



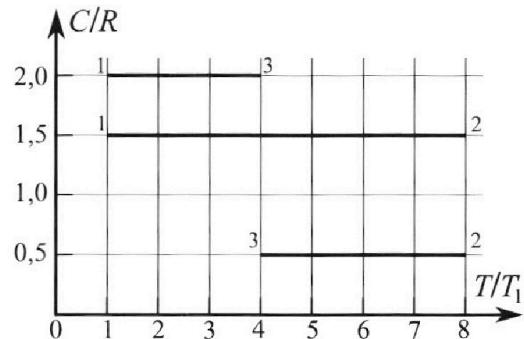
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

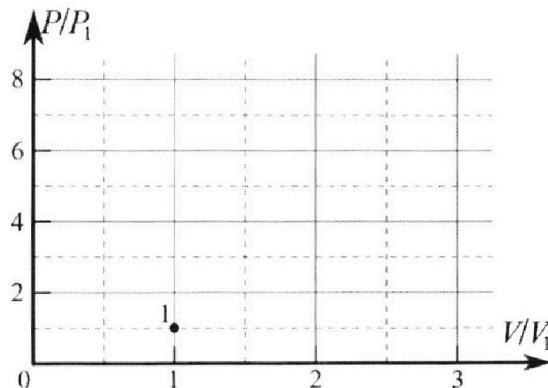


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 процессы: 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).

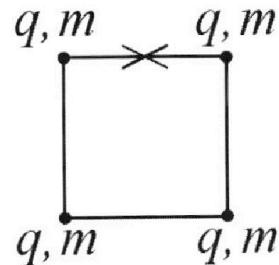


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует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





**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.

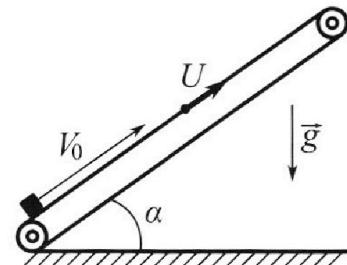
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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 $g = 10 \text{ м/с}^2$. 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 покояющуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 6 \text{ м/с}$. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = 0,5$. Движение коробки прямолинейное.



1) Какой путь S пройдет коробка в первом опыте к моменту времени $T = 1 \text{ с}$?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 1 \text{ м/с}$, и сообщают коробке скорость $V_0 = 6 \text{ м/с}$ (см. рис.).

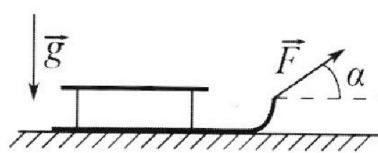
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1 \text{ м/с}$?

3) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. 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.

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!

$$\begin{aligned} \alpha &= 95^\circ \\ L &= 20 \text{ м} \end{aligned}$$

1)

2)

$$V_0 = ?$$

$$H = 3,6 \text{ м}$$

S = ?

$$\text{Or. } L = V_0 \cos \alpha t$$

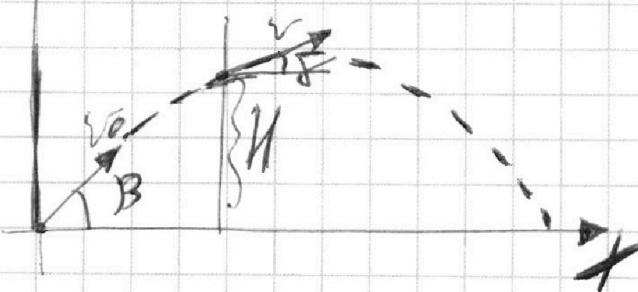
$$Gy \quad V_0 \sin \alpha t = V_0 \sin \alpha t - g t^2$$

$$t = \frac{L}{V_0 \cos \alpha} ; \quad V_0 \cos \alpha = \frac{g L}{\sin \alpha}$$

$$V_0^2 \cos^2 \alpha = \frac{g L}{\sin \alpha} ; \quad V_0^2 = \frac{g L}{\sin \alpha}$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{200}{2 \cdot \frac{3}{4}}} = \sqrt{200} \text{ м/с}$$

$$\begin{aligned} 2) \quad -2gH &= V_0^2 - V_{\text{up}}^2 ; \quad V_{\text{up}}^2 = V_0^2 - 2gH \\ &= 200 - 10 \cdot 3,6 = 200 - 72 \\ &= \sqrt{128} \text{ м/с} \end{aligned}$$



$$\text{Ответ: } V_0 = 20 \text{ м/с}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

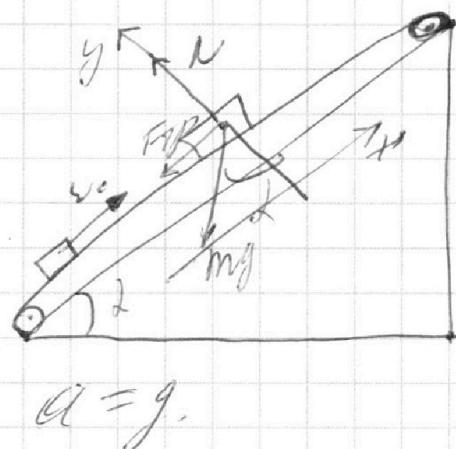


- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ

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

$$\begin{aligned}
 2) \sin \varphi &= 0,6 \\
 \cos \varphi &= 0,8 \\
 v_0 &= 6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\
 u &= 0,3 \\
 U &= 4,2 \\
 g &= 10 \text{ m/s}^2 \\
 s &=? \\
 2) T_1 = ? \\
 3) l = ?
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 2) 2316 \\
 \text{уравнение} \quad N - mg \cos \varphi &= 0 \\
 N &= mg \cos \varphi \\
 \text{отсюда} \quad F_{\text{нр}} &= mg \sin \varphi = 11,61 \\
 mg \cos \varphi + mg \sin \varphi &= 11,61 \\
 0,5 \cdot 0,89 + 9,06 &= 11,61 \\
 a &= g
 \end{aligned}$$

$$Ox: s = v_0 t - \frac{g t^2}{2} = 6t - 5t^2 = \underline{10,1} \quad \text{D}$$

2). Несколько раз с 400 м/мб.

$v_0 = V_{\text{ном}} + u$; $V_{\text{ном}} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ - скорость
из рабочих ОМК-160 вспомогательных
 $v_{\text{ном}} = 0$ - скорость вспомогательных ОМК-160
из рабочих 6 м/мб.

$$0 = V_{\text{ном}} - g T_1; V_{\text{ном}} = g T_1; T_1 = \frac{V_{\text{ном}}}{g} = 0,5 \text{ с}$$

$$\begin{aligned}
 3) m \Delta E_p &= E_2 - E_1; \Delta E_p = \mu m g \cos \varphi L = mg(H - \\
 &- \frac{1}{2} m v_0^2); 2 \mu g \cos \varphi L = 2gH - \frac{v_0^2}{2}
 \end{aligned}$$

$$2 \mu g \cos \varphi L = 2g(L \sin \varphi - \frac{v_0^2}{2})$$

$$2 \mu g \sin \varphi - 2 \mu g \cos \varphi L = \frac{v_0^2}{2}$$

$$L = \frac{\omega_0^2}{2g(\sin \varphi - \mu \cos \varphi)} = \frac{36}{20(0,6 - 0,4)} = \frac{36}{20 \cdot 0,2} = 36$$

$$= \frac{36}{20 \cdot \frac{2}{\pi}} = \frac{36}{4} = 9 \text{ м. Ответ: 1) } 1 \text{ м} \\ 2) 0,5 \text{ с} \\ 3) 9 \text{ м.}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

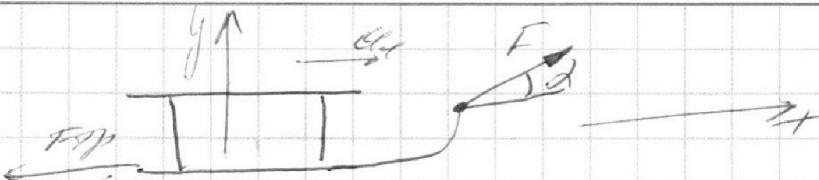


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

3) K, d1



$$1) \mu = ?$$

$$2) s1 = ?$$

$$\text{Ox: } F \cos \alpha_1 - F_{f1} = m a_1$$

$$\text{Oy: } F \sin \alpha_1 + N - mg = 0$$

$$2). \quad N = mg - F \sin \alpha_1, \quad F_{f1} = \mu (mg - F \sin \alpha_1)$$



$$\text{Ox: } F - F_{f2} = m a_2$$

$$\text{Oy: } N = mg, \quad F_{f2} = \mu mg$$

$$3) \text{УИД: } A_F + A_{f2} = E_2 - E_1 = K$$

$$A_F = F \cdot S \text{ (даль), } A_{f2} = -\mu mg \cdot S'$$

$$F \cdot S \text{ (даль)} - \mu mg \cdot S' = K$$

$$②) \text{ ЗУИД: } K_{f1} + A_F = K, \quad -\mu (mg - F \sin \alpha_1) S = K_{f1}$$

$$A_F = F \cos \alpha_1 \quad K_F = F \cos \alpha_1 - \mu (mg - F \sin \alpha_1) S = K$$

$$F \cos \alpha_1 - \mu (mg - F \sin \alpha_1) S = F \cos \alpha_1 - \mu mg S$$

$$F \cos \alpha_1 - \mu mg + \mu F \sin \alpha_1 = F - \mu mg$$

$$\cos \alpha_1 + \mu \sin \alpha_1 = 1$$

$$\mu \sin \alpha_1 = 1 - \cos \alpha_1$$

$$\mu = \frac{1 - \cos \alpha_1}{\sin \alpha_1} \quad ③. \text{ УИД}$$

$$3) \text{ АИД: } A_{f1} = E_2 - E_1, \quad \text{аналог} = 0 - K$$

$$1) \mu = \frac{1 - \cos \alpha_1}{\sin \alpha_1}$$

$$F_{f1} - \mu mg S_1 = -K, \quad F_{f1} = F \cos \alpha_1 - \mu mg S_1 = K$$

$$\text{сумм. 2, } r^2 = R^2$$

$$K_{f1} = F \cos \alpha_1 - \mu mg S_1 = -K$$

$$2) \quad S_1 = \frac{S_1}{K} = \frac{R}{\mu mg} = \frac{R}{(1 - \cos \alpha_1) mg}$$

$$S_1 = \frac{R}{\mu mg} = \frac{R}{(1 - \cos \alpha_1) mg}$$

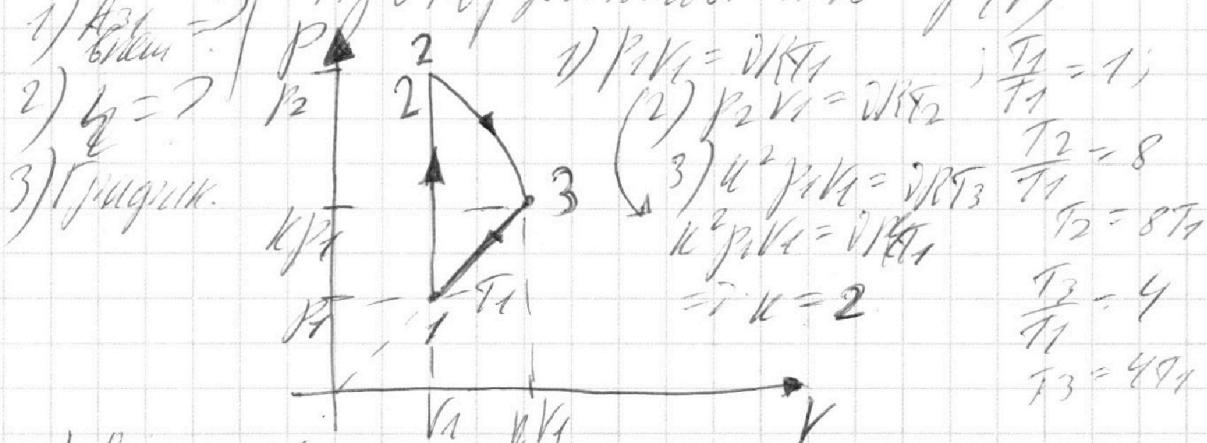


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <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) $T_1 = 200 \text{ K}$ / Площадь 1-2 - 430 см² ($C_V = \frac{3}{2} R$)
 $\frac{1}{C} = \frac{3}{2} R$, площадь 3-1 - 170 см²
 Площадь 2-3 - 170 см²



$$1) A_{12} = ? \quad P_1 V_1 = V_1 T_1 \quad ; \quad \frac{T_1}{T_2} = 1;$$

$$2) b = ? \quad P_2 V_1 = V_1 T_2 \quad ; \quad \frac{T_2}{T_1} = 8$$

$$3) График. \quad 3) \frac{d^2 P_2 V_1}{d T_1} = \frac{d^2 V_1}{d T_1} \quad ; \quad \frac{T_2}{T_1} = 8$$

$$K^2 P_2 V_1 = V_1 T_1 \quad ; \quad T_2 = 8 T_1$$

$$\Rightarrow K = 2 \quad ; \quad \frac{T_2}{T_1} = 4$$

$$\frac{T_2}{T_1} = 4 \quad ; \quad T_2 = 4 T_1$$

$$\frac{T_2}{T_1} = 4 \quad ; \quad T_2 = 4 T_1$$

$$\frac{T_2}{T_1} = 4 \quad ; \quad T_2 = 4 T_1$$

$$1) A_{31} = -\frac{1}{2} (P_1 + K P_1)(K V_1 - V_2) = -\frac{1}{2} (K P_1 V_1 - P_1 V_1 + K^2 P_1 V_1 - K V_1) = -\frac{1}{2} (K^2 P_1 V_1 - P_1 V_1) = -\frac{1}{2} (20 \cdot 4 T_1 - 20 T_1)$$

$$A_{31} = -A_{32} = -\frac{3}{2} 20 T_1 = \frac{3}{2} 20 T_1 = \frac{3}{2} \cdot 1831 \cdot 200 = 300 \cdot 8,31 \approx 2,56 \text{ Дж.}$$

$$2) Площадь 2-3: \Delta U_23 = Q_{23} = C \Delta T = \frac{1}{2} K V (-4 T_1)$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} 20 T_1 (-4 T_1) = -60 T_1$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} \Rightarrow A_{23} = Q_{23} - \Delta U_{23} = -20 T_1 + 60 T_1 = 40 T_1$$

$$A_2 = A_{31} + A_{23} = 40 T_1 - \frac{3}{2} 20 T_1 = \frac{5}{2} 20 T_1$$

$$y = \frac{A_2}{Q_{11}} = \frac{\frac{5}{2} 20 T_1}{20 T_1}, \quad Q_{11} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} K V (2 T_1 - T_1) = \frac{21}{2} K V T_1$$

$$y = \frac{\frac{5}{2} 20 T_1}{20 T_1} = \frac{5}{2} \quad \text{D.}$$



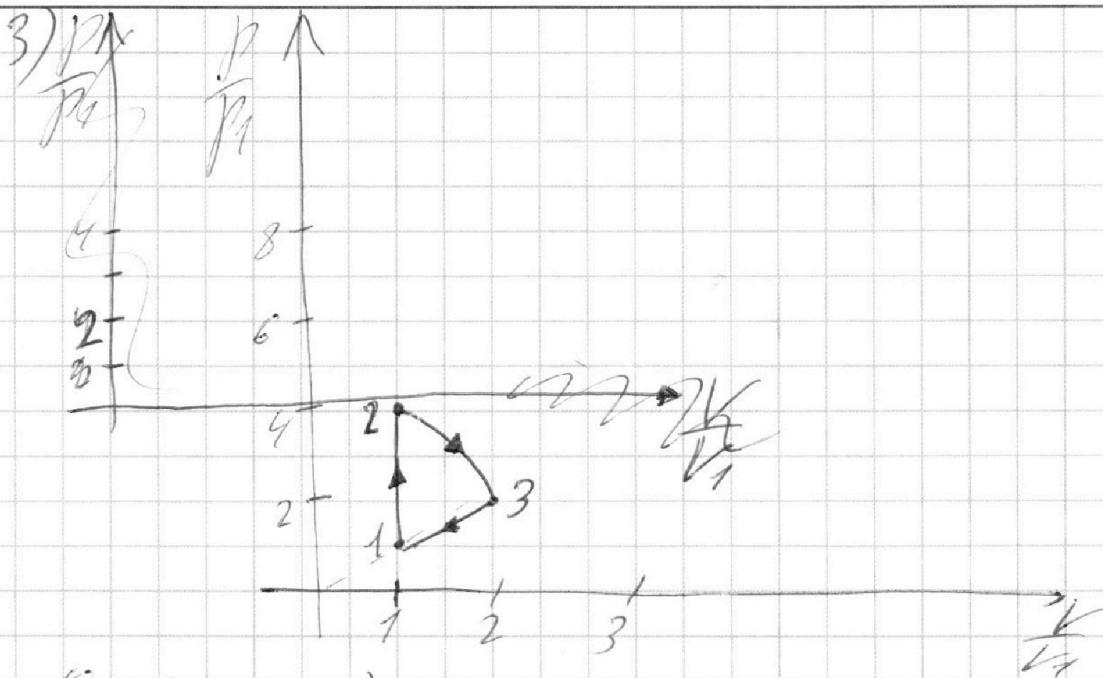
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\text{Определить } V \frac{3}{2} R_1 = 2,5 \text{ кНм}$$

$$2) \frac{5}{24}$$

3) См. рисунок.

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

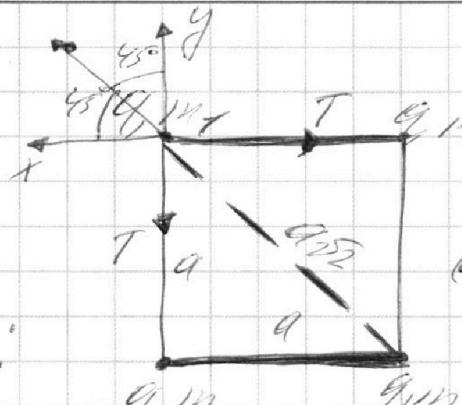
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

5). Т, q

$$1) \frac{q}{g} = ?$$

$$2) k = ?$$

1) Рассл. 1-ый
шарик:



$$E = F_2 \cdot q$$

$$E = \frac{kq}{a^2}$$

$$(q/\sqrt{2})^2 = 2q^2$$

$$E_2 = \frac{kq}{a^2}$$

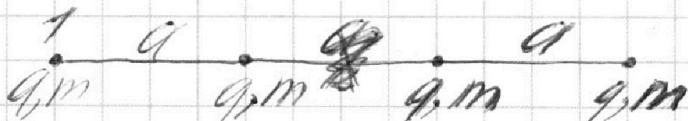
$$Oy: \frac{kq^2}{2a^2} \cdot \cos 45^\circ + \frac{q}{a} = T$$

$$\frac{kq^2}{2a^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{kq^2}{a^2} = T; \frac{kq^2}{a^2} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} + 1 \right) = T$$

$$q^2 = \frac{a^2 T}{k(\sqrt{2} + 1)} \quad \text{D}$$

2).

Рассл. шарик 1.



$$\text{Отвем: D. } q = \sqrt{\frac{a^2 T}{k(\sqrt{2} + 1)}} \quad |$$

Энергия шарика в
последовательности:

$$E_1 = W_1 = \frac{q^2 k q^2}{a} + \frac{2 k q^2}{a \sqrt{2}}$$

$$W_2 = \frac{3 k q^2}{a} + \frac{2 k q^2}{a \sqrt{2}} + \frac{k q^2}{3a}$$

$$E_2 = W_2 + E_k = \frac{3 k q^2}{a} + \frac{2 k q^2}{a \sqrt{2}} + \frac{k q^2}{3a} + \frac{3m v^2}{2} (3k)$$

$$3C? \quad W_1 = W_2 + E_k$$

$$\frac{4 k q^2}{a} + \frac{2 k q^2}{a \sqrt{2}} = \frac{3 k q^2}{a} + \frac{1 k q^2}{3a} + \frac{k q^2}{3a} + 3k$$

$$k = \frac{4 k q^2}{a} + \frac{2 k q^2}{a \sqrt{2}} - \frac{3 k q^2}{a} - \frac{k q^2}{3a} - \frac{k q^2}{3a}$$

$$k = \frac{2 k q^2}{a \sqrt{2}} - \frac{k q^2}{3a} \quad 3$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

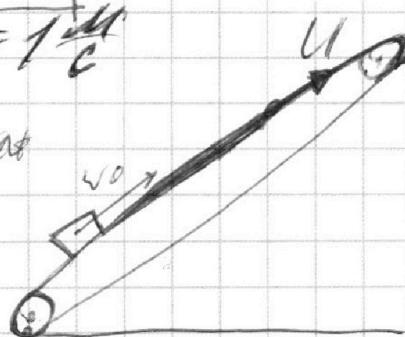
$$\begin{aligned}\sin \theta &= 0,6 \\ V_0 &= 6 \frac{\text{м}}{\text{с}} \\ \mu &= 0,5 \\ D_f = D &= 1 \text{ м} \\ S &=?\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}\mu g \cos \theta + g \sin \theta &= a \\ 0,5g \cdot 0,8 + g \cdot 0,6 &= a \\ 0,4g + 0,6g &= a, a = g \\ \text{От: } S &= V_0 T - \frac{1}{2} g T^2 \\ S &= 6 \cdot 1 - 5 \cdot 1 = 1 \text{ м} \quad \text{Од} \quad \text{Д}\end{aligned}$$

$$2) U = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Вращение



$$V_0 = V_{0\text{ниж}} + U,$$

$V_{0\text{ниж}} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ - скорость
корабля при отрыве от дна

в момент отрыва
из-за вращения Земли



$$\begin{aligned}N - mg \cos \theta &= 0 \\ \mu N g \cos \theta + mg \sin \theta &= ma \\ \mu m g \cos \theta + mg \sin \theta &= ma\end{aligned}$$

$$0,5 \cdot 0,8g + 1 \cdot 0,6 = g$$

$$a = V_{0\text{ниж}} - gT$$

$$125 - 10T$$

$$\begin{aligned}V_{0\text{ниж}} &= gT, \quad T = \frac{V_{0\text{ниж}}}{g} = \frac{125}{g} = 12,7 \text{ с} \\ T &= \frac{125}{10} = 12,5 \text{ с}\end{aligned}$$

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!

$$1) d = 45^\circ$$

$$L = 70 \text{ м}$$

$$2) V_0 = ?$$

$$H = 3,6 \text{ м}$$

$$2) s' = ? \text{ От: } L = v_0 \cos \alpha t$$

$$Oy: \theta = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}, \quad v_0 \sin \alpha t = \frac{gt^2}{2} = \frac{g \cdot 70}{2}$$

$$\cos \alpha = \sin \alpha = \frac{\sqrt{2}}{2} \quad t = \frac{L}{v_0 \cos \alpha}$$

$$v_0 \sin \alpha = \frac{gL}{2} \quad v_0^2 \sin^2 \alpha = \frac{gL}{2}$$

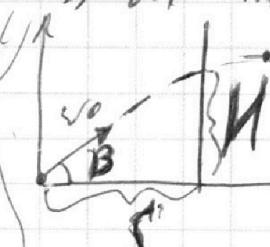
$$0 = v_0 \sin \alpha - \frac{gt}{2} \quad v_0^2 = \frac{g^2 L^2}{4} = \frac{g^2 L^2}{2}$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2} v_0 \sin \alpha = \frac{gt}{2} \quad t = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g} \quad ; \quad L = 2 v_0^2 \sin^2 \alpha$$

$$D = \sqrt{200^2 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 200 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$2) H = 3,6 \text{ м} = 11 \text{ м}$$

$$N = \frac{m^2 g}{V^2} \quad ?$$



$$Oy: N \sin \beta / (1 - \sin \beta) = v_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2}$$

$$Ox: S = v_0 \cos \beta t, \quad Oy: N \sin \beta / (1 - \sin \beta) = v_0 \sin \beta - \frac{gt^2}{2}$$

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

$$\frac{N \sin \beta}{V} = \frac{mg^2}{V^2} \quad \frac{N \sin \beta}{V^2} = E$$

$$N \sin \beta = (1 + \frac{gt^2}{2}) v_0^2 \quad \frac{N \sin \beta}{V^2} = E$$

$$1 + \frac{gt^2}{2} = v_0 \sin \beta$$

$$t =$$

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

$$t =$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

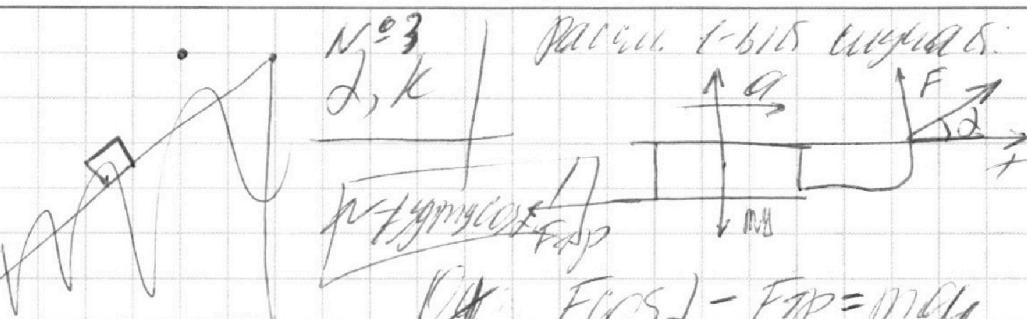


- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

МФТИ

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

3).



№4.

$$Oy: N - mg + F \sin \alpha = 0$$

$$N = mg - F \sin \alpha \quad (M) \text{ Частичное}$$

1) T₁ = 200K
i = 3; j = 1шар

1) A₃₁ = ?
безн

расши пружине 3-1.

C = 2F \Rightarrow Эмо пружине пружине
протянутой на длину Δl

$$\begin{aligned} A_{31} &= -s_{ip} \\ &= -\frac{1}{2}(p_1 + p_2)(kV_2 - V_1) \\ &= -\frac{1}{2}p_1(kV_2 - V_1) \\ &= -\frac{1}{2}kV_1(k - 1) \\ &= -\frac{1}{2}kV_1 \end{aligned}$$

$$= -\frac{1}{2}(kp_1V_1 - p_1V_1 + k^2p_1V_1 - kp_2V_2) = -\frac{1}{2}(k^2p_1V_1 - p_1V_1)$$

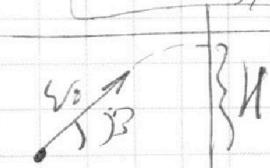
$$k^2p_1V_1 = 2RT_3, \quad p_1V_1 = 2RT_1$$

$$T_3 = 4T_1 \text{ из уравнения.}$$

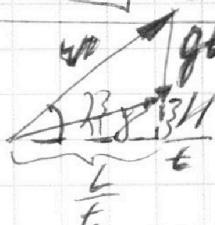
$$k^2p_1V_1 = 4kRT_1$$

$$A_{31} = -\frac{1}{2}(4kRT_1 - 2kRT_1) = -\frac{1}{2}(2kRT_1) = -\frac{3}{2}kRT_1$$

$$A_{31} = -A_{31} = \frac{3}{2}kRT_1 \quad (1)$$



W_B



$$\sin \gamma = \frac{L}{E \cdot \epsilon}$$

$$S(11)B =$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



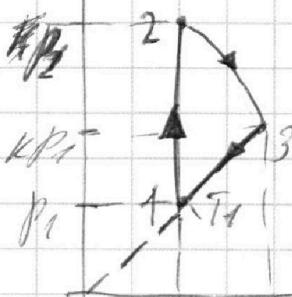
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> |

МФТИ

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

Процессы 1-2 - изотермический сжатия ($\alpha = \frac{5}{3}, R = \frac{3}{5} p_1$)
 И В-2 3-1 - изоусадьбы Адиабатический
 1-2 - изотермический

P▲



$$1) p_1 V_1 = 2RT_1$$

$$2) \frac{p_2}{R} V_2 = 2RT_2; \quad \frac{T_2}{T_1} = 1, \frac{T_2}{T_1} = 8$$

$$R p_2 V_2 = 8RT_1$$

$$3) K^2 p_3 V_3 = 2RT_3$$

$$\boxed{T_2 = 8T_1}$$

$$T_1 = T'$$

$$\begin{aligned} T_2 &= 4 \\ T_3 &= 4 \\ T_4 &= 4T_1 \end{aligned}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{A_3}{A_2}$$

$$p_2 V_2 = 8RT_1$$

$$p_1 V_1 = 2RT_1 \quad p_2 = 8 \quad (p_2 = 8p_1)$$

$$\begin{aligned} A_{31} &= -\frac{1}{2}(p_1 + p_3)(V_3 - V_1) = -\frac{1}{2}(KRT_1 - RT_1 + K^2RT_1) \\ &= -\frac{1}{2}(K^2RT_1 + RT_1) = -\frac{3}{2}KRT_1 \quad 18,31 \\ &= -\frac{3}{2}KRT_1 \quad 18,31 \\ A_{31} &= \frac{3}{2}KRT_1 \quad 7493 \end{aligned}$$

$$\text{Процесс 2-3: } Q_{23} = C_v \Delta T = \frac{1}{2} R \cdot 2 \cdot (-4T_1)$$

$$\Delta T = T_3 - T_2 = 4T_1 - 8T_1 = -4T_1$$

$$Q_{23} = -2KRT_1$$

$$\Delta Q_{23} = \frac{3}{2} KRT_1 = -6KRT_1$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta Q_{23}; \quad A_{23} = Q_{23} - \Delta Q_{23} = -7KRT_1 - (-6KRT_1)$$

$$A_{23} = K_{23} + A_{31} = 4KRT_1 - \frac{3}{2}KRT_1 = 4KRT_1$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta Q_{23} = \frac{5}{2}KRT_1 \quad p_3 = 2p_1$$

$$\Delta U_{23} < 0. \quad \Delta U_{23} = 0 \quad \Delta p = 8p_1$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} KRT_1 = 6KRT_1$$

$$6KRT_1 = \Delta U_{23} = \frac{3}{2} K(8T_1 - 4T_1) = \frac{3}{2} \cdot 2KRT_1 = \frac{3}{2} KRT_1$$

$$\begin{aligned} \frac{3}{2} KRT_1 &= \frac{5}{2} KRT_1 \\ \frac{3}{2} KRT_1 &= \frac{5}{2} KRT_1 \quad 0,5 \cdot 8 = 4 \end{aligned}$$