



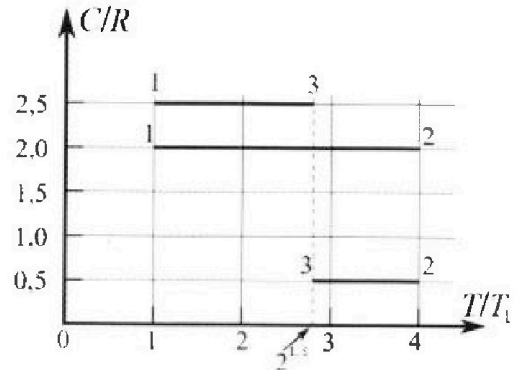
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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



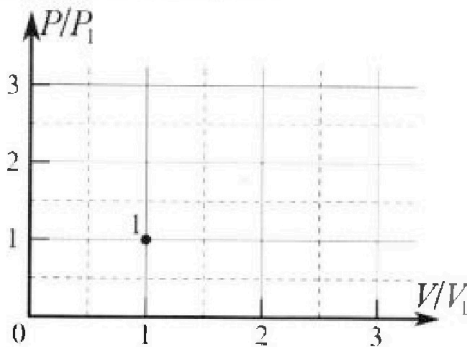
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1 $T_1 = 400$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).



1) Найдите работу A_2 газа в процессе 1-2.

2) Найдите КПД η цикла.

3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.



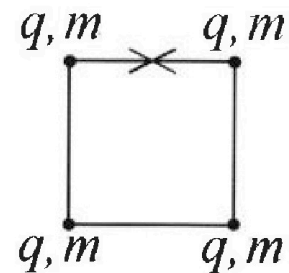
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

1) Найдите силу T натяжения нитей.

Одну нить пережигают.

2) Найдите скорость V любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.

3) На как ом расстоянии d от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных вверху (на рисунке)?



Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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



1. Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за $T = 2$ с.

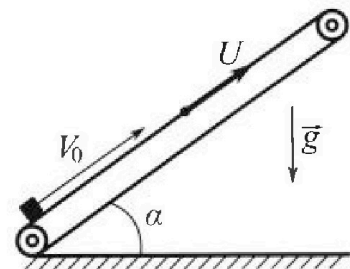
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

2) Теннисист посылает мяч с начальной скоростью V_0 под различными углами к горизонту в направлении высокой вертикальной стенки, находящейся на расстоянии $S = 20$ м от места броска. На какой максимальной высоте мяч ударяется о стенку?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым. Все высоты отсчитываются от точки старта.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,8$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 4$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = \frac{1}{3}$. Движение коробки прямолинейное.



1) За какое время T после старта коробка пройдет в первом опыте путь $S = 1$ м?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 2$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 4$ м/с.

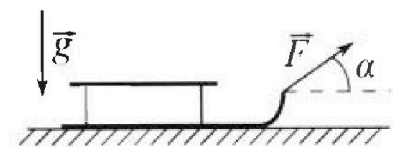
2) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 2$ м/с?

3) На какой высоте H , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же скорости V_0 за одинаковое время.

В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения скорости V_0 действие внешней силы прекращается.



1) Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

2) Через какое время T после прекращения действия силы санки остановятся? Ускорение свободного падения g .

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

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!



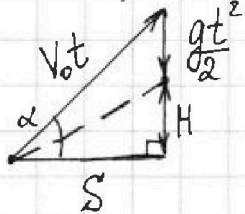
Задача 1.

Решение:

1) На максимальной высоте скорость мяча равна нулю,
 $\Rightarrow 0 = V_0 - gT$, откуда $V_0 = gT = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 2\text{с} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

2) Пусть мяч был выпущен под некоторым углом α к горизонту, время полета мяча до удара об стенку равно t .

Построим "треугольник перемещений":



Из него видно, что независимо от угла α величина V_0 , t , g , H и S связаны следующим образом:

$$(V_0 t)^2 = \left(\frac{gt^2}{2} + H\right)^2 + S^2 \quad (\text{т. Пифагора}),$$

откуда $H(t) = \sqrt{V_0^2 t^2 - S^2} - \frac{gt^2}{2}$.

$H(t) = H_{\max}$ при $H'_t = 0$:

$$0 = \frac{1}{2\sqrt{V_0^2 t^2 - S^2}} \cdot 2V_0^2 t - gt$$

Из этого высоты где $t \neq 0$, $\Rightarrow \frac{1}{\sqrt{V_0^2 t^2 - S^2}} \cdot V_0^2 = g, \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{V_0^4}{g^2} = V_0^2 t^2 - S^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{V_0^2}{g^2} + \frac{S^2}{V_0^2}} = t_0$$

$$H_{\max} = H(t_0) = \sqrt{V_0^2 \cdot \frac{V_0^2}{g^2} + V_0^2 \cdot \frac{S^2}{V_0^2} - S^2} - \frac{g}{2} \cdot \frac{V_0^2}{g^2} - \frac{g}{2} \cdot \frac{S^2}{V_0^2} =$$

$$= \frac{V_0^2}{g} - \frac{V_0^2}{2g} - \frac{gS^2}{2V_0^2} = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{gS^2}{2V_0^2}$$

$$H_{\max} = \frac{20^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} - \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 20^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{2 \cdot 20^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = \frac{400}{20} \text{ м} - \frac{10}{2} \text{ м} = 15 \text{ м}.$$

У функции $H(t)$ существует только максимум (минимумов нет), поэтому $H(t_0)$ - именно искомая максимальная высота.

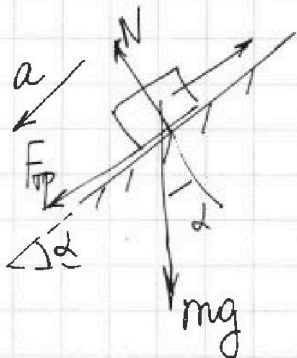
Ответ: $V_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $H_{\max} = 15 \text{ м}$.

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

Задача 2.

Решение:



В первом опыте коробка будет двигаться с ускорением $a = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha$, направленном против скорости коробки.

($F_{тр} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$, m - масса коробки)

Уравнение кинематики:

$$S = V_0 T - \frac{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) T^2}{2}$$

$$\left(\sin \alpha = 0,8 = \frac{8}{10} = \frac{4}{5}; \Rightarrow \cos \alpha = \frac{3}{5} \right) = 0,6$$

$$\sin \alpha + \mu \cos \alpha = 0,8 + \frac{1}{3} \cdot 0,6 = 0,8 + 0,2 = 1, \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S = V_0 T - \frac{g T^2}{2};$$

$$-\frac{g}{2} \cdot T^2 + V_0 \cdot T - S = 0;$$

$$g \cdot T^2 - 2V_0 \cdot T + 2S = 0;$$

$$T = \frac{2V_0 \pm \sqrt{4V_0^2 - 4g \cdot 2S}}{2g} = \frac{V_0 \pm \sqrt{V_0^2 - 2gS}}{g}$$

Получаем два значения времени: $T_1 = \frac{V_0}{g} - \sqrt{\left(\frac{V_0}{g}\right)^2 - 2\frac{S}{g}}$ и

$$T_2 = \frac{V_0}{g} + \sqrt{\left(\frac{V_0}{g}\right)^2 - 2\frac{S}{g}}.$$

Однако правильное значение - T_1 , т.к. $T_1 < T_2$, $\Rightarrow T_2$ соответствует моменту движения коробки вниз, однако там будет уже другое ускорение (сила трения направлена

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!

ше), что не соответствует действительности

Путь до полки «отакровки «наверху» равен

$$S_{\text{от}} = \frac{V_0^2}{2g} = \frac{16 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2 \cdot 10 \text{ м}/\text{с}^2} = \frac{16}{20} \text{ м} < 1 \text{ м} = S, \Rightarrow$$

$\Rightarrow T_1$ — верное искомое время. $\Rightarrow T_1$ — верно.

$$T = T_1 = \frac{V_0}{g} - \sqrt{\left(\frac{V_0}{g}\right)^2 - 2 \frac{S}{g}} = \frac{4 \text{ м}/\text{с}}{10 \text{ м}/\text{с}^2} - \sqrt{\left(\frac{4}{10} \text{ с}\right)^2 - 2 \cdot \frac{1 \text{ м}}{10 \text{ м}/\text{с}^2}}$$

П.е. коробка пройдет $\frac{16}{20} \text{ м} = 0,8 \text{ м}$ до полки
отакровки «наверху» и ещё $0,2 \text{ м}$ пройдет, выезжая
вниз. ($g \sin \alpha > \mu g \cos \alpha$, \Rightarrow коробка поедет вниз с

ускорением $a' = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = g(0,8 - \frac{1}{3} \cdot 0,6) = g(0,8 - 0,2) =$
 $= 0,6g$)

Время, за которое коробка опустится на $0,2 \text{ м}$
равно t ;

$$S - S_{\text{от}} = \frac{0,6g \cdot t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2(S - S_{\text{от}})}{0,6g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2 \text{ м}}{0,6 \cdot 10 \text{ м}/\text{с}^2}} =$$
$$= \sqrt{\frac{0,4}{6}} \text{ с} = \sqrt{\frac{2}{30}} \text{ с} = \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ с}$$

Время, за которое коробка достигнет до полки
отакровки: $t_{\text{от}} = \frac{V_0}{g} = \frac{4 \text{ м}/\text{с}}{10 \text{ м}/\text{с}^2} = 0,4 \text{ с}$

Общее время: $T = t_{\text{от}} + t = \left(0,4 + \sqrt{\frac{1}{15}}\right) \text{ с}.$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

2) П.к. $V_0 > u$, то ускорение коробки будет направлено против её движения и равно $g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha = g$.

По ЗСЭ:

~~В системе отсчёта транспорта~~
Перемещение коробки будет складываться из перемещения ~~на~~ ленте транспорта l_1 и перемещения коробки относительно транспорта l_2 ;

$$l_1 = ut; \quad l_2 = V_0 t - \frac{gt^2}{2} = (V_0 - u)t - \frac{gt^2}{2};$$

$$u = V_0 - gt \Rightarrow t = \frac{V_0 - u}{g} \Rightarrow l_2 = \frac{(V_0 - u)^2}{2g};$$

$$l_1 = \frac{u(V_0 - u)}{g}, \Rightarrow L = \frac{u(V_0 - u)}{g} + \frac{(V_0 - u)^2}{2g} = \frac{V_0 - u}{g} \left(u + \frac{V_0 - u}{2} \right) =$$
$$= \frac{V_0 - u}{g} \cdot \frac{u + V_0}{2} = \frac{V_0^2 - u^2}{2g} = \frac{(16 - 4) \text{ м}^2/\text{с}^2}{2 \cdot 10 \text{ м}/\text{с}^2} = \frac{12}{20} \text{ м} = 0,6 \text{ м}.$$

3) По ЗСЭ:

$\frac{mV_0^2}{2} = mgh + \mu mg \cos \alpha \cdot l$, где l — расстояние
путь движения коробки относительно
ленты транспорта за время движения

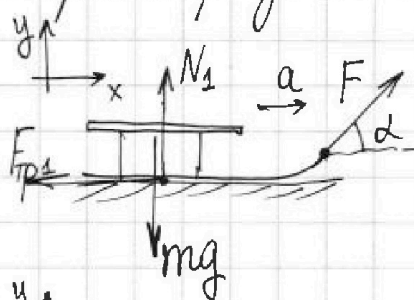
1 2 3 4 5 6 7

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

Задача 3.

Решение:

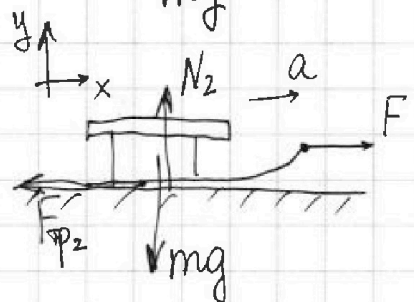
1) В обоих случаях сачок движется с ~~одн~~ одинаковым постоянным ускорением $a = \frac{V_0}{\tau}$, где τ - время разгона сачок до V_0 .



В первом случае II з-к Ньютона по осям даёт:

$$\text{по } x: F \cos \alpha - F_{\text{тр}1} = ma;$$

$$\text{по } y: F \sin \alpha + N_1 - mg = 0;$$



Во втором случае II з-к Ньютона по осям даёт:

$$\text{по } x: F - F_{\text{тр}2} = ma;$$

$$\text{по } y: N_2 - mg = 0;$$

В обоих случаях m - масса сачок; а силы трения равны силам трения скольжения, т.е. $F_{\text{тр}1} = \mu N_1$, $F_{\text{тр}2} = \mu N_2$. Отсюда:

$$F \cos \alpha - \mu(mg - F \sin \alpha) = F - \mu mg;$$

$$F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha = F - \mu mg;$$

$$\cos \alpha + \mu \sin \alpha = 1, \Rightarrow \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}.$$

2) После прекращения действия сил сачок будет тормозиться с постоянным ускорением $-\mu g$ из кинематики $0 = V_0 - \mu g \cdot T \Rightarrow T = \frac{V_0}{\mu g} = \frac{V_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$.

Ответ: $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$; $T = \frac{V_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$.

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!

Задача 4.

Решение:

Сначала поймём, как давление зависит от ~~объёма~~ объёма в процессах $1 \rightarrow 2$, $2 \rightarrow 3$, $3 \rightarrow 1$.

В процессе $1 \rightarrow 2$: $C = 2R = \text{const}$, \Rightarrow это политропа
($PV^n = \text{const}$) с $n = \frac{C - C_p}{C - C_v} = \frac{2R - \frac{5}{2}R}{2R - \frac{3}{2}R} = \frac{-\frac{1}{2}R}{-\frac{1}{2}R} = \frac{-\frac{1}{2}R}{\frac{1}{2}R} = -1$, \Rightarrow

$\Rightarrow PV^{-1} = \text{const}$, т.е. $P = \alpha V$, где α - некоторый коэффициент.

В процессе $2 \rightarrow 3$: $C = \frac{1}{2}R = \text{const}$, \Rightarrow это политропа с
 $n = \frac{\frac{1}{2}R - \frac{5}{2}R}{\frac{1}{2}R - \frac{3}{2}R} = \frac{-2R}{-1R} = 2$, $\Rightarrow PV^2 = \text{const}$.

В процессе $3 \rightarrow 1$: $C = \frac{5}{2}R = C_p$, $\Rightarrow P = \text{const}$.

1) Работа A_{12} газа в процессе $1 \rightarrow 2$ есть $A_{12} = \int P(V) dV$ ##

Для моля составки газа верно $pV \stackrel{1 \rightarrow 2}{=} \nu RT$,
где $\nu = 1$ моль, т.е. $dV^2 = \nu RT$, $\Rightarrow 2dVdV = \nu R dT$,
т.е. $2p(V)dV = \nu R dT$, $\Rightarrow p(V)dV = \frac{1}{2} \nu R dT$, $\Rightarrow A_{12} = \int_{T_1}^{T_2} \frac{1}{2} \nu R dT =$

$= \frac{1}{2} \nu R \cdot \int dT = \frac{1}{2} \nu R \cdot (T_2 - T_1)$, где T_2 - температура в
составке 2, $T_2 = 4T_1$ (из графика), $\Rightarrow A_{12} = \frac{1}{2} \nu R \cdot 3T_1 =$
 $= \frac{3}{2} \nu R T_1 = \frac{3}{2} \cdot 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 400 \text{ К} = 8,31 \cdot 600 \text{ Дж} = 4986 \text{ Дж}$.

$T_2 = 4T_1$, $\Rightarrow V_2 = 2V_1$; $p_2 = 2p_1$ - объём и давление газа
в составке 2.

П.к. в $1 \rightarrow 3$ $p = \text{const}$, то $p_3 = p_1$, ## $T_3 = 2^{1,5} T_1 = \sqrt{8} T_1$, \Rightarrow
 $\Rightarrow V_3 = \sqrt{8} V_1$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

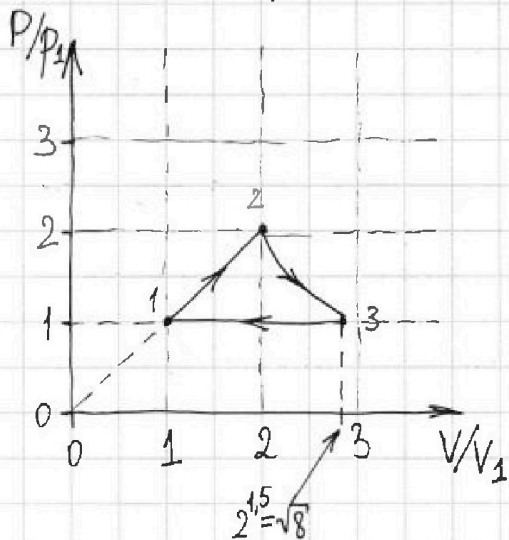
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



3) Имея данные о состоянии газа в 1, 2 и 3, построим график $P/P_1 (V/V_1)$:



2) Из графика становится видно, что газ получает тепло на участках $1 \rightarrow 2$ и $2 \rightarrow 3$.

Найдем работу газа A_{23} на участке $2 \rightarrow 3$:

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$$

$$A_{23} = Q_{23} - \Delta U_{23} =$$

$$= \frac{1}{2} R \nu (T_3 - T_2) - \frac{3}{2} R \nu (T_3 - T_2) =$$

$$= -R \nu (T_3 - T_2) = \nu R (T_2 - T_3) = \nu R (4T_1 - \sqrt{8}T_1) = (4 - \sqrt{8}) \nu R T_1 =$$

$$= 2(2 - \sqrt{2}) \nu R T_1.$$

Видно, что $Q_{23} = \frac{1}{2} R \nu (T_3 - T_2) < 0$, \Rightarrow можно сделать вывод, что газ получает тепло только на участке $1 \rightarrow 2$, $Q_{12} = 2 \nu R (T_2 - T_1) = 6 \nu R T_1$

Найдем работу над газом A_{31} в процессе $3 \rightarrow 1$:

$$A_{31} = P_1 \cdot (V_3 - V_1) = P_1 \cdot (\sqrt{8} - 1) V_1 = (\sqrt{8} - 1) \nu R T_1$$

$$\text{КПД цикла равен } \eta = \frac{\frac{1}{2} \nu R \cdot 3T_1 + 2(2 - \sqrt{2}) \nu R T_1 - (\sqrt{8} - 1) \nu R T_1}{\frac{3}{2} + 2(2 - \sqrt{2}) - \sqrt{8} + 1} = \frac{3 + 4(2 - \sqrt{2}) - 2\sqrt{8} + 2}{2} = \frac{3 + 8 - 4\sqrt{2} - 4\sqrt{2} + 2}{4} = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{4}$$

* Ответ: $A_{12} = 4986 \text{ Дж}$; $\eta = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{4}$; см. график.

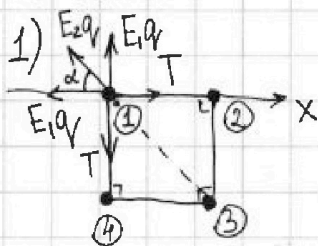
1 2 3 4 5 6 7

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



Задача 5.

Решение:



Траекторией шариков, как показано на рисунке.

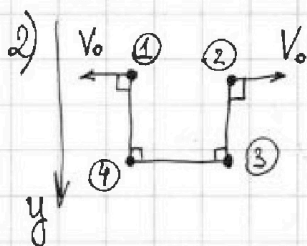
В силу симметрии все силы натяжения всех нитей будут равны T .

II закон Ньютона для шарика ① по

оси x : $0 = T - E_1q - E_2q \cos \alpha$, где E_1 и E_2 — напряженности полей, создаваемых остальными шариками ② и ④ и ③ соответственно. Угол $\alpha = 45^\circ$, т.к. фигура — квадрат.

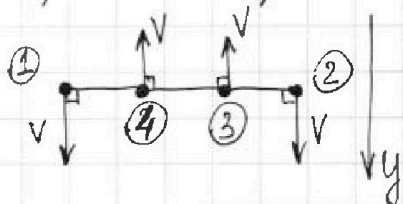
$$\text{Отсюда } T = E_1q + E_2q \cos \alpha = k \frac{q^2}{b^2} + k \frac{q^2}{(\sqrt{2}b)^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} =$$

$$= \frac{kq^2}{b^2} + \frac{\sqrt{2}}{4} \cdot \frac{kq^2}{b^2} = \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right) k \frac{q^2}{b^2}.$$



В момент переиздания нити сила натяжения мгновенно обращается в нуль, при этом по оси y нет (см. рис.) в начальный момент силы остаются скампенсированными, а

по оси x , например, на шарик ① начинают действовать нескомпенсированные силы, поэтому шарик ① и ② начнут движение по оси x . Отсюда можно заключить, что общий начальный импульс системы будет равен 0 (по оси y). Все силы между зарядами в процессе их движения являются внутренними, поэтому по оси y импульс всей системы шариков сохраняется.



В силу симметрии движения в момент, когда шарик выстроится в ряд, скорости



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!

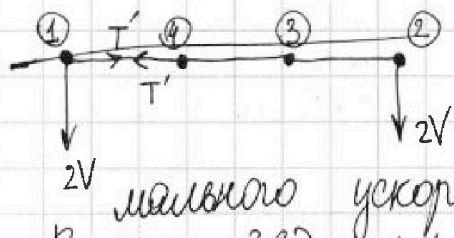
шариков ① и ②, ③ и ④ (попарно) должны быть одинаковыми.

В силу нерастяжимости нитей скорости каждого шарика в этот момент должны быть направлены перпендикулярно нитям.

Из закона сохранения импульса по оси y и из всего вышесказанного можно заключить, что скорости всех шариков равны между собой и направлены так, как показано на рисунке выше.

В силу закона сохранения энергии в систему отсчёта, связанную с шариками ③ и ④, тогда в этой С.О. шарики ① и ② движутся по окружностям радиуса b вокруг шариков ③ и ④ соответственно.

В момент, когда шарики будут на одной прямой, скорость шарика ④, например, будет равна $2V$, тогда:



Скорости шариков v_0 до перерезания нити должны быть равны нулю, т.к. сила по y скамплексирована и нет кор-

мального ускорения.

В силу ЗСЭ: $W_{\text{взго}} = W_{\text{взносе}} + 4 \frac{mV^2}{2}$

$$W_{\text{взго}} = 4 \cdot k \frac{q^2}{b} + 2 \cdot k \frac{q^2}{\frac{\sqrt{2}b}{2}} = (4 + \sqrt{2}) k \frac{q^2}{b}$$

$$W_{\text{взносе}} = k \frac{q^2 b}{b} + k \frac{q^2}{2b} + k \frac{q^2}{3b} + k \frac{q^2}{b} + k \frac{q^2}{b} + k \frac{q^2}{b} + k \frac{q^2}{2b} =$$

$$= k \frac{q^2}{b} \cdot \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + 1 + 1 + \frac{1}{2} \right) = k \frac{q^2}{b} \cdot \frac{13}{3} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{W_{\text{взго}} - W_{\text{взносе}}}{2m}} =$$

$$= \sqrt{\frac{(4 + \sqrt{2}) - 13/3}{2m} k \frac{q^2}{b}}$$

Ответ: $T = \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right) k \frac{q^2}{b^2}$; $V = \sqrt{\frac{(4 + \sqrt{2} - 13/3) k \frac{q^2}{b}}{2m}}$



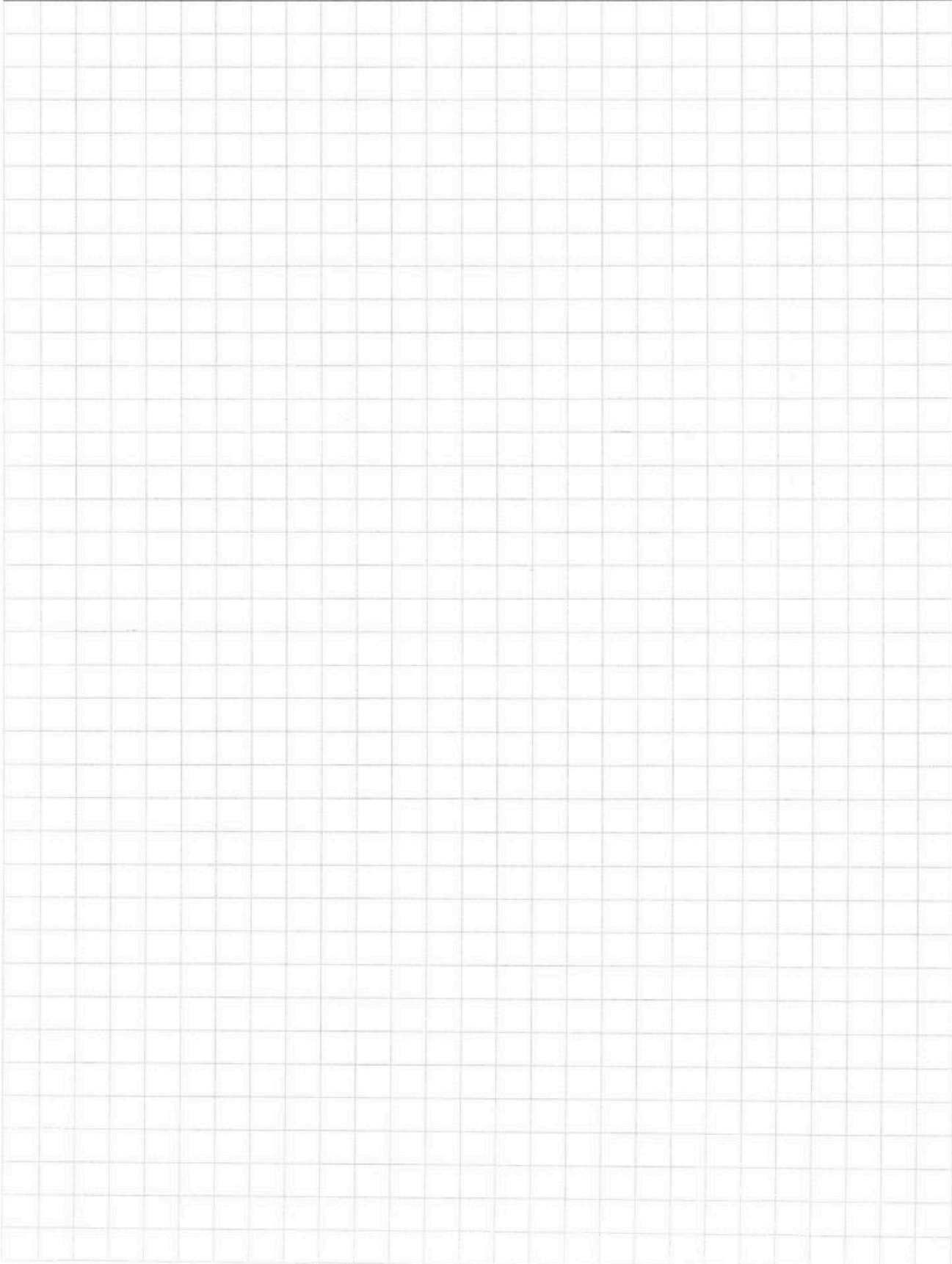
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input 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!





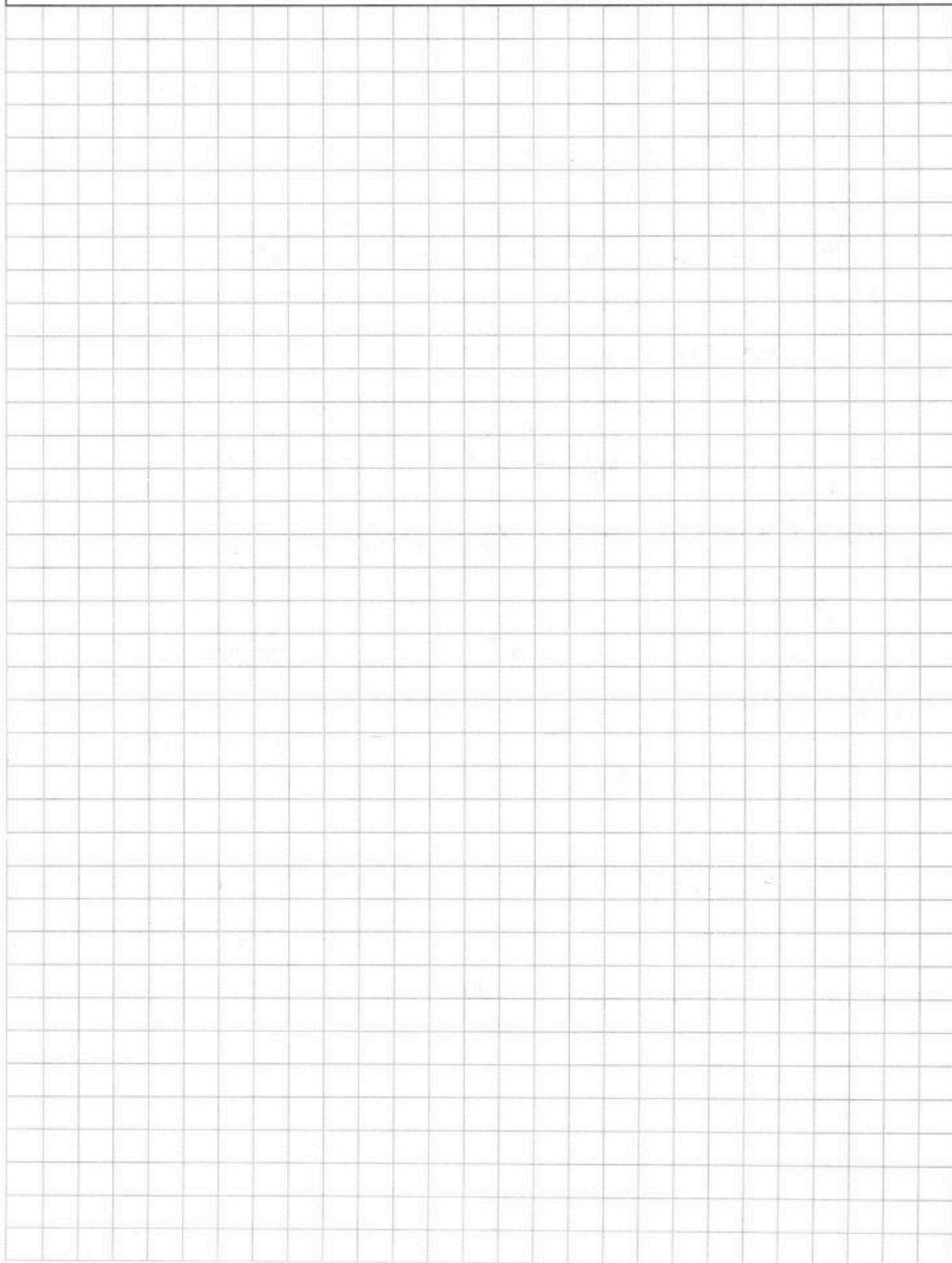
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input 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!





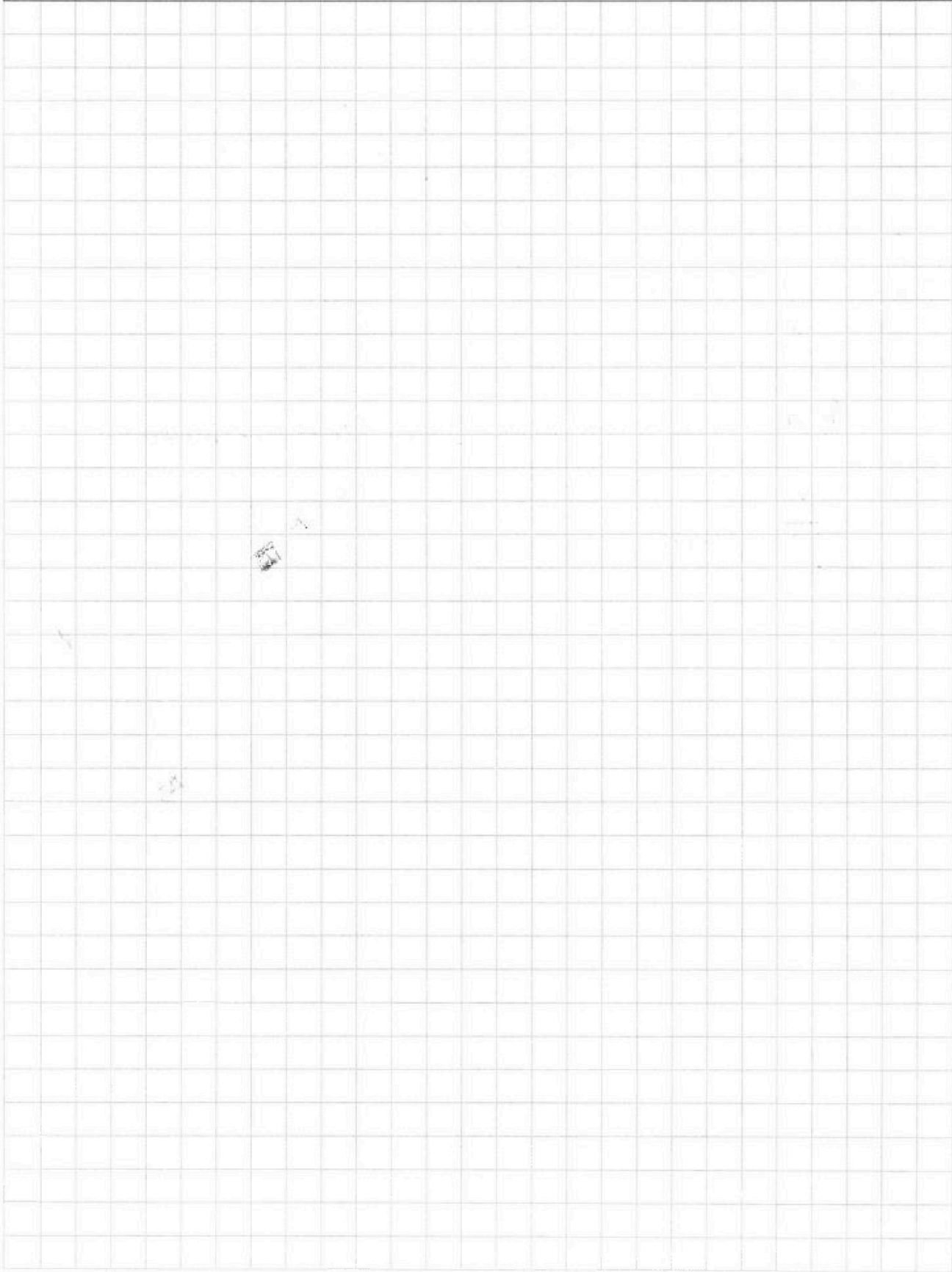
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input 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!



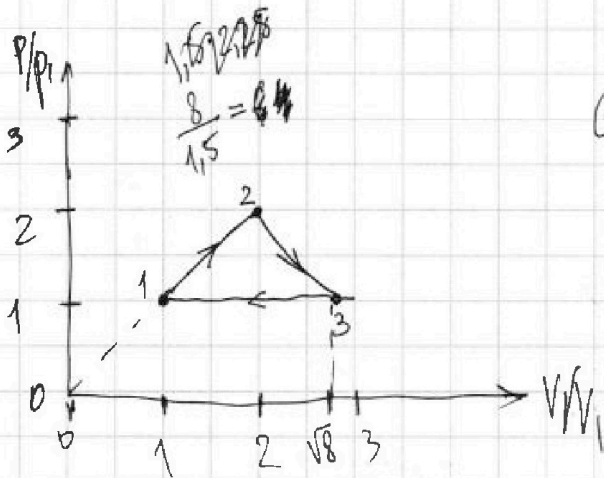
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$Q = A + \Delta U = 2\nu R(T_2 - T_1) = \dots$$

$$\left(\Delta U = \frac{3}{2} \nu R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R \cdot \frac{1}{2} \nu R(T_2 - T_1) \right)$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m \cdot 0^2}{2} + mgh + A_{F_{FP}}$$

$$A_{F_{FP}} = \mu mg \cos \alpha \cdot L$$

$$F - \mu mg = F \cos \alpha - \mu(mg - F \sin \alpha)$$

$$F = F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha$$

$$\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

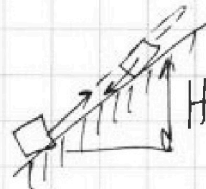
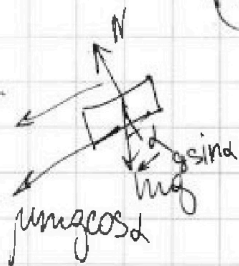
$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

~~2) N = mg~~
~~(F - \mu N) t = m v_0~~

1) ~~N + F \sin \alpha = mg~~
~~(F \cos \alpha - \mu N) t = m v_0~~

$$N = mg \cos \alpha$$

$$-\frac{(\mu g \cos \alpha + g \sin \alpha) T^2}{2} + v_0 T$$



$$\frac{m v_0^2}{2} = mgh + \frac{m v^2}{2} + A_{F_{FP}}$$

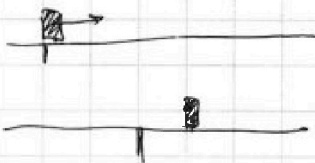
$$L = \frac{v_0^2 - v^2}{2a}$$

$$L_{\text{cos} \alpha} = v_0 \cdot \frac{v_0 - u}{a} \cdot \frac{1}{2}$$

$$\vec{L} = \vec{L}_{\text{транск}} + \vec{L}_{\text{cos} \alpha}$$

$$\vec{L}_{\text{cos} \alpha} = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad \vec{u} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

$$\vec{L}_{\text{транск}} = \vec{u}t$$



- 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!

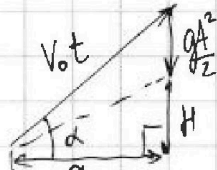


N1. $T=2\tau$

$\frac{\Delta V_0}{T}$

$0 = V_0 - gT \Rightarrow V_0 = gT$

$S = v_0 \cos \alpha t$



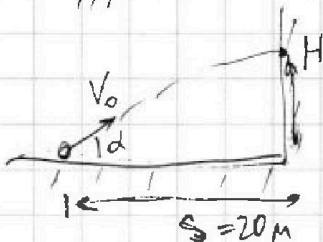
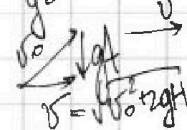
$V_0^2 t^2 = g^2 t^2 (\frac{g t^2}{2} + H)^2 + S^2$
 $V_0^2 t^2 = g^2 t^2$

$H = \sqrt{V_0^2 t^2 - S^2} - \frac{g t^2}{2}$

$H'_t = 0: \frac{1}{2\sqrt{V_0^2 t^2 - S^2}} \cdot 2V_0^2 t - g t$

$\frac{V_0^2}{\sqrt{V_0^2 t^2 - S^2}} = g$

$\frac{V_0^4}{g^2} = V_0^2 t^2 - S^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{V_0^4}{g^2} + S^2}$



$H_{max} = \sqrt{V_0^2 - \frac{V_0^4}{g^2} + S^2} - \frac{g}{2} \cdot \frac{V_0^4/g^2 + S^2}{V_0^2} =$
 $\frac{V_0^4}{2g} - \frac{g S^4}{2V_0^2}$

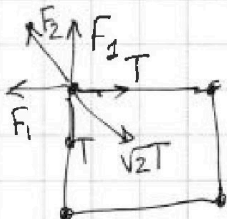
$2^{1,5} = 2^{3/2} = \sqrt{8}$

$\sqrt{4} < \sqrt{8} < \sqrt{9}$

$mV_0 = F \cos \alpha - \mu mg$

$\vec{F} = \vec{V_0 t} + \frac{g t^2}{2}$

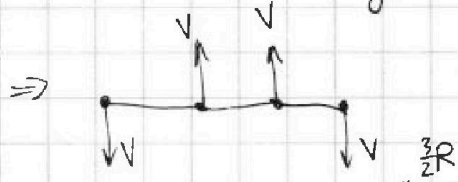
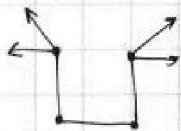
N5.



$\sqrt{2}F_1 + F_2 = \sqrt{2}T$

$T = F_1 + \frac{F_2}{\sqrt{2}}$

$W_{g1} + \frac{m \cdot 0^2}{2} = W_{g2} + \frac{mV^2}{2} \Rightarrow V$



$C = \frac{i}{2}R + \frac{pdV}{pdV + Vdp}$

$\frac{p_2}{p_1} = \frac{V_1^2}{V_2^2}$

1 → 2: $C = 2R$ ($p = dV$)

2 → 3: $C = 0,5R = \frac{1}{2}R$ ($PV^n = const$)

$C = C_0 + \frac{R}{1 + \frac{V}{P} \frac{dp}{dV}} = const$

$\Rightarrow P(V) = dV$

$1 + \frac{V dp}{P dV} = -1$

$\frac{V dp}{P dV} = -2$

$V dp = -2P dV$

$\frac{dp}{P} = -2 \frac{dV}{V}$

$\ln \frac{P_2}{P_1} = -2 \ln \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{-2}$

$P_2 V_2^2 = const$

$P_3 V_3^2 = \frac{P_3 P_1}{P_3 \cdot 8V_1^2}$

3 → 1: $C = 2,5R = \frac{5}{2}R \Rightarrow p = const$

$PV = \nu RT$

A_{12}

$\frac{1}{6} \times \frac{831}{4986}$

$Q = \Delta U + A$

$P_1 V_1 = \nu R T_1$

$\Delta V_1^2 = \nu R T_1$

$dV^2 = \nu R T \Rightarrow \frac{2V dV}{P} = \nu R dT$

$2V dV = \nu R dT$

$T_3 = \sqrt{8} T_1$
 $V_3 = \sqrt{8} V_1$

$dV^2 = \nu R T_1 \cdot 4$

$\frac{V_2^2 = 2V_1^2}{P_2 = 2P_1}$