



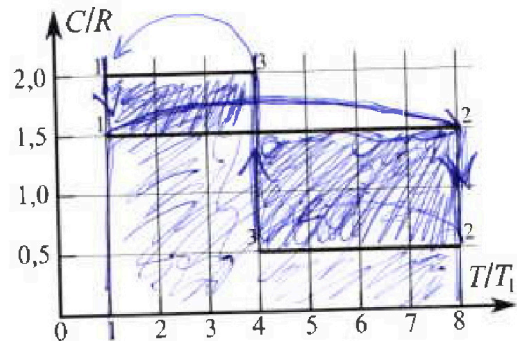
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02



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

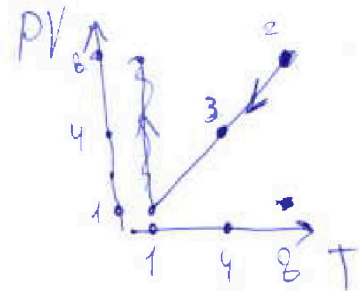
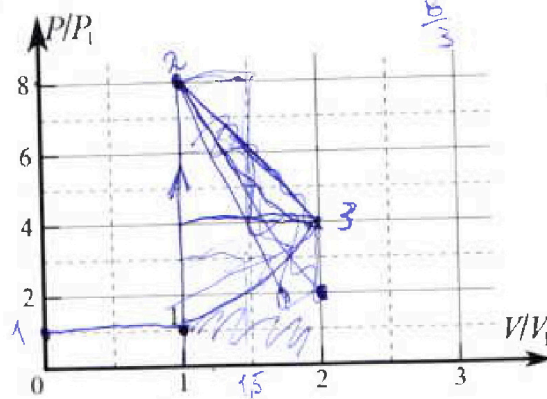
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (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 .

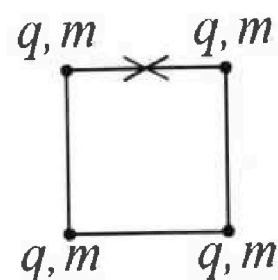
1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика.

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.





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.

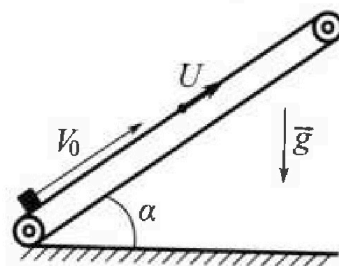
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

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.).

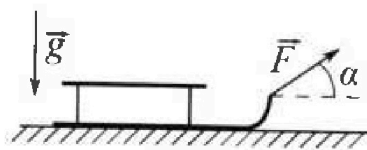
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

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

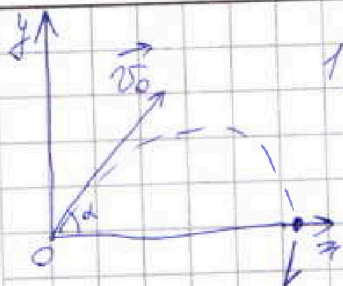
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

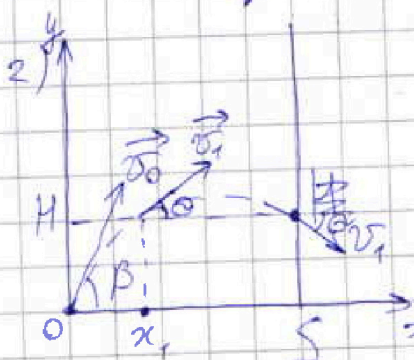
МФТИ

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



1) φ -ла дальности полета:

$$H = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{kg}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{200 \frac{\text{м}}{\text{с}}}$$



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

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

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

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

$v_0^2 = v_{0y}^2 + v_{0x}^2 \quad v_x(1) = \frac{v_{0x} - \sqrt{\frac{v_0^2}{2} - 2gH}}{g} = \sqrt{\frac{v_0^2}{2} - 2gH}$

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

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

введем $S' = S - x_1$ из φ -ла 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.

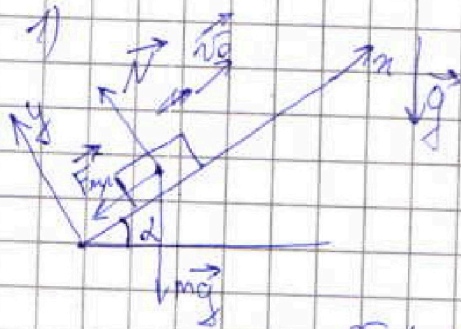
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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



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

$$y: N = mg \cos \alpha \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,8$$

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

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

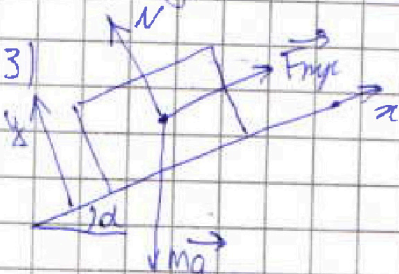
$$t_{\max} = \frac{2v_0}{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = 0,6 \text{ с} \quad t_{\max} < T$$

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

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

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

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



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

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

$$a_2 = g(\mu \cos \alpha - \sin \alpha) = -2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$v_x > u \quad x(t) = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

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

$$v_x < u$$

$$x(t) = ut + \frac{a_2 t^2}{2} \quad x(t_2) = 0,5 - 0,25 = 0,25 \text{ м}$$

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

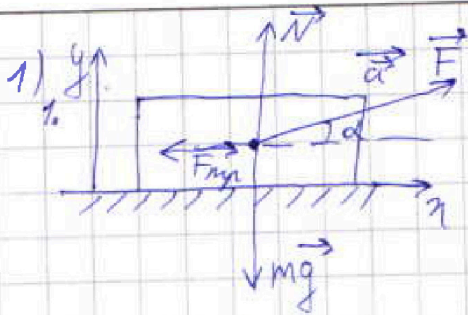
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице.

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!



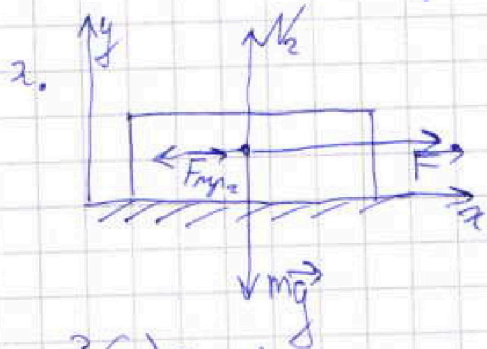
$$x: ma = F \cos \alpha - \mu N$$

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

$$F_{\text{fr1}} = \mu (mg - F \sin \alpha)$$

$$\text{ЗСД: } A_F = A_{\text{fr1}} + K$$

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



$$x: ma_2 = F - \mu N_2$$

$$y: N_2 = mg$$

$$F_{\text{fr2}} = \mu mg$$

$$\text{ЗСД: } A_{F_2} = A_{\text{fr2}} + K$$

Возвращаем $u_2(2)(1)$

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

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

2) ЗСД: $K = A_{F_{\text{fr3}}}$ $F_{\text{fr3}} = F_{\text{fr2}}$

$$K = \mu mg S$$

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

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!

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

1) 1 ³⁻⁴ ~~крат.~~ термодинамики для 3-1:

$$Q_{23-1} = U_{3-1} + A_{3-1} \quad Q_{23-1} - \text{теплота}$$

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

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

$$A_{3-1} \text{ выч. } = \frac{3}{2} \nu R T_1$$

2) 1 ³⁻⁴ ~~крат.~~ для 1-2:

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

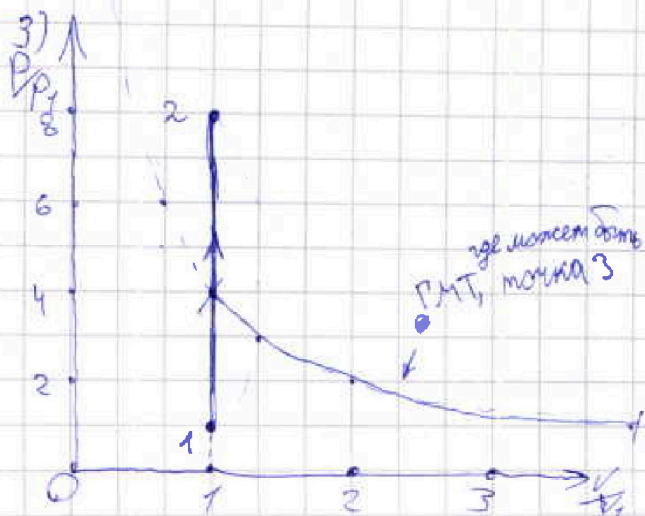
$$c_{1-2} = 1,5R \quad A_{1-2} = 0 \quad Q_{1-2} = \frac{3}{2} \nu R \cdot 2T_1$$

3-4 ~~крат.~~ для 2-3:

$$c_{2-3} V (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + A_{2-3} \quad Q_2 - \text{тепл.}$$

$$A_{2-3} = 4 \nu R T_1$$

$$\eta = \frac{A_{23} - A_{3-1}}{Q_{1-2}} = \frac{\frac{5}{2} \nu R T_1}{\frac{3 \nu R T_1}{2}} = \frac{5}{3}$$



$A_{1-2} = 0$ 1-2 - изобара

$$p_1 V_1 = \nu R T_1 \quad V_1 = V_2$$

$$p_2 V_1 = 8 \nu R T_1$$

$$\frac{p_2}{p_1} = 8$$

$$p_3 V_3 = 4 \nu R T_1$$

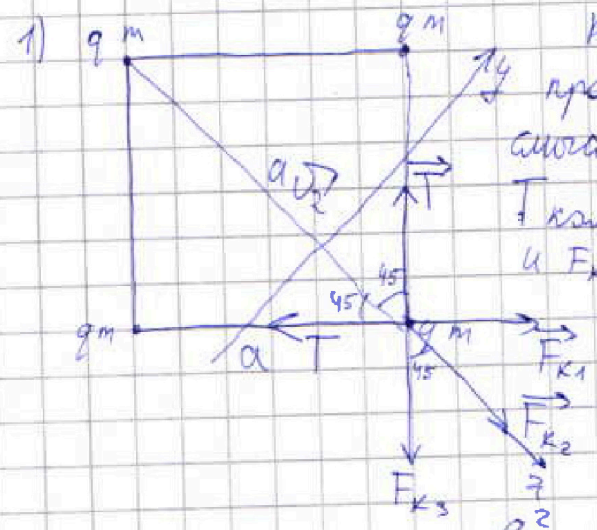
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!

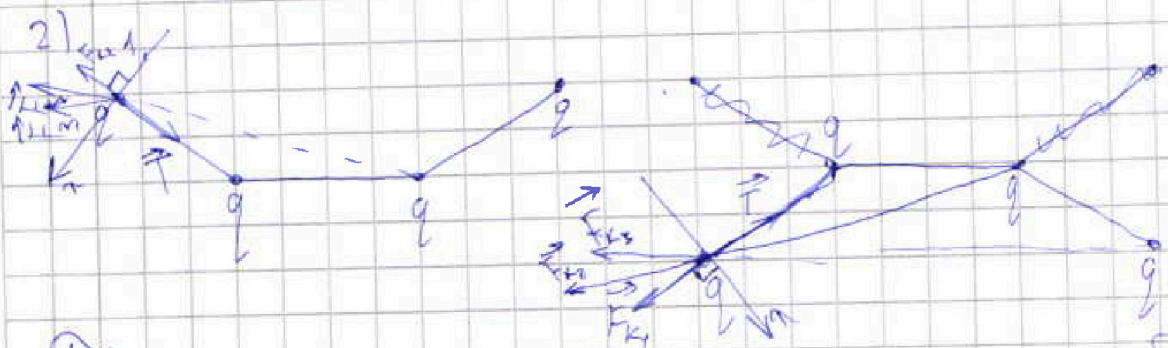


Проекция силы
проекции сил на y не имеют
смысла рассматривать, т.к.
 T компенсирует друг друга
и F_{k1} компенсирует F_{k2}

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

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

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



Половые заряды будут гармонически колебаться
около точки, где они все лежат на 1 прямой

$q_1 \quad a \quad q \quad a \quad q \quad a \quad q$

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

3с): $k_1 + U_{min} = U_{max}$

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

$$k_1 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{2\sqrt{2}+1}{4\sqrt{2}} - \frac{11}{24} \right)$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$100 \text{ м} \cdot 8 \cdot 0 \cdot \left(\frac{\sqrt{136} - \sqrt{8}}{10} \right) = 128$$



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!

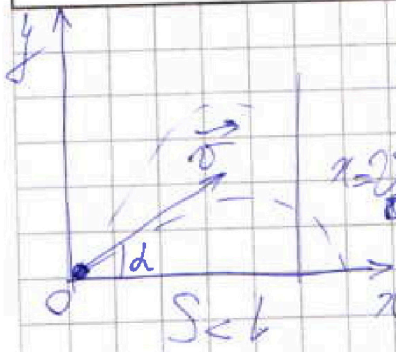
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



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

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

$x = v_0 \cos \alpha t$

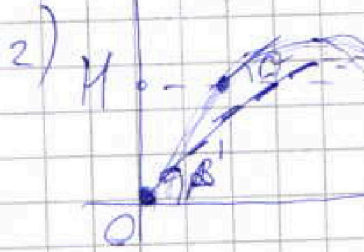
$v_0 \sin \alpha = \frac{gt}{2}$

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

$S = \frac{v_0 \cos \alpha t_1}{\cos 90^\circ}$

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

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



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

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

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

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

$x = v_0 \cos \beta t$

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

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

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

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

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

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

$\frac{m v_0^2}{2} = m g H + \frac{m v_0^2}{2} \cdot \left(\frac{v_0 \cos \beta + \sqrt{v_0^2 \cos^2 \beta + 2gH}}{g} \right)$

$S_{(cos \beta)}$

$v_x = v_0 \cos \beta$

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

$v_y = v_0 \sin \beta - gt$

$2gH = v_x^2 + v_y^2 - v_x^2 - v_{y0}^2$

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

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

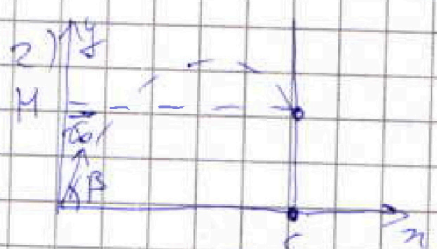


На одной странице можно оформлять только одну задачу.
 Отметьте крестиком номер задачи,
 решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



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



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

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + mgH \quad v_0^2 = v_2^2 + v_y^2$$

$$v_0^2 - v_2^2 = 2gH \quad S = v_2 t$$

$$v_2 = \sqrt{v_0^2 - 2gH} \quad v_2 = \sqrt{v_0^2 - 2gH} \cdot 1 \cdot g \leq$$

$$x_1 = v_2 t_1 \quad H = v_y t - \frac{gt^2}{2} \quad t =$$

$$H = v_0^2 \sin^2 \beta (v_0 \sin \beta - \sqrt{v_0^2 - 2gH}) - (v_0 \sin \beta - \sqrt{v_0^2 - 2gH})^2$$

$$2gH = 2v_0^2 \sin^2 \beta - 2v_0 \sin \beta \sqrt{v_0^2 - 2gH} + v_0^2 \sin^2 \beta - v_0^2 \sin^2 \beta + 2v_0 \sin \beta \sqrt{v_0^2 - 2gH} - v_0^2 \sin^2 \beta + 2v_0 \sin \beta \sqrt{v_0^2 - 2gH} - v_0^2 \sin^2 \beta$$

$$v_0^2 \sin^2 \beta = v_0^2 \quad \sin^2 \beta = 1 \quad -v_0^2 + 2gH$$

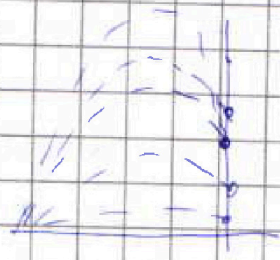
$$v_2^2 = v_0^2 \cos^2 \beta + v_0^2 \sin^2 \beta - 2gt_2 v_0 \sin \beta + gt_2^2 \quad t_1$$

$$v_2^2 = v_0^2 - 2gt_2 v_0 \sin \beta + gt_2^2$$

$$v_0^2 - 2gH = v_0^2 - 2gt_2 v_0 \sin \beta + gt_2^2$$

$$gt_2^2 - 2v_0 \sin \beta t_2 + 2H = 0$$

$$t_2 = \frac{2v_0 \sin \beta \pm}{g}$$



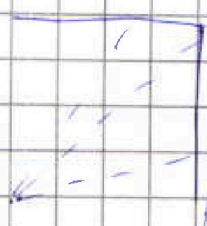
$$S = \frac{v_1^2}{g}$$

$$\frac{200}{72} \quad \sqrt{128} \quad v_1 < 12$$

$$v_1 = v_0 \cos 45$$

$$v_1 \sin 45 = v_0 - gt$$

$$t = \frac{v_0 \sin \beta - v_1 \sin 45}{g}$$



$$H = v_1 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$H = \frac{v_0 v_1}{2g}$$

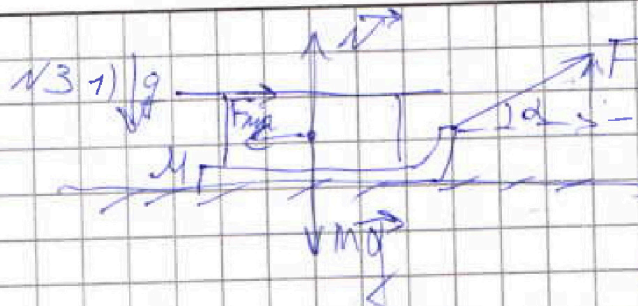
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



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

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

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

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



$$ma_2 = F - \mu N$$

$$N = mg$$

$$ma_2 = F - \mu mg$$

$$Fd = \sum \mu mgt + K$$

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

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

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



$$K = \mu mg S$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \mu mg S$$

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

$$v_0 = \mu g t$$

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

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

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

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

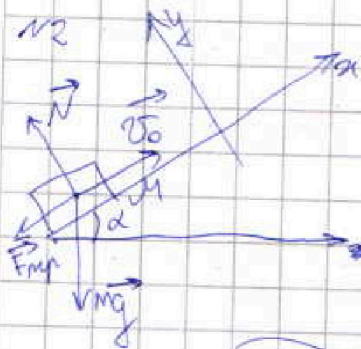


На одной странице можно оформлять только одну задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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



$$\frac{mv_0^2}{2} = mg \cdot h + A_{mp} + \frac{mv^2}{2}$$

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

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

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

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

$$x = v_0 T - \frac{g}{2}(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) T^2 = 2,6 - \frac{9,8}{2}(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) T^2$$

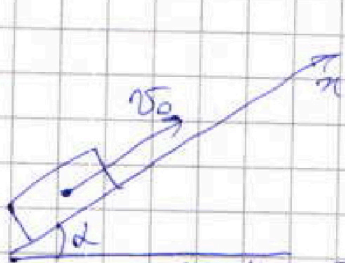
$$t_{\text{max}} = \frac{-v_0}{-g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = 0,6 \text{ c}$$

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

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

2.

2)



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

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

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

$$g \cdot h = U \quad v x = v_0 + at$$

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

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



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

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

3) $\frac{mv_0^2}{2}$

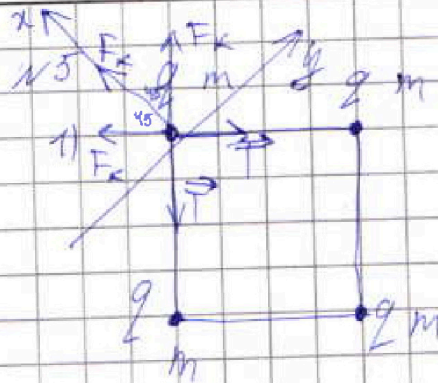
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$F_{k1} + 2F_{k2} \cos 45 = 2T \cos 45$$

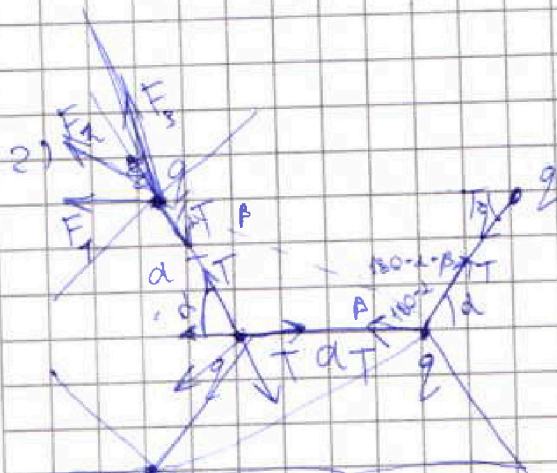
$$F_k (1 + 2\cos 45) = 2T \cos 45$$

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

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

$$q = \frac{\sqrt{2T \cos 45}}{\sqrt{\frac{1}{2a^2} + \frac{2\cos 45}{a^2}}}$$

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



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

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

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

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

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

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

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

$$V = k \frac{6q}{a} + k \frac{3\sqrt{2}}{a} + k \frac{q}{6a} \frac{11q}{24\pi\epsilon_0 a}$$



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!

n_4 , $c = 2R$ $T_3 = 4T_1$ $T_1 = 200\text{ K}$

$1) Q_2 = \frac{3}{2} \sqrt{R\Delta T}$ $dv = \frac{dQ_2}{dT} \cdot \frac{dT}{\sqrt{RT}}$

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

$A_{3-1} = \sqrt{R(T_3 - T_1)} \left(\frac{2}{3} - \frac{3}{2} \right) = \frac{1}{3} \sqrt{R\Delta T} = \frac{3}{2} \sqrt{RT_1}$

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

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

$Q_2 = 1,5 \sqrt{R\Delta T}$

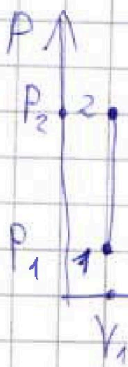
$1,5 \sqrt{R\Delta T} = 1,5 \sqrt{R\Delta T} + A_{1-2}$
 $A = 0$

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

$P_1 V_1 = \sqrt{RT_1}$ $-\sqrt{R\Delta T} = A_{2-3} = -4 \sqrt{R\Delta T}$

$P_2 V_2 = 8 \sqrt{RT_1}$ $P_1 V_1 = \sqrt{RT_1}$

$P_3 V_3 = 4 \sqrt{RT_1}$ $2P_3 V_3 = P_2 V_2$



$V (P_2 V_2 - P_3 V_3) = \sqrt{RT_1}$

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

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

$0,5 \sqrt{R\Delta T} = A_{3-1}$ $A_{3-1} = \frac{3}{2} \sqrt{RT_1}$

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