



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.

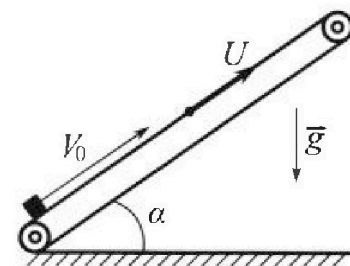
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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.

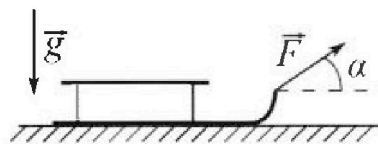
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

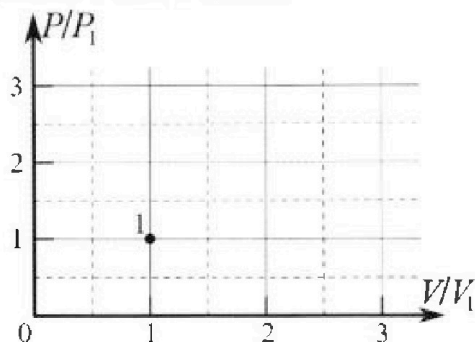
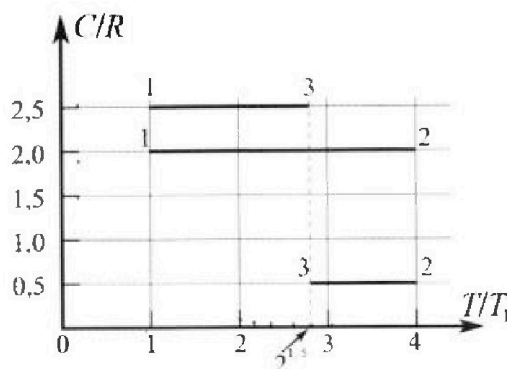
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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_{12} 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.



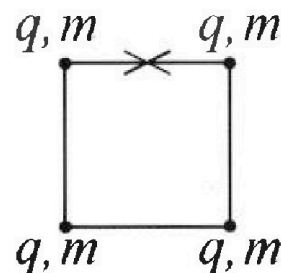
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

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.

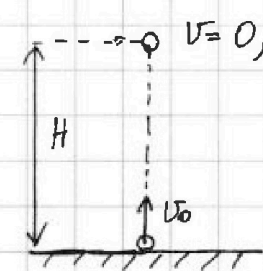
3) На каком расстоянии d от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных сверху (на рисунке)?



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

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!

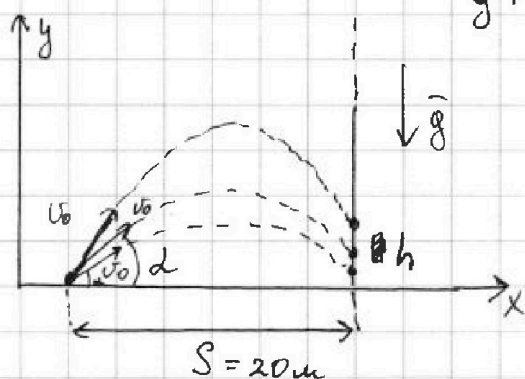


1) $v=0 \Rightarrow H$ - максимальная высота

$$v = v_0 - gt$$

$$0 = v_0 - gT$$

$$gT = v_0 \Rightarrow v_0 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 2\text{с} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



$$2) v_x = v_0 \cos \alpha = \text{const}$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha - gt$$

$$\begin{cases} S = v_0 \cos \alpha \cdot t \\ h = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

$\frac{gt^2}{2}$ - для ~~мгновенного~~ момента времени столкновения со стеной

$$t = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$$

$$h = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

$$h = S \tan \alpha - \frac{gS^2}{2v_0^2} \cdot \frac{1}{(\cos^2 \alpha)}$$

$$h = S \tan \alpha - \frac{gS^2}{2v_0^2} \cdot \tan^2 \alpha - \frac{gS^2}{2v_0^2}$$

$$\frac{gS^2}{2v_0^2} = \frac{10 \cdot 20^2}{2 \cdot 20^2} = 5 \text{ м}$$

$-5 \tan^2 \alpha + 20 \tan \alpha - 5 = h$ - максимальное, зависимость от $\tan \alpha$ квадратичная, график - парабола с ветвями вниз, тогда макс. значение в вершине

$$\tan \alpha_0 = \frac{-20}{2 \cdot (-5)} = 2$$

$$h = -5 \cdot 4 + 20 \cdot 2 - 5 = 15 \text{ м}$$

Ответ: 1) $v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ 2) $h = 15 \text{ м}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

Дано:

$$v_0 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

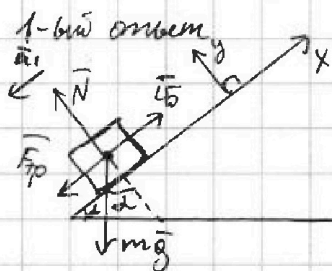
$$\sin \alpha = 0,8$$

$$\mu = \frac{1}{3}$$

1) $T(S=1\text{м}) - ?$

2) $L(v=2\frac{\text{м}}{\text{с}}) - ?$

3) $H - ?$



по 3-м закону:

$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} = m\vec{a}_1$$

на OX: $F_{\text{тр}} + mg \sin \alpha = ma_1$

на OY: $N - mg \cos \alpha = 0$

$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N \text{ (3-й закон Ньютона-Амальтона)}$$

$$F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha$$

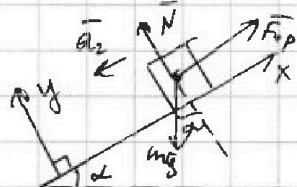
$$ma_1 = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha \quad | : m \quad \cos \alpha = 0,8 \text{ (из осн. тригонометр. соотношения)}$$

$$a_1 = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = 10 \cdot (\frac{1}{3} \cdot 0,6 + 0,8) = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$S = v_0 t - \frac{a_1 t^2}{2} \text{ - найдем максимум}$$

$$t_0 = \frac{-v_0}{2 \cdot (-a_1)} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с, тогда } S_0 = 4 \cdot 0,4 - \frac{10 \cdot 0,16}{2} = 0,8 \text{ м}$$

через $t_0 = 0,4 \text{ с}$ тело остановится, пройдет $S_0 = 0,8 \text{ м}$



$$F_{\text{тр}} < mg \sin \alpha \text{ - значит тело пойдет вниз.}$$

$$\leq mg \cos \alpha$$

по 3-м закону:

на OY: $N = mg \cos \alpha$

$$F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha$$

на OX: $F_{\text{тр}} - mg \sin \alpha = -ma_2$

$$mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma_2$$

$$a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 10(0,8 - \frac{1}{3} \cdot 0,6) = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$S - S_0 = 1 - 0,8 = 0,2 \text{ м - осталось пройти из оставшейся части}$$

$$0,2 \text{ м} = \frac{a_2 t_2^2}{2} \Rightarrow 0,2 = 3 t_2^2 \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{1}{15}} \approx 0,26 \text{ с}$$

1) $T = t_0 + t_2 = 0,4 \text{ с} + 0,26 \text{ с} = 0,66 \text{ с}$

1

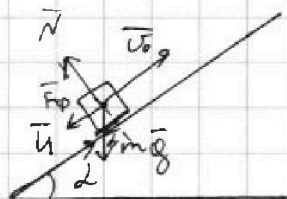
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!

МФТИ



$$V_0 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}} - \text{в отс. линии (в ПСО)}$$

$$V_{\text{пс},0} = V_0 + u = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}} \text{ в ПСО}$$

$$V_{\text{пс},1} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}, \text{ то } V_{\text{отс. линии}} = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}}, \text{ из условия}$$

$N1, T = 0,4 \text{ с}$ - время остановки

$$L = V_{\text{пс},0} \cdot T - \frac{a_1 T^2}{2} = 6 \cdot 0,4 - \frac{10 \cdot 0,16}{2} = 1,6 \text{ м}$$

в СО линии после остановки тела $a_2 = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$$V_{\text{пс},2} = 0 \quad 0 = 2 - a_2 t \Rightarrow t = 0,333 \text{ с}$$

через $t' = T + t = 0,73 \text{ с}$, тело останавливается в ПСО

$$L = L_1 = 1,6 \text{ м}$$

$$L_2 = V_{\text{пс},1} \cdot t - \frac{a_2 t^2}{2} = 2 \cdot \frac{1}{3} - \frac{6 \cdot \frac{1}{9}}{2} = \frac{1}{3} \text{ м}$$

$$L_0 = L_1 + L_2 = \frac{8}{5} + \frac{1}{3} = \frac{29}{15} \text{ м}$$

$$H = L_0 \sin \alpha = \frac{29 \cdot 4}{15 \cdot 5} = \frac{116}{75} \text{ м}$$

Ответ: 1) $T = 0,66 \text{ с}$ 2) $L = 1,6 \text{ м}$ 3) $H = \frac{116}{75} \text{ м}$

2

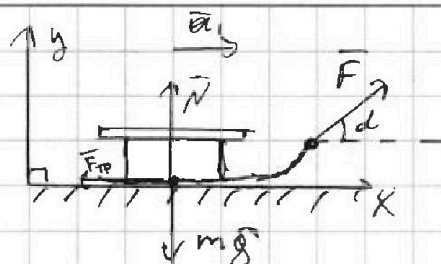
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



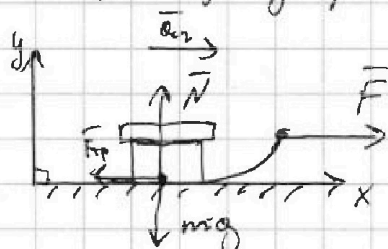
по II з-н Ньютона:

$$\text{на } y: N - mg + F \sin \alpha = 0$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N \text{ (з-н Кулона - Аманатова)}$$

$$\text{на } x: F \cos \alpha - F_{\text{тр}} = ma_1$$

$$F \cos \alpha - \mu mg + F \sin \alpha = ma_1$$



по II з-н Ньютона:

$$\text{на } y: N = mg$$

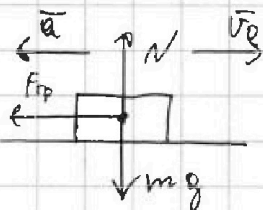
$$\text{на } x: F - \mu mg = ma_2$$

$$v_0 = v_0$$

$$a_1 t = a_2 t \Rightarrow a_1 = a_2 = a \Rightarrow ma_1 = ma_2 = ma$$

$$F - \mu mg = F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha = \mu mg \quad | : F$$

$$1 = \cos \alpha + \mu \sin \alpha \Rightarrow \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} = \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$



$$ma = \mu mg \text{ (из II з-н Ньютона и з-н Кулона - Аманатова)}$$

$$a = \mu g = \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} g$$

$v = 0$ - машина остановилась

$$0 = v_0 - aT \Rightarrow 0 = v_0 - \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} g T \Rightarrow T = \frac{v_0}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} g} = \frac{v_0}{g} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}$$

$$\text{Ответ: } 1) \mu = \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad 2) T = \frac{v_0}{g} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}$$



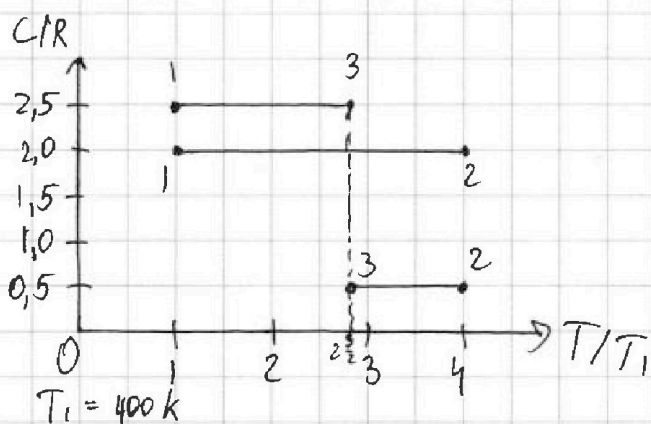
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



II 3-а термодинамика:

1
ср

$$Q = A_n + \Delta U$$

$$Q = C_{\Delta} T$$

$$C_{\Delta} T = A_n + \Delta U$$

$$C_{\Delta} T = \frac{A_n}{\Delta T} + \frac{3}{2} \nu R \Delta T \quad | : \Delta T \nu$$

$$\frac{C}{R} = \frac{A_n}{\nu \Delta T R} + \frac{3}{2}$$

для 1-2:

$$\frac{C}{R} = 2 \Rightarrow \frac{A_n}{\nu \Delta T R} = 2 - \frac{3}{2} = \frac{1}{2} \Rightarrow A_n = \frac{\nu R \Delta T_{12}}{2} = \frac{1 \cdot 8,31 \cdot (4T_1 - T_1)}{2} =$$

$$= \frac{8,31 \cdot 3T_1}{2} = 8,31 \cdot 600 = 4986 \text{ Дж}$$

для $p = \text{const}$

$$\frac{C}{R} = \left(\frac{\pm p \Delta V}{\nu R \Delta T} \right) + \frac{3}{2}$$

$$\left(\frac{\pm p \Delta V}{\nu R \Delta T} \right) = \pm 1, \text{ т.к. } p \Delta V = \nu R \Delta T$$

для $\frac{C}{R} = \frac{1}{2}$ или 2,5 для $p = \text{const}$, возможны процессы

2-3 и 3-1 - изобарные

$$|A_{23}| = \nu R \Delta T_{23} \quad Q_{12} = Q_{12} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{12} = 2R \nu \Delta T_{12} =$$

$$|A_{31}| = \nu R \Delta T_{31} = 2 \cdot 8,31 \cdot 1 \cdot 1200 = 19944 \text{ Дж}$$

$$Q_{\Sigma} = Q_{23} + Q_{31} = \frac{1}{2} R \nu \Delta T_{23} + 2 \frac{1}{2} R \nu \Delta T_{31} = R \nu \left(\frac{1}{2} (4T_1 - 2^{\frac{3}{2}} T_1) \right.$$

$$\left. + 2 \frac{1}{2} (2^{\frac{3}{2}} T_1 - T_1) \right) = R \nu T_1 \left(\frac{1}{2} (4 - 2^{\frac{3}{2}}) + 2 \frac{1}{2} (2^{\frac{3}{2}} - 1) \right) =$$

$$= R \nu T_1 \left(2 - \frac{2\sqrt{2}}{2} + \frac{5 \cdot 2\sqrt{2}}{2} - 2,5 \right) = R \nu T_1 \left(4\sqrt{2} - \frac{1}{2} \right) \approx$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

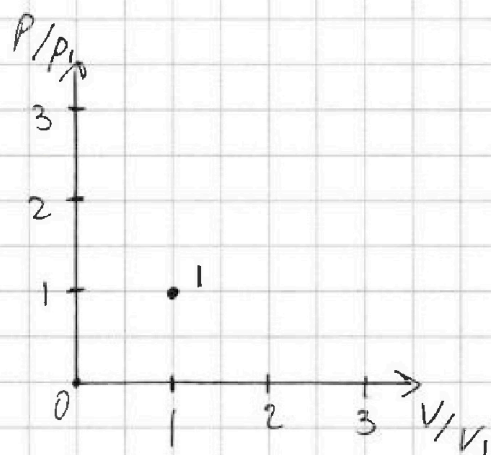
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$\textcircled{=}\quad R\dot{Q}T_1\left(\underbrace{4,4}_{5,6}-\frac{1}{2}\right)=8,31\cdot 1\cdot 400\cdot 5,6\approx 18614,4\text{ Дж}$$

$$\eta = \frac{Q_n - Q_x}{Q_n} \approx \frac{1330}{19944} \approx 0,06$$



2
ср

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

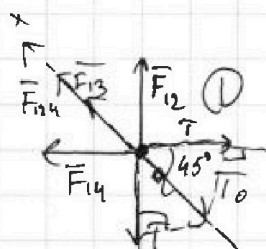
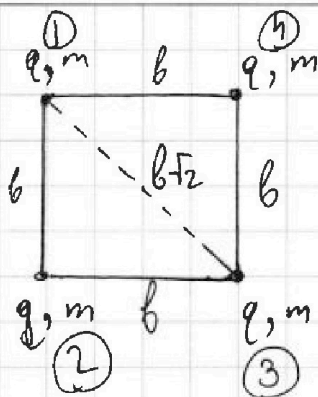
Отметьте крестиком номер задачи,

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. Порука QR-кода недопустима!



$$F_{12} = F_{14} = \frac{kq^2}{b^2}$$

$$F_{13} = \frac{kq^2}{2b}$$

по оси x складываем $\vec{F}_{12} + \vec{F}_{14}$

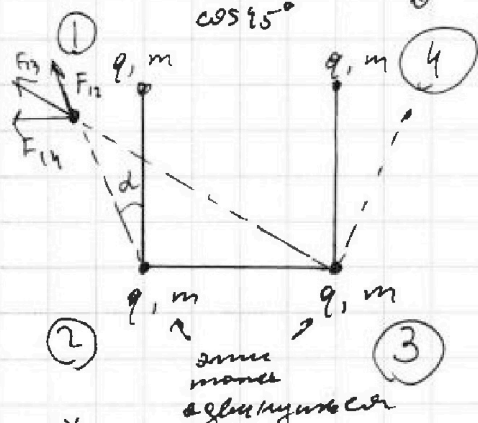
$$\vec{F}_{12} + \vec{F}_{14} = \vec{F}_{124}$$

$$F_{124} = \sqrt{F_{12}^2 + F_{14}^2} = \frac{kq^2\sqrt{2}}{b^2}$$

$$F_p = F_{13} + F_{124} = \left(\frac{1}{2} + \sqrt{2}\right) \frac{kq^2}{b^2}$$

$$F_p = T_0 (\text{уч. равновесия})$$

$$T = T_0 \cos \alpha = \frac{kq^2}{b^2} \left(\frac{\sqrt{2}}{4} + 1\right) = \frac{kq^2}{b^2} \left(\frac{4 + \sqrt{2}}{4}\right)$$



За счет симметрии шарик 1, 4 и 2, 3 будут двигаться одинаково

Рассмотрим только заряды, бо-
торые сдвигаются относительно положения

F_p есть только на ось x

$$dF_p = 2F_{12} \left(\cos\left(45 - \frac{d\alpha}{2}\right)\right) + \frac{kq^2}{2b^2(1+d\alpha)}$$

$$F_{13} = \frac{kq^2}{2b^2(1 + \frac{\cos(90-d)}{\sin d})}$$

$$\frac{dF_p}{m} = da$$

$$da = \frac{kq^2\sqrt{2}}{b^2m} \left(\frac{1 + \frac{d\alpha}{2}}{1 + d\alpha}\right)$$



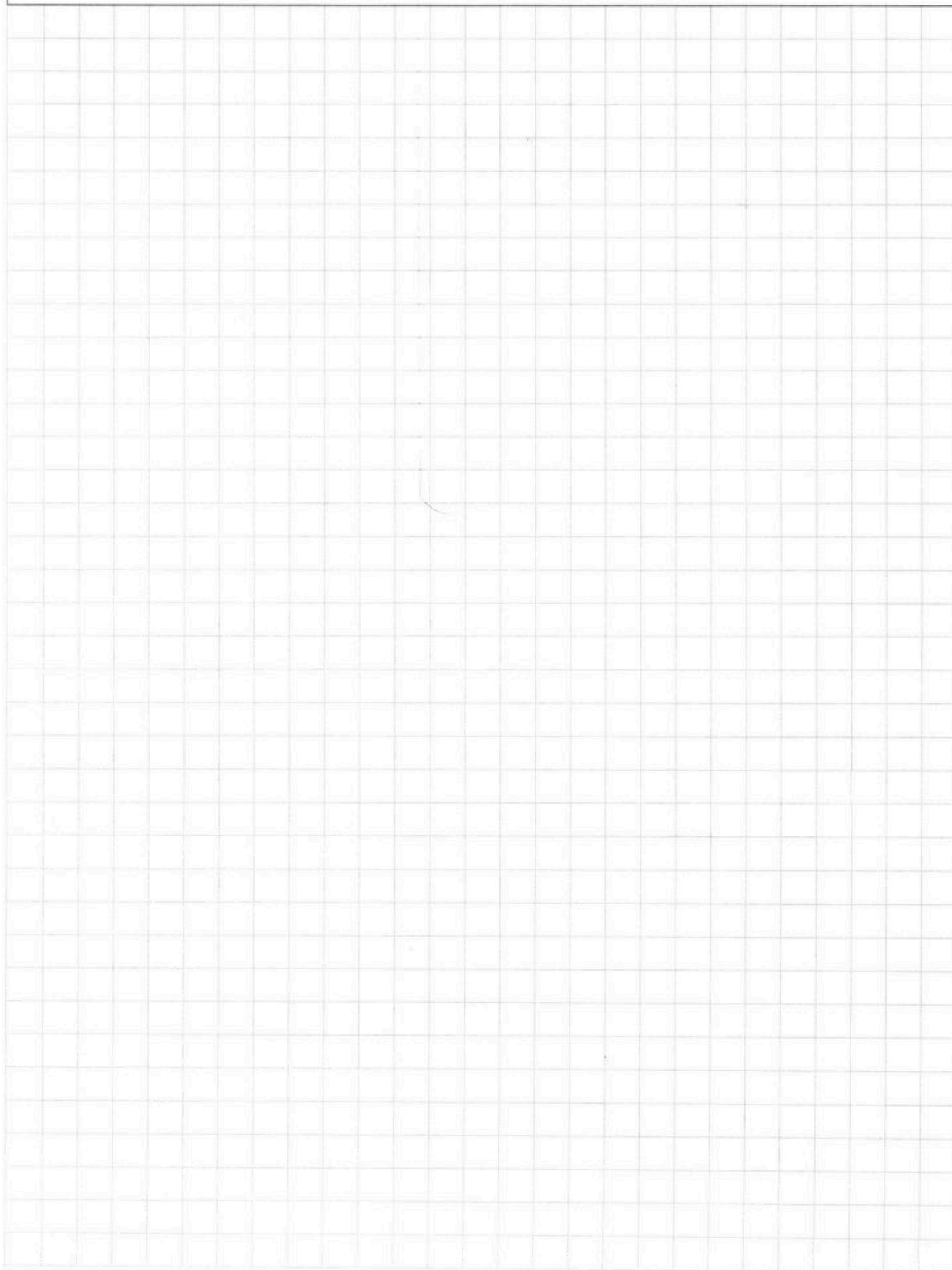
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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!

МФТИ

$$T = 0,4 \text{ c}$$

$$U = (U_0 + u) - at$$

$$2 = 6 - 4 - \text{верно}$$

$$2) S(t, 4) = 0,8 \text{ m}$$

$$3) \text{ от } b \text{ до } CD \text{ мм}$$

$$0 \leq T \leq 0,4 \text{ c}$$

$$a = 10 \frac{\text{m}}{\text{c}^2}$$

$$0,8$$

$$0,4 < T < \infty$$

$$a = 6 \frac{\text{m}}{\text{c}^2}$$

$$U_0 = 2 \frac{\text{m}}{\text{c}}$$

$$a = -6 \frac{\text{m}}{\text{c}^2}$$

$$\frac{1}{5} + \frac{1}{3} = \frac{17}{15}$$

$$k = \frac{17}{15} \cdot \frac{3}{5} = \frac{51}{25}$$

$$0 = U_0 - at$$

$$6t = 2$$

$$t = \frac{1}{3} \text{ c}$$

$$S = 2t - 3t^2$$

$$2 \cdot \frac{1}{3} - 3 \cdot \frac{1}{9} = \frac{2}{3} - \frac{1}{3} = \frac{1}{3} \text{ m}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 5,6 \\ \hline 400 \\ 22400 \end{array}$$

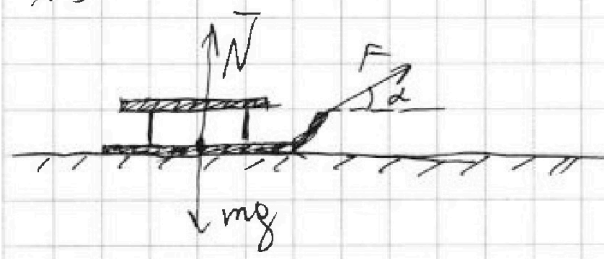
$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 6,31 \\ \hline 2240 \\ 3324 \\ 1662 \\ 1662 \\ \hline 28614,40 \end{array}$$

$$mgk =$$

$$\begin{array}{r} 19944 \\ - 18614 \\ \hline 1330 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 133000 \overline{) 19944} \\ 179496 \\ \hline 9064 \\ 5522 \\ 19944 \\ \hline 6 \\ 119664 \end{array}$$

N3



$$2) F_{\text{тр}} = \mu N$$

$$N = mg$$

$$F_{\text{тр}} = \mu mg$$

$$1) N + F \sin \alpha - mg = 0$$

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

$$F_{\text{тр}} = \mu mg - \mu F \sin \alpha$$

$$-F_{\text{тр}} + F \cos \alpha = ma$$

$$1) -\mu mg + F = mg a$$

$$1) \begin{cases} ma = F - \mu mg \\ ma = F(\mu \sin \alpha + \cos \alpha) - \mu mg \end{cases}$$

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

$$0 = F(1 - \mu \sin \alpha - \cos \alpha)$$

$$\mu \sin \alpha + \cos \alpha = 1 \Rightarrow \mu =$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

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

$$2) \mu F \sin \alpha + F \cos \alpha - \mu mg = ma$$

$$\left(\tan \frac{\alpha}{2} \right) = \cot \alpha$$

$$\frac{1 - \frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\tan 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

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!

$$ma = \mu mg$$

$$a = \mu g$$

$$v_0 - \mu g T = 0$$

$$T = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{v_0}{g/2}$$

$$\frac{kq^2}{b^2} \left(\frac{\sqrt{2} + \sqrt{2}}{2} d\alpha \right) = \frac{kq^2 \sqrt{2}}{b^2} \left(\frac{1 + \frac{d\alpha}{2}}{1 + d\alpha} \right) \times \frac{600}{198600}$$

$$NRAT_{31} =$$

$$-NRAT_{23} =$$

$$Q_H = \frac{3}{2} NRAT$$

$$Q_0 = Q_{12}$$

$$(p_2 - p_1)(V_2 - V_1) =$$

$$= p_2 V_2 - p_2 V_1 - p_1 V_2 + p_1 V_1$$

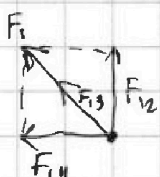
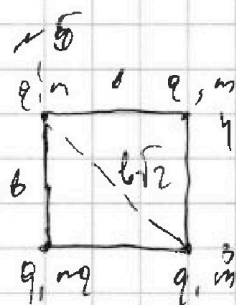
$$\frac{p_2 \Delta V - p_1 \Delta V}{NRAT - NR}$$

$$F_1 = \sqrt{F_{12}^2 + F_{14}^2} = \frac{kq^2}{b^2} \sqrt{2}$$

$$F_0 = T_0 = \frac{kq^2}{b^2} \left(\frac{1}{2} + \sqrt{2} \right)$$

$$T = T_0 \cos 45^\circ = \frac{kq^2}{b^2} \left(\frac{1}{2} + \sqrt{2} \right) \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{kq^2}{b^2} \left(\frac{\sqrt{2}}{4} + 1 \right)$$

$$= \frac{kq^2}{b^2} \left(\frac{4 + \sqrt{2}}{4} \right) \quad (1)$$



$$|F_{12}| = |F_{14}| = \frac{kq^2}{b^2}$$

$$F_{13} = \frac{kq^2}{2b^2}$$

$$V = \text{const} \quad A_T = 0$$

$$Q = C_V \Delta T = \Delta U = \frac{3}{2} NRAT$$

$$C_V = \frac{3}{2} NR$$

$$C_p \Delta T = p \Delta V + \frac{3}{2} NRAT$$

$$NRAT = 2F_{12} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{d\alpha}{2} \right)$$

$$C_p \Delta T = \frac{5}{2} NRAT$$

$$C_p = \frac{5}{2} NR$$

1-3 и 2-3 - изобразили

$$A_{12} = (p_1 - p_2)(V_1 - V_2) = NR(T_2 - T_1) = 1,5 R$$

$$\frac{C}{R} = \frac{A_{12} + \frac{3}{2} NR}{NRAT}$$

$$C = \left(\frac{A_{12}}{R} \right) + \frac{3}{2} = 2$$

$$\frac{kq^2}{2b^2} \left(1 + \frac{\sin d\alpha}{d\alpha} \right)$$

$$A_{12} = \frac{1}{2} = \frac{R}{2}$$

$$\frac{A_{12}}{NRAT_n} = \frac{1}{2} = \frac{R}{2}$$

$$A_{12} = \frac{R}{2} \cdot \Delta T_{12} = 600 R$$

$$2b^2 + 2b^2 \cos(90 - d\alpha) \quad dF_p = 2F_{12} \left(\cos 45 - \frac{d\alpha}{2} \right) + F_{13}$$

$$\frac{dF_p}{m} = \frac{kq^2}{b^2}$$

$$\frac{dF_p}{m} =$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

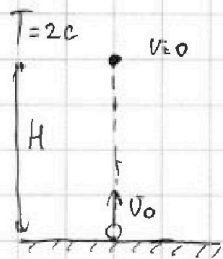
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

N1



$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh$$

$$v_0 = \sqrt{2gH}$$

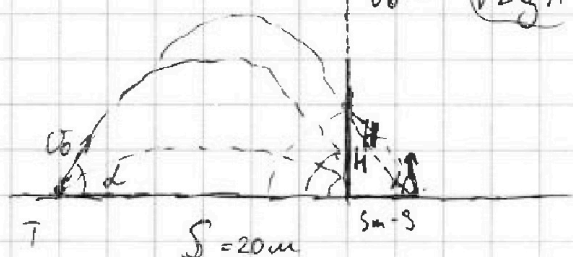
$$v_0 = \sqrt{2gH} =$$

$$0 = v_0 - gT$$

$$v_0 = gT$$

$$v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\frac{v_0^2}{2g} = H$$



$$x = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$y = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

$$S = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} = \frac{v_0^2}{g} = 40 \text{ м}$$

$$S = \frac{S_m}{2} \Rightarrow \text{высота ст. м. при } \alpha = 45^\circ$$

$$H_m = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{v_0^2}{2g} = 20 \text{ м} - \text{исх.}$$

$$H_m = \frac{20^2 \cdot \frac{1}{2}}{20} = 10 \text{ м}$$

$$S = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$\frac{Sg}{v_0^2} = \sin 2\alpha$$

$$\frac{20 \cdot 10}{20^2} = \frac{1}{2} = \sin 2\alpha$$

$$2\alpha = \left[\frac{\pi}{6}, \frac{5\pi}{6} \right]$$

$$\alpha = \left[\frac{\pi}{12}, \frac{5\pi}{12} \right]$$

$$\frac{\pi}{12} < \alpha < \frac{5\pi}{12}$$

Условие попадания в стелу.

$$H = 20 \cdot 2 - 5 \cdot 5 = 15 \text{ м}$$

$$H = S \tan \alpha - \frac{gS^2}{2v_0^2} \cdot (\tan^2 \alpha + 1)$$

$$S = 20$$

$$\frac{gS^2}{2v_0^2} = \frac{10 \cdot 20^2}{2 \cdot 20^2} = 5$$

$$\frac{10 \cdot 20^2}{2 \cdot 20^2} = 5$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

$$\tan^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$- \tan^2 \alpha + 4 \tan \alpha - 1 = 0$$

$$\tan \alpha = \frac{-4 \pm \sqrt{16 - 4}}{-2} = 2$$

$$-5 \tan^2 \alpha + 20 \tan \alpha - 5 = 0$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

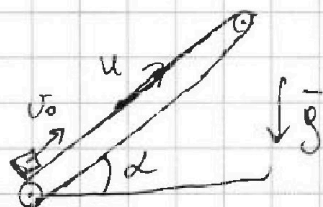
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

МФТИ

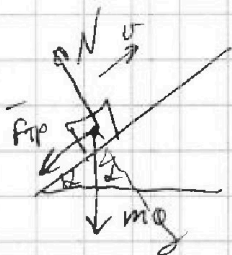
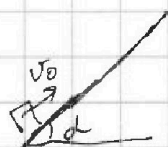
№2



$$v_0 = 4 \frac{m}{c}$$

$$\sin \alpha = 0,8 = \cos \alpha = 0,6$$

$$\mu = \frac{1}{3}$$



$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{tr} = \mu mg \cos \alpha$$

$$ma = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$$

$$a = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$a = 10 \left(\frac{1}{3} \cdot 0,6 + 0,8 \right) = 10 \frac{m}{c^2}$$

$$S = v_0 T - \frac{aT^2}{2}$$

$$S = 4T - 5T^2$$

$$5T^2 - 4T + 1 = 0$$

$$D = 16 - 20 = -4$$

$$v_0 T - \frac{aT^2}{2} = \max$$

$$4T - 5T^2 = 1,6 - 0,8 = 0,8 \text{ м}$$

$$T_0 = \frac{-4}{-10} = 0,4$$

$$-5T^2 + 4T - 1 = 0$$

$$T_0 = \frac{-4}{-10} = 0,4$$

$$-5 \cdot 0,16 + 4 \cdot 0,4 - 1 = -0,8 + 1,6 - 1 = -0,2$$

$$4 - a \cdot t$$

$$0,2 = \frac{a_2 T^2}{2}$$

$$0,2 = \frac{a_2 T^2}{2}$$

$$T^2 = \frac{0,4}{a_2}$$

$$\frac{6}{2} \cdot T^2 = 0,2$$

$$T^2 = \frac{1}{15} T \sqrt{\frac{1}{15}} \approx 0,26$$

$$N = mg \cos \alpha$$

$$mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma$$

$$g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = a$$

$$10(0,8 - 0,2) = 6 = a$$

$$\begin{array}{r} 26 \\ \times 26 \\ \hline 156 \\ 520 \\ \hline 676 \end{array}$$

$$660 \quad 1) T = 0,4 + 0,26 = 0,66$$

$$0,26$$

$$\begin{array}{r} 2,45 \\ \times 2,45 \\ \hline 1225 \\ 980 \\ \hline 60025 \end{array}$$

$$\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{5} = 0,6 \cdot 0,2 = 0,12$$

$$\begin{array}{r} 2,41 \\ \times 2,41 \\ \hline 96 \\ 241 \\ \hline 58081 \end{array}$$