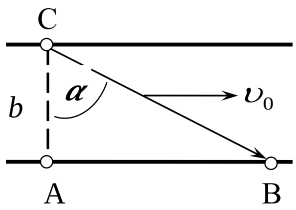
## РЕШЕНИЕ ВАРИАНТА № 1

### ЗАДАЧА 1.

Ответ: $\boxed{u_{\min} = \upsilon_o \dfrac{AC}{\sqrt{AC^2 + AB^2}} = 3\ км/ч}$ .

Из условия задачи следует, что скорость катера $\upsilon_K$ относительно берега должна быть направлена от точки С к точке В. Она складывается из скорости катера $u$ относительно воды и скорости течения реки $\upsilon_o$ . То есть $\vec{\upsilon}_K = \vec{u} + \vec{\upsilon}_o$.




Вектор $u$ будет иметь минимальное значение при $\vec{u} \perp \vec{\upsilon}_K$ .

Следовательно, $u_{\min} = \upsilon_o \cos\alpha$, где из ΔACB.

$$\cos\alpha = \frac{AC}{\sqrt{AC^2 + AB^2}} = \frac{300}{\sqrt{400^2 + 300^2}} = \frac{3}{5}$$

Тогда $u_{\min} = \upsilon_o \dfrac{AC}{\sqrt{AC^2 + AB^2}} = 5 \cdot \dfrac{3}{5} = 3\ км/ч$.

### ЗАДАЧА 2.

Ответ: $\boxed{\Delta W = W_1 - W_0 = 30\,Дж}$ **.**

1. Кинетическая энергия тела $W_0 = \dfrac{P^2}{2m} = \dfrac{(F \cdot \Delta t)^2}{2m}$ . (1)

2. Из (1) выразим массу $m = \dfrac{(F\Delta t)^2}{2W_0}$ .

3. К концу второго интервала $2\Delta t = 0{,}2с$ движения кинетическая энергия тела станет равна

$$W_1 = \frac{(F \cdot 2\Delta t)^2}{2m} = \frac{(F \cdot 2\Delta t)^2}{2(F\Delta t)^2} 2W_0 = 4W_0 .$$

4. Приращение кинетической энергии за следующий такой же интервал $\Delta t = 0{,}1с$

$$\Delta W = W_1 - W_0 = 4W_0 - W_0 = 3W_0 = 3 \cdot 10 = 30\,Дж .$$

**З А Д А Ч А 3.**

Ответ: $\boxed{S = 5\ м}$.

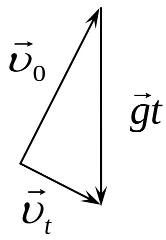



Рис. 1

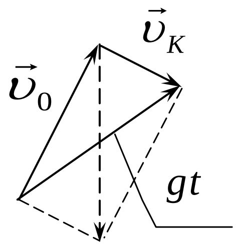



Рис. 2

Отскочив от горизонтальной поверхности со скоростью $\upsilon_o$, шарик движется в поле тяготения. При этом его скорость $\vec{\upsilon}_t = \vec{\upsilon}_o + \vec{g}t$, (1) где $t$ – время после отскока шарика (рис. 1).

Вектор перемещения шарика

$$\vec{S}(t) = \vec{\upsilon}_0 t + \vec{g}\frac{t^2}{2} = \frac{\vec{\upsilon}_0 + \vec{\upsilon}_t}{2}t\ .$$

Найдём перемещение шарика для момента $\tau$:

$$\vec{S}(\tau) = \left|\frac{\vec{\upsilon}_0 + \vec{\upsilon}_K}{2}\right| \cdot \tau\ . \qquad (2)$$

На рисунке 2 видим, что в силу перпендикулярности векторов $\vec{\upsilon}_0$ и $\vec{\upsilon}_K$

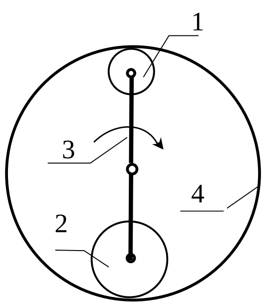
$$\left|\vec{\upsilon}_0 + \vec{\upsilon}_K\right| = \left|\vec{\upsilon}_K - \vec{\upsilon}_0\right| = g\tau \qquad (3).$$

Подставив (3) в (2) найдём $\left|\vec{S}\right| = \dfrac{g\tau^2}{2}$.

Через $\tau$ = 1 секунда $S = \dfrac{10 \cdot 1}{2} = 5\ м$.

**З А Д А Ч А 4.**

Ответ: $\boxed{\dfrac{n_1}{n_2} = 2}$.




Угол поворота $\varphi$ шестерни 1 за время t $\varphi = \left(\dfrac{R}{r_1} - 1\right)\omega \cdot t$,

где $\omega$ - угловая скорость кривошипа 3, $R$ – радиус колеса 4, $r_1$ – радиус шестерни 1.

Отношение $\dfrac{R}{r_1} = \dfrac{z_4}{z_1}$. Так как $\omega\, t = k \cdot 2\pi$, где $k$ – число оборотов кривошипа. По условию $k = 2$, тогда $\omega\, t = 2 \cdot 2\pi$, следовательно, число оборотов шестерни 1

$$n_1 = \frac{\varphi}{2\pi} = \left(\frac{z_4}{z_1} - 1\right) \cdot k = 8.$$

Угол поворота φ шестерни 2 за время t $\varphi = \left(\frac{R}{r_2} - 1\right)\omega \cdot t$, где $\omega$ - угловая скорость кривошипа. Отношение $\frac{R}{r_2} = \frac{z_4}{z_2}$. Так как $\omega\, t = k \cdot 2\pi$ , где k – число оборотов кривошипа. По условию k = 2 , тогда $\omega\, t = 2 \cdot 2\pi$, следовательно, число оборотов шестерни 2

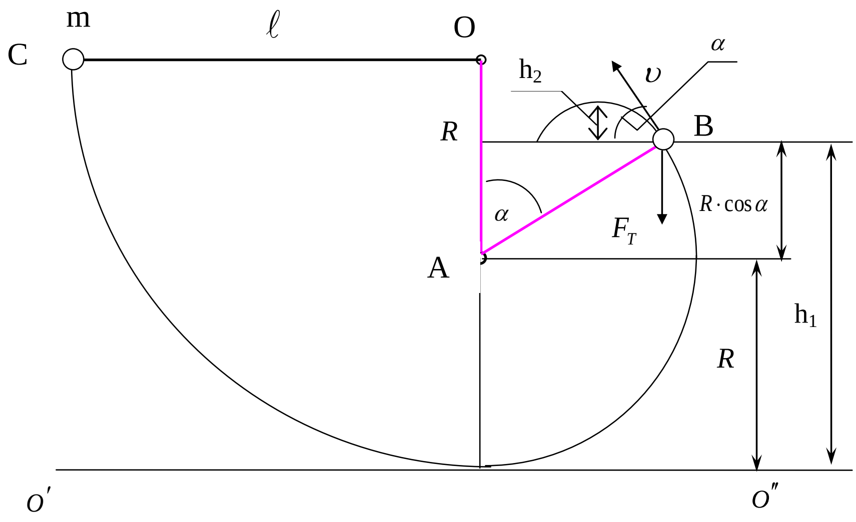
$$n_2 = \frac{\varphi}{2\pi} = \left(\frac{z_4}{z_2} - 1\right) \cdot k = 4.$$

Отношение числа оборотов шестерни 1 к числу оборотов шестерни 2

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{8}{4} = 2.$$

**З А Д А Ч А 5.**

Ответ: H = 5 м.




Шарик сначала движется по окружности радиуса 2R, затем, зацепившись за гвоздь, шарик начинает двигаться по окружности радиуса R, а в некоторой точке траектории сила натяжения становится равной нулю, и шарик летит свободно лишь под действием силы тяжести.

При движении тела по окружности на него действуют две силы: сила тяжести $F_T = mg$ и сила натяжения нити T, вызывающие ускорение, имеющее тангенциальную и нормальную составляющие.

Запишем второй закон Ньютона для тела: $ma = T + mg$ . (1)

Это уравнение в проекции на отрезок AB, вдоль которого направлено нормальное ускорение, запишется в виде $ma_n = T + mg \cdot \cos\alpha$.

Пусть в точке В тело сойдёт с круговой траектории, т.е. $T = 0$, откуда $g \cdot \cos\alpha = a_n$ или $g \cdot \cos\alpha = \frac{\upsilon^2}{R}$. (1) В этом уравнении два неизвестных: $\alpha$ и $\upsilon$. Полная механическая энергия тела в начальный момент времени равна только потенциальной энергии (линия $0'0''$ - нулевой уровень отсчёта потенциальной энергии): $E_C = E_{ПОТ} = mg2R$. По закону сохранения эта энергия равна полной механической энергии тела в точке В.

$$E_B = (mgR + mgR\cos\alpha) + \frac{m\upsilon^2}{2} = mgR(1+\cos\alpha) + \frac{m\upsilon^2}{2}.$$

Решая систему уравнений

$$\begin{cases} g \cdot \cos\alpha = \dfrac{\upsilon^2}{R} \\ mg\,2R = mgR(1+\cos\alpha) + \dfrac{m\upsilon^2}{2} \end{cases}$$

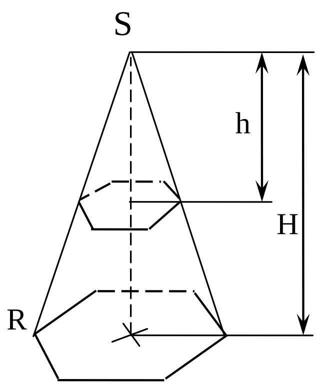
, получим $\alpha = \arccos\frac{2}{3}$ и, следовательно, высота $h_1$, на которой тело сойдёт с круговой траектории будет равна $h_1 = R + R\cos\alpha = \frac{5}{3}R = \frac{5}{6}\ell$. После точки В шарик будет двигаться по параболе как тело, брошенное со скоростью под углом к горизонту. Подставив в (1) значение угла $\alpha = \arccos\frac{2}{3}$, получим скорость $\upsilon = \sqrt{\frac{2}{3}gR}$. Максимальная высота $h_2$ подъёма тела, брошенного под углом к горизонту, равна:

$$h_2 = \frac{\upsilon^2 \sin^2\alpha}{2g} = \frac{2}{3} \cdot \frac{gR\left(1 - \frac{4}{9}\right)}{2g} = \frac{5}{27}R.$$

Следовательно, $H = h_1 + h_2 = \frac{5}{3}R + \frac{5}{27}R = \frac{50}{27}R$. При $\ell = 5{,}4\,м$ ; R = 2,7 м; H = 5 м.

## З А Д А Ч А 6.

Ответ: $\boxed{\varphi'' = \left(1 - \frac{h^2}{H^2}\right)\varphi_0 = 8\ \ B}$.




Пусть V, V′, Q, Q′, - объёмы и заряды конуса SR и SR′ соответственно. Так как конусы подобны и их заряды пропорциональны объёмам, то $\frac{V}{V'} = \frac{Q}{Q'} = \frac{H^3}{h^3}$. До того, как часть исходного конуса отрезали, потенциал $\varphi_0$ в точке S складывался из потенциала $\varphi'$ отрезанной части конуса и потенциала $\varphi''$ оставшейся части - усечённого конуса, то есть $\varphi_0 = \varphi' + \varphi''$.

Потенциал, создаваемый в точке S каждым из конусов, прямо пропорционален их заряду и обратно пропорционален высоте конуса . Поэтому $\dfrac{\varphi_0}{\varphi'} = \dfrac{\frac{Q}{H}}{\frac{Q'}{h}} = \dfrac{H^2}{h^2}$.

Из двух последних уравнений получаем: $\varphi'' = \varphi_0 - \varphi' = \left(1 - \dfrac{h^2}{H^2}\right)\varphi_0$.

При h = H / 3, $\varphi'' = \left(1 - \dfrac{H^2}{9 \cdot H^2}\right)\varphi_0 = \dfrac{8}{9}\varphi_0$.

При $\varphi_0 = 9\,B$, получим $\varphi'' = 8\,B$.

**З А Д А Ч А 7.**

Ответ: $\boxed{T_2 \approx 2569\ K}$ .

Внутренняя энергия газа $U$ увеличивается за счёт энергии, которая выделяется при распаде молекул азота.

Пусть $N_1$ - число молекул азота при температуре $T_1$. Тогда $U_1 = \dfrac{5}{2} N \cdot kT_1$ (1).

После распада молекул $$U_2 = U_1 + qN = \frac{3}{2} 2N \cdot kT_2 \quad (2)$$

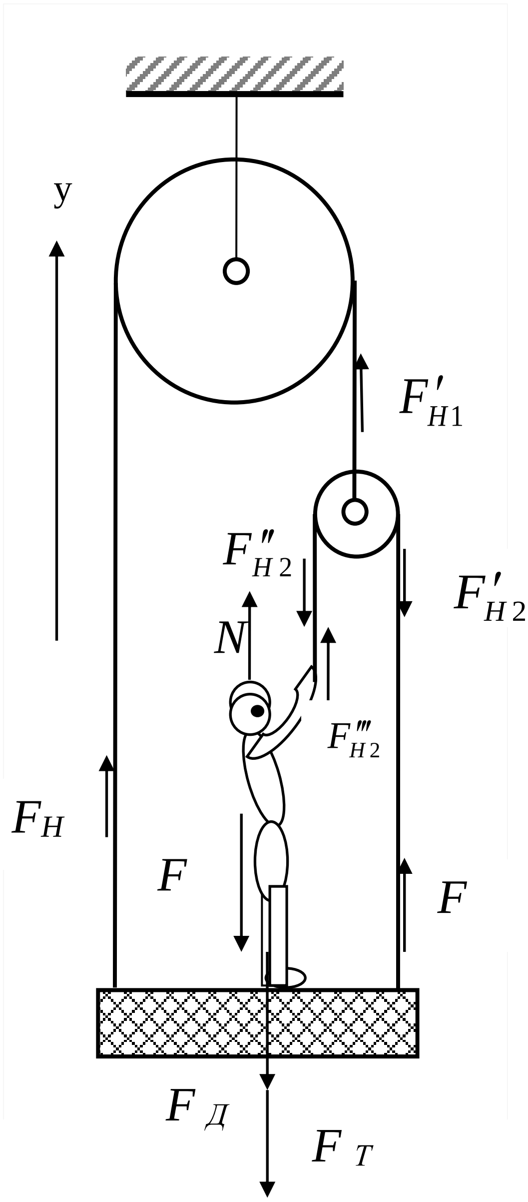
Из этих соотношений находим

$\dfrac{3}{2} 2N \cdot kT_2 = \dfrac{5}{2} N \cdot k \cdot T_1 + qN$, откуда

$$T_2 = \frac{5}{6}T_1 + \frac{q}{3k} = 2568{,}8 \approx 2569\,K$$

**З А Д А Ч А 8**.

Ответ**:** $\boxed{F''_{H2} = F_{H2} = 250\,H}$.




Система состоит из четырёх тел: человека, платформы и двух блоков. На платформу действуют четыре силы**:** сила тяжести $F_T$, силы натяжения $F_{H1}$ и $F_{H2}$, сила давления человека $F_Д$. **Запишем условие равновесия платформы**

$$F_T + F_{H1} + F_{H2} + F_Д = 0$$

В проекции на ось у это уравнение имеет вид:

$$F_{H1} + F_{H2} - F_Д - F_T = 0. \qquad (1)$$

На блок 1 действуют три силы натяжения $F'_{H1}$, $F'_{H2}$, $F''_{H2}$.

Условие равновесия блока есть $F'_{H1} + F'_{H2} + F''_{H2} = 0$

В проекции на ось у это уравнение запишется в виде:

$$F'_{H1} - F''_{H2} - F'_{H2} = 0. \qquad (2)$$

На человека действуют: сила тяжести $F_{T1}$, сила нормальной реакции $N$,

сила натяжения $F'''_{H2}$.

Условие равновесия человека: $F_{T1} + N + F'''_{H2} = 0$.

В проекции на ось у это уравнение имеет

вид: $F'''_{H2} + N - m_1 g = 0$. (3)

Система находится в равновесии,

поэтому $F_{H1} = F'_{H1}$ и $F''_{H2} = F_{H2}$.

По третьему закону Ньютона $N = F_Д$.

Уравнения (1), (2), (3) перепишем в виде:

$$F_{H1} + F_{H2} - F_Д - m_2 g = 0, \qquad (4)$$

$$F_{H1} = 2F_{H2}, \qquad (5)$$

$$F_{H2} + F_Д - m_1 g = 0. \qquad (6)$$

Из (6) выделим $F_Д = m_1 g - F_{H2}$. (7)

Подставив (5) и (7) в (4) получим $2F_{H2} + F_{H2} - m_1 g + F_{H2} - m_2 g = 0$, откуда $F_{H2} = \frac{g(m_1 + m_2)}{4} = \frac{10(70+30)}{4} = 250H$;

Так как $F''_{H2} = F_{H2} = 250H$, то $F''_{H2} = 250H$.

**З А Д А Ч А 9.**

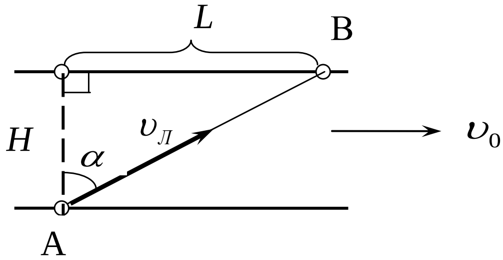
Ответ: $\boxed{B = \frac{mg}{I\pi R}}$

На кольцо с током в магнитном поле действует момент сил Ампера, равный $I\pi R^2 B$, и момент силы тяжести, равный $mgR$. Из условия равновесия кольца, при нарушении которого начнётся подъём кольца $I\pi R^2 B = mgR$, находим $B = \frac{mg}{I\pi R}$.

## РЕШЕНИЕ ВАРИАНТА № 2

### З А Д А Ч А 1.

Ответ: $\boxed{L = H\dfrac{\sqrt{\upsilon_0^{\,2} - u^2}}{u} = 1{,}73\ \ км}$.




Пусть ширина реки равна $H$, а расстояние, на которое снесёт лодку вниз по течению за время переправы, равно $L$. Скорость лодки относительно берега $\upsilon_Л$ будет направлена от точки А к точке В. Она складывается из скорости лодки $u$ относительно воды и скорости течения реки $\upsilon_o$. То есть $\vec{\upsilon}_Л = \vec{u} + \vec{\upsilon}_o$.

Расстояние, на которое снесёт лодку вниз по течению за время переправы, будет минимальным, если вектор $\vec{u}$ будет перпендикулярен вектору $\vec{\upsilon}_Л$, т.е. $\vec{u} \perp \vec{\upsilon}_Л$. Тогда, как видно из рисунка,

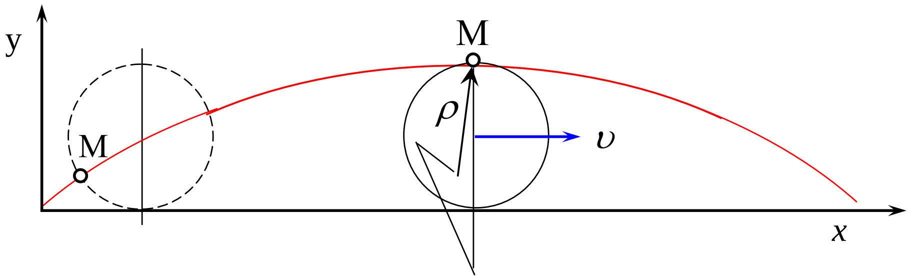
$$\frac{H}{L} = \frac{u}{\upsilon_Л}, \qquad \text{откуда} \qquad L = H\frac{\upsilon_Л}{u} = H\frac{\sqrt{\upsilon_0^{\,2} - u^2}}{u} = H\frac{\sqrt{4u^2 - u^2}}{u} = H\sqrt{3} = 1{,}73\ \ км.$$

### З А Д А Ч А 2.

Ответ: $\boxed{\rho = 4R = 2м}$..

Ускорение муравья в системе отсчёта, связанной с центром обруча, который катится по горизонтальной поверхности, является центростремительным и равно $\alpha_1 = \dfrac{\upsilon^2}{R}$. . В вершине циклоиды скорость точки М равна $2\upsilon$. Ускорение муравья в системе отсчёта, связанной с точкой касания обруча с горизонтальной поверхностью, может быть представлено в виде $\alpha_2 = \dfrac{(2\upsilon)^2}{\rho}$

.. Так как $a_1 = \alpha_2$, , то $\dfrac{\upsilon^2}{R} = \dfrac{(2\upsilon)^2}{\rho}$ . Отсюда $\rho = \dfrac{(2\upsilon)^2 \cdot R}{\upsilon^2} = 4R$ . При R = 0,5м $\rho = 4 \cdot 0{,}5 = 2м$



**З А Д А Ч А 3.**

Ответ: $\boxed{\Delta T = 0{,}05K}$ **.**

Количество теплоты Q, выделяющееся при абсолютно неупругом столкновении стержней, равно уменьшению потенциальной энергии системы, считая при этом, что вся теплота идёт на нагревание стержней.

$Q = \Delta U = 2mg\dfrac{L}{2} = mgL$, где $L = 1{,}3$ $м$ - длина стержня.

Из уравнения теплового баланса найдём, на сколько градусов повысится температура стержней

$\Delta T = \dfrac{Q}{2mc} = \dfrac{mgL}{2mc} = \dfrac{gL}{2c} = \dfrac{10 \cdot 1{,}3}{2 \cdot 130} = 0{,}05K$, где $c = 130\,\dfrac{Дж}{кг \cdot град}$ - теплоёмкость свинца.

**З А Д А Ч А 4.**

Ответ: $\mu = 0{,}5$ **..**

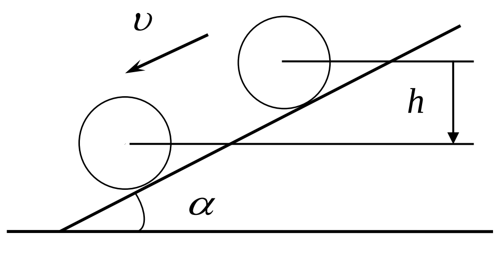
Брусок и обруч будут двигаться, не обгоняя друг друга, если ускорение бруска и ускорение центра масс обруча будут равны между собой.

Запишем второй закон Ньютона для бруска:

$m\alpha_1 = mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha$, (1),

где $\mu$ - коэффициент трения между бруском и плоскостью. Из (1) выразим $a_1 = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$ (2) .

Ускорение центра масс обруча $a_2$ найдём, используя закон сохранения энергии и кинематические соотношения:




$mgh = m\upsilon^2$ (3),

где $\upsilon$ - скорость центра масс обруча, $h = \dfrac{\upsilon^2}{2a_2}\sin\alpha$ (4).

Из полученных соотношений найдём $a_2 = \dfrac{g}{2}\sin\alpha$ . Из равенства $a_2 = a_1$, найдём $\mu = 0{,}5tg\alpha$. . Для $\alpha = 45^0$ , $\mu = 0{,}5$..

**З А Д А Ч А 5.**

Ответ: 385 К .

Количество теплоты, полученное газом при адиабатическом расширении, равно нулю. Работа , совершённая газом, $A = P_2 \Delta V$ , поэтому $\Delta U + P_2 \Delta V = 0$ .

Так как $\Delta UV = c_V (T_2 - T_1)$, то $c_V (T_2 - T_1) + P_2 (V_2 - V_1) = 0$.

Так как $P_2 V_2 = RT_2$, то $T_2 (c_V + R) = c_V T_1 + P_2 V_1$, где $P_2 = 0{,}5 P_1$. Тогда

$$T_2 = \frac{c_V T_1 + 0{,}5 P_1 V_1}{c_V + R} = \frac{1{,}5 RT_1 + 0{,}5 P_1 V_1}{1{,}5 R + R} = \frac{2 P_1 V_1}{2{,}5 R} = \frac{2 \cdot 4 \cdot 10^5 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{2{,}5 \cdot 8{,}31} \approx 385 K$$

**З А Д А Ч А 6.**

Ответ: $\boxed{\upsilon = \sqrt{2g\Delta\ell} = 5 м/с}$ .

При движении троса его центр масс опускается к моменту времени, когда соотношение длин троса по разные стороны гвоздя будет равно 3 : 1 , на $\Delta\ell = 1{,}25$ *м* .

За счёт убыли потенциальной энергии троса, он приобретает кинетическую энергию.

По закону сохранения энергии $\dfrac{m\upsilon^2}{2} = mg\Delta\ell$ , откуда $\upsilon = \sqrt{2g\Delta\ell} = 5 м/с$

**З А Д А Ч А 7.**

Ответ: $\boxed{A_1 = \frac{7}{18} mgL}$ .

$\Delta W_{КИИ} = \sum A_i$ . По условию $\Delta W_{КИИ} = 0$, следовательно, $A_1 + A_2 + A_3 = 0$,

где $A_1$-работа внешней силы, $A_2$- работа силы тяжести, $A_3$- работа силы Архимеда.

Искомая работа $A_1 = - A_2 - A_3$.

$$A_2 = -mg\frac{L}{2} \quad ; \quad A_3 = \rho g \frac{V}{3} \cdot \frac{2}{3} L + \rho g \cdot \frac{2}{3} V \cdot \frac{L}{3} = \frac{4}{9} \rho g V L = \frac{4}{9}\frac{m}{n} gL.$$

При n = 4 $A_3 = \dfrac{mgL}{9}$ ; $\boxed{A_1 = \frac{mgL}{2} - \frac{mgL}{9} = \frac{7}{18} mgL}$ .

**З А Д А Ч А 8**.

Ответ: $\boxed{\Delta q = \varepsilon_0 \dfrac{SE}{6 \cdot d}}$ .

Образовавшийся сложный конденсатор (рис.1) можно рассматривать как батарею из трех конденсаторов одинаковой емкости $C_o = \dfrac{\varepsilon_o S}{d}$: конденсатор I (пластины 2 и 3) , конденсатор II (пластины 1 и 2) и конденсатор III (пластины 3 и 4). Конденсаторы I и II соединены параллельно: пластины 1 и 3 имеют равные потенциалы ( т.к. они соединены проводником), а пластина 2 у них общая; конденсатор III присоединен к этой паре последовательно.

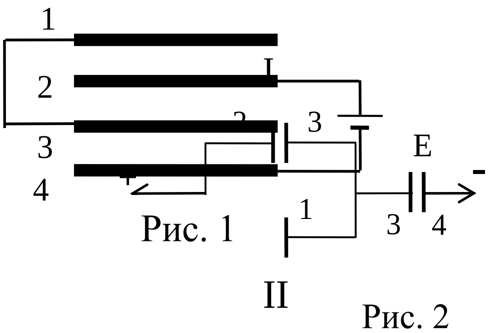



Рис. 1

Рис. 2

Ёмкость конденсатора $C_1 = \dfrac{2}{3} C_0 = \dfrac{2}{3} \dfrac{\varepsilon_o S}{d}$ . После заполнения конденсатора I диэлектриком ёмкость батареи станет равна $\boxed{C_2 = \dfrac{1+\varepsilon}{2+\varepsilon} C_0.}$

Заряд батареи до заполнения конденсатора диэлектриком $q_1 = C_1 E = \dfrac{2}{3} C_0 E$ .

Заряд батареи после заполнения конденсатора диэлектриком $q_2 = C_2 E = \dfrac{1+\varepsilon}{2+\varepsilon} C_0 E$ .

Разница зарядов батареи $\Delta q = q_2 - q_1 = \dfrac{1+\varepsilon}{2+\varepsilon} C_0 E - \dfrac{2}{3} C_0 E = C_0 E \dfrac{\varepsilon - 1}{(2+\varepsilon)3}$ .

Этот заряд пройдёт через источник тока. При $\varepsilon = 4$ , $\Delta q = \varepsilon_0 \dfrac{SE}{6 \cdot d}$ .

**З А Д А Ч А 9.**

Ответ: $\boxed{U = 240\ \text{кВ}}$.

Ёмкость сферического конденсатора $C = 4\pi\varepsilon\varepsilon_0 \dfrac{R_1 R_2}{R_2 - R_1}$ (1).

1) Напряжённость поля максимальная вблизи внутренней обкладки конденсатора

$$E_0 = \frac{q}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 \cdot R_1^{\ 2}} \qquad (2)$$

2) Максимальный заряд конденсатора $q = CU$ (3)

3) Из (2) выразим заряд конденсатора $q = E_0 \cdot 4\pi\varepsilon\varepsilon_0 \cdot R_1^{\ 2}$.

4) Из (3) выразим $U$ и подставим в неё $q$, получим:

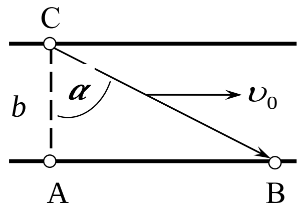
$$U = \frac{q}{C} = \frac{E_0 \cdot 4\pi\varepsilon\varepsilon_0 \cdot R_1^{\ 2}(R_2 - R_1)}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 R_1 R_2} = \frac{E_0 \cdot R_1(R_2 - R_1)}{R_2} = 240 \cdot 10^3\, B = 240\, \kappa B.$$

**РЕШЕНИЕ ВАРИАНТА № 3**

**З А Д А Ч А 1.**

Ответ: $\boxed{u_{\min} = \upsilon_o \dfrac{AC}{\sqrt{AC^2 + AB^2}} = 3\ \text{км/ч}}$.

Из условия задачи следует, что скорость катера $\upsilon_K$ относительно берега должна быть направлена от точки C к точке B. Она складывается из скорости катера $u$ относительно воды и скорости течения реки $\upsilon_o$. То есть $\vec{\upsilon}_K = \vec{u} + \vec{\upsilon}_o$.




Вектор $u$ будет иметь минимальное значение при $\vec{u} \perp \vec{\upsilon}_K$. Следовательно, $u_{\min} = \upsilon_o \cos\alpha$, где из ΔACB.

$$\cos\alpha = \frac{AC}{\sqrt{AC^2 + AB^2}} = \frac{300}{\sqrt{400^2 + 300^2}} = \frac{3}{5}$$

Тогда $u_{\min} = \upsilon_o \dfrac{AC}{\sqrt{AC^2 + AB^2}} = 5 \cdot \dfrac{3}{5} = 3\ \text{км/ч}$.

**З А Д А Ч А 2.**

Ответ: $\boxed{\Delta W = W_1 - W_0 = 30\,Дж}$.

1. Кинетическая энергия тела $W_0 = \dfrac{P^2}{2m} = \dfrac{(F \cdot \Delta t)^2}{2m}$. (1)

2. Из (1) выразим массу $m = \dfrac{(F\Delta t)^2}{2W_0}$.

3. К концу второго интервала $2\Delta t = 0{,}2c$ движения кинетическая энергия тела станет равна

$$W_1 = \frac{(F \cdot 2\Delta t)^2}{2m} = \frac{(F \cdot 2\Delta t)^2}{2(F\Delta t)^2} 2W_0 = 4W_0 .$$

4. Приращение кинетической энергии за следующий такой же интервал $\Delta t = 0{,}1c$

$$\Delta W = W_1 - W_0 = 4W_0 - W_0 = 3W_0 = 3 \cdot 10 = 30\,Дж.$$

**З А Д А Ч А 3.**

Ответ: $\boxed{\Delta T = 0{,}05K}$ .

Количество теплоты Q, выделяющееся при абсолютно неупругом столкновении стержней, равно уменьшению потенциальной энергии системы, считая при этом, что вся теплота идёт на нагревание стержней.

$Q = \Delta U = 2mg\dfrac{L}{2} = mgL$ , где $L = 1{,}3$ *м* - длина стержня.

Из уравнения теплового баланса найдём, на сколько градусов повысится температура стержней

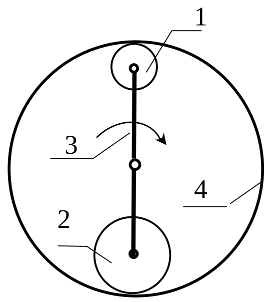
$\Delta T = \dfrac{Q}{2mc} = \dfrac{mgL}{2mc} = \dfrac{gL}{2c} = \dfrac{10\cdot 1{,}3}{2\cdot 130} = 0{,}05K$ , где $c = 130\,\dfrac{Дж}{кг\cdot град}$ - теплоёмкость свинца.

**З А Д А Ч А 4.**

Ответ: $\boxed{\dfrac{n_1}{n_2} = 2}$.

Угол поворота φ шестерни 1 за время t $\varphi = \left(\dfrac{R}{r_1} - 1\right)\omega\cdot t$ ,

где $\omega$ - угловая скорость кривошипа 3, $R$ – радиус колеса 4, $r_1$ – радиус шестерни 1.




Отношение $\dfrac{R}{r_1} = \dfrac{z_4}{z_1}$. Так как $\omega\, t = k\cdot 2\pi$ , где $k$ – число оборотов кривошипа. По условию $k = 2$ , тогда $\omega\, t = 2\cdot 2\pi$ , следовательно, число оборотов шестерни 1

$n_1 = \dfrac{\varphi}{2\pi} = \left(\dfrac{z_4}{z_1} - 1\right)\cdot k = 8$.

Угол поворота φ шестерни 2 за время t $\varphi = \left(\dfrac{R}{r_2} - 1\right)\omega\cdot t$ , где $\omega$ - угловая скорость кривошипа. Отношение $\dfrac{R}{r_2} = \dfrac{z_4}{z_2}$. Так как $\omega\, t = k\cdot 2\pi$ , где k – число оборотов кривошипа. По условию k = 2 , тогда $\omega\, t = 2\cdot 2\pi$ , следовательно, число оборотов шестерни 2

$$n_2 = \frac{\varphi}{2\pi} = \left(\frac{z_4}{z_2} - 1\right)\cdot k = 4.$$

Отношение числа оборотов шестерни 1 к числу оборотов шестерни 2 $\dfrac{n_1}{n_2} = \dfrac{8}{4} = 2$.

**З А Д А Ч А 5.**

Ответ: $\boxed{A_1 = \frac{7}{18} mgL}$ .

$\Delta W_{КИИ} = \sum A_i$ . По условию $\Delta W_{КИИ} = 0$, следовательно, $A_1 + A_2 + A_3 = 0$,

где $A_1$-работа внешней силы, $A_2$- работа силы тяжести, $A_3$- работа силы Архимеда.

Искомая работа $A_1 = - A_2 - A_3$.

$A_2 = -mg\frac{L}{2}$ ; $A_3 = \rho g\frac{V}{3}\cdot\frac{2}{3}L + \rho g\cdot\frac{2}{3}V\cdot\frac{L}{3} = \frac{4}{9}\rho gVL = \frac{4}{9}\frac{m}{n}gL$.

При n = 4 $A_3 = \frac{mgL}{9}$ ; $\boxed{A_1 = \frac{mgL}{2} - \frac{mgL}{9} = \frac{7}{18}mgL}$ .

**З А Д А Ч А 6.**

Ответ: 385 К .

Количество теплоты, полученное газом при адиабатическом расширении, равно нулю. Работа , совершённая газом, $A = P_2\Delta V$ , поэтому $\Delta U + P_2\Delta V = 0$ .

Так как $\Delta UV = c_V(T_2 - T_1)$, то $c_V(T_2 - T_1) + P_2(V_2 - V_1) = 0$.

Так как $P_2V_2 = RT_2$, то $T_2(c_V + R) = c_VT_1 + P_2V_1$, где $P_2 = 0{,}5P_1$. Тогда

$$T_2 = \frac{c_VT_1 + 0{,}5P_1V_1}{c_V + R} = \frac{1{,}5RT_1 + 0{,}5P_1V_1}{1{,}5R + R} = \frac{2P_1V_1}{2{,}5R} = \frac{2\cdot 4\cdot 10^5\cdot 10\cdot 10^{-3}}{2{,}5\cdot 8{,}31} \approx 385K$$

**З А Д А Ч А 7.**

Ответ: $\boxed{T_2 \approx 2569\ K}$ .

Внутренняя энергия газа $U$ увеличивается за счёт энергии, которая выделяется при распаде молекул азота.

Пусть $N_1$ - число молекул азота при температуре $T_1$. Тогда $U_1 = \frac{5}{2}N\cdot kT_1$ (1).

После распада молекул $U_2 = U_1 + qN = \frac{3}{2} 2N \cdot kT_2$ (2)

Из этих соотношений находим

$$\frac{3}{2} 2N \cdot kT_2 = \frac{5}{2} N \cdot k \cdot T_1 + qN, \quad \text{откуда} \quad T_2 = \frac{5}{6} T_1 + \frac{q}{3k} = 2568{,}8 \approx 2569\,K.$$

**З А Д А Ч А 8.**

Ответ: $\boxed{U = 240\ \kappa B}$.

Ёмкость сферического конденсатора $C = 4\pi\varepsilon\varepsilon_0 \frac{R_1 R_2}{R_2 - R_1}$ (1).

5) Напряжённость поля максимальная вблизи внутренней обкладки конденсатора

$$E_0 = \frac{q}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 \cdot R_1^{\ 2}} \qquad (2)$$

6) Максимальный заряд конденсатора $q = CU$ (3)

7) Из (2) выразим заряд конденсатора $q = E_0 \cdot 4\pi\varepsilon\varepsilon_0 \cdot R_1^{\ 2}$.

8) Из (3) выразим $U$ и подставим в неё $q$, получим:

$$U = \frac{q}{C} = \frac{E_0 \cdot 4\pi\varepsilon\varepsilon_0 \cdot R_1^{\ 2}(R_2 - R_1)}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 R_1 R_2} = \frac{E_0 \cdot R_1(R_2 - R_1)}{R_2} = 240 \cdot 10^3\, B = 240\,\kappa B.$$

**З А Д А Ч А 9.**

Ответ: $\boxed{B = \frac{mg}{I\pi R}}$

На кольцо с током в магнитном поле действует момент сил Ампера, равный $I\pi R^2 B$, и момент силы тяжести, равный $mgR$. Из условия равновесия кольца , при нарушении которого начнётся подъём кольца $I\pi R^2 B = mgR$ , находим $B = \frac{mg}{I\pi R}$.