



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.

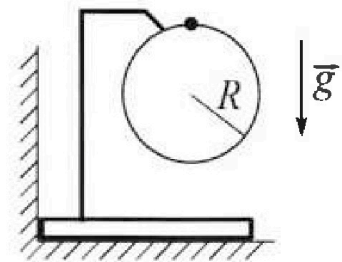
1) Найдите модуль P_2 суммарного импульса \vec{P}_2 всех остальных осколков в этот момент времени. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

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.



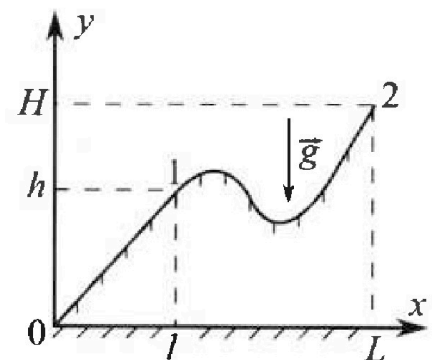
1) Найдите ускорение \vec{a} шарика в тот момент, когда сила, с которой брусок действует на вертикальную стенку, обращается в ноль. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{a} .

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

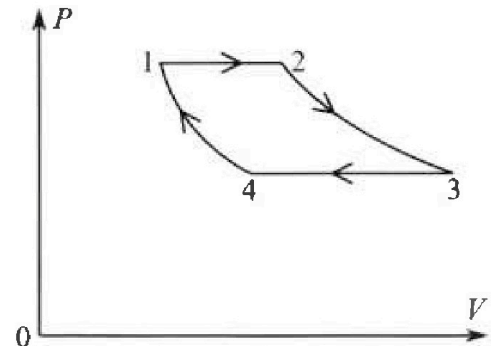
Вариант 10-03



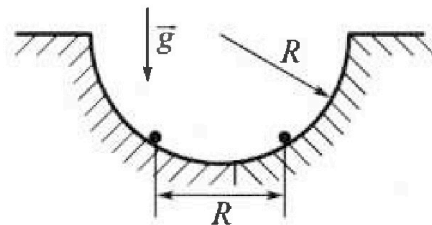
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 . Шарика одновременно отпускают, и они вылетают из лунки. Отсчитанная от края лунки максимальная высота, на которую поднимается в полете каждый шарик, равна R . Шарика отрываются от гладких стенок лунки у краев.



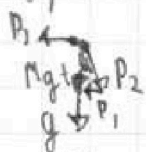
- 1) С какой скоростью V движется каждый шарик за мгновение до отрыва от края лунки?
- 2) Найдите заряд Q каждого шарика.
- 3) Найдите наибольшую скорость U , с которой растет расстояние между шариками после вылета из лунки. Соударения шариков с горизонтальной плоскостью абсолютно упругие. Ускорение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

1 2 3 4 5 6 7

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

12) М.к. Включите все осевые моменты \vec{P} равномерно во все стороны, $\vec{P}_{\text{нач}} = \vec{0}$, чер на все камни действует сила тяжести,

за время t изм. \vec{P} камня на $m_{\text{камень}} \vec{g} t$, т.е. $\vec{P}_2 + \vec{P}_1 = M \vec{g} t$



по \vec{g} составляем: $P_2 \cos \alpha = M g t$
 $\sin \alpha = \frac{P_1}{P_2} = \frac{3}{5}$ $\leftarrow P_2 \sin \alpha = P_1$

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

3) Ж.к. раз рассматриваем кусок, который вылетел из скрепера под углом α к горизонту

максимальную дальность упол $-2 \cdot 45^\circ$, в горизонтальном

дл $\theta = V \cdot \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} \rightarrow \theta = \frac{\sqrt{2} V}{g}$, уполем

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

и $T = t = \frac{\sqrt{2} \sqrt{d g}}{g} = \sqrt{\frac{2d}{g}} = 4 \text{ с}$

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

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

3) $T = 4 \text{ с}$.

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

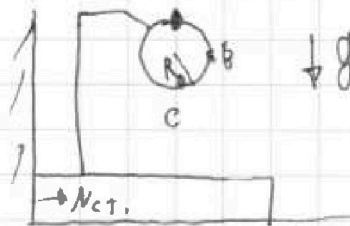
1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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



12) Пусть угол между нормалью к поверхности и касательной к траектории α .
 На шарик действуют сила тяжести \vec{G} и сила сопротивления воздуха N , если $N > 0$,



но по 3-ему закону Ньютона, на брусок действует с силой, направленной противоположно левонаправленную гориз. проекцию \Rightarrow брусок движется вправо с начальной скоростью. В этот момент скорость шарика V и $N=0$, т.е. $h = R(1 - \cos \alpha)$, по 3.с.з.
 $\frac{1}{2} g R (1 - \cos \alpha) = \frac{1}{2} v^2 \Rightarrow v^2 = g R (1 - \cos \alpha)$, максимальное ускорение $a = g \cos \alpha - N = g \cos \alpha = \frac{v^2}{R} = g (1 - \cos \alpha) \Rightarrow \cos \alpha = \frac{2}{3}$
 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 направлении, либо правее него, значит $N_{ст} = 0$ и это означает $P_{гор} = \text{const}$, тогда $P_{бр} = -P_{ш.гор}$ (с $m_{бр} = m_{ш}$), скорость шарика максимальна в точке C, т.е. $V_C = V_{гор. макс}$, поэтому максимальная скорость бруска тогда когда шарик в точке C
 $(P_{бр}) = |V_{ш.гор}| \leq V_{ш} \leq V_{ш.C}$, т.е. равенство выполняется в точке C. По 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
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

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

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 we скорости v , т.е. $\sqrt{h^2+e^2} = \frac{v^2}{2g \sin \alpha} a \Rightarrow t = \frac{v^2}{2g \sin \alpha}$

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

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:

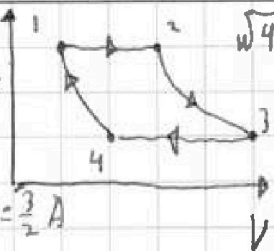


- 1 2 3 4 5 6 7

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 ; $Z(P_i, V_i) = P_i V_i$ - изохорический процесс, пусть n -какой-то молей газа



1-2) $A = \sum P dV = P_1 (V_2 - V_1) = P_1 V_1$, $P_1 V_1 = nRT_1$; $P_2 V_2 = nRT_2$
 $(T_2 - T_1) nR = P_1 (V_2 - V_1) = A$, кроме того $\Delta U_{1-2} = \frac{3}{2} nR(T_2 - T_1) = \frac{3}{2} A$

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. $T_2 = T_3$, $\Delta T = 0$ $\Delta U_{2-3} = \frac{3}{2} nR \Delta T = 0$; $\Delta Q_{2-3} = \Delta A_{2-3} + \Delta U_{2-3} = A$

3-4) $\Delta Q_{3-4} = \Delta U_{3-4} + A_{3-4} = \Delta U_{3-4} + P_3 (V_4 - V_3) = \frac{3}{2} nR (T_4 - T_3) + P_3 (V_4 - V_3) =$
 $= \frac{3}{2} nR T_4 - \frac{3}{2} nR T_3 + P_4 V_4 - P_3 V_3 = P_4 V_4 - \frac{3}{2} P_3 V_3 + P_4 V_4 - P_3 V_3 = \frac{5}{2} P_4 V_4 - \frac{5}{2} P_3 V_3 =$
 $= P_1 V_1 \frac{5}{2} - \frac{5}{2} P_2 V_2 = \frac{5}{2} A - \frac{5}{2} P_1 V_1 = -\frac{5}{2} A$ (работа газа $A_{3-4} = P_3 (V_4 - V_3) = A - P_2 V_2 = -A$
 $Q_{3-4} = \frac{1}{2} A$

4-1) т.к. $T_3 = T_4$, $\Delta U_{4-1} = 0$; на процессе 2-3

$A = \sum P dV = P_2 V_2 \int_{V_2}^{V_3} \frac{dV}{V}$
 $= P_2 V_2 \ln \frac{V_3}{V_2} = 2 A \ln \frac{V_3}{V_2} \Rightarrow \frac{V_3}{V_2} = \sqrt{e} = \frac{1/3 P_3}{1/2 P_3} = \frac{P_2}{P_3} = \frac{P_1}{P_4}$

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: $\eta = \frac{A_{1-2} + A_{2-3} + A_{3-4} + A_{4-1}}{Q_{1-2} + Q_{2-3} + Q_{3-4} + Q_{4-1}} = \frac{A + A - \frac{1}{2} A - \frac{1}{2} A}{\frac{5}{2} A + A - \frac{1}{2} A - \frac{1}{2} A} = 1$

= 100%

- Ответы: 1) $Q_{1-2} = \frac{5}{2} A$ $Q_{2-3} = A$
 2) $Q_{3-4} = \frac{1}{2} A$
 3) $\eta = 1$.

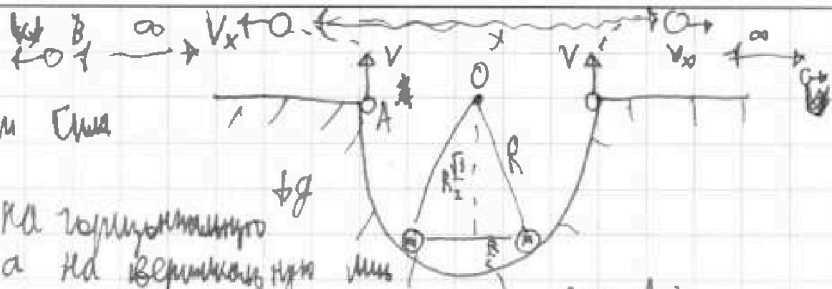
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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. Введем x как горизонтальную скорость шарика, y — на вертикальную. Сила тяжести mg , g — постоянна, m, k — дано. Высота $h = R$.
 $R = v \cdot t - \frac{g t^2}{2}$ и $v = g \cdot t \Rightarrow R = v \cdot \frac{v}{g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{v^2}{g^2} = \frac{v^2}{g} - \frac{v^2}{2g} = \frac{v^2}{2g}$
 $v = \sqrt{2gR}$

2) Пусть O — потенциальная энергия кинетического взаимодействия. Сила гравитации mg на шарик. Рассмотрим между шариком

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

(в точке A шарик вылетает из круга) $E_{\text{кон}} = 2mgR + 2 \cdot \frac{mV^2}{2} + \frac{kQ^2}{2R}$

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

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

увеличение взаимодействия

3) кинетическая энергия и потенциальная энергия кинетического взаимодействия. Но потенциальная энергия кинетического взаимодействия перестала

в потенциальную энергию кинетического взаимодействия, в частности

$\frac{mV^2}{2} + \frac{kQ^2}{R} = 2 \cdot \frac{mV^2}{2} + \frac{kQ^2}{e}$, при $\ell \rightarrow +\infty$

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

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

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

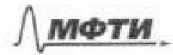
3) $V = \sqrt{Rg(2 + \sqrt{3})}$



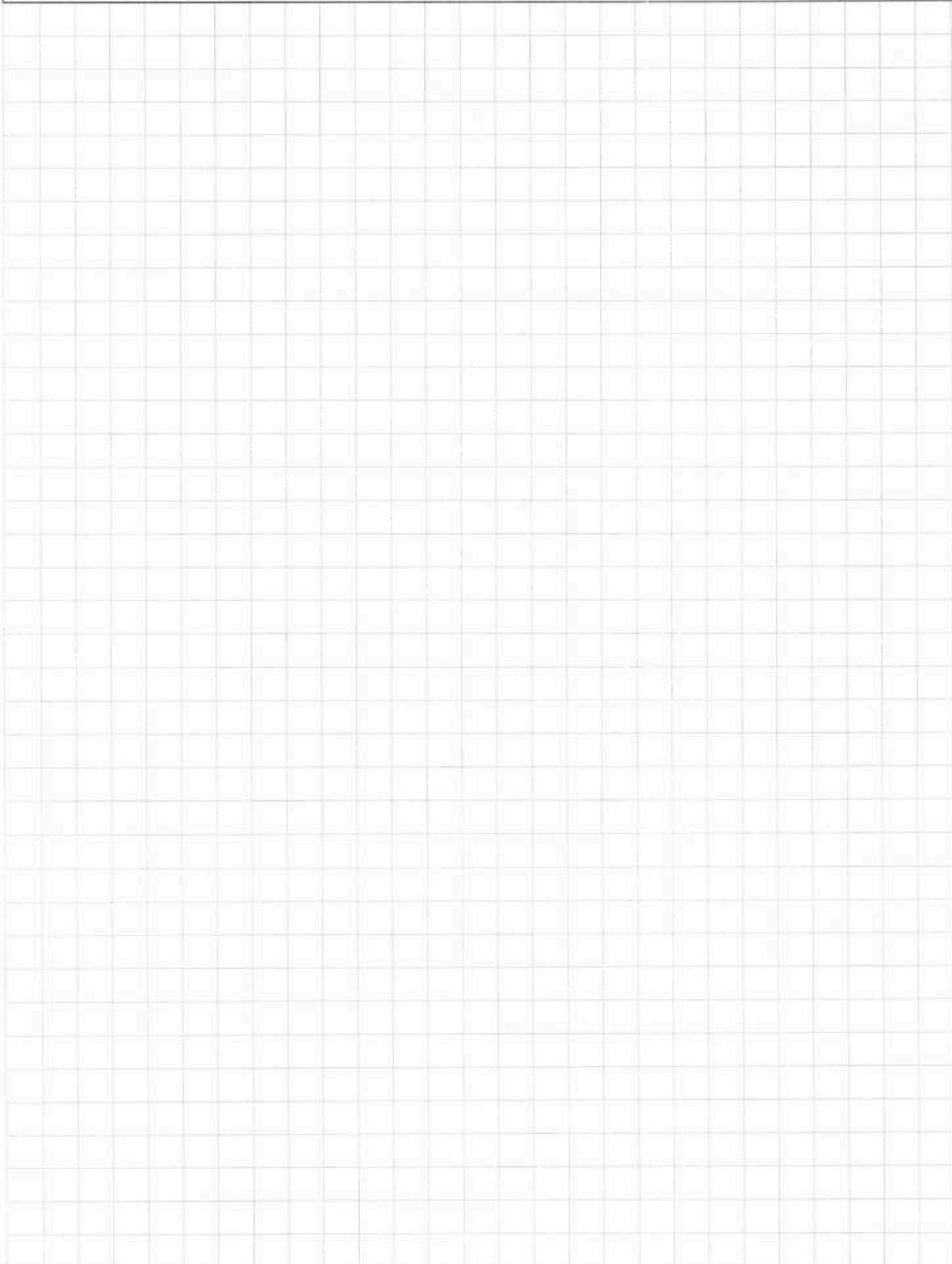
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |



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!



$P_{11} + P_{12} = 0$
 $P_{12} = mg \cdot t$
 $P_1 + P_2 = mg \cdot t$
 $E = nM \cdot 3RT = \frac{3}{2} nRT$
 $V_{cp} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$
 $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$
 P_1
 P_2
 P_3
 P_4
 A
 V
 $\theta = 45^\circ$
 $t = \frac{\sqrt{2}V}{g}$
 $P_2 \cos \alpha = P_1 = 30 \text{ кг} \cdot \frac{m}{c}$
 $P_2 \sin \alpha = mg \cdot t = 40 \text{ кг} \cdot \frac{m}{c}$
 $P_2 = \sqrt{40^2 + 30^2} = 50$
 $2V \sin \alpha t = gt^2 - 2H$
 $t = 4c$
 $V = \sqrt{80 \cdot 10} = 20\sqrt{2}$
 $1 \rightarrow 2 \text{ (A)}$
 $2 \rightarrow 3 \text{ (A)}$
 $v_2 = 2v_1$
 $H = \frac{gt^2}{2} - V \sin \alpha t$
 $x = tV \cos \alpha$
 $d^2 = t^2 V^2 \cos^2 \alpha + \frac{g^2 t^4}{4} - 2Vg \sin \alpha t^3$
 $d^2 = t^2 V^2 + \frac{g^2 t^4}{4} - 4Vg \sin \alpha t^3$
 $g^2 t^4 - 4Vg \sin \alpha t^3 + 4V^2 t^2 - 4d^2 = 0$
 $2Hg t^2 - 2Vg \sin \alpha t^3 + 4V^2 t^2 = 4d^2$
 $1) \Delta Q_{12} = \Delta U_{12} + A = A + \frac{3}{2} nR \cdot \frac{1}{2} A = \frac{5}{2} nR A$
 $P_1 V_1 = nRT_1$
 $P_1 (V_2 - V_1) = A$
 $P_1 V_2 = nRT_2$
 $(T_2 - T_1) nR = A$
 $U_1 = \frac{3}{2} nRT_1$
 $U_2 = \frac{3}{2} nRT_2$
 $2) \Delta Q_{2-3} = \Delta U_{2-3} + A = A$
 $P_2 V_2 = nRT_2$
 $P_2 V_3 = nRT_3$
 $3) \Delta Q_{3-4} = \Delta U_{3-4} + A = A$
 $P_3 V_3 = nRT_3$
 $P_3 V_4 = nRT_4$
 $\Delta U_{3-4} = \frac{3}{2} nR (T_4 - T_3)$
 $\Delta Q_{4-1} = A$
 $A_2 = mg(H-h) + \mu mg \sum \cos \alpha \cdot l$
 $1) A_1 = mgh + \mu mg \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} \sqrt{h^2 + e^2}$
 $= mgh + \frac{\mu mg \sqrt{h^2 + e^2} \cos \alpha}{\sin \alpha}$
 $= mgh + \mu mg l$
 $\frac{P_2 V_2}{V_3} \left(\frac{P_1 V_1}{P_4} - V_3 \right) = \frac{P_2 V_2}{V_3} \left(\frac{P_1 V_1}{P_3} - \frac{P_2 V_2}{P_3} \right) = v_{kon} = (mg \sin \alpha - \mu g \cos \alpha) t$
 $2g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \frac{\sqrt{2} \sqrt{h^2 + e^2}}{\sqrt{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}} = \frac{t^2}{2} (g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha) = \sqrt{h^2 + e^2}$
 $2\sqrt{g} \cdot \sqrt{2} \sqrt{h^2 + e^2} \sqrt{\frac{h}{\sqrt{h^2 + e^2}} - \frac{e}{\sqrt{h^2 + e^2}}} = \sqrt{g} \cdot \sqrt{2h - 2e^2}$

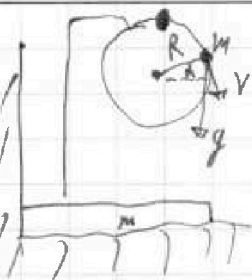
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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

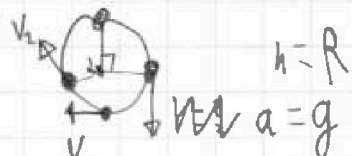
$$a(\alpha) = g \sin \alpha$$

$$a_{\text{rad}} = g \cos \alpha + \frac{v^2}{R}$$

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

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

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



$$h = R$$

$$a = g$$



$$V_x = V_1 \sin \alpha$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\Delta Q_{1-4} = \Delta U_{1-4} + A_1 = \Delta U_{3-4} + P_3 (v_4 - v_3)$$

$$= \frac{3}{2} mR (T_4 - T_3) + P_3 (v_4 - v_3)$$

$$= \frac{3}{2} mR T_4 - \frac{3}{2} mR T_3 + P_3 v_4 - P_3 v_3$$

$$= P_4 v_4 - \frac{3}{2} mR T_3 + P_3 v_4 - P_3 v_3$$

$$= P_4 v_4 - \frac{3}{2} mR T_3 + P_3 v_4 - P_3 v_3$$

$$\frac{v_1}{v_4} = e$$

$$\sum P \Delta V = \sum P_i \int_{v_i}^{v_f} \frac{dV}{v_i} = P_1 v_1 \int_{v_1}^{v_4} \frac{dV}{v_1} =$$

$$= P_1 v_1 (v_4 - v_1) = -A$$

$$A = P_2 v_2 \ln \frac{v_1}{v_2}$$

$$= P_1 v_1 \ln \frac{v_1}{v_4} = -A$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

МФТИ

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

$E = -\frac{kQ^2}{R}$
 $E_{\text{ном}} = 2 \cdot mg(R - \frac{\sqrt{3}}{2}R) - \frac{kQ^2}{R}$
 $E_{\text{ном}} = 2 \cdot \frac{mV^2}{2} + 2 \cdot mgR - \frac{kQ^2}{2R}$
 $R = v \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2}$
 $t = \frac{v}{g}$
 $R = \frac{v^2}{g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{v^2}{g^2}$
 $R = \frac{v^2}{g} - \frac{v^2}{2g}$
 $R = \frac{v^2}{2g}$

$E_{\text{ном}} = +\frac{kQ^2}{2R}$
 $E_{\text{ном}} = 2 \cdot \frac{mV^2}{2}$
 $V_y^2 = -\frac{kQ^2}{2Rm}$
 $\cos \alpha = \frac{2}{3}$
 $N = 3g \cos \alpha - 2g \leq 0$
 $\frac{mV^2}{2} = mgR(1 - \cos \alpha)$
 $2g - 2g \cos \alpha = 2g(1 - \cos \alpha) \frac{V^2}{R} = a_1 = g \cos \alpha - N$
 если $N \leq 0$, motion ok
 $\vec{a} = \vec{g}$
 направ. вниз

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



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

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

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

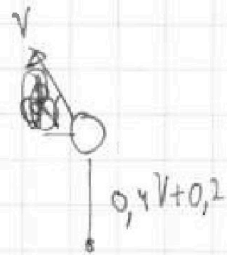
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$H \geq 2V + \frac{v^2}{2} = 0,4V + 0,2$$

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

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

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

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

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

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