



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

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



1. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Вектор начальной скорости мяча образует угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонтальной плоскостью. Горизонтальное перемещение мяча за время полета $L = 20$ м.

1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

Если футболист направляет мяч под различными углами к горизонту, из той же точки с начальной скоростью V_0 к высокой вертикальной стенке, то наибольшая высота, на которой происходит соударение мяча со стенкой, равна $H = 3,6$ м.

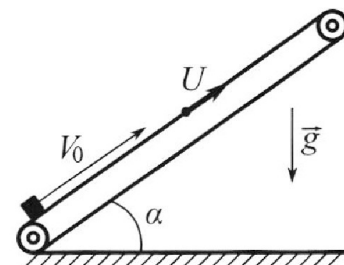
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,6$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 6$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = 0,5$.

Движение коробки прямолинейное.



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

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

2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна

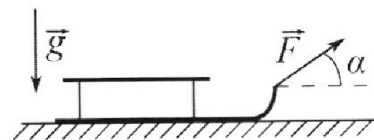
$U = 1$ м/с?

3) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же кинетической энергии K на одинаковых участках пути.

В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения кинетической энергии K действие внешней силы прекращается.



1) Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

2) Найдите перемещение S санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения g .

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.



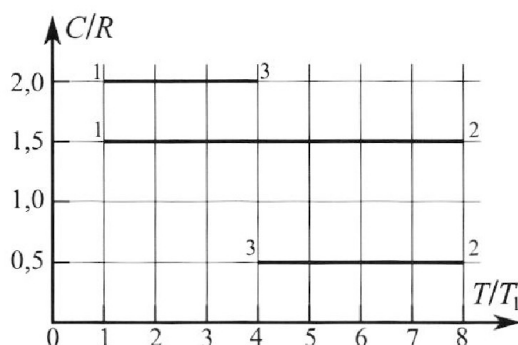
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 10-02

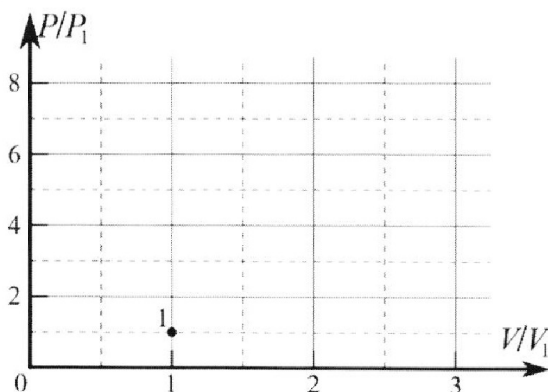
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1 равна $T_1 = 200$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).

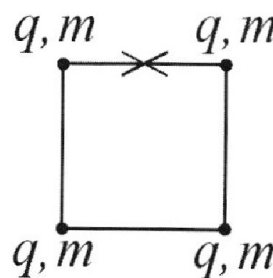


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объем в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует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



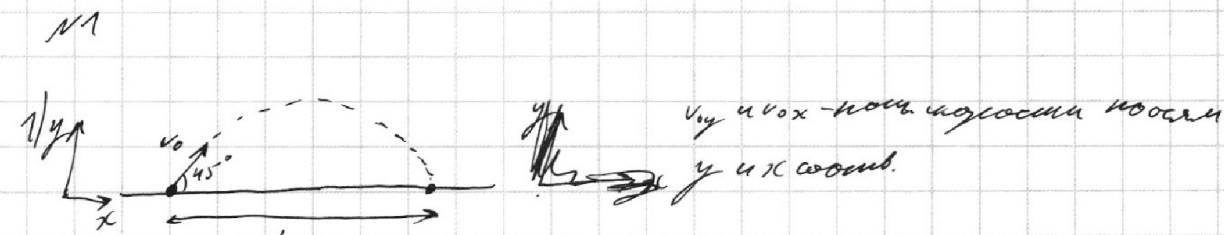
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

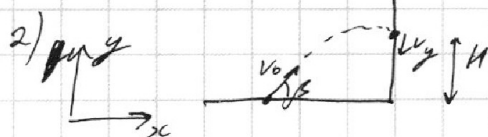


$$v_{0y} = v_{0x} = \frac{v_0}{\sqrt{2}}$$

$$t = \frac{2v_{0y}}{g}$$

$$L = v_{0x} \cdot t = \frac{2v_{0x} \cdot v_{0y}}{g} = \frac{2 \frac{v_0^2}{2}}{g} = \frac{v_0^2}{g}$$

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



вероят.
 v_y - скорость в момент максимальной высоты,
м - масса мяча

ЗСЭ:
По оси y :

$$\frac{m(v_0 \sin \beta)^2}{2} = m g H + \frac{m v_y^2}{2}$$

$$v_0^2 \sin^2 \beta = 2gH + v_y^2$$

Очевидно, что м.к. в H - максимальное,
по условию мяч пролетит в вершине мяча
мгнов., где $v_y = 0$. Тогда:

$$v_0^2 \sin^2 \beta = 2gH$$

$$\sin \beta = \sqrt{\frac{2gH}{v_0^2}} = \sqrt{\frac{20 \cdot 3,6}{200}} = \sqrt{0,36} = 0,6$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{0,64} = 0,8$$

$$t' = \frac{v_0 \sin \beta}{g}$$

↑
время
полета до максимальной высоты

$$S = t' \cdot v_0 \cos \beta = \frac{v_0^2 \sin \beta \cos \beta}{g} = \frac{200 \cdot 0,6 \cdot 0,8}{10} = 9,6 \text{ м}$$

Ответ: 1) $10\sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$; 2) 9,6 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
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

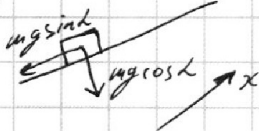
МФТИ

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

N2

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{0,64} = 0,8$$

1)



Пусть m -масса груза, μ -коэффициент трения.

При движении вверх:

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

$$a = -g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha$$

$$a = -10 \cdot 0,6 + 0,5 \cdot 10 \cdot 0,8 = -6 + 4 = -2 \frac{m}{c^2}$$

При движении вниз:

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

короткая дорожка сверху вниз

$$a' = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha$$

$$a' = 10 \cdot 0,6 + 0,5 \cdot 10 \cdot 0,8 = 6 + 4 = 10 \frac{m}{c^2}$$

$$a' = -10 \cdot 0,6 + 0,5 \cdot 10 \cdot 0,8 = -6 + 4 = -2 \frac{m}{c^2}$$

$$T > \frac{|v_0|}{|a|} = \frac{6}{2} = 3 \text{ с} \Rightarrow \text{короткая дорожка}$$

$$t_n = \frac{|v_0|}{|a|} = 0,6 \text{ с}$$

длина подъема

$$s_n = v_0 t_n + \frac{a t_n^2}{2} = 6 \cdot 0,6 - \frac{10 \cdot 0,6^2}{2} = 3,6 - 1,8 = 1,8 \text{ м}$$

время за время подъема

$$t_c = T - t_n = 0,4 \text{ с}$$

длина спуска

$$s_c = \frac{a' t_c^2}{2} = \frac{2 \cdot 0,4^2}{2} = 0,16 \text{ м}$$

при движении за время спуска

$$s = s_n + s_c = 1,96 \text{ м}$$

2) в со лемми:

$$v_0' = v_0 - u = 5 \frac{m}{c}$$

При подъеме $a = -10 \frac{m}{c^2}$, при спуске $a' = -2 \frac{m}{c^2}$

В лав. со $\Rightarrow$ в со лемми $v = 0$ или $v = -2 \frac{m}{c}$.

для $v = 0$:

$$T_1 = \frac{|v_0'|}{|a|} = 0,5 \text{ с}$$

для $v = -2 \frac{m}{c}$:

$$T_1 = \frac{|v_0'|}{|a|} + \frac{|v|}{|a'|} = 0,5 + 1 = 1,5 \text{ с}$$

3) в лав. со $\Rightarrow$ в со лемми $v' = -1 \frac{m}{c}$.

$$t_n' = \frac{|v_0'|}{|a|} = 0,5 \text{ с}$$

$$s_n' = v_0' t_n' + \frac{a t_n'^2}{2} = 5 \cdot 0,5 - \frac{10 \cdot 0,5^2}{2} = 2,5 - 1,25 = 1,25 \text{ м}$$

$$t_c' = \frac{|v'|}{|a'|} = 0,5 \text{ с}$$

$$s' = \frac{a' t_c'^2}{2} = \frac{-2 \cdot 0,5^2}{2} = -0,25 \text{ м} \quad L = s_n' + s_c' + u \cdot (t_n' + t_c') = 1,25 - 0,25 + 1 \cdot 1 = 2 \text{ м}$$

Ответы: 1) 1,96 м; 2) 0,5 с или 1,5 с; 3) 2 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

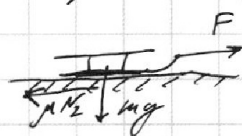
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



N3

- 1) Тусовка m — масса саней, S — путь, который сань прокатили под действием силы F , v — их конеч. скорость
 $K = \frac{mv^2}{2}$

Второй саней:



$$N = mg$$

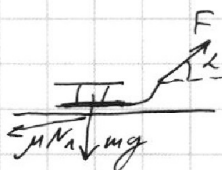
$$F_2 = F - \mu N = F - \mu mg$$

$$a_2 = \frac{F}{m} - \mu g$$

$$a_2 = \frac{v^2}{2S} = \frac{mv^2}{2mS} = \frac{K}{mS} = \frac{F}{m} - \mu g$$

Первый саней:

$$a_1 = \frac{v^2}{2S} = a_2$$



$$N = mg - F \sin \alpha$$

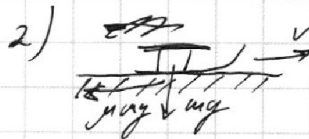
$$F_2 = F \cos \alpha - \mu N = F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha) = F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha$$

$$a_2 = \frac{F \cos \alpha}{m} + \frac{\mu F \sin \alpha}{m} - \mu g = a_1 = \frac{F}{m} - \mu g$$

$$\frac{F}{m} = \frac{F}{m} (\cos \alpha + \mu \sin \alpha)$$

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

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



По 3СЭ:

$$K = \mu mg \cdot S$$

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

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

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!

N4
1) Процесс 3-1:

$$Q_{31} = C_{31} \cdot \nu \cdot (T_3 - T_1) = 2R \cdot \nu \cdot (-3)T_1 = -6 \nu RT_1$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu RT_1 - \frac{3}{2} \nu RT_3 = \frac{3}{2} \nu R \cdot (-3)T_1 = -\frac{9}{2} \nu RT_1 = -4,5 \nu RT_1$$

$$A = Q_{31} - \Delta U_{31} = -6 \nu RT_1 + 4,5 \nu RT_1 = -1,5 \nu RT_1 = -1,5 \cdot 200 \cdot 8,31 =$$

$$= -3 \cdot 831 = -2493 \text{ Дж} \quad A_{31 \text{ вы}} = -A_{31} = 2493 \text{ Дж}$$

2) $p_3 V_3 = \nu RT_3 = 4 \nu RT_1 = 4 p_1 V_1$
 $p_2 V_2 = \nu RT_2 = 8 \nu RT_1 = 8 p_1 V_1$

Процесс 1-2:

$$Q_{12} = C_{12} \cdot \nu \cdot (T_2 - T_1) = 1,5 \nu R \cdot 7T_1 = 10,5 \nu RT_1$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu RT_2 - \frac{3}{2} \nu RT_1 = \frac{3}{2} \nu R \cdot 7T_1 = 10,5 \nu RT_1$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} \Rightarrow A_{12} = 0 \Rightarrow \text{1-2 - изохорный процесс}$$

Так как $V_1 = V_2 \Rightarrow p_2 = 8 p_1$. Координаты точки 2: $(8; 1)$
 (в коор. p_1, V_1)

Процесс 2-3:

$$Q_{23} = C_{23} \cdot \nu \cdot (T_3 - T_2) = 0,5 \nu R \cdot 4T_1 = 2 \nu RT_1$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu RT_3 - \frac{3}{2} \nu RT_2 = \frac{3}{2} \nu R (4-8)T_1 = -6 \nu RT_1$$

$$A_{23} = Q_{23} - \Delta U_{23} = -2 \nu RT_1 + 6 \nu RT_1 = 4 \nu RT_1 = 4 p_1 V_1$$

$$A_y = A_{12} + A_{23} + A_{31} = 0 + 4 \nu RT_1 - 1,5 \nu RT_1 = 2,5 \nu RT_1$$

$$= 5 \cdot 831 = 4155 \text{ Дж}$$

$$Q_y = Q_{12} + Q_{23} + Q_{31} = (10,5 - 2 - 6) \nu RT_1 = 2,5 \nu RT_1$$

$$Q_y = Q_{12} = 10,5 \nu RT_1$$

$$\eta = \frac{A_y}{Q_y} = \frac{2,5}{10,5} = \frac{5}{21}$$

3) $Q_{23} = C_{23} \cdot \nu \cdot (T_3 - T_2) = 0,5 \nu R \cdot 4T_1 = 2 \nu RT_1$
 $\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu RT_3 - \frac{3}{2} \nu RT_2 = \frac{3}{2} \nu R (4-8)T_1 = -6 \nu RT_1$
 $A_{23} = Q_{23} - \Delta U_{23} = 2 \nu RT_1 + 6 \nu RT_1 = 8 \nu RT_1$

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!

№4 (упрощенное)

$$A_{23} = \int_{v_2}^{v_3} p(v) dv = 4p_1 v_1$$

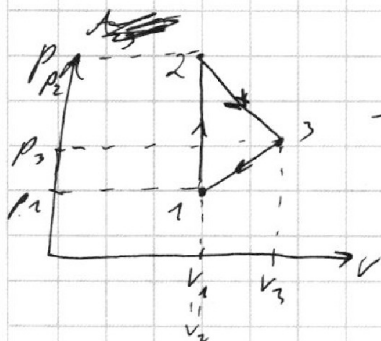
~~Для $p(v)$ не существует графика, что противоречит условию задачи.~~

$$p(v) = kv + b$$

$$4p_1 v_1 = \int_{v_2}^{v_3} (kv + b) dv = \frac{k(v_3^2 - v_2^2)}{2} + b(v_3 - v_2)$$

$$4(kv_1 + b)v_1 = (v_3 - v_2) \cdot \left(\frac{k(v_3 + v_2)}{2} + b \right)$$

Получим все линии на графике давления, тогда:



- при наклонной виду графика

$$A_{23} = p_3 \cdot (v_3 - v_1) + \frac{(p_2 - p_3)(v_3 - v_1)}{2} = 4p_1 v_1$$

$$p_2 = \frac{8p_1 v_1}{v_1} = 8p_1$$

$$p_3 = \frac{4p_1 v_1}{v_3}$$

$$4p_1 v_1 = \frac{4p_1 v_1}{v_3} \cdot (v_3 - v_1) + \frac{(8p_1 - \frac{4p_1 v_1}{v_3})(v_3 - v_1)}{2}$$

$$4p_1 v_1 = 4p_1 v_1 - \frac{4p_1 v_1^2}{v_3} + 4p_1 v_3 - 2p_1 v_1 - 4p_1 v_1 + \frac{2p_1 v_1^2}{v_3}$$

$$4p_1 v_3 - 6p_1 v_1 - \frac{2p_1 v_1^2}{v_3} = 0$$

$$4v_3 - 6v_1 - \frac{2v_1^2}{v_3} = 0 \quad | \cdot \frac{v_3}{2}$$

$$2v_3^2 - 3v_1 \cdot v_3 - v_1^2 = 0$$

$$2v_3^2 - 4v_1 v_3 + v_1 v_3 - 2v_1^2 = 0$$

$$(2v_3 + v_1)(v_3 - 2v_1) = 0$$

$$v_3 = -\frac{v_1}{2} \text{ - не подходит}$$

$$v_3 = 2v_1 \Rightarrow p_3 = \frac{4p_1 v_1}{v_3} = 2p_1$$

Получим точку 3
на графике
(2, 2) в координатах $(\frac{v_1}{v_1}, \frac{p_1}{p_1})$

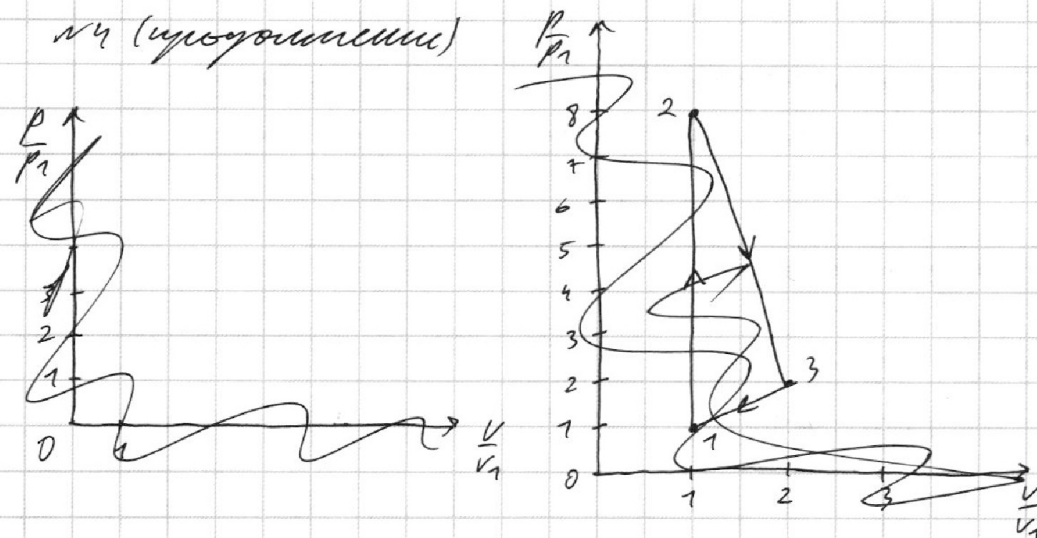
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$2v_4^2 + 4$$

$$2v_3^2 - 3v_1 \cdot v_3 - v_1^2 = 0$$

$$8 = 9v_1^2 + 8v_1^2 = 17v_1^2$$

$$v_3 = \frac{3v_1 \pm \sqrt{17}v_1}{2}$$

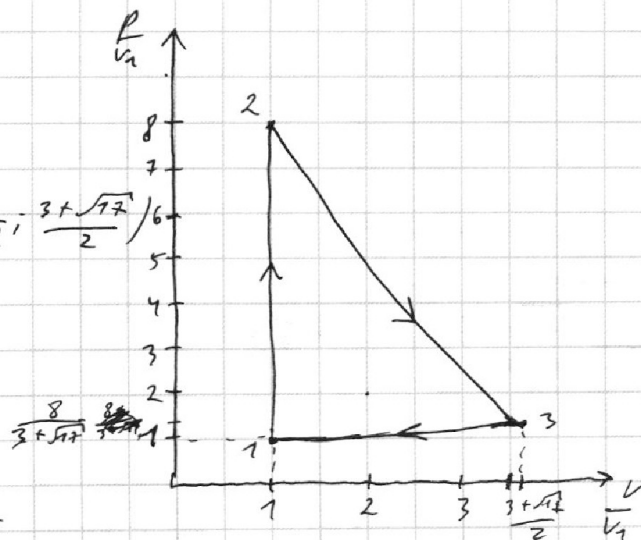
$$v_3 = \frac{3v_1 + \sqrt{17}v_1}{2} \text{ (если } - \text{, то } v_3 < 0 \text{, не подходит)}$$

$$v_3 = \frac{3 + \sqrt{17}}{2} v_1$$

$$p_3 = \frac{4p_1 v_1}{v_3} = \frac{8p_1}{3 + \sqrt{17}}$$

Подставляем в координаты.

$$(p_1, v_1) \text{ имеет координаты } \left(\frac{8}{3 + \sqrt{17}}, \frac{3 + \sqrt{17}}{2} \right)$$



Ответ: 1) 2.473 atm ; 2) $\frac{5}{21}$.

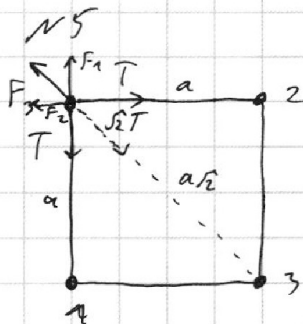
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



F_1, F_2 и F_3 — силы взаимодействия с зарядами 1, 2 и 3 соответственно.

$$1) F_1 = F_2 = \frac{|q|^2}{4\pi\epsilon_0 a^2}$$

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 =$$

$$\sqrt{2} T = F_3 + \sqrt{2} F_1 = \frac{|q|^2}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{2} a^2} + \frac{\sqrt{2} |q|^2}{4\pi\epsilon_0 a^2} =$$

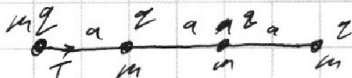
$$= \frac{|q|^2}{4\pi\epsilon_0 a^2} \left(\frac{1}{\sqrt{2}} + \sqrt{2} \right)$$

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \frac{4\sqrt{2}\pi\epsilon_0 a^2 T}{\frac{1}{\sqrt{2}} + \sqrt{2}}$$

$$|q| = \sqrt{\frac{4\sqrt{2}}{\frac{1}{\sqrt{2}} + \sqrt{2}} \cdot \pi\epsilon_0 a^2 T}$$

$$|q| = 2a \sqrt{\frac{\sqrt{2}}{\frac{1}{\sqrt{2}} + \sqrt{2}} \pi\epsilon_0 T}$$

2) ~~Найти силу взаимодействия между зарядами~~
Первые четыре шарика будут фиксированы по отношению друг к другу, т.е.:



$$F_{max} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a^2} \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{4} + \frac{1}{9} \right) = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a^2} \cdot \frac{49}{36} - T$$

$$\frac{v^2}{a} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a^2 m} \cdot \frac{49}{36} - \frac{T}{m}$$

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \frac{49q^2}{72\pi\epsilon_0 a^2}$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{49q^2}{288\pi\epsilon_0} - \frac{T}{2} \quad \text{— кин. Е. Вернессо "матрица"}$$

$$\text{ответ: } 1) 2a \sqrt{\frac{\sqrt{2}}{\frac{1}{\sqrt{2}} + \sqrt{2}} \pi\epsilon_0 T}; 2) \frac{49q^2}{288\pi\epsilon_0} - \frac{T}{2}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

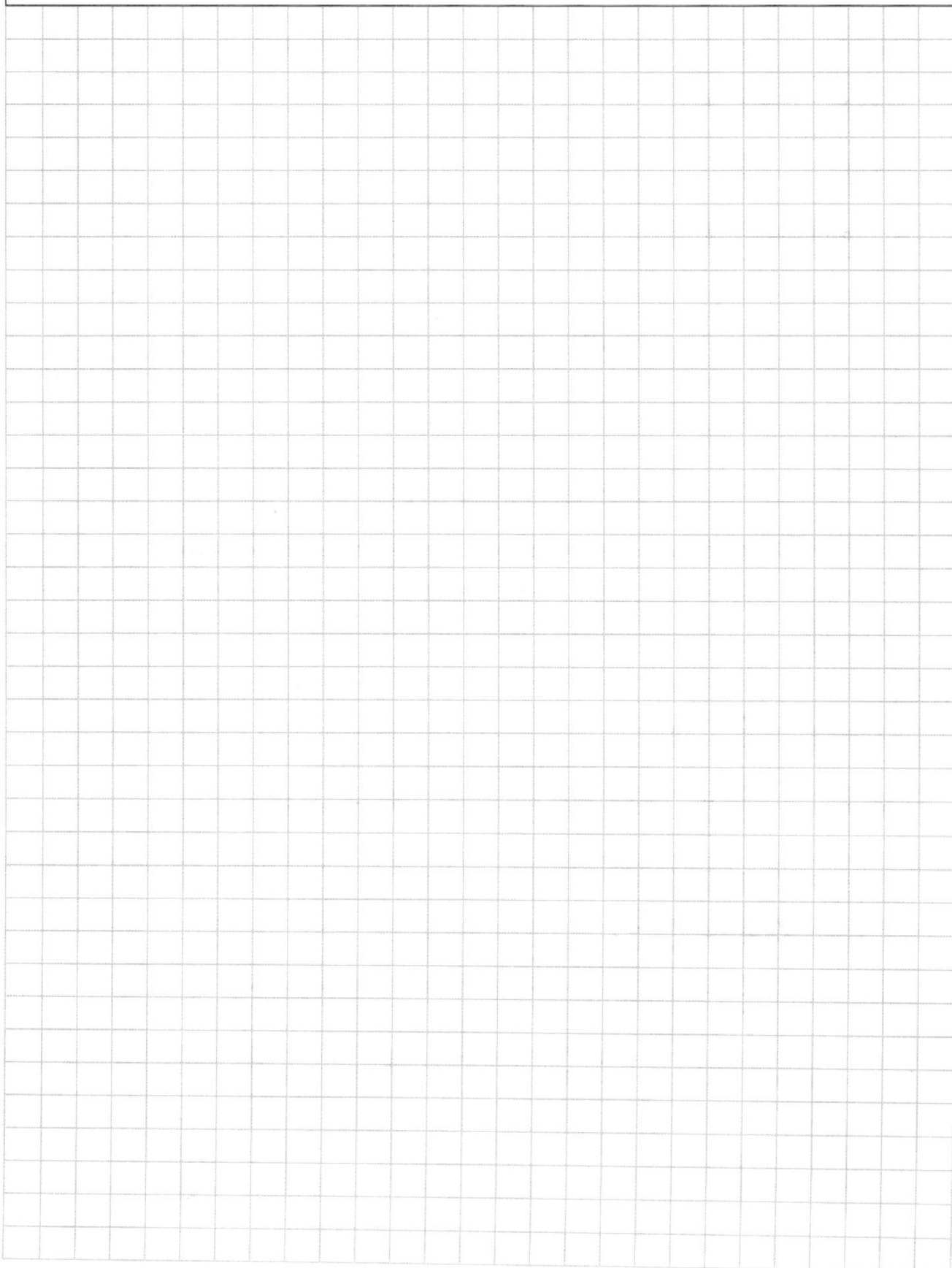
5
☐

6
☐

7
☐

 **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:

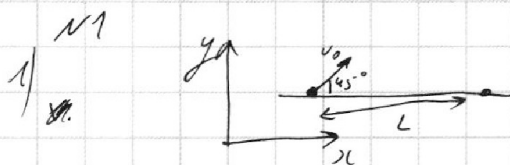
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ



$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

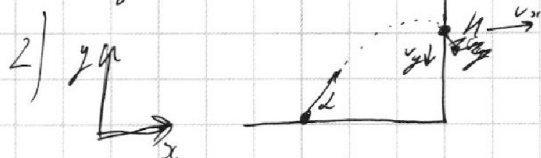


$$v_{0x} = v_{0y} = \frac{v_0}{\sqrt{2}}$$

$$t = \frac{2v_{0y}}{g}$$

$$L = v_{0x} \cdot t = \frac{2v_{0x} \cdot v_{0y}}{g} = \frac{2 \cdot \frac{v_0^2}{2}}{g} = \frac{v_0^2}{g}$$

$$v_0 = \sqrt{gL} = \sqrt{200} = 10\sqrt{2} \frac{m}{s}$$



$$\frac{mv_0^2 \sin^2 \alpha}{2} = mgh + \frac{mv_y^2}{2}$$

$$v_0 \cos \alpha \cdot \frac{v_0 \sin \alpha + v_y}{g} = S$$

$$v_0^2 \sin^2 \alpha = 2gh + v_y^2$$

$$v_0^2 \sin^2 \alpha = 2gh + v_y^2$$

$$v_y = \frac{2gh}{v_0 \cos \alpha} - v_0 \sin \alpha$$

$$v_y^2 = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha - v_y^2}{2g}$$

$$10 \cdot k \cdot 11 \cdot \text{мкс}, \text{ где } v_y = 0$$

$$v_y = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$3,6 = \frac{200}{20} \sin^2 \alpha$$

$$\sin^2 \alpha = 0,36$$

$$\sin \alpha = 0,6$$

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

$$t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{10\sqrt{2} \cdot 0,6}{10} = 0,6\sqrt{2}$$

$$S = t \cdot v_0 \cos \alpha = 0,6\sqrt{2} \cdot 10\sqrt{2} \cdot 0,8 = 12 \cdot 0,8 = 9,6 \text{ м}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

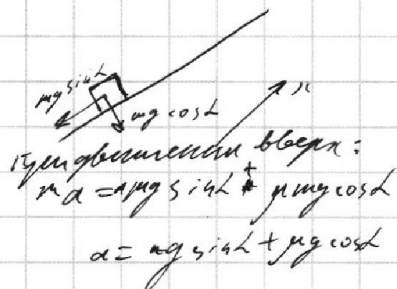
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

12

1) $\cos L = 0,8$



$$ma = mg \sin L + \mu mg \cos L$$

$$a = 10 \cdot 0,6 + 0,5 \cdot 10 \cdot 0,8 = 4,6 + 4 = 8,6 \frac{m}{c^2}$$

$T > \frac{v_0}{a} = 0,6 \Rightarrow$ ~~коробка не успевает остановить движение~~ $\Rightarrow$ коробка ещё будет двигаться (или остановится)

$$t_n = \frac{v_0}{a} = 0,6$$

$$S_n = v_0 \cdot t_n - \frac{a t_n^2}{2} = 6 \cdot 0,6 - \frac{8,6 \cdot 0,6^2}{2} = 3,6 - 1,548 = 2,052 m$$

При движении вниз:

$$\mu mg \cos L < mg \sin L$$

$$0,5 \cdot 0,8 < 0,6$$

$$0,4 < 0,6$$

$\Rightarrow$ коробка будет скользить вниз

$$a' = g \sin L - \mu g \cos L = 10 \cdot 0,6 - 0,5 \cdot 10 \cdot 0,8 = 6 - 4 = 2 \frac{m}{c^2}$$

$$t_c = T - t_n = 1 - 0,6 = 0,4$$

$$S_c = \frac{a' t_c^2}{2} = \frac{2 \cdot 0,4^2}{2} = 0,16 m$$

$$S = S_n + S_c = 2,052 + 0,16 = 2,212 m$$

2) В СО ледяной:

$$v_0' = v_0 - u = 5 \frac{m}{c}$$

~~$a = 10$~~

при подъёме $a = 10 \frac{m}{c^2}$, при спуске $a' = 2 \frac{m}{c^2}$

В ~~мгн. до~~ ЛСО $u = 1 \frac{m}{c} \Rightarrow$ в СО ледяной $v = 0$ или $v = 2 \frac{m}{c}$ (поиск. вниз)

Для $v = 0$:

$$T_1 = \frac{v_0'}{a} = \frac{5}{10} = 0,5 c$$

Для $v = 2 \frac{m}{c}$ (вниз):

$$T_1 = \frac{v_0'}{a} + \frac{v}{a'} = \frac{5}{10} + \frac{2}{2} = 1,5 c$$

3) В ЛСО скорости 0 и в СО ледяной $v' = 1 \frac{m}{c}$ (поиск. вниз)

$$t_n' = \frac{v_0'}{a} = 0,5 c$$

$$S_n' = v_0' t_n' - \frac{a t_n'^2}{2} = 5 \cdot 0,5 - \frac{10 \cdot 0,5^2}{2} = 2,5 - 1,25 = 1,25 m$$

$$t_c' = \frac{v'}{a'} = \frac{1}{2} = 0,5 c$$

$$S_c' = \frac{a' t_c'^2}{2} = \frac{2 \cdot 0,5^2}{2} = 0,25 m$$

$$S' = S_n' - S_c' = 1,25 - 0,25 = 1 m$$

$$L = S' + u \cdot (t_n' + t_c') = 1 + 1 \cdot 1 = 2 m$$