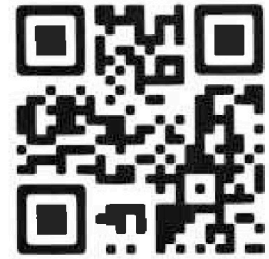




Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

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.

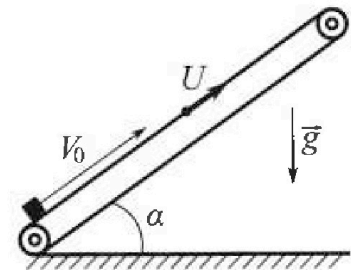
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

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.).

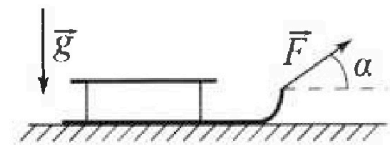
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

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.

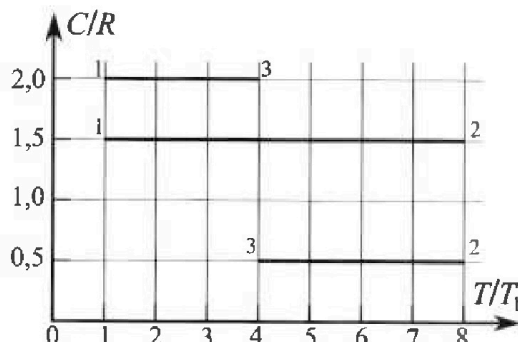
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

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



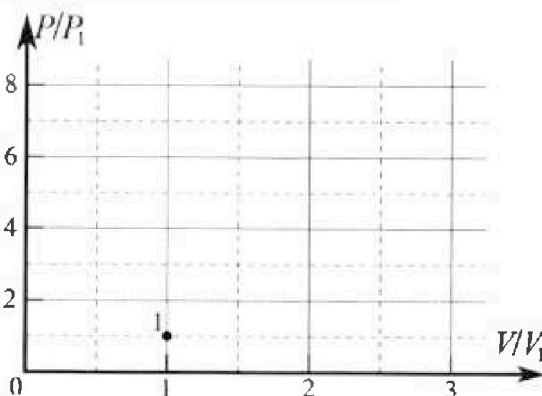
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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

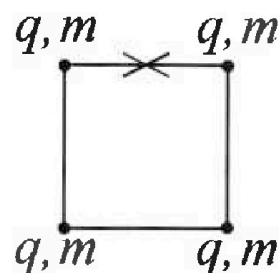
1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика.

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 вверху (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:

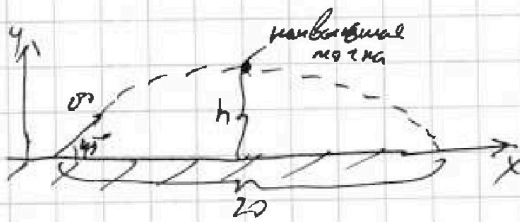
МФТИ



- 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!)

21



Пусть t — общее время полёта

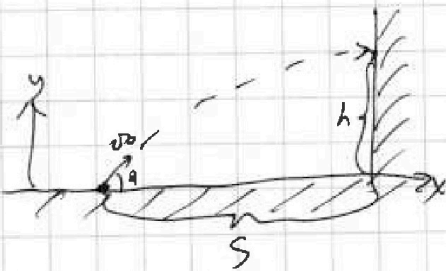
$$x_{ок}: t \cdot v_0 \cos 45 = 20$$

$$y_{ок}: 0 = v_0 \sin 45 \cdot t - g \frac{t^2}{2}$$

— когда мячик будет в наивысшей точке.

$$\begin{cases} t \cdot v_0 \cos 45 = 20 \\ t = \frac{2v_0 \sin 45}{g} \end{cases} \Rightarrow \frac{2v_0^2 \cos^2 45}{g} = 20 \Rightarrow v_0^2 = \frac{100}{\cos^2 45} = \frac{100}{0,5} = 200$$

$$v_0 = \sqrt{200} = 10\sqrt{2} \frac{м}{с}$$



T — время полёта

$$x_{ок}: v_0 \cos \alpha \cdot T = s \Rightarrow T = \frac{s}{v_0 \cos \alpha}$$

$$y_{ок}: h = v_0 \sin \alpha \cdot T - \frac{gT^2}{2}$$

$$h = s \cdot \tan \alpha - \frac{g s^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

найдем максимум $s \cdot \tan \alpha - \frac{g s^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$ — возьмем производную и приравняем её к нулю,

$$\text{После этого получим, что } \left(s \tan \alpha - \frac{g s^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} \right)' = \tan^2 \alpha - \frac{2g s \sin \alpha}{v_0^2 \cos^2 \alpha} + 1 = 0$$

$$\sin^2 \alpha - \frac{2g s \sin \alpha}{v_0^2 \cos^2 \alpha} + \cos^2 \alpha = 0 \Rightarrow \frac{2g s \sin \alpha}{v_0^2 \cos^2 \alpha} = 1 \Rightarrow 2g s \sin \alpha = v_0^2 \cos^2 \alpha \Rightarrow 2g s \sin \alpha = 40 \Rightarrow \sin \alpha = \frac{40}{s}$$

$$h = v_0 \sin \alpha \cdot T - \frac{gT^2}{2}$$

$$3,6 = v_0 \cdot \frac{40}{s} \cdot \frac{g}{v_0 \cos^2 \alpha} - \frac{g}{2} \cdot \frac{g^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{40}{\cos^2 \alpha} - \frac{g^2}{40(1 - \frac{1600}{s^2})} = \frac{40}{\cos^2 \alpha} - \frac{g^2}{40(s^2 - 1600)}$$

$$= \frac{40}{\sqrt{1 - \frac{1600}{s^2}}} - \frac{g^2}{40(s^2 - 1600)} = \frac{40s}{\sqrt{s^2 - 1600}} - \frac{g^2}{40(s^2 - 1600)} = \frac{1600s \sqrt{s^2 - 1600} - g^2}{40(s^2 - 1600)}$$

$$3,6 = \frac{1600s \sqrt{s^2 - 1600} - g^2}{40(s^2 - 1600)} \text{ — получим уравнение относительно } s$$

Ответ: $v_0 = 10\sqrt{2} \frac{м}{с}$

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 type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

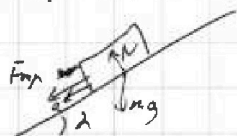
МФТИ

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

р2

Рассмотрим, какие силы действ. на коробку, когда она
движ. вверх и вниз (отн. ленты транспортера)

вверх:



$$m a_1 = F_{\text{тр}} + m g \sin \alpha = \mu N + m g \sin \alpha =$$

$$= \mu m g \cos \alpha + m g \sin \alpha$$

$$a_1 = g (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = (0,5 \cdot 0,8 + 0,6) \cdot 10 =$$

$$= 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$0 = v_0 - a_1 t \Rightarrow t = 0,6 \text{ сек}$$

$$s_1 = v_0 t - \frac{a_1 t^2}{2} = 3,6 - \frac{3,6}{2} = 1,8 \text{ м} - \text{пройдет коробка вверх по конвейеру.}$$

$$s_2 = \frac{a_2 (t-t)^2}{2} = \frac{2 \cdot 0,4^2}{2} = 0,16 \text{ м}$$

$$s = s_1 + s_2 = 1,8 + 0,16 = 1,96 \text{ м}$$

Если положить ^{движущийся} коробку на конвейер и придать ей скорость

$v_0 = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, то отн. конвейера скорость коробки будет $v_0 - v = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Скорость коробки во 2-ом опыте будет $v = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, если коробка

неподвижна отн. на ленте конвейера, медь она движется

вниз по конвейеру со скор. $2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ (относительно конвейера)

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



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

1) коробка не движ. ^{лента} отн. V конвейера

$$0 = (V_0 - U) - a_1 t_1$$

$$5 = 10 \cdot t_1 \Rightarrow t_1 = 0,5 \text{ сек.}$$

$$T_1 = t_1 = 0,5 \text{ сек}$$

2) коробка движ. вниз по конвейеру со скор. $2 \frac{m}{c}$ отн. конвейера

$$2 = 0 + a_2 \cdot t_2$$

$$t_2 = 1 \text{ сек.}$$

$$T_2 = t_1 + t_2 = 1,5 \text{ сек}$$

Таким обр. коробка будет иметь скорость $U = 1 \frac{m}{c}$ через $0,5 \text{ сек}$ и $1,5 \text{ сек}$

• По второму опыту скорость коробки будет равна нулю, если она будет двигаться вниз по ленте конвейера со скор. $1 \frac{m}{c}$

(отн. конвейера)

$$0 = (V_0 - U) - a_1 T_3$$

$$1 = a_2 T_3 \Rightarrow T_3 = 0,5 \text{ сек.}$$

$$T_{0,5} = T_1 + T_3 = 1 \text{ сек.}$$

$$S_1 = (V_0 - U) T_1 - \frac{a_1 T_1^2}{2} = 5 \cdot 0,5 - \frac{10 \cdot 0,25}{2} = 2,5 - 1,25 = 1,25 \text{ м (отн. ленты)}$$

$$S_{1,1} = S_1 + U \cdot T_1 = 1,25 + 0,5 = 1,75 \text{ м (отн. земли)}$$

$$S_3 = \frac{a_2 T_3^2}{2} - \frac{v \cdot 0,25}{2} = 0,25 \text{ м (отн. лента)}$$

$$S_{3,1} = S_3 - U \cdot T_3 = 0,25 - 0,5 = -0,25 \Rightarrow \text{отн. земли коробка прошла вверх.}$$

$$L = S_{1,1} + S_{3,1} = 1,75 + 0,25 = 2 \text{ м. Ответ: } S = 1,96 \text{ м; } T_1 = 0,5 \text{ с; } 1,5 \text{ с; } L = 2 \text{ м.}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

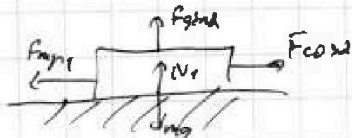
- 1 2 3 4 5 6 7



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

~3

Рассм. случ., когда \vec{F} напр. под углом λ . Обозначим длину разгона за S_1 ($l = \frac{mV^2}{2}$)



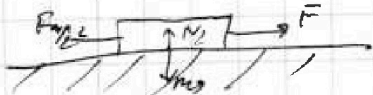
$$N_1 + F \sin \lambda = mg$$

$$F_{\text{тр}1} = \mu N_1 = \mu (mg - F \sin \lambda)$$

по ЗСЭ:

$$\frac{mV^2}{2} + F_{\text{тр}1} S_1 = F \cos \lambda S_1 \quad (1)$$

Рассм. случ. когда \vec{F} направлено горизонтально



$$N_2 = mg$$

$$F_{\text{тр}2} = \mu N_2 = \mu mg$$

по ЗСЭ

$$\frac{mV^2}{2} + F_{\text{тр}2} S_1 = F S_1 \quad (2)$$

из ур-ий (1) и (2) получ., что $F \cos \lambda S_1 - F_{\text{тр}1} S_1 = F S_1 - F_{\text{тр}2} S_1$ | : S_1
получаем, что

$$F \cos \lambda - F_{\text{тр}1} = F - F_{\text{тр}2}$$

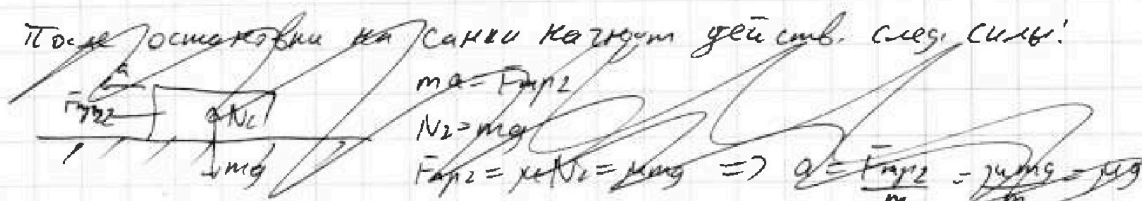
$$F \cos \lambda - \mu (mg - F \sin \lambda) = F - \mu mg$$

$$F \cos \lambda + \mu F \sin \lambda = F \quad || : F$$

$$\mu \sin \lambda = 1 - \cos \lambda$$

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

После расстановки на санки начинают действовать силы:



$$m a = F_{\text{тр}2}$$

$$N_2 = mg$$

$$F_{\text{тр}2} = \mu N_2 = \mu mg \Rightarrow a = \frac{F_{\text{тр}2}}{m} = \frac{\mu mg}{m} = \mu g$$



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

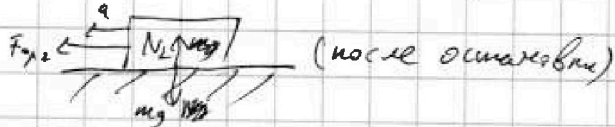
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

~~$$S = \int v dt = \int a t^2 dt$$

$$S = \frac{a t^3}{3}$$~~

По ЗСЭ: $k = F_{\text{упр}} \cdot S$ (куда сила F перестала
действовать)

$$S = \frac{k}{F_{\text{упр}}} = \frac{k}{\mu mg}$$



$$F_{\text{упр}} = \mu N_2 = \mu mg = \frac{1 - \cos 2}{\sin 2} mg$$

$$S = \frac{k}{F_{\text{упр}}} = \frac{k \cdot \sin 2}{(1 - \cos 2) mg}$$

Ответ: $\mu = \frac{1 - \cos 2}{\sin 2}$; $S = \frac{k \sin 2}{(1 - \cos 2) mg}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

~4

$$Q_{3-1} = C_3 \nu \Delta T_3 = 2R \cdot 1 \cdot 600 = 1200R - \text{выделилось тепло}$$

выделилось, а не поглотилось, т.к. темп. по штыгу уменьшилась.

$$\Delta U_{3-1} = \frac{i}{2} \nu R \Delta T_3 = 1,5 \cdot 1 \cdot 600 \cdot R = 900R - \text{на столько уменьшилось}$$

т.к. температура по штыгу уменьшилась.

$$Q_{3-1} = \Delta U_{3-1} + A_{3-1} \Rightarrow A_{3-1} = 1200R - 900R = 300R = 300 \cdot 2,31 = 693 \text{ Дж}$$

- такую работу совершил ^{каждый} газ, ~~сделав обратный ход~~

~~каждый газ в процессе 3-1 совершил работу - 693 Дж.~~

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{Q_{1-2} - Q_{2-3} - Q_{3-1}}{Q_{1-2}} \quad (\text{т.к. при } Q_{1-2} \text{ газ}$$

сообщает тепло, а при Q_{2-3} и Q_{3-1} газ наоборот

выделяет тепло), т.к. в процессе 1-2 темп. увеличилась,

а в процессах 2-3 и 3-1 - температура уменьшилась).

$$Q_{2-3} = 0,5R \cdot \nu \cdot \Delta T_2 = 0,5 \cdot 1 \cdot 800R = 400R$$

$$Q_{1-2} = 1,5R \cdot \nu \cdot \Delta T_1 = 1,5 \cdot 1 \cdot 400R = 600R$$

$$\eta = \frac{Q_{1-2} - Q_{2-3} - Q_{3-1}}{Q_{1-2}} = \frac{600R - 400R - 1200R}{600R} = \frac{-1000R}{600R} = -\frac{5}{3}$$

Заметим, что $Q_{1-2} = \Delta U_{1-2} = 1,5R \cdot \nu \cdot \Delta T_1 \Rightarrow A=0$ и 1-2 это

изохорический процесс. $\Rightarrow \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_1}{8T_1} \Rightarrow P_2 = 8P_1 -$

- отметим на графике по закону $\frac{P}{P_1} = 8$ и $\frac{V}{V_1} = 1$

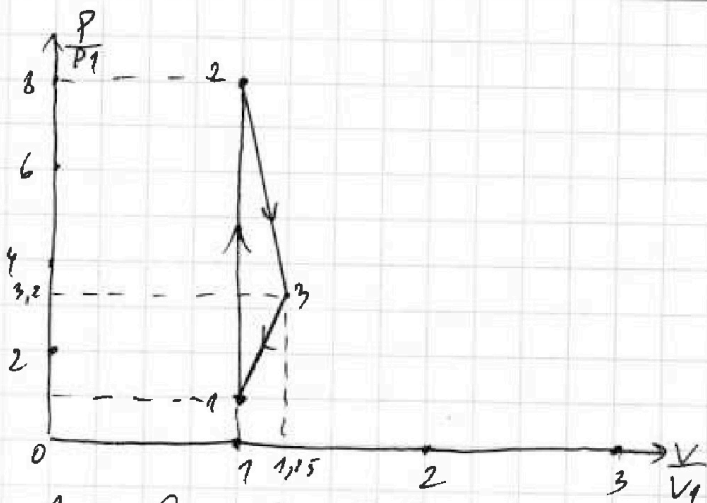


На одной странице можно оформлять только одну задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

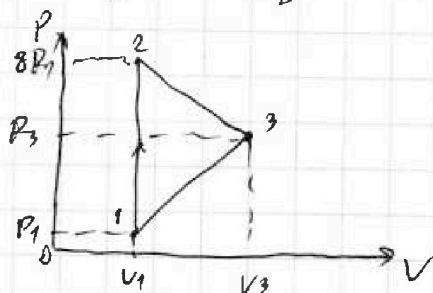


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$A_{2-3} = Q_{2-3} - \nu U_{2-3} = \text{---} - 400 \text{ Дж} = 800 \text{ Дж} - \text{такую работу}$$

совершает газ в процессе 2-3 \Rightarrow в процессе 2-3 объем увели.



В нормальных координатах $p(v)$

линия будет иметь вид:

U_{2-3} это градиент полученной
линии для работ A_{2-3} и A_{3-1}

$$\begin{cases} -900 = p_1(v_1 - v_3) + \frac{(p_3 - p_1)(v_1 - v_3)}{2} \\ 800 = p_3(v_3 - v_1) + \frac{(8p_1 - p_3)(v_3 - v_1)}{2} \end{cases} \Rightarrow \frac{p_3 + 4p_1}{p_3 + p_1} = \frac{800}{300} \Rightarrow \frac{p_3 + 8p_1}{p_1 + p_3} = \frac{8}{3}$$

$$3p_3 + 4p_1 = 8p_3 + 8p_1 \Rightarrow 16p_1 = 5p_3 \Rightarrow \frac{p_3}{p_1} = \frac{16}{5} = 3,2$$

Так, $\frac{p_1 v_1}{T_1} = \frac{p_3 v_3}{T_3}$, то $\frac{p_3 v_3}{p_1 v_1} = 4 \Rightarrow \frac{16 v_3}{5 v_1} = 4 \Rightarrow \frac{v_3}{v_1} = \frac{20}{16} = \frac{5}{4} = 1,25$

Получил, что $\frac{p_3}{p_1} = 3,2$, а $\frac{v_3}{v_1} = 1,25$

Объем: $A_{1-2} = 2493 \text{ Дж}$; $\eta = \frac{5}{21}$;

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

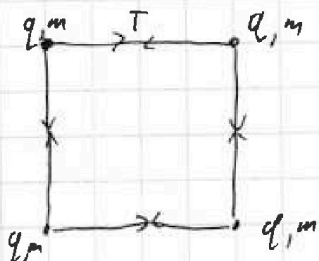
МФТИ

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



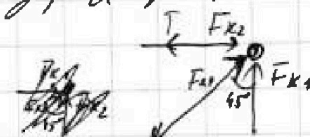
~5

Внимательно читайте задание! Если вы не уверены, что правильно поняли задание, то лучше сразу обратиться к преподавателю. В вершинках квадрата, то есть в каждой шарике действует.



3 силы кулона. Две из них перпендикулярны друг другу - груз-грузу, и третья под углом 45° к каждой из них.

Эта система сил равновесна, тогда эта система сил равна нулю.



Эта система сил равновесна, тогда эта система сил равна нулю. Уравновешиваем груз-грузу $\Rightarrow F_{12} = F_{13}$, а $F_{12} \cos 45^\circ + F_{13} = T$

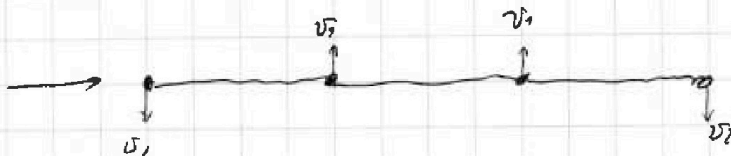
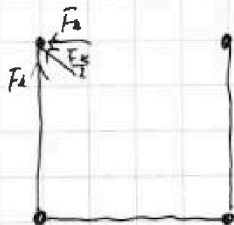
$$F_2 \cos 45^\circ + F_3 = T$$

Заметим, что если бы в 2 шара были равномерно заряженными, то они привлеклись друг к другу \Rightarrow все заряды либо пологие, либо отриц.

$$F_{12} = \frac{kq^2}{a^2}; \quad F_{13} = \frac{kq^2}{(\sqrt{2}a)^2} = \frac{kq^2}{2a^2}$$

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

$$|q| = \sqrt{\frac{Ta^2}{k(\frac{\sqrt{2}}{4} + 1)}} = \sqrt{\frac{4a^2 T}{k(\sqrt{2} + 4)}} = 2a \sqrt{\frac{T}{k(\sqrt{2} + 4)}}$$





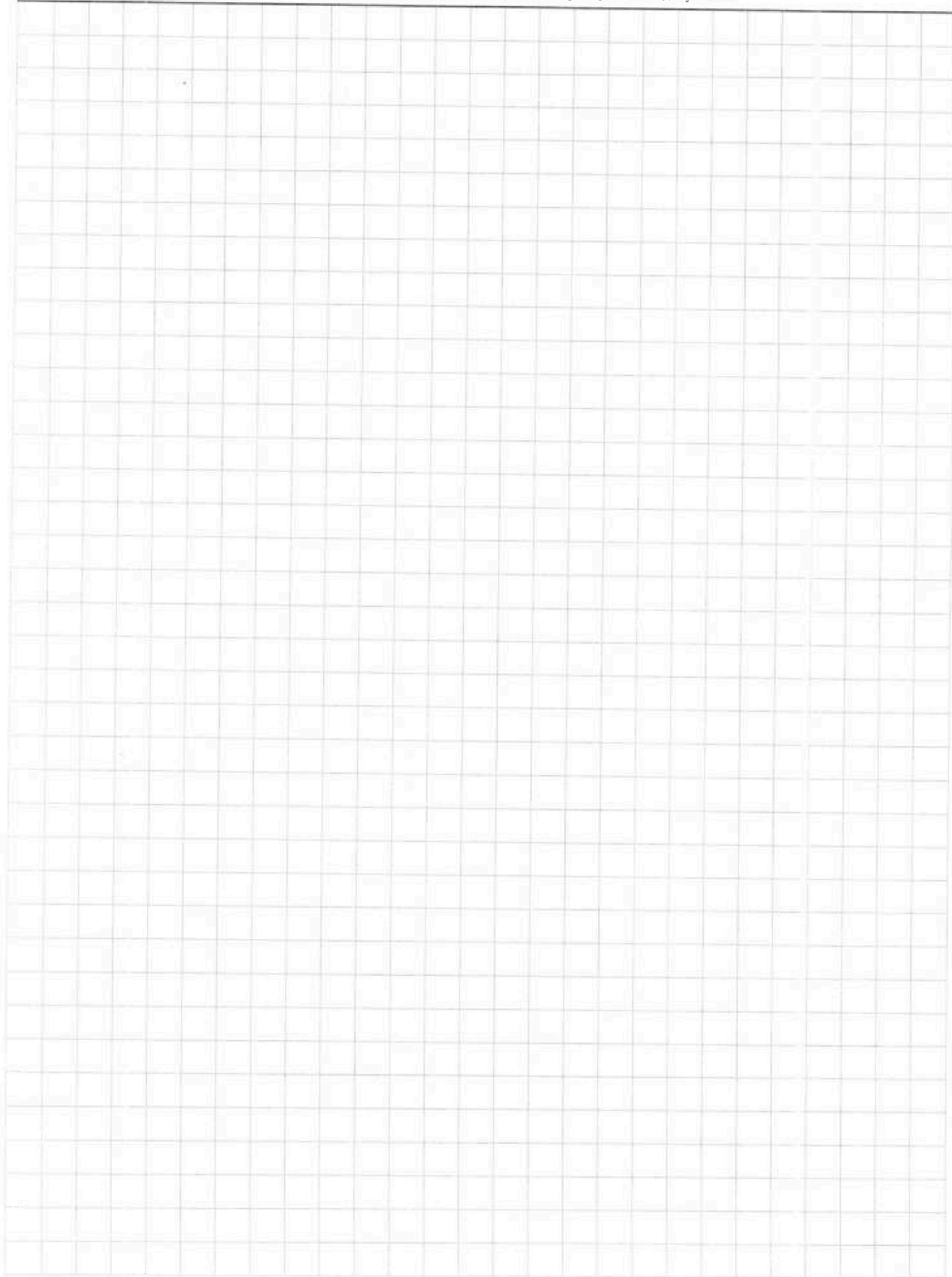
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



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





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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

Ответ: 1, 2, 3

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

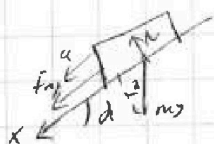
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

Рассмотрим, какие силы действуют на коробку при неподвижном конвейере.



$$ma = F_{\text{fr}} + mg \sin \alpha$$

$$F_{\text{fr}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

$$a = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha = 10(0,5 \cdot 0,8 + 0,6) = 10 \cdot 1 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\text{сх. } S = -v_0 T + \frac{aT^2}{2} = -6 \cdot 1 + \frac{10 \cdot 1^2}{2} = -1 \text{ м} \Rightarrow \text{ за 1 сек коробка}$$

смещается на 1 метр вверх по транспортеру, т.е.

в самой высокой точке она ~~остановится~~ ~~на высоте~~ проехала

$$\text{по транспортеру вверх } S_1 = v_0 \cdot \frac{v_0}{a} - \frac{a}{2} \left(\frac{v_0}{a} \right)^2 = 1,8 \text{ м},$$

$$(\text{т.к. } 0 = v_0 - at \text{ и } S_1 = v_0 \cdot t - \frac{at^2}{2})$$

то получим, что сначала коробка проехала 1,8 м вверх

по транспортеру, а потом $1,8 - 1 = 0,8$ м вниз.

$$\text{Итого } S = 1,8 + 0,8 = 2,6 \text{ м}$$

Если поставить коробку на движ. кон. транспортер и сойти в л. в лабораторной системе отс., то отн. транспортера

коробка поедет вл. $v_0 - u = 6 - 1 = 5 \text{ м/с}$. В этом случ. на

коробку действ. абсолютно те же силы

Скорость коробки будет равна $U = 1 \text{ м/с}$ влук случ.

Если коробка неподвижна отн. л. кон. транспортера



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!

2) Если коробка будет скользить вниз отн. левому скату
2-го отн. кед.

Рисунки 1-6 см. ниже:

$$0 = (v_0 - v) \cdot T$$

$$\cos 2 = \frac{S}{TV_0}$$

$$S \sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{S^2}{T^2 v_0^2}}$$

$$\text{Н. п. } \frac{v}{2} = \frac{S}{T} = 1$$

$$h = \sqrt{0.1} \sqrt{1 - \frac{S^2}{T^2 v_0^2}} - \frac{gT^2}{2}$$

$$h = \sqrt{v_0^2 T^2 - S^2} - \frac{gT^2}{2} - \text{макс}$$

$$\text{Н. п. } \sqrt{200T^2 - S^2} - 5T^2 - \text{макс}$$

$$3.6 = \sqrt{200x - S^2} - 5x$$

$$200x - S^2 = (3.6 + 5x)^2$$

$$200x - S^2 = h^2 + 25x^2 - 2 \cdot 10 \cdot hx$$

$$-S^2 = h^2 + 25x^2 - x(200 + 10h)$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + m g H$$

$$v_0^2 = v_1^2 + 2g h$$

$$v_{1y} = v_0 \sin \alpha - gT$$

$$v_{1y}^2 + v_0^2 \cos^2 \alpha = v_1^2$$

$$v_0^2 \sin^2 \alpha + g^2 T^2 - 2gT v_0 \sin \alpha + v_0^2 \cos^2 \alpha = 2g h + v_0^2$$

$$gT^2 - 2T v_0 \sin \alpha = 2h$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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



$$\frac{S^2}{40} \cdot \frac{1}{60} = S \cdot \frac{1}{60} \cdot \frac{1}{60} \cdot 2 - \text{Косинус теорема для угла } \alpha$$

$$h = S \cdot \frac{1}{60} - \frac{S^2}{40} \cdot \frac{1}{60} = S \left(\frac{1}{60} - \frac{S}{40} \right)$$

$$2100 - 1200 - 400 = \frac{5^2 \cdot 60}{7100}$$

$$S \cdot \frac{1}{60} = \frac{S^2}{40} \cdot \frac{1}{60} + \frac{1}{60} \left(S \cdot \frac{1}{60} - \frac{S}{40} \right) - \text{Косинус}$$

$$\begin{aligned} \cos(\alpha) \cdot \frac{1}{60} &= \cos(\alpha) \cdot \frac{1}{60} + \sin(\alpha) \cdot \frac{1}{60} = \frac{1}{60} \cdot \cos(\alpha) - \frac{1}{60} \cdot \sin(\alpha) + \frac{1}{60} \cdot \cos(\alpha) \\ &= -\frac{1}{60} \cdot \frac{S}{40} \cdot \frac{1}{60} = \frac{\sqrt{2}}{2} \end{aligned}$$

5

$$V \cos \alpha \cdot T = S \Rightarrow T = \frac{S}{V \cos \alpha}$$



$$h = V \sin \alpha \cdot T - \frac{g T^2}{2} = \frac{V \sin \alpha \cdot S}{V \cos \alpha} - \frac{g S^2}{2 V^2 \cos^2 \alpha}$$

$$h = S \cdot \frac{1}{60} - \frac{S^2}{40 \cdot 60^2}$$

$$\frac{P_2 \cdot V_2}{P_1 \cdot V_1} = 4$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{40}{S}$$

$$h = x \cdot S$$

$$3.2 \cdot \frac{V_2}{V_1} = 4$$

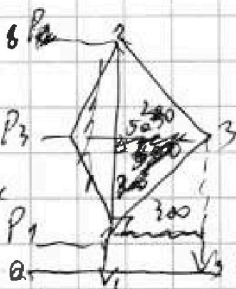
$$x = \frac{1}{60} - \frac{S}{40 \cdot 60^2}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{4}{3.2} = \frac{1}{0.8} = \frac{10}{8} = 1.25$$

$$F_{ix} = \frac{5 \sin \alpha \cdot (1100 - 800)}{60^2} - 9 = 0$$

$$9g' = \frac{S \sin \alpha}{40 \cdot 60^2} + 9 = 0$$

3-1) Оуменьши, 6 Оуменьши



$$\frac{P_2 + 8P_1}{P_3 + P_1} = \frac{8}{3}$$

$$3P_2 + 24P_1 = 8P_3 + 8P_1$$

$$5P_2 = 8P_3$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{16}{5} = 3.2$$

1-1

$$-1200 = -500 - 300 \quad A_1 > 0$$

$$-800 = -1200 + 800 \quad A_2 > 0$$

~~P3 > P1~~

Если $0 < V < 10$, то $A_2 > 0$
Если $0 < V < 10$, то $A_2 < 0$

$$\frac{P_2 + 4P_1}{P_1 + P_1} = \frac{600}{300}$$

$$P_1 \cdot (V_2 - V_1) + (P_2 - P_1) \cdot (V_2 - V_1) = 300$$

$$(V_2 - V_1) \left(\frac{P_1 + P_2 - P_1}{2} - \frac{P_1}{2} \right) = (V_2 - V_1) \left(\frac{P_1 + P_2}{2} \right) = 300$$

$$\begin{aligned} P_2 \cdot (V_2 - V_1) + (8P_1 - P_2) \cdot (V_2 - V_1) &= (V_2 - V_1) (P_2 + 4P_1 - P_2) = 0 \\ &= (V_2 - V_1) \left(\frac{P_2}{2} + 4P_1 \right) = 300 \end{aligned}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

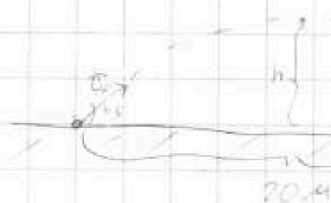
1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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



1



$t = 0.5 \text{ сек}$ в момент

$$v_{x(t)} \cdot v_{y(t)} = 20$$

$$h = 20.4$$

$$v_{y(t)} = v_0 \sin \alpha - g t$$

$$g t = v_0 \cos \alpha$$

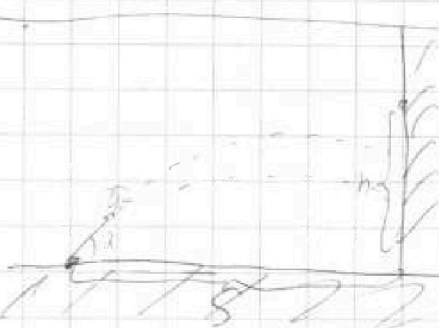
$$t = \frac{2 v_0 \cos \alpha}{g}$$

$$2 \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{g} = 20$$

$$v_0^2 = \frac{10 \cdot 20}{2 \cdot \frac{1}{2}} = 200$$

$$v_0 = \sqrt{200} = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$$

Поскольку угол между скоростью и направлением движения равен 90° в момент $t = 0.5 \text{ сек}$, то $v_{x(t)} = v_{y(t)}$



$$v_0 \cos \alpha \cdot v_0 \sin \alpha = S \Rightarrow T = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$$

$$h = v_0 \sin \alpha \cdot T - \frac{g T^2}{2}$$

$$0 \leq \alpha \leq 90^\circ$$

$$h = \frac{v_0 \sin \alpha \cdot S}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$t_{y1} = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$t_{y2} = \sqrt{\frac{1}{\cos^2 \alpha} - 1}$$

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

$$5 \frac{S^2}{v_0^2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha} - S \cdot \tan \alpha + 3.6 = 0$$

$$\frac{S^2}{40} \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha} - S \cdot \tan \alpha + 3.6 = 0$$

$$\sin \alpha = \cos \alpha$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{\tan \alpha}{1} \Rightarrow \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} - \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} + 3.6 = 0 \Rightarrow \frac{0 - \sin \alpha}{\cos^2 \alpha} = 0$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

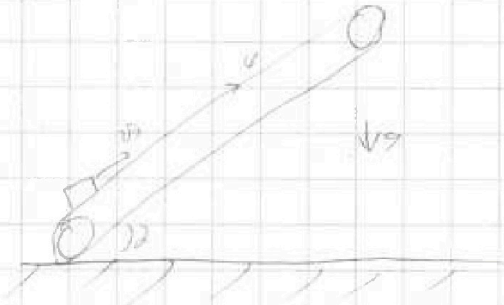
1 2 3 4 5 6 7



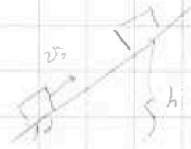
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



2.2



1)



$$\cos \alpha = \sqrt{1 - 0,36} = \sqrt{0,64} = 0,8$$

$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{\text{тр}} = 0,5 mg \cos \alpha$$

$$F_{\text{тр}} + mg \sin \alpha = ma$$

$$0,5g \cos \alpha + g \sin \alpha = a = 0,5 \cdot 0,8 + 0,6 \cdot 0,8 = 0,8 = g = a$$

$$s = v_0 t - \frac{a t^2}{2} = 6 \cdot 1 - \frac{10 \cdot 1^2}{2} = 6 - 5 = 1 \text{ м}$$

1) м.к. отн. неподв. коридра едет $6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ и т.к. отн. движ. системы отсчета $v_0 = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ во все время, то и в 1-ой системе отсчета коридра движ. $1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ и т.к. отн. отн. отн. коридра

$$0 = 5 - g t_1 \quad 0 = 5 - 10 t_1 \quad 0 = 1 - g t_2 \quad 0 = 1 - 10 t_2 \Rightarrow t_1 = 0,5 \text{ с}$$

2) когда скорости коридра совм. 6 м/с

$$0 = 6 - 10 t$$

$$\frac{m v^2}{2}$$

$$4y^2 - \frac{9 \sin \alpha}{40 \cos \alpha} + 1 = 0 \quad | \cdot \cos^2 \alpha$$

$$0 = 6 - g t$$

$$t = 0,6$$

$$\sin^2 \alpha - \frac{9 \sin \alpha}{40} + \cos^2 \alpha = 0$$

$$g \sin^2 \alpha - \frac{9}{40} \sin \alpha + 1 - \sin^2 \alpha = 0$$

$$s = 6 \cdot 0,6 - \frac{10 \cdot 0,6^2}{2} = 3,6 - \frac{3,6}{2} = \frac{3,6}{2} = 1,8 \text{ м}$$

$$\frac{9}{40} \sin \alpha = 1$$

$$\boxed{9 \sin \alpha = 40}$$

нельзя

нельзя. $v_0 = 6 \text{ м/с}$ и $v = 6 \text{ м/с}$ и т.д.

$$f\left(\frac{z}{T}\right) \text{ или } g\left(\frac{z}{T}\right)$$

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!



1-2) $T_1 = 200 \text{ K}$
 $T_2 = 1600 \text{ K}$

$Q = \nu R \Delta T_2$

$\Delta T_2 = 800 - 200 = 600 \text{ K}$

$Q = 2R \cdot 1 \cdot 600 = 1200R$

$Q = \delta U + A$

$\delta U = \frac{5}{2} \nu R \Delta T = 1,5 \cdot 1 \cdot 3,31 \cdot 600$ - на столько уменьшилась внутр. энергия газа

$A = Q - \delta U = 1200R - 300R$ - столько работы совершил газ

$A_{1-2} = 300R$ - газ совершил столько работы

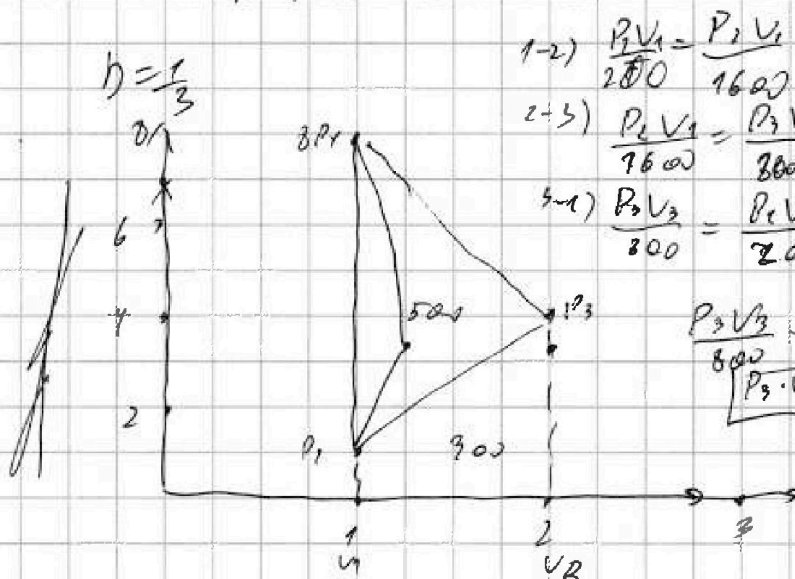
$3,31 \cdot 3 = 9,93$

Наз газом совершил работу - 2493 Дж.

$\eta = \frac{Q_2 - Q_1}{Q_1} = \frac{Q_{1-2} - Q_{2-3} - Q_{3-1}}{Q_{1-2}} = \frac{1400R - 200R - 400R}{2400R}$

$Q_{2-3} = \frac{1200R}{1,5} = 800R$ - выделилось $\frac{300R}{1400R} = \frac{1}{3}$

$Q_{1-2} = 1,5 \cdot R \cdot 1 \cdot 1600 = 2400R$



1-2) $\frac{P_1 V_1}{200} = \frac{P_2 V_2}{1600} \Rightarrow P_2 = 8 P_1$

2-3) $\frac{P_2 V_2}{9600} = \frac{P_3 V_3}{3600} \Rightarrow P_2 V_2 = 2 P_3 V_3$
 $4 P_1 V_1 = P_3 V_3$

3-1) $\frac{P_3 V_3}{800} = \frac{P_1 V_1}{200}$

$P_1 V_1 = 200R$

$\frac{P_3 V_3}{800} = 2R$

$P_3 \cdot V_3 = 800R$

$\frac{P_3 \cdot V_3}{P_1 V_1} = 4$