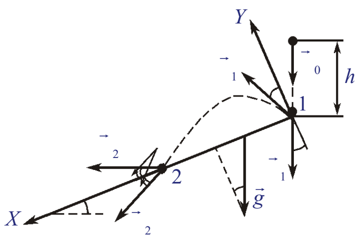
Вариант №1

Задача №1

Найдем скорость $_1$ мячика в момент первого удара о землю:

$$m\,g\,h \quad ½m\;{}^{2}_{0} \quad ½m\;{}^{2}_{1};\qquad {}_{1}\;\sqrt{{}^{2}_{0}\quad 2g\,h}.$$



Упруго отскочив со скоростью $_1$ $_1$, мячик будет двигаться по параболе, его координаты будут меняться по законам

$$x \quad {}_{1}\sin \quad t \quad ½g\sin \quad t^2;\qquad y \quad {}_{1}\cos \quad t \quad ½g\cos \quad t^2,$$

а проекции скорости на оси системы координат

$$_{x} \quad {}_{1}\sin \quad g\sin \quad t;\qquad {}_{y} \quad {}_{1}\cos \quad g\cos \quad t.$$

В момент второго удара о землю (y 0):

$$0 \quad {}_{1}\cos \quad t_{1,2} \quad ½g\cos \quad t_{1,2}^2;$$

$$_{2x} \quad {}_{1}\sin \quad g\sin \quad t_{1,2};\qquad {}_{2y} \quad {}_{1}\cos \quad g\cos \quad t_{1,2}.$$

Следовательно, время между первым и вторым ударами

$$t_{1,2} \quad 2 \quad {}_{1}/g \quad 2\sqrt{{}^{2}_{0}\quad 2g\,h}\Big/g,$$

а расстояние между ударами и проекции скорости мячика в момент второго удара

$$S_{1,2} \quad {}_{1}\sin \quad t_{1,2} \quad ½g\sin \quad t_{1,2}^2 \quad 4(\;{}_{1})^2\sin \quad /g \quad 4(\;{}^{2}_{0} \quad 2g\,h)\sin \quad /g \quad 16\text{ м};$$

$$_{2x} \quad 3\sqrt{{}^{2}_{0}\quad 2g\,h}\,\sin \quad ;\qquad {}_{2y} \quad \sqrt{{}^{2}_{0}\quad 2g\,h}\,\cos \quad .$$

Законы движения мячика после второго удара:

$$x \quad {}_{2x}\,t \quad ½g\sin \quad t^2;\qquad y \quad {}_{2y}\,t \quad ½g\cos \quad t^2,$$

где $_{2x}$ $_{2x}$, $_{2y}$ $_{2y}$. В момент третьего удара мячика (y 0):

$$0 \quad {}_{2y}\,t_{2,3} \quad ½g\cos \quad t_{2,3}^2.$$

Следовательно, время между вторым и третьим ударами

$$t_{2,3} \quad 2 \quad {}_{2y}/g\cos \quad 2\sqrt{{}^{2}_{0}\quad 2g\,h}\Big/g \quad t_{1,2},$$

а расстояние между ними

$$S_{2,3} \quad {}_{2x}\,t_{2,3} \quad ½g\sin \quad t_{2,3}^2 \quad 8(\;{}^{2}_{0} \quad 2g\,h)\sin \quad /g \quad 32\text{ м}.$$

Поскольку l $S_{1\ 2}$ $S_{2\ 3}$, то третий раз мячик о берег не ударится.

После второго удара скорость мячика будет направлена под углом к поверхности берега:

$$\text{tg} \quad \frac{|\;{}_{2y}|}{{}_{2x}} \quad \frac{\sqrt{{}^{2}_{0}\quad 2g\,h}\,\cos}{3\sqrt{{}^{2}_{0}\quad 2g\,h}\,\sin} \quad \frac{\cos}{3\sin} \quad \frac{1}{3\,\text{tg}};\qquad \text{arctg}\;\frac{1}{3\,\text{tg}} \quad 30^{\circ},$$

т.е. скорость мячика $_2$ $_2$ будет направлена горизонтально (параллельно поверхности воды).

Отскочив на расстоянии l' l $S_{1,2}$ от реки, мячик за время

$$t \quad \sqrt{2\quad h/g}$$

(где h $l'\sin$) в горизонтальном направлении пролетит расстояние

$$S \quad {}_{2}\,t \quad {}_{2}\,t \quad \sqrt{{}^{2}_{2x}\quad {}^{2}_{2y}}\sqrt{2\quad h/g} \quad \sqrt{(\;{}^{2}_{0}\quad 2g\,h)(9\sin^2 \quad \cos^2\;)}\sqrt{2\,(l \quad S_{1,2})\sin \quad /g} \quad 9{,}8\text{ м}.$$

Поскольку расстояние по горизонтали от места второго удара до противоположного берега реки

$$L \quad l'\cos \quad L \quad (l \quad S_{1,2})\cos \quad L \quad 8\text{ м} \quad S,$$

то мячик упадет на другом берегу.

Ответ: не упадет; мячик упадет на другом берегу реки.

Задача №2

Уравнение движения спутника Земли по орбите радиуса R

$$\frac{m\quad{}^{2}}{R} \quad G\frac{m\,M_3}{R^2},$$

где m, M_3 масса спутника и масса Земли соответственно.

Следовательно,

$$\frac{m\quad{}^{2}_{1}}{R} \quad G\frac{m\,M_3}{R^2};\qquad \frac{m\quad{}^{2}_{2}}{R\quad R} \quad G\frac{m\,M_3}{(R\quad R)^2}.$$

Отсюда находим:

$$R \quad G\frac{M_3}{{}^{2}_{1}} \quad g\frac{R_3^2}{{}^{2}_{1}};\quad \frac{{}^{2}_{2}}{{}^{2}_{1}} \quad \frac{R}{R\quad R};\quad {}_{2} \quad {}_{1}\sqrt{\frac{R}{R\quad R}} \quad {}_{1}\;1\quad\frac{R}{R}^{\;1/2} \quad {}_{1}\;1\quad\frac{R\quad{}^{2}_{1}}{g\,R_3^2}^{\;1/2} \quad 5{,}8\text{ км/с},$$

где учтено, что ускорение свободного падения вблизи поверхности Земли

$$g \quad G\,M_3/R_3^2.$$

Ответ: $_2$ $_1$ $1 \quad \frac{R\quad{}^{2}_{1}}{g\,R_3^2}^{\;1/2}$ 5,8 км/с.

Задача №3

В циклическом процессе 1 2 4 1 газ получает теплоту при изобарическом расширении 1 2, отдает при изохорическом охлаждении 2 4 и изотермическом сжатии 4 1.

В цикле 2 3 4 2 газ получает теплоту при изотермическом расширении 2 3 и изохорическом нагревании 4 2, отдает при изобарическом сжатии 3 4.

Следовательно, КПД соответствующих циклов

$$_{1} \quad 1 \quad \frac{|Q_{2\ 4}\quad Q_{4\ 1}|}{Q_{1\ 2}} \quad 1 \quad \frac{Q_{4\ 2}\quad Q_{1\ 4}}{Q_{1\ 2}};\qquad {}_{2} \quad 1 \quad \frac{|Q_{3\ 4}|}{Q_{2\ 3}\quad Q_{4\ 2}} \quad 1 \quad \frac{Q_{4\ 3}}{Q_{2\ 3}\quad Q_{4\ 2}}.$$

Поскольку в изотермических процессах внутренняя энергия газа не меняется, то

$$A_{1\ 4} \quad Q_{1\ 4} \quad (1 \quad {}_{1})Q_{1\ 2} \quad Q_{4\ 2};\qquad A_{2\ 3} \quad Q_{2\ 3} \quad \frac{Q_{4\ 3}}{1\quad{}_{2}} \quad Q_{4\ 2}.$$

Так как T_1 T_4 и T_2 T_3, то

$$Q_{1\ 2} \quad ⁵⁄₂\;R\,(T_2 \quad T_1);\qquad Q_{4\ 3} \quad ⁵⁄₂\;R\,(T_2 \quad T_1);\qquad Q_{4\ 2} \quad ³⁄₂\;R\,(T_2 \quad T_1).$$

Следовательно,

$$\frac{A_{2\ 3}}{A_{1\ 4}} \quad \frac{\dfrac{⁵⁄₂\;R\,(T_2\quad T_1)}{1\quad{}_{2}} \quad ³⁄₂\;R\,(T_2\quad T_1)}{(1\quad{}_{1})⁵⁄₂\;R\,(T_2\quad T_1) \quad ³⁄₂\;R\,(T_2\quad T_1)} \quad \frac{\dfrac{5}{1\quad{}_{2}}\quad 3}{5\,(1\quad{}_{1})\quad 3} \quad \frac{\dfrac{5}{1\quad{}_{2}}\quad 3}{5\,(1\quad{}_{1})\quad 3} \quad 3.$$

Ответ: $\dfrac{A_{2\ 3}}{A_{1\ 4}} \quad \dfrac{5/(1\quad{}_{2})\quad 3}{5\,(1\quad{}_{1})\quad 3} \quad 3.$

Задача №4

N одинаковых проводящих пластин, расположенных параллельно друг другу на малых расстояниях, представляют собой (N 1) одинаковых конденсаторов, соединенных последовательно:

$$C \quad \frac{C_0}{N\quad 1},$$

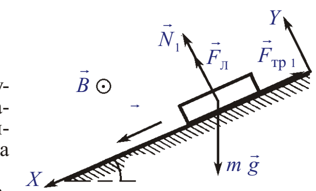
где C_0 емкость одного конденсатора.

Если каждую третью пластину соедининить проводниками с двумя соседними, количество конденсаторов станет равным ⅓ N (поскольку N 2013 делится на 3). Емкость такой системы

$$C' \quad \frac{C_0}{⅓\,N} \quad \frac{3\,(N\quad 1)}{N}\,C \quad 40{,}24\text{ пФ}.$$

Ответ: C' $\dfrac{3\,(N\quad 1)}{N}\,C$ 40,24 пФ.

Задача №5



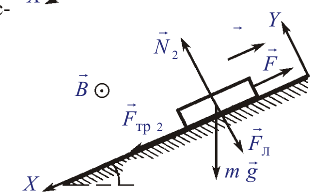
При движении заряженной монеты в магнитном поле на нее будет действовать сила Лоренца. Когда монета соскальзывает с наклонной плоскости, сила Лоренца будет направлена вверх, перпендикулярно плоскости, а при движении монеты вверх сила Лоренца будет направлена вниз, перпендикулярно плоскости (см. рисунки).

Запишем уравнения движения монеты в проекциях на оси системы координат:

$$OX: 0 \quad m\,g\sin \quad F_{тр\,1};\quad OY: 0 \quad m\,g\cos \quad N_1 \quad F_Л;$$

$$OX: 0 \quad m\,g\sin \quad F_{тр\,2} \quad F;\quad OY: 0 \quad m\,g\cos \quad N_2 \quad F_Л,$$

где $F_{тр\,1}$ N_1; $F_{тр\,2}$ N_2; $F_Л$ q B.



Отсюда получим:

$$N_1 \quad m\,g\cos \quad q \quad B;\quad m\,g\sin \quad (m\,g\cos \quad q \quad B);$$

$$N_2 \quad m\,g\cos \quad q \quad B;\quad F \quad m\,g\sin \quad (m\,g\cos \quad q \quad B);$$

$$F \quad (m\,g\cos \quad q \quad B) \quad (m\,g\cos \quad q \quad B) \quad 2 \quad m\,g\cos \quad 42{,}4\text{ мН}.$$

Ответ: F 2 $m\,g\cos$ 42,4 мН.

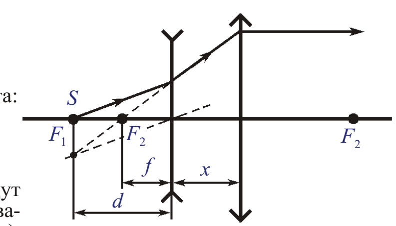
Задача №6

Записав формулу тонкой рассеивающей линзы

$$\frac{1}{d} \quad \frac{1}{f} \quad \frac{1}{F_1},$$

найдем расстояние от линзы до изображения источника света:

$$f \quad \frac{d\,F_1}{d \quad F_1} \quad ½F_1,$$



где учтено, что d F_1.

Так как после преломления в собирающей линзе лучи идут параллельным пучком, то изображение, полученное в рассеивающей линзы, находится в фокусе собирающей (см. рисунок). Следовательно,

$$x \quad F_2 \quad f \quad F_2 \quad ½F_1 \quad 15\text{ см}.$$

Ответ: x F_2 ½F_1 15 см.

Вариант №2

Задача №1

Найдем скорость $_1$ мячика в момент первого удара о землю:

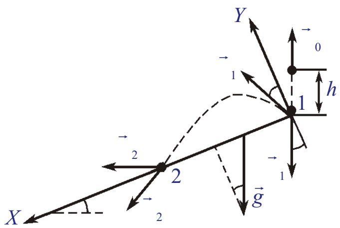
$$m\,g\,h \quad ½ m\ {}^2_0 \quad ½ m\ {}^2_1; \qquad {}_1 \quad \sqrt{{}^2_0 \quad 2g\,h}.$$

Упруго отскочив со скоростью $_1$ $_1$, мячик будет двигаться по параболе, его координаты будут меняться по законам

$$x \quad {}_1 \sin \quad t \quad ½ g \sin \quad t^2; \qquad y \quad {}_1 \cos \quad t \quad ½ g \cos \quad t^2,$$

а проекции скорости на оси системы координат

$${}_x \quad {}_1 \sin \quad g \sin \quad t; \qquad {}_y \quad {}_1 \cos \quad g \cos \quad t.$$



В момент второго удара о землю (y 0):

$$0 \quad {}_1 \cos \quad t_{1,2} \quad ½ g \cos \quad t^2_{1,2};$$

$${}_{2x} \quad {}_1 \sin \quad g \sin \quad t_{1,2}; \qquad {}_{2y} \quad {}_1 \cos \quad g \cos \quad t_{1,2}.$$

Следовательно, время между первым и вторым ударами

$$t_{1,2} \quad 2 \quad {}_1/g \quad 2\sqrt{{}^2_0 \quad 2g\,h}/g,$$

а расстояние между ударами и проекции скорости мячика в момент второго удара

$$S_{1,2} \quad {}_1 \sin \quad t_{1,2} \quad ½ g \sin \quad t^2_{1,2} \quad 4(\ {}_1)^2 \sin \quad /g \quad 4(\ {}^2_0 \quad 2g\,h) \sin \quad /g \quad 7{,}2 \text{ м};$$

$${}_{2x} \quad 3\sqrt{{}^2_0 \quad 2g\,h} \sin \quad ; \qquad {}_{2y} \quad \sqrt{{}^2_0 \quad 2g\,h} \cos \quad .$$

Законы движения мячика после второго удара:

$$x \quad {}_{2x}\, t \quad ½ g \sin \quad t^2; \qquad y \quad {}_{2y}\, t \quad ½ g \cos \quad t^2,$$

где $_{2x}$ $_{2x}$, $_{2y}$ $_{2y}$. В момент третьего удара мячика (y 0):

$$0 \quad {}_{2y}\, t_{2,3} \quad ½ g \cos \quad t^2_{2,3}.$$

Следовательно, время между вторым и третьим ударами

$$t_{2,3} \quad 2 \quad {}_{2y}/g \cos \quad 2\sqrt{{}^2_0 \quad 2g\,h}/g \quad t_{1,2},$$

а расстояние между ними

$$S_{2,3} \quad {}_{2x}\, t_{2,3} \quad ½ g \sin \quad t^2_{2,3} \quad 8(\ {}^2_0 \quad 2g\,h) \sin \quad /g \quad 14{,}4 \text{ м}.$$

Аналогично,

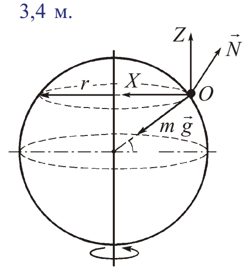
$$S_{3,4} \quad 12(\ {}^2_0 \quad 2g\,h) \sin \quad /g \quad 21{,}6 \text{ м}.$$

Поскольку l $S_{1\ 2}$ $S_{2\ 3}$ $S_{3\ 4}$, то мячик последний раз ударится от воды на расстоянии

$$L \quad l \quad (\ S_{1\ 2} \quad S_{2\ 3}) \quad l \quad 12(\ {}^2_0 \quad 2g\,h) \sin \quad /g \quad 3{,}4 \text{ м}.$$

Ответ: $L \quad l \quad 12(\ {}^2_0 \quad 2g\,h) \sin \quad /g \quad 3{,}4$ м.

Задача №2



При вращении Земли на тело действуют сила тяжести $m\,\vec{g}$ и сила реакции $\vec{N}$.

Запишем уравнение движения тела в проекции на оси системы координат в виде

$$OX:\ m \quad {}^2 r \quad m\,g \cos \quad N_x; \qquad OZ:\ 0 \quad m\,g \sin \quad N_z,$$

где r $R_З \cos$; 2 $/T$ угловая скорость Земли (T длительность суток); N_x, N_z проекции силы реакции N на выбранные оси.

Вес тела по величине равен силе реакции:

$$P \quad \sqrt{N^2_x \quad N^2_z} \quad m\sqrt{(g \cos \quad {}^2 r)^2 \quad g^2 \sin^2} \quad m\sqrt{\left(g \cos \quad \frac{4\ {}^2}{T^2} R_З \cos\right)^2 \quad g^2 \sin^2} \ ;$$

$$P \quad m\,g\sqrt{\cos^2 \left(1 \quad \frac{4\ {}^2}{g\,T^2} R_З\right)^2 \quad \sin^2} \quad m\,g\sqrt{1 \quad \frac{8\ {}^2}{g\,T^2} R_З \left(1 \quad \frac{2\ {}^2}{g\,T^2} R_З\right) \cos^2}\ .$$

Вес тела на полюсе равен силе тяжести: P_0 $m\,g$. Следовательно,

$$\frac{P_0}{P} \quad \left[1 \quad \frac{8\ {}^2}{g\,T^2} R_З \left(1 \quad \frac{2\ {}^2}{g\,T^2} R_З\right) \cos^2\right]^{½} \quad 1{,}00086.$$

Ответ: $\dfrac{P_0}{P} \quad \left[1 \quad \dfrac{8\ {}^2}{g\,T^2} R_З \left(1 \quad \dfrac{2\ {}^2}{g\,T^2} R_З\right) \cos^2\right] \quad 1{,}00086.$

Задача №3

В цикле 1 3 4 1 газ получает теплоту при изобарическом расширении 1 3, отдает при изохорическом охлаждении 3 4 и изотермическом сжатии 4 1. Следовательно, КПД цикла 1 3 4 1

$$\frac{A_{1\ 3\ 4\ 1}}{Q_{1\ 3}},$$

где работа газа за цикл 1 3 4 1

$$A_{1\ 3\ 4\ 1} \quad A_{1\ 3} \quad A_{3\ 4} \quad A_{4\ 1} \quad A_{1\ 3} \quad A_{1\ 4}.$$

Работа газа за цикл 1 2 3 1

$$A_{1\ 2\ 3\ 1} \quad A_{1\ 2} \quad A_{2\ 3} \quad A_{3\ 1} \quad A_{2\ 3} \quad A_{1\ 3},$$

причем $A_{2\ 3}$ $n\,A_{1\ 4}$; $A_{1\ 2\ 3\ 1}$ $k\,A_{1\ 3\ 4\ 1}$. Следовательно,

$$A_{2\ 3} \quad A_{1\ 3} \quad k\,(A_{1\ 3} \quad A_{1\ 4}); \quad n\,A_{1\ 4} \quad A_{1\ 3} \quad k\,(A_{1\ 3} \quad A_{1\ 4}); \quad A_{1\ 3} \quad \frac{n \quad k}{k \quad 1} A_{1\ 4}; \quad A_{1\ 3\ 4\ 1} \quad \frac{n \quad 1}{k \quad 1} A_{1\ 4}.$$

Поскольку

$$A_{1\ 3} \quad R\,(T_3 \quad T_1); \quad Q_{1\ 3} \quad ⁵⁄₂ \quad R\,(T_3 \quad T_1),$$

то

$$Q_{1\ 3} \quad ⁵⁄₂\, A_{1\ 3} \quad \frac{5\,(n \quad k)}{2\,(k \quad 1)} A_{1\ 4}.$$

Следовательно,

$$\frac{A_{1\ 3\ 4\ 1}}{Q_{1\ 3}} \quad \frac{2\,(n \quad 1)}{5\,(n \quad k)} \quad 0{,}123 \quad 12{,}3\%.$$

Ответ: $\dfrac{2\,(n \quad 1)}{5\,(n \quad k)} \quad 0{,}123 \quad 12{,}3\%.$

Задача №4

При параллельном соединении n частей проволоки одинаковой длины и сопротивлением r каждой части:

$$\frac{1}{R} \quad \frac{n}{r}; \qquad r \quad n\,R.$$

Следовательно, сопротивление всей проволоки

$$R_0 \quad n\,r \quad n^2 R.$$

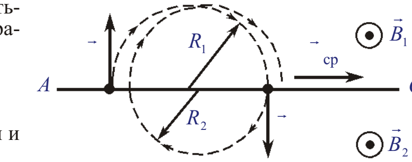
При параллельном соединении N частей такой же проволоки:

$$\frac{1}{R'} \quad \frac{N}{r}; \qquad R' \quad \frac{r}{N} \quad \frac{R_0}{N^2} \quad \frac{n^2}{N^2} R \quad 1 \text{ Ом},$$

где r R_0/N.

Ответ: R' $R\,n^2/N^2$ 1 Ом.

Задача №5



Влетев в однородное магнитное поле с индукцией B_1 перпендикулярно линиям индукции, частица будет двигаться с постоянной по величине скоростью по окружности радиуса R_1. Записав уравнение движения частицы в виде

$$m\,\frac{{}^2}{R_1} \quad F_Л$$

(где сила Лоренца $F_Л$ q B_1), найдем радиус окружности и период обращения частицы:

$$R_1 \quad \frac{m}{q\,B_1}; \qquad T_1 \quad \frac{2 \quad R_1}{} \quad \frac{2 \quad m}{q\,B_1}.$$

Аналогично в магнитном поле с индукцией $\vec{B}_2$:

$$R_2 \quad \frac{m}{q\,B_2}; \qquad T_2 \quad \frac{2 \quad m}{q\,B_2}.$$

Следовательно, вдоль границы раздела полей частица будет двигаться со скоростью

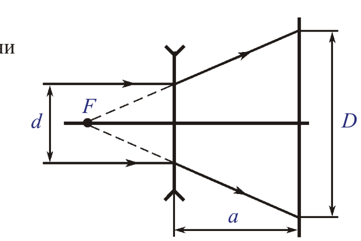
$${}_{ср} \quad \frac{2R_1 \quad 2R_2}{½T_1 \quad ½T_2} \quad 2\,\frac{m \quad (B_2 \quad B_1)}{q\,B_1\,B_2} : \frac{m\,(B_1 \quad B_2)}{q\,B_1\,B_2} \quad 2\,\frac{(B_2 \quad B_1)}{(B_1 \quad B_2)} \quad 2\,\frac{B_1\,(n \quad 1)}{B_1\,(n \quad 1)} \quad 2\,\frac{(n \quad 1)}{(n \quad 1)}.$$

Отношение скорости движения частицы к средней скорости $_{ср}$ ее перемещения вдоль границы раздела полей

$$\frac{}{{}_{ср}} \quad \frac{(n \quad 1)}{2\,(n \quad 1)} \quad 7{,}85.$$

Ответ: $\dfrac{}{{}_{ср}} \quad \dfrac{(n \quad 1)}{2\,(n \quad 1)} \quad 7{,}85.$

Задача №6



После преломления в рассеивающей линзе крайние лучи пучка будут идти так, как показано на рисунке.

Из подобия треугольников получим:

$$\frac{D}{d} \quad \frac{a \quad F}{F}.$$

Следовательно,

$$F \quad \frac{a\,d}{D \quad d} \quad 10 \text{ см}.$$

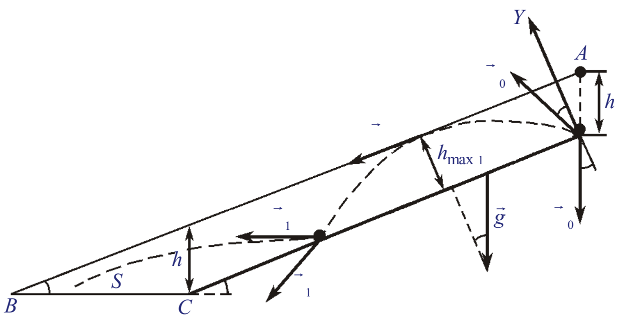
Ответ: $F \quad \dfrac{a\,d}{} \quad 10$ см.

Вариант №3

Задача №1

Пусть удары мячика абсолютно упругие.

В момент первого удара скорость мячика равна $_0 \quad \sqrt{2gh}$. Отскочив со скоростью $_0 \quad _0$, мячик будет двигаться по параболе, а его координата y и проекция скорости на ось OY будут меняться по законам (см. рисунок)



$$y \quad _0\cos \quad t \quad \tfrac{1}{2} g \cos \quad t^2;$$

$$_y \quad _0\cos \quad g\cos \quad t.$$

Когда мячик будет находиться в высшей точке траектории относительно плоскости берега ($y \quad h_{\max 1}$; $_y \quad 0$)

$$h_{\max 1} \quad _0\cos \quad _1 \quad \tfrac{1}{2} g\cos \quad _1^2; \quad 0 \quad _0\cos \quad g\cos \quad _1,$$

а в момент падения ($y \quad 0$; $_y \quad _{1y}$)

$$0 \quad _0\cos \quad t_1 \quad \tfrac{1}{2} g\cos \quad t_1^2; \quad _{1y} \quad _0\cos \quad g\cos \quad t_1.$$

Следовательно, время подъема на максимальную высоту и максимальная высота подъема мячика над поверхностью берега

$$_1 \quad \frac{_0}{g}; \quad h_{\max 1} \quad \frac{(\quad)^2}{2g}\cos \quad \frac{_0^2}{2g}\cos \quad h\cos \quad ,$$

а время между первым и вторым ударами и проекция скорости мячика на ось OY

$$t_1 \quad 2 \quad _0/g; \quad _{1y} \quad _0\cos \quad _0\cos \quad \sqrt{2gh}\cos \quad .$$

Записав законы движения мячика в проекции на ось OY после второго удара

$$y \quad _{1y}\,t \quad \tfrac{1}{2} g\cos \quad t^2; \quad _y \quad _{1y} \quad g\cos \quad t$$

(где $_{1y} \quad _{1y}$) в высшей точке траектории ($y \quad h_{\max 2}$; $_y \quad 0$)

$$h_{\max 2} \quad _{1y} \quad _2 \quad \tfrac{1}{2} g\cos \quad _2^2; \quad 0 \quad _{1y}\cos \quad g\cos \quad _2,$$

получим:

$$_2 \quad \frac{_{1y}}{g\cos}; \quad h_{\max 2} \quad \frac{(\ _{1y})^2}{2g\cos} \quad \frac{(\ _{1y})^2}{2g\cos} \quad h\cos \quad h_{\max 1}.$$

Очевидно, что при таком движении траектория мячика будет лежать между плоскостью берега и линией AB (периодически ее касаясь). Следовательно, в любой момент времени расстояние от мячика до берега, измеренное по горизонтали, не может превышать

$$S \quad BC \quad h\,\mathrm{ctg} \quad 1{,}73 \text{ м.}$$

Поскольку ширина реки $l \quad S$, то мячик обязательно упадет в реку.

Если удары мячика не упругие, то траектория мячика будет лежать в том же коридоре, но не касаясь линии AB. При этом в любой момент расстояние от мячика до берега, измеренное по горизонтали, будет меньше S. В этом случае мячик тем более упадет в реку.

Ответ: упадет.

Задача №2

Уравнение движения тела, находящегося внутри спутника в состоянии невесомости:

$$\frac{m \quad ^2}{R} \quad m g,$$

где $g \quad G M_3/R^2$; m масса тела; R радиус орбиты спутника.

Период обращения спутника вокруг Земли

$$T \quad \frac{2 \quad R}{} \quad \frac{2 \quad R}{\sqrt{gR}} \quad \frac{2 \quad \sqrt{R}}{\sqrt{g}} \quad \frac{2 \quad \sqrt[4]{G M_3/g}}{\sqrt{g}}.$$

Выразив массу Земли через ее радиус и ускорение свободного падения вблизи поверхности

$$g_0 \quad G M_3/R_3^2,$$

получим

$$T \quad \frac{2 \quad \sqrt[4]{g_0 R_3^2/g}}{\sqrt{g}} \quad \frac{2 \quad \sqrt{R_3}\sqrt[4]{g_0/g}}{\sqrt{g}} \quad 2 \quad \sqrt{\frac{R_3}{g}\sqrt{\frac{g_0}{g}}} \quad 28123 \text{ с.}$$

Ответ: $T \quad 2 \quad \sqrt{\frac{R_3}{g}\sqrt{\frac{g_0}{g}}} \quad 28123 \text{ с} \quad 7 \text{ ч } 48 \text{ мин } 43 \text{ с.}$

Задача №3

В циклическом процессе 1 2 4 1 газ получает теплоту при изобарическом расширении 1 2, отдает при изохорическом охлаждении 2 4 и изотермическом сжатии 4 1.

В цикле 2 3 4 2 газ получает теплоту при изотермическом расширении 2 3 и изохорическом нагревании 4 2, отдает при изобарическом сжатии 3 4.

Следовательно, КПД соответствующих циклов

$$_1 \quad \frac{A_1}{Q_{1\ 2}}; \quad _2 \quad \frac{A_2}{Q_{2\ 3} \quad Q_{4\ 2}} \quad \frac{A_2}{A_2 \quad |Q_{3\ 4}|} \quad \frac{A_2}{A_2 \quad Q_{4\ 3}}.$$

Отсюда получим:

$$A_1 \quad _1 Q_{1\ 2}; \quad A_2 \quad \frac{_2 Q_{4\ 3}}{1 \quad _2}.$$

Так как $T_1 \quad T_4$ и $T_2 \quad T_3$, то

$$Q_{1\ 2} \quad \tfrac{5}{2} \quad R(T_2 \quad T_1); \quad Q_{4\ 3} \quad \tfrac{5}{2} \quad R(T_2 \quad T_1).$$

Следовательно,

$$\frac{A_2}{A_1} \quad \frac{_2 Q_{4\ 3}}{_1(1 \quad _2) Q_{1\ 2}} \quad \frac{_2 \tfrac{5}{2} \quad R(T_2 \quad T_1)}{_1(1 \quad _2)\tfrac{5}{2} \quad R(T_2 \quad T_1)} \quad \frac{_2}{_1(1 \quad _2)} \quad 1{,}26.$$

Ответ: $\frac{A_2}{A_1} \quad \frac{_2}{_1(1 \quad _2)} \quad 1{,}26.$

Задача №4

N одинаковых проводящих пластин, расположенных параллельно друг другу на малых расстояниях, представляют собой ($N \quad 1$) одинаковых конденсаторов, соединенных последовательно:

$$C \quad \frac{C_0}{N \quad 1},$$

где C_0 емкость одного конденсатора.

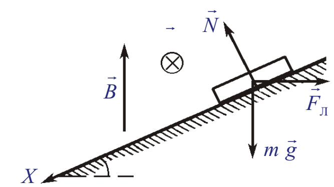
Если каждую вторую пластину убрать, не трогая остальные пластины, то количество конденсаторов станет равным $\tfrac{1}{2}(N \quad 1)$ (поскольку $N \quad 2013$ нечетное число), причем емкость каждого конденсатора уменьшится в 2 раза (так как в 2 раза увеличится расстояние между пластинами). Емкость такой системы

$$C' \quad \frac{\tfrac{1}{2} C_0}{\tfrac{1}{2}(N \quad 1)} \quad \frac{C_0}{N \quad 1} \quad C \quad 40 \text{ пФ.}$$

Ответ: $C' \quad C \quad 40$ пФ.

Задача №5

При движении заряженной монеты в магнитном поле на нее будет действовать сила Лоренца. Чтобы монета не соскальзывала по плоскости вниз, сила Лоренца должна этому препятствовать. Поэтому монете надо сообщить начальную скорость, направленную так, как показано на рисунке.



Записав уравнение движения монеты в проекции на ось OX

$$0 \quad m g \sin \quad F_Л \cos \quad ,$$

получим

$$\frac{m g \sin}{q B \cos} \quad \frac{m g}{q B}\,\mathrm{tg} \quad 8{,}6 \text{ м/с,}$$

где учтено, что величина силы Лоренца $F_Л \quad q \quad B$.

Ответ: $\frac{m g}{q B}\,\mathrm{tg} \quad 8{,}6$ м/с.

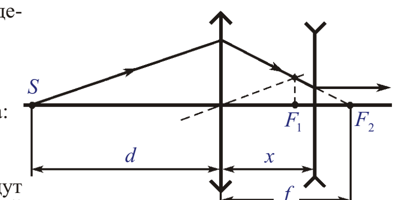
Задача №6

Записав формулу тонкой собирающей линзы для случая действительного изображения предмета

$$\frac{1}{d} \quad \frac{1}{f} \quad \frac{1}{F_1},$$

найдем расстояние от линзы до изображения источника света:

$$f \quad \frac{d F_1}{d \quad F_1}.$$



Так как после преломления в рассеивающей линзе лучи идут параллельным пучком, то они падали в направлении фокуса этой линзы, расположенного за линзой (см. рисунок). Следовательно,

$$x \quad f \quad F_2 \quad \frac{d F_1}{d \quad F_1} \quad F_2 \quad 10 \text{ см.}$$

Ответ: $x \quad \frac{d F_1}{d \quad F_1} \quad F_2 \quad 10$ см.

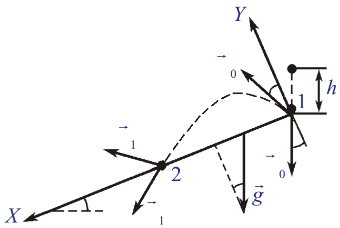
Вариант №4

Задача №1

В момент первого удара о землю скорость мячика равна

$$_0 \quad \sqrt{2\,g\,h}.$$

Отскочив со скоростью $_0 \quad _0$, мячик будет двигаться по параболе, его координаты будут меняться по законам



$$x \quad _0 \sin \quad t \quad \tfrac{1}{2} g \sin \quad t^2; \qquad y \quad _0 \cos \quad t \quad \tfrac{1}{2} g \cos \quad t^2,$$

а проекции скорости на оси системы координат

$$_x \quad _0 \sin \quad g \sin \quad t; \qquad _y \quad _0 \cos \quad g \cos \quad t.$$

В момент второго удара о землю ($x \quad S_{1,2}$; $y \quad 0$):

$$S_{1,2} \quad _0 \sin \quad t_{1,2} \quad \tfrac{1}{2} g \sin \quad t_{1,2}^2;$$

$$0 \quad _0 \cos \quad t_{1,2} \quad \tfrac{1}{2} g \cos \quad t_{1,2}^2;$$

$$_{2x} \quad _0 \sin \quad g \sin \quad t_{1,2}; \qquad _{2y} \quad _0 \cos \quad g \cos \quad t_{1,2}.$$

Следовательно, время между первым и вторым ударами

$$t_{1,2} \quad 2 \quad _0/g \quad 2\sqrt{2\,g\,h}\big/g,$$

а расстояние между ударами и проекции скорости мячика в момент второго удара

$$S_{1,2} \quad _0 \sin \quad t_{1,2} \quad \tfrac{1}{2} g \sin \quad t_{1,2}^2 \quad 4(\quad _0)^2 \sin \quad /g \quad 8\,h \sin \quad 2{,}4 \text{ м};$$

$$_{1x} \quad 3\sqrt{2\,g\,h} \sin \quad ; \qquad _{1y} \quad \sqrt{2\,g\,h} \cos \quad .$$

Законы движения мячика после второго удара:

$$x \quad _{1x}\, t \quad \tfrac{1}{2} g \sin \quad t^2; \qquad y \quad _{1y}\, t \quad \tfrac{1}{2} g \cos \quad t^2,$$

где $_{1x} \quad _{1x}$, $_{1y} \quad _{1y}$. В момент третьего удара мячика ($y \quad 0$):

$$0 \quad _{1y}\, t_{2,3} \quad \tfrac{1}{2} g \cos \quad t_{2,3}^2.$$

Следовательно, время между вторым и третьим ударами

$$t_{2,3} \quad 2 \quad _{1y}/g \cos \quad 2\sqrt{2\,g\,h}\big/g \quad t_{1,2},$$

а расстояние между ними

$$S_{2,3} \quad _{1x}\, t_{2,3} \quad \tfrac{1}{2} g \sin \quad t_{2,3}^2 \quad 16\,h \sin \quad 4{,}8 \text{ м}.$$

Аналогично,

$$S_{3,4} \quad 24\,h \sin \quad 7{,}2 \text{ м}; \qquad S_{4,5} \quad 32\,h \sin \quad 9{,}6 \text{ м}; \quad \ldots .$$

Поскольку

$$S_{1,2} \quad S_{2,3} \quad S_{3,4} \quad 14{,}4 \text{ м}; \qquad S_{1,2} \quad S_{2,3} \quad S_{3,4} \quad S_{4,5} \quad 24 \text{ м},$$

а расстояние до воды $l \quad 16$ м, то мячик ударится о землю $n \quad 4$ раза.

Ответ: $n \quad 4$.

Задача №2

Поскольку сила притяжения обоих тел к Земле одинакова, то разница в их весе связана с различным расстоянием от тел до центра Луны, и, следовательно, различной силой притяжения к Луне. Учитывая, что силы притяжения тел Луной направлены в одну сторону, разница в весе тел

$$P \quad G \frac{m\,M_Л}{(R_{Л\text{-}З} \quad R_З)^2} \quad G \frac{m\,M_Л}{(R_{Л\text{-}З} \quad R_З)^2}.$$

Поскольку $R_{Л\text{-}З} \quad R_З$, то

$$P \quad G\,m\,M_Л \frac{R_{Л\text{-}З}^2 \quad 2R_{Л\text{-}З}R_З \quad R_З^2 \quad R_{Л\text{-}З}^2 \quad 2R_{Л\text{-}З}R_З \quad R_З^2}{(R_{Л\text{-}З}^2 \quad R_З^2)^2} \quad G\,m\,M_Л \frac{2(R_{Л\text{-}З}^2 \quad R_З^2)}{(R_{Л\text{-}З}^2 \quad R_З^2)^2} \quad \frac{2G\,m\,M_Л}{R_{Л\text{-}З}^2}.$$

Записав уравнение движения Луны вокруг Земли

$$M_Л \frac{^2}{R_{Л\text{-}З}} \quad G\frac{M_Л\,M_З}{R_{Л\text{-}З}^2}$$

с учетом, что $\quad 2 \quad R_{Л\text{-}З}/T$, получим:

$$\frac{4\;^2 R_{Л\text{-}З}}{T^2} \quad G\frac{M_З}{R_{Л\text{-}З}^2}; \qquad R_{Л\text{-}З} \quad \sqrt[3]{G\frac{M_З\,T^2}{4\;^2}};$$

$$P \quad 2G\,m\,M_Л \left(\frac{4\;^2}{G\,M_З\,T^2}\right)^{2/3} \quad 2G\,m\,M_Л \left(\frac{4\;^2}{g\,R_З^2\,T^2}\right)^{2/3} \quad 6{,}65\;10^{-5} \text{ Н},$$

где учтено, что

$$g \quad G\,M_З/R_З^2.$$

Ответ: $P \quad 2G\,m\,M_Л \left(\dfrac{4\;^2}{g\,R_З^2\,T^2}\right)^{2/3} \quad 6{,}65\;10^{-5}$ Н.

Задача №3

В циклическом процессе 1 2 3 1 газ получает теплоту при изохорическом нагревании 1 2 и изотермическом расширении 2 3, отдает при изобарическом сжатии 3 1.

В цикле 1 3 4 1 газ получает теплоту при изобарическом расширении 1 3, отдает при изохорическом охлаждении 3 4 и изотермическом сжатии 4 1.

Следовательно, КПД соответствующих циклов

$$_1 \quad 1 \quad \frac{|Q_{3\;1}|}{Q_{1\;2} \quad Q_{2\;3}} \quad 1 \quad \frac{Q_{1\;3}}{Q_{1\;2} \quad Q_{2\;3}}; \qquad _2 \quad 1 \quad \frac{|Q_{3\;4} \quad Q_{4\;1}|}{Q_{1\;3}} \quad 1 \quad \frac{Q_{4\;3} \quad Q_{1\;4}}{Q_{1\;3}}.$$

Поскольку в изотермических процессах внутренняя энергия газа не меняется, то

$$A_{2\;3} \quad Q_{2\;3} \quad \frac{Q_{1\;3}}{1 \quad _1} \quad Q_{1\;2}; \qquad A_{1\;4} \quad Q_{1\;4} \quad (1 \quad _2)Q_{1\;3} \quad Q_{4\;3}.$$

Так как $T_1 \quad T_4$ и $T_2 \quad T_3$, то

$$Q_{1\;2} \quad \tfrac{3}{2} \quad R\,(T_2 \quad T_1); \qquad Q_{4\;3} \quad \tfrac{3}{2} \quad R\,(T_2 \quad T_1); \qquad Q_{1\;3} \quad \tfrac{5}{2} \quad R\,(T_2 \quad T_1).$$

Следовательно,

$$n \quad \frac{A_{2\;3}}{A_{1\;4}} \quad \frac{\dfrac{\tfrac{5}{2} \quad R\,(T_2 \quad T_1)}{1 \quad _1} \quad \tfrac{3}{2} \quad R\,(T_2 \quad T_1)}{(1 \quad _2)\tfrac{5}{2} \quad R\,(T_2 \quad T_1) \quad \tfrac{3}{2} \quad R\,(T_2 \quad T_1)} \quad \frac{\dfrac{5}{1 \quad _1} \quad 3}{5\,(1 \quad _2) \quad 3}; \qquad _2 \quad 1 \quad \frac{\dfrac{5}{1 \quad _1} \quad 3 \quad 3\,n}{5\,n} \quad 0{,}156.$$

Ответ: $_2 \quad 1 \quad \dfrac{5/(1 \quad _1) \quad 3 \quad 3\,n}{5\,n} \quad 0{,}156 \quad 15{,}6\%$.

Задача №4

При параллельном соединении $n \quad 3$ частей провода сопротивлением $R_1 \quad R/n$ каждой части общее сопротивление

$$\frac{1}{R'} \quad \frac{n}{R_1}; \qquad R' \quad \frac{R_1}{n} \quad \frac{R}{n^2}.$$

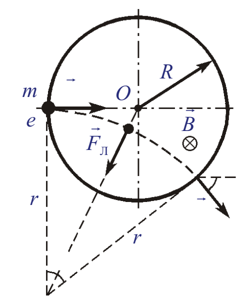
При замыкании получившимся проводником источника ток через источник

$$I \quad \frac{\mathscr{E}}{R' \quad r} \quad n^2 \frac{\mathscr{E}}{R \quad n^2\,r} \quad 0{,}09 \text{ А}.$$

Ответ: $I \quad n^2 \dfrac{\mathscr{E}}{R \quad n^2\,r} \quad 0{,}09$ А.

Задача №5

Влетев в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции, электрон будет двигаться с постоянной по величине скоростью по дуге окружности радиуса r. Записав уравнение движения частицы в виде



$$m \frac{^2}{r} \quad F_Л$$

(где сила Лоренца $F_Л \quad |e| \quad B$), получим

$$r \quad \frac{m}{|e|\,B}.$$

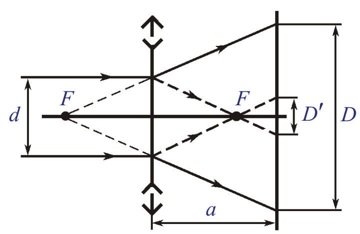
Пройдя область внутри соленоида, электрон изменит направление своего движения на угол (см. рисунок), причем

$$\operatorname{tg}(\tfrac{1}{2} \quad) \quad \frac{R}{r} \quad \frac{|e|\,B\,R}{m}; \qquad 2 \operatorname{arctg} \frac{|e|\,B\,R}{m} \quad 55{,}7^{\circ}.$$

Ответ: $\quad 2 \operatorname{arctg} \dfrac{|e|\,B\,R}{m} \quad 55{,}7^{\circ}$.

Задача №6

На рисунке сплошными линиями изображен ход лучей после преломления в рассеивающей линзе, штриховыми в собирающей, где учтено, что расстояние a от линз до экрана больше фокусного расстояния линз (см. ниже).



В случае рассеивающей линзы из подобия треугольников получим

$$\frac{D}{d} \quad \frac{a \quad F}{F},$$

а в случае собирающей

$$\frac{D'}{d} \quad \frac{a \quad F}{F}.$$

Следовательно,

$$a \quad \frac{(D \quad d)\,F}{d} \quad \tfrac{7}{5} F; \qquad D' \quad d\left(\frac{a}{F} \quad 1\right) \quad d\left(\frac{D \quad d}{d} \quad 1\right) \quad D \quad 2d \quad 2 \text{ см}.$$

Ответ: $D' \quad D \quad 2d \quad 2$ см.

Вариант №1

Задача №1

Дальность полета тела, брошенного под углом к горизонту,

$$S \quad \frac{{}_0^2 \sin 2}{g}.$$

Следовательно, минимальная начальная скорость тела, необходимая для его броска на расстояние S, будет при условии $\sin 2 \quad 1$:

$$_{0\,\min} \quad \sqrt{g\,S}.$$

Поскольку, по условию задачи

$$\frac{m\ {}_{Б}^{2}}{2} \quad n\frac{m\ {}_{А}^{2}}{2}$$

(где $_{Б}$, $_{А}$ $_{0\,\min}$ начальные скорости костей, брошенных Базилио и Алисой соответственно), то

$$_{Б} \quad \sqrt{n}\ {}_{А} \quad \sqrt{n\,g\,S}.$$

Так как Алиса и Базилио сидели на равных расстояниях от кувшина, то

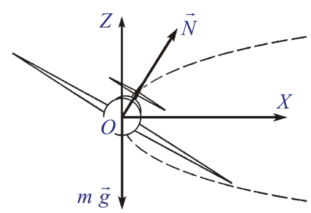
$$\frac{{}_{А}^{2}}{g} \quad \frac{{}_{Б}^{2}\sin 2\ {}_{Б}}{g}; \quad \frac{g\,S}{g} \quad \frac{n\,g\,S\,\sin 2\ {}_{Б}}{g}; \quad n \sin 2\ {}_{Б} \quad 1;$$

$$_{Б} \quad ½ \arcsin (1/n) \quad 15^{\circ} \quad \text{или} \quad {}_{Б} \quad ½\,[90^{\circ} \quad \arcsin (1/n)] \quad 75^{\circ}.$$

Ответ: $_{Б} \quad ½ \arcsin (1/n) \quad 15^{\circ}$ или $_{Б} \quad ½\,[90^{\circ} \quad \arcsin (1/n)] \quad 75^{\circ}$.

Задача №2

Уравнение движения летчика в проекции на ось OX, направленную к центру кривизны траектории, и вертикальную ось OZ (см. рисунок):



$$\frac{m\ {}^{2}}{R} \quad N_x; \quad 0 \quad N_z \quad m\,g,$$

где N_x, N_z – проекции силы реакции на соответствующие оси.

Поскольку вес летчика численно равен силе реакции, то

$$P \quad N \quad \sqrt{N_x^2 \quad N_z^2} \quad \sqrt{\frac{m^2\ {}^{4}}{R^2} \quad m^2\,g^2}.$$

Следовательно, перегрузка летчика

$$n \quad \frac{P}{m\,g} \quad \sqrt{\frac{{}^{4}}{g^2 R^2} \quad 1} \quad 2{,}74.$$

Ответ: $n \quad \frac{P}{m\,g} \quad \sqrt{\frac{{}^{4}}{g^2 R^2} \quad 1} \quad 2{,}74.$

Задача №3

На основании теоремы об изменении механической энергии

$$E \quad E_2 \quad E_1 \quad A\,(\vec{F}_{\text{сопр}}),$$

где начальная энергия самолета относительно уровня посадочной полосы

$$E_1 \quad \frac{m\ {}_0^2}{2} \quad m\,g\,h,$$

энергия самолета на уровне посадочной полосы

$$E_2 \quad \frac{m\ {}^{2}}{2},$$

работа сил сопротивления воздуха

$$A\,(\vec{F}_{\text{сопр}}) \quad A.$$

Следовательно,

$$\frac{m\ {}^{2}}{2} \quad \frac{m\ {}_0^2}{2} \quad m\,g\,h \quad A; \qquad \sqrt{{}_0^2 \quad 2\,g\,h \quad 2A/m} \quad 26{,}1 \text{ м/с}.$$

Ответ: $\sqrt{{}_0^2 \quad 2\,g\,h \quad 2A/m} \quad 26{,}1$ м/с.

Задача №4

Пусть V_0 и V внешний и внутренний объемы стакана соответственно, m масса стакана.

Условия плавания пустого стакана и стакана, частично заполненного водой, а затем медом:

$$m\,g \quad F_{\text{Арх}\,1}; \quad (m \quad m_{\text{в}})\,g \quad F_{\text{Арх}\,2}; \quad (m \quad m_{\text{м}})\,g \quad F_{\text{Арх}\,3},$$

где массы воды и меда в стакане

$$m_{\text{в}} \quad {}_{\text{в}}V; \quad m_{\text{м}} \quad {}_{\text{м}}(½\,V),$$

а силы Архимеда

$$F_{\text{Арх}\,1} \quad {}_{\text{в}}\,g \quad V_0; \quad F_{\text{Арх}\,2} \quad {}_{\text{в}}\,g\,V_0; \quad F_{\text{Арх}\,3} \quad {}_{\text{в}}\,g \quad V_0.$$

Следовательно,

$$m\,g \quad {}_{\text{в}}\,g \quad V_0; \quad (m \quad {}_{\text{в}}V)\,g \quad {}_{\text{в}}\,g\,V_0; \quad (m \quad ½\ {}_{\text{м}}V)\,g \quad {}_{\text{в}}\,g \quad V_0;$$

$$m \quad {}_{\text{в}} \quad V_0; \quad {}_{\text{в}} \quad V_0 \quad {}_{\text{в}}V \quad {}_{\text{в}}V_0; \quad {}_{\text{в}} \quad V_0 \quad ½\ {}_{\text{м}}V \quad {}_{\text{в}} \quad V_0;$$

$$V \quad V_0\,(1 \quad); \quad {}_{\text{в}} \quad ½\ {}_{\text{м}}(1 \quad) \quad {}_{\text{в}};$$

$$_{\text{м}} \quad {}_{\text{в}}\frac{2\,(}{1} \quad 1{,}56\ 10^3 \text{ кг/м}^3.$$

Ответ: $_{\text{м}} \quad {}_{\text{в}}\frac{2\,(}{1} \quad 1{,}56\ 10^3$ кг/м^3.

Задача №5

Запишем уравнение Менделеева Клапейрона для газа в отсеке в двух состояниях в виде

$$P\,V \quad R\,T; \quad (1 \quad n)\,P\,V \quad R\,(1 \quad k)\,T,$$

где , количества газа в отсеке до пробоины и после ее заделки. Следовательно, отсек потерял часть газа

$$x \quad \text{——} \quad 1 \quad \text{—} \quad 1 \quad \frac{1 \quad n}{1 \quad k} \quad \frac{n \quad k}{1 \quad k} \quad \frac{1}{30}.$$

Ответ: $x \quad \frac{n \quad k}{1 \quad k} \quad \frac{1}{30}.$

Задача №6

При доливании в калориметр со льдом минимального количества воды, чтобы в калориметре установилась температура t_0 0°C, лед нагреется до температуры t_0, получив количество теплоты

$$Q_{\text{пол}\,1} \quad m_{\text{л}}\,c_{\text{л}}\,(t_0 \quad t_{\text{л}})$$

(где $m_{\text{л}}$, $t_{\text{л}}$ масса и первоначальная температура льда), а вода остынет до температуры t_0 и замерзнет, отдав количество теплоты

$$Q_{\text{отд}\,1} \quad m_{\text{в}}\,c_{\text{в}}\,(t_1 \quad t_0) \quad m_{\text{в}}.$$

При доливании в калориметр второй порции воды массой $M_{\text{в}}$ $5\,m_{\text{в}}$ лед растает, получив количество теплоты

$$Q_{\text{пол}\,2} \quad (m_{\text{л}} \quad m_{\text{в}}),$$

а вода остынет до температуры t_0, отдав количество теплоты

$$Q_{\text{отд}\,2} \quad M_{\text{в}}\,c_{\text{в}}\,(t_2 \quad t_0) \quad 5\,m_{\text{в}}\,c_{\text{в}}\,(t_2 \quad t_0).$$

На основания уравнения теплового баланса ($Q_{\text{пол}\,1}$ $Q_{\text{отд}\,1}$; $Q_{\text{пол}\,2}$ $Q_{\text{отд}\,2}$):

$$m_{\text{л}}\,c_{\text{л}}\,(t_0 \quad t_{\text{л}}) \quad m_{\text{в}}\,c_{\text{в}}\,(t_1 \quad t_0) \quad m_{\text{в}}; \qquad (m_{\text{л}} \quad m_{\text{в}}) \quad 5\,m_{\text{в}}\,c_{\text{в}}\,(t_2 \quad t_0).$$

Отсюда находим:

$$m_{\text{л}} \quad \frac{5\,m_{\text{в}}\,c_{\text{в}}\,(t_2 \quad t_0) \quad m_{\text{в}}}{}; \quad \frac{5\,m_{\text{в}}\,c_{\text{в}}\,(t_2 \quad t_0) \quad m_{\text{в}}}{}\,c_{\text{л}}\,(t_0 \quad t_{\text{л}}) \quad m_{\text{в}}\,c_{\text{в}}\,(t_1 \quad t_0) \quad m_{\text{в}};$$

$$t_{\text{л}} \quad t_0 \quad \frac{}{c_{\text{л}}}\,\frac{c_{\text{в}}\,(t_1 \quad t_0)}{5\,c_{\text{в}}\,(t_2 \quad t_0)} \quad 33{,}65^{\circ}\text{C}.$$

Ответ: $t_{\text{л}} \quad t_0 \quad \frac{}{c_{\text{л}}}\,\frac{c_{\text{в}}\,(t_1 \quad t_0)}{5\,c_{\text{в}}\,(t_2 \quad t_0)} \quad 33{,}65^{\circ}$C.

Вариант №1

Задача №1

Поскольку тропинка была не скользкая, то колобок катился без проскальзывания. Поэтому линейные скорости $_{\text{вращ}}$ точек на поверхности колобка относительно его центра и скорость центра колобка $_{\text{к}}$ равны по величине, т.е.

$$_{\text{вращ}} \quad _{\text{к}}.$$

Так как по условию задачи скорость колобка в n раз больше скорости волка

$$_{\text{к}} \quad n \quad _{\text{в}},$$

то

$$_{\text{к}} \quad _{\text{в}} \quad _{\text{к}} \quad \frac{_{\text{к}}}{n} \quad _{\text{к}} \frac{n \quad 1}{n}.$$

Следовательно,

$$_{\text{вращ}} \quad _{\text{к}} \quad \frac{n}{n \quad 1}.$$

За t 1 с нос колобка относительно центра «проходил путь»

$$S \quad D,$$

где D диаметр колобка. Следовательно,

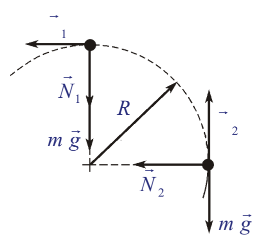
$$S \quad _{\text{вращ}} \quad t; \quad D \quad \frac{n}{n \quad 1} \quad t; \quad D \quad \frac{n}{(n \quad 1)} \quad t \quad 40 \text{ см.}$$

Ответ: $D \quad \frac{n}{(n \quad 1)} \quad t \quad 40$ см.

Задача №2

На основании закона сохранения энергии

$$\frac{m \quad _2^2}{2} \quad \frac{m \quad _1^2}{2} \quad m\, g\, R,$$



где R радиус петли; $\vec{}_1$, $\vec{}_2$ скорости планера в верхней точке петли Нестерова и в момент времени, когда скорость планера направлена вертикально (см. рисунок).

Уравнения движения пилота в соответствующих точках в проекции на ось, направленную к центру кривизны траектории:

$$\frac{m \quad _1^2}{R} \quad m\, g \quad N_1; \quad \frac{m \quad _2^2}{R} \quad N_2,$$

где $N_1 \quad m\, g$, N_2 силы реакции сидения, по величине равные силам, с которыми пилот к нему прижимается, т.е. весу пилота.

Следовательно,

$$\frac{R\, N_2}{2} \quad \frac{2 R\, m\, g}{2} \quad m\, g\, R; \quad N_2 \quad 4 m\, g.$$

Искомый коэффициент перегрузки

$$n \quad \frac{N_2}{m\, g} \quad 4.$$

Ответ: $n \quad 4$.

Задача №3

В момент прохождения равновесия скорость тела максимальна и равна

$$_{\max} \quad A \quad ,$$

где $\quad \sqrt{k/m}$ циклическая частота колебаний.

Под действием импульса силы $F \quad t$ тело приобретет импульс

$$m \quad _1 \quad F \quad t \quad m \quad _{\max},$$

т.е. скорость

$$\frac{F \quad t}{m} \quad _{\max}.$$

На основании закона сохранения энергии

$$\frac{m \quad _1^2}{2} \quad \frac{k\, A_1^2}{2},$$

где A_1 новая амплитуда колебаний.

Следовательно,

$$A_1 \quad _1 \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \frac{F \quad t}{m} \quad _{\max} \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \frac{F \quad t}{m} \quad A \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \frac{F \quad t}{\sqrt{m\, k}} \quad A.$$

Аналогично, после второго действия импульса силы $F \quad t$:

$$_2 \quad \frac{F \quad t}{m} \quad _1; \quad \frac{m \quad _2^2}{2} \quad \frac{k\, A_2^2}{2};$$

$$A_2 \quad _2 \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \frac{F \quad t}{m} \quad _1 \sqrt{\frac{m}{k}} \quad 2\frac{F \quad t}{m} \quad _{\max} \sqrt{\frac{m}{k}} \quad 2\frac{F \quad t}{m} \quad A \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \sqrt{\frac{m}{k}} \quad 2\frac{F \quad t}{\sqrt{m\, k}} \quad A.$$

Следовательно, после N действий импульса силы амплитуда колебаний

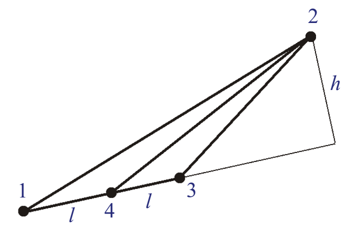
$$A_N \quad N \frac{F \quad t}{\sqrt{m\, k}} \quad A \quad 7{,}4 \text{ см.}$$

Ответ: $A_N \quad N \frac{F \quad t}{\sqrt{m\, k}} \quad A \quad 7{,}4$ см.

Задача №4

В циклических процессах 1 2 3 1 и 1 2 4 1 газ получает теплоту на участке 1 2. Поэтому КПД соответствующих циклов

$$\frac{A}{Q_{\text{н}}}; \quad ' \quad \frac{A'}{Q_{\text{н}}}.$$



Поскольку площадь треугольника 1 2 3 (см. рисунок)

$$S_{1\ 2\ 3} \quad 2\, l\, h,$$

площадь треугольника 1 2 4

$$S_{1\ 2\ 4} \quad l\, h,$$

а работы за циклы численно равны этим площадям, то

$$' \quad ½ \quad 10\%.$$

Ответ: $' \quad ½ \quad 10\%$.

Задача №5

Сила натяжения нити но величине равна силе Кулона. Следовательно,

$$T_1 \quad k\frac{q_1^2}{l^2}; \quad T_2 \quad k\frac{q_2^2}{l^2}; \quad T \quad k\frac{q_1\, q_2}{l^2},$$

где l длина нити.

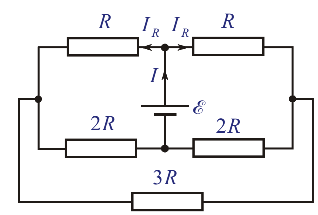
Отсюда получим:

$$q_1 \quad l\sqrt{T_1/k}; \quad q_2 \quad l\sqrt{T_2/k}; \quad T \quad \sqrt{T_1 T_2} \quad 10 \text{ мН.}$$

Ответ: $T \quad \sqrt{T_1 T_2} \quad 10$ мН.

Задача №6

В силу симметрии задачи, ток через сопротивление $3R$ не течет.



Токи через сопротивления R и $2R$

$$I_R \quad I_{2R} \quad \frac{\mathscr{E}}{R \quad 2R} \quad \frac{\mathscr{E}}{3R} \quad 0{,}4 \text{ А},$$

а ток через источник

$$I \quad 2 I_R \quad 0{,}8 \text{ А.}$$

Ответ: $I_R \quad I_{2R} \quad \frac{\mathscr{E}}{3R} \quad 0{,}4$ А; $I_{3R} \quad 0$; $I \quad 0{,}8$ А.