^2=v_п^2-\frac{9}{25}$

Заметим, что $v_{теч}$ в обоих случаях одинаковая (и постоянная)

$\Rightarrow \frac{BC}{AB}=\frac{50v_т}{30v_т}=\frac{5}{3}$.

(2) $|\vec v_{общ}|^2=900\vec v_т+900 \Rightarrow |\vec v_{общ}|^2=900+900v_п^2-162$.

$|\vec{v}_к + \vec{v}_п|^2 = 900\, v_п^2 - 738$

$\left|\vec{v}_к + \sqrt{\vec{v}_п^2 \frac{9}{25}}\right| = 900 v_п^2 - 738$

$\left|\vec{v}_п + \sqrt{\vec{v}_п - \frac{9}{25}}\right| = 900 v_п^2 - 738$

3) $|\vec{v}_п + \vec{v}_m| = 900 v_п^2 - 738$

~~0,8 $v_п = v_m$~~

$$\begin{cases} \frac{v_m}{v_п} = \frac{\cancel{30}\,4 c}{5{,}0 c} \Rightarrow 5 v_m = 4 v_п \Rightarrow v_m = 0{,}8\, v_п = 0{,}8\, v_к \\ \frac{S_m}{S_п} = \frac{30 м}{50 м} \Rightarrow S_m = 0{,}8 \cdot 30 м = 24 м \end{cases}$$

Ответ: сместился на 24 м.

№1

Это не означает, что тела весят ночью больше, чем днём, т.к. Солнце притягивает всю Землю, вместе с находящимися на ней телами. Притяжение ~~тел~~ отдельно от Земли незначительно, исходя из Закона всемирного тяготения.

$F_1 = \frac{G M_с M_З}{R^2}$ (для Земли, где $M_с$ – М солнца, $M_З$ – М земли)

$F_2 = \frac{G M_с \cdot m_т}{R^2}$ (для отдельно взятого тела, где $M_с$ – М солнца, $m_т$ – m тела)

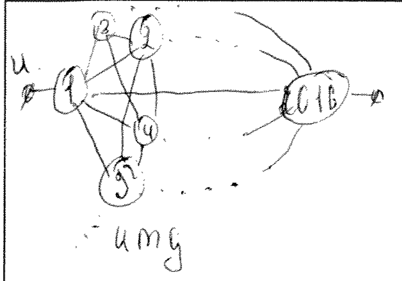
если разделить: $\frac{F_1}{F_2} = \frac{M_З}{m_т} \to \infty \Rightarrow$ притяжение одного тела бесконечно мало по сравнению с притяжением всей земли

$\Rightarrow$ разницей веса можно пренебречь, она стремится к нулю.

№5

Закон Джоуля-Ленца.

$Q = I^2 R t = U I t = \frac{U^2}{R} \cdot t$



Заметим, что все проводники, соединенные с 1-м одним резистором, являются точками равного потенциала (т.к. $R_1 = R ... = 1$ Ом) ⇒ напряжение распределится поровну на 2015 точек. при параллельном соединении.

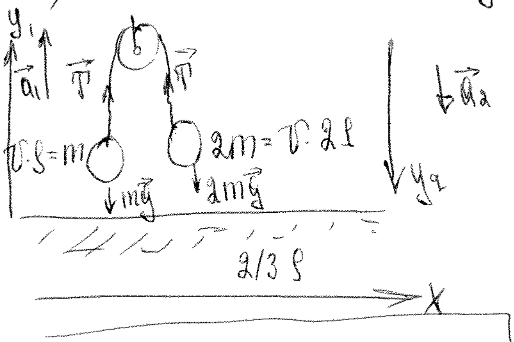
$U_{общ} = U_1 = U_2 = ... = U_{2015} = 20,16$ В.

$Q_{1-2016} = \frac{U^2}{R}\cdot t = \frac{(20,16)^2}{1\,Ом} \cdot 100\,с = 406,4256 \cdot 100 = 40642,56$ Дж $= 40,64256$ кДж.

Ответ: $Q =$ ~~406,4256 кДж~~ 40,64256 кДж.

№4

1) если бы не было ~~воды~~ жидкости (Нужно записать II закон Ньютона в проекциях на оси y).



$\rho_{жидк} = 2/3\,\rho$; т.к. $V_{ш1} = V_{ш2}$, то ($m_{ш1} = 0,5\,m_{ш2}$)

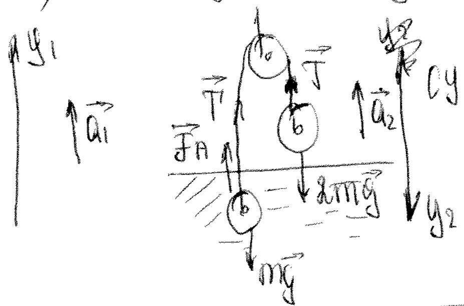
$\rho_{ш1} = \rho$; $\rho_{ш2} = 2\rho$.

Выберем 2 оси y по ускорению. Для 1-ого шарика a направлено вверх, для 2-ого вниз.

OY: $\begin{cases} T - mg = ma \\ 2mg - T = 2ma \end{cases}$ + ⇒ $mg = 3ma$, $a = 1/3\,g$.

(т.к. нить нерастяжима и невесома, то $|\vec{T_1}| = |\vec{T_2}| = T$; $|\vec{a_1}| = |\vec{a_2}| = a$.

2) 1-й шарик в воде:



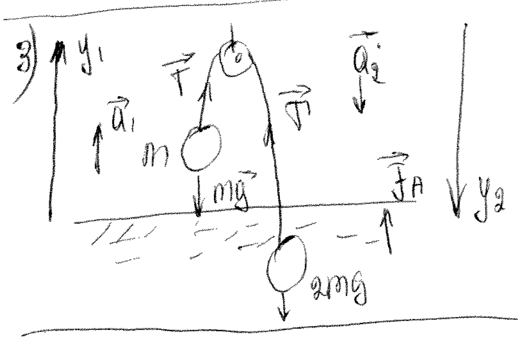
OY: $\begin{cases} 2mg - T = 2ma \\ -(mg - F_A) + T = ma \end{cases}$ $\begin{cases} 2mg - T = 2ma \\ T - 1/3\,mg = ma \end{cases}$ +

$F_{A1} = \rho_ж g V_m = \rho \cdot 2/3\, g V = 2/3\,mg$

$3ma = 5/3\,mg$

$a_1 = 5/9\,g$.

3)



OY: $\begin{cases} T - mg = ma \\ (2mg - F_{A2}) - T = 2ma \end{cases}$ $\begin{cases} T - mg = ma \\ 4/3\,mg - T = 2ma \end{cases}$ +

$F_{A2} = \rho \cdot 2/3\, g V = 2/3\,mg$.

$1/3\,mg = 3ma$

$a_2 = 1/9\,g$.

Ответ: ускорения относятся так же, как и установившиеся скорости? трение учитывается пропорционально скоростям + в F_A, отношение

$\frac{a_1}{a_2} = \frac{5 \cdot 9}{9 \cdot 1} = 5$ ⇒ $\frac{v_1}{v_2} = 5$

Почему?

$\frac{-}{+}$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 7101

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ IS68-46

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

① При открывании дверей их пружина растягивается => растет сила упругости $F_{упр} = k\Delta x$

Если толкнуть дверь, то по инерции она начнет двигаться (открываться). ~~Мо~~ Можно „подтолкнуть" дверь силой F_2, пока она движется, девушка успеет „юркнуть" в проём.

~~Что~~ Ведь чтобы открыть дверь на малое расстояние, достаточно приложить небольшую силу.

—

② Дано:

$F_c \sim v$

$\rho_2 = 3\rho_ж$

$\frac{v_2}{v_1}$ - ?

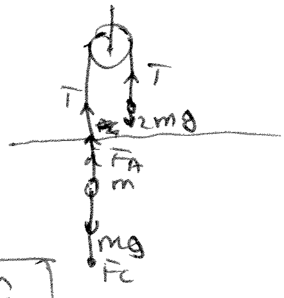
m 2m

$V_1 = V_2$ $\rho_2 = 3\rho_ж = \frac{2m}{V_1}$

$\rho_1 = \frac{m}{V_1} = \frac{\rho_2}{2} = \frac{3}{2}\rho_ж$

Решение: нить невесома и нерастяж => $T_1 = T_2 = T$; скорости и a одинак.

1)



Расставим силы и запишем вт-ой зак. Ньют. на верт. ось

F_c действует против движения

Движ. установившееся => $a = 0$:

$T + F_{A_1} = mg + F_{c_1}$

$T = 2mg$

$\Downarrow$

$mg + F_A = F_{c_1}$

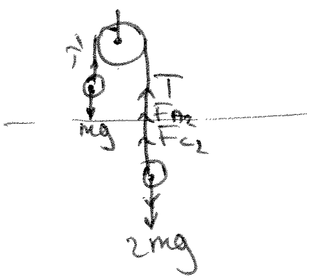
$mg + \rho_ж V_1 g = k v_1$

$mg = \rho_1 V_1 g = \frac{3}{2}\rho_ж V_1 g$

$\frac{5}{2}\rho_ж V_1 g = k v_1 =>$

$v_1 = \frac{5\rho_ж V_1 g}{2k}$

2)



$T' + F_{A_2} + F_{c_2} = 2mg$

$T' = mg$

$\Downarrow$

$\underset{\frac{3}{2}\rho_ж V_1 g}{mg} = \underset{\rho_ж V_1 g}{F_{A_2}} + F_{c_2} => k v_2 = \frac{1}{2}\rho_ж V_1 g$

$v_2 = \frac{\rho_ж V_1 g}{2k}$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\frac{\rho_ж V_1 g}{2k}}{\frac{5\rho_ж V_1 g}{2k}} = \frac{1}{5}$$

Ответ: $\frac{v_2}{v_1} = \frac{1}{5}$.

±

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 7101

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ IS68-46

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$$\eta = \frac{\frac{45}{32}p_0V_0}{\frac{345}{32}p_0V_0} = \frac{45}{345} = \frac{15}{69} = \boxed{\frac{5}{21}}$$

(+)

④ Дано:

$m = 0{,}0002$ г

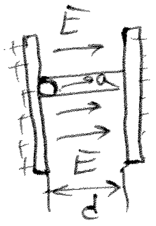
$r = 0{,}5$ мм

$U = 2000$ В

$d = 0{,}5$ см

$I_{ср}$ - ?

Решение:



$$E = \frac{U}{d}$$

$$F = Eq = \frac{Uq}{d}$$

$$ma = F \Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{Uq}{md}$$

$$d = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2(d-2r)}{a}} = \sqrt{\frac{2dmd}{Uq}} = d\sqrt{\frac{2m}{Uq}}$$

$$I = \frac{q}{t} = \frac{q}{d\sqrt{\frac{2m}{Uq}}} = ?$$

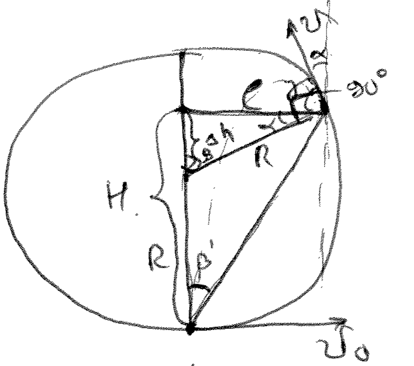
(+)

⑤ Дано:

R, v_0

α - ?

Решение:



$$\frac{mv_0^2}{2} = mgH + \frac{mv^2}{2} \Rightarrow$$

$$v_0^2 = 2gH + v^2$$

β - центр. угол, $\Rightarrow \beta' = 2\beta$, но $\beta = \gamma$

$$\cos\gamma = \frac{\Delta h}{R}$$

$$\sin\gamma = \frac{\ell}{R}$$

$$\ell = R\sin\gamma = R\cos\alpha$$

$$\Delta h = R\cos\gamma = R\sin\alpha$$

Пусть время полета $= t \Rightarrow$

$$\Delta h + R + v\underbrace{\sin\gamma}_{\cos\alpha}t - \frac{gt^2}{2} = 0$$

$$\ell = v\underbrace{\cos\gamma}_{\sin\alpha}t \Rightarrow t = \frac{\ell}{v\sin\alpha}$$

$$R + R\sin\alpha + v\cos\alpha\cdot\frac{\ell}{v\sin\alpha} - \frac{g}{2}\frac{\ell^2}{v^2\sin^2\alpha} = 0$$

$$R(1+\sin\alpha) + \ell\,ctg\,\alpha - \frac{g\ell^2}{2v^2}\cdot(ctg\alpha+1) = 0$$

$$R(1+\sin\alpha) + R\underbrace{\cos\alpha\, ctg\alpha}_{\sin\alpha} - \frac{g}{2}\frac{R^2\overbrace{\cos^2\alpha}^{=1-\sin^2\alpha}}{\underbrace{v^2}_{v_0^2-2gH}}\cdot(ctg\alpha+1) = 0$$

$$R + R\sin\alpha + R\sin\alpha - \frac{g}{2}\frac{R^2(1-\sin^2\alpha)}{v_0^2 - 2gH}(ctg\alpha+1) = 0$$

$$H = R + \Delta h = R(1+\sin\alpha)$$

(−)

зав. от R и v_0

не зависит!

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 7101

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ IS 68-53

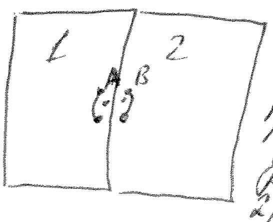
ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Задача №1

Дано:
$h = 3,5$ м, $a = 0,7$ м,
$m = 100$ кг
$F_1 = 80$ Н
$F_2 = 40$ Н

Сможет ли?

Решение:



1) Понятие минимальности силы F_1 говорит о том что ее прикладывают, к примеру, в т. A, т.е. у самой ручки двери.

2) Девушка может поступить, к примеру, так:

• чуть-чуть приоткрыть дверь (начальный момент сил сопротивления ей не будет
• теперь толкать своими жилыми руками дверь 1 в т. A, а также в этот же момент тянуть дверь 2 в точке B, т.е. девушка будет действовать на обе двери своей силой в 40Н, но в разных направлениях. Согласно третьему закону Ньютона т.к. девушка действует на дверь 2 силой 40Н, дверь также будет действовать на нее силой 40Н, но только в обратном направлении ⇒ дверь 2 даст девушке дополнительные 40Н в сторону открывания двери 1 ⇒ теперь девушка будет давить на дверь 1 в т. A с силой 80Н ⇒ она ее откроет.

Задача №2

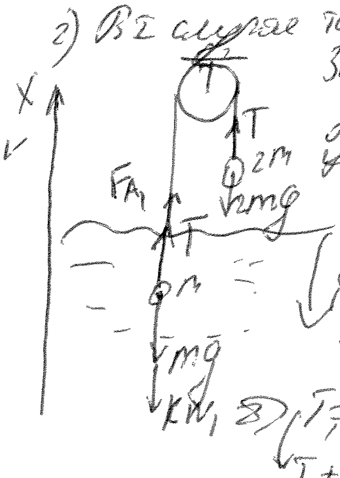
Дано:
$m_1 = m$
$m_2 = 2m$
$V_1 = V_2$
$\rho_2 = 3\rho$
$\rho = 1000$ кг/м³

$w_1 - ?$
$w_2 - ?$

Решение:

1) $2m = \rho_2 \cdot V_2$
$2m = 3\rho V$
$\Rightarrow m = \frac{3}{2}\rho V$

2) В I случае так:



Записывая ур. II з. Ньютона для шариков в проекции на ось X получим:

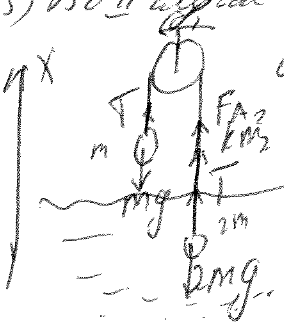
$0 = T - 2mg$

$0 = F_{A_1} + T - mg - kw_1$ т.к. движение без ускорения

$\Rightarrow T_1 = 2mg$

$T_1 + F_{A_1} = mg + kw_1$

3) Во II случае аналогично:



$0 = T - mg$

$0 = F_A + kw_2 + T - 2mg$

$\Rightarrow T_2 = mg$

$F_{A_2} + kw_2 + T_2 = 2mg$

$\Rightarrow$ получаем систему уравнений:

$$\begin{cases} 2mg + F_{A_1} = mg + kw_1 \\ F_{A_2} + kw_2 + mg = 2mg \end{cases} \Rightarrow$$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$$\Rightarrow \begin{cases} mg+\rho V g = kw_1 \\ \rho V g + kw_2 = mg \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{3}{2}\rho V g + \rho V g = kw_1 \\ \rho V g + kw_2 = \frac{3}{2} \rho V g\end{cases} \Rightarrow \begin{cases} kw_1 = \frac{5}{2} \rho V g \\ kw_2 = \frac{1}{2}\rho V g\end{cases} \Rightarrow \frac{w_1}{w_2}=5$$

Ответ: $\frac{w_1}{w_2} = 5$

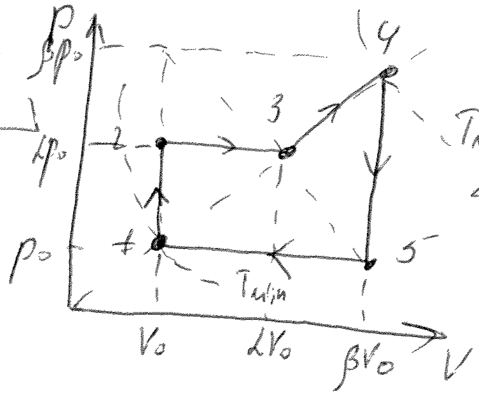
Задача №3

Дано:

$\frac{T_{max}}{T_{min}} = 6{,}25$

$\eta = ?$

Решение:



1) Проводя вспомогат. изотермы мы получим, что $T_{max} = T_4$, а $T_{min} = T_1$

2) $\Rightarrow \frac{T_4}{T_1} = 6{,}25$

3) Отношение давлений и объёмов в т. 1, 3 и 4 должны быть равны, т.к. все эти точки лежат на прямой, идущей из нуля.

3) Запишем ур. К-М для т. 4 и т. 1

$\beta^2 p_0 V_0 = \nu R T_4$

$p_0 V_0 = \nu R T_1$ $\Rightarrow \frac{T_4}{T_1} = \beta^2 = 6{,}25 \Rightarrow \beta = 2{,}5$

$\alpha = \frac{1+\beta}{2} = \frac{3{,}5}{2} = 1{,}75$

4) $\eta = \frac{A_п}{Q_+}$ $\quad A_п = (\alpha p_0 - p_0)(\alpha V_0 - V_0) + \frac{(\alpha p_0 - p_0) + \beta p_0 - p_0}{2}(\beta V_0 - \alpha V_0)$

$Q_+ = Q_{1234} = \Delta U_{1234} + A_{1234} = \frac{3}{2}(\beta^2 p_0 V_0 - p_0 V_0) +$

$+ \alpha p_0(\alpha V_0 - V_0) + \frac{\alpha p_0 + \beta p_0}{2}(\beta V_0 - \alpha V_0) \cancel{\frac{3}{2}}$

$$\Rightarrow \eta = \frac{(\alpha-1)^2 \cancel{p_0V_0} + \frac{(\alpha-1)+(\beta-1)}{2}\cdot(\beta-\alpha)\cancel{p_0V_0}}{\frac{3}{2}(\beta^2-1)\cancel{p_0V_0} + \alpha(\alpha-1)\cancel{p_0V_0} + \frac{(\alpha+\beta)}{2}(\beta-\alpha)\cancel{p_0V_0}} = \frac{(\alpha-1)^2 + \frac{(\alpha-1)+(\beta-1)}{2}\cdot(\beta-\alpha)}{\frac{3}{2}(\beta^2-1) + \alpha(\alpha-1) + \frac{\beta^2-\alpha^2}{2}} =$$

$$= \frac{(1{,}75-1)^2 + \frac{(1{,}75-1)+(2{,}5-1)}{2}\cdot(2{,}5-1{,}75)}{1{,}5(6{,}25-1) + 1{,}75(1{,}75-1) + \frac{(6{,}25-1{,}75^2)}{2}} = \frac{0{,}5625 + 0{,}5(2{,}25)\cdot 0{,}75}{1{,}5\cdot 5{,}25 + 1{,}75\cdot 0{,}75 + 0{,}5(2{,}5-1{,}75)(2{,}5+1{,}75)} =$$

$$= \frac{\cancel{0{,}75}(0{,}75 + 0{,}5\cdot 2{,}25)}{\cancel{0{,}75}(2\cdot 5{,}25 + 1{,}75 + 0{,}5\cdot 4{,}25)} = \frac{0{,}75 + 1{,}125}{10{,}5 + 1{,}75 + 2{,}125} = \frac{1{,}875}{14{,}375} = \frac{1875}{14375} = \frac{375}{2875} = \frac{75}{575} = \frac{15}{115} = \frac{3}{23}$$

+

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 7101

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ IS68-53

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$\Rightarrow$ Ответ: $\eta = \frac{3}{23}$

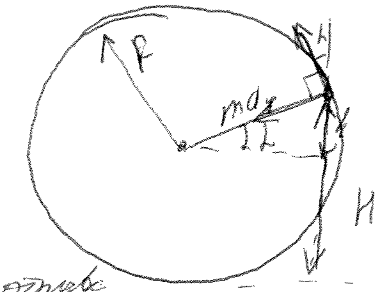
Задача №5

Дано: v_0, R

α - ?

Решение:

1) В момент отрыва вектор скорости шарика направлен по касат. к окружности.



2) Запишем ЗСЭ:

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgH, \text{ где } H \text{ - высота шар. в момент отрыва}$$

$$H = R + R\sin\alpha$$

$$\Rightarrow v_0^2 = 2gR(1+\sin\alpha) \quad 1+\sin\alpha = \frac{v_0^2}{2gR} \quad \sin\alpha = \frac{v_0^2 - 2gR}{2gR}$$

$$\Rightarrow \alpha = \arcsin\left(\frac{v_0^2 - 2gR}{2gR}\right)$$

Ответ: $\alpha = \arcsin\left(\frac{v_0^2 - 2gR}{2gR}\right)$

Задача №4

Дано:

$m = 0{,}0002г = 2\cdot10^{-7}кг$

$r = 0{,}5мм = 5\cdot10^{-4}м$

$U = 2\cdot10^3 В$

$d = 5\cdot10^{-3}м$

$I_{ср}$ - ?

Решение:

1) Среднюю силу тока можно найти так:

$$I_{ср} = \frac{q_{ср}}{t_{ср}}$$

Ударяясь об обкладку со знаком „−", шарик будет брать заряд - электроны и переносить их на другую.

На шарик из-за его заряда и напряженности поля будет действовать сила $F = q\cdot E$

Записав для него II з. Ньютона, получим:

$$F = m\cdot a \quad \frac{at^2}{2} = d \text{ - путь, который проходит шарик от одной обкладки к другой.}$$

а напряженность можно найти из формулы:

$$U = E\cdot d$$

$$t_{ср} = 2t = 2\sqrt{\frac{2d}{a}} = 2\sqrt{\frac{2d}{\frac{F}{m}}} = 2\sqrt{\frac{2dm}{F}} = 2\sqrt{\frac{2dm}{q\cdot E}} = 2\sqrt{\frac{2d^2m}{q\cdot U}}$$

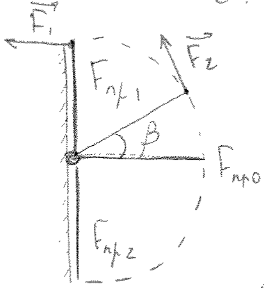
$$\Rightarrow I_{ср} = \frac{q\sqrt{q\cdot U}}{2\sqrt{2d^2m}} = \sqrt{\frac{q^3\cdot U}{8d^2m}} = \sqrt{\frac{q^3\cdot 2\cdot10^3}{8\cdot25\cdot10^{-6}\cdot2\cdot10^{-7}}} = \sqrt{\frac{q^3\cdot10^{3}}{2\cdot10^{2}\cdot10^{-13}}} =$$

$= 10^{-6}\cdot\sqrt{\frac{q^3}{2}}$ Заряд хранится на поверхности, т.к. шарик полый $\Rightarrow$ прим. через площадь поверхности $\Rightarrow$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

1. Дано:
$h = 3{,}5$ м
$l = 0{,}7$ м
$m = 100$ кг
$F_1 = 80$ Н
$F_2 = 40$ Н

Решение:



Т.к. дверь открывается в обе стороны, то при закрытой двери сила натяжения пружины $F_{пр0} = 0$.

При удерживании двери полностью открытой, сила натяжения пружины максимальна; т.к. при воздействии с силой F_1 дверь удерживается открытой =>

$F_{пр1} = F_1 = F_{пр2}$, получаем, что сила натяжения пружины зависит от угла, на который открыта дверь =>

$F_{пр} = F_{пр1} \cdot \cos\alpha = F_1 \cos\alpha$

Тогда, при воздействии с силой F_2 максимальный угол на который откроется дверь:

$F_2 = F_1 \cdot \cos\beta \Rightarrow \cos\beta = \frac{F_2}{F_1}$; $\cos\beta = \frac{40Н}{80Н} = \frac{1}{2} \Rightarrow$

$\beta = 60°$ => девушка сможет войти в здание без посторонней помощи.

Ответ: сможет

2. Дано:
$T_4 = 6{,}25 T_1$
η - ?

Решение:

По рисунку видно, что:

$p_1 = p_5$; $p_2 = p_3$; $p_4 - p_2 = p_2 - p_1$

$V_1 = V_2$; $V_4 = V_5$; $V_5 - V_3 = V_3 - V_2$

Пусть $p_2 - p_1 = p$

$V_3 - V_2 = V$; $\frac{p_4}{p} = \frac{V_4}{V}$

По условию: $\frac{T_4}{T_1} = 6{,}25$

Уравнение Менделеева-Клапейрона:

$pV = \nu RT$ =>

$$\frac{T_4}{T_1} = \frac{p_4 V_4 \nu R}{\nu R\, p_1 V_1} = \frac{p_4 V_4}{p_1 V_1} = \frac{p_4}{p_1} \cdot \frac{p_4}{p_1} = \left(\frac{p_4}{p_1}\right)^2$$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$\left(\frac{p_4}{p_1}\right)^2 = 6,25 \Rightarrow \frac{p_4}{p_1} = 2,5$; $p_4 = 2,5 p_1$

$p_3 + p = 2,5(p_3 - p)$

$1,5 p_3 = 3,5 p$

$p_3 = \frac{3,5}{1,5} p \Rightarrow p_1 = \frac{2,5}{1,5} p ; p_4 = \frac{4,5}{1,5} p$

$\eta = \frac{A}{Q}$;

$V_3 = \frac{3,5}{1,5} V \Rightarrow V_1 = \frac{2,5}{1,5} V ; V_4 = \frac{4,5}{1,5} V$

Работа равна площади под графиком:

$A = 2pV + \frac{1}{2} pV = 2,5 pV$

$Q = Q_{12} + Q_{23} + Q_{34} = \Delta U_{12} + \Delta U_{23} + A_{23} + \Delta U_{34} + A_{34}$;

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} V_1 \cdot p = \frac{\cancel{3} \cdot 2,5}{\cancel{2} \cdot 1,5} pV = 2,5 pV$

$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2}(p_3 V_3 - p_2 V_2) = \frac{3}{2} p_3 V = \frac{\cancel{3} \cdot 3,5}{\cancel{2} \cdot \cancel{1,5}} pV = 3,5 pV$

$A_{23} = p_3 V = \frac{3,5}{1,5} pV = \frac{7}{3} pV$

$A_{34} = \frac{1}{2}(p_4 + p_3) V = \frac{1}{2}(2p_3 + p) V = \frac{1}{2}\left(2 \cdot \frac{3,5}{1,5} p + p\right) V = \frac{8,5}{3} pV$

$\Delta U_{34} = \frac{3}{2} \nu R (T_4 - T_3) = \frac{3}{2}(p_4 V_4 - p_3 V_3) = \frac{3}{2} pV \left(\frac{4,5 \cdot 4,5 - 3,5 \cdot 3,5}{1,5 \cdot 1,5}\right) =$

$= \frac{3}{2} pV \cdot \frac{32}{9} = \frac{16}{3} pV$

$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{2,5 pV}{2,5 pV + 3,5 pV + \frac{7}{3} pV + \frac{8,5}{3} pV + \frac{16}{3} pV} = \frac{2,5}{6 + \frac{31,5}{3}} =$

$= \frac{7,5}{49,5} \approx 15\%$

Ответ: 15 %

3. Дано:

q

m

$x^2 + y^2 = b^2$

$z = k \cdot t$

b, k

$\alpha = 45°$

$B - ?$

Решение:

Т.к. $x^2 + y^2 = b^2 \Rightarrow$ относительно осей Ox и Oy частица движется по окружности, т.е. $v_{xy} = const$

Скорость частицы остаётся постоянной $\Rightarrow$

$v^2 = v_{xy}^2 + v_z^2$

$v_{xy} = v \cdot \sin\alpha$

$v_z = v \cdot \cos\alpha$ $\Bigg| \Rightarrow \frac{v_{xy}}{v_z} = tg\alpha = 1 \Rightarrow v_{xy} = v_z$

$v_z = k \Rightarrow v_{xy} = k$

Сила Лоренца, действующая на частицу: $F_л = q v_{xy} B$

$F_л = ma$; $a = \frac{v_{xy}^2}{r}$; $r = b \Rightarrow$

$F_л = \frac{m v_{xy}^2}{b}$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$$\frac{m v_{xy}^2}{b} = q v_{xy} B \Rightarrow B = \frac{m v_{xy}}{qb} = \frac{mk}{qb}$$ (+)

Ответ: $\frac{mk}{qB}$

4. Дано:
$m = 0{,}0002 г$
$r = 0{,}5 мм$
$U = 2 кВ$
$d = 0{,}5 см$
$I_{ср}$ - ?

Решение:

$I_{ср} = \frac{q}{t}$

$F_k = k\frac{q^2}{r^2}$; $E = U = \frac{A}{q} = \frac{Fl}{q} = \frac{kq^2 d}{q r^2} = \frac{kqd}{r^2}$

$ma = k\frac{q^2}{r^2}$ $\quad q = \frac{Ur^2}{kd}$

$d - 2r = \frac{at^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2(d-2r)}{t^2}$

$$\frac{2(d-2r)}{t^2} m = k\frac{q^2}{r^2}$$

$$t = \sqrt{\frac{2mr^2(d-2r)}{kq^2}} = \frac{r}{q}\sqrt{\frac{2m(d-2r)}{k}}$$

$$I_{ср} = \frac{q}{t} = \frac{q}{\frac{r}{q}\sqrt{\frac{2m(d-2r)}{k}}} = \frac{q^2}{r\sqrt{\frac{2m(d-2r)}{k}}} = \frac{U^2 r^4}{kd^2 r\sqrt{\frac{2m(d-2r)}{k}}} =$$

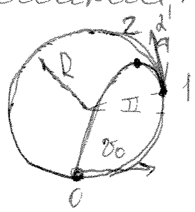
$$= \frac{U^2 r^3}{kd^2\sqrt{2mk(d-2r)}}$$ (+/-)

$$I_{ср} = \frac{(2\cdot 10^3 В)^2 (0{,}5\cdot 10^{-3} м)^3}{9\cdot 10^9 \cdot (0{,}5\cdot 10^{-2} м)^2\sqrt{2\cdot 2\cdot 10^{-7} кг \cdot 9\cdot 10^9 \cdot 0{,}004}} \approx 2\cdot 10^{-10} А$$

Ответ: $2\cdot 10^{-10}$ А

5. Дано:
α - ?

Решение:



По закону сохранения энергии:

$W_0 = W_1$

$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + mgh$

$v_0^2 = v_1^2 + 2(R + R\cdot \sin\alpha)$

$v_1^2 = v_0^2 - 2R(1 + \sin\alpha)$

В т. 2. $mgH = \frac{m v_0^2}{2} \Rightarrow H = \frac{v_0^2}{2gH}$ (1)

С другой стороны, $H = \frac{v_{2y}^2}{2g}$ (2) и $v_{2y}^2 = v_0^2 - v_{1x}^2$

или $v_{2y}^2 = v_0^2 - v_1^2 \sin^2\alpha \Rightarrow$ из (1) и (2) $\Rightarrow$

$v_{2y} = v_0 \Rightarrow v_1^2 \sin^2\alpha = 0 \Rightarrow \sin^2\alpha = 0 \Rightarrow$

$\alpha = 0°$ (−)

Ответ: $0°$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 7101

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ JH33-92

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

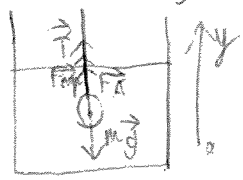
№2

Если шарики имеют одинаковые размеры, значит, они имеют одинаковый объём. Пусть плотность воды ρ_0, тогда $2m = 3\rho_0 V_2$; $m = \frac{3}{2}\rho_0 V_2 = \frac{3}{2}\rho_0 V_1 (V_2 = V_1)$. Значит, плотность шарика массой m в 1,5 раза больше плотности воды. Для нахождения скорости движения системы в обоих случаях можно взять шарик, движущийся в воде и найти его скорость (второй шарик будет иметь ту же скорость), приравняв ускорение к нулю. Тогда, если $F_{тр} = kv^2$, где k - коэффициент пропорциональности, можно записать ($V_1 = V_2 = V$).

Первый случай:

$\vec{a} = 0$

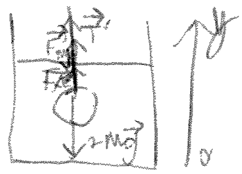
$\vec{F_A} + \vec{F_{тр}} + \vec{T} + m\vec{g} = 0$



Второй случай.

$\vec{a} = 0$

$\vec{T'} + \vec{F_{тр}'} + \vec{F_A'} + 2m\vec{g} = 0$



Oy: $F_A + F_{тр} + T - mg = 0$

Для нерастяжимой и невесомой нити $T = T'$

$F_A + F_{тр} + T - mg = 0$

$\rho V g + kv_1^2 + T - \frac{3}{2}\rho V g = 0$

$T = \frac{3}{2}\rho V g - kv_1^2 - \rho V g = \frac{1}{2}\rho V g - kv_1^2$

Oy: $T' + F_{тр}' + F_A' - 2mg = 0$

$T + F_{тр}' + F_A' - 2mg = 0$

$T + kv_2^2 + \rho V g - 3\rho V g = 0$

$T = 3\rho V g - \rho V g - kv_2^2 = 2\rho V g - kv_2^2$

Т.к. блок невесомый, то нить не оказывает на него давления ($T \approx 0$)

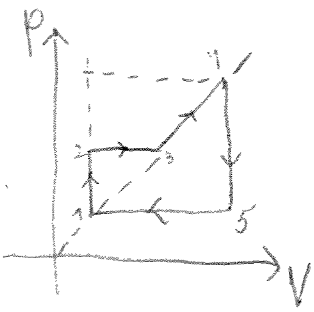
$\frac{1}{2}\rho V g - kv_1^2 \approx 0 \quad kv_1^2 \approx \frac{1}{2}\rho V g \quad v_1 \approx \sqrt{\frac{\rho V g}{2k}}$

$2\rho V g - kv_2^2 \approx 0 \quad kv_2^2 \approx 2\rho V g \quad v_2 \approx \sqrt{\frac{2\rho V g}{k}}$

$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{\frac{\rho V g}{2k}}}{\sqrt{\frac{2\rho V g}{k}}} = \frac{\sqrt{\frac{\rho V g}{k}} \cdot \sqrt{\frac{1}{2}}}{\sqrt{\frac{\rho V g}{k}} \cdot \sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2} \cdot \sqrt{2}} = \frac{1}{2}$

Ответ: $\frac{1}{2}$.

№3



Из уравнения Клапейрона $\left(\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = const\right)$ следует, что чем больше pV, тем больше T. Наименьшее значение pV - в точке 1, наибольшее - в точке 4. Значит, если $T_{max} = \frac{25}{4} T_{min}$, то $T_4 = \frac{25}{4} T_1$. Исходя из того, что точки 1 и 4 лежат на прямой, где $p = \alpha V$ (давление линейно зависит от объёма), то $p_1 = \alpha V_1$; $p_4 = \alpha V_4$;

$\frac{\alpha V_1^2}{T_1} = \frac{\alpha V_4^2}{T_4}$; $\frac{T_4}{T_1} = \left(\frac{V_4}{V_1}\right)^2$; $\frac{25}{4} = \left(\frac{V_4}{V_1}\right)^2$; $\frac{5}{2} = \frac{V_4}{V_1}$; $V_4 = \frac{5}{2} V_1$; $p_4 = \frac{5}{2} p_1$. Анализируя график, приходим к тому, что точки 1, 4 и 5 являются вершинами некоторого квадрата. Значит, можно выразить давление и объём в точках 2, 3, 4 и 5 через p_1 и V_1:

$p_5 = p_1$; $p_2 = p_3 = \frac{p_1 + p_4}{2} = \frac{p_1 + \frac{5}{2}p_1}{2} = \frac{7}{4}p_1$; $p_4 = \frac{5}{2}p_1$; $V_2 = V_1$; $V_4 = V_5 = \frac{5}{2}V_1$; $V_3 = \frac{V_1 + V_4}{2} = \frac{V_1 + \frac{5}{2}V_1}{2} = \frac{7}{4}V_1$.

Зная, что для любой точки графика иметь $\frac{pV}{T} = const$, имеем $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{\frac{7}{4}p_1 V_1}{T_2} = \frac{\frac{49}{16}p_1 V_1}{T_3} = \frac{\frac{25}{4}p_1 V_1}{T_4} = \frac{\frac{5}{2}p_1 V_1}{T_5}$, или $T_2 = \frac{7}{4}T_1$; $T_3 = \frac{49}{16}T_1$; $T_4 = \frac{25}{4}T_1$; $T_5 = \frac{5}{2}T_1$. Теперь запишем первый закон термодинамики для всех процессов:

Процесс 1-2 (изохорный): $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$ $A_{12} = 0$ $Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{7}{4}T_1 - T_1\right) = \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{4}\nu R T_1 = \frac{9}{8}\nu R T_1 > 0$

Процесс 2-3 (изобарный): $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$ $\Delta U_{23} = \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{49}{16}T_1 - \frac{7}{4}T_1\right) = \frac{3}{2} \cdot \frac{21}{16}\nu R T_1 = \frac{63}{32}\nu R T_1$

$A_{23} = p_2(V_3 - V_2) = \nu R(T_3 - T_2) = \frac{21}{16}\nu R T_1$ $Q_{23} = \left(\frac{63}{32} + \frac{21}{16}\right)\nu R T_1 = \frac{105}{32}\nu R T_1 > 0$

Процесс 3-4: $Q_{34} = \Delta U_{34} + A_{34}$ $A_{34} = \frac{(p_3 + p_4)}{2}(V_4 - V_3) = \frac{\alpha V_3 + \alpha V_4}{2}(V_4 - V_3) = \frac{\alpha(V_4^2 - V_3^2)}{2} = \frac{\nu R(T_4 - T_3)}{2} = \frac{\nu R\left(\frac{25}{4} - \frac{49}{16}\right)T_1}{2} = \frac{51}{32}\nu R T_1$

$\Delta U_{34} = \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{25}{4} - \frac{49}{16}\right)T_1 = \frac{51}{16}\nu R T_1 \cdot \frac{3}{2}$ $Q_{34} = \frac{51}{16}\nu R T_1 \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{3}{2}\right) = \frac{51}{8}\nu R T_1 > 0$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Процесс 4-5 (изохорный): $Q_{45}=\Delta U_{45}+A_{45}$ $A_{45}=0$ $Q_{45}=\Delta U_{45}=\frac{3}{2}\nu R\left(\frac{5}{2}T_1-\frac{23}{4}T_1\right)=\frac{3}{2}\nu RT_1\cdot\left(-\frac{15}{4}\right)=-\frac{45}{8}\nu RT_1<0$

Процесс 5-1 (изобарный): $Q_{51}=\Delta U_{51}+A_{51}$, $\Delta U_{51}=\frac{3}{2}\nu R\left(T_1-\frac{5}{2}T_1\right)=\frac{3}{2}\nu RT_1\cdot\left(-\frac{3}{2}\right)=-\frac{9}{4}\nu RT_1$

$A_{51}=p_5(V_1-V_5)=\nu R(T_1-T_5)=\nu R\left(T_1-\frac{5}{2}T_1\right)=-\frac{3}{2}\nu RT_1$ $Q_{51}=-\frac{9}{4}\nu RT_1-\frac{3}{2}\nu RT_1=-\frac{15}{4}\nu RT_1<0$

$\eta=\frac{A}{Q_н}=\frac{A_{23}+A_{34}+A_{51}}{Q_{12}+Q_{23}+Q_{34}}=\frac{\nu RT_1\left(\frac{21}{16}+\frac{51}{32}-\frac{3}{2}\right)}{\nu RT_1\left(\frac{9}{8}+\frac{105}{32}+\frac{51}{8}\right)}=\frac{21\cdot2+51-3\cdot16}{9\cdot4+105+51\cdot4}=\frac{42+51-48}{60\cdot4+105}=\frac{45}{240+105}=\frac{45}{345}=\frac{15}{115}=\frac{3}{23}\approx$
$\approx$ ~~$\frac{217,4}{1440}$~~ ~~17,4%~~ $\approx 13\%$

Ответ: ~~$\eta\approx17,4\%$~~ $\eta\approx13\%$. ±

№1

Чтобы удержать дверь в открытом положении, необходимо удерживать каждую из её створок. Т.к. они абсолютно одинаковые, то для удержания каждой из них необходимо прикладывать силу $\frac{F_1}{2}=\frac{80H}{2}=40H$. Т.к. $F_2=\frac{F_1}{2}$, то для того, чтобы войти в здание, девушка должна удерживать только одну створку (а это она может сделать, прикладывая максимальную силу к створке). —

Ответ: да, сможет.

№4

Шарик будет обладать электроёмкостью $C=4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r$, где ε - диэлектрическая проницаемость (для вакуума она равна 1), $\varepsilon_0=8,85\cdot10^{-12}\frac{Кл^2}{Н\cdot м^2}$ - электрическая постоянная. Если вся эта ёмкость сообщена обкладке, то она (а вместе с ней и шарик) будут обладать зарядом $q=CU=4\pi\varepsilon_0 rU$. При движении шарика по трубочке будут происходить превращения потенциальной энергии взаимодействия в кинетическую энергию движения и наоборот. Энергия никуда не пропадёт, поэтому можно записать: $\frac{mv^2}{2}=qU=4\pi\varepsilon_0 rU^2$, или $v=\sqrt{\frac{8\pi\varepsilon_0 rU^2}{m}}$. Тогда $t=\frac{d}{v}=d\sqrt{\frac{m}{8\pi\varepsilon_0 rU^2}}$. Следовательно, $I_{ср}=\frac{q}{t}=\frac{4\pi\varepsilon_0 rU}{d\sqrt{\frac{m}{8\pi\varepsilon_0 rU^2}}}=\frac{8\sqrt{2\pi^3\varepsilon_0^3 r^3}\cdot U}{d\sqrt{m}}=\frac{8U\pi\varepsilon_0 r}{d}\sqrt{\frac{2\pi\varepsilon_0 r}{m}}\approx1,6\cdot10^{-14}A$.

Ответ: $I_{ср}\approx1,6\cdot10^{-14}A$.

Это v_{max}

+

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 7881

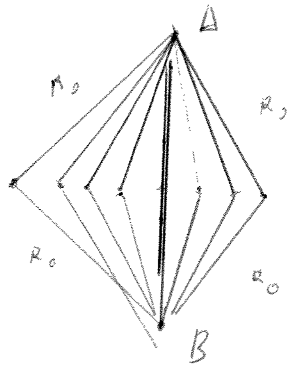
ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ МN 19-73

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№1 ~~Во-первых~~ Земля, то есть опора тоже притягивается к Солнцу, то есть ~~мы притяну~~ тела притягиваются к солнцу как единое целое и любая часть Земли весит одинаково как бы её не вертели и сила действия на опору не изменяется. ~~И только это сила очень мала т.к~~

(+)

№2 Предположим, что гвозди забиты так:



$R_{A-Б} = 10$Ом

Пустим ток силой I между точками А и В. Все 2014 гвоздей — это точки равного потенциала, поэтому между ними ток не потечет. Все ветки обладают сопротивлением $2R_0$, кроме той что соединяет А и В. У неё сопротивление R_0, т.к это только один проводник.

~~Сила тока обрат~~ Сила тока обратно пропорциональна сопротивлению, значит силу тока на обычной ветке можно обозначить за x, а на соед. А и В — $2x$ (т.к сопрот. в 2 раза меньше.). Вся сила тока равна I, значит $2014 \cdot x + 2x = I$ $2016x = I$ $x = \frac{I}{2016}$. Найдем сопротивление между точками А и В $R_{общ} = \frac{U}{I}$ $U = I \cdot R$ (т.к все ветки соед. паралельно, то напряжение везде одинаковое и равно $\frac{I}{2016} \cdot 2R_0$ ($2R_0$, т.к 2 провод

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 7881 ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ MN19-73

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

ника сопрот R_0 соед. последовательно. И так $R_{общ} = \frac{\frac{I}{2016} \cdot 2R_0}{I} = \frac{R_0}{1008} = 1$ Ом (по условию) $\Rightarrow R_0 = 1008$ Ом

Ответ: $R_0 = 1008$ Ом

+

№3 Дано:

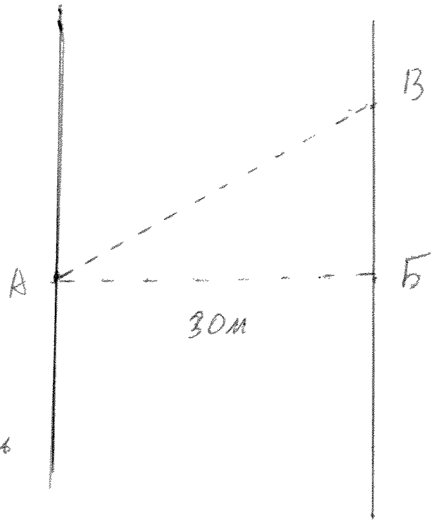
$t_п = 50$ с

$t_к = 30$ с

$h = 30$ м

V – скорость Кати и Пети,

$V_{т.р}$ – скорость течения реки.



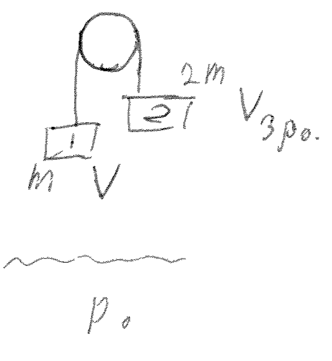
АБ – путь Пети и он равен ширине реки = 30м. Его скорость = $V - V_{т.р}$, т.к он боролся с течением, а время известно, значит мы можем так сказать, что $V - V_{т.р} = \frac{h}{t_п} = \frac{30}{50} = \frac{3}{5} \frac{м}{с}$.

Катя не боролась с течением, значит её скорость $V = \frac{h}{t_к} = \frac{30}{30} = 1 \frac{м}{с}$ (т.к скорость считается относительно воды, а не берега.) $V - V_{т.р} = \frac{3}{5}$ $1 - V_{т.р} = \frac{3}{5}$ $V_{т.р} = \frac{2}{5} \frac{м}{с}$. Значит Катю унесло на $S = V_{т.р} \cdot t_к = \frac{2}{5} \cdot 30 = 12$ м

Ответ: 12 м.

—

№4 Дано:



Решение

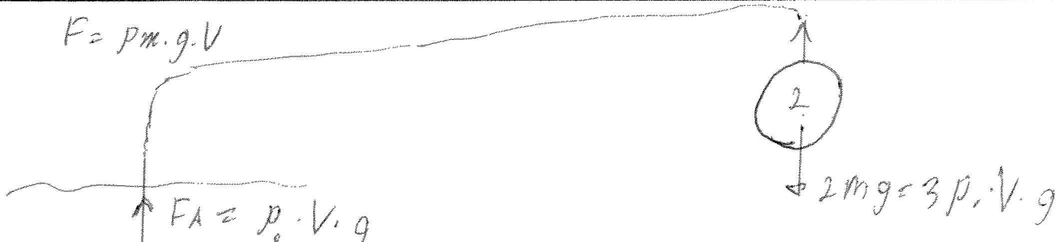
Найдём плотность 1 шарика

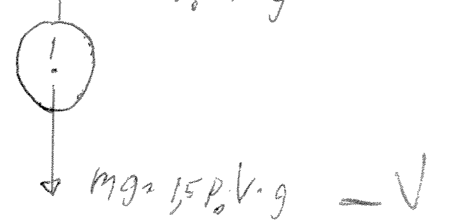
ρ 2 шарика $= \frac{2m}{V} = 3\rho_0$

$\Downarrow$

плотность 1 $= \frac{m}{V} = 1{,}5\rho_0$ (т.к. размеры одинаковые.)

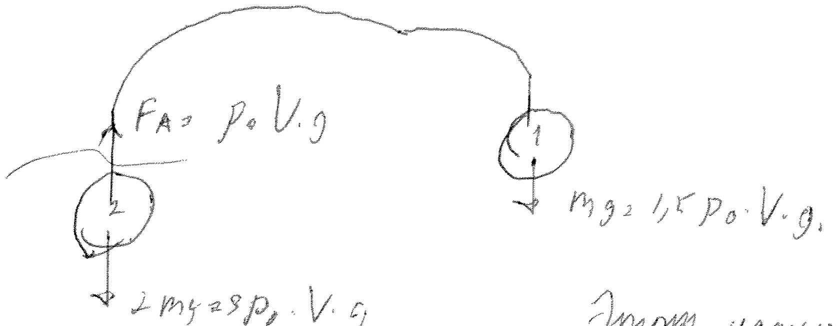
I-й случай, когда в воде 1 шарик.





Итак на шарик в воде действует сила F_1 $1{,}5\rho_0 V g$ - которая тянет его по дну; $F_2 = 3\rho_0 V g + \rho_0 V g$ - которая тянет его вверх ⇒ шарик 1 будет выходить из воды, при этом на него действует сила $\Delta F_1 = 2{,}5\rho_0 V g$.

Т-м когда 2 шарик в воде.



Этот шарик будет опускаться на дно, т.к. его масса больше чем F_A + масса 1 шарика, и на него действует сила $0{,}5\rho_0 \cdot V \cdot g$.

Итак E кинетическая 1 шарика $= 2{,}5\rho_0 V g = \frac{mV_1^2}{2}$ $\quad V_1 = \sqrt{\frac{2{,}5\rho_0 V g \cdot 2}{m}}$

E кин 2 шар $= \frac{2mV_2^2}{2} = 0{,}5\rho_0 V g$ $\quad V_2 = \sqrt{\frac{0{,}5\rho_0 V g \cdot 2}{2m}}$

Пусть коэффициент трения α, то ~~...~~ $V_1 =$

$= \sqrt{\frac{2{,}5\rho V g \cdot 2}{m}} - V_1 \cdot \alpha$

$V_1(\alpha+1) = \sqrt{\frac{2{,}5\rho V g \cdot 2}{m}}$ ⇒

$$\frac{V_1 = \sqrt{\frac{2{,}5\rho \cdot g \cdot V}{m}} : (\alpha+1)}{V_2 = \sqrt{\frac{0{,}5\rho \cdot g \cdot V \cdot 2}{2m}} : (\alpha+1)} = \sqrt{\frac{\frac{2{,}5 \cdot \rho \cdot g \cdot V \cdot 2 : m}{m}}{\frac{0{,}5 \cdot \rho \cdot g \cdot V : m}{m}}} =$$

$= \sqrt{10} \approx 3{,}15$

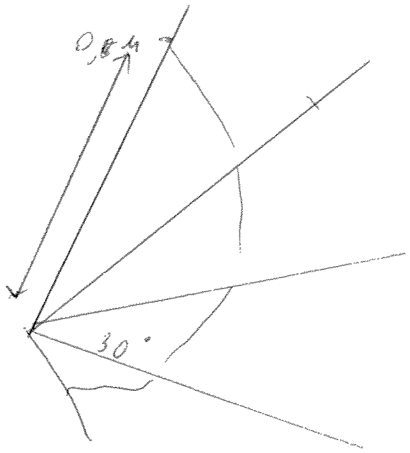
Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 7881

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ МN 19-73

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№5 Дано:



Пусть скорость обычного паука v, тогда воображаемого $\frac{1}{8}\cdot v$. За то время пока нормальный (I) проходит s, воображаемый (II) проходит $\frac{1}{8}s$. То есть пока I пройдет от радиальной до центра, II пройдет $\frac{1}{8}$ этого пути.

После когда они будут идти по одной нитке, то I пройдет $\frac{7}{8}$ от того что осталось пройти II. То есть чтобы поставить 1 новую нитку I проходит $s+(s-\frac{1}{8}s)\cdot\frac{7}{8}$. Потом опять так же, но $s=(s-\frac{1}{8}s)$ и так пока s не будет 0. В нашем случае $s=0,5$ м $=50$ см. ~~За это~~

Пока паук I дойдет до центра он пройдет $50+\cancel{50\cdot\frac{49}{64}}+50\cdot\frac{49}{64}+50\cdot\frac{49^2}{64^2}+50\cdot\frac{49^3}{64^3}\ldots$ С точки зрения математики он будет ползать бесконечно, но это примерно $50+50\cdot0,8+50\cdot0,64+50\cdot0,4+50\cdot0,16+50\cdot0,02$. Дальше расстояние будет очень маленьким и их не учитываем.

$50+40+32+20+8+1\approx151$ см, но это расстояние он прошёл дважды, когда ставил сеть и когда уходил чтобы поставить новую и общее расстояние ~~Ответ: 151 см.~~ ние

$50+40\cdot2+32\cdot2+20\cdot2+8\cdot2+1\cdot2$ (50 прибавили только 1 раз, т.к. это старт.) $=252$ см

Ответ: 252 см.

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

3. Задача.

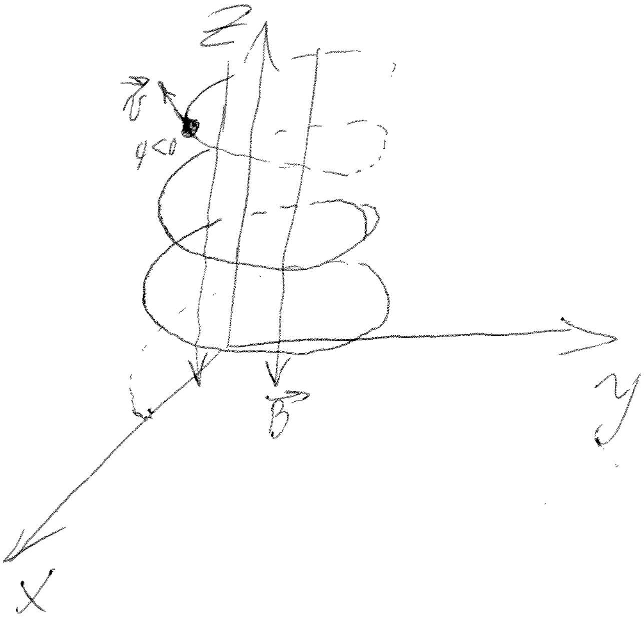
Дано:
q
m
$x^2+y^2=b^2$
$z=k\cdot t$
b
k
$\alpha = \angle \vec{B}, \vec{v} = 45^\circ$

Найти:
$|\vec{B}|$ - ?

Решение.

Заметим, что движение частицы представляет собой движение по спирали, при чем $v_z = \frac{z}{t} = k$

Окружность (проекция спирали на пл-ть (OXY)) имеет радиус b и её центр лежит в точке $O(0;0)$:



1) Если заряд $q<0$, то $\vec{B}$ направлен против OY
(если $q>0$ — по оси OY)
Р-м заряд $q<0$ (для удобства используем в дальнейшем q вместо $|q|$):

На частицу действует сила Лоренца:

$F_л = qvB\sin\alpha = \frac{\sqrt{2}}{2} q v |\vec{B}|$ (1); По 2 з. Н.: $F_л = ma$. (2)

т.к. частица движется по спирали с неизменной $v_z = k$, то $a = a_{ц.с.} = \frac{v_{xy}^2}{b} = \frac{k^2}{b}$ (3) ($v_{xy} = v_z = \frac{\sqrt{2}}{2} v = k$)

Из (1), (2) и (3) следует, что:

$\frac{\sqrt{2}}{2} q v |\vec{B}| = \frac{mk^2}{b} \Rightarrow |\vec{B}| = \frac{2mk^2}{\sqrt{2}\, q v b}$, т.к. $v = k\sqrt{2}$, то

$|\vec{B}| = \frac{mk}{qb}$

±

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

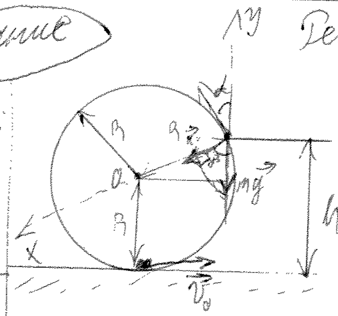
Вариант: 7111

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ MV 76 - 13

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

5 Задание

Дано:
v_0
R
g
α - ?



Решение:

Во-первых, заметим, что положение равновесия означает, что шарик находится на дне жёлоба - точно под центром окр-ти O.

Во-вторых, в момент отрыва шарика от жёлоба на него перестаёт действовать сила реакции опоры и $\vec{F} = m\vec{a} = m\vec{g} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g}$, где a - центростремительное ускорение.

$$\alpha = 90^\circ - \beta = 90^\circ - \arccos\left(\frac{h-R}{R}\right) = 90^\circ - \arccos\left(\frac{h}{R} - 1\right)$$

$$OX: \quad a_{ц.c.} = g\cdot\cos\beta = g\cdot\frac{h-R}{R}$$
$$a_{ц.c} = \frac{v^2}{R}$$
$$\Rightarrow v^2 = gh - gR \quad (1)$$

По закону сохранения энергии:

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v^2 = 2gh - v_0^2 \quad (2)$$

Из (1) и (2) следует, что

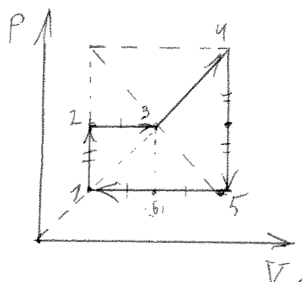
$$gh - gR = 2gh - v_0^2$$
$$h = \frac{v_0^2 - gR}{g}$$

Получаем искомый угол $\alpha = 90^\circ - \arccos\left(\frac{v_0^2 - gR}{gR} - 1\right) = 90^\circ - \arccos\left(\frac{v_0^2}{gR} - 2\right)$

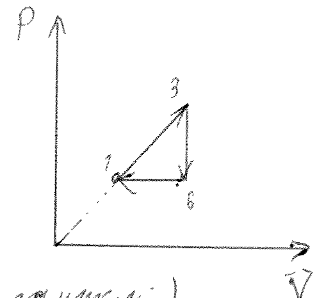
2 Задание

Дано:
$T_4 = 6{,}25T_1$
Найти:
η - ?

Решение:



или



т.к. $\frac{pV}{T} = const$, то: $T_4 = T_{MAX}$, $T_1 = T_{min}$

$T_5 = T_3 = \frac{T_{MAX} + T_{min}}{2} = 3{,}625T_1$

(Работа A за цикл:)

$\cancel{A = 5A'_{136}} =$ $Q_{23} = -0{,}5\,Q_{51}$; $Q_{12} = -0{,}5\,Q_{45}$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 7111

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ MV 76-13

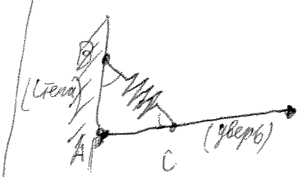
ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

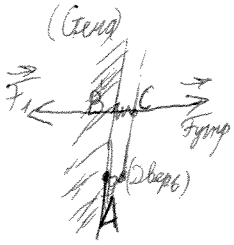
Задача №1

Дано:
$h=3,5$ м
$l=0,7$ м
$m=100$ кг
$F_1=80$ Н
$F_2=40$ Н

сможет ли девушка войти

Решение:
Рассмотрим работу пружин:
В закрытом положении: в полностью открытом:



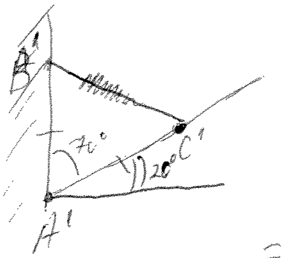


$F_{упр_1}=F_1=k\Delta X=80$ Н

1) В полностью открытом положении $\Delta X \approx BC \approx AB\sqrt{2}$ (небольшой)
$(AB=AC)$

2) Вообще, чтобы девушке войти достаточно добиться зазора между дверьми $\in [0,25$ м; $0,5$ м$]$

3) Рассмотрим случай, когда дверь открыта на 20°:



$\Delta X' = BC - B'C'$

по теореме косинусов.

$B'C' = \sqrt{2AB^2 - 2AB^2\cos 70°} =$

$= AB\sqrt{2}\cdot\sqrt{1-\cos 50°} \approx 0,8\, AB\sqrt{2}$

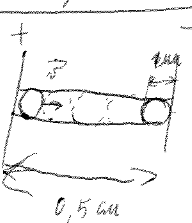
(вторая может быть открыта также на 20 из условия, что девушка прикладывает 40 Н к двери, причем открывать их лучше в прот. стороны:)

$\Delta X' \approx AB\sqrt{2} - 0,8\,AB\sqrt{2} = 0,2\,\Delta X$

$F_{упр_2} \approx 0,2\, F_{упр_1} \approx 16$ (Н)

Вывод: девушка сможет войти в корпус (тем более, если учесть, что дверь, вращающаяся вокруг точки A — рычаг с плечом 0,7 м)

Задача №4



Дано:
$m=2\cdot10^{-7}$ кг
$r=0,05$ см
$d=0,5$ см
$U=2\cdot10^3$ В
$y-?$

Решение:
Если удары мгновенные, то шарик можно условно представить проводником длиной $l=d=0,5$ см $=5\cdot10^{-3}$ м и $S=\pi r^2 = 2,5\cdot10^{-7}\pi$ (м²)

Тогда сила тока равна (по закону ома):

$\boxed{Y=\frac{U}{R}=\frac{S\cdot U}{\rho l}=\frac{\pi U r^2}{\rho d}}$

плотность металла ≈ 400 кг/м³, значит уд. сопр. $\rho \approx 2$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 7111

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ MV 76-30

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Задача 1

Ответ: сможет

Пояснение: чтобы войти в здание девушке необходимо применить на практике явление резонанса. Так как двери открываются в обе стороны, то при совпадении частоты вынужденных колебаний дверей с частотой вынуждающей силы двери будут открываться шире, так как амплитуда колебаний при резонансе многократно возрастёт. Так как $F_1 > F_2$ всего в 2 раза, то девушка сможет открыть дверь и пройти внутрь.

+

Задача 3

① $x^2+y^2=b^2$ - уравнение движения по окружности, где b - радиус

② $z=k\cdot t$ - уравнение движения с постоянной скоростью, где k - проекция скорости частицы v на Oz, т.е. $k=v_z$

③ Из пунктов 1 и 2 следует, что частица движется по спирали в системе координат $OXYZ$ и имеет проекцию скорости v_z на Oz, постоянную по условию, и движется по окружности с центростремительным ускорением $a_{ц.с.}$ в плоскости XOY.

④ По II закону Ньютона $\sum\vec{F}=m\vec{a}$

$R=b$; $a=a_{ц.с}=\frac{v^2}{R}$; $\sum\vec{F}=F_{Лоренца}=qvB\sin\alpha$; $\alpha=(\vec{B}\,\hat{}\,\vec{v})=45°$, Тогда

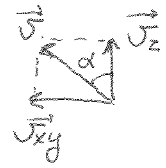
$$qvB\sin 45° = \frac{mv^2}{R}$$

$$\frac{\sqrt{2}\,qvB}{2}=\frac{mv^2}{b}$$

Выразим модуль магнитной индукции:

$$B=\frac{\sqrt{2}\,mv}{qb}$$

⑤ Рассмотрим скорость



$\vec{v}=\vec{v_z}+\vec{v_{xy}}$

$v=\sqrt{v_z^2+v_{xy}^2}$ по теореме Пифагора

т.к. $\alpha=45°$, то

$v=\sqrt{v_z^2+v_z^2}=\sqrt{2}\,v_z=k\sqrt{2}$

Тогда $B=\frac{\sqrt{2}m\cdot\sqrt{2}k}{qb}=\frac{2mk}{qb}$

Ответ: $B=\frac{2mk}{qb}$

+

№5 - нет.

Лист 1 из 3

Задача 2

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\%$$

Если газ обладал в начале цикла некой температурой T_0, то

$T_{max} = T_0 + T_1$, где T_1 - температура нагревателя

$T_{min} = T_0 + (T_1 - T_2)$, где T_2 - температура холодильника

По условию $T_{max} = 6{,}25\ T_{min}$, тогда

$$T_0 + T_1 = 6{,}25\,T_0 + 6{,}25(T_1 - T_2)$$

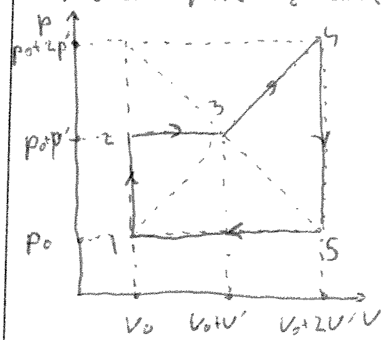
$$T_0 + T_1 = 6{,}25\,T_0 + 6{,}25\,T_1 - 6{,}25\,T_2$$

$$T_1 = 5{,}25\,T_0 + 6{,}25\,T_1 - 6{,}25\,T_2$$

$$6{,}25\,T_2 = 5{,}25\,(T_0 + T_1)$$

$$T_2 = 0{,}84(T_0 + T_1)$$

Рассмотрим цикл:



$Q_{1-2} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T$, изохорное нагревание

$Q_{2-3} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + (p_0 + p')V'$, изобарное нагревание

$Q_{3-4} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T\sqrt{2} + (p_0 + 2p')V'$, нагревание

$Q_{4-5} = \frac{3}{2}\nu R \cdot 2\Delta T$, изохорное охлаждение

$Q_{5-1} = \frac{3}{2}\nu R \cdot 2\Delta T + p_0\, 2V'$, изобарное охлаждение

следовательно от нагревателя $Q_1 = Q_{1-2} + Q_{2-3} + Q_{3-4}$

к холодильнику $Q_2 = Q_{4-5} + Q_{5-1}$

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\%$$

$$Q_1 - Q_2 = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + \frac{3}{2}\nu R\Delta T + p_0V' + p'V' + \frac{3}{2}\nu R\Delta T\sqrt{2} + p_0V' + 2p'V' - \frac{3}{2}\nu R\, 2\Delta T -$$

$$- \frac{3}{2}\nu R\, 2\Delta T - p_0 \cdot 2V' = \sqrt{2}\cdot\frac{3}{2}\nu R\Delta T - \frac{3}{2}\nu R\Delta T + 3p'V' =$$

$$= \left(\frac{3}{\sqrt{2}} - 3\right)\nu R\Delta T + 3p'V'$$

$$Q_1 = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + \frac{3}{2}\nu R\Delta T + p_0V' + p'V' + \frac{3}{2}\nu R\Delta T\sqrt{2} + p_0V' + 2p'V' =$$

$$= 3\nu R\Delta T + \frac{3}{\sqrt{2}}\nu R\Delta T + p_0V' + 3p'V'$$

$$\eta = \frac{\left(\frac{3}{\sqrt{2}} - 1\right)\nu R\Delta T + 3p'V'}{\left(\frac{3}{\sqrt{2}} + 3\right)\nu R\Delta T + 3p'V' + p_0V'} \cdot 100\%$$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Задача 4

Сила тока по определению равна отношению величины заряда, прошедшего через проводник, ко времени прохождения

$I = q' = \left|\frac{\Delta q}{\Delta t}\right|$, то есть I - ни что иное, как скорость передачи заряда.

Этой скоростью обладает шарик, под действием сил притяжения разноименных зарядов движущийся от одной обкладки конденсатора к другой и наоборот. Шарик переносит заряд от положительно заряженной обкладки к отрицательной, следовательно искомая сила тока равна двум скоростям перемещения шарика, т.к. заряд переносится только в одном направлении

Так как $d = 5 \cdot 10^{-3}$ м, а $r_{шарика} = 5 \cdot 10^{-4}$ м, то шарик будет проходить расстояние в $(d - 2r)$ м

$S = 5 \cdot 10^{-3} - 10^{-3} = 4 \cdot 10^{-3}$ (м)

При абсолютно неупругом соударении об обкладку шарик теряет всю скорость, следовательно $v_0 = 0$

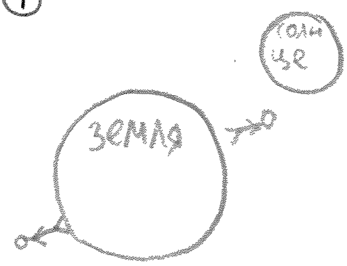
При равноускоренном движении по II закону Ньютона $\sum \vec{F} = m\vec{a}$, где F - сила притяжения обкладкой шарика

и ?!

(———)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

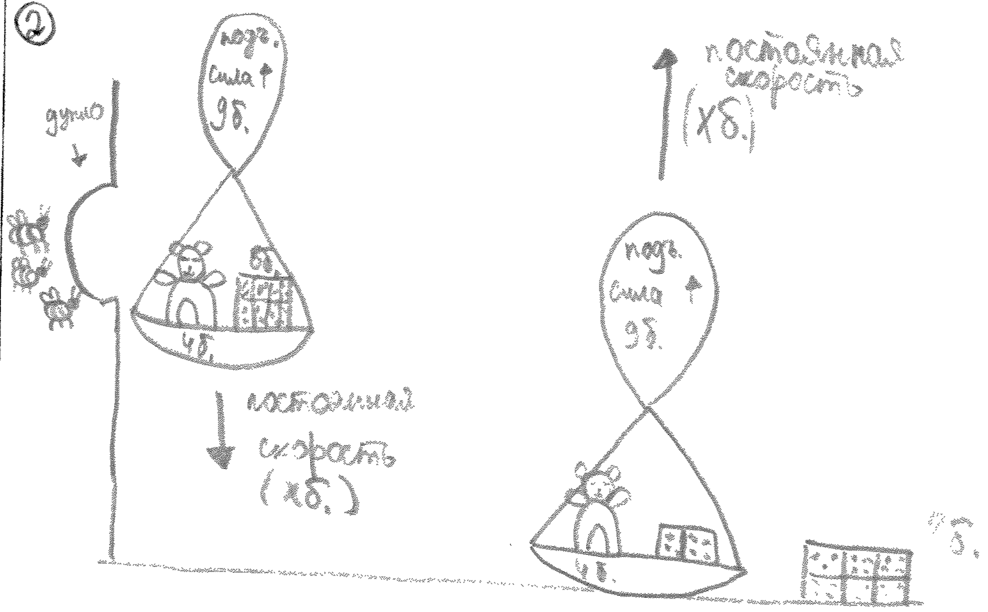
①



Ответ: нет, не означает. Все тела весят и днём, и ночью одинаково, так как Солнце притягивает не только их, но и саму Землю.

±

②



$X = 4б. + 8б. - 9б. = 3б.$ – постоянная скорость.

$9б. - 4б. = 5б.$ – если столько банок останется в корзине, она будет у земли.

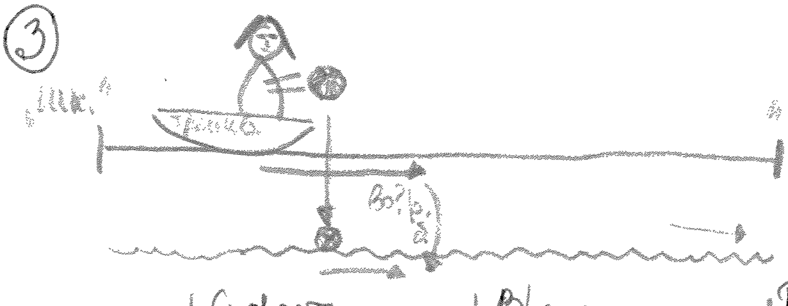
$5б. - 3б. = \cancel{2б.}$ столько банок можно оставить в корзине.

$8б. - 2б. = \cancel{6б.}$ нужно оставить на земле.

Ответ: 6 банок.

∓

③



	Скорость	Время	Расстояние	
Буксир	x	y	xy	равны
Трамвайчик	x+n ✓	y:k	(x+n)(y:k)	

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$xy = (x+n)(y:k)$

$xy = (x+n)\frac{y}{k}$

$xy = \frac{(x+n)y}{k}$

$xy = \frac{xy+ny}{k}$

$xy = (xy+ny):k$

$xy \cdot k = xy+ny$

$k = (xy+ny):xy$

$k = 1 + yn : xy$

	Скорость	Время	Расстояние
Буксир	$y-n$	$x:(y-n) = k(x:y)$	×
Трамвайчик	y	$x:y$	×

$x:(y-n) = k(x:y)$

$x:(y-n) = \frac{1}{k} : (x:y)$

$\frac{x}{y-n} = \frac{\frac{1}{k}}{x:y}$

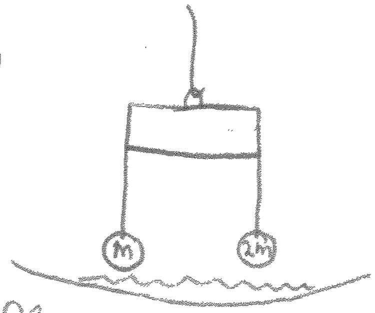
по основн. свойству пропорции

$x(x:y) = (y-n)\frac{1}{k}$ ✓

$x(x:y) = (y-n):k$

(±)

(4)



$\rho_{2m} = 3 г/см^3$

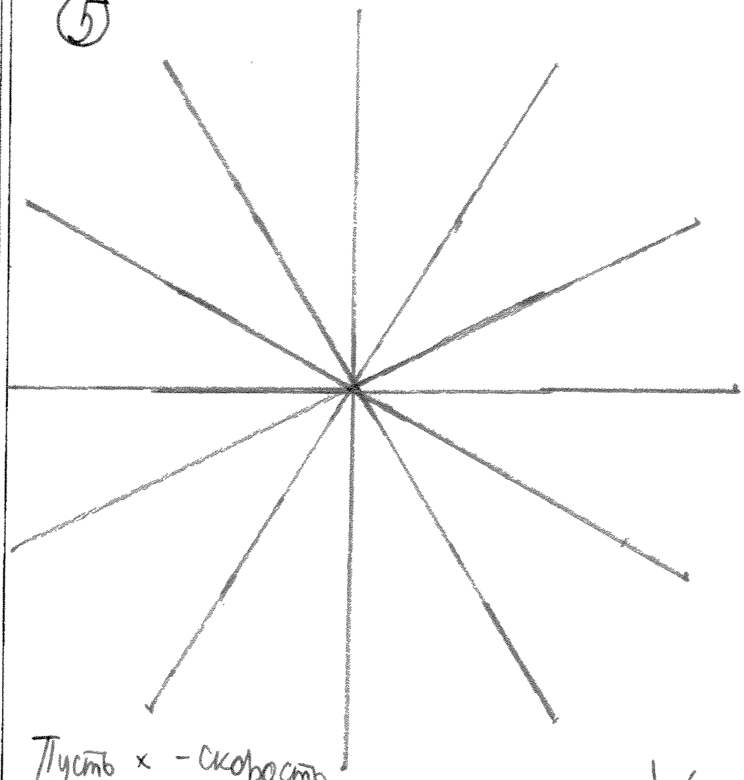
$\rho_m = 1{,}5 г/см^3$

$\rho_{воды} = 1 г/см^3$

(−)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

5



Пусть x – скорость реального паука.

$50см - \frac{1}{8}(50см) = 50см - 6{,}25см = 43{,}75см$ ✓

$\left(x+\frac{1}{8}x\right)\left(43{,}75:\left(x+\frac{1}{8}x\right)\right) = 43{,}75см$ ✓

$1{,}125x\,(43{,}75:1{,}125x) = 43{,}75$

$x(43{,}75:1{,}125x) = 43{,}75:1{,}125$

$\cancel{x}(43{,}75\cancel{x}:1{,}125x) = 38:x$

$x\cdot\frac{43{,}75}{1{,}125x} = \frac{38}{x}$

$\frac{43{,}75x}{1{,}125x} = \frac{38}{x}$

$\frac{\cancel{43750}x}{\cancel{1125}x} = \frac{38}{x}$

$\frac{38x}{x} = \frac{38}{x}$

$38x:x = 38:x$

$38 = 38x$

$x = 1$

$\frac{1}{8}(50см) = \frac{50}{8}см = 6\frac{2}{8}см = 6{,}25см$

$$\begin{array}{r|l} 43750 & 1125 \\ \hline -3375 & 38 \\ 10000 & \\ -10000 & \\ \hline 0 & \end{array}$$

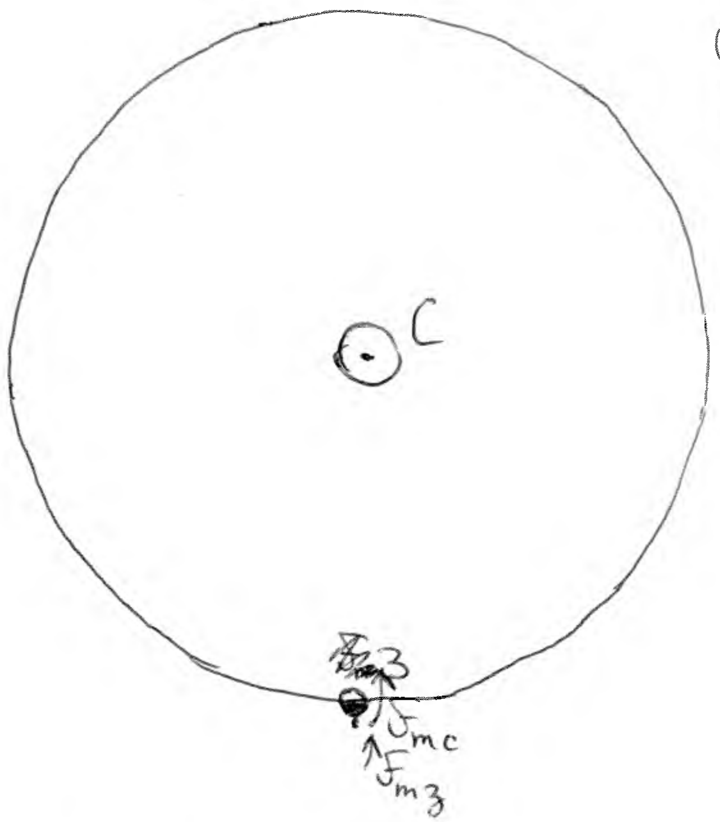
—

Значит, скорость реального паука 1 ~~см~~ отрезок времени.

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№1.

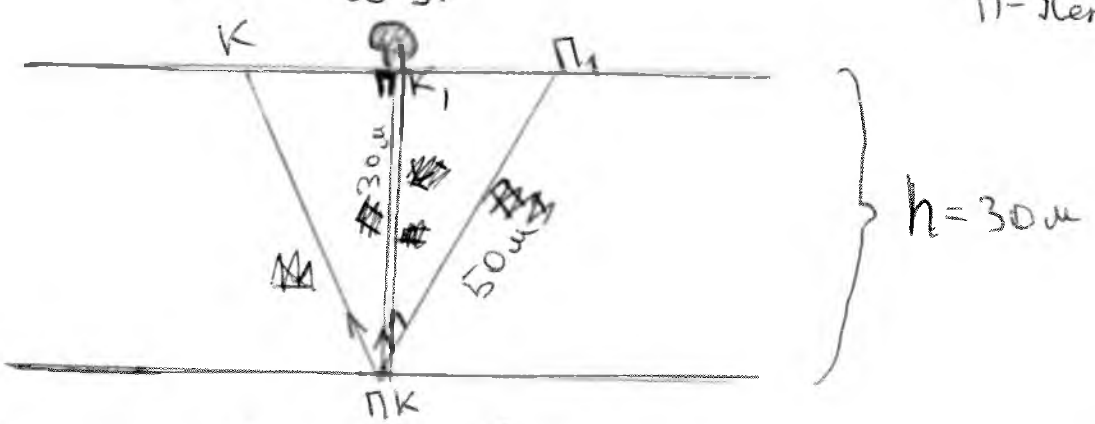
$F_{тс}$ — сила тяжести Солнца.
$F_{тз}$ — сила тяжести Земли.



Да, означает. Вес тела — сила, с которой оно давит на Землю. ~~Ночь~~ Ночью эта сила складывается из $F_{тз}$ и $F_{тс}$. Значит, ночью вес больше, чем днем.
Ответ: да, означает.

№3.

П - Петя, К-Катя



Синим цветом — движение относительно берегов, черным — относительно течения.
Относительно воды отношение путей Пети и Кати

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$$\frac{ПКП_1}{ПКК_1} = \frac{v t_п}{v t_к} = \frac{5}{3}$$ $h = ПКК_1$

Значит, Петя преодолел относит. воды: $ПКП_1 = h \cdot \frac{5}{3} = \frac{30м \cdot 5}{3} = 50м$

Найдём, с помощью теоремы Пифагора, $К_1П_1$:

$ПКП_1^2 = ПКК_1^2 + К_1П_1^2$

$К_1П_1 = \sqrt{ПКП_1^2 - ПКК_1^2} = \sqrt{2500м^2 - 900м^2} = \sqrt{1600 м^2} = 40м$

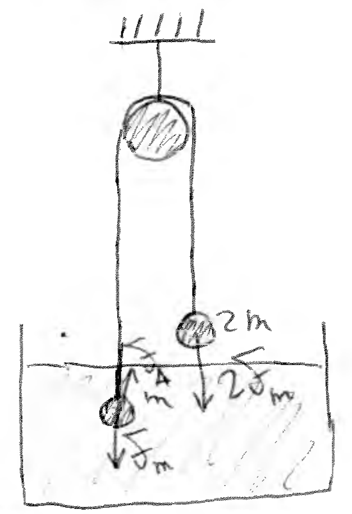
Т.к. $v_к = v_п$, то Катю снесло от дерева течением на 40м

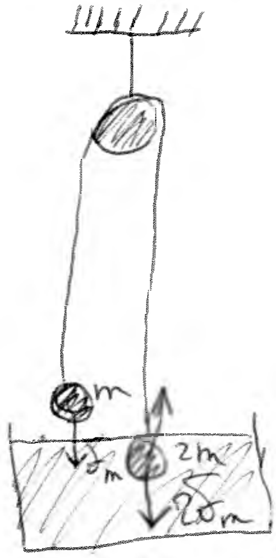
(–)

Ответ: 40 м.

№4.

1 случай | 2 случай





$R_1 = -F_m + F_A + 2F_m = F_m + F_A$

$R_2 = 2F_m - F_A - F_m = F_m - F_A$

F_m — сила тяжести, действующая на шарик массой m; F_A — сила Архимеда, действующая на шарик массой m и на шарик массой 2m

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\sqrt{m} - \sqrt{A}}{\sqrt{m} + \sqrt{A}} \Big| \cdot (\sqrt{m} + \sqrt{A})$$

$$\frac{R_2}{R_1} = (\sqrt{m} - \sqrt{A})(\sqrt{m} + \sqrt{A})$$

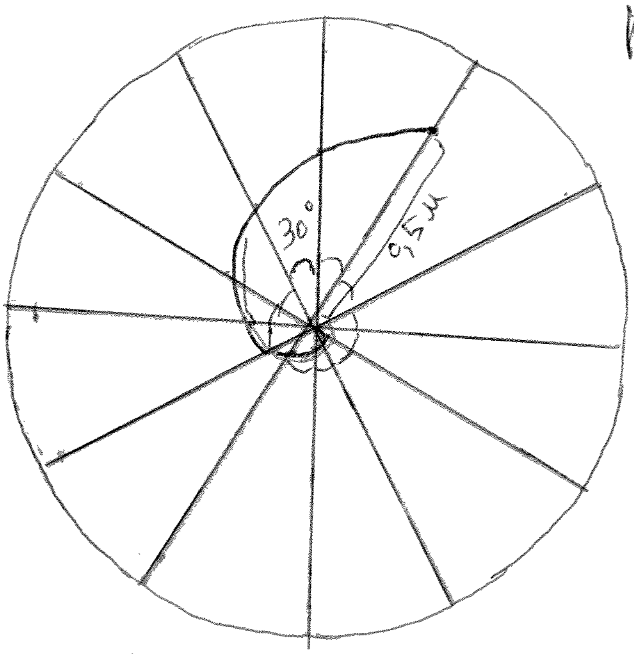
v_2 — скорость во 2 опыте
v_1 — скорость в 1 опыте.

$$\frac{R_2}{R_1} = \sqrt{m}^2 - \sqrt{A}^2 = \frac{v_2}{v_1}$$ — Ответ.

⊖

№5.

Всего будет $\frac{360°}{30} = 12$ радиальных нитей



S — искомый путь

За каждый раз паук обходит $\frac{8}{9}$ удвоенного расстояния от центра.
$2 \cdot 50$ см $= 100$ см $= 1$ м
Получается прогрессия:

$$1м \cdot \left(\frac{8}{9} + \left(\frac{8}{9}\right)^2 + \dots + \left(\frac{8}{9}\right)^8\right) = S$$

„Воображаемый" паук в итоге преодолеет 0,5 м, а настоящий в 8 раз больше: $S = 0,5 м \cdot 8 = 4 м$

Ответ: 4 м.

⊕

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

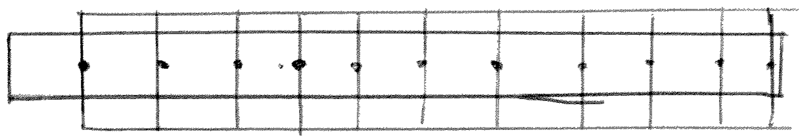
Вариант: 7881

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ ОУ55-16

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№2.

$R = 1 Ом$



Соединение параллельное. $\frac{1}{R} = \cancel{2016 \cdot \frac{1}{}} = \frac{2016}{\cancel{2016} R_0}$

$R = \frac{R_0}{2016}$

~~$R = 2016 R_0$~~

~~$1 Ом = 2016 R_0$~~

~~$R_0 = \frac{1}{2016} Ом$~~

$R_0 = 2016 R = 2016$ Ом

Ответ: $R_0 = 2016$ Ом.

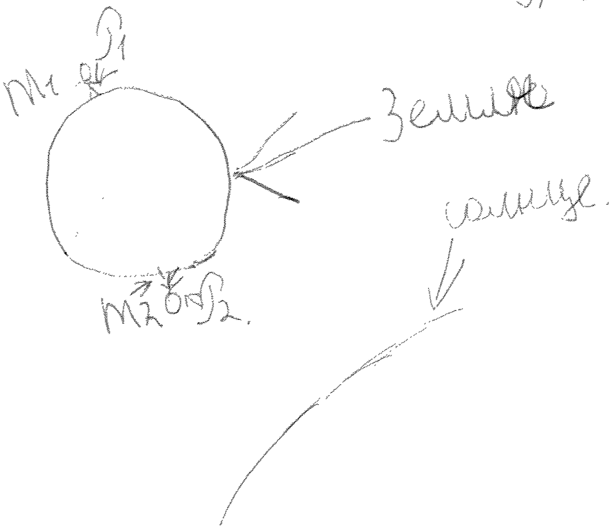
Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 7771 ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ ОЦ20-77

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№1

Нет весить ~~те~~ больше тела будут только на той стороне земли где ночь, тогда там где солнце находится на другой стороне земного шара. √



~~Если н~~

$m_1 = m_2$

$P_1 > P_2$ так как Солнце притягивает оба тела но ~~складывается~~ вычитается но там где день а F притяжения (тоесть m_2) а там где ночь (m_1) ~~вчь~~ складывается.

—

№2.

Дано:

$m_1 = 48$ банок

$m_2 = 8$ банок

$V = ?$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$M_{общ} = M_1 + M_2 = 8 + 4 = 12$ банок.

подъемная сила = 9 банкам ↑

~~V~~ = кол-во банок требуемое для ↑ с той же скоростью = 12 − 9 = 3 б 3 банки ↓ тянут.

чтобы ↑ с такой же скоростью надо чтобы 3 банки тянули ↑ 9 − 3 = 6 ~~12 − 6 = 6 банок~~.

~~Отв~~ 9 − 3 = 6 банок должно остаться в корзинки включая в них вес самого винипуха и корзинки 12 − 6 = 6 − банок надо выложить винипуху.

+

№ 3

Дано:

~~t_V~~ разница = ?

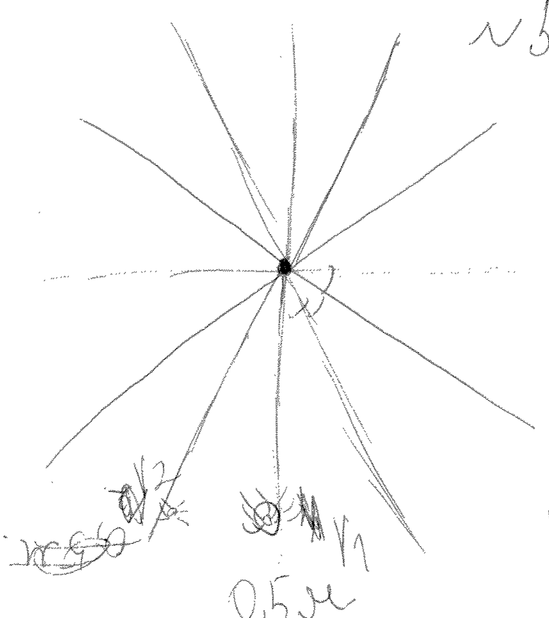
$V_{пр}$ = в n раз больше.

$t_{пч}$ = K раз больше −

$t = K : n$.

−

№5



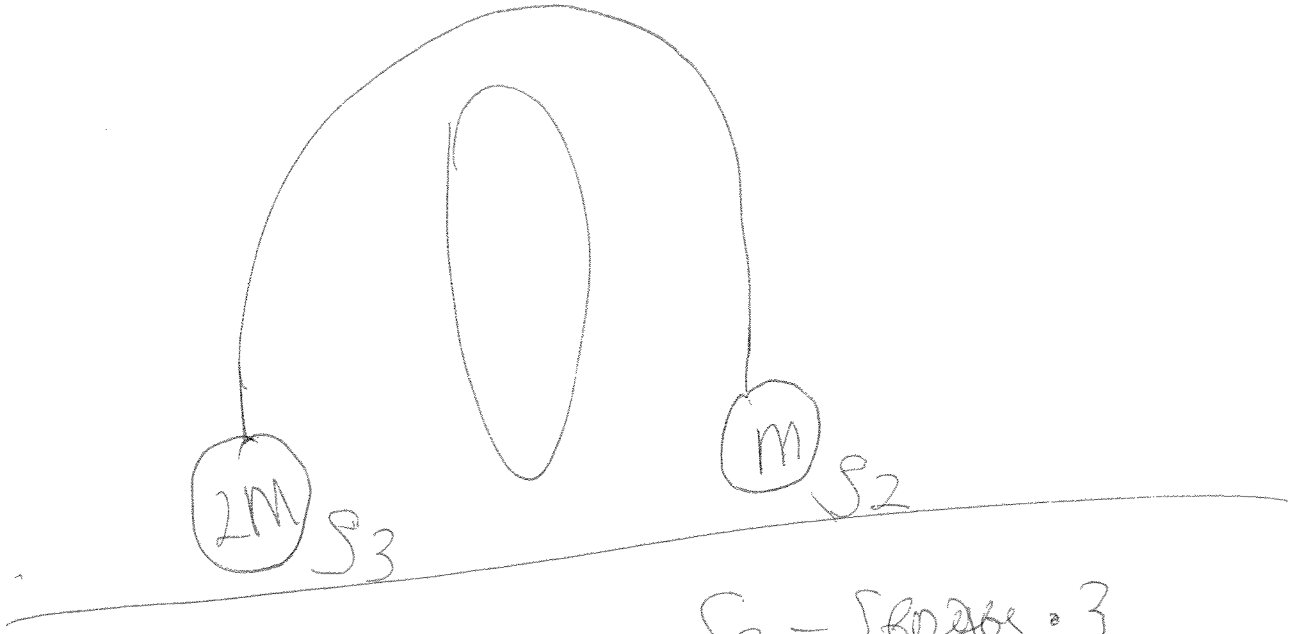
30°

$V_1 = V_2 \cdot 8$

~~Сначала он проползет 0,5м. потом проползет~~
~~50см~~
~~0,5:8 = 6,25 см. в меньше чем в 8 раз в точность.~~
~~50 - 6,25 = 43,75 см~~
~~В 3й раз 43,75:8 = 5,46875   43,75 - 5,4687 = 38,28~~
~~Итого за три раза~~

Паук пройдет то же расстояние что и воображаемый только в 8 раз больше
$0{,}5 \cdot 8 = 4$м. паук пройдет 4 м.

№ 4.



$S_3 = S_{воды} \cdot 3.$

$S3 = \frac{1}{3} S2 \cdot 2$

Соотношения $F_{тр1}$ и $F_{тр2}$.

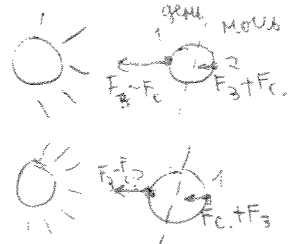
Я считаю что в 1 случае ~~сила и~~ (по сравнению с другим) будет в два раза больше т.к. у изменяемая масса в большую сторону много у объекта который в воде, а вода образует больше трения чем воздух.

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 7991

ШИФР НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ RL 92-71

1. Из-за вращения Земли вокруг Солнца на одном из её полушарий в определённый момент времени будет день, а на другом ночь. Рассмотрим 2 момента времени: когда на одном из полушарий — день и когда ночь. На другом полушарии будет противоположное время суток, а значит, будет другой вес тел. Значит, если рассмотреть всю Землю в момент дня на одном из полушарий, то тело на другом полушарии будет иметь вес, равный $P = F_з + F_c$, хотя на другом полушарии сейчас ночь. Отсюда можно сделать вывод, что не все тела весят днем меньше, чем ночью, если рассматривать всю Землю в целом.



$F_з$ — сила притяж. Земли; F_c — сила притяжения Солнца

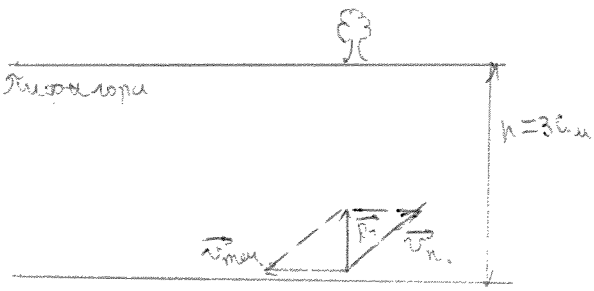
2. Дано:
$h = 30$ м
$t_п = 50$ с
$t_к = 30$ с
$v_к = v_п$

Найти: l

Решение:

$$\begin{cases} v_п^2 - v_{теч}^2 = R_1^2 \text{ по теореме Пифагора} \\ R_1 \cdot t_п = h \end{cases}$$

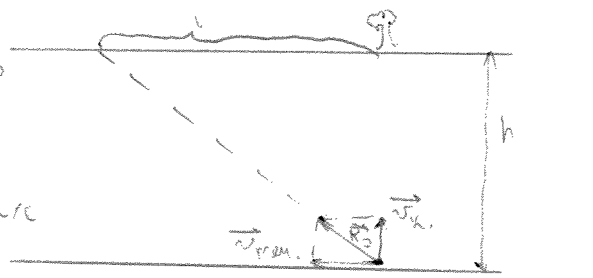
$$\begin{cases} R_2^2 = v_п^2 + v_{теч}^2 \\ h = v_к \cdot t_к \end{cases}$$



$v_к = \frac{h}{t_к} = \frac{30}{30} = 1$ м/с ⇒

⇒ $v_п = 1$ м/с ⇒ $R_1 = \frac{h}{t_п} = \frac{30}{50} = 0,6$ м/с

$v_{теч} = \sqrt{R^2 + v_п^2} = \sqrt{1 - 0,36} = 0,8$ м/с



$l = v_{теч} \cdot t_к = 0,8 \cdot 30 = 24$ м

Ответ: 24 м

+

3. Дано:
$m = 0,04$ кг
$K = \frac{5}{4}$
$m_2 = km$

Найти: m_3

Решение:

Система УТБ

$$\begin{cases} q m = c_в m_в \Delta t + c_я m_я \Delta t \quad (1) \\ q \cdot \frac{5}{4} m = c_в m_в \Delta t + 2 \cdot c_я m_я \Delta t \quad (2) \\ q m_3 = c_в m_в \Delta t \quad (3) \end{cases}$$

(2)−(1): $\frac{1}{4} q m = c_я m_я \Delta t \Rightarrow q m_3 = q m - \frac{1}{4} q m \Rightarrow m_3 = \frac{3}{4} m = 0,03$ кг

Ответ: $m_3 = 0,03$ кг

4. Дано:
$m, 2m$

$V_1 = V_2$

$\rho_{2m} = \frac{3\rho_{воды}}{2}$

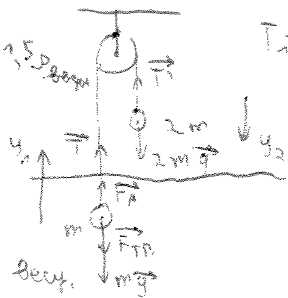
Найти: $\frac{v_1}{v_2}$

Решение:

1) $\rho_{2m} = \frac{2m}{V_1} \Rightarrow \frac{2m}{V_1} = 3\rho_{воды} \Rightarrow \frac{m}{V_1} = 1{,}5\rho_{воды}$

$\rho_m = \frac{m}{V_1}$

2) $F_{A_1} = \cancel{\rho_{воды}} \cdot \frac{m}{1{,}5 \cdot \cancel{\rho_{воды}}} \cdot g = \frac{2}{3} mg$



$T_1 = T_1'$ по III закону Ньютона

$F_{A_1} < mg$, но 2 шарик больше по весу,

знаит, первый будет двигаться вверх.

3) Скорость данной системы будет установившейся, когда $\begin{cases} F_{R1} = 0 \\ F_{R2} = 0 \end{cases}$,

где F_{R1} и F_{R2} — равнодействующие всех сил обоих тел.

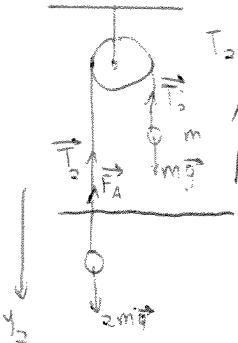
II закон Ньютона:

$$\begin{cases} y_1: T_1 + F_A - mg - F_{TP.1} = 0 \quad (1) \\ y_2: 2mg - T_1 = 0 \quad (2) \\ F_{TP.1} = Kv_1 \text{ (по усл.)} \quad (3) \end{cases}$$

$(1)+(2)$: $mg + \frac{2}{3}mg - Kv_1 = 0$

$\frac{5}{3}mg = Kv_1 \Rightarrow v_1 = \frac{5mg}{3K}$

4) $F_{A2} = \cancel{\rho_{воды}} \cdot \frac{2m}{3\cancel{\rho_{воды}}} = \frac{2}{3}mg$



$T_2 = T_2'$ по III закону Ньютона

II закон Ньютона

$$\begin{cases} y_1: \cancel{m} T_2 - mg = 0 \\ y_2: 2mg - \frac{2}{3}mg - F_{TP.2} - T_2 = 0 \\ F_{TP.2} = Kv_2 \end{cases}$$

$\frac{1}{3}mg - Kv_2 = 0 \Rightarrow v_2 = \frac{mg}{3K} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{\frac{5mg}{3K}}{\frac{mg}{3K}} = 5$

+

Ответ: $\frac{v_1}{v_2} = 5$

5. Дано:

$n = 2016$

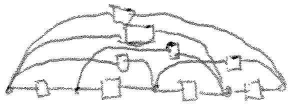
$r = 1$ Ом

$U = 20{,}16$ В

$\tau = 100$ с

Найти: Q

Решение:



$Q = A = \frac{U^2}{R_{общ.}} \cdot \tau$

Общее число резисторов равно $n_{общ.} = \frac{n(n-1)}{2} = 2015 \cdot 1008$, из которых 2015 соединены последовательно, а остальные $1007 \cdot 2015$ — параллельно. ⇒

$\Rightarrow R_{общ.\,посл.} = 2015r = 2015$ Ом

−

$R_{общ.\,пар.} = \frac{2015 \cdot 1007}{r} = 2015 \cdot 1007$ Ом

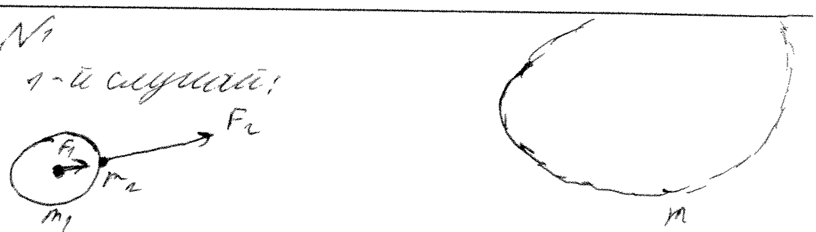
$\frac{1}{R_{общ.}} = \frac{1}{R_{общ.\,пар.}} + \frac{1}{R_{общ.\,посл.}} = \frac{1}{2015} + \frac{1}{2015 \cdot 1007} = \frac{1008}{2015 \cdot 1007}$

$R_{общ.} = \frac{2015\cdot1007}{1008} \Rightarrow Q = \frac{2016^2\cdot1008}{2015\cdot1007}\cdot100 = \frac{2016^2\cdot1008}{2015\cdot1007} * Дж.$

m – масса Солнца.
m_1 – масса Земли
m_2 – масса тела
R – расст. от солнца до земли (в м)

№1

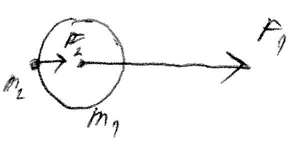
1-й случай:

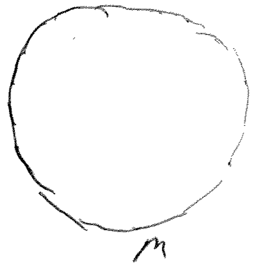


Заметим, то, что взаимодействие в системе Земля – человек (тело), всегда равно константе, а именно $F = G\frac{m_1 m_2}{R_З^2} = c$. Теперь рассмотрим взаимодействие с Солнцем: $F_1 = G\frac{m_1 m}{R^2}$, $F_2 = G\frac{m_2 m}{(R-R_З)^2}$, $N = P$

$N_1 = c + G\frac{m_1 m}{R^2} - G\frac{m_2 m}{(R-R_З)^2}$

2-й случай:





$N_2 = c + F_2 - F_1 = c + \frac{m_2 m}{(R+R_З)^2} - \frac{m_1 m}{R^2}$

Отсюда видно, что $N_1 > c$ т.к $m_1 >> m_2$, а $N_2 < c$, отсюда ночью тела весят меньше чем днем. ($R_З << R$)

Замечания

В решении этой задачи я построил физическую модель, не учитывая такие нюансы:

1. По I-му закону Кеплера ~~R≠const~~ Земля вертится вокруг Солнца по эллиптической орбите, которая не является окружностью ⇒ R≠const

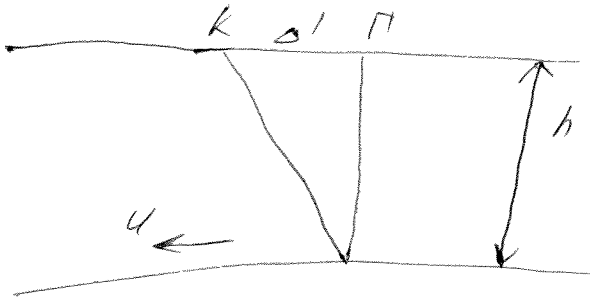
2. Вычисления производим в системе Земля – тело – Солнце, а ~~...~~ весь другой космос не учитывался, а значит не учитывались и силы вз-вия например с Юпитером (а ведь они не нулевые!), но в данном случае систему нельзя было бы вычислить так просто ⇒

Ответ в сист. Земля-Солнце-тело, тело ночью весит меньше, чем днём (Земля описывает окр-ость вокруг Солнца)

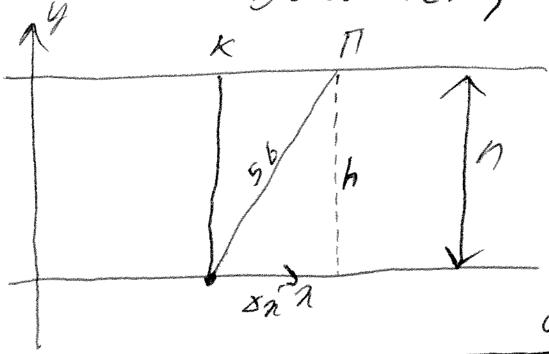
№2

Дано
$t_п = 50c$
$t_к = 30c$
$h = 30м$

$\Delta l - ?$



Рассмотрим рисунок уровой:



Катя проплыла 30м за 30с $\Rightarrow V_к = V_п = \frac{30}{30} = 1м/с$

Тогда Петя проплыл: $V_п t_п = 50м$, Отсюда смещение по оси x равно:

$\Delta x = \sqrt{50^2 - h^2}$

$\Delta x = \sqrt{1600}$

$\Delta x = 40м$

+

Отсюда за 50с вода прошла 40м по оси x (по оси y её $V = 0$, т.к. она течет течением!).

$V_в = \frac{\Delta x}{t_п} = 0{,}8 м/с$

Отсюда $\Delta l = V_в \cdot t_к = 24м$

Ответ $\Delta l = 24м$

№3

Дано:
Δt
$m_1 = 40г$
$k = \frac{5}{4}$

$m_3 - ?$

$m_2 = m_1 k$

$m_2 = 50г$

q – уд. теплота сгор.

вода, кастрюля, яйцо

$$\begin{cases} q m_1 = c_1 m \Delta t + Q_1 + Q_2 \\ q m_2 = c_1 m \Delta t + Q_1 + 2Q_2 \end{cases}$$

$q(m_2 - m_1) = Q_2$

(+)

$Q_2 = q \cdot 10г \Rightarrow 10г$ топлива на нагревание

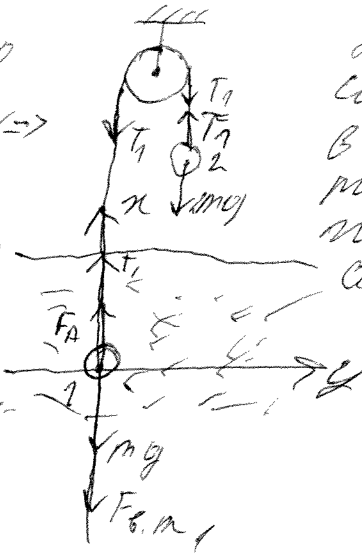
Отсюда $m_3 = m_1 - m_2 + m_1 = 30г$

Ответ: на то чтобы нагреть воду на Δt без шлу уйдет $m_3 = 10$ г топлива

№ 4

Дано
$m_1 = 2m$
$\rho_2 = 3\rho_6$
$\frac{V_1}{V_2} - ?$

1-й случай:
$m_2 \cdot \rho_2 = 3\rho_6$, то
$p_1 = m_1 V_1 = 0{,}5 m_2 V \Rightarrow$
$p_1 = 0{,}5 p_2 = 1{,}5 p_6$

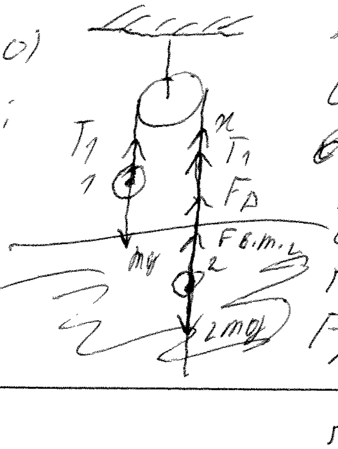


Заметим, что сист будет двиг в сторону II-шарика т.к. в сост покоя $F_{m_2} = 2mg$, а $F_{m_1} = mg - F_A$.

когда сист уст $(a=0)$ запишем II-ой з-н Ньютона для I-шарика:
$\vec{T_1} + \vec{F_A} + m\vec{g} + \vec{F}_{в.т} = 0$
для II-го шара:
~~$T_1 = 2mg$~~ $\vec{T_1} + 2m\vec{g} = 0$
$\Downarrow$
$T_1 = 2mg$
$\Downarrow$
запиш для II-го шара в проекции на ось x:
~~[illegible]~~ $T_1 + F_A - mg - F_{в.т_1} = 0$

$T_1 + F_A - mg = F_{в.т_1}$
$2mg + V\rho_в g - mg = F_{в.т_1}$
$mg + \frac{2}{3}mg = V_1 \alpha$ — коэф в.т.
$1\frac{2}{3}mg = V_1 \alpha$
$V_1 = \frac{5mg}{3\alpha}$

2-ой случай:
когда сист ~~[illegible]~~ уст $(a=0)$
II з-н Ньютона для $2m$:
x: $T_1 + F_A + F_{в.т_2} = 2mg$
по II з-ну Ньютона для I:
$T_1 = mg \Rightarrow$
$2mg - mg - \frac{2}{3}mg = F_{в.т_2} = \frac{1}{3}mg$



Заметим, что сист будет двиг в сторону II-го шара т.к в состоян $F_{m_2} = 2mg$, $F_A = 1\frac{2}{3}mg$, ~~а~~ $F_{m_1} = mg$

$V_{2\lambda} = \frac{1}{3} mg$

$V_2 = \frac{mg}{3\lambda}$ $\Rightarrow$ $\frac{V_1}{V_2} = \frac{5}{7}$

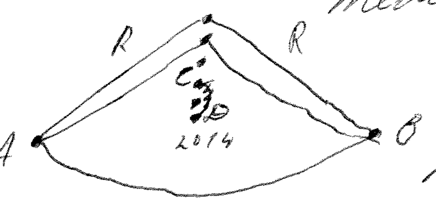
Ответ $\frac{5}{7} = \frac{V_1}{V_2}$

Замечание:
Т.к среда (вода) одинаковая и шарики одни и те же по форме, то λ - коэф вязкого тр $= const$

№5

Дано
$n = 2016$
$R = 1$ Ом
$U = 20,16$ В
$t = 100$ с
Q - ?

~~Подключим клеммы, ...~~
Построим жив стену, предварительно выбрав 2 гвоздя A и B



— гвозди A и B соед парал 2014-ю мостами с сопр $2R$ и одним мостом с сопр R. Это так потому что любая пара гвоздей (не A и B) имеет одинаковые потенциалы значит ветвь можно убрать и ток по ней не пойдет ($\varphi_C = \varphi_D$). Отсюда т.к $R_{ц} = 1$ Ом, можно найти R:

$\left(\frac{1}{2R}\right) 2014 + \frac{1}{R} = \frac{1}{R_ц}$

$\frac{1007}{R} + \frac{1}{R} = 1$ ~~Ом~~ ✓

$\frac{1008}{R} = 1$

$R = 1008$ Ом.

Теперь ~~подключим~~ подсоединим напр на A и B:
И при парал соед равно между любой из всех ветвей и равно общему — 20,16 В

$Q = UIt = \frac{U^2}{R} t$

$Q = \frac{20{,}16^2}{1008} \cdot 100$

$Q = 20{,}16 \cdot 0{,}02 \cdot 100 = 40{,}32$ Дж

Ответ 40,32 Дж выделится в пр-ке [illegible] [illegible] 100 секунд.

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 7991

ШИФР НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ RL 92-98

№1.

Тело на поверхности земли движется с скоростью вращения Земли по окружности. Эта скорость и днём и ночью постоянна, тогда центростремительное ускорение тела относительно Земли тоже будет и днём и ночью постоянным ⇒ по II закону Ньютона сила притяжения тела к Земле будет одинакова, а значит и сила опоры и ~~но~~ вес тела будут одинаков.

Так как вес - сила с которой тело действует на опору по III закону она равна силе, с которой опора действует на тело, значит:

Земля действует на тело с силой $G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2}$ и соответственно тело действует на Землю с этой же силой, а она не меняется в зависимости от того, какой стороной Земля повернута к солнцу.

+

№2.

Пусть $\vartheta_п$ - скорость Пети, $\vartheta_к$ - скорость Кати, по условию $\vartheta_п = \vartheta_к$; u - скорость течения. Так как петя плыл прямо на дерево, борясь с течением, то его скорость можно разложить на $\vartheta_{п_x}$ - скорость обратнонаправленная скорости течения и $\vartheta_{п_y}$ - скорость перпендикулярная u.

Катя не плыла против течения и вся её скорость направлена перпендикулярно u.

Стоит заметить, что так как относительно Земли Петя не перемещается вдоль речки, что $v_{n_x} = u$. Составим систему:

$$\begin{cases} h = v_{n_y} \cdot t_n \\ h = v_к \cdot t_к \\ S = u \cdot t_к \\ v_{n_x} = u \\ v_к = v_n \\ v_n = \sqrt{v_{n_x}^2 + v_{n_y}^2} \end{cases}$$

S - расстояние на которое снесло катер.

$$v_к = \frac{h}{t_к} = v_n$$

$$v_{n_y} = \frac{h}{t_n}$$

$$v_x = \sqrt{v_n^2 - v_{n_y}^2}$$

$$v_x = \sqrt{\left(\frac{h}{t_к}\right)^2 - \left(\frac{h}{t_n}\right)^2}$$

$$v_x = \sqrt{\frac{h^2(t_n^2 - t_к^2)}{t_к^2 t_n^2}}$$

$$v_x = \frac{h}{t_к \cdot t_n} \sqrt{t_n^2 - t_к^2}$$

$$S = \frac{h}{t_к \cdot t_n} \cdot \sqrt{t_n^2 - t_к^2} \cdot t_к$$

$$S = \frac{30}{30 \cdot 50} \cdot \sqrt{50^2 - 30^2} \cdot 30 = \frac{1}{\cancel{50}} \cdot 40 \cdot \overset{6}{\cancel{30}} = 24 м$$

Ответ: 24 м.

+

№3.

M - масса воды

$q_в$ - удельная тепл. ёмкость воды

$q_я$ - уд. тепл. ёмкость яйца.

u - коэффициент выделения тепла при сгорании топлива.; $m_T = 40$ г топлива.

$$\begin{cases} (M\cdot q_в + m q_я)\Delta t = m_T\cdot u \\ (M\cdot q_в + 2m q_я)\cdot\Delta t = m_T\cdot k\cdot u \\ (M\cdot q_в)\cdot\Delta t = x\cdot u \end{cases}$$

x - ~~кол~~ кол-во топлива ~~которое~~ нужно найти.

$m_T\cdot k\cdot u - m_T\cdot u = \Delta t(M\cdot q_в + 2mq_я - Mq_в - mq_я)$

$m_T\cdot(k-1)\cdot u = \Delta t\, m q_я$

$m_T\cdot(k-1) = \frac{\Delta t\, m q_я}{u}$ - кол-во топлива необходимое для нагревания одного яйца на Δt °C.

тогда для ~~приготовления~~ нагривания только воды нужно топлива:

$x = m_T - m_T\cdot(k-1) = m_T(1-k+1)$

$x = 40\left(2-\frac{5}{4}\right) = 40\cdot\frac{3}{4} = 30$ г топлива

+

Ответ: 30 г.

№ 4.

Т.к. установилась скорость, то в первом и втором случае силы компенсированы.

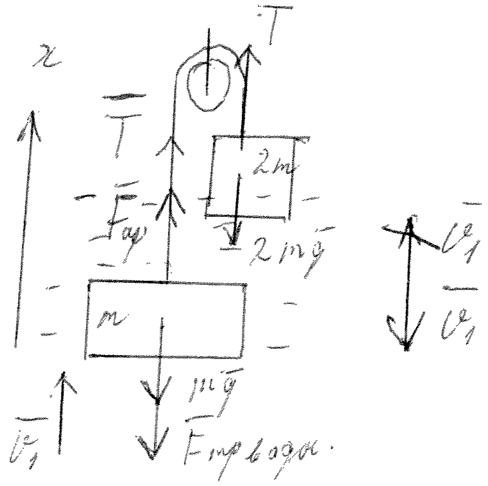
I Силы натяжения нитей равны по условию.

$F_{тр в} = k \cdot v_{тела}$.

1 тело:

$T + F_{ар} = mg + F_{тр в}$

$T + \rho_1 \cdot g \cdot V = mg + v_1 \cdot k$.



2 тело: $T = 2mg$.

Итог:

$$2mg + \rho_1 \cdot g \cdot V = mg + v_1 \cdot k \Longrightarrow v_1 = \frac{mg + \rho_1 \cdot g \cdot V}{k}.$$

II

1 тело: $T = mg$

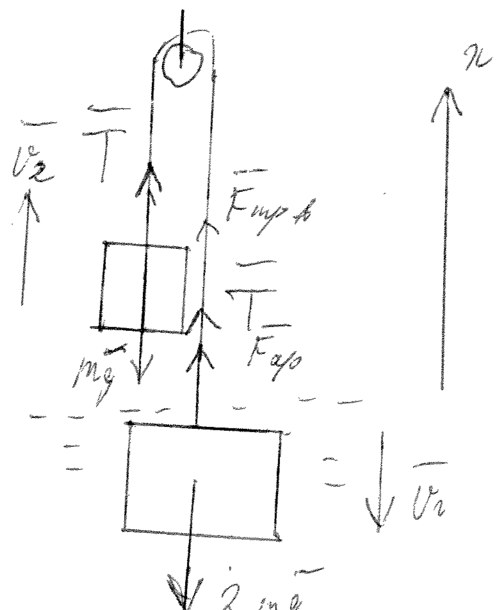
2 тело:

$2mg = F_{ар} + F_{тр в} + T$

$2mg = \rho_2 \cdot g \cdot V + v_2 \cdot k + mg$

Итог:

$$v_2 = \frac{mg - \rho_2 \cdot g \cdot V}{k}$$



III Из условия известно, что $\rho_2 = 3\rho$ воды; $m = \rho \cdot V$, тогда

~~масса мен~~ $\cancel{\rho_1 =}$ $\frac{m}{\rho_1} = \frac{2m}{\rho_2}$.

$\rho_1 = \frac{3}{2} \rho_в$.

$$\frac{|\bar{v}_1|}{|\bar{v}_2|} = \left|\frac{m\cancel{g} + \rho_1 \cdot \cancel{g} \cdot V}{\cancel{k}}\right| \cdot \left|\frac{\cancel{k}}{m\cancel{g} - \rho_2 \cdot \cancel{g} \cdot V}\right| = \frac{|\rho_1 \cdot V + \rho_1 \cdot V|}{|\rho_1 \cdot V - \rho_2 \cdot V|} =$$

$$= \frac{|p_1 + p_1|}{|p_1 - p_2|} = \frac{|\frac{3}{2} \cdot pb \cdot 2|}{|\frac{3}{2} \cdot pb - 3pb|} = \frac{\cancel{3pb}}{\frac{\cancel{3pb}}{2}} = 2$$

Ответ: 2.

+

N 5.

~~Общее сопротивление цепи будет равно~~ $\cancel{\frac{2}{2014} \text{ Ом}}$. Из клеммы ток побежит в гвоздь с другой клеммой и в остальные 2014 гвоздей, а из тех гвоздей ток побежит в гвоздь с другой клеммой, остальные резисторы задействованы не будут.:

$$\frac{1}{R_{об}} = \frac{1}{R} + \frac{2014}{2R} = \frac{1008}{R}$$

$$R_{об} = \frac{R}{1008} = \frac{2 \text{ Ом}}{1008} = \frac{1}{504} \text{ Ом}. \; \checkmark$$

$$Q = U \cdot R \cdot t \; \checkmark$$

$$Q = 20{,}16 \cdot \frac{1}{504} \cdot 100 = 4 \text{ Дж}$$

Ответ: 4.

+

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 7111

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ ZГ 86-47

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

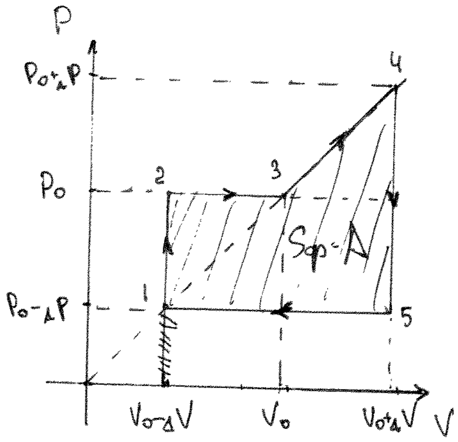
② Дано;

$T_{max} = \frac{25}{4} T_{min}$

$P(V)$

η - ?

Решение:



Обозначим давления и объёмы как показано на рисунке

Т.к. точки 1 и 4 лежат на одной прямой, то справедливо отношение:

$$\frac{P_0+\Delta P}{P_0-\Delta P} = \frac{V_0+\Delta V}{V_0-\Delta V} \quad (1)$$

По ур-ию Менделеева-Клапейрона:

$PV = \nu R T \Rightarrow T = \frac{PV}{\nu R} \Rightarrow T_{max}$ там где $(PV)_{max}$ т.е. в точке 4, а T_{min} там где $(PV)_{min}$ т.е. в точке 1

Значит: $\frac{T_{max}}{T_{min}} = \frac{(PV)_{max}}{(PV)_{min}} = \frac{(P_0+\Delta P)(V_0+\Delta V)}{(P_0-\Delta P)(V_0-\Delta V)} = \frac{25}{4}$

Из ур-ия (1): $\left(\frac{V_0+\Delta V}{V_0-\Delta V}\right)^2 = \frac{25}{4}$; $\frac{V_0+\Delta V}{V_0-\Delta V} = \frac{5}{2}$

$2V_0 + 2\Delta V = 5V_0 - 5\Delta V$

$3V_0 = 7\Delta V \Rightarrow V_0 = \frac{7}{3}\Delta V \quad (2)$

$$\eta = \frac{A_{полезн}}{A_{затр.}} = \frac{S_ф}{Q_{12}+Q_{23}+Q_{34}}$$

Т.к. точки 3 и 1 лежат на одной прямой, то

$\frac{P_0}{P_0-\Delta P} = \frac{V_0}{V_0-\Delta V}$; $P_0V_0 - P_0\Delta V = P_0V_0 - \Delta P V_0 \Rightarrow$

$\Rightarrow P_0\Delta V = \Delta P V_0$

• $S_ф = 2\Delta V_0 \Delta P + \frac{1}{2}\Delta P \Delta V = \frac{5}{2}\Delta P \Delta V$

• $Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = 0 + \frac{3}{2}(P_0V_0 - P_0\Delta V - P_0V_0 + P_0\Delta V + \Delta V P_0 - \Delta P \Delta V) =$

$= \frac{3}{2}P_0\Delta V - \frac{3}{2}\Delta P\Delta V = \frac{3}{2}\Delta P V_0 - \frac{3}{2}\Delta P \Delta V$

• $Q_{23} = P_0\Delta V + \frac{3}{2}(P_0V_0 - P_0V_0 + P_0\Delta V) = \frac{5}{2}\Delta P V_0$

• $Q_{34} = P_0\Delta V + \frac{1}{2}\Delta P\Delta V + \frac{3}{2}(P_0V_0 + 2\Delta V P_0 + \Delta P \Delta V - P_0V_0) =$

$= 4\Delta P V_0 + 2\Delta P \Delta V$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$Q_{12}+Q_{23}+Q_{34}=8\Delta P V_0+\frac{1}{2}\Delta P\Delta V$; Из ур-я(2): $8\Delta P V_0=8\Delta P\cdot\frac{7}{3}\Delta V=\frac{56}{3}\Delta P\Delta V$

$Q_{12}+Q_{23}+Q_{34}=\frac{56}{3}\Delta P\Delta V+\frac{1}{2}\Delta P\Delta V=\frac{115}{6}\Delta P\Delta V$

+

$$\eta=\frac{\frac{5}{2}\Delta P\Delta V}{\frac{115}{6}\Delta P\Delta V}=\frac{3}{23}$$

Ответ: $\frac{3}{23}$

③ Дано:

q; m

$x^2+y^2=b^2$

$z=kt$

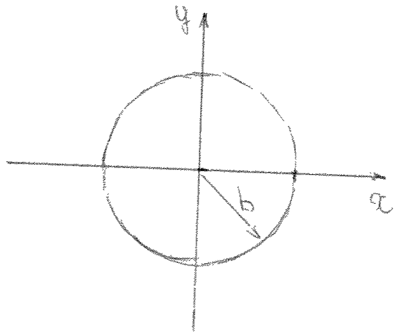
$\varphi=45°$

B-?

Решение:

1) Рассмотрим движение частицы в ~~xy~~ плоскости xy:

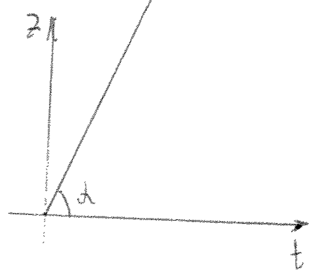
$x^2+y^2=b^2$ — это уравнение окружности с центром в точке $(0;0)$ и $R=b$



Значит координаты x и y частицы не зависят от времени

2) Рассмотрим движение частицы вдоль прямой z

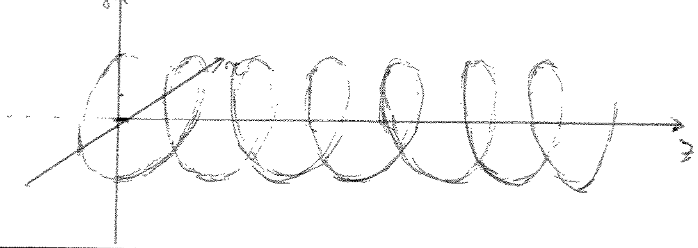
$z=kt$ =>



$tg\,\alpha=k$

Т.к. в пространстве от времени зависит только координата z, причем $z\sim t$, то k является скоростью частицы поступательной

3) Рассмотрим движение ~~точки~~ частицы в пространстве



Т.к. направление линий магнитной индукции не меняется, то и направление скорости частицы не меняется

$F_Л = q v B \sin\alpha$

$F_Л = m a_n$, $\frac{v^2}{R} = b$

$\frac{mv^2}{b} = q v B \sin\alpha$ — V

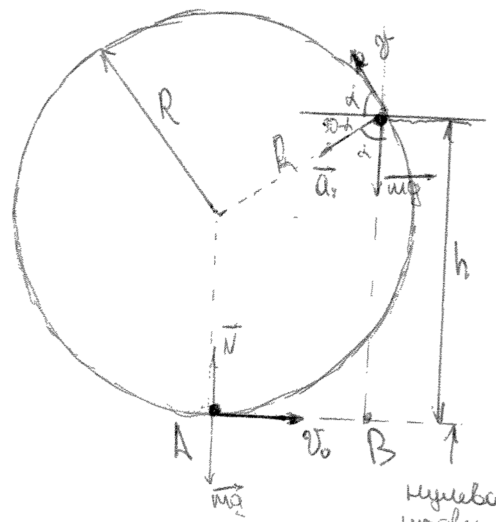
$B = \frac{mv}{bq\sin\alpha}$, $v \to K$; $= \frac{mK}{bq\sin\alpha} = \frac{mK}{bq\sin\varphi} = \frac{mK\sqrt{2}}{bq}$

Ответ: $B = \frac{mK\sqrt{2}}{bq}$ $\mp$

(5) Дано: v_0; R

v - ?

Решение:



В момент отрыва от поверхности желоба на шарик не действует сила реакции опоры со стороны желоба

Тогда:

$ma = mg\cos\alpha$

$a = g\cos\alpha$

$\frac{v^2}{R} = g\cos\alpha$

$v^2 = gR\cos\alpha$

По ЗСЭ: $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + mgh$

$\frac{v_0^2}{2} = \frac{v^2}{2} + gh$

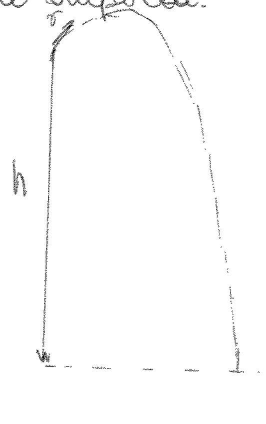
$\frac{v_0^2}{2} = \frac{gR\cos\alpha}{2} + gh$

$v_0^2 = gR\cos\alpha + 2gh$

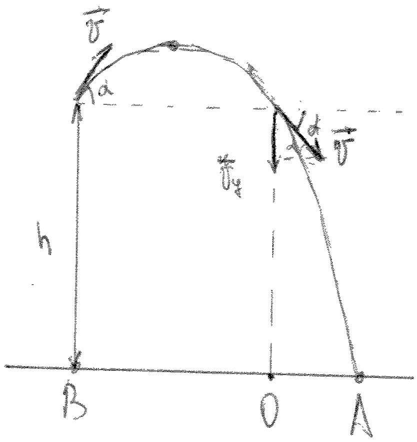
$h = \frac{v_0^2 - gR\cos\alpha}{2g}$

?

Рассмотрим движение шарика после отрыва:



5



$v_y = v \sin\alpha$

$v_x = v \cos\alpha$

$AB = R \sin\alpha$

$OB = v_x t_1 = v\cos\alpha\, t_1$

$OA = v_x t_2 = v\cos\alpha\, t_2$

$OB + OA = v\cos\alpha\,(t_1 + t_2) = R\sin\alpha \Rightarrow$

$\sqrt{gR\cos\alpha}$

$\Rightarrow \alpha = \ldots$

$0 = v\sin\alpha - g\dfrac{t_1}{2} \Rightarrow \quad t_1 = \dfrac{2v\sin\alpha}{g}$

?

$h = v\sin\alpha\, t_2 + g\dfrac{t_2^2}{2}$

$\dfrac{v_0^2 - gR\cos\alpha}{2g} = v\sin\alpha\, t_2 + g\dfrac{t_2^2}{2}$

$v_0^2 - gR\cos\alpha = v\sin\alpha\, t_2 \cdot 2g + g^2 t_2^2 \Rightarrow t_2 = \ldots$

—

№1 нет

№4 нет

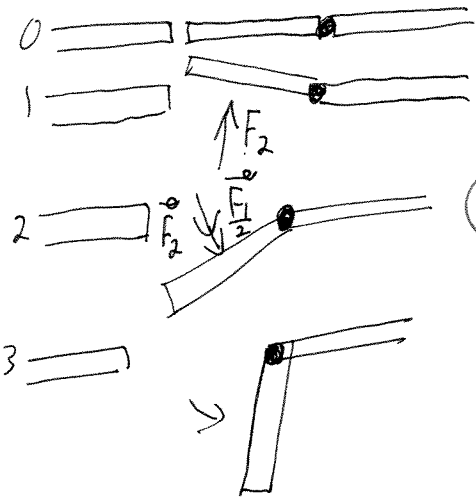
1) девушка сможет, для этого ей надо:

толкнуть дверь с максимальной силой (1)

~~подождать пока дверь~~

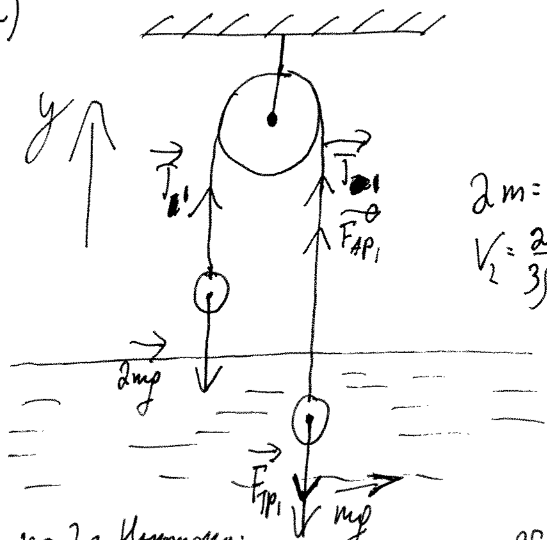
отпустить и подождать пока дверь не вернется в другую сторону (2)

толкнуть дверь в направлении ее движения (3)



±

2)



$2m = 3\rho_0 V_2$

$V_2 = \frac{2m}{3\rho_0}$

$V_1 = V_2 = \frac{2m}{3\rho_0}$

+

по 2 з. Ньютона:

$$\begin{cases} \vec{T_1} + 2m\vec{g} = 0 \\ \vec{T_1} + \vec{F_{AP_1}} + \vec{F_{TP_1}} + m\vec{g} = 0 \end{cases}$$

$F_{TP_1} = kV_1$

$F_{AP} = \rho_0 g V$

OY:

$$\begin{cases} T_1 - 2mg = 0 \\ T_1 + F_{AP_1} - F_{TP_1} - mg = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} T_1 = 2mg \\ T_1 = mg + F_{TP_1} - F_{AP} \end{cases}$$

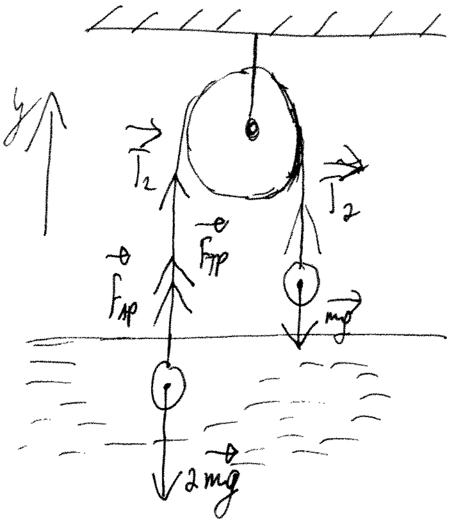
$2mg = mg + F_{TP_1} - F_{AP}$

$mg = F_{TP_1} - F_{AP} = kV_1 - \rho_0 g \frac{2m}{3\rho_0}$

$kV_1 = mg + \frac{2}{3}mg = \frac{5}{3}mg$

№4, 5 — нет.

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



по 2 закону Ньютона:

$$\begin{cases} \vec{T_2} + m\vec{g} = 0 \\ \vec{T_2} + \vec{F}_{тр} + \vec{F}_{Ap} + 2m\vec{g} = 0 \end{cases}$$

$F_{тр} = kV_2$

$F_{Ap} = \rho_0 g V = \rho_0 g \frac{2m}{3\rho_0}$

OY:

$$\begin{cases} T_2 - mg = 0 \\ T_2 + F_{тр} + F_{Ap} - 2mg = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} T_2 = mg \\ T_2 = 2mg - F_{тр} - F_{Ap} \end{cases}$$

$mg = 2mg - F_{тр} - F_{Ap}$

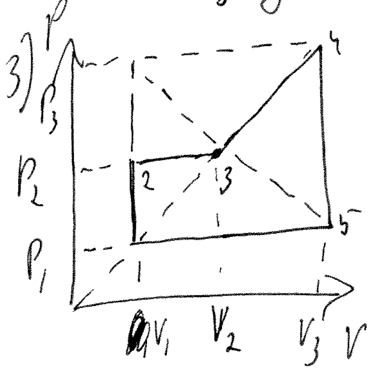
$mg = F_{тр} + F_{Ap} = kV_2 + \cancel{\rho_0} g \frac{2m}{3\cancel{\rho_0}}$

$mg - \frac{2}{3}mg = kV_2$

$kV_2 = \frac{1}{3}mg$

$\frac{\cancel{k}V_1}{kV_2} = \frac{\frac{5}{3}\cancel{mg}}{\frac{1}{3}\cancel{mg}} = 5$ Ответ 5.

3)



$P_1V_1 = \nu RT_1$ $\quad \frac{T_4}{T_1} = 6.25$

$P_3V_3 = \nu RT_4$

$\frac{P_3V_3}{P_1V_1} = \frac{\cancel{\nu R}T_4}{\cancel{\nu R}T_1} = \frac{T_4}{T_1} = 6.25$

$V_2 = \frac{V + 2.5V}{2} = \frac{7}{4}V$

Т.к. $P \sim V$

$\frac{kP_1kV_1}{P_1V_1} = 6.25$ $\quad k \geq 0$

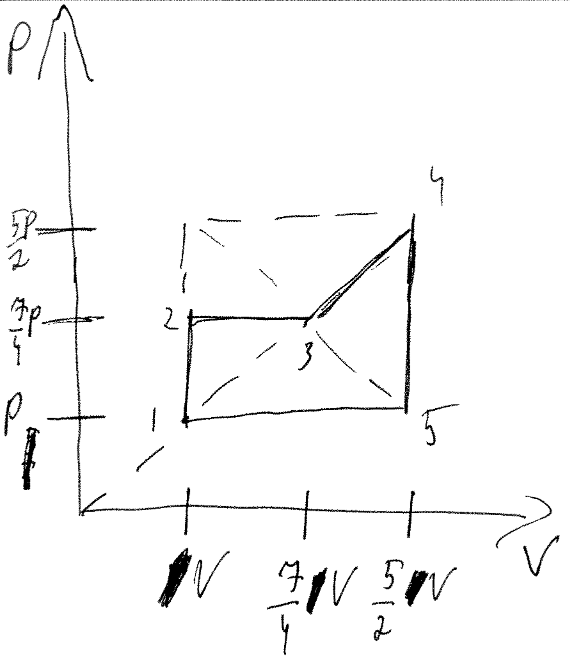
$k^2 = 6.25$

$k = 2.5$

$\frac{P_3}{P_1} = 2.5$ $\quad \frac{V_3}{V_1} = 2.5$

$P_2 = \frac{P + 2.5P}{2} = \frac{7}{4}P$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



$pV = \nu R T_1$

$\frac{7}{4} pV = \nu R T_2$

$\frac{49}{16} pV = \nu R T_3$

$\frac{25}{4} pV = \nu R T_4$

$\frac{5}{2} pV = \nu R T_5$

$Q_{12} = \Delta U = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}\cdot\frac{3}{4} pV = \frac{9}{8} pV$

$Q_{23} = \Delta U + A = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) + \frac{7}{4}p\left(\frac{7}{4}V - V\right) = \frac{3}{2}\cdot pV\cdot\frac{21}{16} + \frac{21}{16}pV = \frac{5}{2}\cdot\frac{21}{16}\cdot pV = \frac{105}{32}pV$

$Q_{34} = \Delta U + A = \frac{3}{2}\nu R(T_4 - T_3) + \frac{\left(\frac{7}{4}p + \frac{5}{2}p\right)\left(\frac{5}{2}V - \frac{7}{4}V\right)}{2} = \frac{\frac{17}{4}p\cdot\frac{3}{4}V}{2} + \frac{51}{16}pV\cdot\frac{3}{2} =$

$= \frac{5}{2}\cdot\frac{51}{16}\cdot pV = \frac{255 pV}{32}$

$Q_{45} = \Delta U = \frac{3}{2}\nu R(T_5 - T_4) = \frac{3}{2}pV\left(\frac{10}{4} - \frac{25}{4}\right) = \frac{3}{2}pV\cdot\left(-\frac{15}{4}\right) = -\frac{45}{8}pV$

$Q_{51} = \Delta U + A = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_5) + P\left(V - \frac{5}{2}V\right) = -\frac{3}{2}\cdot\frac{3}{2}pV - \frac{3}{2}pV = -\frac{15}{4}pV$

$\eta = \frac{Q_{12} + Q_{23} + Q_{34} - \left(|Q_{45}| + |Q_{51}|\right)}{Q_{12} + Q_{23} + Q_{34}} = \frac{\frac{9}{8}pV + \frac{105}{32}pV + \frac{255}{32}pV - \frac{45}{8}pV - \frac{15}{4}pV}{\frac{9}{8}pV + \frac{105}{32}pV + \frac{255}{32}pV} =$

$= 0{,}(24)$

Ответ (0.24)

+

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 7101

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ УЯ75-45

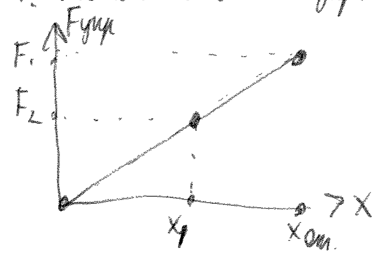
ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$\boxed{1.}$ Дано:
$F_1 = 80Н$
$F_2 = 40Н$

Чтобы удержать дверь в открытом положении необходимо компенсировать силу упругости пружины. Отсюда следует, что $F_1 = F_{упр}$. Девушка не может держать дверь в открытом положении, но она может приложить силу и быстро пройти. Рассмотрим этот вариант.

$X_{от}$ – пол. открытой двери
$F_{упр}$ – сила упр. пружин
k – коэф. упр. пружин

1. Зависимость силы упр. от пол. двери

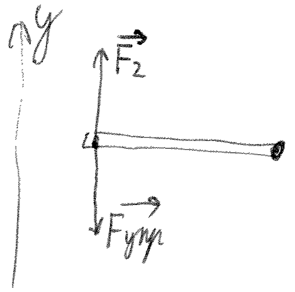


$F_{упр} = kx$

$\frac{F_1}{F_2} = \frac{X_{от}}{X_1}$

$\frac{X_{от}}{X_1} = \frac{80Н}{40Н} = 2$

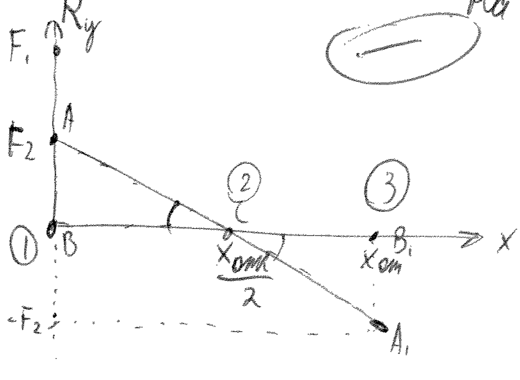
$X_{от} = 2X_1 \Rightarrow X_1 = \frac{X_{от}}{2}$



~~Когда девушка~~ Девушка будет прикладывать постоянную силу F_2

$\vec{R} = \vec{F_2} + \vec{F_{упр}}$ R – равн. сила

На ось Y: $R_y = F_2 - F_{упр}$



~~ΔABC ~ ΔA1B1C (по 2 углам)~~

~~BC~~ = $\Delta ABC = \Delta A_1B_1C$ (по 2 углам и стороне)
⇓
$A_1B_1 = AB$

Когда девушка толкает дверь до половины положения откр. ~~раб~~ её сила больше силы упр и дверь ускоряется

$E_{мех_1}$ – энергия в момент закр. двери
$E_{мех_2}$ – энергия в момент на половину открытой двери
$E_{мех_3}$ – энергия в момент откр двери

$A_R + E_{мех_1} = E_{мех_2} + A_{R_2}$ ~~$A_{R_2} = 0$, т.к. девушка толк дверь в откр. ее двига~~

$\alpha = 0°$, т.к. девушка толкает вдоль двери

$0 = \frac{mV_2^2}{2} - A_{R_2}$ $A_{R_2} = R_{ср} \cdot x \cdot \cos\alpha = F_{ср} \cdot x = \frac{F_2 + 0}{2} \cdot \frac{X_{от}}{2} = \frac{F_2 X_{от}}{4}$

№1 – нет

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

~~$\frac{mV_2^2}{2} = \frac{F_2 x_{om}}{4} \Rightarrow V_2^2 = \frac{F_2 x_{om}}{2m}$~~

$\frac{mV_2^2}{2} = \frac{F_2 x_{om}}{4} \Rightarrow V_2^2 = \frac{F_2 x_{om}}{2m}$

$\alpha = 180°$, т.к. сила ~~стал~~ начинает ~~на~~ действ против движ.

$A_{R_3} = R_{cp} \cdot x \cdot \cos\alpha = -R_{cp} \cdot x = -\frac{F_2}{2} \cdot \frac{x_{om}}{2} = -\frac{F_2 x_{om}}{4}$

$E_{мех_2} + A_{R_3} = E_{мех_3}$

$\frac{mV_2^2}{2} - \frac{F_2 x_{om}}{4} = \frac{mV_3^2}{2}$

$\frac{F_2 x_{om}}{4} - \frac{F_2 x_{om}}{4} = \frac{mV_3^2}{2}$

$0 = \frac{mV_3^2}{2} \Rightarrow V_3 = 0$

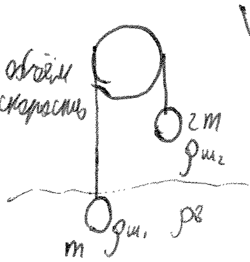
Значит дверь останавливается в момент открытия и девушка может проскочить и зайти внутрь.

Ответ: может

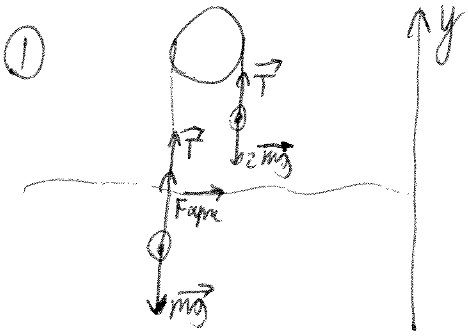
(2) Дано:
m
$\rho_{ш_2} = 3\rho в$
u_1
u_2

V - объём
u - скорость

$V_1 = V_2$



(1)



если в сист. постоянная скорость, то $a = 0$

$\vec{T} + 2\vec{mg} = 0$, ~~т.к. система~~

$\vec{T} + \vec{F_{арх}} + \vec{mg} + \vec{F_{тр}} = 0$

$F_{тр}$ - сила вязкого трения

$F_{арх}$ - сила архимеда

$F_{тр} = k \cdot u$

На ось Y: $T = 2mg$

$T + F_{арх} = mg + F_{тр y}$

$2mg + F_{арх} = mg + F_{тр y}$

$mg + \rho в g V = k u_{y_1}$

$u_{y_1} = \frac{mg + \rho в g V}{k} = \frac{\rho_{ш_1} V g + \rho в \cdot g V}{k} =$

$= \frac{Vg(\rho_{ш_1} + \rho в)}{k} = \frac{Vg(2{,}5\rho в)}{k}$

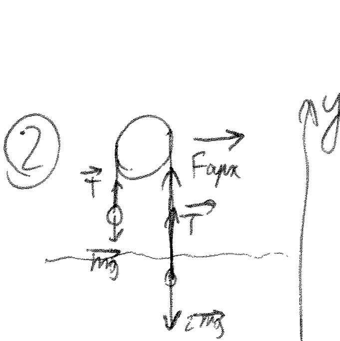
$u_1 = |u_{y_1}| = \frac{Vg \cdot 2{,}5 \cdot \rho в}{k}$

(X) $\frac{2m}{V} = \rho_{ш_2} = 3\rho в$

$\Downarrow$

$\rho_{ш_1} = \frac{m}{V} = \frac{\rho_{ш_2}}{2} = 1{,}5\rho в$

(2)



$\vec{T} + \vec{mg} = 0$

$\vec{T} + \vec{F_{арх}} + 2\vec{mg} + \vec{F_{тр}} = 0$

На Ось Y: $T = mg$

$T + F_{арх} = 2mg + F_{тр y}$

$F_{тр y} = F_{арх} - mg$

$k u_{y_2} = \rho в V g - 1{,}5\rho в V g = -0{,}5\rho в V g$ $\quad u_{y_2} = \frac{-0{,}5\rho в V g}{k}$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

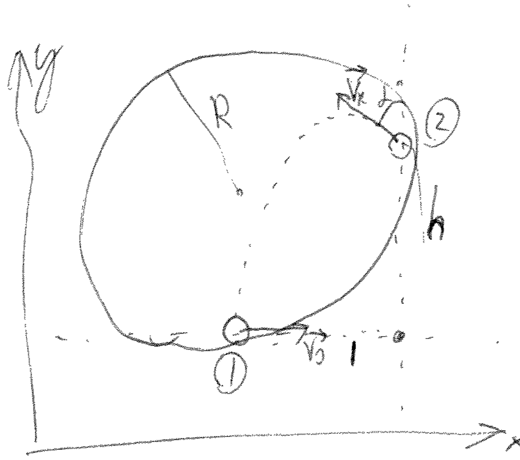
$$U_2 = |U_{y2}| = \frac{0{,}5\rho_B V g}{k}$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{Vg \cdot 2{,}5 \cdot \rho_B}{k} \cdot \frac{k}{0{,}5 \cdot \rho_B \cdot V g} = 5$$

Ответ: $\frac{U_1}{U_2} = 5$

$\boxed{5}$ Дано: $R; V_0$

α



h – высота, на которую поднялся шар

l – расстояние по оси x от шара в момент отр. и нач. пол.

V_0 – нач. скорость

V_k – скорость в момент отрыва.

α – угол между V_k и осью y

$E_{мех_1} = E_{мех_2}$

$$\frac{mV_0^2}{2} = mgh + \frac{mV_k^2}{2}$$

$$V_0^2 = 2gh + V_k^2$$

$$V_k = \sqrt{V_0^2 - 2gh}$$

$$\begin{cases} y = h + V_{ky} \cdot t - g\frac{t^2}{2} \\ x = V_{kx} \cdot t \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0 = h + V_k \cdot \cos\alpha \cdot t - g\frac{t^2}{2} \\ L = V_k \cdot \sin\alpha \cdot t \end{cases}$$

$$V_k = \frac{L}{\sin\alpha \cdot t}$$

$$0 = h + \frac{L \cdot \cos\alpha \cdot t}{\sin\alpha \cdot t} - g\frac{t^2}{2}$$

$$h + L\,ctg\alpha - g\frac{t^2}{2} = 0$$

$$ctg\alpha = \frac{g\frac{t^2}{2} - h}{L} = \frac{g\frac{t^2}{2} - h}{V_k \cdot \sin\alpha \cdot t}$$

$$\cos\alpha = \frac{g\frac{t^2}{2} - h}{V_k \cdot t} = \frac{g\frac{t^2}{2} - h}{\sqrt{V_0^2 - 2gh} \cdot t} =$$

~~$h = g\frac{t^2}{2} V_k$~~

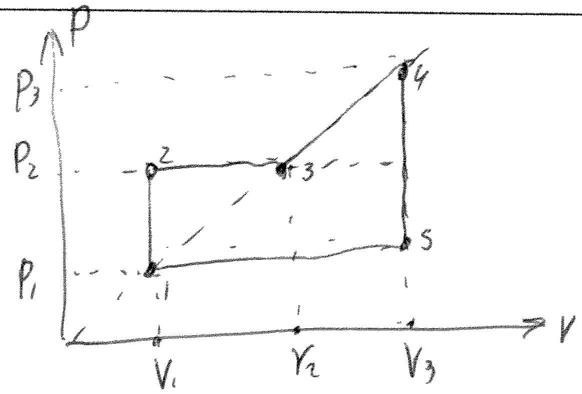
=

3

Дано:

$\frac{T_4}{T_1} = 6{,}25$

η



$P_1V_1 = \nu RT_1$

$P_2V_1 = \nu RT_2$

$P_2V_2 = \nu RT_3$

$P_3V_3 = \nu RT_4$

$P_1V_3 = \nu RT_5$

точки 1-3-4 расп. на одной прямой *

$\Downarrow$

$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1}$; $\frac{P_3}{P_2} = \frac{V_3}{V_2}$; $\frac{P_3}{P_1} = \frac{V_3}{V_1} = k$

$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1} = n$

$\begin{cases} P_1V_1 = \nu RT_1 \\ P_3V_3 = \nu RT_4 \end{cases}$ $|\div$ $\frac{T_4}{T_1} = \frac{P_3V_3}{P_1V_1} = \frac{P_3}{P_1} \cdot \frac{V_3}{V_1} = k^2$

$6{,}25 = k^2$

$k = \sqrt{6{,}25} = 2{,}5$

$\frac{P_3 \cdot V_3}{P_1V_1} = k^2$ $\quad n = \sqrt{k}$

1-2: $Q_1 = A^0 + \Delta U = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}\frac{(P_2V_1 - P_1V_1)}{\nu R}\nu R = \frac{3}{2}P_2V_1 - \frac{3}{2}P_1V_1$

2-3: $Q_2 = A + \Delta U = P_2 \cdot (V_2 - V_1) + \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) = P_2V_2 - P_2V_1 + \frac{3}{2}(P_2V_2 - P_2V_1)$

3-4: $Q_3 = A + \Delta U = \frac{P_3 + P_2}{2}(V_3 - V_2) + \frac{3}{2}\nu R(T_4 - T_3) = \frac{P_3V_3}{2} + \frac{P_2V_3}{2} - \frac{P_3V_2}{2} - \frac{P_2V_2}{2} + \frac{3}{2}(P_3V_3 - P_2V_2)$

4-5: $Q < 0$

5-1: $Q < 0$

$\eta = \frac{A_n}{Q_H}$

A_n – площадь фигуры $A_n = S_{12345} = \frac{(V_3 - V_1)(P_3 - P_1)}{2} + \frac{(P_2 - P_1)(V_2 - V_1)}{2} =$

$= \frac{V_3P_3 - P_3V_1 - V_3P_1 + V_1P_1 + P_2V_2 - P_2V_1 - P_1V_2 + P_1V_1}{2} =$

$= \frac{P_1V_1}{2}(k^2 - 2k - 2n + n^2 - 2)$

$A_n = \frac{(kV_1 - V_1)(kP_1 - P_1)}{2} + \frac{P_2V_2 - P_2V_1 - P_1V_2 + P_1V_1}{2}$

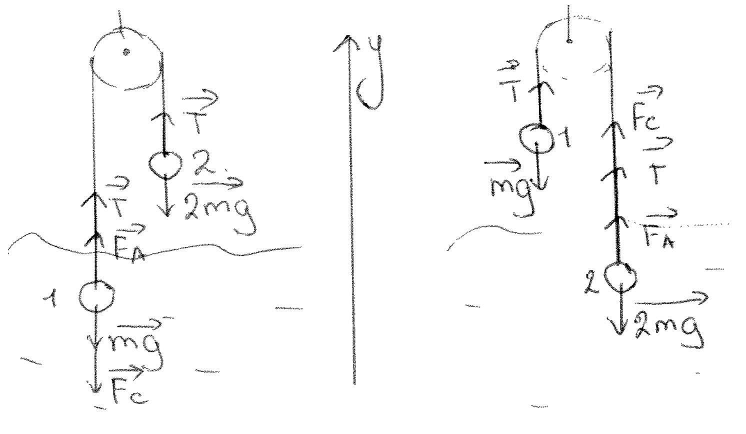
$Q_H = Q_1 + Q_2 + Q_3 = P_1V_1\left(\frac{3}{2}n - \frac{3}{2} + n^2 - n + \frac{3}{2}n^2 - \frac{3}{2}n + \frac{k^2}{2} + \frac{nk}{2} - \frac{nk}{2} - \frac{n^2}{2} + \frac{3}{2}k^2 - \frac{3}{2}n^2\right) = P_1V_1(2k^2 + 0{,}5n^2 - 1{,}5 - n)$

$\eta = \frac{\frac{P_1V_1}{2}(k^2 - 2k - 2n + n^2 - 2)}{P_1V_1(2k^2 + 0{,}5n^2 - 1{,}5 - n)} = \frac{6{,}25 - 5 - 2\sqrt{2{,}5} + 2{,}5 - 2}{12{,}5 + 1{,}25 - 1{,}5 - \sqrt{2{,}5}} = \frac{1{,}75 - 2\sqrt{2{,}5}}{12{,}25 - \sqrt{2{,}5}}$

+

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

N2.



I случай II случай

1) $2m = 3\rho_в \cdot V$

$m = \rho_1 \cdot V$, где ρ_1 - плотность шарика m.

$$\frac{2m}{m} = \frac{3\rho_в \cdot V}{\rho_1 \cdot V}$$

$$2\rho_1 = 3\rho_в$$

$$\rho_1 = \frac{3}{2}\rho_в.$$

2) Для I случая II з. Ньютона:

1 шарик: $\vec{T} + \vec{F_A} + m\vec{g} + \vec{F_c} = 0$; $F_c = kv_1$; $F_A = \rho g V$

2 шарик: $\vec{T} + 2m\vec{g} = 0$

Oy: $\begin{cases} T + \rho_в g V - mg - kv_1 = 0 \\ T - 2mg = 0 \end{cases}$

+

$$\begin{cases} T = 2mg \\ 2mg + \frac{2}{3}mg - mg - kv_1 = 0 \end{cases}$$

$$\frac{5}{3}mg = kv_1$$

3) Для II случая II з. Ньютона:

1 шарик: $\vec{T} + m\vec{g} = 0$

2 шарик: $2m\vec{g} + \vec{F_A} + \vec{T} + \vec{F_c} = 0$; $F_c = kv_2$

Oy: $\begin{cases} T - mg = 0 \\ kv_2 + \rho_в g V + T - 2mg = 0 \end{cases}$

$$\begin{cases} T = mg \\ kv_2 + \frac{2}{3}mg + mg - 2mg = 0 \end{cases}$$

$$kv_2 = \frac{1}{3}mg$$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: ____________ ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ УЯ75-96

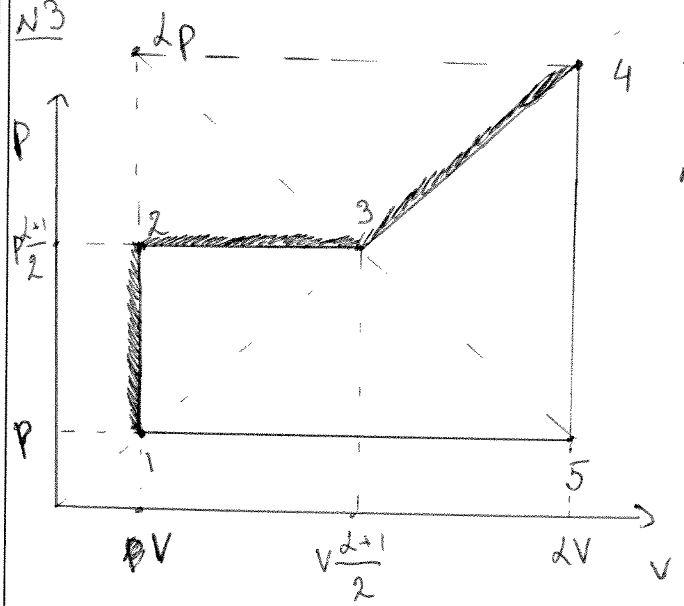
ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

4) $\frac{kv_1}{kv_2} = \frac{\frac{5}{3}mg}{\frac{1}{3}mg}$

$\frac{v_1}{v_2} = 5$

Ответ: 5

№3



1) Пусть $p_1 = p;\ V_1 = V;\ p_4 = \alpha p \Rightarrow V_4 = \alpha V$

3-точка - пересечение диагоналей прямоугольника $\Rightarrow V_3 = \frac{V_1+V_4}{2} = V\frac{\alpha+1}{2}$;

$p_3 = p\frac{\alpha+1}{2}$

2) $\left.\begin{array}{l} pV = \nu R T_1 \\ \alpha p \cdot \alpha V = \nu R T_4 \\ T_4 = 6,25 T_1 \end{array}\right\} \Rightarrow \alpha^2 pV = 6,25 pV$

$\alpha^2 = 6,25$

$\alpha = 2,5$

3) найдем работу в цикле как площадь под графиком:

$$A = \frac{1}{2}V(\alpha-1)\cdot p(\alpha-1) + \frac{1}{2}V\left(\frac{\alpha+1}{2}-1\right)\cdot p\left(\frac{\alpha+1}{2}-1\right) =$$

$$= \frac{1}{2}pV(\alpha-1)^2 + \frac{1}{2}pV\cdot\frac{(\alpha-1)^2}{4} = \frac{1}{2}pV\cdot\frac{5}{4}(\alpha-1)^2 = \frac{5}{8}pV\cdot\frac{9}{4} = \frac{45}{32}pV$$

4) $$Q_{затр} = Q_{12} + Q_{23} + Q_{34} = \Delta U_{12} + A_{23} + \Delta U_{23} + A_{34} + \Delta U_{34} =$$

$$= \Delta U_{14} + A_{24} = \frac{3}{2}\nu R(T_4 - T_1) + p\frac{\alpha+1}{2}\cdot V\left(\frac{\alpha+1}{2}-1\right) + \frac{p}{2}\left(\frac{\alpha+1}{2}+\alpha\right)\cdot V\left(\alpha - \frac{\alpha+1}{2}\right) =$$

$$= \frac{3}{2}pV(\alpha^2-1) + pV\cdot\frac{\alpha^2-1}{4} + \frac{pV}{8}(3\alpha+1)(\alpha-1) =$$

$$= pV\left(\frac{12\alpha^2-12+2\alpha^2-2+3\alpha^2-1-2\alpha}{8}\right) = \frac{pV}{8}(17\alpha^2-2\alpha-15) =$$

$$= \frac{pV}{8}(17\cdot 6,25 - 2\cdot 2,5 - 15) = \frac{pV}{8}(106,25-20) = \frac{86,25\,pV}{8} = \frac{345}{32}pV$$

5) $\eta = \frac{A\cdot 100\%}{Q_{затр}} = \frac{\frac{45}{32}pV\cdot 100\%}{\frac{345}{32}pV} = \frac{45}{345}\cdot 100\% = \frac{3}{23}\cdot 100\% \approx 13\%$

Ответ: 13%. (+)

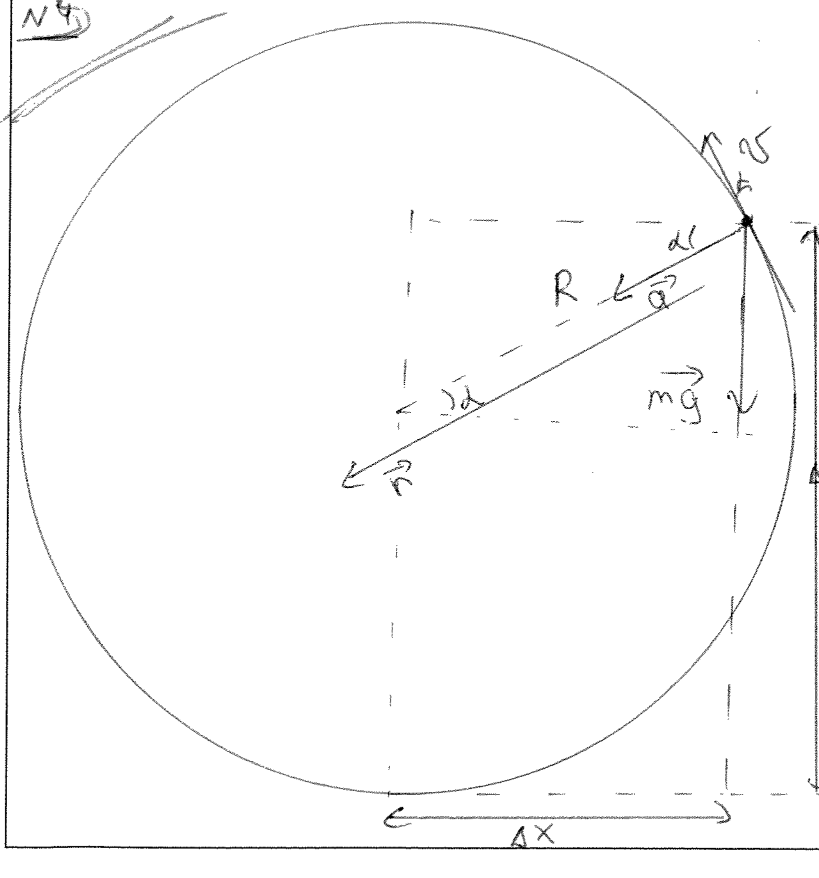
№1.

Сила, с которой нужно держать дверь, зависится от того, насколько она отклонена от положения равновесия. Сила, возвращающая дверь в начальное положение $F = kx$, где k – жесткость пружин, x – их деформация.

Т.к. $\frac{F_1}{F_2} = \frac{80Н}{40Н} = 2$, девушка сможет отклонить дверь только наполовину от положения и максимальной открытости, значит, она сможет обеспечить проход шириной $0{,}7\cdot\sin\alpha = 0{,}7\cdot\frac{\sqrt{2}}{2} = 0{,}35\cdot 1{,}4 \approx 0{,}49$ м, и скорее всего, сможет зайти. (–)

Ответ: да, сможет

№~~4~~5



1) В момент отрыва:

$m\vec{a} = m\vec{g}$

На $\vec{n}$: $\frac{mv^2}{R} = mg\sin\alpha$

$v^2 = gR\sin\alpha$

2) $\begin{cases} \Delta x = v_x t \\ \Delta y = v_y t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$

$\begin{cases} R\cos\alpha = v\sin\alpha\, t \\ R(1+\sin\alpha) = v\cos\alpha\, t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$

$\begin{cases} t = \frac{R\cos\alpha}{v\sin\alpha} \\ R(1+\sin\alpha) = \frac{vR\cos^2\alpha}{v\sin\alpha} - \frac{gR^2\cos^2\alpha}{2v^2\sin^2\alpha} \end{cases}$

$$R(1+\sin\alpha) = R\frac{\cos^2\alpha}{\sin\alpha} - \frac{gR^2\cos^2\alpha}{2gR\sin^3\alpha}$$

$$1+\sin\alpha = \frac{\cos^2\alpha}{\sin\alpha} - \frac{\cos^2\alpha}{2\sin^3\alpha}$$

$$1+\sin\alpha = \frac{\cos^2\alpha}{\sin\alpha}\left(\frac{-1}{2\sin^2\alpha}+1\right)$$

$$1+\sin\alpha = \frac{1-\sin^2\alpha}{\sin\alpha}\cdot\frac{2\sin^2\alpha-1}{\sin\alpha}$$

$$1 = \frac{(1-\sin\alpha)(2\sin^2\alpha-1)}{\sin^2\alpha}$$

$$\sin^2\alpha = 2\sin^2\alpha - 1 - 2\sin^3\alpha + 1$$

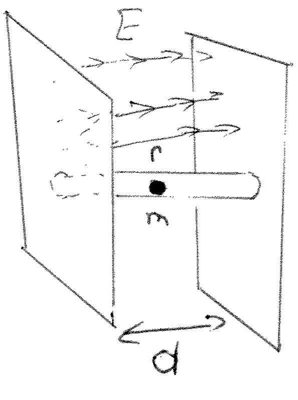
Ошибки ...

$$1 = 2 - 2\sin\alpha$$

$$\sin\alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 30^\circ$$

Ответ: 30°

№4



1) $I_{cp} = \frac{q}{t}$

$W = Uq = Ed\cdot q$

2) по з. с. энергии

$W + E_{мех} = const \Rightarrow \Delta W = \Delta E_{мех}$

$\cancel{Ed\cdot q = \frac{mv^2}{2}}$ $\quad Eq\cdot d = \frac{mv^2}{2}$

$\cancel{Uq = m}$ $\quad v^2 = \frac{2Eq\cdot d}{m}$

$v = \sqrt{\frac{2Eq\cdot d}{m}} = \sqrt{\frac{2Uq}{m}} \Rightarrow$

$\Rightarrow v_{cp} = \sqrt{\frac{Uq}{2m}} \Rightarrow t = \frac{d-2r}{v_{cp}} = \sqrt{\frac{2m}{Uq}}(d-2r)$

$\cancel{3)\ W = \frac{mv^2}{2};\ W = U\cdot q \Rightarrow q = \frac{mv^2}{2U} = \frac{m}{2U}}$

3) $\Delta\varphi = \frac{m\Delta v^2}{2q}$

$E\Delta x = \frac{m\Delta v^2}{2q}$

$\frac{U}{d}\Delta v = \frac{m\Delta v^2}{2q\Delta t}$

$q\Delta t = \frac{dm\Delta v}{2U}$; $q = \frac{dma}{2U}$

$I = \frac{q}{t} = \frac{q\sqrt{Uq}}{\sqrt{2m}\cdot(d-2r)} = \sqrt{\frac{Uq^3}{2m}}(d-2r)$

4)

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 7111

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ ФВ 65-40

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№ 2.

Дано:

$T_{max} = 6{,}25 T_{min}$

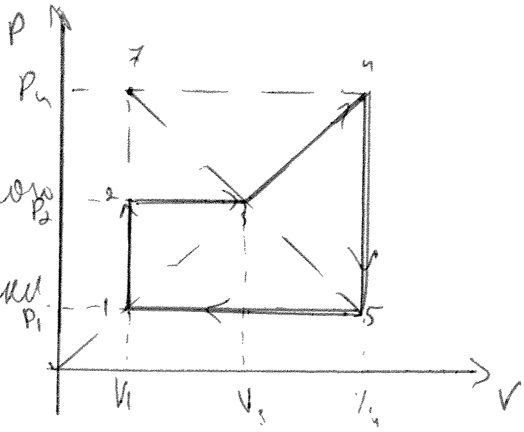
$i = 3$

$\eta - ?$

Ан. и реш.:

$\eta = \frac{A_г}{Q_н} \cdot 100\%$ (1)

$PV = \nu RT$ – уравнение состояния идеального газа.



$Q = \Delta U + A_г$ – I з-н термодинамики

$P = \kappa V$ (на прямой 1-4).

1-2 $V = const \Rightarrow A_г = 0$.

$P\uparrow \Rightarrow T\uparrow \Rightarrow Q_{нагревателя}$

$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) \Rightarrow Q_н = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1)$ (2)

2-3 $P = const$

$V\uparrow \Rightarrow T\uparrow \Rightarrow Q_н, A_{газа}$

$A_г = P_2(V_3 - V_2) = \nu R(T_3 - T_2)$ (3)

$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2)$

$Q_н = \frac{5}{2}\nu R(T_3 - T_2)$ (4)

3-4 $A_{г_{34}} = \frac{1}{2}(P_2 + P_4)(V_4 - V_3)$ (5)

$P\uparrow, V\uparrow \Rightarrow T\uparrow \Rightarrow Q_н, A_г$.

$\Delta U_{34} = \frac{3}{2}(P_4V_4 - P_2V_3)$ (6)

4-5 $V = const \Rightarrow A_г = 0$

$P\downarrow \Rightarrow T\downarrow \Rightarrow Q_х$

5-1 $P = const$

$V\downarrow \Rightarrow T\downarrow \Rightarrow Q_х$ $A_г < 0$

$A_г = (V_4 - V_1)\cdot P_1 = V_4P_1 - V_1P_1 = \nu R(T_5 - T_1)$ (7)

$T_{max} = T_4$

$T_{min} = T_1$.

$$\left.\begin{array}{l} P_1V_1 = \nu RT_1 \\ P_4V_4 = \nu RT_4 \\ P_1 = \kappa V_1 \\ V_4 = \kappa V_4 \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{\kappa V_1^2}{\kappa V_4^2} = \frac{T_1}{T_4} = \frac{1}{6{,}25}$$

$V_4 = 2{,}5 V_1$

$\frac{P_4}{P_1} = \frac{V_4}{V_1} = 2{,}5$

$P_4 = 2{,}5 P_1$

Так как 1745 – квадрат, то $P_2 = \frac{P_4 - P_1}{2} + P_1 = \frac{P_4 + P_1}{2}$

$P_2 = \frac{3{,}5 P_1}{2}$

$$\left.\begin{array}{l} P_2V_1 = \nu RT_2 \\ P_1V_1 = \nu RT_1 \end{array}\right\} \Rightarrow T_2 = \frac{P_2T_1}{P_1} = \frac{3{,}5 T_1}{2}$$

$V_3 = \frac{V_4 + V_1}{2} = \frac{3{,}5 V_1}{2}$

$P_2V_3 = \nu RT_3$

$\frac{3{,}5P_1}{2} \cdot \frac{3{,}5V_1}{2} = \nu RT_3$

$\frac{3{,}5^2 P_1V_1}{4} = \nu RT_3$

$\frac{P_1V_1 = \nu RT_1}{P_3V_3 = \nu RT_3} = \frac{4 P_1V_1}{3{,}5^2 P_1V_1}$

$T_3 = \frac{3{,}5^2}{4} T_1$

Лист 01 из 04

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$\frac{p_4V_4 = \nu RT_4}{p_5V_5 = \nu RT_5}$ $\quad \frac{T_4}{T_5} = \frac{p_4}{p_1} = 2,5 \Rightarrow T_5 = \frac{T_4}{2,5} = \frac{6,25T_1}{2,5} = 2,5T_1$

$(2) \Rightarrow Q_{12} = \frac{3}{2}\nu R \cdot \frac{2,5}{2}T_1 = \frac{7,5}{4}\nu RT_1$ —

$(3) \Rightarrow A_{\Gamma\,23} = \nu R\left(\frac{3,5}{4} - \frac{3,5}{2}\right)T_1 = \frac{5,25}{4}\nu RT_1$

$(4) \Rightarrow Q_{23} = \frac{5 \cdot 5,25}{8}\nu RT_1 = \frac{26,25}{8}\nu RT_1$

$(5) \Rightarrow A_{34} = \frac{1}{2}\left(\frac{p_4+p_1}{2} + p_4\right)\left(2,5V_1 - \frac{3,5V_1}{2}\right) = \frac{1}{2}\left(\frac{3p_4+p_1}{2}\right)\cdot\frac{1,5V_1}{2} =$

$= \frac{1}{2}\left(\frac{3\cdot 2,5p_1 + p_1}{2}\right)\cdot\frac{1,5V_1}{2} = \frac{p_1 \cdot 8,5 \cdot 1,5V_1}{8} = \frac{8,5\cdot 1,5}{8}\nu RT_1 = \frac{51}{32}\nu RT_1$

$(6) \Rightarrow \Delta U_{34} = \frac{3}{2}(T_4 - T_3) = \nu R\frac{3}{2}\left(6,25T_1 - \frac{1,75}{4}T_1\right) = \frac{3}{2}\nu R\frac{25-1,75}{4}T_1 =$

$= \nu R\frac{23,25\cdot 3}{8}T_1$

$Q_{34} = \left(\frac{51}{32} + \frac{69,75}{8}\right)T_1\nu R = \frac{279}{32}\nu RT_1$ $\quad$ +

$(7) \Rightarrow A_{51} = \nu R \cdot 1,5T_1$

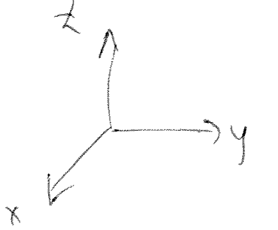
$\eta = \frac{\cancel{A_{12}} + A_{23} + A_{34} + \cancel{A_{45}} + A_{51}}{Q_{12} + Q_{23} + Q_{34}} = \frac{\frac{5,25}{4} + \frac{51}{32} + \frac{3}{2}}{\frac{7,5}{4} + \frac{26,25}{8} + \frac{279}{32}} = \frac{42+51+48}{60+105+279}$

$= \frac{141}{444}$

Ответ: $\frac{141}{444}$

№3.

Дано:
$q, m,$
$t_0 = 0$
$v_0 = 0$
$x^2+y^2 = b^2$
$z = kt$
$\alpha = \sin\alpha$
$B - ?$



Анализ и решение:

$F_Л = Bqv\cdot\sin\alpha$

II з-н Ньютона:

$F_Л = ma$

по Oxy движения по окружности, по Oz по прямой

Тогда по Oz движение равномерное, по Oxy движение по окружности $\Rightarrow a_y$.

Oxy: $Bqv = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow B = \frac{mv}{R\cdot q}$ (1), где $R = b$. (2)

$\vec{x} = \vec{x_0} + \vec{v_0}t + \frac{\vec{a}t^2}{2}$ — ✓ ? Связь v_0 и v не объяснена!

По Oz $\quad z = \cancel{z_0}^{\,0} + v_0t + \frac{\cancel{a_z}t^2}{2}$ $\left.\right\} \Rightarrow v_0 = k$ (3)

$z = kt$ $\quad$ +

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 7111

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ ФВ 65-40

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

(2) и (3) в (1). $B = \frac{mk}{6q}$

$[B] = 1 \frac{кг}{Кл} = 1\ Тл$

Ответ: $B = \frac{mk}{6q}$.

№4.

Дано:
$m = 0{,}0002 \cdot 10^{-3}$ кг
$r = 0{,}5 \cdot 10^{-1}$ м
$U = 2 \cdot 10^{3}$ В
$d = 0{,}5 \cdot 10^{-2}$ м

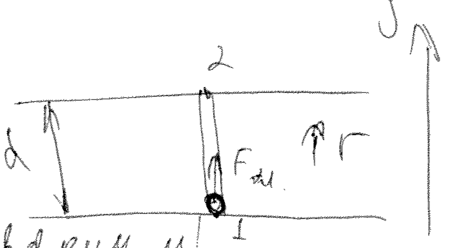
$I_{ср}$ - ?

Ан. и реш.:

1). $C = \frac{q}{U}$

$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d}$ ⇒ $\varepsilon = 1$ (вакуум)

$S = \pi r^2$



$\frac{q}{U} = \frac{\varepsilon_0 \pi r^2}{d} \Rightarrow q = \frac{\varepsilon_0 \pi r^2 \cdot U}{d}$ (4)

Стекло - диэлектрик, ток будет идти за счёт шарика (~~шарик заряжается от одной обкладки конденсатора и отдает весь заряд другой~~) шарик проводящий, так как металлический.

$I_0 = 0$ (1)

$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ (2)

2) по II-му з-ну Ньютона: $F_{эл} = ma$ ⇒ $a = \frac{U \cdot q}{d \cdot m}$ ⇒

Oy: $F_{эл} = E \cdot q$, $E = \frac{U}{d}$ ⇒ $F_{эл} = \frac{U \cdot q}{d}$

$S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$ ⇒ $d = \frac{at^2}{2}$ ⇒ $t = \sqrt{\frac{2d}{a}}$

$v = v_0 + at$

$t = \sqrt{\frac{2d \cdot dm}{U \cdot q}}$ (3)

Ответ: $I_{ср} = \frac{I_0 + I}{2} = \frac{q}{2t} = \frac{\varepsilon_0 \pi r^2 U \cdot \sqrt{Uq}}{d \cdot 2d\sqrt{2m}} = \frac{\varepsilon_0 \pi r^2 U U \sqrt{\varepsilon_0 \pi r^2}}{\sqrt{d} \cdot d^2 \cdot 2\sqrt{2m}}$

№1.

Дано:
$h = 3{,}5$ м
$d = 0{,}7$ м
$m = 100$ кг
$F_1 = 80$ Н
$F_2 = 40$ Н

Ан. и реш.:

В начальный момент дверь покоилась. Чтобы она начала движение, нужно преодолеть силу трения покоя, которая возрастает ~~линейно~~ от 0 до μN. То есть нужно приложить силу большую, чем для того, чтобы её удержать. Но $F_2 < F_1$.

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

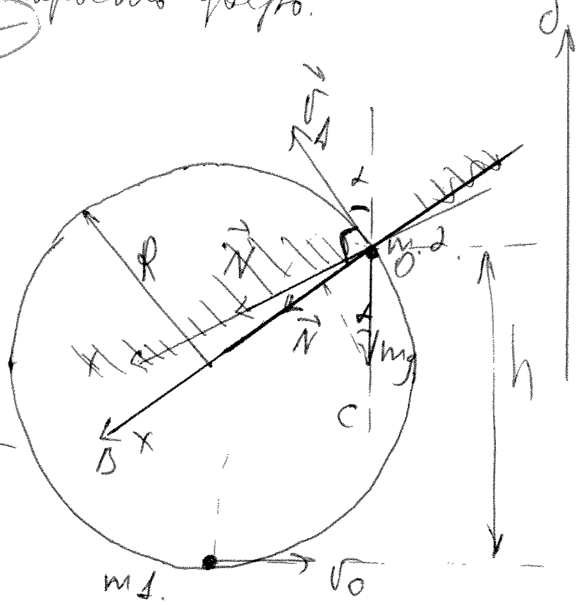
Вариант: 7111

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ ФВ 65-40

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Значит, девушка не сможет открыть дверь.
Ответ: нет.

№5.



Дано: R, v_0, $F_{тр}=0$; α - ?

Анализ и решение: По закону сохранения энергии:

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v^2 = v_0^2 - 2gh \quad (1)$$

Скорость направлена по касательной к окружности. N всегда перпендикулярна поверхности. Поэтому

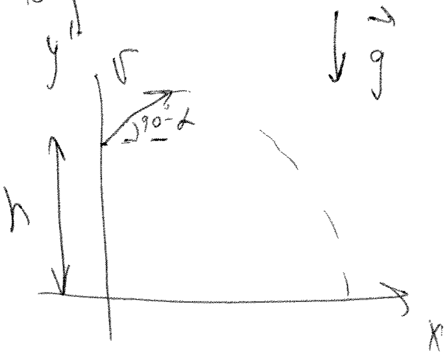
$\angle KOA = 90^\circ$

$\angle COB = 180^\circ - 90^\circ - \alpha = 90^\circ - \alpha$

В т. 2. По 2-му з-ну Ньютона: ($N=0$ - момент отрыва)

Ox: $N_0 + mg_x = ma_ц$

$$mg\sin\alpha = m\frac{v^2}{R} \Rightarrow \sin\alpha = \frac{v^2}{gR} \quad (2)$$



Oy: $$h = \frac{V_y^2 - V_{0y}^2}{-2g} \Rightarrow h = \frac{V_y^2}{2g} \quad (3)$$

$V_y = V\cdot\cos\alpha \ (4)$

(1)+(4) в (3): $$h = \frac{(V_0^2 - 2gh)\cdot\cos^2\alpha}{2g} \Rightarrow$$

$$\cos^2\alpha = \frac{2gh}{V_0^2 - 2gh} \quad (4)$$

(1) в (2): $$\sin\alpha = \frac{V_0^2 - 2gh}{gR} \quad (5)$$

$(5)^2 \Rightarrow$ $$\sin^2\alpha = \left(\frac{V_0^2 - 2gh}{gR}\right)^2 \quad (6)$$

(4)+(6)=1.

$$\frac{2gh}{V_0^2 - 2gh} + \frac{V_0^4 - 4gh\cdot V_0^2 + 4g^2h^2}{g^2R^2} = 1$$

V_0 − ?

$$2gh\cdot g^2\cdot R^2 + V_0^6 - 2\cdot 2gh\cdot V_0^4 + 2g^2h^2\cdot 2\cdot V_0^2 - 2gh\cdot V_0^4 + 2g^2h^2\cdot 2V_0^2 - 2g^3h^3\cdot 4 = g^2R^2\cdot V_0^2 - 2gh\cdot g^2R^2$$

$$(2gh)^3 - (2gh)^2\cdot 2V_0^2 - 2gh\cdot 2g^2R^2 + 2gh(V_0^4 + 2V_0^4) - V_0^6 + g^2R^2\cdot V_0^2 = 0$$

$$(2gh)^3 - (2gh)^2\cdot 2V_0^2 + 2gh(3V_0^4 - 2g^2R^2) - V_0^6 + g^2R^2\cdot V_0^4 = 0$$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

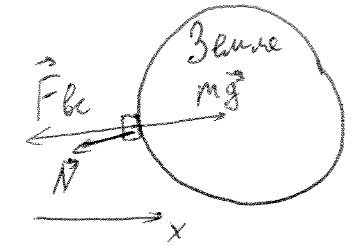
Вариант: 7991

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ ФЙ 43-24

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№1

День.



Представим силу всемирного тяготения ($F_{вс}$), как $m\vec{a}$

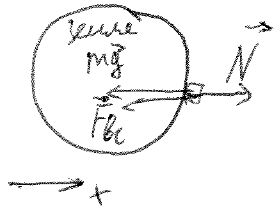
$\vec{P} = -\vec{N}$ (по 3 закону Ньютона)

$m\vec{g} + m\vec{a} + \vec{N} = 0$

O_x $mg - ma - N = 0$

$N = m(g-a) = P$

Ночь



$m\vec{g} + \vec{F}_{вс} + \vec{N} = 0$

O_x $N - mg - F_{вс} = 0$

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

Получается, что ночью $P = m(g+a)$; а днём $P = m(g-a) \Rightarrow$

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

$\Rightarrow$ Ночью тело весит больше, чем днём

Ответ: Ночью тело весит больше, чем днём.

№3

Дано

$m_1 = 40$г

Δt

$\frac{m_1}{m_2} = \frac{4}{5} = \frac{1}{k}$

$m_3 = ?$

Решение

Пусть Q – кол-во теплоты, которое выделяется при сгорании 10г топлива $\Rightarrow$ $q m_1 = 4Q$ $\left(\frac{m_1}{m_2} = \frac{4}{5} \Rightarrow m_2 = 50г\right)$

$q m_2 = 5Q$

$c_к m_к \Delta t + c_в m_в \Delta t + c_я m_я \Delta t = 4Q$

$c_к m_к \Delta t + c_в m_в \Delta t + 2c_я m_я \Delta t = 5Q$ $\Rightarrow$

$\Rightarrow c_я m_я \Delta t = Q$ (чтобы нагреть яйцо на Δt нужно 10г топлива)

$c_к m_к \Delta t + c_в m_в \Delta t = q m_3$

$c_к m_к \Delta t + c_в m_в \Delta t = 3Q$ $\Rightarrow m_3 = 30г$

Ответ: понадобится $m_3 = 30$г

+

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№2

Дано

$v_К = v_П$

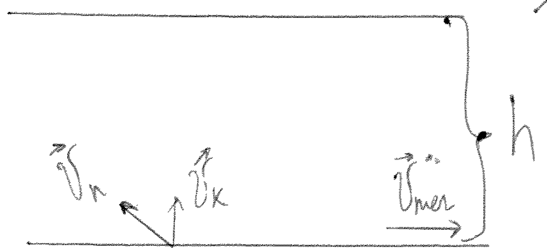
$t_П = 50с$

$t_К = 30с$

$h = 30м$

$x = ?$

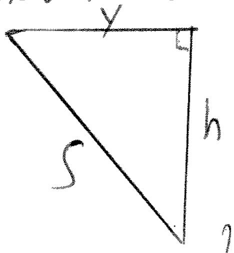
Решение:



1) Найдём скорость Кати

$$v_К = \frac{h}{t_К} = \frac{30м}{30с} = 1\frac{м}{с} = v_П$$

2) Петя плыл 50с, значит, он проплыл 50м (S) но его сносило течение. Пусть y - это то, насколько его снесло течением



$$y = \sqrt{S^2 - h^2} = \sqrt{2500 - 900}\,м = 40м$$

За 50с Петю снесло на 40м

$$v_{теч} = \frac{y}{t_П} = \frac{40м}{50с} = \frac{4}{5}\frac{м}{с}$$

+

3) Катя плыла 30с, её снесло на x

$$x = v_{теч} \cdot t_К = \frac{4}{5}\frac{м}{с} \cdot 30с = 24м$$

Ответ: Катю снесло на 24м

№4

Дано:

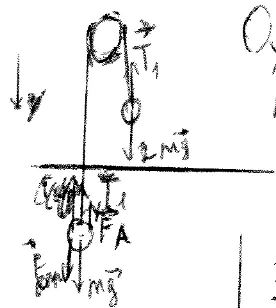
$m_1 = m$

$m_2 = 2m$

$\rho_2 = 3\rho_В$

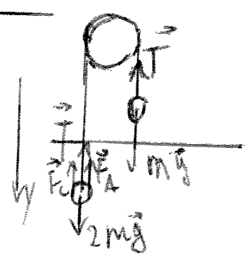
$\left|\frac{v_1}{v_2}\right| = ?$

Решение:



O_y $2mg - T_1 = 0$ $2mg = T_1$

$mg + \alpha v_1 - F_A - T_1 = 0$ $v_1 = \frac{F_A + mg}{\alpha} = \frac{2{,}5 F_A}{\alpha}$



O_y $mg - T_2 = 0$ $mg = T_2$

$2mg - T_2 - F_A - F_c = 0$

$$v_2 = \frac{mg - F_A}{\alpha} = \frac{0{,}5 F_A}{\alpha}$$

$$\left|\frac{v_1}{v_2}\right| = \frac{\frac{2{,}5 F_A}{\alpha}}{\frac{0{,}5 F_A}{\alpha}} = 5$$

+

Ответ: $\left|\frac{v_1}{v_2}\right| = 5$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 7991

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ ФЙ 43-24

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№ 5

Дано

$R = 1$ Ом

$U = 20{,}16$ В

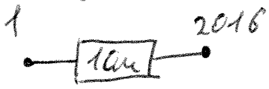
$t = 100$ сек

$Q = ?$

Решение

$I = \frac{U}{R}$ $\quad P = I^2R = \frac{U^2}{R_{об}}$ $\quad Q = Pt = \frac{U^2}{R_{об}}t$

Т.к в условии сказано, что сопротивление между любыми двумя гвоздями 1Ом значит мы можем преобразовать всю цепь в такую:



$\Rightarrow R_{об} = R = 1$ Ом

$Q = \frac{(20{,}16\,В)^2}{1\,Ом} \cdot 100с = 40642{,}56$ Дж

Ответ: $Q = 40642{,}56$ Дж

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 7991

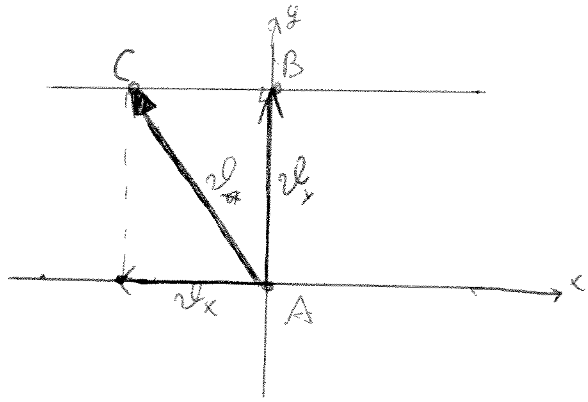
ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ ФИ 43-50

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Задание 2 Решение:

Рассмотрим ~~движение~~ скорости Пети и Кати относительно двух берегов

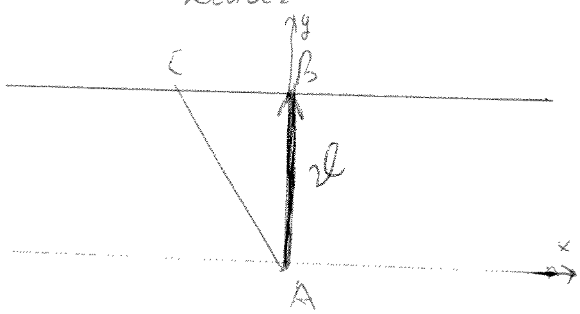
1) Движение Пети (при условии, что течения в реке не было бы)



Пусть AB — расстояние между берегами.

$AC = \vartheta \cdot t_п = 50с \cdot \vartheta$

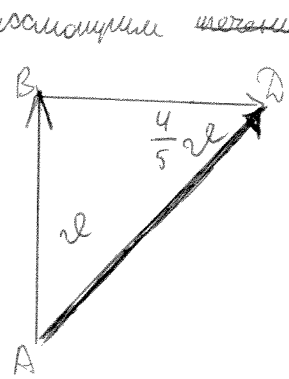
2) Движение Кати.



$AB = 30_с \cdot \vartheta.$

Таким образом делаем вывод о том, что
1) $\vartheta_x = \vartheta_{реки}$ (так как Петя переплыл реку)
2) $\dfrac{\vartheta_y}{\vartheta} = \dfrac{3}{5}$ (исходя из времени, за которое Петя переплыл реку
3) $\dfrac{\vartheta_x}{\vartheta} = \dfrac{4}{5}$ (теорема Пифагора)
4) $\dfrac{\vartheta_{реки}}{\vartheta} = \dfrac{4}{5}$

Теперь рассмотрим ~~течение реки~~ движение Кати с учетом течения реки.



$BD = \dfrac{4}{5} AB = 24м$

Ответ: катю снесло на 24 м.

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Задание 3 Решение: $40г \cdot \frac{5}{4} = 50г$.

Пусть $A = cm$.

То есть $c_{воды} \cdot m_{воды} = A_{воды}$.

$$q \cdot 40г = \Delta t \cdot (A_{кастрюли} + A_{воды} + A_{яйца}) \quad (1)$$

$$q \cdot 60г = \Delta t (A_{кастрюли} + A_{воды} + 2A_{яйца}) \quad (2)$$

Вычитая 1 выражение из второго получаем

$$\Delta t \cdot A_{яйца} = q \cdot 10г \quad (3)$$

Вычитая из (1) − (3) получаем

$$q \cdot 30г = \Delta t \cdot (A_{кастрюли} + A_{воды})$$

Ответ: 30г.

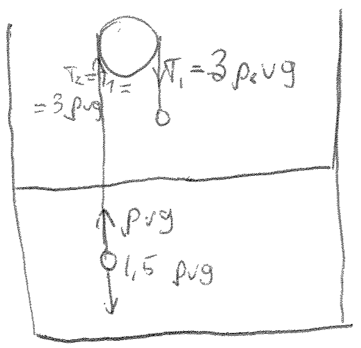
~~Пусть~~

Задание 4 ~~Рассмотрим оба случая~~ Вычислим плотности I и II шарика

$$\rho_2 = \frac{2m}{V} = 3\rho_в$$

$$\rho_1 = \frac{m}{V} = \frac{1}{2}\rho_2 = 1,5\rho_в.$$

1) Случай, когда в воде первый шарик



Движение первого шарика будет направлено вверх.

Равнодействующая всех сил будет равна

$$3\rho v g + \rho v g - 1,5\rho v g - F_{тр} =$$

$$= 2,5\rho v g - F_{тр}$$

2) Случай, когда в воде второй шарик

Движение второго шарика вниз

Равнодействующая сил:

$$3\rho v g - \rho v g - 1,5\rho v g - F_{тр} = 0,5\rho v g - F_{тр}$$

Пусть $k = \frac{F_{тр}}{v}$

Максимальная $F_{тр}$ в I случае равна $2,5\rho v g$, а во втором $0,5\rho v g$

Откуда $v_{1max} = \frac{2,5\rho v g}{k}$ $v_{2max} = \frac{0,5\rho v g}{k}$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$\frac{\vartheta_{1 max}}{\vartheta_{2 max}} = 5$

Ввиду того, что $\vartheta(a)$ — функция первой степени $\frac{\vartheta_1}{\vartheta_2}$ всегда будет равно 5.

Ответ: 5

Задание 5 Решение:

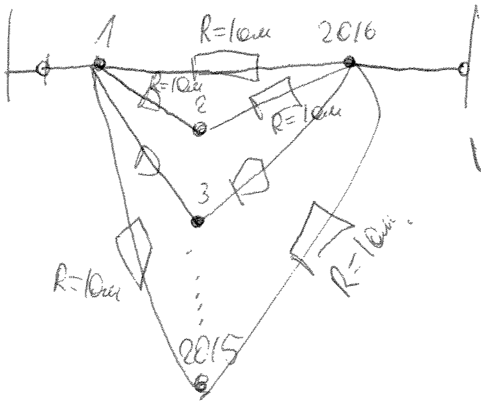
Закон Джоуля-Ленца: $Q = \frac{U^2}{R} t$

Отсюда в проводнике между 1 и 2016 гвоздем ~~возни~~ выделяется количество теплоты, равное $\frac{(20,16\ B)^2}{1 Ом} \cdot 100 с =$

$= 40642,56$ Дж.

Теперь найдем общее выделившееся количество теплоты

Из-за симметрии движение тока будет проходить только по указанной ниже схеме



На участках 1-2-2016, 1-3-2016 ... 1-2015-2016 общее сопротивление равно 2 Ом.

Общее же сопротивление всей цепи равно:

$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{1 Ом} + 2014 \cdot \frac{1}{2 Ом} = \frac{2016}{2 Ом}$

$R_0 = \frac{1}{1008}$ Ом.

$Q = \frac{20,16В \cdot 20,16В \cdot 1008}{1 Ом} \cdot 100с = 40967700,48$ Дж.

Задание 1 ~~Об~~ Ответ: нет

Обоснование.

~~Во первых,~~ Притяжение тел Солнцем компенсируется взаимным притяжением Земли и Солнца.

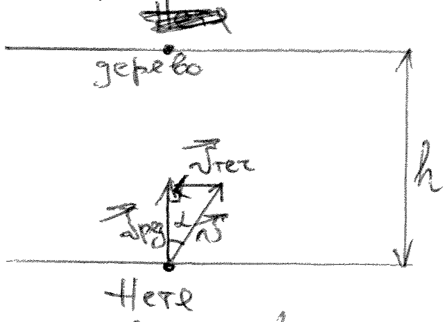
~~А во~~ К тому же, $P = m(g \pm a)$. И днем и ночью тела относительно поверхности Земли находятся в покое, вследствие чего тела и ночью и днем весят одинаково.

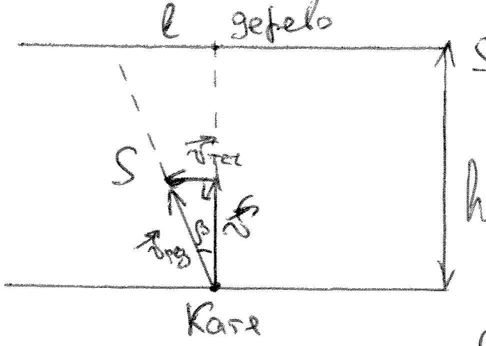
ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

② Дано: $t_п = 50с$, $t_к = 30с$, $h = 30м$, $v_п = v_к = v$

Найти: l.

Решение,





$h = v_{резН} t_п \Rightarrow v_{резН} = \frac{h}{t_п} = \frac{30м}{50с} = 0,6\frac{м}{с}$

По Теореме Пифагора:

$v = \sqrt{v_{резН}^2 + v_{теч}^2}$ (1) $\Rightarrow$

$\Rightarrow v_{теч} = \sqrt{v^2 - v_{резН}^2}$

$S = v_{рез} t_к \Rightarrow \frac{h}{\cos\beta} = \frac{v}{\cos\beta}\cdot t_к \Rightarrow h = v\cdot t_к \Rightarrow$

$\Rightarrow v = \frac{h}{t_к} = \frac{30м}{30с} = 1\frac{м}{с}$ (2)

(2) в (1)

$v_{теч} = \sqrt{v^2 - v_{резН}^2} = \sqrt{1\frac{м^2}{с^2} - 0,36\frac{м^2}{с^2}} = 0,8\frac{м}{с}$

По Теореме Пифагора: $v_{резК} = \sqrt{v_{теч}^2 + v^2} = \sqrt{1\frac{м^2}{с^2} + 0,6\frac{м^2}{с^2}} = \frac{\sqrt{41}}{5}\frac{м}{с}$

$tg\beta = \frac{v_{теч}}{v} = \frac{0,8\frac{м}{с}}{1\frac{м}{с}} = 0,8$

$tg\beta = \frac{l}{h} \Rightarrow l = tg\beta\cdot h = 0,8\cdot 30м = 24м$

Ответ: на 24 м.

③ Дано:

$m_1 = 0,04кг$

$k = \frac{5}{4}$

$m_3 - ?$

Решение, Если в задаче не упомянуто про КПД, значит он 100% $\Rightarrow$

$\Rightarrow q m_1 = c_в m_в \Delta t + c_к m_к \Delta t$ (1)

$k q m_1 = c_в m_в \Delta t + 2c_к m_к \Delta t$ (2)

(2):(1) $\Rightarrow k = \frac{c_в m_в + 2c_к m_к}{c_в m_в + c_к m_к} = \frac{5}{4} \Rightarrow 4(c_в m_в + 2c_к m_к) = 5(c_в m_в + c_к m_к) \Rightarrow$

$\Rightarrow 4c_в m_в + 8c_к m_к = 5c_в m_в + 5c_к m_к \Rightarrow c_к m_к = \frac{1}{3} c_в m_в$ (3)

(3) в (1)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$m_T q_T = \Delta t(c_в m_в + \frac{1}{3} c_в m_в)$

$m_T q_T = \frac{4}{3} c_в m_в \Delta t \Rightarrow c_в m_в \Delta t = \frac{3}{4} m_T q_T = 0{,}03 q_T$ (4)

Формула для нагрева только воды: $c_в m_в \Delta t = m_3 q_T$,

значит из 4 формулы $\Rightarrow m_3 = 0{,}03кг = 30г$ (+)

Ответ: 30г

(4) Дано:

$V_1 = V_2$

$m_1 = m$

$m_2 = 2m$

$\rho_2 = 3\rho_в$

$F_c = \alpha v$

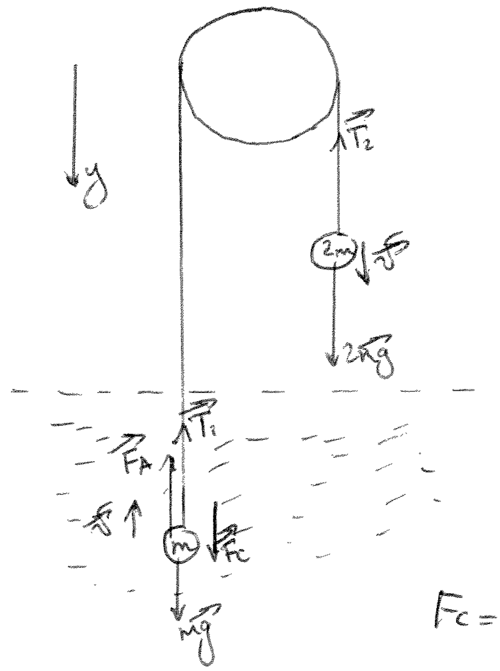
$\frac{v_1}{v_2} - ?$

Решение: $V_1 = V_2 \Rightarrow \frac{m_1}{\rho_1} = \frac{m_2}{\rho_2} \Rightarrow \frac{m}{\rho_1} = \frac{2m}{\rho_2} \Rightarrow$

$\Rightarrow \rho_1 = \frac{\rho_2 m}{2m} = \frac{\rho_2}{2} = \frac{3}{2}\rho_в.$

Неподвижной блок не даёт выигрыш в силе. Если надо найти отношение скоростей систем, то значит, что они движутся без ускорения, а значит это движение подчиняется II закону Ньютона:

I случай.



Сначала определим, в какую сторону будет движение. Для этого найдём, что больше $2mg + F_A$ или mg. Очевидно, что первое, а значит 1 шарик движется вверх, а второй вниз.

$T_1 = T_2 = T$ по III закону Ньютона.

~~на~~ по II закону Ньютона: $\vec{R} = 0$

на OY: 1 тело: $mg + F_c - F_A - T = 0$

2 тело: $2mg - T = 0 \Rightarrow T = 2mg$

$mg + F_c - F_A - 2mg = 0$

$F_c = \alpha v_1$; $F_A = \rho_в \cdot V_1 \cdot g = \rho_в \cdot \frac{2m}{3\rho_в} \cdot g = \frac{2}{3} mg.$

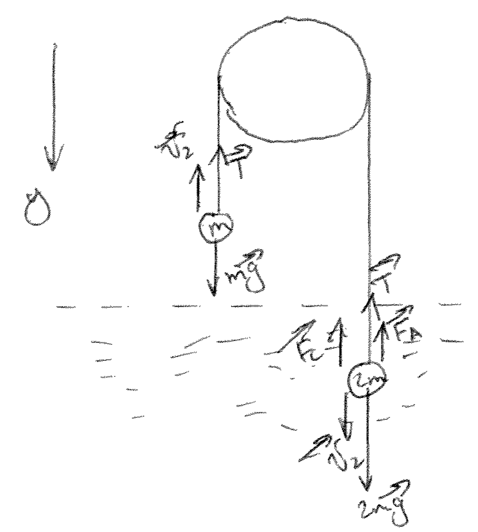
$mg + \alpha v_1 - \frac{2}{3} mg - 2mg = 0 \Rightarrow \alpha v_1 = \frac{5}{3} mg \Rightarrow v_1 = \frac{5mg}{3\alpha}$

II случай: Определим, в какую сторону будет движение

Сравним $2mg$ и $F_{A_2} + mg$

$F_{A_2} = \rho_в \cdot V_2 \cdot g = \rho_в \cdot \frac{2m}{3\rho_в} \cdot g = \frac{2}{3} mg$

$2mg > \frac{2}{3} mg + mg \Rightarrow$ 2 тело пойдёт вниз, а первое вверх



по II закону Ньютона: $\vec{R}=0$

на OY: 1 тело: $mg-T=0 \Rightarrow T=mg$

2 тело: $2mg-F_c-F_A-T=0$

$$2mg-\alpha v_2-\frac{2}{3}mg-mg=0$$

$$\alpha v_2=\frac{1}{3}mg \Rightarrow v_2=\frac{mg}{3\alpha}$$

$$\frac{v_1}{v_2}=\frac{5mg}{3\alpha}:\frac{mg}{3\alpha}=5.$$

Ответ: 5

① Кроме Солнца есть другие звёзды, а также другие планеты, которые тоже притягивают тела на Земле к себе. Но если не брать их в расчёт и взять только Землю и Солнце, то действительно сила притяжения к Земле ночью больше.

Начнём с формулы веса. Он меняется, если появляется ускорение, направленное вверх или вниз; или если меняется g.

$$g_{днём}=\frac{GM_З}{R_З^2}-\frac{GM_С}{(R_С+l)^2}$$ (l – расстояние от Солнца до Земли)

$$g_{ночью}=\frac{GM_З}{R_З^2}+\frac{GM_С}{(R_С+l)^2} \Rightarrow g_н-g_д=\frac{2GM_С}{(R_С+l)^2}$$

Эта величина очень незначительная. Ей можно пренебречь потому что

1) Нас притягивают другие тела в космосе.
2) Можно спуститься с какой-то высоты, тогда g возрастёт.
3) Если приблизиться ближе к экватору, то g возрастёт.
4) Если плотность Земли под телом возрастёт, то g возрастёт.

В данных примерах g возрастает, но незначительно, как и в примере с Солнцем, но если при прочих равных, то вес действительно чуть-чуть увеличится, но эта величина очень мала.

Ответ: да, но незначительно.

(5) Дано:

$n=2016$

$R=10\,Ом$

$U_{об}=20{,}16\,В$

$t=100\,с$

$Q-?$

Решение: По закону Джоуля-Ленца:

$Q=IUt=\frac{U^2t}{R}$

Проводник, соединяющий эти гвозди, соединён с остальными проводниками параллельно, значит действуют законы параллельного соединения

$U_{об}=U_1=U_2 \Rightarrow U=20{,}16\,В$

$Q=\frac{U^2t}{R}=\frac{(20{,}16\,В)^2\cdot 100\,с}{10\,Ом}=40642{,}56\,Дж.$

Ответ: 40642,56 Дж

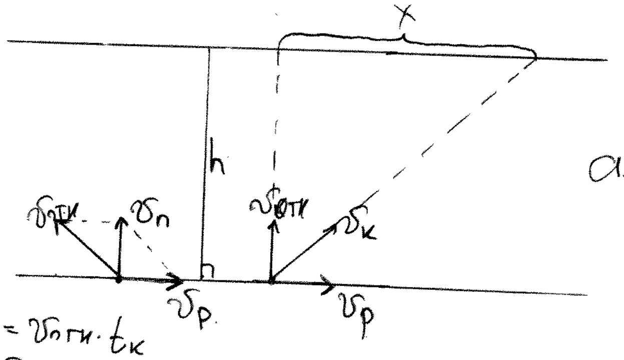
ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№1. Вес тела — это сила действующая на опору, и определяется формулой $P=mg$, т.е. вес прямопропорционален массе, которая всегда постоянна $m=const$, и ~~гравитационной~~ ускорению свободного падения, которое также постоянно, $g=const$ ~~≈ 9,8 м/с²~~. Поэтому вес тела не может измениться с течением времени суток.
„Тело весит и ночью, и днём одинаково, вес тела остаётся неизменным. Изменяется лишь сила притяжения тел"

№2. Дано:
$t_п=50с$
$t_к=30с$
$v_{отн_п}=v_{отн_к}$
$h=30м$

$x-?$

Решение:



$a=0$

$h=v_{отн}\cdot t_к$

$v_{отн}=\frac{h}{t_к}$ $v_{отн}=\frac{30м}{30с}=1м/с$

$h=v_п\cdot t_п$ $v_п=\frac{h}{t_п}$ $v_п=\frac{30м}{50с}=0,6м/с$

$\bar{v}_{отн}=\bar{v}_п+\bar{v}_р$

$v_{отн}^2=v_п^2+v_р^2 \Rightarrow v_р=\sqrt{v_{отн}^2-v_п^2}$

$v_р=\sqrt{1м^2/с^2-0,6м^2/с^2}=0,8м/с$

$x=v_р\cdot t_к$ $x=0,8м/с\cdot 30с=24м$

Ответ: $x=24м$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№3 Дано:
$m = 0{,}04$ кг
$k = 1{,}2$
Δt
$m_2 - ?$

$Q_в + Q_я = Q_т$

$$\begin{cases} m_в \cdot c_в \cdot \Delta t + m_я c_я \cdot \Delta t = m \cdot q \\ m_в \cdot c_в \cdot \Delta t + 2 m_я c_я \Delta t = kmq \\ m_в c_в \Delta t = m_2 q \end{cases} \Rightarrow m_я c_я \Delta t = kmq - mq = q(km - m)$$

$\cancel{m_я c_я \Delta t}$

$m_в \cdot c_в \cdot \Delta t = m_2 q = mq - m_я c_я \Delta t$

$m_2 q = mq - q \cdot (km - m)$

$m_2 = m - km + m$

$m_2 = 0{,}04 кг - 1{,}2 \cdot 0{,}04 кг + 0{,}04 кг = 0{,}032 кг$

Ответ: $m_2 = 0{,}032$ кг

+

№4 Дано:
$V_1 = V_2$
$m, 2m$
$\rho_2 = 3\rho_в$
$\frac{v_1}{v_2} - ?$

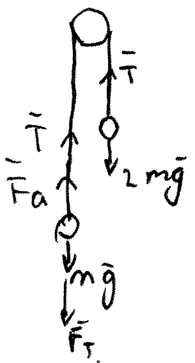
Решение:

$F_т \sim v$

$\frac{v_1}{v_2} = \frac{F_{т_1}}{F_{т_2}}$

I.

$\bar{a} = 0$



$2m\bar{a} = 2m\bar{g} + \bar{T}$

$T = 2mg$

$m\bar{a} = \bar{F}_{т_1} + m\bar{g} + \bar{F}_a + \bar{T}$

$mg + F_{т_1} = F_a + T$

$F_{т_1} = F_a + 2mg - mg$

$F_a = \rho_в \cdot g \cdot V = \rho_в \cdot g \cdot \frac{2m}{\rho_2} = \rho_в \cdot g \cdot \frac{2m}{3\rho_в}$

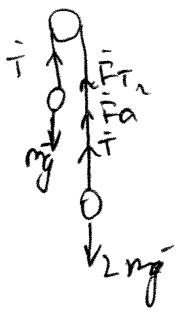
$F_a = \frac{2}{3} mg$

$F_{т_1} = mg + \frac{2}{3} mg = \frac{5}{3} mg$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

II.

$\bar{a}=0$



$m\bar{a} = m\bar{g} + \bar{T}$

$T = mg$

$2m\bar{a} = 2m\bar{g} + \bar{T} + \bar{F}_a + \bar{F}_{T_2}$

$2mg = T + F_a + F_{T_2}$

$F_{T_2} = 2mg - mg - \frac{2}{3}mg$

$F_{T_2} = \frac{1}{3}mg$

$\frac{v_1}{v_2} = \frac{5}{3}mg : \frac{1}{3}mg = 5$

+

Ответ: $\frac{v_1}{v_2} = 5$

№5

Дано:	Решение:
$n=2016$	$Q = A = P \cdot t$
$R_1 = 10м$	$P = U \cdot I = \frac{U^2}{R}$
$U = 20,16В$	$Q = \frac{U^2}{R} \cdot t = \frac{U^2}{R \cdot n} \cdot t$
$t = 100с$	$Q = \frac{20,16В \cdot 20,16В}{2016 \cdot 1 0м} \cdot 100с = 20,16$ Дж
$Q - ?$	

−

Ответ: $Q = 20,16$ Дж

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 7991

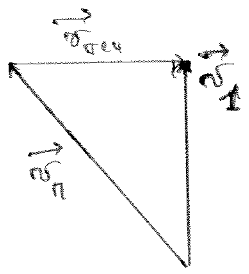
ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ ФЙ 43-88

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

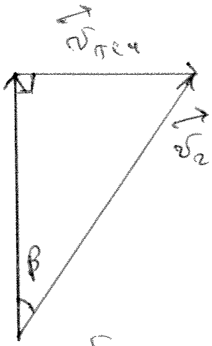
№2.

Дано:
$t_1 = 50$ с
$t_2 = 30$ с.
$h = 30$ м.

s – ?



$v_п = v_к = v$.
(по условию).
$v_1 v_2$ – результирующие
РПД



$v_1 = \sqrt{v^2 - v_{теч}^2}$

$\frac{h}{v} = t$; $\frac{h}{v_1} = t_1$.

$\frac{30 \text{ м}}{\sqrt{v^2 - v_{теч}^2}} = 50$ с.

$\sqrt{v^2 - v_{теч}^2} = 0{,}6 \frac{м}{с}$

$v^2 - v_{теч}^2 = 0{,}36 \frac{м^2}{с^2}$

$\cos\beta = \frac{v_к}{v_2}$;

$v_2 = \sqrt{v_к^2 + v_{теч}^2} = \sqrt{v^2 + v_{теч}^2}$;

$\cos\beta = \frac{v}{\sqrt{v^2 + v_{теч}^2}}$;

$\frac{h}{v} = t$; $\frac{h}{v_2} = t_2$;

$\frac{\frac{30 м}{\cos\beta}}{\sqrt{v^2 + v_{теч}^2}} = 30$ с.

$\frac{\sqrt{v^2 + v_{теч}^2}}{v\sqrt{v^2 + v_{теч}^2}} = 1 \frac{с}{м}$;

$v = \frac{1}{1 \frac{с}{м}} = 1 \frac{м}{с}$;

$v_{теч}^2 = v^2 - 0{,}36 \frac{м^2}{с^2}$;

$v_{теч} = \sqrt{1 \frac{м^2}{с^2} - 0{,}36 \frac{м^2}{с^2}} = \sqrt{0{,}64 \frac{м^2}{с^2}} = 0{,}8 \frac{м}{с}$.

+

$S = v_{теч} \cdot t_2 = 0{,}8 \frac{м}{с} \cdot 30 \text{ с} = 24$ м.

Ответ: снесло на 24 м.

№3.

Дано:
$\Delta t_1 = \Delta t_2 = \Delta t_3$.
$Q_1 = Q + Q'$
$Q_2 = Q + 2Q'$
$Q_3 = Q$
$m_1 = 40$ г.

Найти: m_3.

Q – нагрев кастрюли и воды;
Q' – нагрев яйца.

$k = \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{Q + 2Q'}{Q + Q'} = \frac{5}{4} = 1{,}25$.

$Q_1 = m_1 q$;   q – уд. теплота сгорания топлива.

$Q_3 = m_3 q$;

$Q_2 = m_2 q$;

$$\frac{Q + 2Q'}{Q + Q'} = 1{,}25;$$

$Q + 2Q' = 1{,}25Q + 1{,}25Q'$;

$0{,}25Q = 0{,}75Q'$;

$\cancel{Q' = 3Q}$

$Q = 3Q'$;

$$\begin{cases} Q_1 = Q + Q' = 4Q'; \\ Q_1 = m_1 q; \end{cases} \Rightarrow m_1 = \frac{4Q'}{q};$$

$$\begin{cases} Q_3 = Q = 3Q'; \\ Q_3 = m_3 q; \end{cases} \Rightarrow m_3 = \frac{3Q'}{q};$$

$$\frac{m_1}{m_3} = \frac{4Q'q}{3qQ'} = \frac{4}{3};$$

$$m_3 = \frac{m_1 \cdot 3}{4} = \frac{40г \cdot 3}{4} = 30г.$$

Ответ: 30 г топлива.

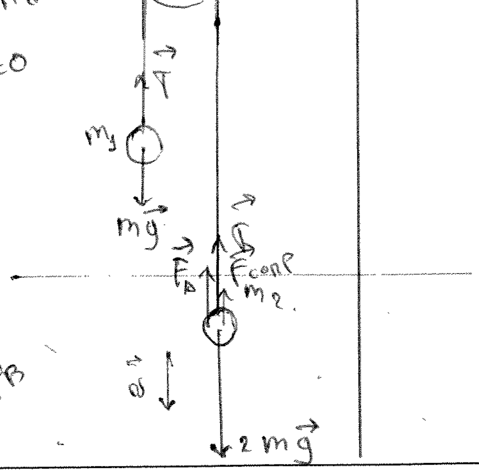
+

№4.

Дано:
$V_1 = V_2$;
$m_1 = m$;
$m_2 = 2m$;
$\rho_2 = 3\rho_B$;
$F_{сопр} = \alpha v$;
Найти:
$\frac{v_{II}}{v_I}$ – ?

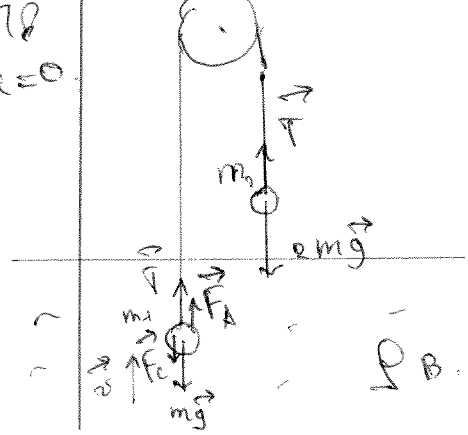
1 случай

РПД
$a = 0$



2 случай.

РПД
$a = 0$



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

1 случай:

$\vec{T} + m\vec{g} = 0$

$\vec{T} + 2m\vec{g} + \vec{F_c} + \vec{F_A} = 0$

на ось y.

$\begin{cases} T - mg = 0. \\ T - 2mg + \alpha v_I + \rho_B g V = 0 \end{cases}$

$mg = \alpha v_I + \rho_B g V;$

$m(\text{шарик}) = \rho_2 \cdot V;$

$m = 3\rho_B \cdot V;$

$3\rho_B g V = \alpha v + \rho_B g V;$

$v_I = \dfrac{2\rho_B g V}{\alpha};$

2 случай:

$\vec{T} + 2m\vec{g} = 0$

$\vec{T} + m\vec{g} + \vec{F_c} + \vec{F_A} = 0$

на ось y.

$\begin{cases} T - 2mg = 0 \\ T - mg - \alpha v_{II} + \rho g V = 0. \end{cases}$

$2mg - mg - \alpha v_{II} + \rho g V = 0.$

$\alpha v_{II} = mg + \rho g V;$

$v_{II} = \dfrac{mg + \rho g V}{\alpha};$

$m = \rho_1 \cdot V;$

$\dfrac{m_1}{\rho_1} = \dfrac{m_2}{\rho_2}; \quad \rho_1 = \dfrac{\rho_2 m_1}{m_2} = \dfrac{3\rho_B}{2} = 1{,}5\rho_B.$

$m = 1{,}5\rho_B V.$

$v_{II} = \dfrac{1{,}5\rho_B \cdot V + \rho_B g V}{\alpha} = \dfrac{2{,}5\rho_B g V}{\alpha};$

$\dfrac{v_{II}}{v_I} = \dfrac{2{,}5\rho_B g V \cdot \alpha}{\alpha \cdot 2\rho_B \cdot g \cdot V} = \dfrac{2{,}5}{2} = \dfrac{5}{4} = 1{,}25.$

(+)

Ответ: отношение скоростей равно $\cancel{\frac{5}{4}}$.

N 5.

Дано: $R = 1$ Ом; $U = 20{,}16$ В; $t = 100$ с.

Найти: Q.

$A = Q = UIt = \dfrac{U^2 t}{R_{общ}};$

(−)

$R_{общ} = 2016 \cdot R = 2016$ Ом

$Q = \dfrac{20{,}16\text{ В} \cdot 20{,}16\text{ В} \cdot 100\text{ с}}{2016\text{ Ом}} = 20{,}16$ Дж.

Ответ: Q = 2016 Дж

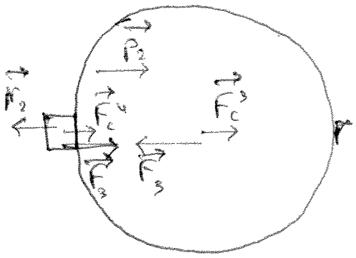
№1.

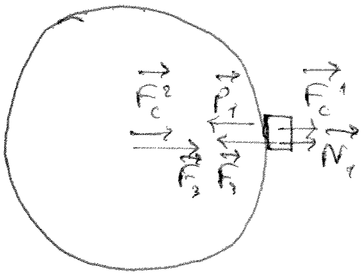
ночью (Солнце нах-ся далеко справа). днём

F_c – сила прит. солнца.

$F_з$ – сила прит. земли

P – вес.





на ось x:

$F_c^3 + P_2 - F_з = 0.$

$P_2 = F_з - F_c^3$;

$\boxed{-\vec{P} = \vec{N} \quad (\text{III з-н Н.}) \quad P_2 = N_2. \quad N_1 = P_1.}$

на ось x:

$F_c^2 + F_з - P_1 = 0.$

$P_1 = F_з + F_c^2$;

$N_1 = F_з - F_c^1$;

$N_2 = F_c^4 + F_з$;

$F_c^4 < F_c^1$, т.к.

$F_c^4 = \frac{G\cdot M\cdot m}{(R+r)^2}$; $F_c^1 = \frac{G\cdot M\cdot m}{(R-r)^2}$, где:

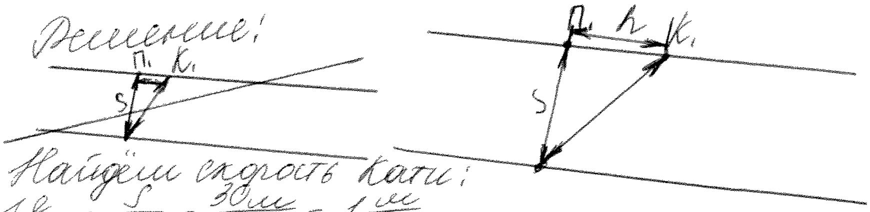
R – расстояние от солнца до Земли, r – радиус Земли.

Значить, вес тела ночью действительно больше, чем днём.

№3.

Дано:
$S = 30м$
$t_{п.} = 50с.$
$t_{к.} = 30с.$
$v_{п.} = v_{к.}$
Найти: h

Решение:



Найдём скорость Кати:
$v_к = \frac{S}{t} = \frac{30м}{30с} = 1\frac{м}{с}$

Скорость Пети такая же, но он плыл перпендикулярно течению, от-да он перебарывал течение. Найдём v течения:

$v = v_п \mp v_{теч.}$

$v = \frac{30м}{50с} = 0,6\frac{м}{с}$ — √

$v_{теч.} = v_{п.} - v = 1\frac{м}{с} - 0,6\frac{м}{с} = 0,4\frac{м}{с}$

каждую секунду катю относило на $0,4\frac{м}{с}$.

Найдём h:

$h = 0,4\frac{м}{с} \cdot 30с. = 12м$

Ответ: $h = 12м$.

№1.

Сила тяжести ночью будет больше, чем днём, однако это не значит, что его ~~то~~ масса будет больше - она остаётся неизменной. Отсюда, не изменится и вес тела, т.е. оно не станет тяжелее, изменится (станет больше ночью) только сила притяжения тела к Земле.

Ответ: нет, не значит.

№2.

Дано:
$R = 1Ом$
2016 гвоздей
Найти: R_0

Решение:

Каждый проводник имеет сопротивление R_0. Сопротивление между каждыми 2 гвоздями $= 1Ом$. От-да $R_0 = 1Ом$, т.к. каждые 2 гвоздя соединены проводником с сопротивлением R_0, при этом сопротивление между 2 гвоздями $= 1Ом$.

Ответ: $R_0 = 1Ом$.

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 7881

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ ФЭ 73-60

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№5.

Дано:

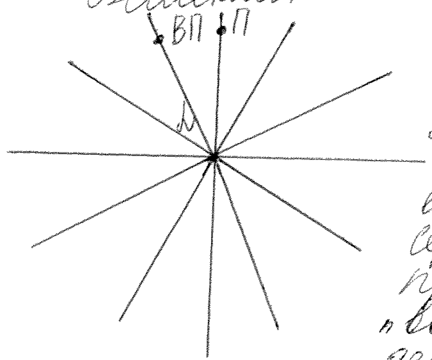
$\alpha = 30°$

$v_{ВП} = \frac{1}{8} v_{П}$

$h = 0{,}5м$

Найти: $S_{П}$

Решение:



Весь процесс закончится тогда, когда паук дойдёт до середины и ему некуда будет идти, т.к. „воображаемый" паук тоже будет в середине. Таким образом процесс завершится, когда „воображаемый" паук пройдет 0,5м. При этом v этого паука в 8 раз меньше, чем настоящего, от-да ~~это~~ он пройдёт расстояние в 8 раз меньше. Получим расстояние, которое пройдёт настоящий паук:

$S = 0{,}5м \cdot 8 = 4м$

Ответ: настоящий паук пройдёт $S = 4м$.

№4.

Дано:

~~$v_1 = v_2$~~ $V_1 = V_2$

$m_1 = m$

$m_2 = 2m$

$\rho_2 = 3\rho_{воды}$

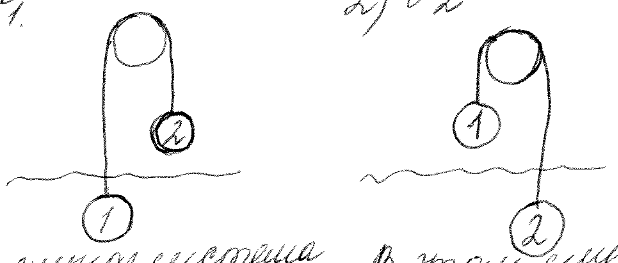
$\rho_{воды} = 1000 \frac{кг}{м^3}$

Найти: $\frac{v_1}{v_2}, \frac{v_2}{v_1}$

Решение:

1) v_1

2) v_2



В случае система имеет скорость, т.к. шар 2 тяжелее и будет тянуть систему вниз.

$\rho_2 = 3\rho_{в.} = 3 \cdot 1000 \frac{кг}{м^3} = 3000 \frac{кг}{м^3}$

$\rho_1 = 3000 \frac{кг}{м^3} : 2 = 1500 \frac{кг}{м^3}$

$F_2 = 3000 \frac{кг}{м^3} \cdot V_2 \cdot 10 \frac{Н}{кг} = 30000 V_2 \frac{\cancel{кг}\,Н}{м^3}$

$F_1 = 1500 \frac{кг}{м^3} \cdot 10 \frac{Н}{кг} \cdot V_1 - 1000 \frac{кг}{м^3} \cdot V_1 \cdot 10 \frac{Н}{кг} = 15000 V_1 \frac{Н}{м^3} - 10000 \frac{Н}{м^3} = 5000 V_1 \frac{Н}{м^3} = 5000 V_2 \frac{Н}{м^3}$

$F_1 < F_2$

$\frac{v_1}{v_2} = \frac{v_1}{0}$ – неверно; $\frac{v_2}{v_1} = \frac{0}{v_1} = 0$

В этом случае скорость системы стремится к 0, т.к. 2 шар тяжелее и он идёт вниз под силой своей тяжести.

$\rho_2 = 3\rho_{в.} = 3 \cdot 1000 \frac{кг}{м^3} = 3000 \frac{кг}{м^3}$

$F_2 = 3000 \frac{кг}{м^3} \cdot V_2 \cdot 10 \frac{Н}{кг} - 1000 \frac{кг}{м^3} \cdot 10 \frac{Н}{кг} \cdot V_2 = 20000 V_2 \frac{Н}{м^3}$

$\rho_1 = 3000 \frac{кг}{м^3} : 2 = 1500 \frac{кг}{м^3}$

$F_1 = 1500 \frac{кг}{м^3} \cdot 10 \frac{Н}{кг} \cdot V_1 = 15000 V_2 \frac{Н}{м^3}$

$F_1 < F_2$

Ответ: отношение равно 0.

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 7101

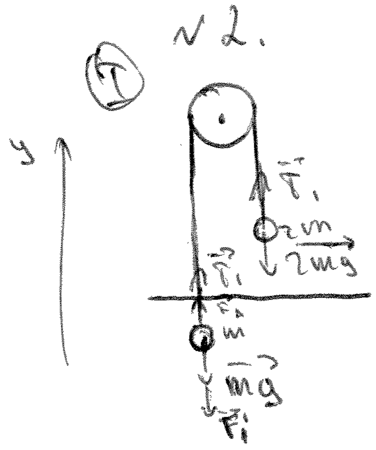
ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ ОНВ 47-39

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

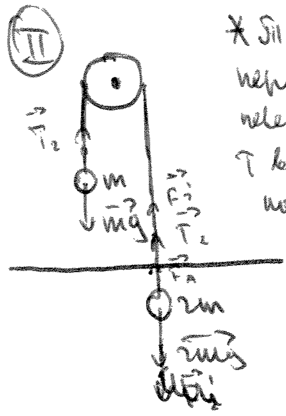
№ 2.

Дано:
$m_1 = m$
$m_2 = 2m$
$\rho_2 = 3\rho_в$
$V_1 = V_2 = V$
Найти: $\frac{v_1}{v_2}$

(I)



(II)



* Т.к. нити нерастяжимые и невесомые, что T во всех участках одинакова.

(I) 1) ~~По 2 закону Ньютона~~ Пусть в системе установилась неизменная скорость v_1, тогда $F_1' = \alpha v_1$ – сила вязкого трения

2) $m_2 = \rho_2 V$

$2m = 3\rho_в V$

$\rho_в V = \frac{2}{3} m$

3) По II закону Ньютона:

Oy:

а) $2mg = T_1$

б) $T_1 + F_A = mg + F_1'$

$T_1 = F_1' + mg - F_A$

Откуда: $F_1' + mg - F_A = 2mg$

$F_1' = 2mg - mg + \rho_в V g = mg + \frac{2}{3} mg = \frac{5}{3} mg$

$\alpha v_1 = \frac{5}{3} mg$

(II) 1) Пусть в системе устан постоянная скорость v_2, тогда: $F_2' = \alpha v_2$ – Сила вязкого трения.

2) По II закону Ньютона:

Oy: а) $T_2 = mg$

б) $T_2 + F_A + F_2' = 2mg$

$T_2 = 2mg - F_2' - F_A$

Откуда:
$mg = 2mg - F_2' - F_A$
$F_2' = 2mg - mg - \rho_в V g$
$\alpha v_2 = mg - \frac{2}{3} mg$
$\alpha v_2 = \frac{1}{3} mg$

(+)

(III) $\frac{\alpha v_1}{\alpha v_2} = \frac{\frac{5}{3} mg}{\frac{1}{3} mg}$

$\frac{v_1}{v_2} = \frac{5}{1}$

Ответ: 5 : 1

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№ 1.

1) $F_{упр.} = k\Delta l$, то есть чем больше растяжение пружины, тем больше сила, с которой она будет стягиваться.

2) Если для удержания двери в открытом положении требуется сила $F_1 = 80Н$, то это значит, что в открытом положении пружина закрывает дверь с силой 80Н - по 3 закону Ньютона.

3) Но так как в закрытом положении растяжение пружин равно 0 (т.к. двери открываются в обе стороны), то и сила, ~~с которой~~ которую нужно приложить для открытия двери тоже стремится к 0 (т.к. мы пренебрегаем трением в петлях дверей).

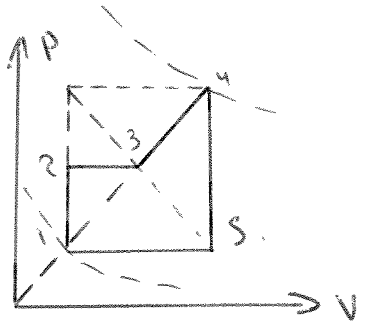
4) Не сложно предположить, что при открытии двери растяжение пружин будет увеличиваться (т.к. $F_{упр} = k\Delta l$), то и сила трения будет увеличиваться). Но это не значит, что девушка сможет пройти, т.к. сила будет увеличиваться ~~в увеличивающемся~~ постепенно.

5) Значит, девушка сможет войти в институт.

Ответ: да, сможет.

№ 3.

Решение.



1) По графику имеем: $V_1 = V_2$, $P_2 = P_3$, $V_4 = V_5$, $T_{max} = T_4$, $T_{min} = T_1$

2) $T_4 : T_1 = 6{,}25$; $T_4 = 6{,}25\,T_1$

3) $P_1V_1 = \nu RT_1$

$P_4V_4 = \nu RT_4$

$$\frac{P_4V_4}{P_1V_1} = \frac{T_4}{T_1} = 6{,}25$$

4) Из соображений геометрии:

а) $P_4 - P_5 = 2(P_2 - P_1) = 2(P_4 - P_3)$

б) $V_5 - V_1 = 2(V_4 - V_3) = 2(V_3 - V_2)$

5) $\eta = \frac{A_ц}{Q_н}$, где $A_ц = S = \frac{(P_4-P_5)(V_5-V_1)}{2} + \frac{(P_2-P_1)(V_3-V_2)}{2} =$

$= \frac{2(P_2-P_1)\cdot 2(V_3-V_2) + (P_2-P_1)(V_3-V_2)}{2} = \frac{5}{2}(P_2-P_1)(V_3-V_2)$ — V

4) $Q = \Delta U + A$, сл-но $Q_н = Q_{12} + Q_{23} + Q_{34}$, где

$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) + 0 = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1)$

$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) + p_2(V_3 - V_2) =$

$= \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) + p_2V_3 - p_2V_2 = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) + p_3V_3 - p_2V_2 = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) +$

$+ \nu R(T_3 - T_2) = \frac{5}{2}\nu R(T_3 - T_2)$

$Q_{34} = \Delta U_{34} + A_{34} = \frac{3}{2}\nu R(T_4 - T_3) + \frac{(p_3 + p_4)(V_4 - V_3)}{2}$

5) $Q_н = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) + \frac{5}{2}\nu R(T_3 - T_2) + \frac{3}{2}\nu R(T_4 - T_3) + \frac{(p_3+p_4)(V_4-V_3)}{2} =$

$= \frac{1}{2}\nu R(3T_2 - 3T_1 + 5T_3 - 5T_2 + 3\cdot 6{,}25T_1 - 3T_3) +$

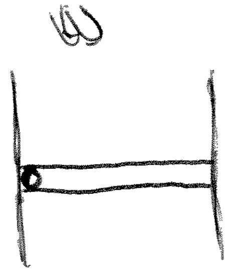
$+ \frac{1}{2}(p_3V_4 - p_3V_3 + p_4V_4 - p_4V_3) = \frac{1}{2}\nu R(-2T_2 + 15{,}75T_1 + 2T_3) +$

$+ \frac{1}{2}(p_4V_4 - p_3V_3 + p_3V_4 - p_4V_3) = \frac{1}{2}\nu R(15{,}75T_1 - 2T_2 + 2T_3) +$

$+ \frac{1}{2}\nu R(T_4 - T_3) + \frac{1}{2}(p_3V_4 - p_4V_3) = \frac{1}{2}\nu R(15{,}75 + 6{,}25T_1 - 2T_2 + T_3) +$

—

$+ \frac{1}{2}(p_3V_4 - p_4V_3) = \frac{1}{2}\nu R(22T_1 - 2T_2 + T_3) + \frac{1}{2}(p_3V_4 - p_4V_3)$



№4.

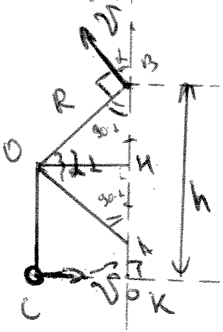
Решение:

1) $U = E\cdot d$

$E = \frac{U}{d} = \frac{2\cdot 10^3 В}{0{,}5\cdot 10^{-3} м} = 0{,}4\cdot 10^{6}\frac{В}{м}$

2) $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{q}{2\varepsilon_0 S}$ и ?

—



№5.

1) ~~ΔAOB по теореме~~ синусов:

$\frac{AO}{\sin(90-\alpha)} = \frac{AB}{\sin 2\alpha}$

$\frac{R}{\cos\alpha} = \frac{AB}{\sin 2\alpha}$

$AB =$

1) В ΔBOK - прямоуг:

$BK = OB\cos(90-\alpha) = R\sin\alpha$

2) $h = BK = BH + HK = BH + OC = R\sin\alpha + R = R(\sin\alpha + 1)$

2) По закону сохранения энергии:

$\frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{mv_1^2}{2}$ $v_0^2 - 2gh = v_1^2$

$v_1 = \sqrt{v_0^2 - 2Rg(1+\sin\alpha)}$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

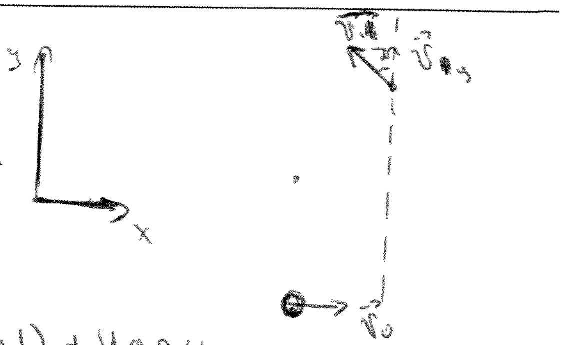
Вариант: 1101

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ 61В 47-39

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

3) $V_{1y} = V_1 \cos\alpha$

4) $h + V_{1y}t - \frac{gt^2}{2} = 0$, где t - время падения шарика.



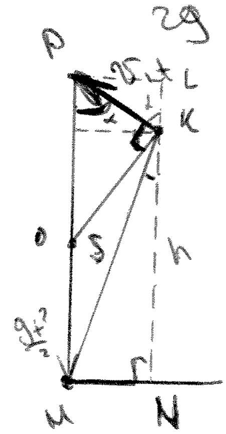
$gt^2 - V_{1y}t - h = 0$

$D = V_{1y}^2 + 4gh = V_0^2 - 2gR(1+\sin\alpha) + 4gR(1+\sin\alpha) =$

$= V_0^2 + 2gR(1+\sin\alpha)$

$t = \frac{-V_{1y} \pm \sqrt{D}}{2}$, т.к. $t>0$, то:

$t = \frac{-V_{1y} + \sqrt{V_0^2+2gR(1+\sin\alpha)}}{2g} = \frac{-\sqrt{V_0^2-2gR(1+\sin\alpha)} + \sqrt{V_0^2+2gR(1+\sin\alpha)}}{2g}$



5) $\triangle KMN$ - прямоуг., тогда $MN = V_1 t \sin\alpha$,

$KN = h$.

$S = \sqrt{h^2 + V_1^2 t^2 \sin^2\alpha} =$

6) $\angle OPK = \angle PKL = \alpha$, как накр. лежащ.

7) По теореме $\sin(\triangle MPK)$:

$MK^2 = PK^2 + MP^2 - 2PK \cdot MP \cos\alpha$

$h^2 + V_1^2 t^2 \sin^2\alpha = V_1^2 t^2 + \frac{g^2t^4}{4} - 2\frac{V_1 t \, g t^2 \cos\alpha}{2}$

$R^2(\sin\alpha+1)^2 + (V_0^2 - 2gR(1+\sin\alpha))\left(\frac{-\sqrt{V_0^2-2gR(1+\sin\alpha)} + \sqrt{V_0^2+2gR(1+\sin\alpha)}}{2g}\right)^2(\sin^2\alpha - 1)$

$- g^2\left(\frac{-\sqrt{V_0^2-2gR(1+\sin\alpha)} + \sqrt{V_0^2+2gR(1+\sin\alpha)}}{2g}\right)^4 + 2\sqrt{V_0^2 - 2gR(1+\sin\alpha)} \times$

$\times \left(\frac{-\sqrt{V_0^2-2gR(1+\sin\alpha)} + \sqrt{V_0^2+2gR(1+\sin\alpha)}}{2g}\right)^3 \cdot \frac{g\cos\alpha}{2} = 0$

8) Получили уравнение, где все известно, кроме угла α.
9) Решив его, найдем угол.

и ?

угол от V_0 не зависит!

(+)

Лист 04 из 04

Задача 1

Естественно вес тела ночью будет больше т.к. если это не правда, то справедливо одно из неравенств

F_1 - земля F_2 - солнце

$$F_1 + F_2 = F_1 - F_2$$

⇓

$F_2 = 0$ сила притяжения Солнца не может равняться 0 т.к. любые тела притягиваются.

или равенство

$$F_1 + F_2 < F_1 - F_2$$

$$0 < -2F_2$$

никакое отрицательное число не может быть больше нуля

Ответ: вес тела ночью больше.

Задача 2.

Давайте посмотрим каков вес Шара + Риннаух + 8 банок = 12 бан

9 банок - 100% подъёма

12 банок - 133% подъёма.

получается на 33% перевес

значит нам нужно сделать на 33% меньше.

9 банок - 100%

x - 66%

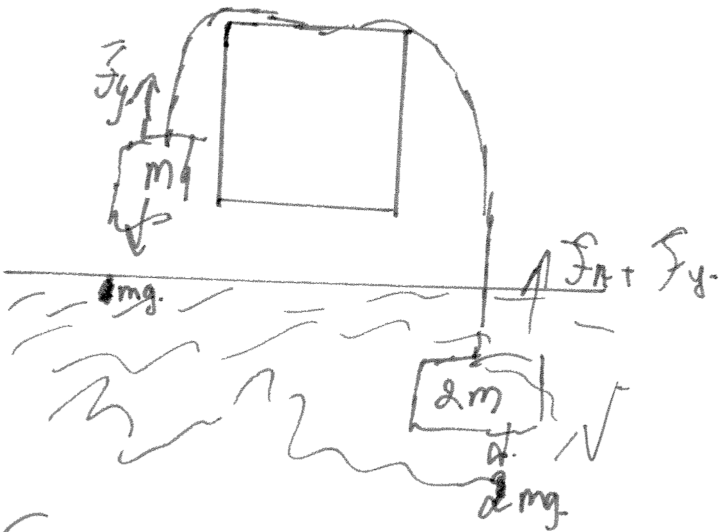
$x = \cancel{...} \frac{9 \cdot 66}{100} \approx 6$ банок

получается должен остаться вес = 6 банкам и в них присутствует вес Пуха и шара тоесть осталось 6 − 4 = 2 банки тоесть выкуть нужно 8 − 2 = 6 банок

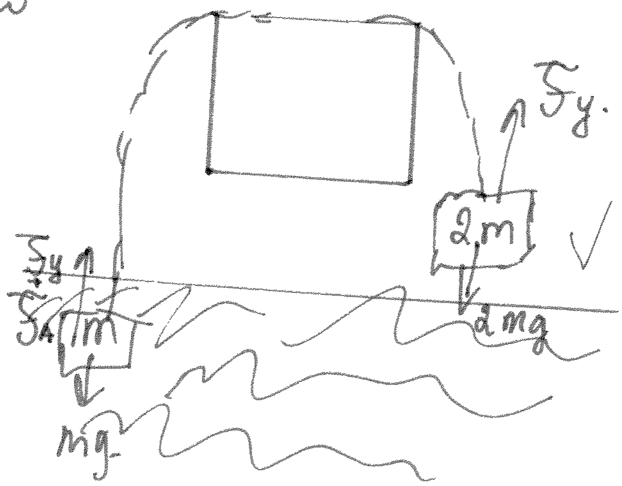
Ответ: 6.

Задача 4.

1 случай



2 случай



1 случай: $2mg + F_A - mg$.

2 случай $2mg - F_A - mg$.

$$\frac{mg + F_A}{mg - F_A} \text{ - отношение.}$$

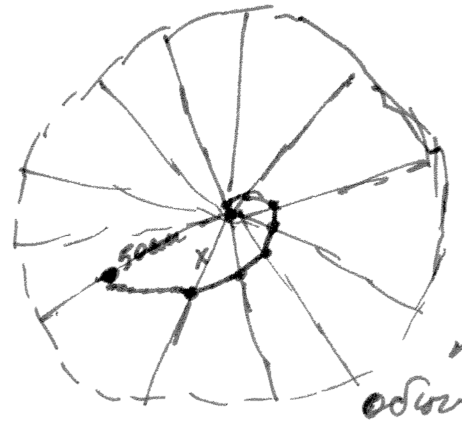
$$\frac{mg - F_A}{mg + F_A} = \frac{mg - \rho_в \cdot g \cdot V}{mg + \rho_в \cdot g \cdot V} = \frac{\rho_ф \cdot V g - \rho_в \cdot g \cdot V}{\rho_ф \cdot V \cdot g + \rho_в \cdot g \cdot V} =$$

$$= \frac{Vg(\rho_ф - \rho_в)}{Vg(\rho_ф + \rho_в)} = \frac{\rho_ф - \rho_в}{\rho_ф - \rho_в} = \frac{1500\frac{кг}{м^3} - 1000\frac{кг}{м^3}}{1500\frac{кг}{м^3} + 1000\frac{кг}{м^3}} =$$

$= \frac{500}{2500} = \frac{1}{5}$ – отношение

Ответ: 1 : 5.

Задача 5.

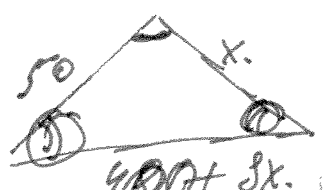


нам известны углы (30°) и нам известно что паук движется в 8 раз быстрее.

получается пока воображаемый паук проходит 50+x, что обычный проходит $(50+x)8 = 400 см + 8x$

значит у нас есть следующее:

1.



два выделенных угла в сумме – длины соотносятся с третьим как 1 : 8.

у нас части по 30° получается угол должен быть 240° больший угол. – получается расстояние которое пройденное пауком = 8 · 50 см = 400 см.

Ответ: 400 см, а x равен 0 т.к. именно есть один вариант расклада получается $(50+0) \cdot 8 = 400$ расклад один т.к. есть 8 и 1 части и части по 30° а окружность = 360°.

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Задача 3.

Если предмет едет в (n) раз с меньшей скоростью, то он в (k) раз дольше.

получается

$$\frac{V_m + V_p}{V_p} = \frac{\frac{S}{t_1} + \frac{S}{t_2}}{\frac{S}{t_2}} =$$

$$= \frac{S\left(\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2}\right)}{S\left(\frac{1}{t_2}\right)} = \frac{\left(\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2}\right)}{\left(\frac{1}{t_2}\right)} = n.$$

или же

$$\frac{\frac{S}{t_2} + \frac{S}{t_2}}{\frac{S}{t_2}} = n \quad \Big| \quad \frac{S}{t_2}.$$

$$\frac{S}{t_1} + \frac{S}{t_2} = n\frac{S}{t_2}. \quad V.$$

$$\frac{S}{t_1} + \frac{S}{t_2} - n\left(\frac{S}{t_2}\right) = 0.$$

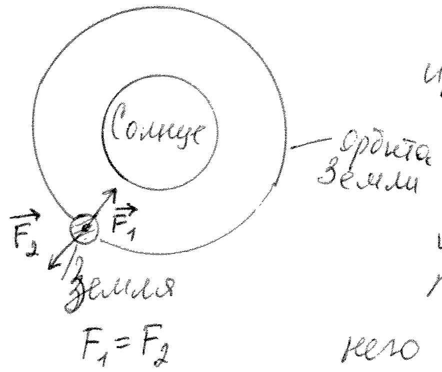
$$\frac{S}{t_2}(1-n) + \frac{S}{t_1} = 0.$$

$$S\left(\frac{1}{t_2}(1-n) + \frac{1}{t_1}\right) = 0$$

$S = 0$ или $\frac{1}{t_2}(1-n) + \frac{1}{t_1} = 0.$ (7)

что невозможно

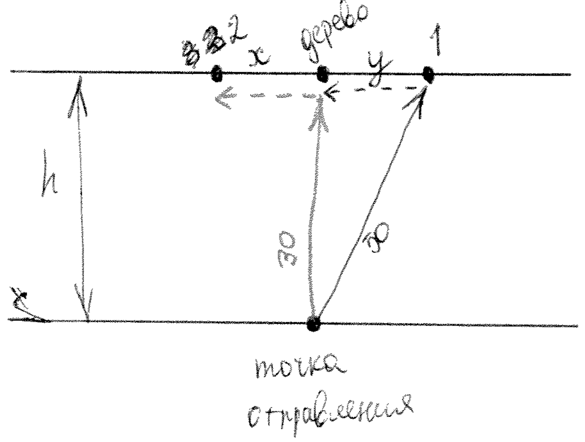
№1.



Земля не падает на Солнце из-за того, что она движется по орбите, и центробежная сила уравновешивает силу притяжения Солнца. Любое тело на Земле тоже движется по орбите, и, следовательно, для него тоже это выполняется. Значит, вес тела не зависит от времени суток, т.к. Солнце на вес не влияет.

+

№3



1 - точка прибытия Пети, если бы течения не было

2 - точка прибытия Кати

→ - движение Пети

→ - движение Кати

- - →] - как их откосило течением

$V_к = V_п$

$h = 30$ м

$t_к = 30$ с

$t_п = 50$ с

$S_к = 30$ м.

x - ?

1) $v_к = S_к : t_к = 30м : 30с = 1 м/с$.

2) $v_к = v_п \Rightarrow S_п = v_п t_п = 1 м/с \cdot 50с = 50 м$.

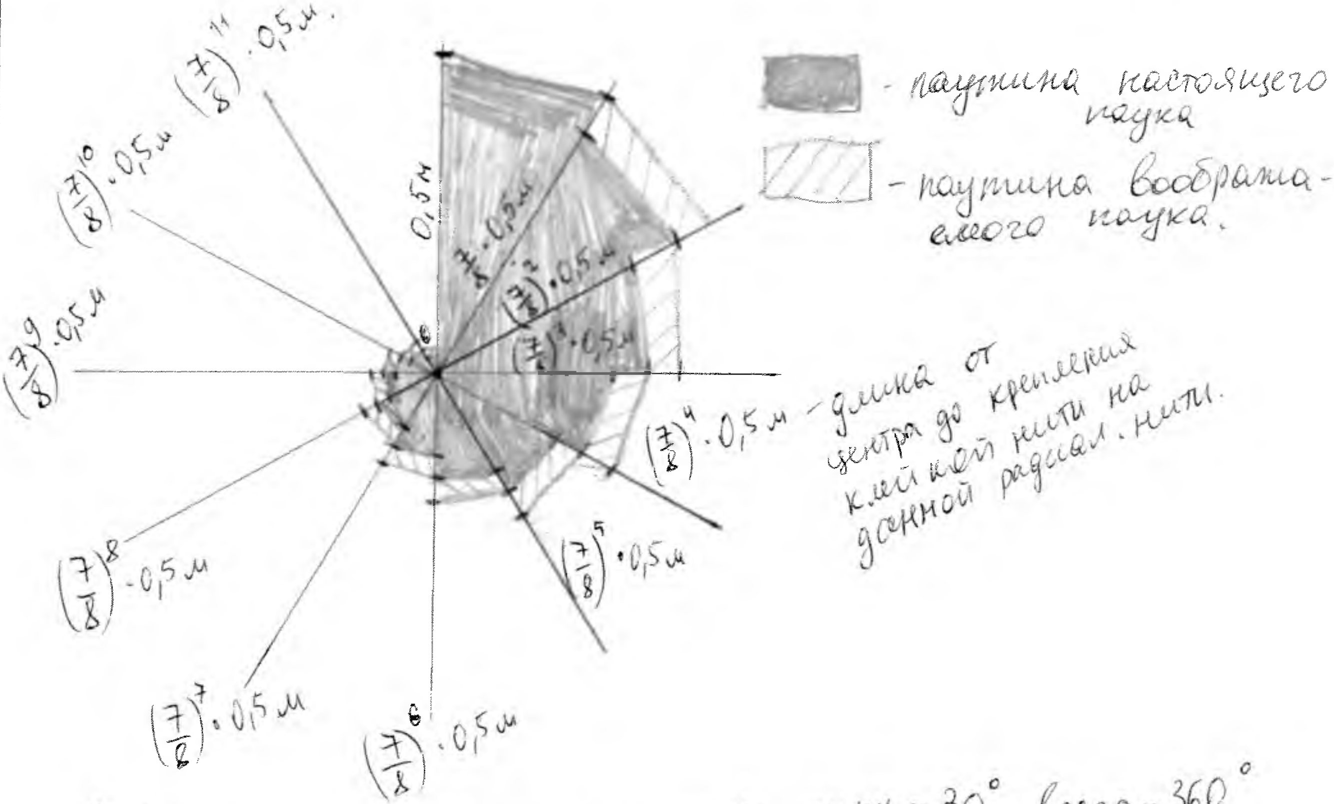
3) $y^2 = S_п^2 - S_к^2 = 1600 \Rightarrow y = 40$ (по теореме Пифагора)

4) $\frac{V_{теч.}}{V_п} = \frac{y}{S_п} = \frac{40}{50} = 0,8 \Rightarrow V_{теч.} = 0,8$ м/с.

5) $x = V_{теч} \cdot t_к = 0,8 м/с \cdot 30с = 24 см$.

Ответ: $x = 24$ м.

+



1) Всего нитей 12, т.к. ∠ между ними $=30^\circ$, всего - 360°.

2) Паук проходит по каждой радиальной нити 2 раза (если начало пути - центр $\Rightarrow S = 1+\frac{7}{8}+\left(\frac{7}{8}\right)^2+\left(\frac{7}{8}\right)^3 \ldots +\left(\frac{7}{8}\right)^{11}$ м. ✓

3) Если паук начинает от 1-й радиал. нити на расстоянии 0,5 м от центра, то $S = 0{,}5+\frac{7}{8}+\left(\frac{7}{8}\right)^2+\left(\frac{7}{8}\right)^3 \ldots +\left(\frac{7}{8}\right)^{11}$ м.

Ответ: $S = 1+\frac{7}{8}+\left(\frac{7}{8}\right)^2+\left(\frac{7}{8}\right)^3 \ldots +\left(\frac{7}{8}\right)^{11}$ м, если начинает от центра

$S = 0{,}5+\frac{7}{8}+\left(\frac{7}{8}\right)^2+\left(\frac{7}{8}\right)^3 \ldots +\left(\frac{7}{8}\right)^{11}$, если начинает от 1-й точки крепления клейк. нити. (−)

№4.

1 случай: шарик с массой m_2 в воде:

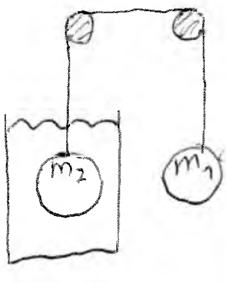
Дано: $V_1 = V_2$

$m_1 = 0{,}5 m_2$

$\rho_2 = 3\rho_в$

Найти $\frac{V_2}{V_1}$

$V = \frac{m}{\rho}$



1) $F_{тяж.1} = mg$. $F_{тяж.2} = 2mg$.

2) $F_{Арх.2} = \cancel{\rho_в} g \frac{2m}{3\cancel{\rho_в}} = \frac{2}{3}mg$.

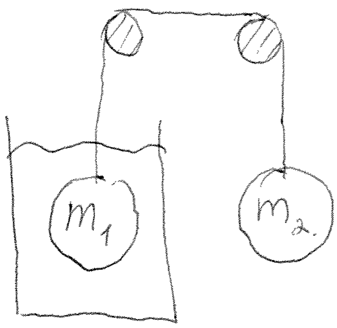
3) ~~F2 сила, с кот~~

$F_2 = F_{тяж.2} - F_{Арх.2} = \frac{4}{3}mg$.

4) F - сила с кот. шарик с массой m_2 тянет вниз

$F = F_2 - F_{тяж.1} = \frac{4}{3}mg - mg = \frac{1}{3}mg$

2 случай: шарик с массой m_1 в воде.



1) $F_{Арх.1} = F_{Арх.2}$, т.к. $V_1 = V_2$
$F_{Арх.1} = \frac{2}{3}mg$.
2) $F_1 = mg - \frac{2}{3}mg = \frac{1}{3}mg$.
3) F_0 – сила с кот. шарик с массой m_2 ~~притяже~~ будет притягиваться к земле.

$F_0 = 2mg - \frac{1}{3}mg = \frac{5}{3}mg$.

4) Силы F_0 и F_1 относятся как $\frac{5}{1}$, а трение пропорционально скорости, значит скорости относятся тоже как $\frac{5}{1}$.

Ответ: $\frac{V_2}{V_1} = \frac{5}{1}$

$\frac{-}{+}$

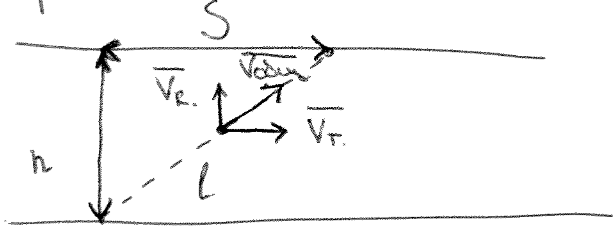
№2 нет

№2.

Дано:
$h = 30$ м
$t_п = 50$ с.
$t_к = 30$ с.
Найти:
$S = ?$

Решение: нарисуем 2 рисунка: с Катей (1рис.) и с Петей (2рис.)

1рис.:



$\overline{V_{общ.}} = \overline{V_к} + \overline{V_т}$; Заметим, что

$S^2 + h^2 = l^2 \Rightarrow$

$S = \sqrt{l^2 - h^2}$

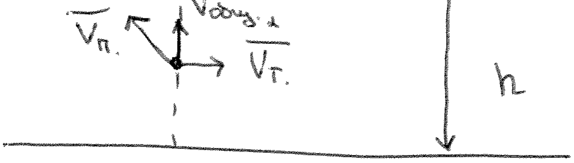
$l = V_{общ.} \cdot t_к \Rightarrow l = \sqrt{V_к^2 + V_т^2}\, t_к$.

Если бы не было течения реки, то Катя проплыла бы до берега за столько же секунд, но её бы не унесло течением (т.е. Катя бы проплыла h метров со скоростью $V_к$ за $t_к$ секунд):

$V_к t_к = h \Rightarrow V_к (= V_п) = 1$ м/с

Нам надо найти скорость течения:

рис. 2



$\overline{V_{общ.2}} = \overline{V_п} + \overline{V_т}$

$V_{общ.2} t_п = h$

$V_{общ.2} = 30 : 50 = 0{,}6$ м/с

$V_п^2 = V_т^2 + (V_{общ.2})^2$

$1 = V_т^2 + 0{,}36 \Rightarrow V_т = 0{,}8$ м/с

$l = \sqrt{V_к + V_т} \cdot t_к$

$l^2 = (V_к + V_т) \cdot t_к^2 = 1{,}8 \cdot 30^2 = 54 \cdot 30 =$

$S = \sqrt{54 \cdot 30 - 30^2} = \sqrt{1{,}8 \cdot 30^2 - 30^2} = 30\sqrt{1{,}8 - 1} =$

$= 12\sqrt{5}$ м

Ответ: $12\sqrt{5}$ м (калькуляторами пользоваться запретили :-( )

+

№3 Дано:
$m = 40$ гр.
$k = 5/4$
Найти:
$m_1 = ?$

При сжигании топлива (m) образуется Q Дж:
$\lambda m = Q$ Дж.
Q Дж тепла поглощает вода и яйцо (потери тепла в любых случаях будут одинаковыми, поэтому ими можно пренебречь), т.е.

$Q - Q_в - Q_я = 0$

$Q = Q_в + Q_я$

При двух яйцах:

$\lambda m k = kQ$ Дж $= Q_в + Q_я + Q_я$

$\lambda \cdot 40 \cdot \frac{5}{4} = \frac{5}{4} Q = Q_в + Q_я + Q_я \Rightarrow$

на одно яйцо тратиться $\frac{1}{4}Q$ Дж $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ 10 грамм топлива.

$Q_я = \lambda \cdot 10$гр.

$\lambda \cdot 40$гр. $= Q_в + \lambda \cdot 10$гр

$Q_в = \lambda 30$гр.

Ответ: 30 грамм топлива

+

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

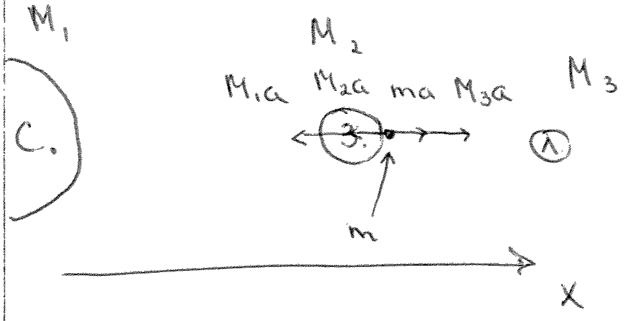
Вариант: 7991

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ Я61 39-87

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

N1. Рассмотрим ситуацию:

Ночь:



P = N

(вес равен силе реакции опоры)

M3a – сила пр. Луны

ma – центробежная сила (т.к. Земля вращается)

M2a – сила прит. Земли

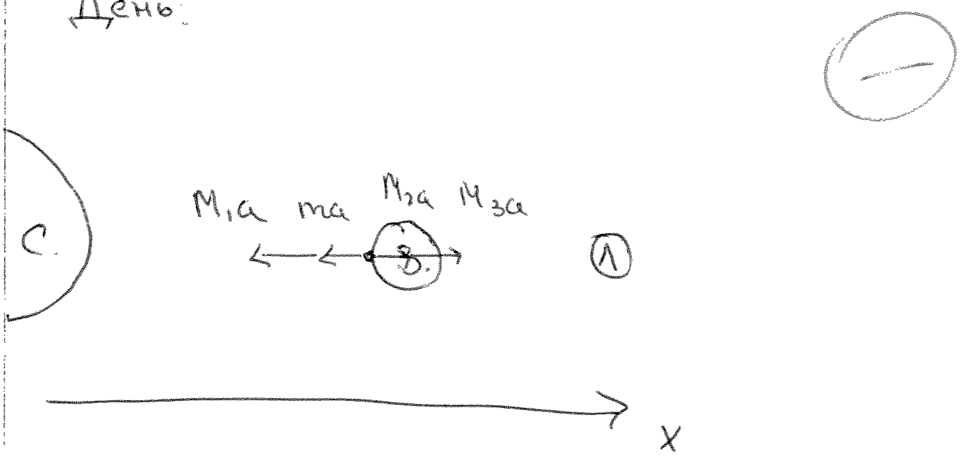
M3a – сила прит. Солнца

(a – везде разные (ускорения))

$$\overline{N_1} = \overline{P} = \overline{M_1a} + \overline{M_2a} + \overline{ma} + \overline{M_3a}$$

$$|N_1| = M_1a - ma + M_2a - M_3a = N \text{ (по оси x)}$$

День:



$$|N_2| = M_1a + ma - M_2a - M_3a = -N \text{ (против оси x)}$$

$$N_2 = -ma + M_2a - M_1a + M_3a$$

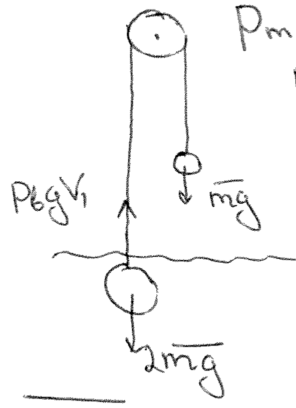
Заметим, что сила пр. Луны компенсирует силу притяжения солнца (Масса солнца больше массы луны, но луна ближе к Земле) ($a = G\frac{Mm}{(Rr)^2}$)

А центробежная сила слишком мала по

сравнению с силой притяжения Земли.
(из-за большого радиуса Земли; $a = \frac{V^2}{R}$)
Ответ: нет. ч.т.д

N4
Дано:
$2m$; $V_1 = V_2$;
m;
$\rho_{2m} = 3\rho_в$;
Найти:
$\frac{V_1}{V_2} = ?$

1)



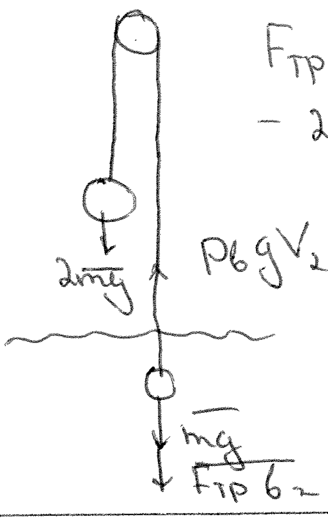
$\rho_m g \cancel{V} = \frac{1}{2}\cdot\rho_{2m} g \cancel{V}$
$\rho_m = 1{,}5\rho_в$
$mg = 1{,}5\rho_в g V$

$\vec{2mg} + \vec{\rho_в g V_1} + \vec{mg} + \vec{F_{тр.в_1}} = 0$
(скорость равномерная => $a = 0$)

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{|F_{тр.в_1}|}{|F_{тр.в_2}|}$

$2mg - \rho_в g V_1 - mg + \vec{F_{тр в_1}} = 0$
$3\cancel{6}\rho_в g V_1 - \rho_в g V_1 - mg - (+|F_{тр.в_1}|) = 0$
$\frac{1}{3}\cancel{\frac{5+2}{2\,3}}mg - F_{тр.в_1} = 0$
$\frac{1}{3}\cancel{\frac{5+2}{2\,3}}mg = F_{тр.в_1} = \frac{1}{3}\cancel{3{,}5}mg$

2)



$F_{тр.в_2} + mg - \rho_в g V_2 -$
$- 2mg = 0$

$F_{тр.в_2} = 2{,}5\rho_в g V_2 =$
$= \frac{5}{3}mg$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\frac{1}{3}\cancel{3{,}5\,mg}}{\frac{5}{3}\,mg} =$

$= \cancel{\frac{3{,}5\cdot 3}{5}} = \cancel{2{,}1} = \frac{1}{5}$

Ответ: ~~2,1 : 10~~ 1 : 5

N 1. Дано:

$R = 1 Ом$

$t = 100 с.$

$U = 20,1 В$

Найти:

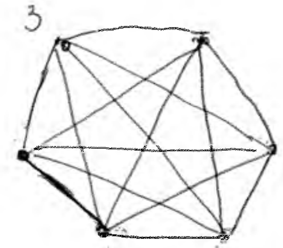
$Q = ?$ Дж.

Решение:

$Q = I^2Rt$ $I = \frac{U}{R}$

Нам надо найти $R_{общ}$:

Рассмотрим опр. часть:



Общее сопротивление гвоздя N 1 =>

$\frac{1}{2016} + \frac{1}{2015} + \frac{1}{...} + \frac{1}{3} = \frac{1}{R_{общ1}}$

на N 2

$1 + \frac{\cancel{1}}{R_{общ2}} \Rightarrow 1 \cancel{+ \frac{1}{20}}$ $\frac{1}{R_{общ2}} = \frac{1}{2015} \cdots \frac{1}{3}$

на N 3

$2 + R_{общ3} \Rightarrow \frac{1}{R_{общ3}} = \frac{1}{2014} + \frac{1}{2013} \cdots \frac{1}{3}$

$\cancel{\cdots \frac{1}{R_{общ}} = \frac{1}{1+2+3 \cdots + 2015} + \frac{1}{R_{общ1}} + \frac{1}{R_{общ2}} \cdots}$

$\cancel{\frac{1}{R_{общ3}} + \frac{1}{R_{общ4}} + \cancel{2016} + \cdots \frac{1}{R_{общ2016}} = \frac{1}{R_{общ}}}$

$I = \frac{U}{R_{общ}}$

$Q = UIt$ Дж,

$\frac{1}{R_{общ}} = \frac{1}{на N1} + \frac{1}{на N2} + \cdots \frac{1}{на N2016}$