



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

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



1. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Вектор начальной скорости мяча образует угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонтальной плоскостью. Горизонтальное перемещение мяча за время полета $L = 20$ м.

1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

Если футболист направляет мяч под различными углами к горизонту, из той же точки с начальной скоростью V_0 к высокой вертикальной стенке, то наибольшая высота, на которой происходит соударение мяча со стенкой, равна $H = 3,6$ м.

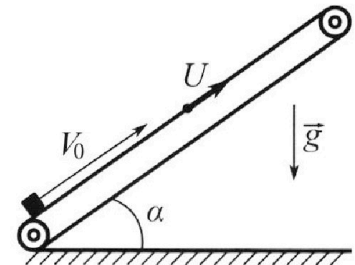
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,6$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 6$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = 0,5$.

Движение коробки прямолинейное.



1) Какой путь S пройдет коробка в первом опыте к моменту времени $T = 1$ с?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 1$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 6$ м/с (см. рис.).

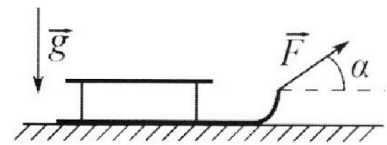
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

3) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? 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 кинетической энергии K на одинаковых участках пути.

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 кинетической энергии K действие внешней силы прекращается.



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

2) Найдите перемещение S санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения g . Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

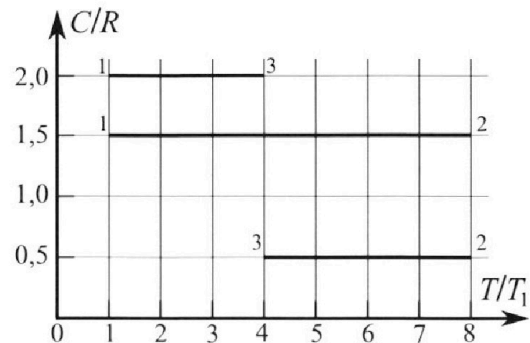
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

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



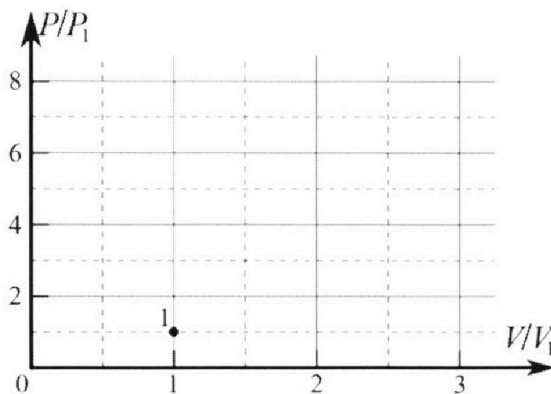
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1 равна $T_1 = 200$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).



1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.

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 a (см. рис.). Сила натяжения каждой нити T .

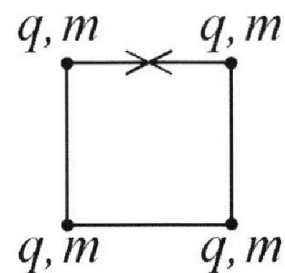
1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика.

Одну нить пережигают.

2) Найдите кинетическую энергию K любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.

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

Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.



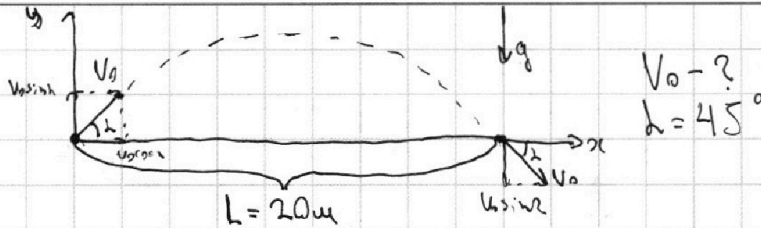
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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) 0.x

$$V_0 \cos 2\lambda = L \quad t - \text{время полета мяча}$$

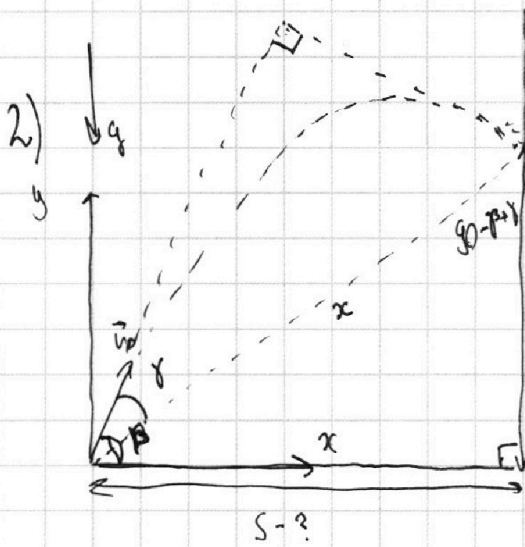
$$0.y - V_0 \sin 2\lambda = V_0 \sin 2\lambda - gt$$

$$\begin{cases} V_0 \cos 2\lambda = L & t = \frac{L}{V_0 \cos 2\lambda} \\ 2V_0 \sin 2\lambda = gt \end{cases}$$

$$2V_0 \sin 2\lambda = \frac{gL}{V_0 \cos 2\lambda}$$

$$V_0^2 = \frac{gL}{2 \sin 2\lambda \cos 2\lambda} = \frac{gL}{\sin 4\lambda}$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{gL}{\sin 4\lambda}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 20}{\sin 90^\circ}} = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$$



Заметим, что если $H = \text{max}$, а $S = \text{const}$, то x (расстояние от точки старта до точки соударения мяча и стены) тоже будет max

$$x = \sqrt{H^2 + S^2}$$

x max тогда, когда \vec{v}_H будет если вертикальный вектор скорости и горизонтальный вектор скорости перпендикулярны.

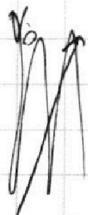
\vec{v}_H - вектор скорости в момент соудара.

m - масса мяча

$$3. c. \delta \quad \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_H^2}{2} + mgH$$

$$V_H^2 = V_0^2 - 2gH$$

$$V_H = \sqrt{V_0^2 - 2gH} = \sqrt{200 - 42} = \sqrt{128} = 8\sqrt{2} \text{ м/с}$$



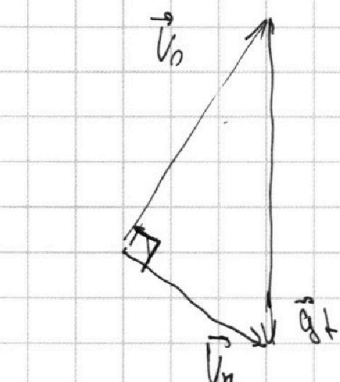
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



$$V_0^2 + V_H^2 = g^2 t^2$$

$$t = \frac{\sqrt{V_0^2 + V_H^2}}{g} = \frac{\sqrt{200 + 128}}{10} = \frac{\sqrt{328}}{10} = \frac{\sqrt{82}}{5} \text{ c}$$

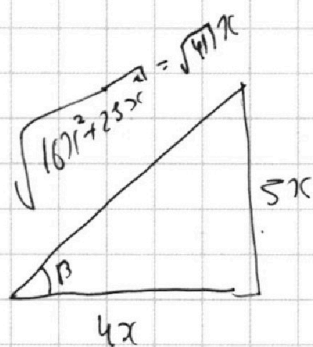
~~1000~~

• 0.2

$$V_0 \cdot \cos \beta = V_H \sin \beta$$

$$\frac{V_0}{V_H} = \tan \beta = \frac{10\sqrt{2}}{2\sqrt{2}} = \frac{5}{1}$$

$$V_0 \cos \beta \cdot t = S =$$
$$= 10\sqrt{2} \cdot \frac{4}{\sqrt{41}} \cdot \frac{\sqrt{82}}{5} = 16 \text{ м}$$



Ответ: $S = 16 \text{ м}$ $V_0 = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

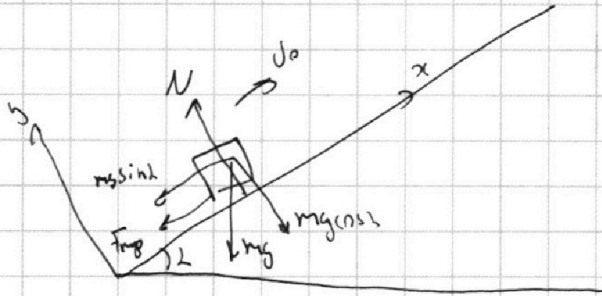
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$$\sin \alpha = \frac{3}{5} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{4}{5}$$



1) 0.4 $N = mg \cos \alpha$

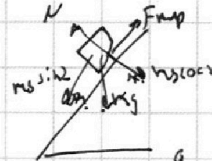
0.2 $mg \sin \alpha + F_{tr} = ma$ $a_1 = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha = 10 \cdot \frac{3}{5} + \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{2} \cdot 10 = 10 \text{ м/с}^2$

0.2 μ пробки будет уменьшаться, а масса не изменится (с учетом a)

$$0 = v_0 - a_1 t = 6 - 10t \quad t = \frac{3}{5} \text{ с} \quad s_1 = v_0 t - \frac{a_1 t^2}{2} = 6 \cdot \frac{3}{5} - \frac{10 \cdot 9}{2 \cdot 25} = \frac{18}{5} - \frac{9}{5} = \frac{9}{5} \text{ м}$$

иногда $a_2 m = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$

$$a_2 = g \cdot \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = 10 \cdot \frac{3}{5} - 4 = 2 \text{ м/с}^2$$



$$s_2 = \frac{a_2 t^2}{2} = \frac{2 \cdot 9}{2 \cdot 25} = \frac{9}{25} \text{ м}$$

$$s = s_1 + s_2 = \frac{9}{5} + \frac{9}{25} = \frac{49}{25} \text{ м}$$

2) a_1 - остается тем же м.и. μ не меняется

тогда $u = -1 \text{ м/с}$ напр, тогда для относительной скорости системы сумма равна 0.

$$0 = v_0 - a_1 T_1 = 6 - 10 T_1 \quad T_1 = \frac{6}{10} = \frac{3}{5} \text{ с}$$

3) тогда скорость обратится в 0, тогда для относительной скорости системы сумма равна -1 м/с

тогда тогда как у пробки относительная скорость системы будет равна 0,

ее ускорение уменьшится на $a_2 = 2 \text{ м/с}^2$

$$v_k = v_0 + a_2 T_2 \quad v_k - \text{исковая скорость } (u = -1 \text{ м/с})$$

$$0 = 0 + a_2 T_2 \quad \text{или } T_2 = \frac{1}{2} \text{ с}$$

За T_1 пробка находится в $s_1' = v_0 T_1 + u \cdot T_1 = \frac{a_1 T_1^2}{2} = \frac{6 \cdot \frac{3}{5} + \frac{3}{5} - \frac{10 \cdot 9}{50}}{2} = \frac{21}{5} + \frac{3}{5} = \frac{24}{5} \text{ м}$

За T_2 пробка находится $s_2' = u T_2 - \frac{a_2 T_2^2}{2} = \frac{1}{2} - \frac{2}{8} = \frac{1}{4} \text{ м}$

$$s = s_1' + s_2' = \frac{24}{5} + \frac{1}{4} = \frac{53}{20} \text{ м}$$

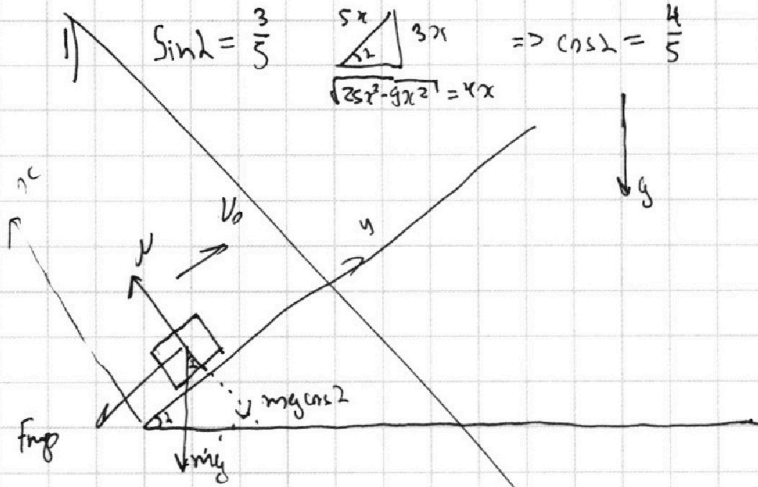
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



F_{fnp} - сила трения
 N - сила реакции опоры
 m - масса коробки
 a - ускорение коробки в 1 направлении

0.x $N = mg \cos \alpha$

0.y $m \sin \alpha + F_{fnp} = ma$

0.y. $S = v_0 T - \frac{a T^2}{2} = 6 \cdot 1 - \frac{4 \cdot 1^2}{2} = 4 \text{ м}$

$N = mg \cos \alpha$
 $F_{fnp} = \mu N$
 $\mu mg \cos \alpha = ma$
 $a = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha = 4 + 6 = 10 \text{ м/с}^2$

2) ~~...~~ ускорение отсутствует тем же, т.к. в обоих случаях результирующая

$a = 4 \text{ м/с}^2$

~~...~~ ускорение отсутствует тем же, т.к. в обоих случаях результирующая

Когда у коробки будет скорость $u = 1 \text{ м/с}$, то относительная скорость

скорости коробки будет равна 0

$v_k = 0 = v_0 - a T_1 = 6 - 4 T_1 = 0 \Rightarrow T_1 = \frac{3}{2} \text{ с}$

3) После того как у коробки скорость будет $u = 1 \text{ м/с}$

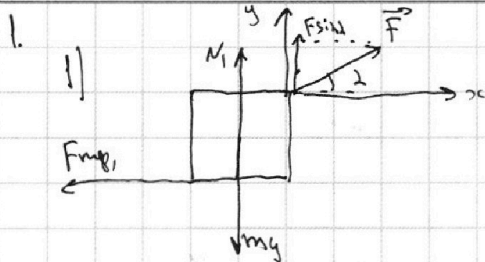
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



0.4 $N_1 = mg - F \sin \alpha$
 0.2 $F \cos \alpha - F_{\text{тр}1} = ma_1$

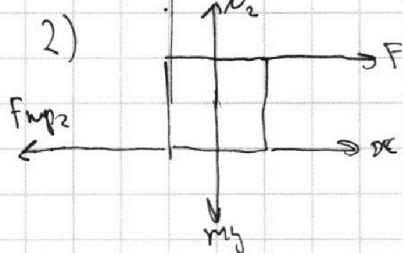
a_1 - ускорение центра
 m - масса тела
 $F_{\text{тр}}$ - сила трения
 l_1 - длина гипотенузуса

3.с.з. ~~$\frac{mv^2}{2} = K = \frac{m a_1^2 t_1^2}{2} = m a_1 s_1$~~

~~$(F \cos \alpha - \mu(mg - F \sin \alpha)) = ma_1$~~

3.с.з. ~~$F \cdot s_1 = K + F_{\text{тр}1} s_1$
 $K = \frac{mv^2}{2} = \frac{m a_1^2 t_1^2}{2} = m a_1 s_1$
 $F = m a_1 + F_{\text{тр}1}$~~

~~$F \cdot s_1 = m a_1 s_1$~~



0.4 $N_2 = mg$
 0.2 $F - F_{\text{тр}2} = m a_2$

3.с.з. ~~$F \cdot s_2 = K + F_{\text{тр}2} s_2 = m a_2 s_2 + F_{\text{тр}2} s_2$
 $K = m a_2 s_2 + F_{\text{тр}2} s_2$
 $F = m a_2 + F_{\text{тр}2}$~~

в условии указано
 равнодействующая на ось x и
 на ось y равна нулю
 $\Rightarrow s_1 = s_2 = l'$

$\begin{cases} m a_1 = \frac{K}{s_1} & \frac{a_1}{a_2} = 1 \Rightarrow a_1 = a_2 \\ m a_2 = \frac{K}{s_2} \end{cases}$

$\begin{cases} F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha = m a_1 = \frac{K}{s_1} \\ F - \mu mg = m a_2 = \frac{K}{s_2} \end{cases}$

$F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha + \mu m g - F = m a_1 = \frac{K}{s_1}$

$F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha - F = 0$

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

~~XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX~~

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

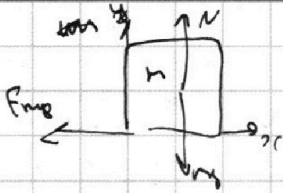
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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 недопустима!

2.



~~$m a = F_{\text{тр}}$~~ 0.4 $N = mg$

0.7c $F_{\text{тр}} = ma = \mu N = \mu mg$

$$\left\{ \begin{array}{l} a = \mu g \\ K = \frac{mv^2}{2} \end{array} \right.$$

$$s = \frac{v^2}{2a} = \frac{v^2}{2\mu g} = \frac{2K}{2\mu mg} = \frac{K}{\mu mg}$$

$$= \frac{\cancel{K} F \sin^2 \alpha}{\cancel{K} F \cos^2 \alpha} = \frac{K \sin^2 \alpha}{(1 - \cos^2 \alpha) mg}$$

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!



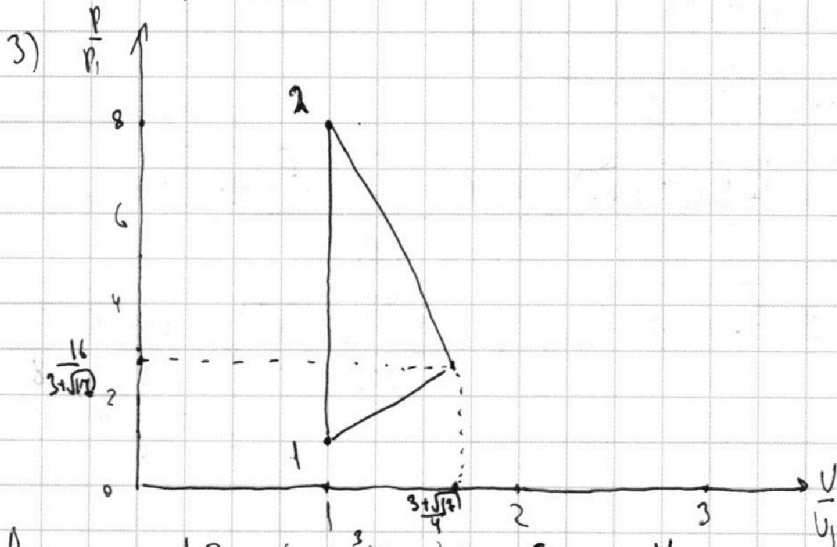
1) $J=1$ $i=3$ $T_1 = 200\text{K}$ ~~$T_1 = 200\text{K}$~~

$$Q_{31} = A_{31} + U_{31} \quad \begin{cases} A_{31} = Q_{31} - U_{31} = C \cdot J \Delta T - \frac{1}{2} J R \Delta T \\ C = 2R \\ T_3 = 4T_1 = 800\text{K} \Rightarrow \Delta T = 600\text{K} \end{cases}$$

$$A_{31} = 2R \cdot 600 - \frac{1}{2} \cdot 2R \cdot 600 = \frac{3}{2} R \Delta T = -\frac{R \Delta T}{2} = -\frac{8,31 \cdot 600}{2} = -8,31 \cdot 300 = -2493\text{ Дж}$$

2) $\eta = \frac{Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}}{Q_{12}} = \frac{1,5R J \Delta T_1 + 0,5R J \Delta T_{23} + 2R J \Delta T_{31}}{1,5R J \Delta T_2}$

$$= \frac{1,5 \cdot 1400 - 0,5 \cdot 800 - 2 \cdot 600}{1,5 \cdot 1400} = \frac{1400 + 700 - 1200 - 1200}{2100} = \frac{500}{2100} = \frac{5}{21}$$



В процессе 12 $C = \frac{3}{2}R = \frac{1}{2}R = C_V \Rightarrow V = \text{const}$

$$\begin{cases} P_1 V_1 = J R T_1 \\ P_2 V_2 = J R T_2 \end{cases} \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{8} \quad (\text{из уравнения}) \quad \delta P_1 = P_2$$

$$\begin{cases} P_3 V_3 = J R T_3 \\ P_1 V_1 = J R T_1 \end{cases} \quad \frac{P_3 V_3}{P_1 V_1} = \frac{T_3}{T_1} = 4 \Rightarrow P_3 V_3 = 4 P_1 V_1$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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



5 мая 23 - работа А23

$$A_{23} = Q_{23} - U_{23} \quad A_{23} = \frac{1}{2} J \Delta T - \frac{3}{2} J \Delta T = -2 \Delta T = 800 \text{ K}$$

$$\begin{cases} \frac{P_2 + P_3}{2} (V_3 - V_1) = A_{23} \\ P_3 V_3 = 4 P_1 V_1, \quad P_3 = \frac{4 P_1 V_1}{V_3} \end{cases}$$

~~$$\begin{cases} (P_2 V_3 + 4 P_1 V_1) (V_3 - V_1) = 800 \text{ K} V_3 \\ (8 P_1 V_3 + 4 P_1 V_1) (V_3 - V_1) = 800 \text{ K} V_3 \end{cases}$$~~

$$(8 P_1 + P_3) (V_3 - V_1) = 2 A_{23}$$

~~$$8 P_1 V_3^2 + 4 P_1 V_1^2 - 4 P_1 V_1 V_3 = 800 \text{ K} (T_3 - T_2) V_3$$~~

$$-8 P_1 V_1 + 8 P_1 V_3 + 4 P_1 V_1 - P_3 V_1 = 2 A_{23}$$

~~$$8 P_1 V_3^2 + 4 J R T_1 V_1 - 4 J R T_2 V_1 V_3 + 2 (T_2 - T_3) V_1 V_3 = 0$$~~

~~$$V_3 = \frac{4 P_1 V_1}{8 P_1} - 2 A_{23} = 200 \text{ K} - 2 \cdot 800 \text{ K} = -1400 \text{ K}$$~~

$$V_3 \cdot 8 P_1 - \frac{4 P_1 V_1^2}{V_3} - 800 \text{ K} = 0$$

$$V_3^2 \cdot 8 P_1 - 4 R T_1 V_1 - 800 \text{ K} V_3 = 0$$

~~$$V_3 = \frac{800 \text{ K} \pm \sqrt{640000 \text{ K}^2 + 16 R T_1 V_1 8 P_1}}{16 P_1} = \frac{800 \text{ K} \pm \sqrt{640000 \text{ K}^2 + 148 \cdot 200^2 \text{ K}^2}}{16 P_1}$$~~

~~$$= \frac{800 \text{ K} \pm \sqrt{640000 \text{ K}^2 + 800^2 + 148 \cdot 40000}}{16 \cdot 2 \cdot 200} \cdot V_1 = \frac{8 \pm \sqrt{64 + 4 \cdot 148}}{32} V_1 = \frac{8 \pm 4 \sqrt{47}}{32} = \frac{2 \pm \sqrt{47}}{8}$$~~

$$8 P_1 V_3 - P_3 V_1 - 4 P_1 V_1 - 2 A_{23} = 0$$

$$8 P_1 V_3 - \frac{4 P_1 V_1^2}{V_3} - 800 \text{ K} - 1600 \text{ K} = 0$$

$$8 P_1 V_3^2 - 2400 \text{ K} V_3 - 4 P_1 V_1^2 = 0 \quad 8 \cdot 200 \text{ K} V_3^2 - 2400 \text{ K} V_3 - 800 \text{ K} V_1 = 0$$

~~$$V_3 = \frac{2400 \text{ K} \pm \sqrt{2400^2 + 4 \cdot 8 \cdot 200 \cdot 800}}{16 P_1}$$~~

$$\frac{2 V_3^2}{V_1} - 3 V_3 - V_1 = 0$$

$$V_3 = \frac{3 V_1 \pm \sqrt{9 + 8}}{4} V_1 = \frac{3 + \sqrt{17}}{4} V_1$$

$$P_3 = \frac{4 P_1 V_1}{V_3} = \frac{16 P_1 V_1}{3 + \sqrt{17}} V_1 = \frac{16 P_1}{3 + \sqrt{17}}$$

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

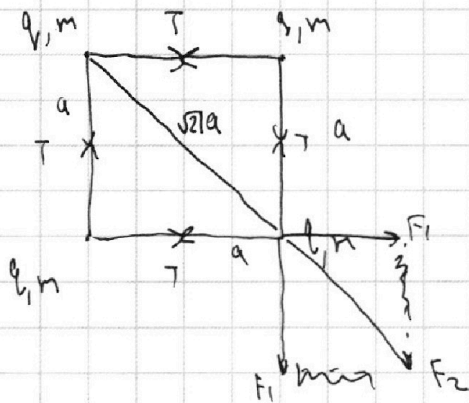
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

1)



$$T = F_1 + F_2 \cos 45^\circ$$

$$F_1 = \frac{\kappa q^2}{a} = \frac{q^2}{4\sqrt{\epsilon_0} a}$$

$$F_2 = \frac{\chi q^2}{\sqrt{2}a} = \frac{q^2}{4\sqrt{\epsilon_0} \sqrt{2}a}$$

$$T = \frac{q^2}{4\sqrt{\epsilon_0} a} + \frac{q^2}{4\sqrt{\epsilon_0} \sqrt{2}a} \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{3q^2}{8\sqrt{\epsilon_0} a}$$

$$q = \sqrt{\frac{T \cdot 8 \sqrt{\epsilon_0} a}{3}}$$



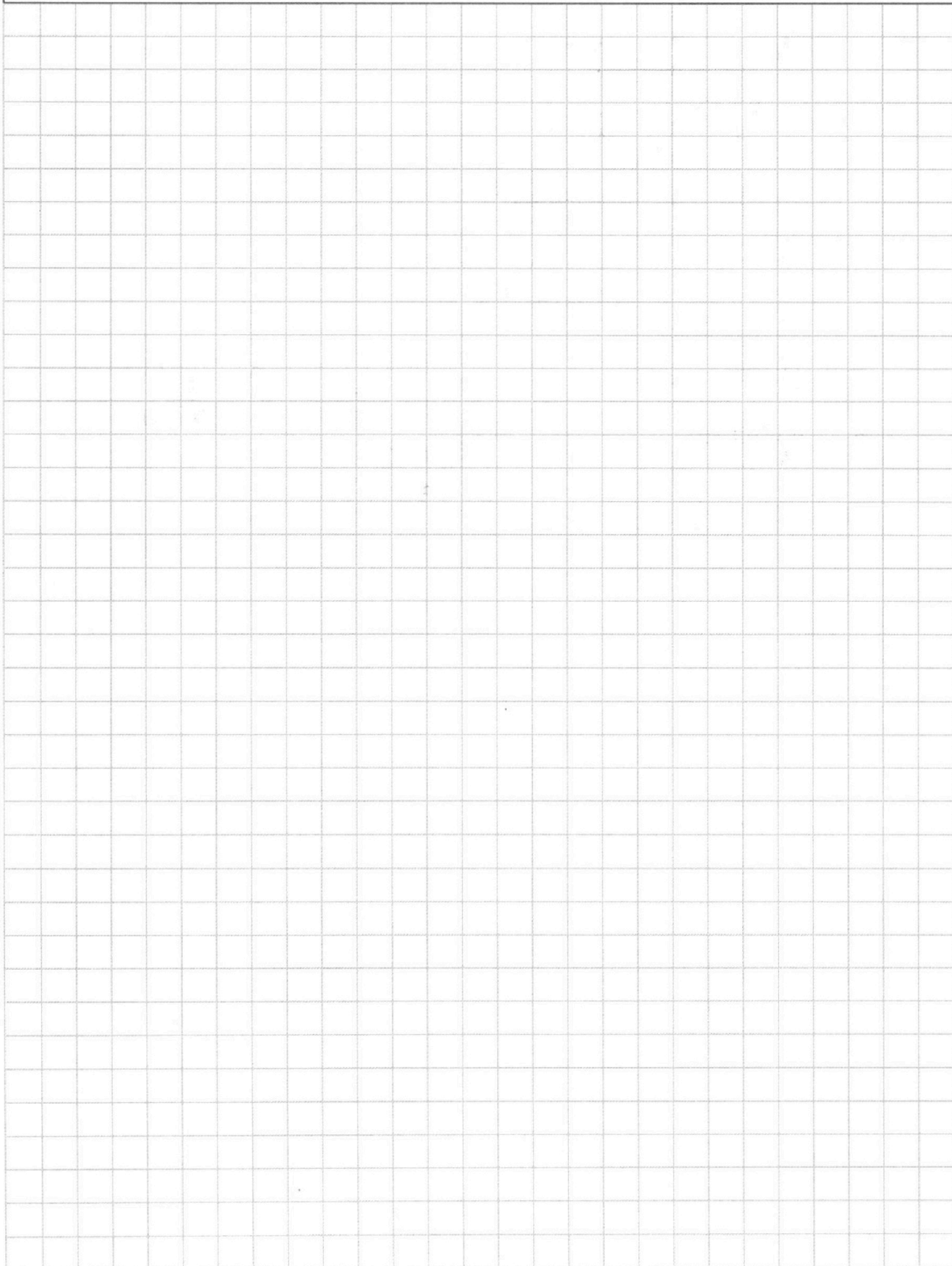
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input 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:

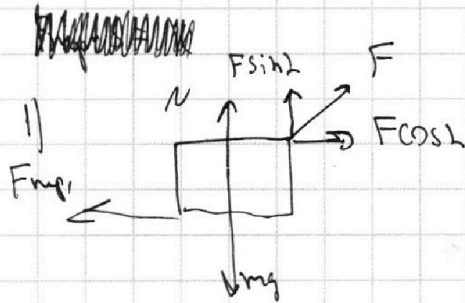
1 2 3 4 5 6 7



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



3.

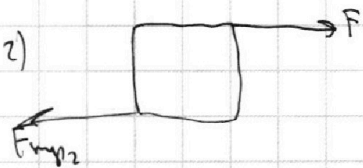


$$N = mg - F \sin \alpha$$

$$F_{mp1} = \mu (mg - F \sin \alpha)$$

$$F \cdot S_1 - F_{mp1} \cdot S_1 = K$$

$$F \cos \alpha - F_{mp1} = ma_1 \quad S_1 = \frac{a_1 t^2}{2} = \frac{(F \cos \alpha - F_{mp1}) t^2}{2m}$$



$$F \cdot S_2 - F_{mp2} \cdot S_2 = K$$

$$F_{mp2} = \mu (mg + F \sin \alpha)$$

$$F \cdot S_1 - \mu (mg - F \sin \alpha) S_1 = K = \frac{mv^2}{2}$$

$$F \cdot S_2 - \mu mg S_2 = K = \frac{mv^2}{2}$$

$$F - \mu (mg - F \sin \alpha) = \frac{m a_1^2 t^2}{2}$$

$$\left\{ \begin{aligned} F - \mu mg &= ma_2 \\ F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha) &= ma_1 \end{aligned} \right.$$

$$K = \frac{mv^2}{2} = \frac{m a_1^2 t^2}{2} = m a_1 s$$

$$K = F \cos \alpha S_1 - F_{mp1} S_1$$

$$K = F S_2 - F_{mp2} S_2 =$$

$$m a_1 = F \cos \alpha - F_{mp1}$$

$$m a_2 = F - F_{mp2}$$

$$m a_1 + F_{mp1} = \cos \alpha (m a_2 + F_{mp2})$$

$$m a_1 + \mu (mg - F \sin \alpha) = \cos \alpha (m a_2 + \mu mg)$$

$$F - \mu mg = m a_2$$

$$F - \mu mg = m a_2$$

$$m a_2 = F - \mu mg$$

$$S_1 = \frac{v^2}{2 a_2}$$

$$K = m a_1 s$$

$$mv = F t_1$$

$$K = \frac{mv^2}{2} = \frac{m \frac{v^2}{2}}{2 \frac{v^2}{2}} = \frac{m (F \cos \alpha - F_{mp1}) t^2}{2} = \frac{m a_1^2 t^2}{2}$$

$$K = m a_1 s$$

$$K = m a_2 s$$

$$F \cdot S_1 = K$$

$$F \cdot S_2 = K$$

$$K = m a_1 s_1 \quad \text{max } K = m a_2 s_2$$

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!



$$J=1 \quad i=3$$

$$Q = C J \Delta T$$

$$4 \frac{6,31}{2493}$$

~~Q = A + U~~

$$Q = A + U = A + \frac{1}{2} J R \Delta T$$

$$A = C J \Delta T - \frac{1}{2} J R \Delta T = 1,5 R J \Delta T - \frac{3}{2} J R \Delta T$$

$$Q_{12} = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_{12}} = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{1,5 R J \Delta T} = \frac{Q_{123}}{1,5 R J \Delta T}$$

$$C_p = \frac{3}{2} R = \frac{3}{2} R$$

$$A_{12} = Q_{12} - U_{12} = \frac{3}{2} J R \Delta T - \frac{3}{2} J R \Delta T$$

$$p_1 V_1 = J R T_1$$

$$p_2 V_1 = J R T_2$$

$$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_1} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{p_1}{p_2} = \frac{1}{8} \quad p_2 = 8 p_1$$

$$p_2 V_2 = J R T_2$$

$$p_3 V_3 = J R T_3$$

$$p_1 V_1 = J R T_1$$

$$\frac{p_3 V_3}{p_2 V_2} = \frac{T_3}{T_2} = \frac{4 T_1}{8 T_1} = \frac{p_3 V_3}{8 p_2 V_1}$$

$$\frac{p_3 V_3}{p_1 V_1} = \frac{T_3}{T_1} = \frac{4 T_1}{T_1} = \frac{p_3 V_3}{p_1 V_1}$$

$$\begin{array}{r} 13 \\ 14 \\ \hline 4 \\ 592 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 592 \\ 64 \\ \hline 656 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 656 \big) 2 \\ 328 \big) 2 \\ 164 \big) 2 \\ 82 \big) 2 \\ 41 \end{array}$$

$$Q_{23} = \frac{1}{2} R J \Delta T = A_{23} + U_{23} = \frac{3}{2} J R \Delta T$$

$$A_{23} = - J R \Delta T = R \cdot (1600 - 200) = 1400 R$$

$$\frac{p_1 + p_3}{2} \cdot (V_3 - V_1) = \frac{p_1 + 4 \frac{p_1 V_1}{V_3}}{2} (V_3 - V_1)$$

~~Q_{23} = A_{23} + U_{23}~~

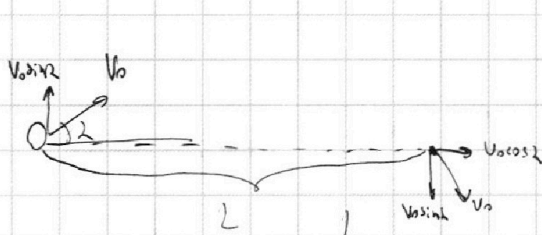
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



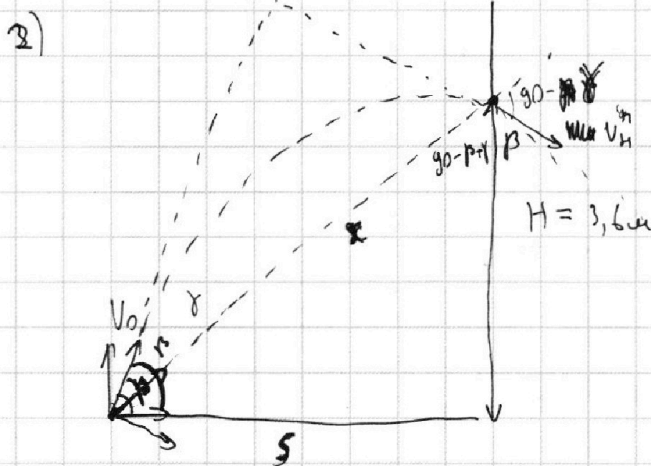
$$L = 20 \text{ м}$$

$$\begin{array}{l} 328 \\ 164 \\ 82 \\ 41 \end{array} \left| \begin{array}{l} 2 \\ 2 \\ 2 \\ 1 \end{array} \right.$$

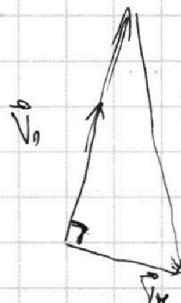
$$1) V_0 \cos \alpha t = L \Rightarrow V_0 = \frac{L}{t \cos \alpha}$$

$$- V_0 \sin \alpha t = V_0 \sin \alpha t - g t \quad t = \frac{2 V_0 \sin \alpha t}{g} \Rightarrow V_0 = \frac{L g}{2 V_0 \sin \alpha \cos \alpha} \quad V_0^2 = \frac{L g}{2 \sin \alpha \cos \alpha}$$

$$= \frac{L g}{\sin 2\alpha} = \frac{20 \cdot 10}{1} = 200$$



$$\vec{V}_H = \vec{V}_0 + \vec{g} t$$



$$\sqrt{V_0^2 + V_H^2} = g t$$

$$\sqrt{200 + 128} = g t$$

$$t = \frac{\sqrt{328}}{g}$$

$$\frac{m V_0^2}{2} = \frac{m V_H^2}{2} + m g H$$

$$\frac{V_0^2}{2} = \frac{V_H^2}{2} + g H$$

$$V_H = \sqrt{V_0^2 - 2 g H} = \sqrt{200 - 72} = \sqrt{128} = 8\sqrt{2}$$

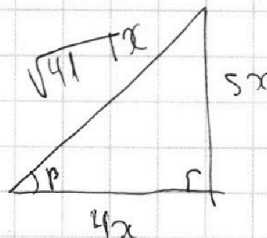
$$V_0 \sin \alpha - g t = V_H \cos \alpha$$

$$\sqrt{328} - \sqrt{328} = 8\sqrt{2} \cos \alpha$$

$$V_0 \cos \alpha = V_H \sin \alpha$$

$$\frac{V_0}{V_H} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha = \frac{10}{8} = \frac{5}{4}$$

$$V_0 \cos \alpha t = S \quad V_0 \cdot \frac{4}{\sqrt{41}} \cdot \frac{\sqrt{328}}{g} = S$$



$$\sqrt{2} \cdot \sqrt{2} \cdot 4 \cdot 2$$

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

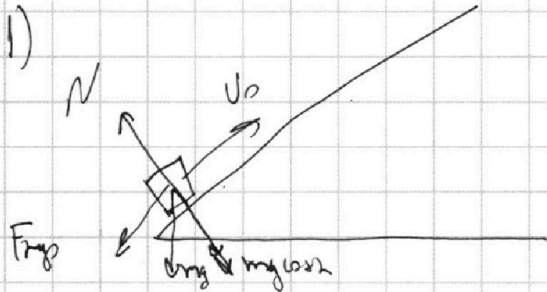
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input 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. $\sin 2 = \frac{3}{5} \Rightarrow \cos 2 = \frac{4}{5}$



~~qffm~~ $\frac{mv^2}{2} = F_{tr} s = \mu mg s$

$$s = \frac{v^2}{2\mu g}$$

$$mg \cos 2 = N \quad F_{tr} = \mu N = \mu mg \cos 2$$

$$\mu mg \cos 2 = ma \quad a = \frac{\mu g \cos 2}{1} = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot \frac{4}{5}$$

$$v_k = v_0 - aT = 6 - \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot \frac{4}{5} = 2$$

~~mv^2 = mv_0^2 + mgs~~ $s = v_0 T - \frac{aT^2}{2} = 6 - \frac{4}{2} = 4 \text{ m}$

2) ~~qffm~~ $F_{tr} = \mu mg \cos 2 \quad a = \mu g \cos 2 = 4 \text{ m/s}^2$

$$v_k = 0 = v_0 - aT_1 = 6 - 4T_1 = 0 \quad T_1 = \frac{6}{4}$$

Амортизатор равно ускоренно замедляет движение - a

v_0

$$F_{tr} = \frac{1}{2} mg \frac{4}{5}$$

$$mg \sin 2 = mg \cdot \frac{3}{5} \quad \frac{3}{5} v \frac{4}{5}$$

$$K = \frac{mv^2}{2} = \frac{m \cdot 5 \cdot 24}{2} = msa$$

~~qffm~~ F