



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-03

Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



1. Снаряд летит по вертикали и разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, летящих во всевозможных направлениях с равными по модулю скоростями. Через $t_1 = 0,4$ с после разрыва все осколки находятся в полете, один из осколков движется горизонтально, его импульс $P_1 = 30$ кг·м/с. Масса снаряда $M = 10$ кг.

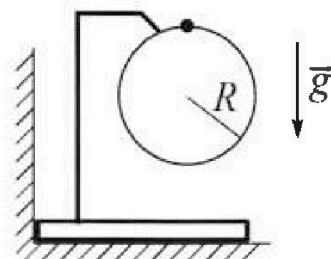
1) Найдите модуль P_2 суммарного импульса $\vec{P}_2$ всех остальных осколков в этот момент времени. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

2) Найдите угол α между векторами $\vec{P}_2$ и $\vec{g}$ в этот момент времени. В ответе укажите значение тригонометрической функции угла α : $\sin \alpha$ или $\operatorname{tg} \alpha$.

Наибольшее расстояние от точки разрыва до точки падения осколков на горизонтальную поверхность оказалось $d = 80$ м.

3) Найдите продолжительность T полета таких осколков. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Брусок установлен вплотную к вертикальной стенке (см. рис.). На бруске закреплено в вертикальной плоскости кольцо радиуса $R = 1$ м, на которое надет шарик. Массы бруска и шарика одинаковы. Кольцо и держатель легкие. Трения нет. Из верхней точки кольца шарик скользит с пренебрежимо малой начальной скоростью.



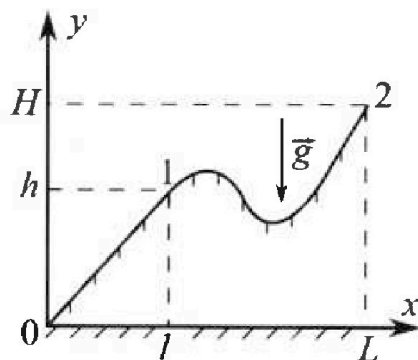
1) Найдите ускорение $\vec{a}$ шарика в тот момент, когда сила, с которой брусок действует на вертикальную стенку, обращается в ноль. В ответе укажите модуль и направление вектора $\vec{a}$.

2) Найдите вертикальное перемещение h шарика к этому моменту времени.

3) Найдите наибольшую скорость V бруска.

Все перемещения происходят в одной вертикальной плоскости. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². В процессе движения брусок не отрывается от гладкой горизонтальной плоскости.

3. Школьник втаскивает санки на горку. Профиль горки в вертикальной плоскости показан на рисунке к задаче. Для того, чтобы, двигаясь по прямой, медленно втащить санки массой $m = 5$ кг, из точки 0 в точку 1, прикладывая силу вдоль плоской поверхности горки, необходимо совершить работу $A_1 = 300$ Дж. В точке 1 школьник отпускает санки. Вертикальная координата точки старта $h = 4,6$ м, начальная скорость санок нулевая. Коэффициент трения скольжения санок по горке одинаков на всей поверхности горки. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



1) Найдите скорость V санок у основания горки в точке 0.

2) Какую работу A_2 следует совершить, чтобы медленно переместить санки по горке из точки 1 в точку 2? В точке 2 вертикальная координата $H = 10$ м, $L = 4l$. На каждом элементарном перемещении вектор силы, которую школьник прикладывает к санкам, и вектор перемещения санок лежат на одной прямой. Все перемещения происходят в одной вертикальной плоскости.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

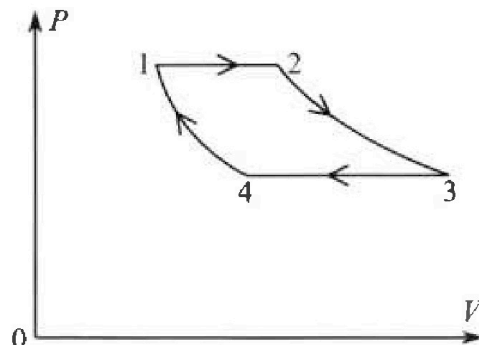
Вариант 10-03

Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

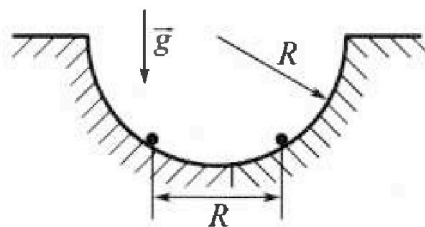


4. В цикле 1-2-3-4-1 тепловой машины две изобары и две изотермы (см. рис). Рабочее вещество – одноатомный идеальный газ. В процессе изобарного расширения до удвоения объема газ совершает работу A . Такую же работу A совершает газ при изотермическом расширении.

- 1) Найди те количество $Q_{\text{подв}}$ теплоты, подведенной к газу в процессах 1-2-3.
- 2) Найдите количество Q_{34} теплоты, отведенной от газа в процессе изобарического сжатия ($Q_{34} > 0$).
- 3) Найдите КПД η цикла.



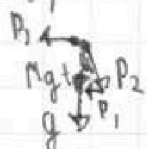
5. В гладкой горизонтальной плоскости сделана полусферическая лунка радиуса R , в которой на одном горизонтальном уровне удерживаются два заряженных шарика. Масса каждого шарика m , расстояние между шариками R . Шарiki одновременно отпускают, и они вылетают из лунки. Отсчитанная от края лунки максимальная высота, на которую поднимается в полете каждый шарик, равна R . Шарiki отрываются от гладких стенок лунки у краев.



- 1) С какой скоростью V движется каждый шарик за мгновение до отрыва от края лунки?
- 2) Найдите заряд Q каждого шарика.
- 3) Найдите наибольшую скорость U , с которой растет расстояние между шариками после вылета из лунки. Соударения шариков с горизонтальной плоскостью абсолютно упругие. Ускорение свободного падения g . Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k .

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

12) М.к. Включая все осколки летят ~~то~~ равномерно во все стороны, $\vec{P}_{нач} = \vec{0}$, чер на все камни действует сила тяжести, за время t изм. $\vec{P}$ камня на $m_{камень} \vec{g} t$, т.е. $\vec{P}_2 + \vec{P}_1 = M \vec{g} t$



по $\vec{g}$ составляем:

$$P_2 \cos \alpha = M g t$$

$$\sin \alpha = \frac{P_1}{P_2} = \frac{3}{5}$$

$$P_2 \sin \alpha = P_1$$

$$P_2 = \sqrt{P_1^2 + M^2 g^2 t^2} = \sqrt{30^2 + 40^2} = 50 \text{ кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

3) Ж.к. Какое расстояние пролетит камень, вылетающий из скрепы под углом 30° к горизонту

максимальную дальность улетит -245° , в каком направлении

$$d = V \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2} \Rightarrow t = \frac{V \sin \alpha}{g}, \text{ улетит}$$

$$\text{по извлечению } d = t \cdot V \cos \alpha = \frac{V^2 \sin^2 \alpha}{g} \Rightarrow V = \sqrt{d g}$$

$$t = \frac{V \sin \alpha}{g} = \frac{\sqrt{d g} \sin \alpha}{g} = \sqrt{\frac{2d}{g}} = 4 \text{ с}$$

Ответ: 1) $50 \text{ кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2) $\sin \alpha = \frac{3}{5}$

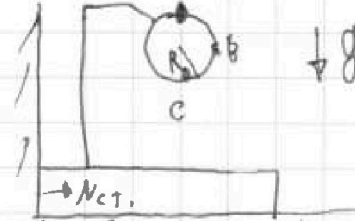
3) $T = 4 \text{ с}$



1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

2) Пусть угол между нормалью к поверхности и касательной α . Центр O . На шарик действуют сила тяжести mg и сила сопротивления воздуха N , если $N > 0$, то по 3-ему закону Ньютона, на брусок действует с силой, направленной влево, противоположно хор. проекции $\Rightarrow$ брусок движется влево с некоторой силой. В этот момент скорости шарика и бруска V и $N = 0$, т.е. $h = R(1 - \cos \alpha)$, по 3.с.з.



$mgR(1 - \cos \alpha) = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v^2 = 2gR(1 - \cos \alpha)$, тангенциальное ускорение $a = g \cos \alpha - N = g \cos \alpha = \frac{v^2}{R} = 2g(1 - \cos \alpha) \Rightarrow \cos \alpha = \frac{2}{3}$ т.к. $N = 0$, ускорение шарика g и направлено вниз, $h = R(1 - \cos \alpha) = \frac{R}{3}$

3) После достижения бруском шариком точки B, ввиду сохранения полной энергии масс, брусок поворачивается либо в своем текущем положении, либо правее него, значит $N_{ст} = 0$ и этого момента $P_{гор} = \text{const}$, тогда $P_{бр} = -P_{ш.гор}$ (с бр. $= m$), скорости шарика максимальны в точке C, т.е. $V_C = V_{гор. макс}$, поэтому максимальная скорость бруска тогда шарик в точке C $(V_{бр}) = V_{ш.гор} \leq V_{ш} \leq V_{ш. C}$, т.е. равенство выполняется в точке C. Из этого 3.с.з.

$$2mgR = m \frac{V_C^2}{2} + m \frac{V_{бр. макс}^2}{2} \Rightarrow V_{бр. макс} = \sqrt{2gR}$$

Ответ: 1) $a = g$, направлено вниз.

2) $h = \frac{R}{3}$

3) $V_{бр. макс} = \sqrt{2gR}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



1) Пусть коэф. трения μ , тогда сила трения на пути $0-l$ $mg \cos \alpha$
 где $\Delta h = \frac{e}{\sqrt{h^2+e^2}}$, $\sin \alpha = \frac{h}{\sqrt{h^2+e^2}}$ - угол между гипотенузой
 и плоскостью, $A_1 = mgh + \mu mg \cos \alpha \sqrt{h^2+e^2} = mgh + \mu mg e$
 $\Rightarrow \mu e = \frac{A}{mg} - h = 6 - 4,6 = 1,4 \text{ м}$

ускорение санок $a = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = \frac{g}{\sqrt{h^2+e^2}} (h - \mu e)$, отсюда $\sqrt{h^2+e^2}$
 мер и не скорости V , т.е. $\sqrt{h^2+e^2} = \frac{t^2}{2} g (h - \mu e) \Rightarrow t = \frac{2}{g(h - \mu e)} \sqrt{2a \sqrt{h^2+e^2}}$

$$V = t a = \frac{g}{\sqrt{h^2+e^2}} (h - \mu e) \cdot \frac{2}{g(h - \mu e)} \sqrt{2a \sqrt{h^2+e^2}}$$

$$v = \sqrt{2g(h - \mu e)} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 4,6 - 1,4 \cdot 10^2} = \sqrt{20(4,6 - 1,4)} = \sqrt{20 \cdot 3,2} = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: 1) $V = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

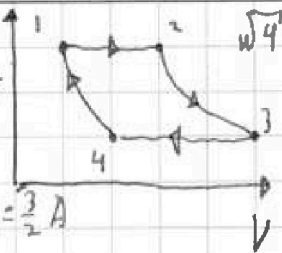
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Дано условие: $P_1 V_1 = P_2 V_2$; $V_2 = 2V_1$; $P_1 = P_2$; $P_3 = P_4$; $P_2 V_2 = P_3 V_3$; $T_1 = T_2 = T_3 = T_4$
где P_i, V_i, T_i - параметры газа в точке i ; $T(P_i, V_i = P_2 V_2)$ - изотермический процесс, пусть n -моль идеального газа



1-2) $A = \sum P dV = P_1 (V_2 - V_1) = P_1 V_1$, $P_1 V_1 = n R T_1$; $P_2 V_2 = n R T_2$
($T_2 = T_1$) $n R = P_1 (V_2 - V_1) = A$, кроме того $\Delta U_{1-2} = \frac{3}{2} n R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} A$

по 1-ому началу термодинамики $\Delta Q_{1-2} = \Delta A_{1-2} + \Delta U_{1-2} = \frac{5}{2} A$

2-3) т.к. $T_2 = T_3$, $\Delta T = 0$ $\Delta U_{2-3} = \frac{3}{2} n R \Delta T = 0$; $\Delta Q_{2-3} = \Delta A_{2-3} + \Delta U_{2-3} = A$

3-4) $\Delta Q_{3-4} = \Delta U_{3-4} + A_{3-4} = \Delta U_{3-4} + P_3 (V_4 - V_3) = \frac{3}{2} n R (T_4 - T_3) + P_3 (V_4 - V_3) =$
 $= \frac{3}{2} n R T_4 - \frac{3}{2} n R T_3 + P_4 V_4 - P_3 V_3 = P_4 V_4 - \frac{3}{2} P_3 V_3 + P_4 V_4 - P_3 V_3 = \frac{5}{2} P_4 V_4 - \frac{5}{2} P_3 V_3 =$
 $= P_1 V_1 \frac{5}{2} - \frac{5}{2} P_2 V_2 = \frac{5}{2} A - \frac{5}{2} A = 0$ (работа газа $A_{3-4} = P_3 (V_4 - V_3) = A - P_2 V_2 = -A$)
 $Q_{3-4} = \frac{5}{2} A$

4-1) т.к. $T_4 = T_1$, $\Delta U_{4-1} = 0$; на процессе 2-3
 $A = \sum P dV = P_2 V_2 \int_{V_2}^{V_3} \frac{dV}{V} = P_2 V_2 \ln \frac{V_3}{V_2} = 2 A \ln \frac{V_3}{V_2} \Rightarrow \frac{V_3}{V_2} = \sqrt{e} = \frac{V_3 P_3}{V_2 P_3} = \frac{P_2}{P_3} = \frac{P_1}{P_4}$

на процессе 4-1 $A_{4-1} = \sum P dV = P_1 V_1 \int_{V_4}^{V_1} \frac{dV}{V} = P_1 V_1 (\ln V_1 - \ln V_4) =$
 $= P_1 V_1 \ln \frac{V_1}{V_4} = P_1 V_1 \ln \left(\frac{V_1 P_1}{V_4 P_1} \right) = A \ln \frac{P_4}{P_1} = A \ln \left(\frac{1}{\sqrt{e}} \right) = -\frac{A}{2}$

$\Delta Q_{4-1} = \Delta U_{4-1} + A_{4-1} = -\frac{A}{2}$

к.п.д. цикла: $\eta = \frac{A_{1-2} + A_{2-3} + A_{3-4} + A_{4-1}}{Q_{1-2} + Q_{2-3} + Q_{3-4} + Q_{4-1}} = \frac{\frac{5}{2} A + A + 0 - \frac{A}{2}}{\frac{5}{2} A + A + \frac{5}{2} A - \frac{A}{2}} =$

$= 100\%$

Ответ:

1) $Q_{1-2} = \frac{5}{2} A$ $Q_{2-3} = A$

2) $Q_{3-4} = \frac{5}{2} A$

3) $\eta = 1$.

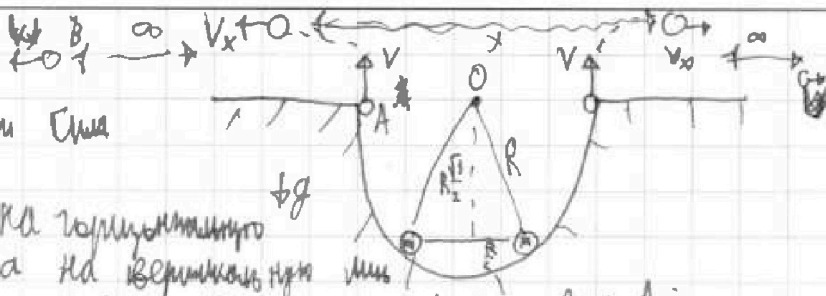
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



1) после отрыва от поверхности

Кинематика. Вектор $\vec{v}$ на горизонтальной скорости шариков, а на вертикальной $\vec{v}_y$. Сила тяжести mg , g — ускорение, m, k — дано. Высота h от O равна R .

$$R = V \cdot t - \frac{g t^2}{2} \quad \text{и} \quad V = g \cdot t \Rightarrow R = V \cdot \frac{V}{g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{V^2}{g^2} = \frac{V^2}{g} - \frac{V^2}{2g} = \frac{V^2}{2g}$$

$$V = \sqrt{2gR}$$

2) Пусть O — потенциальной энергии кулоновского взаимодействия. Сила гравитации mg на шарик рассчитана между шариками.

В $\ell \rightarrow +\infty$; тогда (3, с. 2) $E_{\text{кон}} = 2 \cdot mg \left(R - \frac{\sqrt{3}}{2} R \right) + \frac{kQ^2}{R}$

(в точке A шарик $\vec{v} = 0$) $E_{A \text{ кон}} = 2mgR + 2 \cdot \frac{mV^2}{2} + \frac{kQ^2}{2R}$

т.к. $E_{\text{кон}} = E_A$; $2mgR - mgR\sqrt{3} = \frac{kQ^2}{2R} + 2mgR \Rightarrow \frac{kQ^2}{2R} = mgR(2+\sqrt{3})$

$$Q = R \sqrt{2mg(2+\sqrt{3}) \frac{1}{k}}$$

3) кинетическая энергия и потенциальной энергии кулоновского взаимодействия. Но потенциальная энергия кулоновского взаимодействия перешла в кинетическую энергию горизонтальной скорости, в частности

$$\frac{mV_x^2}{2} + \frac{kQ^2}{x} = 2 \cdot \frac{mV^2}{2} + \frac{kQ^2}{e}, \quad \text{при } \ell \rightarrow +\infty$$

Для m, A и B 3, с. 2: $\frac{kQ^2}{2R} = 2 \cdot \frac{mV^2}{2} + \frac{kQ^2}{e} \rightarrow 0$

$$U^2 = \frac{kQ^2}{2Rm} = \frac{k}{2Rm} \cdot R^2 \cdot 2mg(2+\sqrt{3}) \cdot \frac{1}{k} = Rg(2+\sqrt{3})$$

Ответ: 1) $V = \sqrt{2gR}$ 2) $Q = R \sqrt{2mg(2+\sqrt{3}) \frac{1}{k}}$

3) $V = \sqrt{Rg(2+\sqrt{3})}$



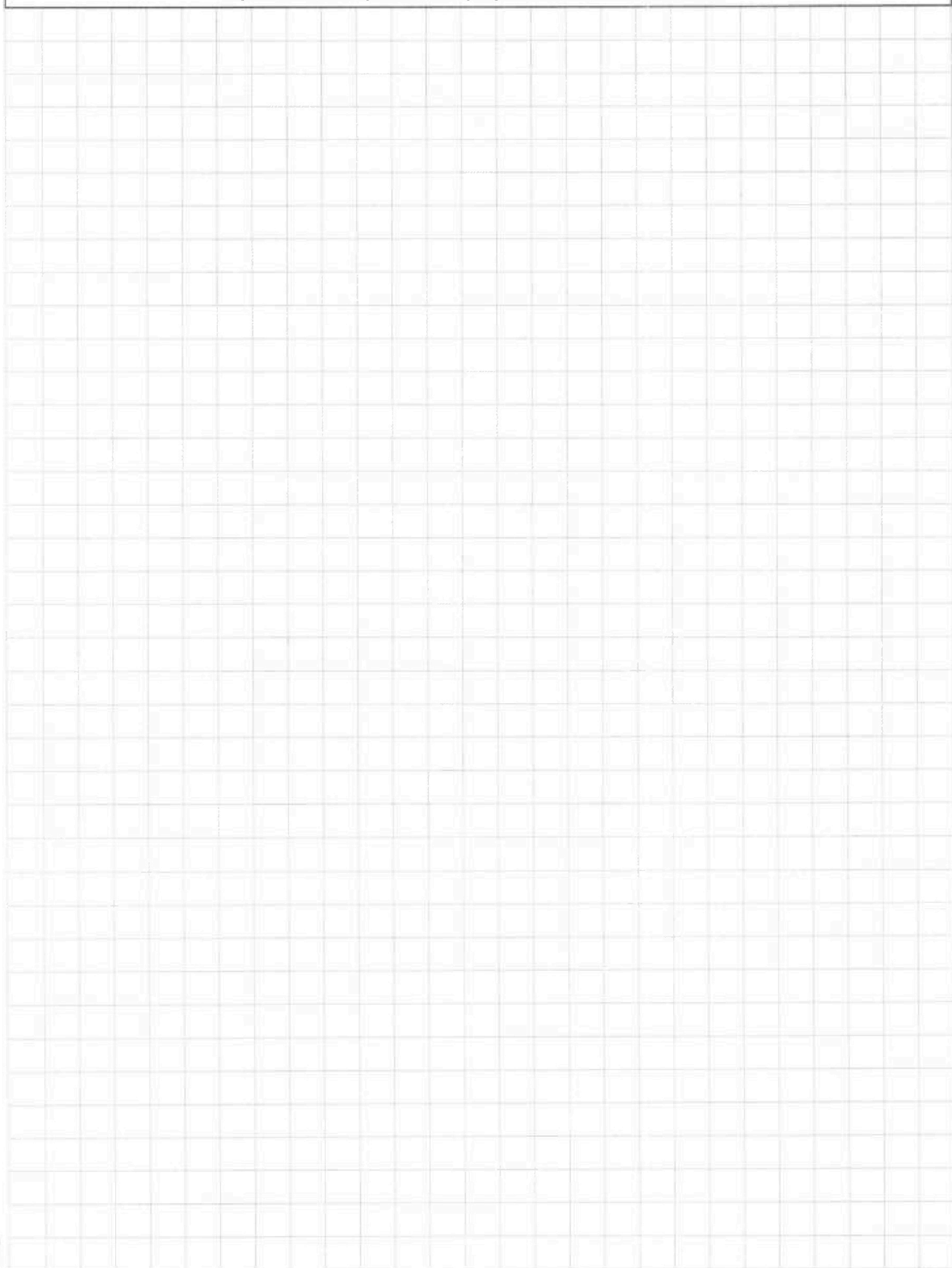
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

 **МФТИ**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



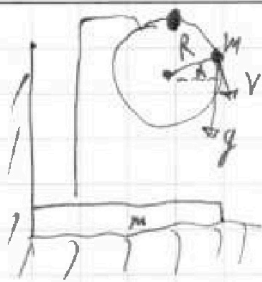
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☒

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$v(\alpha) = \sqrt{Rg \sin \alpha}$$

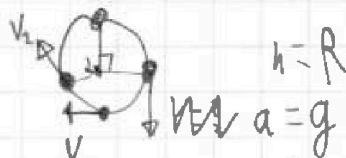
$$a(\alpha) = g \sin \alpha$$

$$a_r = -g \cos \alpha$$

$$Rg \sin \alpha = v^2(\alpha)$$

$$\frac{mv^2(\alpha)}{2} + mgR(1 - \sin \alpha) = mgR$$

$$\frac{Rg \sin \alpha}{2} + gR = gR + gR \sin \alpha$$



$$h = R$$

$$a = g$$



$$V_x = V \sin \alpha$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{v_2^2}{2} + gR(1 - \cos \alpha)$$

$$v_2 = \sqrt{v_1^2 - 2gR(1 - \cos \alpha)}$$

$$\sqrt{v_1^2 - 2gR(1 - \cos \alpha)} \sin \alpha$$

$$v_1^2 \sin^2 \alpha - 2gR \sin^2 \alpha + 2gR \sin^2 \alpha \cos \alpha$$

$$\frac{v_1^2}{2gR} \sin^2 \alpha - \sin^2 \alpha + \sin^2 \alpha \cos \alpha$$

$$\frac{v_1^2}{2gR} \sin \alpha \cos \alpha - 2 \sin \alpha \cos \alpha + \sin^2 \alpha + 2 \sin \alpha \cos^2 \alpha = 0$$

$$\sin \alpha \cos \alpha = 0$$

$$\frac{v_1^2}{2gR} 2 \cos \alpha + 2 \cos^2 \alpha = \sin^2 \alpha + 2 \cos \alpha$$

$$\frac{v_1^2}{2gR} \cos \alpha - 2 \cos \alpha + 3 \cos^2 \alpha - 1 = 0$$

$$3 \cos^2 \alpha + \left(\frac{v_1^2}{gR} - 2 \right) \cos \alpha - 1 = 0$$

$$D = \frac{v_1^4}{g^2 R^2} + 4 - 4 \frac{v_1^2}{gR} + 12 = \left(\frac{v_1^2}{gR} \right)^2 - 2 \cdot \frac{v_1^2}{gR} + 4^2$$

$$\cos \alpha = \frac{v_1^2}{gR} \text{ макс. в миним. точке (баз.)}$$

$$\Delta Q_{1-4} = \Delta U_{1-4} + A = \Delta U_{3-4} + P_3 (V_4 - V_3)$$

$$= \frac{3}{2} nR (T_4 - T_3) + P_3 (V_4 - V_3)$$

$$= \frac{3}{2} nR T_4 - \frac{3}{2} nR T_3 + P_3 V_4 - P_3 V_3$$

$$= P_4 V_4 - \frac{3}{2} nR P_3 V_3 + P_3 V_4 - P_3 V_3$$

$$= P_4 V_4 - \frac{3}{2} nR P_3 V_3$$

$$= P_4 V_4 - \frac{3}{2} nR P_3 V_3$$

$$= \frac{3}{2} nR P_3 V_3 - \frac{3}{2} nR P_3 V_3$$

$$= \frac{3}{2} nR P_3 V_3 - \frac{3}{2} nR P_3 V_3$$

$$= \frac{3}{2} nR P_3 V_3 - \frac{3}{2} nR P_3 V_3$$

$$= \frac{3}{2} nR P_3 V_3 - \frac{3}{2} nR P_3 V_3$$

$$= \frac{3}{2} nR P_3 V_3 - \frac{3}{2} nR P_3 V_3$$

$$= \frac{3}{2} nR P_3 V_3 - \frac{3}{2} nR P_3 V_3$$

$$= \frac{3}{2} nR P_3 V_3 - \frac{3}{2} nR P_3 V_3$$

$$= \frac{3}{2} nR P_3 V_3 - \frac{3}{2} nR P_3 V_3$$

$$\oint P dV = nR \int \frac{dV}{V} = nR \ln \frac{V_4}{V_3}$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\frac{V_1}{V_2} = e$$

$$A = P_2 V_2 \ln \frac{V_4}{V_3}$$

$$= 2P_1 V_1 \ln \frac{V_4}{V_3}$$

$$= 2P_1 V_1 \ln \frac{V_4}{V_3}$$

$$= 2P_1 V_1 \ln \frac{V_4}{V_3}$$

$$= 2P_1 V_1 \ln \frac{V_4}{V_3}$$

$$= 2P_1 V_1 \ln \frac{V_4}{V_3}$$

$$= 2P_1 V_1 \ln \frac{V_4}{V_3}$$

$$= 2P_1 V_1 \ln \frac{V_4}{V_3}$$

$$= 2P_1 V_1 \ln \frac{V_4}{V_3}$$

$$= 2P_1 V_1 \ln \frac{V_4}{V_3}$$

$$= 2P_1 V_1 \ln \frac{V_4}{V_3}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$E = -\frac{kQ^2}{R}$$

$$E_{\text{мех}} = 2 \cdot mg(R - \frac{\sqrt{3}}{2}R) - \frac{kQ^2}{R}$$

$$E_{\text{мех}} = 2 \cdot \frac{mV^2}{2} + 2mgR - \frac{kQ^2}{2R}$$

$$R = V \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

$$t = \frac{V}{g}$$

$$R = \frac{V^2}{g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{V^2}{g^2}$$

$$R = \frac{V^2}{g} - \frac{V^2}{2g}$$

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

$$E_{\text{мех}} = +\frac{kQ^2}{2R}$$

$$E_{\text{мех}} = 2 \cdot \frac{mV^2}{2}$$

$$V_y^2 = -\frac{kQ^2}{2Rm}$$

$$\cos \alpha \leq \frac{2}{3}$$

$$N = 3g \cos \alpha - 2g \leq 0$$

$$2g - 2g \cos \alpha \geq 2g(1 - \cos \alpha) \frac{V^2}{R} = a_1 = g \cos \alpha - N$$

$$\text{если } N \leq 0, \text{ то } a_1 = g \cos \alpha$$

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

$$E = -\frac{kQ^2}{R_1} / -\frac{kQ^2}{R_2} / -\frac{kQ^2}{R_3}$$



$$A_1 = -\frac{kQ^2}{R_2} + \frac{kQ^2}{R_1}$$

$$A_2 = -\frac{kQ^2}{R_3} + \frac{kQ^2}{R_2}$$

$$A_{1-3} = \frac{kQ^2}{R_1} - \frac{kQ^2}{R_3}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
☒

2
☒

3
☒

4
☒

5
☒

6
☒

7
☒

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$H \geq 2V + \frac{gt^2}{2} = 0.4V + 0.2$$

$$t = \frac{2V \sin \beta + \sqrt{4V^2 \sin^2 \beta + 32V + 16}}{2g}$$

$$t = \frac{\sqrt{2}V}{g}$$

$$\frac{V^2}{g} = d$$

$$x = \frac{V^2}{g} \left(\frac{\sin 2\beta}{2} + \sqrt{\sin^2 \beta + \frac{2gH}{V^2}} \cos \beta \right)$$

$$V = 20\sqrt{2}$$

$$t = 4 \text{ c.}$$