



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.

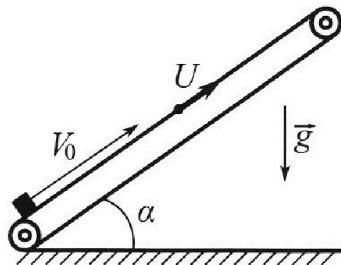
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

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 покоящуюся 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

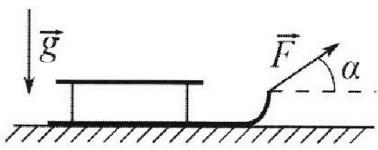
$$U = 1 \text{ м/с}?$$

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.

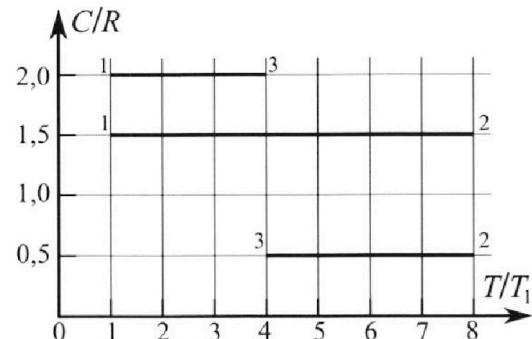
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

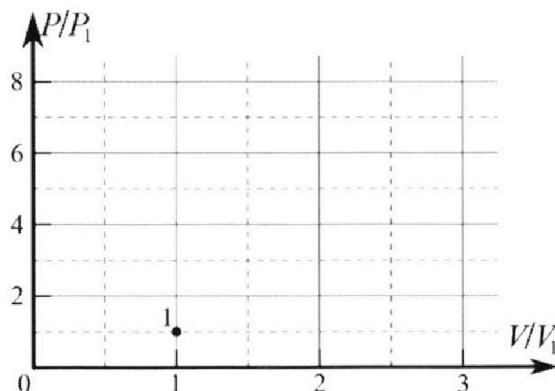


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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).

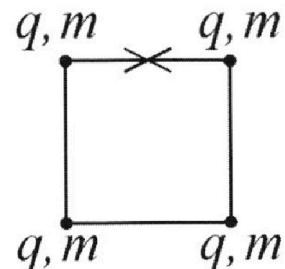


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует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

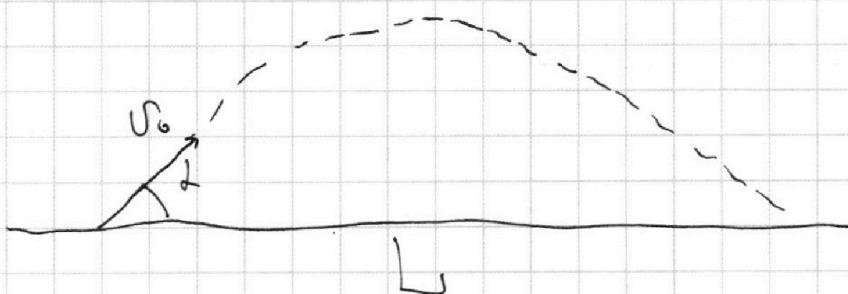
7

МФТИ.

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

Задача 1.

1)



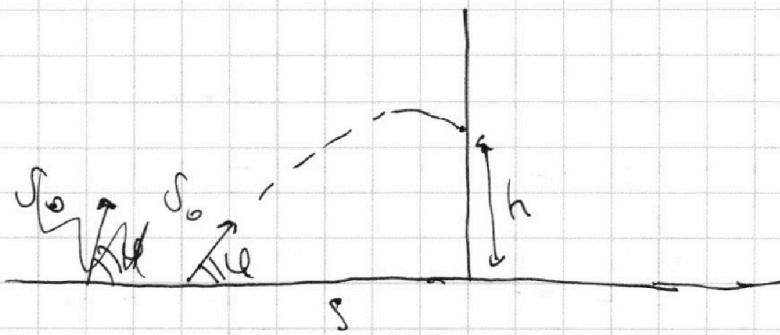
$$\left\{ \begin{array}{l} L = V_0 T_1 \cos \theta_0, \quad T_1 - \text{Время полёта мяча в первом} \\ \text{эксперименте.} \end{array} \right.$$

$$-V_0 \sin \theta_0 t = V_0 \sin \theta_0 t - g t,$$

$$T_1 = \frac{2V_0 \sin \theta_0}{g}$$

$$L = \frac{V_0^2 \sin^2 \theta_0}{g} \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{gL}{\sin^2 \theta_0}} = \sqrt{10 \cdot 20} = 5\sqrt{2} \frac{m}{s} = 10\sqrt{2} \frac{m}{s} \approx 14,1 \frac{m}{s}$$

2)



$$h = V_0 T_2 \sin \theta_0 - \frac{g T_2^2}{2}, \quad T_2 - \text{время... во 2-ом эксперименте}$$

$$S = V_0 T_2 \cos \theta_0 \Rightarrow T_2 = \frac{S}{V_0 \cos \theta_0}$$

$$h(\theta) = S \frac{\sin \theta}{\cos \theta} - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \theta}$$

Лист. 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 |
| <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!

$$h'(\varphi) = s \frac{\cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi}{\cos^2 \varphi} - \frac{g s^2}{2 U_0^2} \frac{0 - 2 \omega s \varphi \cdot (-\sin \varphi)}{\cos^4 \varphi}$$

$$= s \frac{1}{\cos^2 \varphi} - \frac{g s^2}{2 U_0^2} \frac{2 \sin \varphi \cos \varphi}{\cos^4 \varphi}$$

$$h = H \Rightarrow h'(\varphi) = 0$$

$$\frac{s}{\cos^2 \varphi} - \frac{g s^2}{2 U_0^2} \frac{2 \sin \varphi \cos \varphi}{\cos^4 \varphi} = 0 \quad | : \frac{s}{\cos^2 \varphi}$$

$$1 - \frac{g s}{2 U_0^2} \frac{2 \sin \varphi \cos \varphi}{\cos^2 \varphi} = 0$$

$$2 U_0^2 \cos^2 \varphi = 2 g s \sin \varphi \cos \varphi \quad | : 2 \cos \varphi$$

$$U_0^2 \cos \varphi = g s \sin \varphi$$

$$U_0^2 \sqrt{1 - \sin^2 \varphi} = g s \sin \varphi$$

$$U_0^4 (1 - \sin^2 \varphi) = g^2 s^2 \sin^2 \varphi$$

$$U_0^4 = (g^2 s^2 + U_0^4) \sin^2 \varphi$$

$$\sin \varphi = \frac{U_0^2}{\sqrt{g^2 s^2 + U_0^4}} \Rightarrow \omega \varphi = \sqrt{1 - \frac{U_0^4}{g^2 s^2 + U_0^4}} = \sqrt{\frac{g s}{\sqrt{g^2 s^2 + U_0^4}}}$$

$$H = s \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} - \frac{g s^2}{2 U_0^2 \cos^2 \varphi} = s \frac{U_0^2}{g s} - \frac{g s^2 (g^2 s^2 + U_0^4)}{2 U_0^2 g^2 s^2}$$

$$H = \frac{U_0^2}{g} - \frac{g^2 s^2 + U_0^4}{2 U_0^2 g} \Rightarrow \frac{g^2 s^2 + U_0^4}{2 U_0^2 g} = \frac{U_0^2}{g} - H \Rightarrow g^2 s^2 + U_0^4 = 2 U_0^2 - 2 U_0^2 g H$$

$$g^2 s^2 = U_0^4 - 2 U_0^2 g H \Rightarrow s = \frac{\sqrt{U_0^4 - 2 U_0^2 g H}}{g} = \frac{\sqrt{U_0^2 - 2 g H}}{g} \cdot \frac{\sqrt{100 - 72}}{10}$$

$$= \sqrt{256} = 16 \text{ м}$$

$$\text{ДТВЕТ: 1) } U_0 = 10 \sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}} ; 2) s = 16 \text{ м}$$

Гарп-2

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

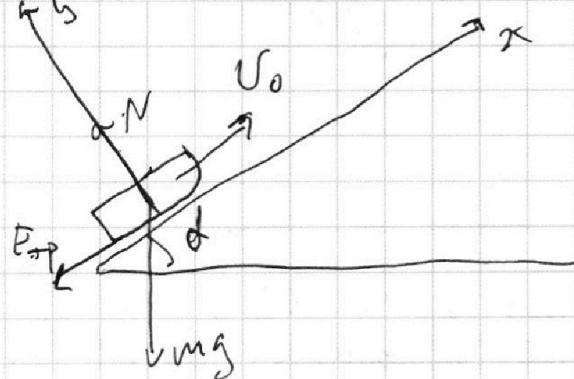


- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

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

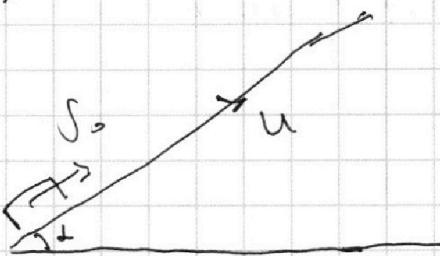
МФТИ.

Задача 2.



$$S = U_0 T \left(U_0 - \frac{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)}{2} T \right) = 1 \cdot (6 - \frac{10 \cdot (0,4 + 0,6)}{2} \cdot 1) = 6 - 5 = 1 \text{ м}$$

2)

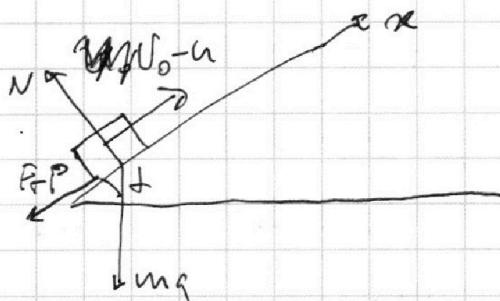


$$a_x = -g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

Когда коробка остановится в ц.о. ленты это будет
означать что в лаб. ц.о. у коробки скорость 0.

$$0 = U_0 T_1 + a_x T_1 \Rightarrow T_1 = -\frac{U_0}{a_x} = \frac{U_0}{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = \\ = \frac{6,5}{10 \cdot 1} = \text{около } 0,5 \text{ с}$$

В ц.о. ленты:



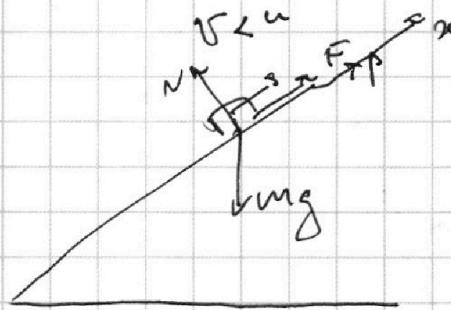
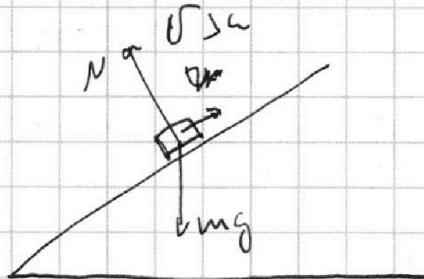
ЛСР. З

- 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)



когда скорость коробки станет меньше скорости ленты, лента начнёт "помогать" коробке въезжая в верх, т.е. сила трения будет сопротивлять ленте с осью x. Таким образом, можно разделить движение коробки на два участка: 1) $v > u$; 2) $v < u$, v - скорость коробки.

$$1) a_{1x} = -g(\mu \cos \theta + \sin \theta), a_{1x} - \text{ускорение коробки на 1-ом участке}$$

$$2) ma_{2x} = F_{T_p} - \mu g \sin \theta$$

$$ma_{2x} = \mu mg (\cos \theta - \mu \sin \theta)$$

$$a_{2x} = -g(\sin \theta - \mu \cos \theta), a_{2x} - \dots \text{на 2-ом}$$

$$L_1 = v_0 T_1 + \frac{a_{1x}}{2} T_1^2 = T_1 (v_0 - \frac{g(\mu \cos \theta + \sin \theta)}{2} T_1)$$

$$L_1 = 0,5 (6 - 5 \cdot 0,5) = 0,5 \cdot 3,5 = 1,75 \text{ м}$$

$$L_2 = u T_2 + \frac{a_{2x}}{2} T_2^2 = u T_2 (u - \frac{g(\sin \theta - \mu \cos \theta)}{2} T_2)$$

$$T_2 = \frac{u}{a_{2x}} = \frac{u}{g(\sin \theta - \mu \cos \theta)} = \frac{1}{10(0,6 - 0,5)} = \frac{1}{2} \text{ с}$$

$$L_2 = T_2 (u - \frac{u}{2}) = \frac{1}{2} u T_2 = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot \frac{1}{2} = 0,25 \text{ м}$$

$$L = L_1 + L_2 = 2 \text{ м}$$

Ответ: 1) $S = 1 \text{ м}$; 2) $T_1 = 0,5 \text{ с}$; 3) $L = 2 \text{ м}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

7

МФТИ



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

Задача 3.

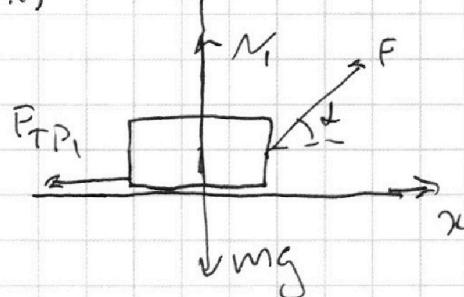


Рис. 1

$$\text{II ЗН (ось y): } 0 = N + F \sin \alpha - mg \Rightarrow N = mg - F \sin \alpha$$

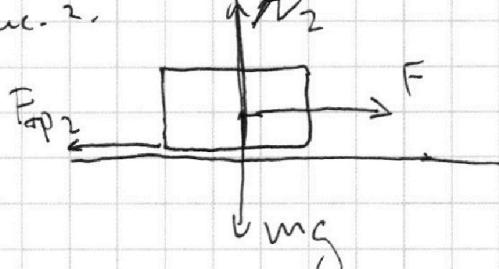
$$F_{TP1} = \mu N = \mu (mg - F \sin \alpha)$$

$$\text{ЗС: } Q/E_1 + A_{\text{тр.с.}} = E_2$$

$$0 + FL \cos \alpha - F_{TP1} L = k$$

$$FL \cos \alpha - \mu mg L + \mu F L \sin \alpha = k \quad (1)$$

Рис. 2.



$$\text{II ЗН (ось y): } N_2 = mg$$

$$F_{TP2} = \mu N_2 = \mu mg$$

$$\text{ЗС: } FL - F_{TP2} L = k$$

$$FL - \mu mg L = k \quad (2)$$

$$(2) - (1): FL - \mu mg L - FL \cos \alpha + \mu mg L - \mu F L \sin \alpha = 0$$

$$F - F \cos \alpha - \mu F \sin \alpha = 0$$

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

Лекция 5

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!

2)

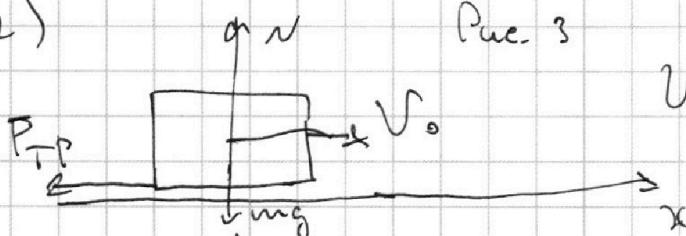


Рис. 3

$$V_0 = \sqrt{\frac{2K}{m}}$$

$$\exists \rightarrow K + A_{T.P.} = 0$$

$$K - F_{T.P.} S = 0 \quad (3)$$

$$F_{T.P.} = \mu N = \mu mg \quad (4)$$

$$\exists \rightarrow 3K (\text{около } x) \text{ (Рис. 1)}; \Rightarrow ma_{1x} = F_{\text{вост}} - \mu(mg - F_{\text{сил}})$$

$$\exists \rightarrow 3K (\text{около } x) \text{ (Рис. 2)}; \Rightarrow ma_{2x} = F - \mu mg$$

$$\exists \rightarrow 3K (\text{около } x) \text{ (Рис. 3)}; \Rightarrow ma_{3x} = -\mu mg \Rightarrow a_{3x} = -\mu g$$

$$S = V_0 T_3 + \frac{a_{3x} T_3^2}{2} = V_0 T_3 - \frac{\mu g}{2} T_3^2$$

$$\text{т. } T_3 = -\frac{V_0}{a_{3x}} = \frac{V_0}{\mu g}$$

$$S = \frac{V_0^2}{\mu g} - \frac{\mu g}{2} \frac{V_0^2}{(\mu g)^2} = \frac{V_0^2}{2\mu g}$$

$$L = \frac{V_0^2}{2a_{1x}}$$

$$\beta = \frac{k}{\mu mg} = \frac{ksint}{mg(1-\cos t)}$$

$$\text{Ответ: 1) } \mu = \frac{1+ksint}{ksint} \frac{1-\cos t}{\sin t}; 2) S = \frac{ksint}{mg(1-\cos t)}$$

Гип. 6

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!

Задача 4.

$C_{12} = \frac{3}{2} R$ — теплоёмкость изохорного процесса. \Rightarrow

$\Rightarrow 1-2$ — изохорный процесс

$$P_1 V_1 = \sqrt{R T_1}$$

$$P_2 V_2 = \sqrt{R T_2}, T_2 = 3T_1 \text{ (из графика)}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = 3$$

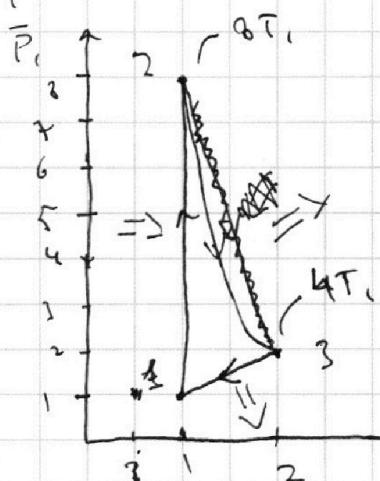


Рис. 4.

$C_{12} = 2R$ — теплоёмкость процесса $P = kV$ (для однокомпонентного газа)

$$P_1 V_1 = \sqrt{R T_1}$$

$$(P_2 V_2 = \sqrt{R T_3}, T_3 = 4T_1 \text{ (из графика)})$$

$$kV_1^2 = \sqrt{R T_1}$$

$$kV_3^2 = 4\sqrt{R T_1}$$

$$V_2^2 = 4V_1^2 \Rightarrow V_3 = 2V_1; P_3 = 2P_1$$

A'_{31} — работа газа в процессе 3-1.

$$A'_{31} = -\frac{P_1 + P_3}{2} (V_1 - V_3) = -\frac{3P_1}{2} V_1 = -\frac{3}{2} P_1 V_1 = -\frac{3}{2} \sqrt{R T_1}$$

пользуясь трапецией

ЛСР-7

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!

$$1) A_{31} = -A'_{31} = \frac{3}{2} \sqrt{RT_1} = \frac{3}{2} \cdot 8,31 \cdot 200 = 3 \cdot 831 \leq \\ = 2493 \text{ Дж}$$

$$\Rightarrow Q_{23} = \frac{1}{2} \sqrt{R(4T_1 - 3T_1)} + A_{23} = -6\sqrt{RT_1} + A_{23}$$

$$C_{23} \geq (4T_1 - 3T_1) = -6\sqrt{RT_1} + A_{23}$$

$$A_{23} = 4\sqrt{RT_1}$$

$$A_{23\text{ мин.}} = \frac{P_2 + P_3}{2} (V_2 - V_1) \leq \frac{10P_1}{2} V_1 = 5P_1 V_1 \Rightarrow$$

→ процесс 2-3 — нелинейный \rightarrow

→ процесс 2-3 — политропический процесс

$$PV^n = \text{const}$$

$$A_T = A_{23} + A'_{31} + A_{12} = 4\sqrt{RT_1} - \frac{3}{2} \sqrt{RT_1} = \frac{5}{2} \sqrt{RT_1}$$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} \sqrt{R \cdot 7T_1} + 2\sqrt{R} \cdot \frac{1}{2} \sqrt{R} = \frac{3}{2} \sqrt{R(3T_1 - T_1)} = \\ = \frac{21}{2} \sqrt{RT_1}$$

$$2) \eta = \frac{\frac{5}{2} \sqrt{RT_1}}{\frac{21}{2} \sqrt{RT_1}} = \frac{5}{21} = \frac{500}{21} \%$$

Ответ: 1) $A_{31} = 2493 \text{ Дж}$; 2) $\eta = \frac{5}{21}$; 3) Рис. 4.

Соположение к процессу 2-3:

$$n = \frac{c_{CP} - c_P}{c_{CV} - c_V} = \frac{\frac{1}{2}R - \frac{5}{2}R}{\frac{1}{2}R - \frac{3}{2}R} = \frac{-4R}{-2R} = 2 \Rightarrow PV^2 = \text{const}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

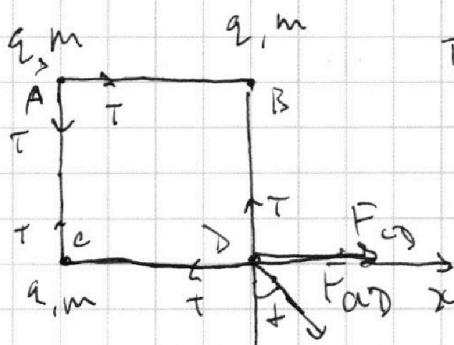
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

МФТИ.

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

Задача 5.

1)



II ЗАУ (на D; ось x):

$$0 = F_{CD} + F_{CAD} \sin \omega t - T$$

$$T = K \frac{q^2}{a^2} + K \frac{q^2}{2a^2} \sin \omega t,$$

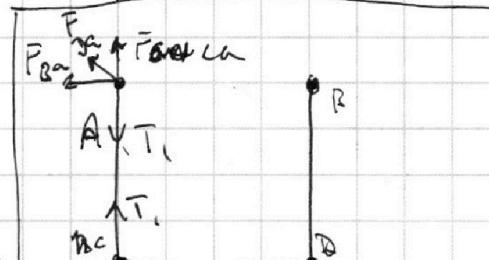
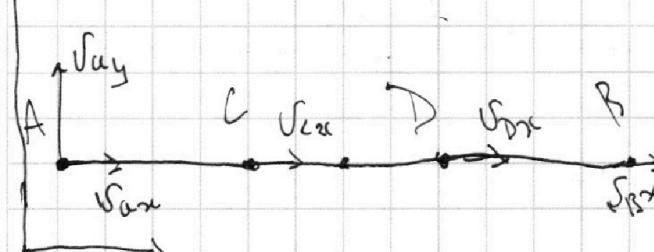
$$\omega = \frac{\pi}{4}$$

$$K \frac{q^2}{a^2} \left(1 + \frac{\sin \omega t}{2} \right) = T$$

$$q^2 = \frac{2a^2 T}{K q \sin \omega t (2 + \sin \omega t)}$$

$$q = a \sqrt{\frac{2T}{K(2 + \sin \omega t)}} = a \sqrt{\frac{T}{K(4 + \sqrt{2})}} = a \sqrt{\frac{4\pi^2 a_0 T}{4 + \sqrt{2}}}$$

2)

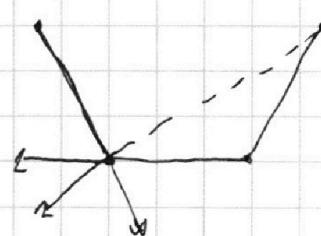


Кернитиумость МИТи:

$$U_{Ax} = U_{Cx} = U_{Dx} - U_{Bx} = U_x$$

$$\text{знач: } x: 4U_{Ax} = 4U_x \Rightarrow$$

$$\Rightarrow U_x \equiv 0$$



ЛСР-5

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 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!

$$y: V_{ay} + V_{cy} + V_{dy} + V_{ky} = 0$$

$V_{ay} = V_{by}$, из соображений симметрии

$$V_{cy} = V_{dy},$$

$$2V_{ay} + 2V_{cy} = 0 \Rightarrow V_{ay} = -V_{cy} = V_y$$

затем:

$$W_{n1} = W_{n2} + K_{обш}$$

$$4K \frac{q^2}{a} + 2K \frac{q^2}{a\sqrt{2}} = \frac{1^2}{3} K \frac{q^2}{a} + K_{обш}$$

$$K_{обш} = K \frac{q^2}{a} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3} \right)$$

$$\cancel{\frac{mV_y^2}{2}} + \cancel{\frac{mV_x^2}{2}} + \cancel{\frac{mV_b^2}{2}} + \cancel{\frac{mV_d^2}{2}} \text{ Скорости всех зарядов} \\ \text{равны по модулю} \Rightarrow$$

у всех зарядов равные кинетические энергии.

$$2) K_a = \frac{K_{обш}}{4} = \frac{1}{4} K \frac{q^2}{a} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3} \right) = \frac{4a^2 \cdot 4\pi \epsilon_0 T}{16\pi \epsilon_0 a (4 + \sqrt{2})} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3} \right),$$

$$\text{Ответ: } q = \frac{a\sqrt{2} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3} \right)}{4 + \sqrt{2}}$$

$$\text{Ответ: 1) } q = 2a \sqrt{\frac{4\pi \epsilon_0 T}{4 + \sqrt{2}}} ; 2) K_a = \frac{a\sqrt{2} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3} \right)}{4 + \sqrt{2}}$$

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

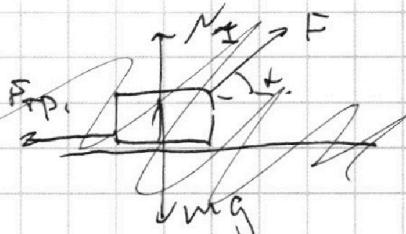
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



$$W_H = k \frac{q^2}{a} + k \frac{q^2}{a\sqrt{2}} + k \frac{q^2}{a} + k \frac{q^2}{a} + k \frac{q^2}{a\sqrt{2}} + k \frac{q^2}{a} = \\ = 4 \frac{kq^2}{a} + 2k \frac{q^2}{a\sqrt{2}} = 2k \frac{q^2}{a} \left(2 + \frac{1}{\sqrt{2}} \right) =$$

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

$$W_{H2} = k \frac{q^2}{a} + k \frac{q^2}{2a} = \\ = 3k \frac{q^2}{a} + 2k \frac{q^2}{2a} + k \frac{q^2}{2a} = 4k \frac{q^2}{a} + k \frac{q^2}{2a} = \\ = k \frac{q^2}{a} \left(4 + \frac{1}{2} \right) = \frac{13}{3} k \frac{q^2}{a}$$

$$W_{n_1} = W_{n_2} + K_{\text{обман}}$$

$$\cancel{4k \frac{q^2}{a} + k \frac{q^2}{a} \sqrt{2}} = 4k \frac{q^2}{a} \sqrt{2} + k \frac{q^2}{2a} + K_{\text{обман}}$$

$$\left| -\frac{1}{2} > \frac{1}{2} \right| \frac{1}{2} - \frac{1}{3} = \frac{1}{6}$$

$$K_{\text{обман}} = k \frac{q^2}{a} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3} \right)$$

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

$$W_{H2} = k \frac{q^2}{a} + k \frac{q^2}{2a} + k \frac{q^2}{2a}$$

$$W_H = W_{H2} + K_a$$

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

$$K_a = k \frac{q^2}{6a} + k \frac{q^2}{a\sqrt{2}}$$

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"/> |

МФТИ

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

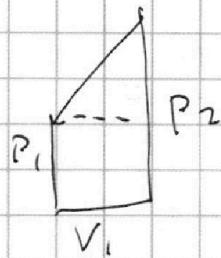
$$W_{2H} = W_{1H} = 2K \frac{q^2}{a\sqrt{2}} + K \frac{q^2}{a\sqrt{2}}$$

$$W_{2K} = 2K \frac{q^2}{a} + K \frac{q^2}{2a}$$

$$U_{ax} = U_{cx} = U_{bx} = U_{bx} = U_{2L}$$

$$P_x = 0$$

$$4U_x = 0 \Rightarrow U_x = 0$$



$$\begin{aligned} S &= P_1 V_1 + \frac{(P_2 - P_1) V_1}{2} = \\ &= \frac{1}{2} P_1 V_1 + \frac{1}{2} P_2 V_1 = \frac{P_1 + P_2}{2} V_1 \end{aligned}$$

$$W_A \quad j = \frac{i+2}{i} = \frac{C_p}{C_V}$$

$$n = \frac{C - C_p}{C - C_V} = \frac{\dots}{\dots}$$