



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.

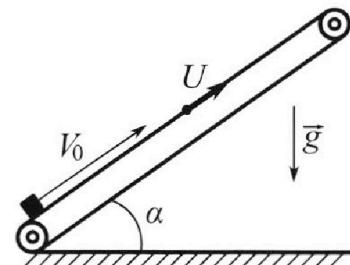
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

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

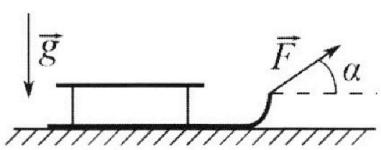
$$U = 1 \text{ м/с}?$$

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.



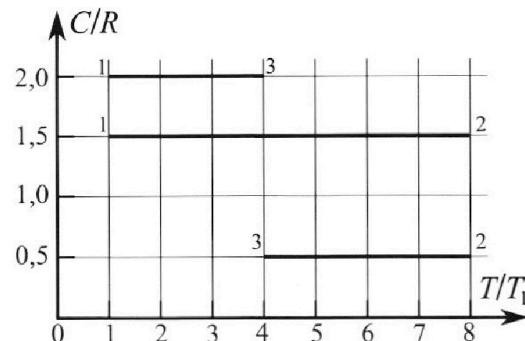
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**

Вариант 10-02

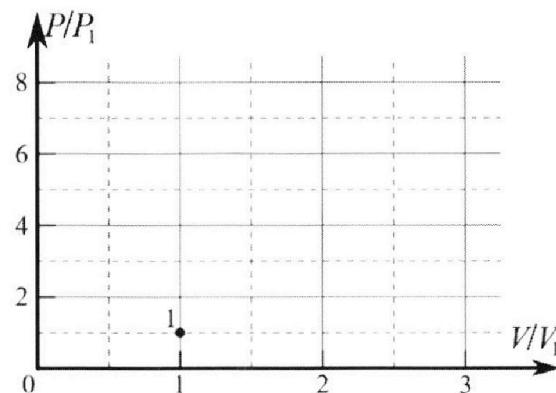


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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).

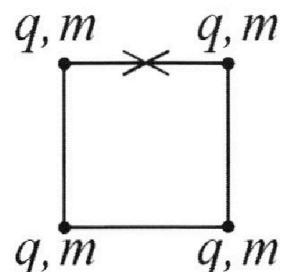


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует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

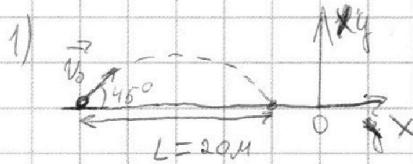
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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. Порча QR-кода недопустима!



$$0x: v_0 \frac{\sqrt{2}}{2} t = 20$$

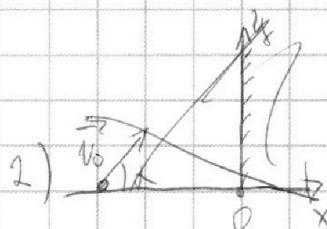
$$0y: v_0 \frac{\sqrt{2}}{2} t + \frac{gt^2}{2} = 0$$

$$t = \frac{v_0 \sqrt{2}}{g}$$

$$\frac{v_0^2 \sqrt{2} \cdot \sqrt{2}}{2g} = 20$$

$$\frac{v_0^2}{2g} = 200$$

$$v_0 = \pm 10\sqrt{2} \left[\frac{m}{s} \right]$$



$$0x: v_0 \cos \alpha = v_0 \cos \beta$$

$$0x: x(t) = v_0 \cos \beta t$$

$$t = \frac{x}{v_0 \cos \beta}$$

$$0y: y(t) = v_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2}$$

$$y(x) = x \tan \beta - \frac{g x^2}{2 v_0^2 \cos^2 \beta}$$

$$\frac{y(x)}{\cos^2 \beta} = x \tan \beta + 1$$

$$y(x) = x \tan \beta - \frac{g x^2}{2 v_0^2} - \frac{g x^2 \tan^2 \beta}{2 v_0^2}$$

Если $x = S \Rightarrow \text{const}$, то наибольший остаток в

6 Вершина параболы $y(\tan \beta)$

$$\tan \beta = \frac{-x \cdot v_0^2}{-gx^2} = \frac{v_0^2}{gx^2}$$

$$y = \frac{v_0^2}{g} x - \frac{g x^2}{2 v_0^2} - \frac{g v_0^4}{2 v_0^2 g^2}$$

$$\text{Знач } x^2 = \left(\frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} - H \right) \frac{v_0^2}{g} = \left(\frac{200}{20} - 3,6 \right) \cdot \frac{400}{10} = 64,64 \Rightarrow x = 8 \Rightarrow S = 16$$

Ответ: 1) $10\sqrt{2} \frac{m}{s}; 2) 16 \text{ м}$

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

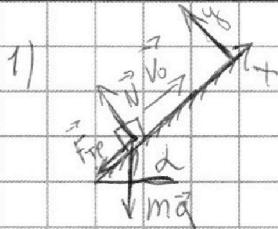
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input 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. Порча QR-кода недопустима!



$$\text{III. } mg^2 \tan \alpha + F_{\text{тр}} = a_m$$

$$0,6g \tan \alpha + \mu mg \cos \alpha = N$$

$$0x: ma \cos \alpha + \mu m g \sin \alpha = a_m m$$

$$a = g \cos \alpha + \mu g \sin \alpha = 10 \cdot 0,8 - 0,6 \cdot 0,6 = 9,6 \text{ m/s}^2$$

$$0x: v_0 = \sqrt{2aT} = \sqrt{2 \cdot 9,6 \cdot 1} = 4,2 \text{ m/s}$$

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

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

$$0y: a_y: ma \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = a_m m$$

$$+ a_y = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha = 10 \frac{\text{m/s}^2}{\text{s}}$$

Когда тело начнет скользить вниз.

$$+ a_2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = 2 \frac{\text{m/s}^2}{\text{s}}$$

$v_0 = 6 < 10 \text{ m/s}$ \Rightarrow Тело изменит направление движения.

$$t_1 = \frac{6}{10} = 0,6 \text{ [с]} - \text{ время бегущего с места}$$

$$t_0 = 0,4$$

$$S_1 = \frac{v_0^2}{2a_1} = \frac{36}{20} = 1,8 \text{ [м]}$$

$$S_2 = \frac{t_2^2 \cdot a_2}{2a_2} = \frac{0,16 \cdot 2}{2} = 0,16 \text{ [м]}$$

$$S = 1,96 \text{ [м]}$$

2) Перенесём в систему отсчёта связанные с движущейся лентой. Тогда $v_{\text{отн}} = 6 - 1 = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Когда скорость коробки $v = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, относительно ленты она остановится.

$$v_{\text{отн}} - a_2 T_1 = 0$$

$$T_1 = \frac{5}{10} = 0,5 \text{ [с]}$$

Т.к. система отсчёта инерциальная, а коробка синхронизирована с лентой, то коробка не падёт. Все тела остановятся неподвижно.

3) После остановки относительного движения ускорение коробки + относительного ленты $- a_2$. Когда коробка остановится её скорость относительно ленты $- v_1 = 1$ см. След. лист.

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"/> |

МФТИ

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

$$1 = \alpha_2 T_2$$

$$T_2 = \frac{1}{2} = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}} \\ L = \frac{V_{\text{допн}}^2}{2\alpha_1} - \frac{1}{2\alpha_2} = \frac{3,6}{2 \cdot 0} - \frac{1}{2 \cdot 0,25} = 1,25 - 0,25 = 1,0,25 \text{ м}$$

Самая легкая проверка: $L_{\text{пер}} = (T_1 + T_2) / U = 1 \text{ м}$
 $L = 2 \cdot 1 + 1 = 2 \text{ м}$

(Ответ: 1) 1,96 м; 2) 0,5 с; 3) 2 м.

Приложения: m - масса коробки, N - сила нормальной реакции опоры, F_f - сила трения, a - ускорение, α_1 - ускорение до смены направления движения, α_2 - ускорение после смены направления движения коробки. T_1 - время до смены направления движения коробки, T_2 - время после смены направления движения

направления движения относительно координаты. $L_{\text{отн}}$ - перемещение относительное, $L_{\text{пер}}$ - перемещение переносное.

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

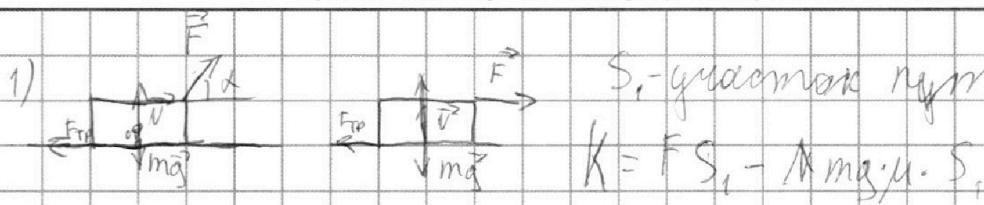
6

7

МФТИ



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



S_1 -где стоял путь разгона,

$$K = FS_1 - \mu mg \sin \alpha \cdot S_1$$

$$K = f_{\text{const}} \cdot S_1 - \mu (mg \cos \alpha - F \sin \alpha) S_1$$

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

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

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

2) Когда скаки останавливаются их кинетическая
энергия становится равна нулю $\Rightarrow \text{пол-}A_{T\alpha} = K$.

$$\mu mg S = K$$

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

$$\text{Однако: } 1/\mu = \frac{1 + \cos \alpha}{\sin \alpha}; \quad 2) \quad \frac{\sin \alpha K}{(1 + \cos \alpha) mg}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!

1) $Q_{\frac{4}{nm}} - \text{полученное теплоемкость в процессе } n-m.$

$$Q_{34} = C_{31} * V \Delta T_{34}$$

$$Q_{34} = U_{31} + A_{34} = \frac{3}{2} R \Delta T_{34} + A_{34}$$

$$-2 R \cdot 600 = -\frac{3}{2} R \cdot 600 + A_{34}$$

$$-\frac{1}{2} R \cdot 600 = A_{34}$$

$$A_{34} = -4300 \cdot 831 = -2493 \text{ [Дж]}$$

$$2) \eta = \frac{Q_n - Q_0}{Q_n}$$

Q_n - полученная теплоемкость, Q_0 - отданная теплоемкость

Температура повышается только в процессе 1-2

$$\eta = \frac{Q_{12} + Q_{23} + Q_{34}}{Q_{12}}$$

$$Q_{12} = 1,5 R (1600 - 200) = (8T_1 - T_1)$$

$$Q_{23} = 0,5 R (4T_1 - 8T_1)$$

$$Q_{34} = 2 R (4T_1 - 4T_1)$$

$$\eta = \frac{1,5 R T_1 + 4 R T_1 - 0,5 R \cdot 4 T_1 - 2 R \cdot 3 T_1}{1,5 \cdot 4 T_1 R} = \frac{21 - 4 - 8 T_1}{21} = \frac{5}{21}$$

3) $P_1 V_1 = R T_1$

В процессе 1-2: $\frac{3}{2} R \Delta T_{12} = \frac{3}{2} R \Delta T_{12} + A_{12} \Rightarrow A_{12} = 0 \Rightarrow$ процесс изохорий.

$$P_1 (V_1 - V_2) = R T_1 -$$

$$P_1 V_1 = R T_1$$

$$P_2 V_1 = R 8 T_1$$

$$P_2 = 8 P_1 \quad V_2 = V_1$$

6) процесс 2-3: $\frac{3}{2} \frac{1}{2} R \Delta T_{23} = \frac{3}{2} \frac{3}{2} R \Delta T_{23} + A_{23} \Rightarrow A_{23} = -R \Delta T_{23}$

$$= \frac{1}{2} (P_2 + P_3) (V_3 - V_2)$$

$$+ 4 R T_1 = \frac{1}{2} (8 P_1 + P_3) (V_3 - V_2)$$

См. схему.

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!

$$6 \text{ процесс } 3-1: 2R\Delta T_{31} = \frac{3}{2} R\Delta T_{31} + A_{31} \Rightarrow A_{31} = \frac{1}{2} R\Delta T_{31}$$

$$\Rightarrow A_{31} = \frac{1}{2} \cdot 3 RT_1 = \frac{1}{2} (P_1 + P_3)(V_3 - V_1)$$

$$\frac{\partial A_{23}}{\partial A_{31}} = \frac{8}{3} = \frac{8P_1 + P_3}{P_1 + 3P_3}$$

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

$$5P_3 = 16P_1$$

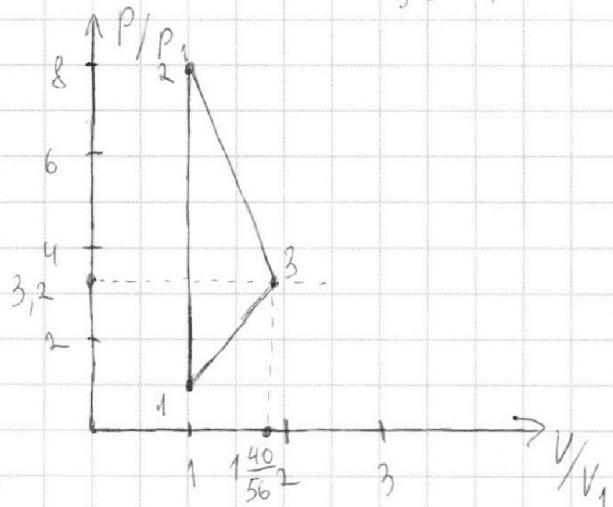
$$P_3 = \frac{32}{10} P_1 = 3,2 P_1$$

$$A_{23} = 4RT_1 = \frac{1}{2} \cdot 11,2 P_1 (V_3 - V_1)$$

$$4P_1 V_1 = 5,6 P_1 V_3 - 5,6 P_1 V_1$$

$$5,6 V_3 = 9,6 V_1$$

$$V_3 = \frac{96}{56} V_1 = 1 \frac{40}{56} V_1$$



Ответ: 1) 2493 Дж; 2) $\frac{5}{21}$; 3) график см. выше.

Примечание: A_{nm} — работа в процессе $n-m$, ΔT_{nm} — изменение температуры в процессе $n-m$,

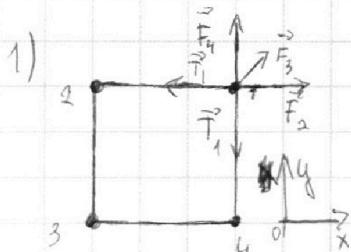
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



1) F_2, F_3, F_4 - сила взаимодействия с
шариками 2, 3, 4 соответственно,
рассмотрим один из шариков
(остальные аналогичны)

$$\text{Из у: } \vec{F}_4 + \vec{F}_3 + \vec{F}_2 + \vec{T}_1 + \vec{T}_2$$

$$\text{ОУ: } \vec{F}_2 + \frac{\sqrt{2}}{2} \vec{F}_3 = \vec{T}$$

$$\text{ОУ: } F_4 + \frac{\sqrt{2}}{2} F_3 = T$$

$$F_2 = F_4 = \frac{\epsilon_0 q^2}{a^2}$$

$$F_3 = \frac{\epsilon_0 q^2}{2a^2}$$

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

$$q^2 = \frac{T a^2}{\epsilon_0 (4 + \sqrt{2})}$$

$$q = a \sqrt{\frac{T}{\epsilon_0 (4 + \sqrt{2})}}$$

$$\text{Ответ: } q = a \sqrt{\frac{T}{\epsilon_0 (4 + \sqrt{2})}}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

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

МФТИ

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

Отметьте крестиком номер задачи,

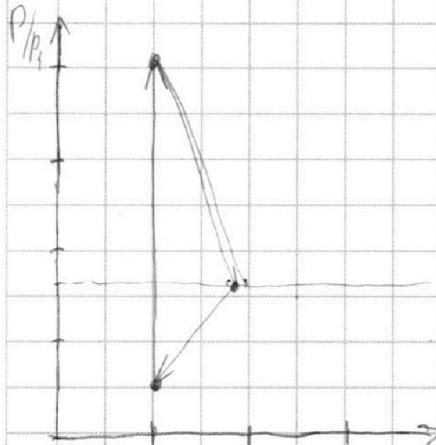
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



$$2 R \Delta T = \frac{3}{2} R \Delta T_1 + A$$

$$A = \frac{3}{2} R \Delta T = \frac{P_1 + P_3}{2} = \frac{P_1 + P_3 - P_3}{2} = \frac{P_1}{2} \cdot (V_3 - V_1)$$

$$\frac{1}{2} R_3 \Delta T_1 = \frac{P_1 + P_3}{2} \cdot (V_3 - V_1)$$

$$-\frac{1}{2} R_4 T_1 = A - \frac{3}{2} R_4 T_1$$

$$R_4 T_1 = \frac{8 P_1 + P_3}{2} (V_3 - V_1)$$

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

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

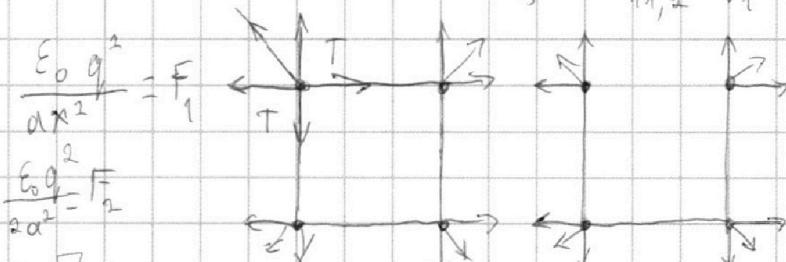
$$5 P_1 = \frac{1}{4} P_3 \quad 2 P_1 = \frac{5}{8} P_3$$

$$20 P_1 = \frac{5}{4} P_3 \quad P_3 = \frac{16}{5} = 3,2 P_1$$

$$4 P_1 V_1 = P_1 \frac{8+3,2}{2} (V_3 - V_1)$$

$$\frac{8}{11,2} V_1 = V_3 - V_1$$

$$V_3 = \frac{11,2 + 8}{11,2} V_1 = 1 \frac{8}{11,2} V_1$$



$$\frac{E_0 q^2}{a^2} = F_1$$

$$\frac{E_0 q^2}{2a^2} = F_2$$

$$F_2 \sqrt{\frac{L^2}{4} + a^2} + F_1 = T$$

$$\sqrt{2} \frac{E_0 q^2}{4a^2} + \frac{E_0 q^2}{a^2} = T$$

$$E_0 q^2 (\sqrt{2} + 4) = 4a^2 T$$

$$q = 2a \sqrt{\frac{T}{E_0 (\sqrt{2} + 4)}}$$



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"/> |

МФТИ

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

$$E_k = \frac{v_0^2}{2} m$$
$$\frac{v_0^2 m}{2} - mgh + S \sin \alpha \cos \alpha g s$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$\begin{aligned} \text{At } 45^\circ, L = 20 \Rightarrow N_0 - \frac{g t}{2} = 0 & \Rightarrow N_0 = \frac{g t}{2} = 200 \\ \frac{V_0 \sqrt{2}}{2} t = 200 & \Rightarrow V_0 \sqrt{2} = 200 \\ V_0 = 10\sqrt{2} & \end{aligned}$$

$$x = V_0 \cos t \quad t = \frac{\pi}{V_0 \cos x}$$

$$y = V_0 \sin t - \frac{gt^2}{2} = V_0 \cos x - \frac{g \cos^2 x}{2 V_0^2 \cos^2 x}$$

$$\begin{aligned} \tan^2 x &= \frac{\sin^2 x}{\cos^2 x} = \frac{\sin^2 x + 1}{\cos^2 x} = \frac{-\cos^2 x + 1}{\cos^2 x} = -1 + \frac{1}{\cos^2 x} \\ \cos^2 x &= \tan^2 x + 1 \end{aligned}$$

$$y = x \tan x - \frac{g x^2}{2 V_0^2} - \frac{g x^2 \tan^2 x}{2 V_0^2}$$

$$\begin{aligned} \tan x &= \frac{x \cdot 2 V_0}{2 g x} = \frac{V_0}{g} = \frac{200}{10} = 20 \\ x &= \frac{20}{2} = 10 \end{aligned}$$

$$3,6 = x \sqrt{2} = \frac{3 \pi r}{40}$$

$$4 \cdot 3,6 \cdot \frac{3 \pi r^2}{40} - 40 \sqrt{2} \pi \cdot 4 \cdot 3,6 = 0$$

$$D = 3200 - 4 \cdot 16 \cdot 3 \cdot 36 =$$

$$3,6 = \frac{21 \pi r^2}{40}$$

$$21 \pi r^2 = 800 \pi + 4 \cdot 36 = 0$$

$$D = 640000 - 16 \cdot 36 \cdot 21$$

$$\tan x = \frac{x \cdot 2 V_0^2}{2 g x} = \frac{20}{10}$$

$$y = 20 - \frac{10 \cdot r^2}{2 \cdot 200} - \frac{10 \pi r \cdot 400}{2 \cdot 200}$$

$$3,6 = 10 - \frac{\pi r^2}{40} \quad (10 - 3,6) \cdot 40 = 64 \cdot 4 = \pi^2 = 8 \cdot 2 = 16 \text{ m.}$$

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

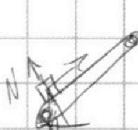
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 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!



$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{\parallel} = \mu \cos \alpha \cdot N$$

$$m \cdot g \sin \alpha$$

$$a = \mu \cos \alpha \cdot g + \sin \alpha = 0,5 \cdot 0,8 \cdot 10 + 0,6 = 4 + 6 = 10 \text{ [м/с}^2]$$

$$V_{0, \text{f}} = V_0 - \frac{a T^2}{2} = 6 - \frac{10}{2} = 1 \text{ м/с}$$

$$V_{0, \text{f}} = V_0 - U = 5 \text{ м/с}$$

$$a = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \quad 0 = V_{0, \text{f}} - g a t$$

$$\frac{10}{5} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad \frac{5}{10} = 0,5$$

$$-1 = V_{0, \text{f}} - g a t$$

$$\frac{10}{5} = T_2 \quad a = 6 - 4 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$1,5 = T_2 \quad \frac{10}{5} = T_2 + 1 = a_1 T_1$$

$$T_1 = \frac{1}{2} = 0,5$$

$$\frac{5}{20} = \frac{1}{4} = 2,5 - 0,25 = 2,25$$

$$T_1 + T_2 = 1 \text{ с} \Rightarrow 1 \text{ с} \Rightarrow 3,25 \text{ метров.}$$

$$F \cos \alpha - \mu(mg - F \sin \alpha) \cdot S_1 = k = FS_1 - \mu mg S_1$$

$$F \cos \alpha S_1 - \mu F S_1 \sin \alpha = F \rightarrow \mu F S_1 \cos \alpha - \mu mg S_1$$

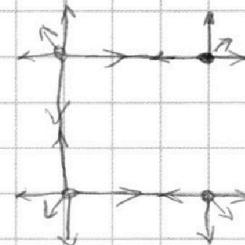
$$\cos \alpha = \mu \sin \alpha$$

$$\mu = \frac{k}{mg}$$

$$K = \mu mg S_1 = 0$$

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

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



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!

$\checkmark 1$

$V_0 \frac{\sqrt{2}}{2} t - \frac{gt^2}{2} = 0$

$t = \frac{V_0 \sqrt{2}}{g}$

$V_0 \frac{\sqrt{2}}{2} t = 20$

$\frac{V_0^2}{g} = 20$

$V_0^2 = 200$

$V_0 = 10\sqrt{2} \left[\frac{m}{s} \right]$

$x = V_0 \cos \alpha t$

$y = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$

$y = x \tan \alpha - \frac{gt^2}{2}$

$\tan^2 \alpha = \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{81.125 \sin^2 \alpha + 1}{1 + \cos^2 \alpha} = \frac{40 \tan^2 \alpha + 1}{\cos^2 \alpha + 1}$

$\tan \alpha = \frac{x}{y} = \frac{2}{2}$

$\tan^2 \alpha = \frac{4}{4} = 1$

$H = \frac{2}{\sqrt{2}} - \frac{g x}{V_0^2 \cdot 2} = \frac{2}{\sqrt{2}}$

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

$\frac{3.6 \cdot 10 \sqrt{2} \cdot 2}{10} = 0.720 \cdot 3.6 \cdot 4.0$

$V_0 \cos \alpha t = S$

$V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = 3.6$

$\frac{V_0}{g} \frac{V_0 \sin^2 \alpha}{2} = 3.6$

$\frac{100}{20} \sin^2 \alpha = 3.6$

$\sin^2 \alpha = 0.36$

$\sin \alpha = 0.6$

$\cos \alpha = \sqrt{1 - 0.36} = 0.8$

$\sqrt{2} \cdot V_0 t - 6 \cdot 0.36 t^2 = 3.6$

$6 \cdot 0.36 t^2 - \sqrt{2} V_0 t + 3.6 = 0$

$D = 2 - 4 \cdot 0.36 \cdot 0.8 = 2 - 0.448 = 1.552$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$\begin{array}{c} 3R \\ \diagup \\ 2 \\ \diagdown \\ 2R \end{array}$$

$$T_1 = 200K, T_2 = 8K, T_3 = 800K.$$

$$Q = C_V \Delta T = U + A = \frac{2}{3} R \Delta T + A$$

$$\Rightarrow Q - 2R \Delta T = -\frac{2}{3} R \Delta T + A \quad \frac{1}{2} R \Delta T = +\frac{2}{3} R \Delta T$$

$$-R \Delta T \left(2 - \frac{2}{3} \right) = A$$

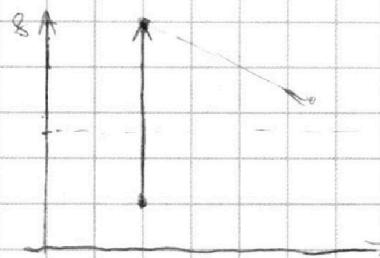
$$P_1 V V (k P_1 - P_1) = R \Delta T$$

$$-R \cdot 300 \cdot \frac{4}{3} = A$$

$$V P_1 (k-1) = R \Delta T$$

$$A = 833.33 J \text{ Dm}^{-3}$$

$$R \Delta T_{k-1} = \frac{\Delta T}{T_1} \frac{71400}{200}$$



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

$$R \Delta T = \frac{1}{2} R \Delta T$$

$$R \Delta T_{k-1} = 8 P_1 V_1 - k R_1 V_1$$

$$\frac{8 R P_1 + k P_{k-1}}{2} \cdot (V_1 - V_k)$$

$$+ R \cdot 7 \cdot 200 = R \cdot 200 \cdot \frac{8+3.2}{2} \cdot (1-1)$$

$$R \Delta T = \Delta T_{k-1} (8-k)$$

$$8 - \frac{\Delta T}{T_1} \cdot k = k$$

$$14 = 11.2 (k-1)$$

$$\frac{14}{11.2}$$

$$8 - \frac{\Delta T}{T_1} \cdot k$$

$$-2 R \Delta T = -\frac{2}{3} R \Delta T + A$$

$$-\frac{1}{2} R \Delta T = A = k P_1 V_1 - \frac{k P_1 + P_1}{2} \cdot (V_1 - V_k)$$

$$\frac{2 \Delta T_2}{\Delta T_3} = \frac{8+k}{k+1}$$

$$\frac{2+4}{3} k + \frac{8}{3} = 8+k$$

$$\frac{5}{3} k = \frac{2}{3} \cdot 8$$

$$k = \frac{2 \cdot 8}{5} = \frac{32}{10} = 3.2$$