



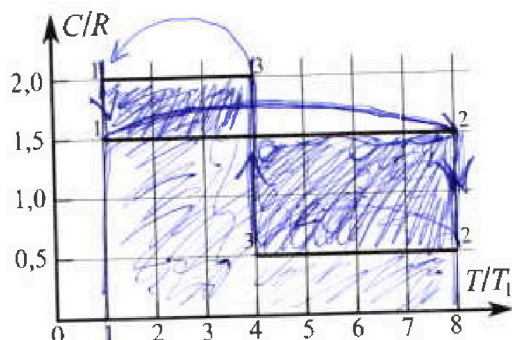
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 10-02

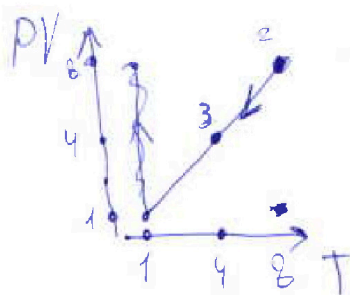
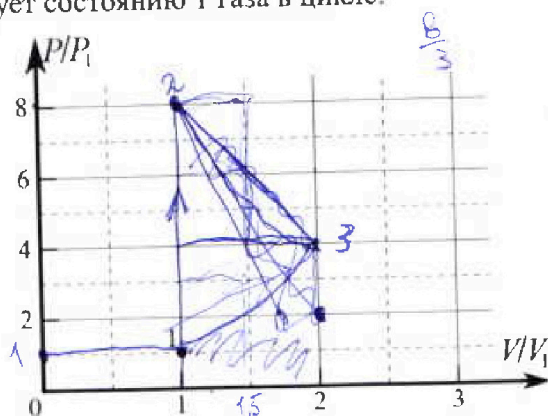
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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).

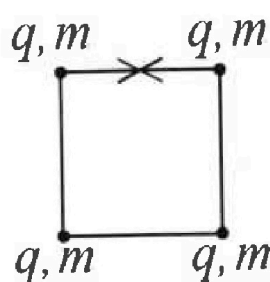


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объем в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует 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 вверху (на рисунке)? Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.





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.

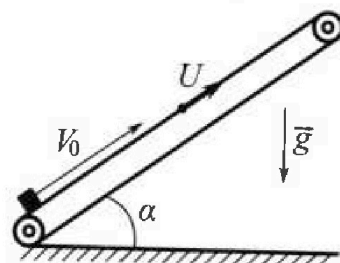
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

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.).

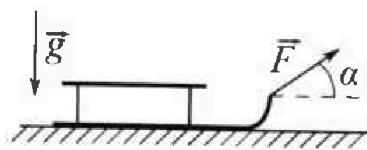
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

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.

m

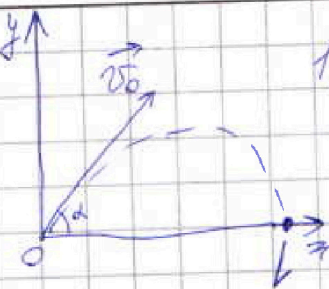
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

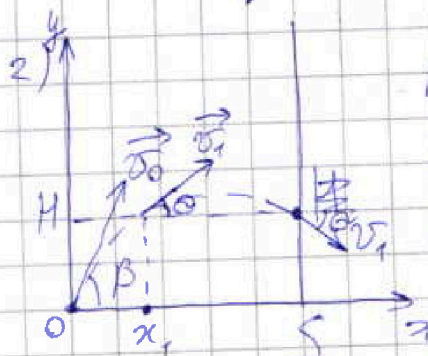
МФТИ

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



1) ф-ла дальности полета:

$$L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \quad v_0 = \sqrt{\frac{Lg}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{200 \frac{\text{м}}{\text{с}}}$$



запуска
 β - угол, при котором $H = 3,6 \text{ м}$
 θ - угол, между вектором скорости
и горизонтальной, когда мяч в вершине
траектории оказывается на высоте H .
 v_1 - скорость в этот же момент
м.к. H максимально $\theta = 45^\circ$

$$\text{ЗЗЭ: } \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + mgH \quad v_1 = \sqrt{v_0^2 - 2gH}$$

$$y: H = v_{0y}t_1 - \frac{gt_1^2}{2} \quad v_1 = v_{0y} - gt_1$$

$$x_1 = v_{0x}t_1 \quad \text{из (1): } t_1 = \frac{v_{0y} - \sqrt{v_{0y}^2 - 2gH}}{g}$$

$$v_0^2 = v_{0y}^2 + v_{0x}^2 \quad \text{из (4): } v_{0y} = \sqrt{\frac{v_0^2}{2} + 2gH} = \sqrt{\frac{200^2}{2} + 2gH}$$

$$v_1 = v_{0y} - gt_1 \quad v_{0x} = \sqrt{\frac{v_0^2}{2} - gH}$$

$$x_1 = \sqrt{\frac{v_0^2}{2} - gH} \left(\frac{\sqrt{\frac{v_0^2}{2} + 2gH} - \sqrt{\frac{v_0^2}{2} - gH}}{g} \right) = [0,8 \cdot \sqrt{136} - 8] \text{ м}$$

введем $S' = S - x_1$ из ф-лы дальности полета:

$$S' = \frac{v_1^2 \cos(2 \cdot 45^\circ)}{g} = 12,8 \text{ м}$$

$$S = S' + x_1 = [12,8 + 0,8(\sqrt{136} - 8)] \text{ м} = (6,4 + 0,8\sqrt{136}) \text{ м}$$



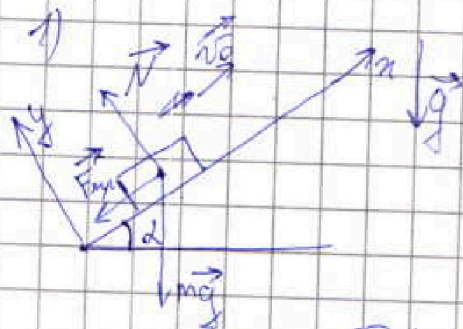
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$x: ma = -\mu N - mg \sin \alpha$$

$$y: N = mg \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,8$$

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

$$x(t) = v_0 t - \frac{at^2}{2}$$

$$x(T) = v_0 T - \frac{aT^2}{2} = 1 \text{ м}$$

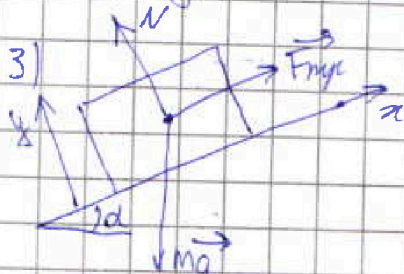
$$t_{\max} = \frac{2v_0}{-a} = 0,6 \text{ с} \quad t_{\max} < T$$

$$S = x(t_{\max}) + (x(t_{\max}) - x(T)) = 2,6 \text{ м}$$

2) Вторым случаем отличается тем, что когда скорость $v > u$, сила трения коробки станет больше скорости лент, сила трения изменит своё направление.

До этого случая аналогичен, поэтому $a = -g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$

$$v_x = v_0 - g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) T_1 \quad T_1 = \frac{v_0 - u}{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = 0,5 \text{ с}$$



$$x: ma_2 = \mu N - mg \sin \alpha$$

$$y: N = mg \cos \alpha$$

$$a_2 = g(\mu \cos \alpha - \sin \alpha) = -2 \cdot \frac{u}{c^2}$$

$$v_x > u$$

$$x(t) = v_0 t + \frac{a_2 t^2}{2}$$

$$x(T_1) = 3 - \frac{5}{4} = 1\frac{3}{4} \text{ м}$$

$$v_x < u$$

$$x(t) = ut + \frac{a_2 t^2}{2}$$

$$x(t_2) = 0,5 - 0,25 = 0,25 \text{ м}$$

$$v_{x(t)} = u + a_2 t \quad t_2 = \frac{-u}{a_2} = 0,5 \text{ с} \quad S_0 = x(T_1) + x_2(t_2) = 2 \text{ м}$$

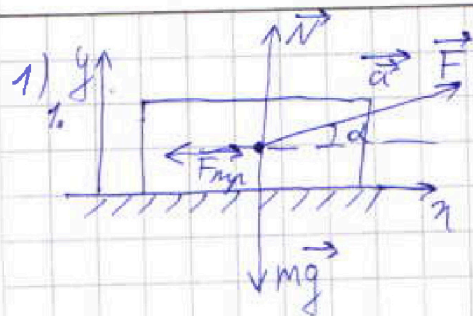
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице.

МФТИ

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

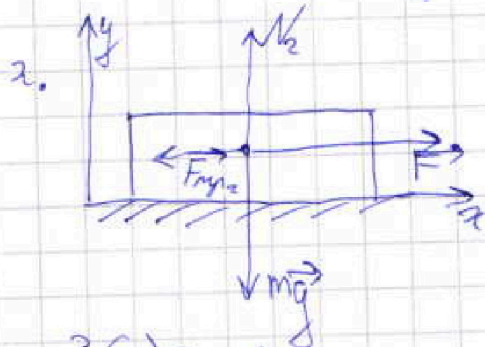
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\begin{aligned} x: ma &= F \cos \alpha - \mu N \\ y: N + F \sin \alpha &= mg \\ F_{mp} &= \mu (mg - F \sin \alpha) \end{aligned}$$

ЗСД: $A_F = A_{mp} + K$

$$F \cos \alpha = \mu mg l - \mu F \sin \alpha l + K \quad (1)$$



$$\begin{aligned} x: ma_2 &= F - \mu N_2 \\ y: N_2 &= mg \\ F_{mp2} &= \mu mg \end{aligned}$$

ЗСД: $A_{F2} = A_{mp2} + K$

Возвращаем $u_2(2)(1)$

$$Fl = \mu mg l + K \quad (2) \quad Fl(1 - \cos \alpha) = \mu F \sin \alpha l$$

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

2) ЗСД: $K = A_{Fmp3}$ $F_{mp3} = F_{mp2}$

$$K = \mu mg S$$

$$S = \frac{K}{\mu mg} = \frac{K \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) mg}$$



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!

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad C_V \Delta T = Q \quad i=3 (\text{газ одноат.})$$

1) 1 ^{3-М} ~~нач.~~ термодинамики для 3-1:

$$Q_{3-1} = U_{3-1} + A_{3-1} \quad Q_{3-1} - \text{тепл. стг.}$$

$$C_{3-1} V (T_3 - T_1) = \frac{3}{2} V R (T_3 - T_1) + A_{3-1}$$

$$A_{3-1} = -V (2R - \frac{3}{2}R) (T_3 - T_1) = -\text{работа газа}$$

$$A_{3-1 \text{ вкл.}} = \frac{3}{2} V R T_1$$

2) 1 ^{3-М} ~~нач.~~ для 1-2:

$$C_{1-2} V (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} V R (T_2 - T_1) + A_{1-2} \quad Q_{1-2} - \text{пол.}$$

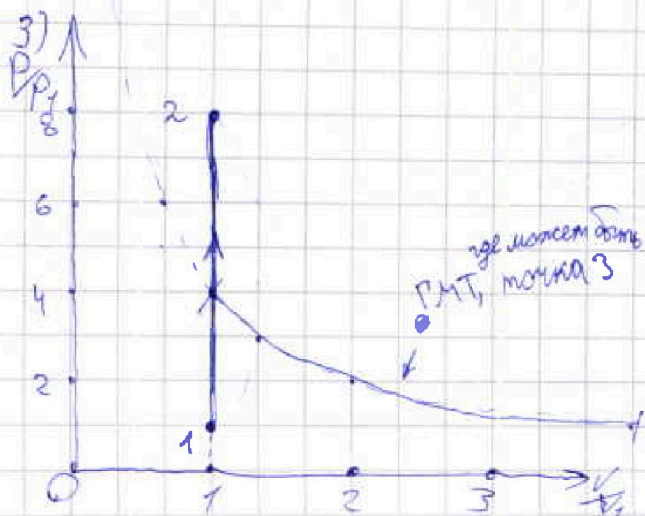
$$C_{1-2} = 1,5R \quad A_{1-2} = 0 \quad Q_{1-2} = \frac{3}{2} V R \cdot T_1$$

3-М ~~нач.~~ для 2-3:

$$C_{2-3} V (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} V R (T_3 - T_2) + A_{2-3} \quad Q - \text{стг.}$$

$$A_{2-3} = 4 V R T_1$$

$$\eta = \frac{A_{2-3} - A_{3-1}}{Q_{1-2}} = \frac{\frac{5}{2} V R T_1}{\frac{3}{2} V R T_1} = \frac{5}{3}$$



$A_{1-2} = 0$ 1-2 - изобара

$$P_1 V_1 = V R T_1 \quad V_1 = V_2$$

$$P_2 V_1 = 8 V R T_1$$

$$\frac{P_2}{P_1} = 8$$

$$P_3 V_3 = 4 V R T_1$$

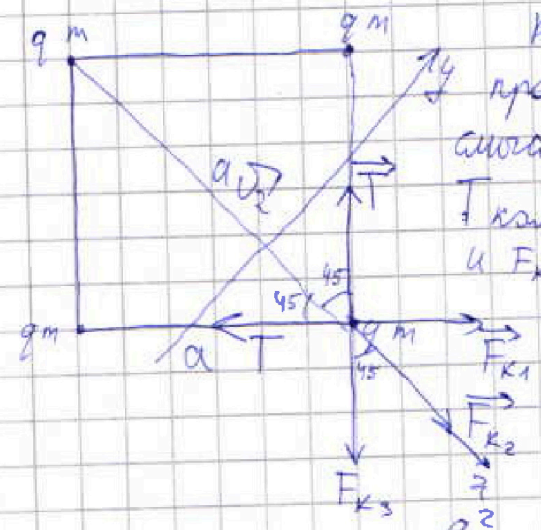
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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

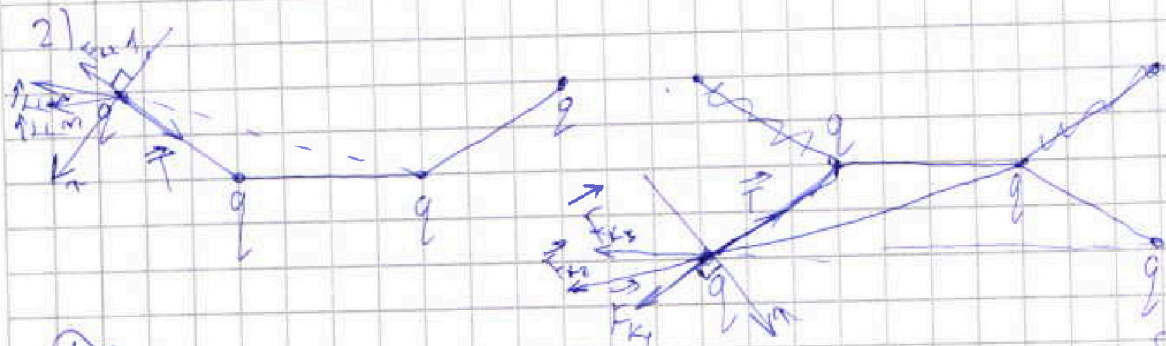
1) 

проекция силы на y не имеет смысла рассматривать, т.к. T компенсируют друг друга и F_{k1} компенсирует F_{k2}

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$x: 2T \cos 45 = 2K \frac{q^2}{a^2} \cos 45 + \frac{Kq^2}{2a^2}$$

$$q = \sqrt{\frac{2\sqrt{2}}{1+2\sqrt{2}}} \cdot T \cdot 4\pi\epsilon_0 a^2$$



Токовые заряды на нити гармонические колебания
около точки, где они все лежат на 1 прямой



$$V_{\max} - \text{в макс. пол.}$$

$$V_{\max} = \frac{(2\sqrt{2}+1)q}{4\sqrt{2}\pi\epsilon_0 a}$$

3с):

$$K_1 + V_{\min} = V_{\max}$$

$V_{\min} - \text{в положении на одн. прямой}$

$$V_{\min} = \frac{11q}{24\pi\epsilon_0 a}$$

$$K_1 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{2\sqrt{2}+1}{4\sqrt{2}} - \frac{11}{24} \right)$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

☐

2

☐

3

☐

4

☐

5

☐

6

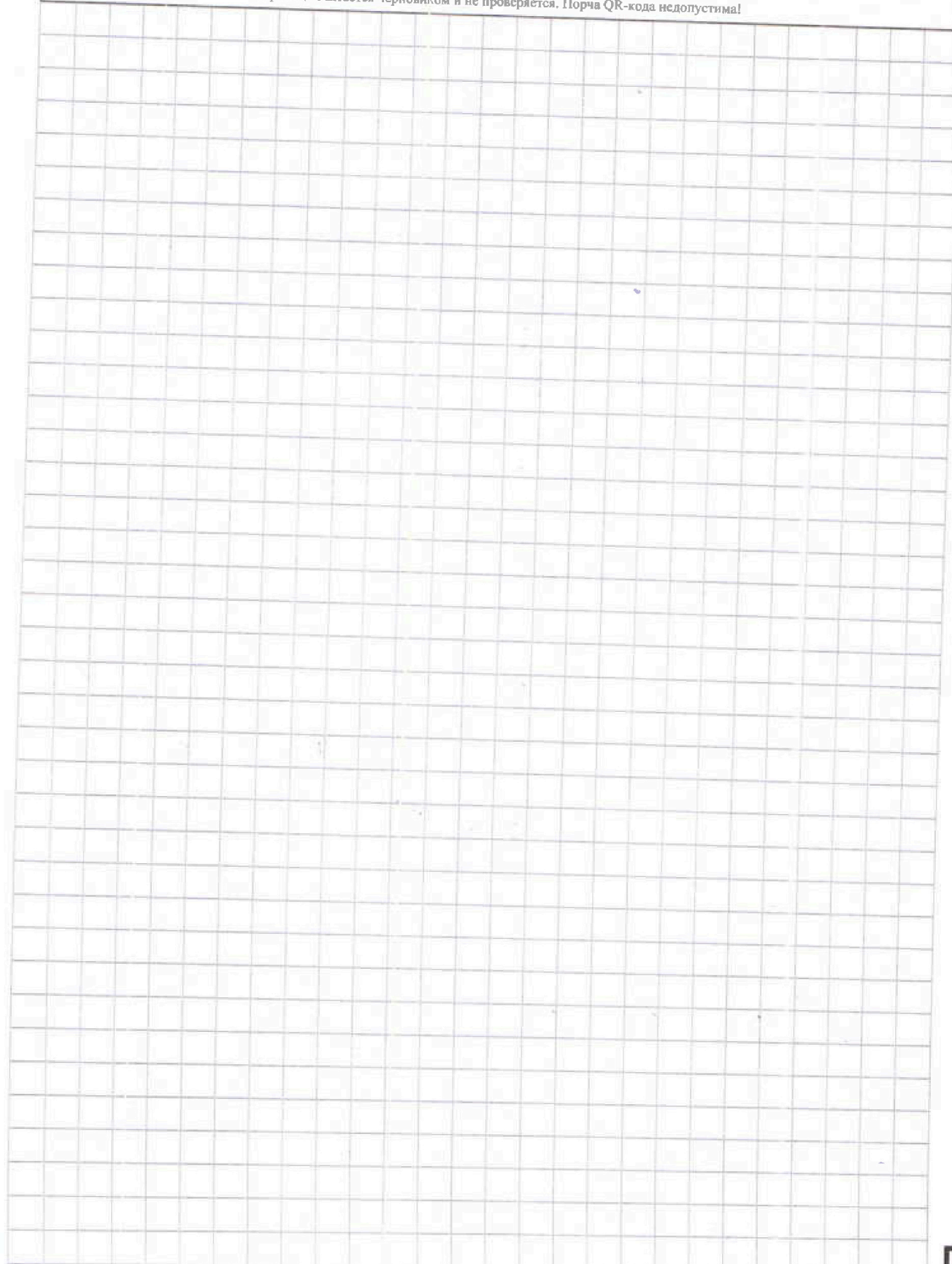
☐

7

☐

 МФТИ

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$gt_1^2 - 2v_{0y}t_1 + 2H = 0$$

4.0,2

$$D = 4v_{0y}^2 - 8gH$$

$$t_1 = \frac{2v_{0y} - \sqrt{4v_{0y}^2 - 8gH}}{2g}$$

$$v_{0y} - v_{0y} + \sqrt{v_{0y}^2 - 2gH}$$

$$v_1 = \sqrt{v_{0y}^2 - 4gH}$$

$$2v_{0y}^2 - 4gH = v_1^2$$

$$v_{0y} = \sqrt{\frac{v_1^2}{2} + 2gH}$$

$$v_{0y} = \sqrt{\frac{v_0^2}{2} + gH}$$

$$v_0^2 = v_{0x}^2 + \frac{v_0^2}{2} + gH$$

$$\frac{v_0^2}{2} = gH$$

$$100 \quad 64 \quad 8 \cdot \left(\frac{\sqrt{136} - \sqrt{8}}{10} \right) \quad 12.8$$



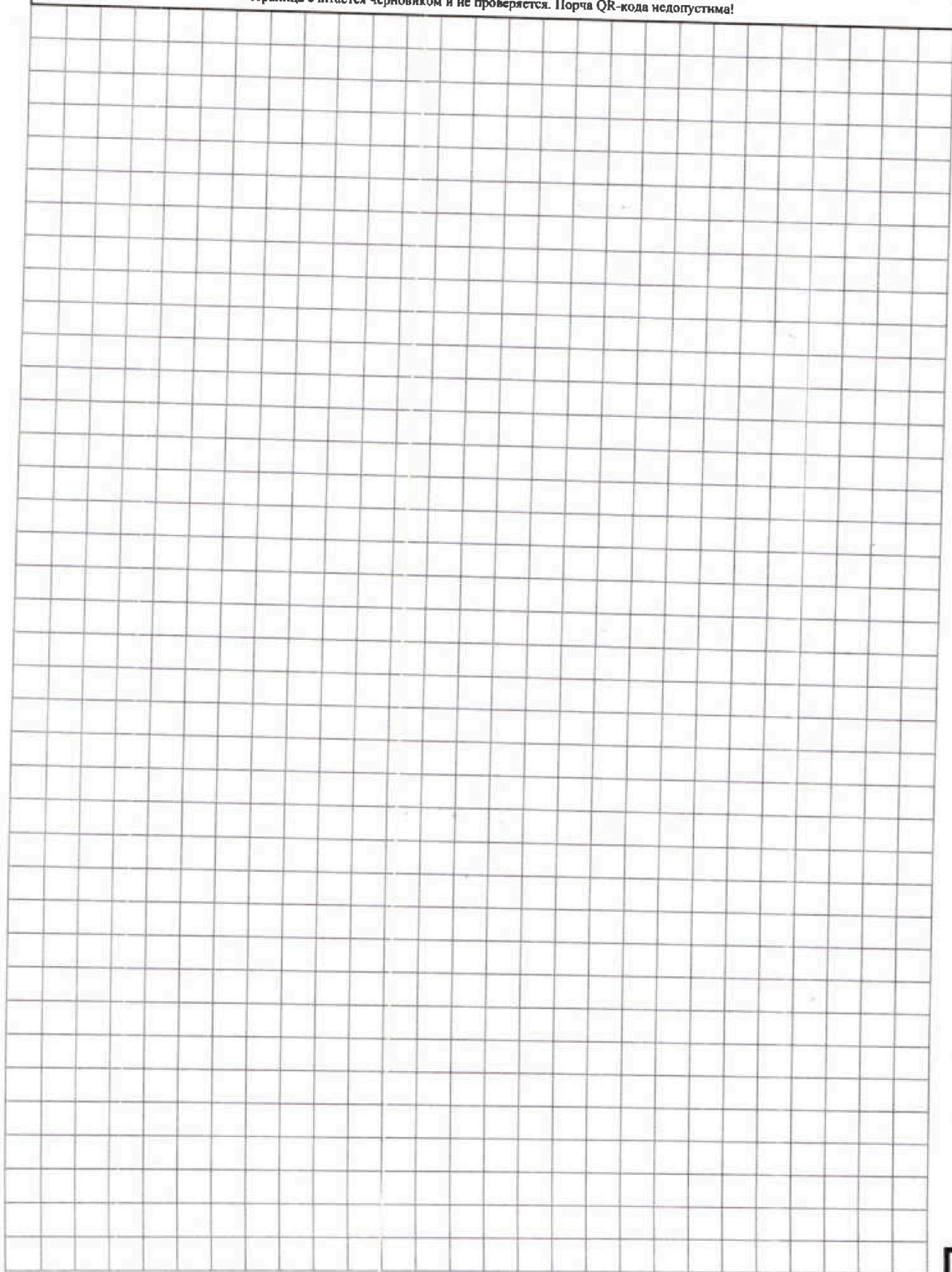
На одной странице можно оформлять **только одну задачу**.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

 **МФТИ**

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



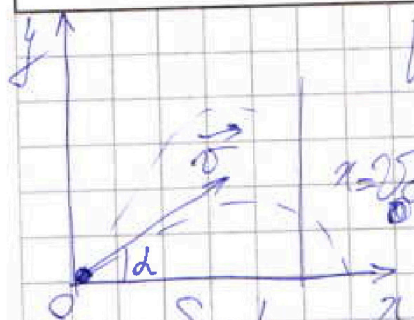
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$l = 20 \text{ m} \quad 1) \quad x = v_0 \cos \alpha t$$

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

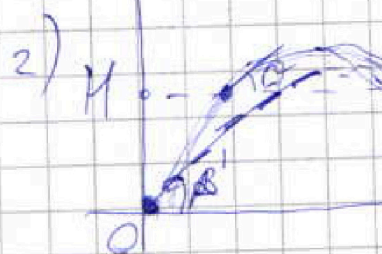
$$v_0 \sin \alpha = \frac{gt_1}{2}$$

$$t_1 = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

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

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

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



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

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

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

$$v_0 = \sqrt{\frac{Lg}{\sin 2\alpha}}$$

$$x = v_0 \cos \beta t$$

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

$$H = v_0 \sin \beta t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$$

$$D = v_0^2 \cos^2 \beta + 2gH$$

$$t_2 = \frac{v_0 \sin \beta + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \beta + 2gH}}{g}$$

$$\frac{g}{2} t_2^2 - v_0 \sin \beta t_2 - H = 0$$

$$S = v_0 \cos \beta t_2 = \frac{v_0 \cos \beta}{g} \left(v_0 \sin \beta + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \beta + 2gH} \right)$$

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

$$\left(\frac{v_0 \cos \beta}{g} \left(v_0 \sin \beta + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \beta + 2gH} \right) \right)^2$$

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

$$v_x = v_0 \cos \beta$$

$$v_{y0} = v_0 \sin \beta$$

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

$$2gH = v_x^2 + v_y^2 - v_x^2 - v_y^2$$

$$2gH = v_{y0}^2 - (v_0 \sin \beta - gt_2)^2$$

$$2gH = 2v_0 \sin \beta g t_2 - g^2 t_2^2$$



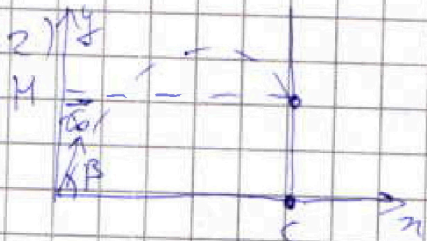
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$H = V_0 \sin \beta t_2 - \frac{gt_2^2}{2} \quad S = V_0 \cos \beta t_2$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_2^2}{2} + mgH \quad V_0^2 = V_2^2 + V_y^2$$

$$V_0^2 - V_2^2 = 2gH \quad S = V_{xt} t$$

$$V_2 = \sqrt{V_0^2 - 2gH} \quad 1 \quad g \leq$$

$$V_0 \sin \beta = \sqrt{V_0^2 - 2gH} \quad \hat{x}_1 = V_{xt} t_1 \quad H = V_y t - \frac{gt^2}{2}$$

$$H = V_0^2 \sin^2 \beta (V_0 \sin \beta - \sqrt{V_0^2 - 2gH}) = (V_0 \sin \beta - \sqrt{V_0^2 - 2gH})^2$$

$$2gH = 2V_0^2 \sin^2 \beta \quad \frac{g}{2V_0 \sin \beta} \sqrt{V_0^2 - 2gH} = \frac{2g}{V_0^2 \sin^2 \beta} + 2V_0 \sin \beta$$

$$V_0^2 \sin^2 \beta = V_0^2 \quad \sin^2 \beta = 1 \quad - V_0^2 + 2gH$$

$$V_2^2 = V_0^2 \cos^2 \beta + V_0^2 \sin^2 \beta - 2gt_2 V_0 \sin \beta + g^2 t_2^2 \quad t_1$$

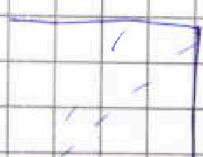
$$V_2^2 = V_0^2 - 2gt_2 V_0 \sin \beta + g^2 t_2^2$$

$$V_0^2 - 2gH = V_0^2 - 2gt_2 V_0 \sin \beta + g^2 t_2^2$$

$$gt_2^2 - 2V_0 \sin \beta t_2 + 2H = 0$$

$$t_2 = \frac{2V_0 \sin \beta \pm}{g}$$

$$S = \frac{V_1^2}{g}$$



$$H = V_y t - \frac{gt^2}{2}$$

$$H = \frac{V_0^2}{2g} \cdot \frac{V_0 V_2}{V_0^2}$$

$$\frac{200}{72} = 128$$

$$\sqrt{128} \quad V_1 < 12$$

$$V_2 = V_0 \cos \beta$$

$$V_1 \sin 45 = V_0 \sin \beta$$

$$t = \frac{V_0 \sin \beta - V_1 \sin 45}{g}$$

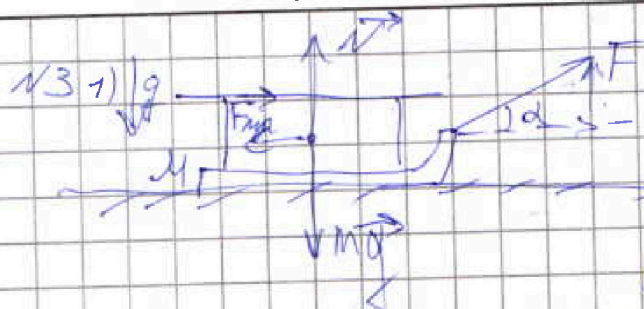
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!

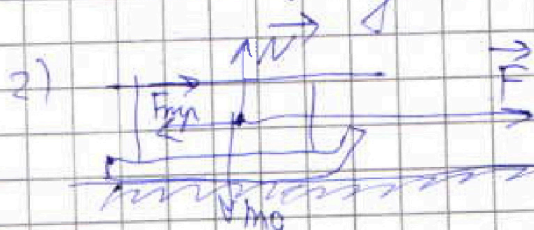


$$x: ma = F \cos \alpha - \mu N$$

$$y: N + F \sin \alpha = mg$$

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

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



$$ma_2 = F - \mu N$$

$$N = mg$$

$$ma_2 = F - \mu mg$$

$$Fd = \sum mgl + K$$

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

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

$$K = m \frac{v_0^2}{2}$$



$$K = \mu mg S$$

$$\frac{v_0^2}{2} = \mu g S$$

$$a_2 = \frac{F}{m} - \mu g \quad v_0 = \mu g t$$

$$x = v_0 t + \frac{a_2 t^2}{2}$$

$$x = \frac{v_0^2}{2\mu g} - \mu g \frac{v_0^2}{2\mu g^2}$$

$$S = \frac{v_0^2}{2\mu g} - \frac{v_0^2}{2\mu g}$$

$$S = \frac{K}{\mu mg}$$

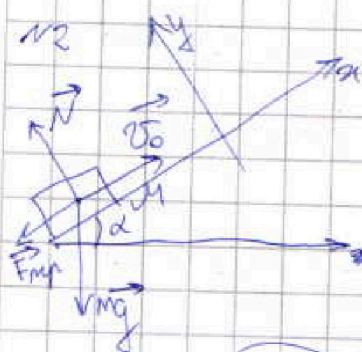


На одной странице можно оформлять только одну задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!



$$\frac{mv_0^2}{2} = mg \frac{h}{\sin \alpha} + A_{fr} + \frac{mv^2}{2}$$

$$x: ma = -\mu N - mg \sin \alpha$$

$$y: N = mg \cos \alpha \quad a = -\mu g \cos \alpha - g \sin \alpha$$

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

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,6^2} = 0,8$$

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

$$x = v_0 T - \frac{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)T^2}{2} = 25 \cdot 1 - \frac{10 \cdot 1 \cdot 1^2}{2} = 15 \text{ m}$$

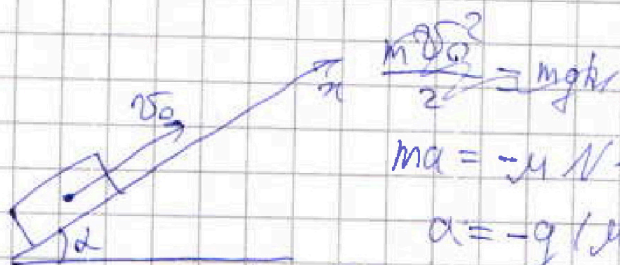
$$t_{\max} = \frac{-v_0}{-g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = 0,6 \text{ s}$$

$$x_{\max} = 3,6 - 5 \cdot 0,36 = 1,8 \text{ m}$$

$$S = x_{\max} + (x_{\max} - x_k) = 2,6$$

2.

2)



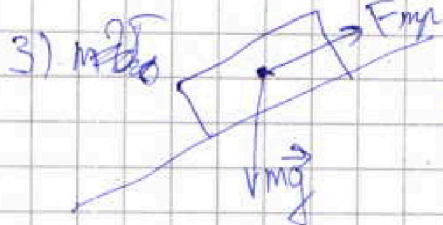
$$ma = -\mu N - mg \sin \alpha$$

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

$$v_x = v_0 + at$$

$$U = v_0 - g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)T$$

$$T = \frac{v_0 - U}{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = 0,5 \text{ s}$$



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

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

3) mv_0^2

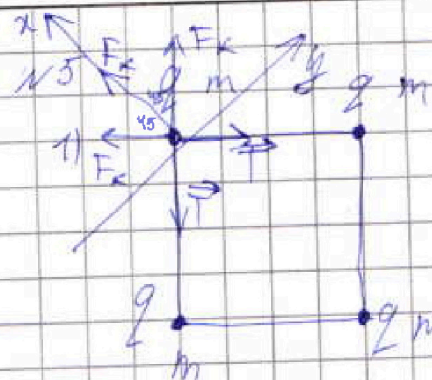
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$x: F_{k1} + 2F_{k2} \cos 45^\circ = 2T \cos 45^\circ$$

$$F_{k1}(1 + 2\cos 45^\circ) = 2T \cos 45^\circ$$

$$K \frac{q^2}{2a^2} + 2K \frac{q^2 \cos 45^\circ}{a^2} = 2T \cos 45^\circ$$

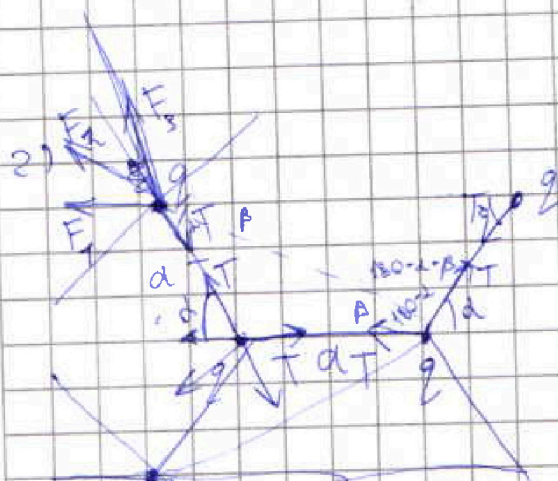
$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$q^2 \left(\frac{K}{2a^2} + \frac{2K \cos 45^\circ}{a^2} \right) = 2T \cos 45^\circ$$

$$\cos 45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$q = \frac{\sqrt{2} T 4\pi\epsilon_0 a^2}{\sqrt{\frac{1}{2a^2} + \frac{2}{a^2}}}$$

$$= \frac{2\sqrt{2}}{1+2\sqrt{2}} \cdot T 4\pi\epsilon_0 a^2$$



$$a \sin \alpha = d \sin \beta$$

$$d = (a \sin \alpha)^2 + a^2 (1 + \cos \alpha)^2$$

$$d^2 = a^2 \sin^2 \alpha + a^2 + 2a^2 \cos \alpha + a^2 \cos^2 \alpha$$

$$d^2 = 2a^2 (2 + \cos \alpha)$$

$$a \sin \alpha = a \sqrt{2} (1 + \cos \alpha) \sin \beta$$

$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{\sqrt{2} (1 + \cos \alpha)}$$

$$V_1 = 2K \frac{q}{a\sqrt{2}} + K \frac{q}{a\sqrt{2}}$$

$$V = K \frac{6q}{a} + K \frac{3q}{a} + K \frac{q}{a} \frac{11q}{24\pi\epsilon_0 a}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

№4, $C = 2R$ $T_3 = 4T_1$ $T_1 = 200\text{ K}$

1) $Q_2 = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$ $cl = \frac{dQ_2}{dT_2} \frac{\Delta T}{\nu R T_1}$

$2 \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A_{3-1}$

$A_{3-1} = \nu R (T_3 - T_1) \left(\frac{2}{3} - \frac{3}{2} \right) = -\frac{1}{6} \nu R T_1 \cdot \frac{3}{2} \nu R T_1$

2) $\eta = \frac{Q_{20} A_0}{Q_0}$

1-2: T_1 $8T_1$ $C = 1,5R$

$Q_2 = 1,5 \nu R \Delta T$

$1,5 \nu R \Delta T = 1,5 \nu R \Delta T + A_{1-2}$
 $A = 0$

2-3: $8T_1$ $4T_1$ $C = 0,5R$ $0,5 \nu R \Delta T = 0,5 \nu R \Delta T + A_{2-3}$

$P_1 V_1 = \nu R T_1$ $-\nu R \Delta T = A_{2-3} = -4 \nu R \Delta T_1$

$P_2 V_2 = 8 \nu R T_1$ $P_1 V_1 = \nu R T_1$

$P_3 V_3 = 4 \nu R T_1$ $2 P_3 V_3 = P_2 V_1$



$V (P_2 V_1 - P_3 V_3) = \nu R T_1$

3-1 $C = 2R$ $T_3 = 4T_1$ $T_1 = T_1$

$2 \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A_{3-1}$

$0,5 \nu R \Delta T = A_{3-1}$ $A_{3-1} = \frac{3}{2} \nu R T_1$

$\eta = \frac{A_0}{Q_0}$