



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.

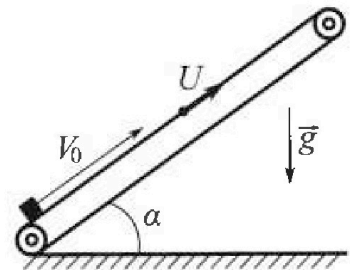
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

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.).

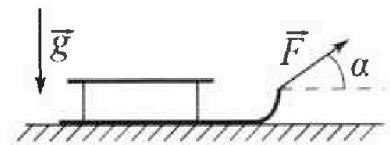
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

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.

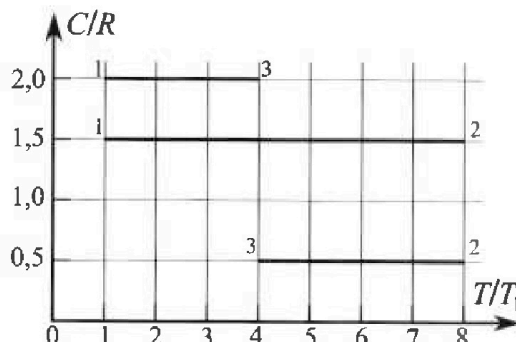
2) Найдите перемещение S санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения g . Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

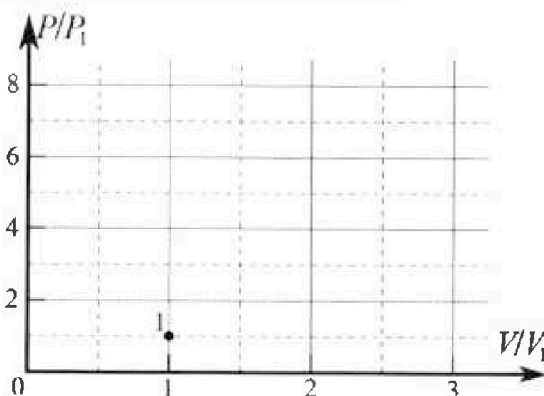
Вариант 10-02

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 $T_1 = 200$ K, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·K).

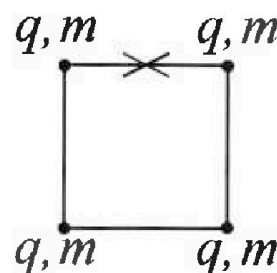


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.



5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной a (см. рис.). Сила натяжения каждой нити T .

- 1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика. Одну нить пережигают.
 - 2) Найдите кинетическую энергию K любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.
 - 3) На каком расстоянии d от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных сверху (на рисунке)?
- Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

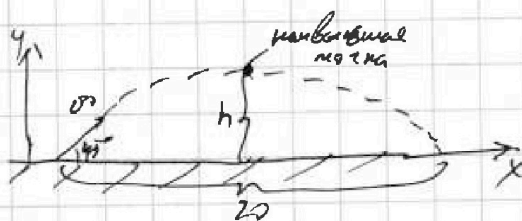
1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ



~1



Пусть t - общее время полёта

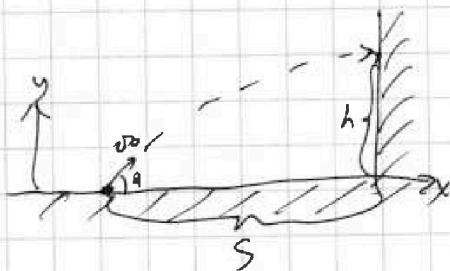
$$x_k: t \cdot v_0 \cos 45 = 20$$

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

- когда мячик будет в наивысшей точке.

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

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



T - время полёта

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

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

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

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

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

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

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

$$3,6 = v_0 \cdot \frac{40}{S} \cdot \frac{g}{v_0^2 \cos^2 \alpha} - \frac{g}{2} \cdot \frac{S^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{40}{\cos^2 \alpha} - \frac{S^2}{40(1 - \frac{1600}{S^2})} = \frac{40}{\cos^2 \alpha} - \frac{S^4}{40(S^2 - 1600)}$$

$$= \frac{40}{\sqrt{1 - \frac{1600}{S^2}}} - \frac{S^4}{40(S^2 - 1600)} = \frac{40 S}{\sqrt{S^2 - 1600}} - \frac{S^4}{40(S^2 - 1600)} = \frac{1600 S \sqrt{S^2 - 1600} - S^4}{40(S^2 - 1600)}$$

$$3,6 = \frac{1600 S \sqrt{S^2 - 1600} - S^4}{40(S^2 - 1600)} \text{ - получим уравнение относительно } S$$

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
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ

2

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

вверх:



$$ma_1 = F_{\text{тр}} + mg \sin \alpha = \mu N + mg \sin \alpha =$$

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

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

$$= 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

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

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

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

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

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

$v_0 = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, 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. к ленте конвейера, т.е. 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
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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. $V_{\text{конвейера}}$

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

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

$$T_1 = t_1 = 0,5 \text{ сек.}$$

2) коробка движ. ^{лента} 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 сек и 1,5 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)

$$0 = (V_0 - U) - a_1 T_1$$

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

$$T_{\text{об}} = T_1 + T_3 = 1 \text{ сек.}$$

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

$$S_{1.1} = S_1 + U \cdot T_1 = 1,25 + 0,5 = 1,75 \text{ м (отн. земли)}$$

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

$$S_{3.1} = S_3 - U \cdot T_3 = 0,25 - 0,5 = -0,25 \Rightarrow \text{отн. земли коробка прошла вверх.}$$

$$L = S_{1.1} + S_{3.1} = 1,75 + 0,25 = 2 \text{ м. Ответ: } S = 1,96 \text{ м; } T_1 = 0,5 \text{ с; } 1,5 \text{ с; } L = 2 \text{ м.}$$

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!

МФТИ

~3

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



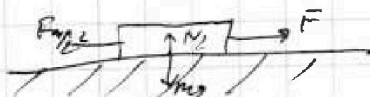
$$N + F \sin \lambda = mg$$

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

по 3СЭ!

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

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



$$N_2 = mg$$

$$F_{\text{тр}2} = \mu N_2 = \mu mg$$

по 3СЭ

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

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

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

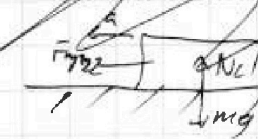
$$F \cos \lambda - \mu (mg - F \sin \lambda) = F - \mu mg$$

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

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

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

После остановки на санки начинают действо. след. силы:



$$ma = F_{\text{тр}2}$$

$$N_2 = mg$$

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

☐☐☒☐☐☐☐

МФТИ

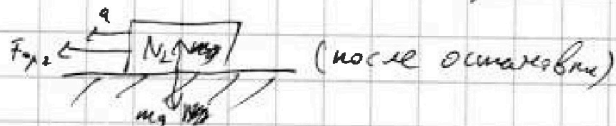
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

~~$$S = \sqrt{v^2 - a^2 t^2}$$

$$S = \sqrt{v^2 - a^2 t^2}$$~~

По 3C71 $K = F_{\text{упр}} \cdot S$ (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
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

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

МФТИ

~4

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

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

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

т.к. температура по итогу 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 ^{как газом} газ, ~~сделав работу над~~

~~газом 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} из него берет

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

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

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

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

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

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

изокорический процесс. $\Rightarrow \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_1}{T_1} \Rightarrow P_2 = 3P_1$ -

- отменим на графике точку $\frac{P}{P_1} = 3$ и $\frac{V}{V_1} = 1$



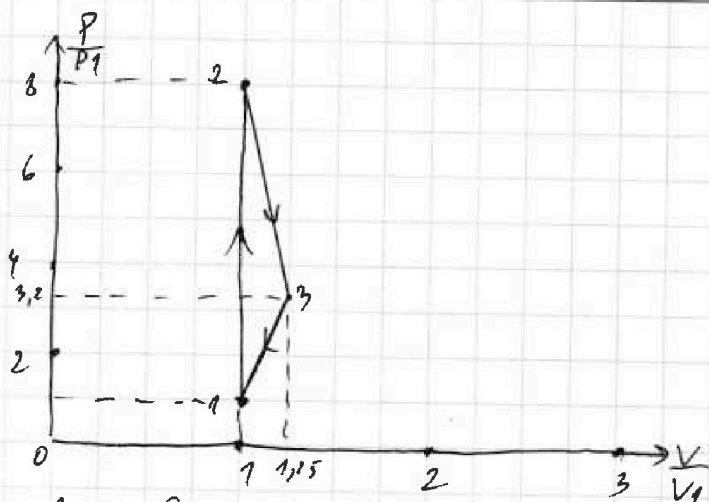
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

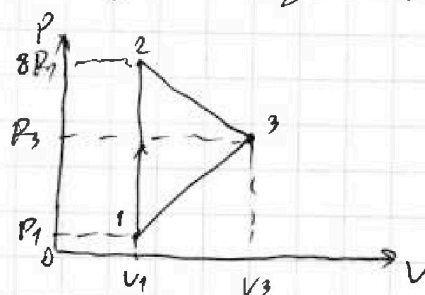
МФТИ

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



$$A_{2-3} = Q_{2-3} - \Delta U_{2-3} = 400 - 1200 = -800 \text{ Дж} - \text{такую работу}$$

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



В нормальных координатах $P(V)$

линия будет иметь вид:

$\rightarrow$ Из этого графика получим упр-я для работ A_{2-3} и A_{3-1}

$$\begin{cases} -900 = P_1(V_1 - V_3) + \frac{(P_2 - P_1)(V_1 - V_3)}{2} \\ 800 = P_2(V_3 - V_1) + \frac{(8P_1 - P_2)(V_3 - V_1)}{2} \end{cases} \Rightarrow \frac{P_2 + 4P_1}{\frac{P_2 + P_1}{2}} = \frac{800}{300} \Rightarrow \frac{P_2 + 8P_1}{P_1 + P_2} = \frac{8}{3}$$

$$3P_2 + 4P_1 = 8P_2 + 8P_1 \Rightarrow 16P_1 = 5P_2 \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{16}{5} = 3,2$$

$$\text{Так, } \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_3}{T_3}, \text{ то } \frac{P_1 V_1}{P_1 V_1} = 4 \Rightarrow \frac{16}{5} \frac{V_3}{V_1} = 4 \Rightarrow \frac{V_3}{V_1} = \frac{20}{16} = \frac{5}{4} = 1,25$$

$$\text{Получим, что } \frac{P_2}{P_1} = 3,2, \text{ а } \frac{V_3}{V_1} = 1,25$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

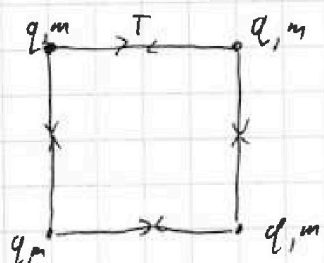
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ



~5

Внимательно читайте задание, чтобы не допустить ошибок.
Или, шарик находится в вершине квадрата, то
т.е. на каждый шарик действ.



3 силы кулона. Две из них перпендикулярны

друг другу, и третья составляет угол 45° с каждой из них.



Чтобы шар был в равновесии, надо чтобы $F_{k1} = F_{k2}$

(из-за симметрии)
уравновешивали друг друга $\Rightarrow F_{k1} = F_{k2}$, а $F_{k1} \cos 45^\circ = F_{k2} = F_{k1}$

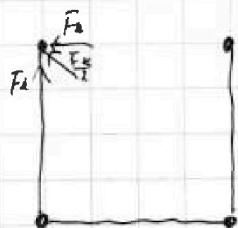
$$F_{k1} \cos 45^\circ + F_{k2} = T$$

Заметим, что если бы обе 2 шара были равномерно заряженными, то они привлеклись друг к другу $\Rightarrow$ все заряды либо положительные, либо отрицательные.

$$F_{k2} = \frac{k q^2}{a^2}; F_{k1} = \frac{k q^2}{(\sqrt{2}a)^2} = \frac{k q^2}{2a^2}$$

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

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





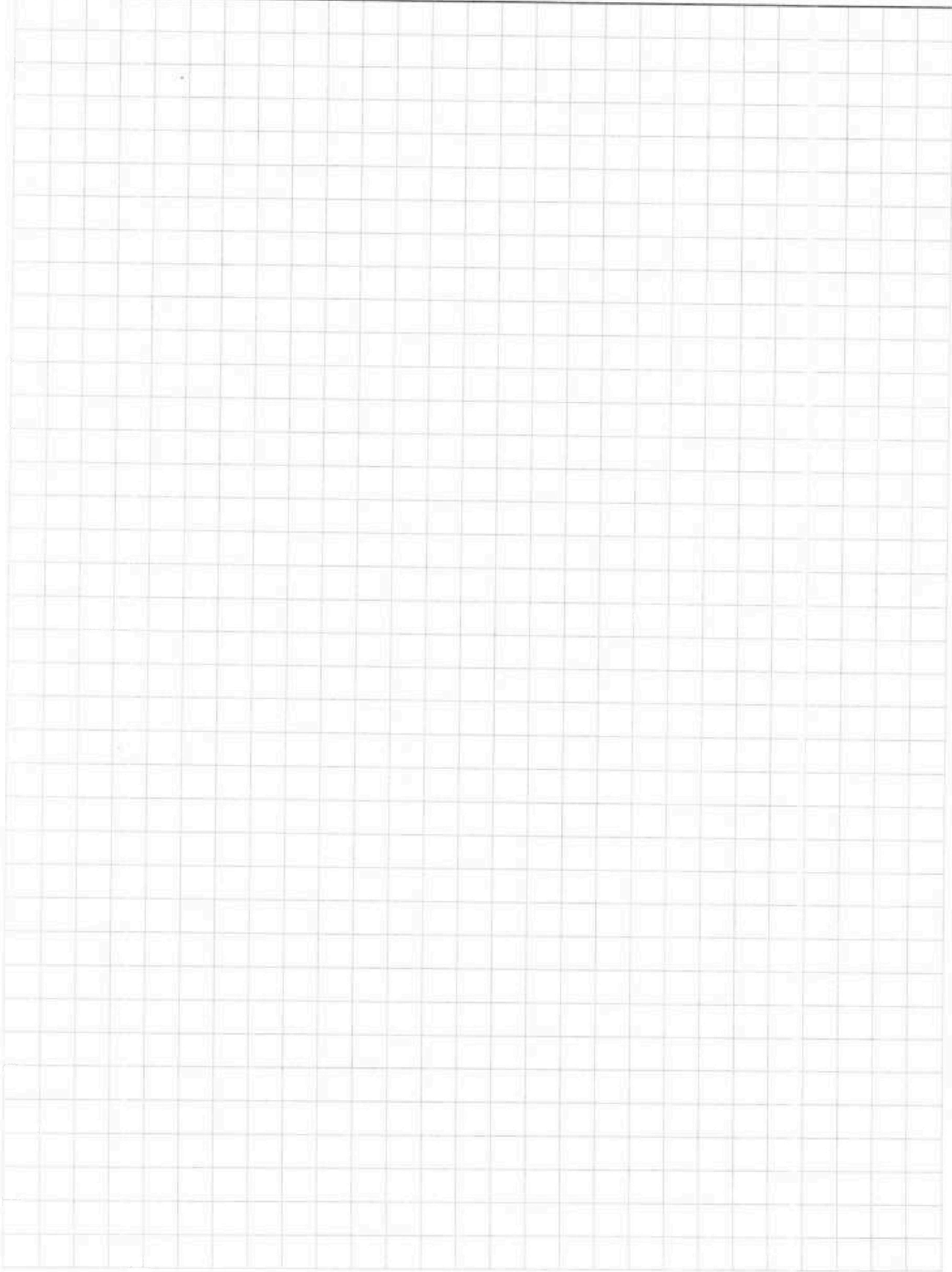
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

 **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!

Ответ: 20-19-20-24

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. Нормы QR-кода недопустима!

Рассмотрим, какие силы действуют на коробку при неподвижном конвейере.



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

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

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

$$\text{сх. } S = -U_0 T + \frac{aT^2}{2} = -6 \cdot 1 + \frac{10,1 \cdot 1^2}{2} = -1 \text{ м} \Rightarrow \text{за 1 сек коробка}$$

сместится на 1 метр вверх по транспортеру, то е. е.

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

$$\text{по транспортеру вверх } S_1 = 6 \cdot \frac{U_0}{2} - \frac{a}{2} \left(\frac{U_0}{a} \right)^2 = 1,6 \text{ м},$$

$$(\text{т. е. } 0 = U_0 - at \text{ и } S_1 = U_0 \cdot t - \frac{at^2}{2})$$

то получим, что сначала коробка проехала 1,6 м вверх

по транспортеру, а потом $1,6 - 1 = 0,6 \text{ м}$ вниз.

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

Если поставить коробку на движ. кон. транспортер и

сдвигать его в лабораторной системе отс., то отн. транспортера

коробка поедет ~~вверх~~ $U_0 - U = 6 - 1 = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. В этом случ. на

коробку действ. абсолютно те же силы

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

1) Если коробка неподвижна отн. с. покоя 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
☐	☒	☒	☒	☒	☐	☐

МФТИ

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 скатываться вниз отн. земли со скоростью отн. неё.

Рисунки 1-6 см. в прил.

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

$$\cos 2 = \frac{g}{T v_0}$$

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

$$H \cdot \frac{g}{2} = \frac{P T}{2} = 2$$

$$h = v_0 T \sqrt{1 - \frac{g^2}{T^2 v_0^2}} - \frac{g T^2}{2}$$

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

$$H \cdot \sqrt{200^2 - g^2} - 5 T^2 = \text{макс}$$

$$3,6 = \sqrt{200^2 - g^2} - 5x$$

$$200x - g^2 = (3,6 + 5x)^2$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



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

$$2100 - 1200 - 400 = 500$$

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

$$S \cdot \frac{1}{60} = \frac{S^2}{40} \cdot \frac{1}{60} \Rightarrow \frac{1}{60} = \frac{S}{40} \Rightarrow S = \frac{40}{3}$$

$$\frac{1}{60} = \frac{S}{40} \Rightarrow S = \frac{40}{3}$$

5



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

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

$$h = S \tan \alpha - \frac{g S^2}{4 V^2 \cos^2 \alpha}$$

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

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

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

$$\frac{v_2}{2} = \frac{40}{5}$$

$$h = x \cdot S$$

$$x = \frac{h}{S} = \frac{S}{40 \cos^2 \alpha}$$

$$F_{ix} = \frac{5 \sin \alpha \cdot (5 \sin \alpha - \frac{g}{40})}{\cos^2 \alpha} = 0$$

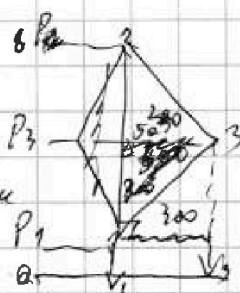
$$5 \sin^2 \alpha - \frac{g}{40 \cos^2 \alpha} = 0$$

3-1) Оуменьши, 6 Оуменьши

+300

$$1-1 -1200 = -500 - 300 \quad A_1 < 0$$

$$2-3 -800 = -1200 + 800 \quad A_2 > 0$$



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

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

$$5P_2 = 8P_3$$

$$\frac{P_2}{P_3} = \frac{8}{5} = 1.6$$

если $\Delta V < 0$, то $A_2 > 0$

если $\Delta V > 0$, то $A_2 < 0$

$$\frac{\frac{P_2 + 4P_1}{2}}{\frac{P_1 + P_3}{2}} = \frac{600}{300}$$

$$P_1 \cdot (V_3 - V_1) + (P_2 - P_1) \cdot (V_2 - V_1) = 300$$

$$(V_3 - V_1) \left(P_1 + \frac{P_2 - P_1}{2} \right) = (V_3 - V_1) \left(\frac{P_1 + P_2}{2} \right) = 300$$

$$P_2 \cdot (V_3 - V_1) + (8P_1 - P_2) \cdot (V_2 - V_1) = \frac{(V_3 - V_1) (P_2 + 4P_1 - P_3)}{2} = 300$$



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!

а 1



$$h = v_0 \cos 45 \cdot t - \frac{g t^2}{2}$$

$$v_0 \cos 45 = v_0 \cos 45$$

$$\frac{g t}{2} = v_0 \cos 45$$

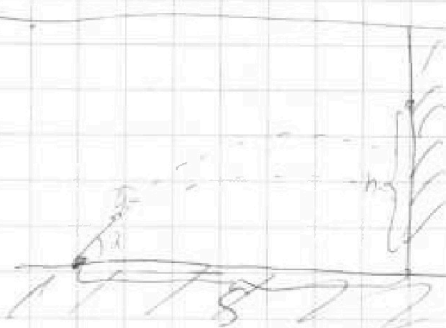
$$t = \frac{2 v_0 \cos 45}{g}$$

$$\frac{2 v_0^2 \cos^2 45}{g} = 20$$

$$v_0^2 = \frac{10 \cdot 10}{2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{100}{1} = 100$$

$$v_0 = \sqrt{100} = 10 \text{ м/с}$$

Поскольку угол со
горизонтальной осью
равен 45°, то
когда объект T-времени
приблизится



$$v_{0x} T + v_0 \cos 45 = S \Rightarrow T = \frac{S}{v_0 \cos 45}$$

$$h = v_0 \sin 45 \cdot T - \frac{g T^2}{2}$$

$$0 \leq \cos 45 \leq 1$$

$$h = \frac{v_0 \sin 45 \cdot S}{v_0 \cos 45} - \frac{g}{2} \frac{S^2}{v_0^2 \cos^2 45}$$

$$t_{y1} = \frac{1}{\cos 45}$$

$$t_{y2} = \sqrt{\frac{1}{\cos^2 45}} = 1$$

$$h = S \cdot t_{y1} - \frac{g}{2} \frac{S^2}{v_0^2} \cdot \frac{1}{\cos^2 45}$$

$$\frac{5 \cdot S^2}{v_0^2 \cos^2 45} - S \cdot t_{y1} + 3.6 = 0$$

$$\frac{S^2}{40 \cos^2 45} - S \cdot t_{y1} + 3.6 = 0$$

$$\sin 45 = \cos 45$$

$$\cos 45 = \sin 45$$

$$\frac{\sin 45}{\cos 45} = \frac{\sin 45}{\cos 45}$$

$$\frac{\sin 45 \cdot g t - \cos 45 \cdot g t}{g t} = \frac{0 - g \sin 45}{g \cos^2 45}$$

$$= \frac{g \sin 45}{g \cos^2 45}$$

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!

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

$Q = c_p V \Delta T$

$\Delta T_3 = 800 - 200 = 600 \text{ K}$

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

$Q = \delta U + A$

$\delta U = \frac{5}{2} R \Delta T = 1,5 \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 600$ — на столько уменьш. внутр. эн. газа

$A = Q - \delta U = 1200R - 900R$ — такую работу совершил газ

$A_{12} = 300R$ — газ соверш. такую работу

$8,31 \cdot 3 = 2493$

Наз. газом соверш. работу — 2493 Дж.

$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{Q_{12} - Q_{13} - Q_{23}}{Q_{12}} = \frac{1400R - 1200R - 400R}{2400R}$

$Q_{23} = \frac{5}{2} R V \Delta T_2 = 1000R$ — выделилось $\frac{300R}{1400R} = \frac{1}{3}$

$Q_{12} = 1,5 \cdot R \cdot 1 \cdot 1600 = 2400R$

