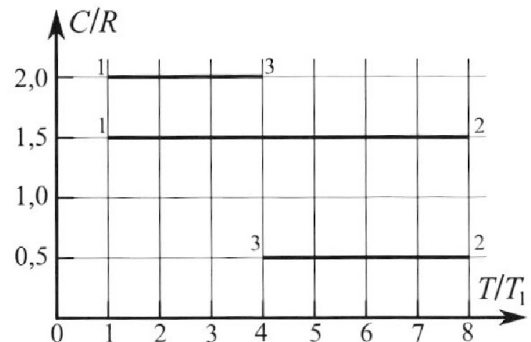


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

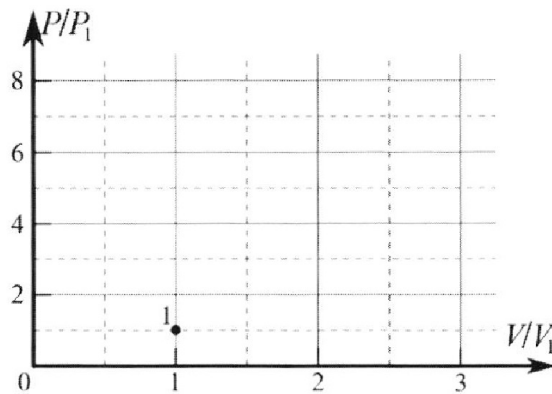
Вариант 10-02

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).

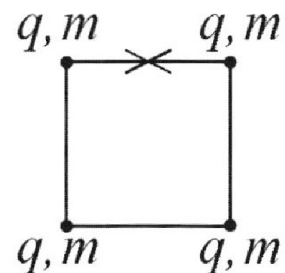


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует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

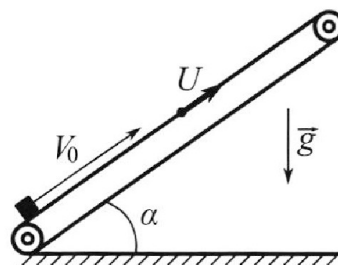
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

Ускорение с вободного 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

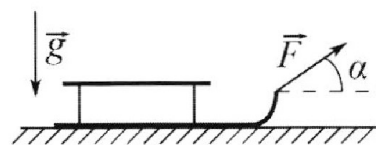
$U = 1$ м/с?

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.

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!

ЧИСЛОВИК

№1

Дано:

$$\alpha = 45^\circ;$$

$$L = 20 \text{ м}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$H = 3,6 \text{ м}$$

$$P_{\text{ср}} = 0,7$$

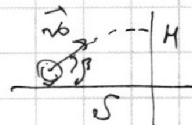
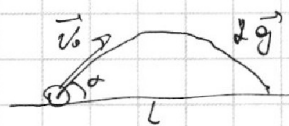
$$1) V_0 = ?$$

$$2) S = ?$$

$$1) t_{\text{полета}} = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g}$$

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

$$V_0 = \sqrt{\frac{gL}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{200}{\sin 90^\circ}} = 10\sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 14 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



$$2) t_{\text{выс}} = \frac{V_0 \sin \beta}{g}$$

$$h_{\text{max}} = \frac{V_0^2 \sin^2 \beta}{2g}$$

$$S = \frac{S_x}{2} = \frac{V_0^2 \sin 2\beta}{2g} = \frac{h_{\text{max}}}{\sin^2 \beta} \sin 2\beta$$

$$\max(y(t)) = V_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2} = H$$

$$x(t) = V_0 \cos \beta t = S$$

$$y(t) = V_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2} = H$$

$$V_0 \sin \beta \times \frac{S}{V_0 \cos \beta} - \frac{g}{2} \left(\frac{S}{V_0 \cos \beta} \right)^2 = H \Rightarrow \tan \beta S - \frac{g}{2} \left(\frac{S}{V_0 \cos \beta} \right)^2 = H$$

$$\Rightarrow S_{\text{max}} = \frac{-\tan \beta}{-\frac{g}{2} \times \frac{1}{V_0^2 \cos^2 \beta}} = \frac{\tan \beta \times V_0^2 \cos^2 \beta}{g} = \frac{V_0^2 \sin \beta \cos \beta}{g}$$

$$\Rightarrow \frac{V_0^2}{g} \times \sin^2 \beta - \frac{1}{2g} \times V_0^2 \sin^2 \beta = \frac{V_0^2 \sin^2 \beta}{2g} = H \Rightarrow \sin^2 \beta = \frac{2gH}{V_0^2} \Rightarrow$$

$$S = \frac{V_0^2 \sin \beta \cos \beta}{g} = \frac{200 \times 0,6 \times 0,8}{10} = 9,6 \text{ м}$$

$$\Rightarrow \sin \beta = \sqrt{\frac{2gH}{V_0^2}} = \sqrt{\frac{20 \times 3,6}{200}} = 0,6$$

$$\Rightarrow \cos \beta = 0,8$$

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!

ЧИСЛОВИК

№2

Дано:

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

$$v_0 = 6 \frac{m}{c}$$

$$\mu = 0,5$$

$$T = 1 c$$

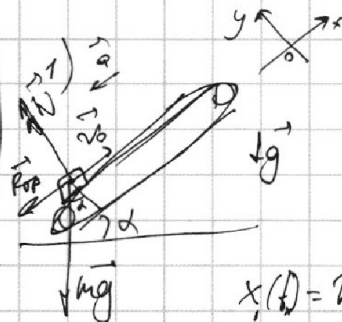
$$u = 1 \frac{m}{c}$$

$$g = 10 \frac{m}{c^2}$$

$$1) S = ?$$

$$2) v_1 = ?$$

$$3) L = ?$$



$$Oy: N - mg \cos \alpha = 0$$

$$Ox: mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = ma$$

$$a = g(\sin \alpha + \cos \alpha \mu) = 10(0,6 + 0,8 \cdot 0,5) = 10 \left(\frac{5}{6} \right) = \frac{25}{3}$$

$$x_1(t) = v_0 t - \frac{a_1 t^2}{2}$$

$$v_0 - a t_x = 0 \quad t_x = \frac{v_0}{a} = 0,6$$

$$x_1 = \frac{v_0^2}{a} - \frac{a v_0^2}{2 a^2} = \frac{v_0^2}{2 a} = \frac{6^2}{2 \cdot \frac{25}{3}} = 1,8 (m)$$

$$x_2(t) = x_1(T - t_x) = \frac{a_2 (T - t_x)^2}{2}$$

$$= \frac{2(1-0,6)^2}{2} = 0,16 (m)$$

$$-mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = -ma_2$$

$$a_2 = g(\cos \alpha \mu - \sin \alpha) = 10(0,8 \cdot 0,5 - 0,6) = 2 \left(\frac{m}{c^2} \right)$$

$$S = x_1 + x_2 = 0,16 + 1,8 = 1,96 (m)$$

* x_1 - путь до остановки тела

x_2 - путь после обр. тела

t_0 - время до обр. тела

уск. равноускоренного по модулю
вектора скорости заданного

2) Рассмотрим движение корабля обр. цели, тогда

$$v_k = v_0 - u$$

$$v_k - a_2 T_1 = 0 \quad T_1 = \frac{v_k}{a_2} = \frac{v_0 - u}{a} = \frac{6 - 1}{10} = 0,5 (c)$$

3) Из (1) возьмем: $a = g$ до $v_k = 1 \left(\frac{m}{c} \right)$; a_2 - после $v_k = 1 \frac{m}{c}$.

$$L = u t_0 + x_1(t_0) - x_2(t_0 - t_0)$$

$$t_0 = \frac{v_0 - u}{a}$$

$$t_0 - t_0 = \frac{0 + 1 \frac{m}{c}}{a_2}$$

$$x_1(t_0) = \frac{(v_0 - u)^2 - u^2}{2a}$$

$$x_2(t_0) = \frac{u^2}{2a_2}$$

$$L = u \left(\frac{v_0 - u}{a} + \frac{u}{a_2} \right) + \frac{v_0^2 - 2u v_0}{2a} + \frac{u^2}{2a_2} = \frac{5}{10} + \frac{1}{2} + 6 \frac{6-2}{2 \cdot 10} + \frac{1}{4} = 1 + 1,2 - 0,5 = 1,95 (m)$$

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!

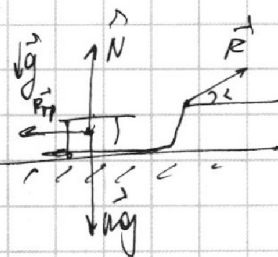
числовых

№3)

Дано:
 K, α, g, μ

1) $\mu = ?$

2) $S = ?$



$$1) K = F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha)$$

$$K = FL - \mu mg$$

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

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

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

$$2) K - mg \mu S = 0$$

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

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!

Дано, УСЛОВИЯ

$T = 1 \text{ моль}$
 $i = 3$

$T_1 = 200 \text{ К}$

$C_p = \left(\frac{f}{2} + 1\right)R = 2,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

1) A_{31} ?

2) η ?

3) $\frac{P_3}{P_1} \left(\frac{V_3}{V_1}\right)^{\gamma}$?

1 - 2

$$T_2 = 8T_1$$

$$C_{12} = 1,5R = C_V = \frac{i}{2}R \Rightarrow V = \text{const} \Rightarrow A_{12} = 0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{i}{2}DR\Delta T_{12}$$

$$\Delta PV = DR\Delta T \Rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = \frac{2R}{V} \cdot \text{const} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1} = 8$$

2 - 3

$$V_3 = \frac{1}{2}V_2 = 4V_1$$

$$C_{23} = 0,5R$$

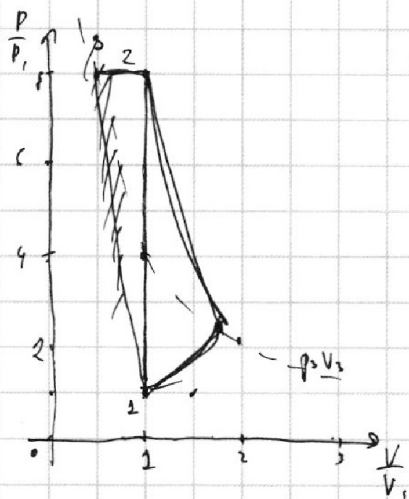
$$\Delta U_{23} = \frac{i}{2}DR\Delta T_{23}$$

$$P_3V_3 = P_1V_1 \Rightarrow 4P_1V_1 = P_3V_3 \Rightarrow P_3 = \frac{1}{4}P_1$$

3 - 1

$$T_3 = T_1, C_{31} = 2R$$

$$\Delta U_{31} = \frac{i}{2}DR\Delta T_{31}$$



$$Q_{12} = C_{12} \Delta T = \Delta U_{12} = \frac{3}{2}DR\Delta T_1 = \frac{21}{2}RT_1$$

$$Q_{23} = C_{23}(T_3 - T_2) = -0,5R \cdot 0,5T_2 = A_{23} + \Delta U_{23}$$

$$-\frac{1}{4}RT_2 = A_{23} + 1,5R \cdot \frac{1}{2}T_2$$

$$A_{23} = R \cdot 8T_1 \cdot 0,5 = 4RT_1$$

$$Q_{31} = C_{31}(T_1 - T_3) = 2R(-3T_1) = \Delta U_{31} + A_{31}$$

$$-6RT_1 = \frac{3}{2}R(-3T_1) + A_{31}$$

$$A_{31} = -1,5RT_1$$

Работа тепловых машин определяется по знаку работы газа в цикле, т.е. в цикле $A_{31} = 1,5RT_1 = 1,5 \cdot 8,31 \cdot 200 = 2493 \text{ (Дж)}$

$$\eta = \frac{A_{31}}{Q_{12}} = \frac{1,5RT_1}{\frac{21}{2}RT_1} = \frac{3}{21} \approx 14\%$$

$$A_{23} = 4RT_1, P_3V_3 = 4RT_1$$

$$P_3V_3 = 4RT_1$$

$$A_{31} = -1,5RT_1$$

$$S_{\Delta} = 2,5RT_1 = 2,5P_1V_1 = \frac{1}{2} \times 4P_1 \times (V_3 - V_1)$$

$$V_1 \frac{2,5}{3,5} = V_3 - V_1$$

$$V_1 \frac{5}{7} = V_3 - V_1$$

$$V_3 = \frac{12}{7}V_1 \Rightarrow$$

$$P_3 = \frac{4P_1V_1}{\frac{12}{7}V_1} = \frac{7}{3}P_1$$

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!

№5) Числовик

Дано:
 $q, V;$
 ϵ_0
 1) $|q| = ?$
 2) $k = ?$
 3) $d = ?$

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

$$F_{k1} = k \frac{q^2}{a^2}$$

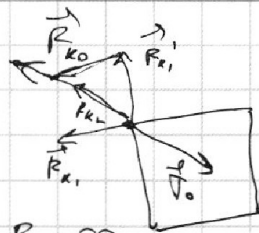
$$F_{k2} = k \frac{q^2}{2a^2}$$

$$F_k = k \frac{|q||q_1|}{r^2}$$

$$\vec{F}_{k0} = \vec{F}_{k2} + \vec{F}_{k1} + \vec{F}_{k1}'$$

$$F_{k0} = F_{k2} + \sqrt{2} F_{k1} = F_{k2} + \sqrt{2} F_{k1}$$

$$V_0 = \sqrt{2} V$$



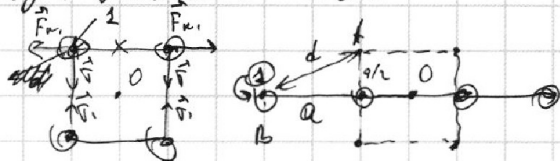
$$V_0 = F_{k0} \Rightarrow$$

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

$$\Rightarrow |q| = a \sqrt{\frac{2\sqrt{2} V}{k + 2\sqrt{2} k}} = a \sqrt{\frac{2\sqrt{2} V \cdot 4\pi\epsilon_0}{1 + 2\sqrt{2}}}$$

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

3) На систему не действуют внешние силы, $\Rightarrow$ положение центра масс системы меняется не должно (или оми. «).



$$d = \sqrt{a^2 + \frac{a^2}{4}} = \frac{\sqrt{5}}{2} a$$

2) Положение шариков будет пренебрежимо как маятник $\Rightarrow$

$$\Rightarrow F_{k1} = K_1 \Rightarrow K_1 = \frac{F_{k1} \times a}{ka^2} = \frac{kq^2 a}{ka^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times a \times \frac{2\sqrt{2} V \cdot 4\pi\epsilon_0}{1 + 2\sqrt{2}} \Rightarrow$$

$$= \frac{2a\sqrt{2}V}{(1+2\sqrt{2})}$$

Решение

$$F_2 = F_2' \cdot K_1 \Rightarrow K_1 = F_2 - F_2' = F_{k1} a - F_{k1}' \cdot 3a = \frac{8}{9} F_{k1} \cdot a$$

$$K_1 + A_{AB} = 0 \Rightarrow K_1 = -A_{AB} = -(F_{k1} g - F_{k1}' g) = k \frac{q}{9a^2} g - k \frac{q}{a^2} g =$$

$$= \frac{8}{9} k \frac{q^2}{a^2} = \frac{8}{9} F_{k1} = \frac{8}{9} \times \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q^2}{a^2} ; g^2 \text{ (пони)}$$



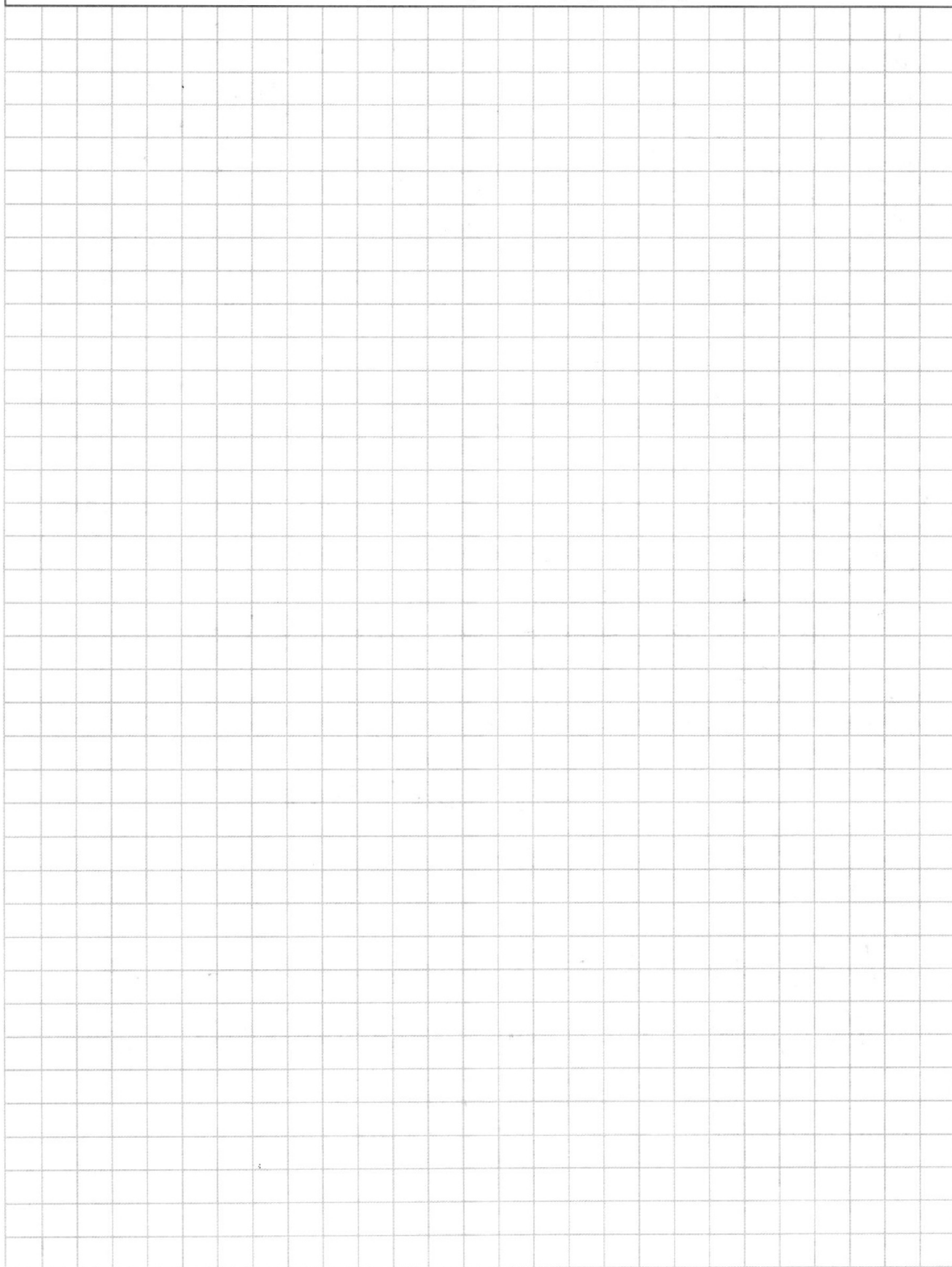
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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!



Черновик

$$F_{k1} = k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2} = k \frac{q^2}{a^2}$$

$$F_{k2} = k \frac{q^2}{2a^2}$$

$$F = E \cdot q = E \cdot q \cdot \frac{\Delta r}{2}$$

$$\frac{1,9 \times 10^{-5}}{6}$$

$$-0,5 \times 8 = -4$$

~~as~~

$$\frac{m v_0^2}{2} = k$$

$$mg \mu = \mu =$$

$$A_{23} = \frac{8 + \frac{1}{3}}{2} \times \frac{5}{2} =$$

$$= \frac{24 + 2}{6} \times \frac{5}{2} =$$

$$= \frac{31 \times 5}{6 \times 2} =$$

$$S = \frac{2 q \mu}{\sin \alpha}$$

$$\begin{aligned} P_2 V_2 &= 2 P_3 V_1 \\ 8 P_1 V_1 &= 2 P_3 V_3 \end{aligned}$$

$$0,5 V_1 \times 8 P_1 = 4 P_3 V_1$$

$$2,5 = \frac{2}{3} \times \frac{1}{2} \times 7$$

$$\begin{aligned} 1,5 &= \frac{8 + 1,5}{2} \times \frac{5}{2} = 8 P_1 \\ &= \frac{10}{6} \times \frac{5}{2} = (P_3 - P_1)(V_3 - V_1) = 4 P_1 V_1 \end{aligned}$$

$$P_{k1} = m a$$

$$A_{23} = 4 P_1$$

$$P_3 V_3 = 4 P_1$$

$$P_3 V_3 = 8$$

$$a F_0 = k$$

$$\begin{aligned} P_3 V_3 &= 4 \\ \frac{8}{3} &= \frac{1}{3} \times \frac{5}{2} \end{aligned}$$

$$P_2 V_2 = 8 \times P_1$$

$$\Delta U = -$$

$$-1,5 P_1 V_1$$

$$9 \times 0,5$$

$$\frac{1}{2} \pm \frac{1}{4} \times 2 = \frac{1}{2} \pm \frac{1}{2} \times 2 =$$

$$2,5 P_1 = 8 = \frac{1}{2} \times 8 \times X$$

$$\frac{2,5}{4} = X$$

$$\frac{5}{8} = X$$

$$0,25 \times 5 =$$

$$0,625 = V_3 - V_1$$

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

$$\left(\frac{8 + P_3}{2} \right) (V_3 - 1) = V_3 P_3$$

$$-P_3 + 8 V_3 = 8$$

$$8 V_3 - P_3 = 8$$

$$P_3 (8 - 0(P_3 - 1))$$



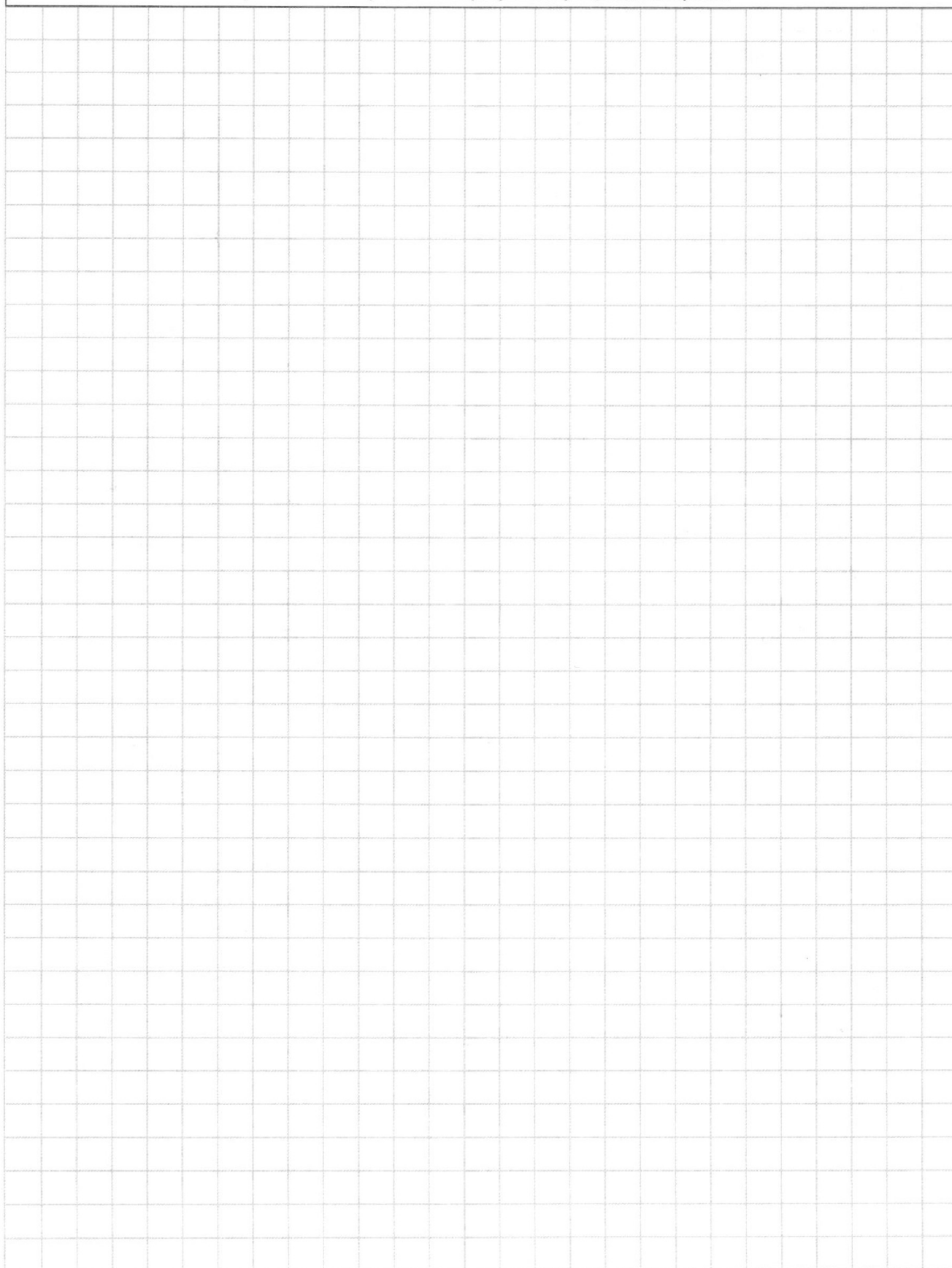
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

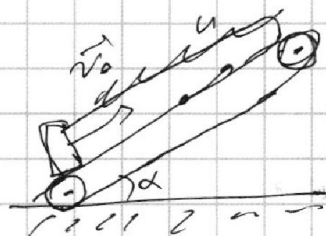
МФТИ

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



Черновик

$$\frac{\partial^2 \lambda}{\partial x^2}$$



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

$$0.4 \neq 0.5 \neq 0.5$$

$$0.4 = 0.5$$

$$\mu a = \mu g \mu$$

$$a = g \mu$$

$$\eta = \frac{2.5 R \mu}{2.1 R \mu} = \frac{5}{21} R \mu$$

$$L = U t_x + X_1(t_{x1}) + X_2(t_{x2})$$

$$b = \frac{u}{a_2} + \frac{v_0 - u}{a}$$

$$\Delta U = \frac{1}{2} \Delta Q \Delta T$$

$$-0.5 \times 4 = -2$$

$$2.2 - 0.25$$

$$0.5 R (-4V) = -\frac{3}{2} R 4V \frac{C}{R} (V)$$

$$4VR$$

$$\eta = \frac{3}{2} \times 4 = -6$$

$$1.5 R \cdot 2V = \frac{1.5 R \cdot 4V}{1-2}$$

$$T_2 = 8V, = 1600$$

$$C_{12} = 1.5 R$$

$$Q = C \Delta T = C \Delta T$$

$$0.5 R (-4V) = \frac{1}{2} R \Delta T$$

$$T_3 = \frac{1}{2} V_2 = 800$$

$$\Delta Q_{12} = C (T_2 - T_1)$$

$$8 R \times 4V = A_2$$

$$A_{23} = 4 R V$$

$$C_{23} = 0.5 R$$

$$C_{31} = 2 R$$

$$V_3 = V_1 = 200$$

$$\frac{80}{1.5} = \frac{A}{Q}$$

$$\eta = \frac{Q_{out} - Q_{in}}{Q_{out}}$$

$$\frac{P}{V}, \eta$$

$$-2 R \cdot 3V = \frac{3}{2} R 3V$$

$$-0.5 R \cdot 3V = A_{11}$$

$$-1.5 R V = A_{21}$$

$$4.5 \times 7 - 80.5 \times 4 - 2 \times 3$$

$$6.5 \times 2$$

$$\eta R = \frac{P V}{T}$$

$$P_3 V_3 \Delta T_3 = R 4V_1$$

$$2 \frac{19.5 - 2 - 6}{12.5} \frac{2.5}{12.5}$$

$$\forall T, C = \Delta Q = \Delta U + \Delta A =$$

$$2.5 P_1 V_1$$

$$2 \frac{2.5}{13} = \frac{5}{13}$$

$$\eta = \frac{Q_{in} - Q_{out}}{Q_{in}} = 1 - \frac{Q_{out}}{Q_{in}}$$

$$K = F \cos \alpha L - \mu L (mg \sin \alpha - F \sin \alpha)$$

$$K = FL - \mu L mg$$

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

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

$$A_{23} = P_3 V_3 = 1.5 P_1 V_1$$

$$A_{32} = -1.5 P_1 V_1$$

$$A = 2.5 P_1 V_1 = \frac{(V_3 - V_1)}{2} \mu P_1 V_1$$

$$S V_1 = \frac{1}{2} (V_3 - V_1) \mu P_1 V_1$$

$$V_3 = \frac{1}{2} V_1 + \frac{1}{2} V_1$$

$$= 1 -$$