



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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



1. Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за $T = 2$ с.

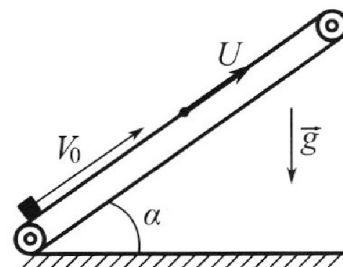
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

2) Теннисист посылает мяч с начальной скоростью V_0 под различными углами к горизонту в направлении высокой вертикальной стенки, находящейся на расстоянии $S = 20$ м от места броска. На какой максимальной высоте мяч ударяется о стенку?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым. Все высоты отсчитываются от точки старта.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,8$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 4$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = \frac{1}{3}$. Движение коробки прямолинейное.



1) За какое время T после старта коробка пройдет в первом опыте путь $S = 1$ м?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 2$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 4$ м/с.

2) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 2$ м/с?

3) На какой высоте H , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? 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 скорости V_0 за одинаковое время.

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 скорости V_0 действие внешней силы прекращается.

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

2) Через какое время T после прекращения действия силы санки остановятся? Ускорение свободного падения g .

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

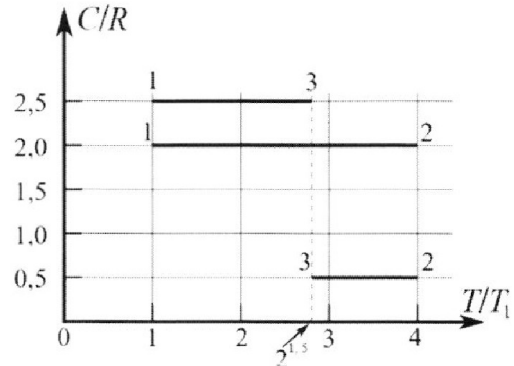


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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

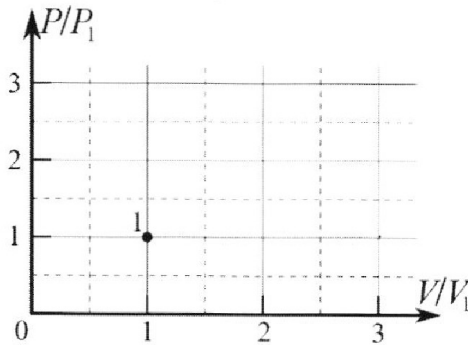
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1 $T_1 = 400$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).



1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.

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.



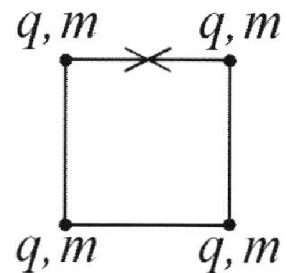
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

1) Найдите силу T натяжения нитей.

Одну нить пережигают.

2) Найдите скорость V 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)?



Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.

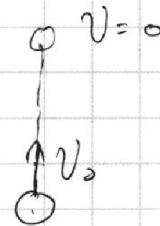
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

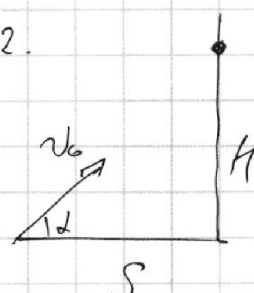
1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

1) 1.  На максимальной высоте скорость
коротка равна 0, поэтому $v_0 = gT =$
 $= 10 \text{ м/с}^2 \cdot 2 \text{ с} = 20 \text{ м/с}$

Ответ: $v_0 = 20 \text{ м/с}$

2.  Введём угол α - угол под которым к
горизонту кидается мячик.
 t - время до соприкосновения
 H - высота.

$$\begin{cases} v_0 \cos(\alpha) t = S & \Rightarrow t = \frac{S}{v_0 \cos(\alpha)} \\ v_0 \sin(\alpha) t - \frac{g t^2}{2} = H \end{cases}$$

$$\frac{v_0 \sin(\alpha) S}{v_0 \cos(\alpha)} - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2(\alpha)} = H$$

H - максимизация, поэтому $H' = 0$

$$H' = \left(t g(\alpha) S - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2(\alpha)} \right)' = 0$$

$$\left(t g(\alpha) S \right)' - \left(\frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2(\alpha)} \right)' = 0$$

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!

$$\Phi H' = 0 = \frac{1}{\cos(\alpha)^2} S - \frac{g S^2}{2 v_0^2} \cdot \frac{1}{\cos(\alpha)^2} \operatorname{tg}(\alpha) = 0$$

$$\frac{1}{\cos(\alpha)^2} S \left(1 - \frac{g S}{v_0^2} \operatorname{tg}(\alpha) \right) = 0$$

$$1 - \frac{g S}{v_0^2} \operatorname{tg}(\alpha) = 0$$

$$1 = \frac{g S}{v_0^2} \operatorname{tg}(\alpha)$$

$$\frac{v_0^2}{g S} = \operatorname{tg}(\alpha) \quad \text{— ~~формула~~ найдем для tg угла наклона траектории$$

фосаи, что для двух экстремальных случаев.

$$H = \operatorname{tg}(\alpha) S - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos(\alpha)^2}$$

$$\frac{1}{\cos(\alpha)^2} = 1 + \operatorname{tg}(\alpha)^2$$

$$H = \frac{v_0^2}{g S} \cdot S - \frac{g S^2}{2 v_0^2} \left(1 + \frac{v_0^2}{g S} \right) =$$

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

Все величины там даны, поэтому $H =$

$$H = \frac{v_0^2}{g} - \frac{g S^2}{2 v_0^2} - \frac{S}{2}$$

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!

$$H = \frac{(20 \text{ м/с})^2}{10 \text{ м/с}^2} - \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot (20 \text{ м})^2}{2 \cdot (20 \text{ м/с})^2} - \frac{20 \text{ м}}{2} =$$

$$= 40 \text{ м} - 5 \text{ м} - 10 \text{ м} = 25 \text{ м}$$

~~Итак = 25 м~~ Ответ: $H_{\text{max}} = 25 \text{ м}$.

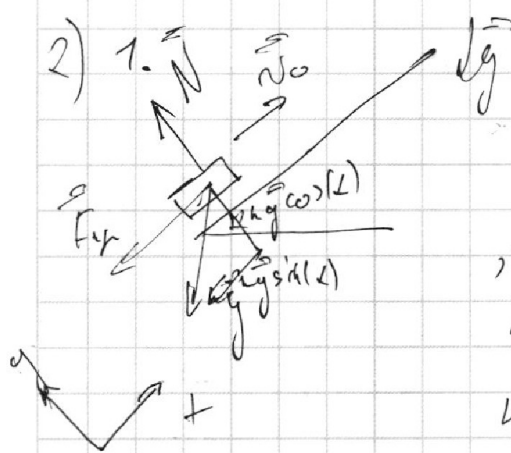
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



По 2.3 и 2.4 условия на ось
вертикальную равно $= 0$
~~иначе будет движение~~, а это
~~не может быть~~, т.к. тело ускорено
по оси y

$$\cos(\alpha) = \sqrt{1 - \sin^2(\alpha)} \quad \text{так } y = N - mg \cos(\alpha) = 0$$

$$= \sqrt{1 - \frac{64}{100}} \quad mg \cos(\alpha) = N$$

$$= \sqrt{\frac{36}{100}} = \frac{6}{10}$$

Или другим образом, что F_{fr} —

сила трения скольжения, равняется

$\mu N = F_{fr}$. и так как тело движется

тогда закон движения по оси x :

Возьмем 2.3. И на ось x

$$ma_x = -mg \sin(\alpha) - \mu mg \cos(\alpha)$$

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

Закон движения на ось x :

$$v_0 t - \frac{g(\sin(\alpha) + \mu \cos(\alpha)) t^2}{2} = S$$

$$\text{Получим сначала } a_x = -10 \text{ м/с}^2 \left(\frac{8}{10} + \frac{1}{3} \cdot \frac{6}{10} \right)$$

$$= -10 \text{ м/с}^2 \left(\frac{8}{10} + \frac{2}{10} \right) = -10 \text{ м/с}^2$$

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!

Проверим, не удовлетворяет ли основная дуга до
расчета $S = 1$ м

$$S = \frac{0^2 - v_0^2}{2a_k} = \frac{-16 \text{ м}^2/\text{с}^2}{-20 \text{ м}/\text{с}^2} = 0,8 \text{ м}$$

Значит дуга основная до того, как ~~дойдет~~^{уйдет}
туда 1 м.

Посчитаем, сколько он пробегает до вершины, зная,
что в вершине $v = 0$

$$v_0 + a_k t = 0 \quad \Rightarrow \quad t = \frac{4 \text{ м}/\text{с}}{10 \text{ м}/\text{с}^2} = 0,4 \text{ с}$$

Дальше дуга будет ехать вниз, потому что $F_{\text{тяг}} > F_{\text{тяг}}$
направлен в другую сторону

Получа выражение на ось x :

$$m a_x' = -mg \sin(\alpha) + \mu N \cos(\alpha)$$

$$a_x' = -g \left(\sin(\alpha) - \mu \cos(\alpha) \right) = -10 \text{ м}/\text{с}^2 \left(\frac{8}{10} - \frac{1}{3} \cdot \frac{8}{10} \right) =$$

$$= -10 \text{ м}/\text{с}^2 \left(\frac{6}{10} \right) = -6 \text{ м}/\text{с}^2$$

Запишем закон движения на ось x , зная, что $a_{\text{осн}} = 0$

Уравнение $1 \text{ м} - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$

$$\frac{a_k' t^2}{2} = -0,2 \text{ м} \Rightarrow \Rightarrow t = \sqrt{\frac{-0,2 \text{ м} \cdot 2}{-6 \text{ м}/\text{с}^2}} = \sqrt{\frac{0,4}{6}} = \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ с}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

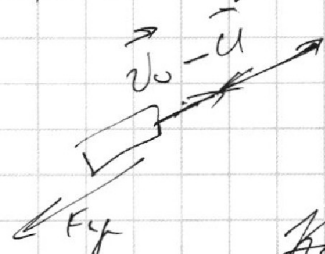
1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$a_{\text{центр}} T = 0,4 \text{ с} + \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ с}$$

2) Сила упруга направлена вдоль оси симметрии шара



так $v_0 > u$, но груз всё равно

движется вправо, сила упруга направлена влево-вниз

Когда скорость равна u , то скорость

равна нулю

Найдём время T за это, как же, как ранее ускорение
равнялось a_k

$$\text{Когда } v_0 - u = -a_k T \Rightarrow T_1 = \frac{v_0 - u}{-a_k} = \frac{4 \text{ м/с} - 2 \text{ м/с}}{-10 \text{ м/с}^2} =$$

$$0,2 \text{ с}$$

За это время в СО конвейера коридор пройдет!

$$(v_0 - u) T + \frac{a_k T^2}{2} = 2 \text{ м/с} \cdot 0,2 \text{ с} - \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot \frac{4}{100} \text{ с}^2}{2} =$$

$$= 0,4 \text{ м} - 0,2 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

За это время конвейер пройдет! $u \cdot T = 2 \text{ м/с} \cdot 0,2 \text{ с} = 0,4 \text{ м}$

$$\text{Когда } L_1 = 0,4 \text{ м} + 0,2 \text{ м} = 0,6 \text{ м}$$

Какие же скорости может иметь тело $|u|$ при

движении в другую сторону, сила упруга изменила

свое направление, и ускорение стало равно a_k

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!

Тогда
$$\frac{-11 - \frac{4}{3}}{-a_x} = -a_x t_2 \Rightarrow \frac{-11 - \frac{4}{3}}{-a_x} = t_2 = ?$$

$$\Rightarrow t_2 = \frac{-24/c - 42/c - 24/c}{-6 \cdot 1/c^2} = \frac{2}{3} c$$

Этот $t_2 = \frac{2}{3} c$ — это время от момента, когда

скорость была $24/c$ до момента $-24/c$

Всё это время займёт перемещение в 0 км/ч:

$$\begin{aligned} S_2 &= 0 \cdot t_2 + \frac{a_x' t^2}{2} = \frac{-6 \cdot 1/c^2 \cdot \frac{4}{9} c^2}{2} \\ &= -\frac{4}{3} \text{ м} \end{aligned}$$

Колесу за это время проедет: $\frac{2}{3} c \cdot 24/c = \frac{4}{3} \text{ м}$

Тогда $L_2 = L_1 + \frac{4}{3} - \frac{4}{3} = L_1$, ~~то~~ $L_1 = L_2$

Значит ответ один: L_1

Ответ: $L = 0,6 \text{ м}$.

3) Найти L и координату груза x через

$\sin(L)$ найти H .

Этот найдем время за которое скорость увеличится

от $-24/c$ до 0 м/с , в этом случае ускорение равно a_x .

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!



~~0-2+12~~

$$0 - u + a \cdot \tau_3 = 0$$

$$-2 \text{ м/с} = -6 \text{ м/с}^2 \cdot \tau_3$$

$$\tau_3 = \frac{1}{3} \text{ с}$$

За это время конвейер проедет! $u \cdot \tau_3 = \frac{2}{3} \text{ м} \cdot \frac{1}{3} \text{ с} \cdot 2 \text{ м/с} = \frac{2}{3} \text{ м}$

Брусок в СО конвейера пройдет!

$$S_4 = (u - u) \tau_3 + \frac{a \cdot \tau_3^2}{2} = \frac{a \cdot \tau_3^2}{2} = \frac{-6 \text{ м/с}^2 \cdot \frac{1}{9} \text{ с}^2}{2} = -\frac{1}{3} \text{ м}$$

$$\text{Получаю } S_{\text{одн}} = L + \frac{2}{3} \text{ м} - \frac{1}{3} \text{ м} = L + \frac{1}{3} \text{ м} = 0,6 \text{ м} + \frac{1}{3} \text{ м} =$$

$$\frac{6}{10} + \frac{1}{3} = \frac{18}{30} + \frac{10}{30} = \frac{28}{30} \text{ м} \Rightarrow S_{\text{одн}} = \frac{28}{30} \text{ м}$$

$$H = S_{\text{одн}} \cdot \sin(\alpha) = \frac{28}{30} \text{ м} \cdot \frac{8}{10} = \frac{28 \cdot 2}{15 \cdot 5} = \frac{56}{75} \approx 0,74 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } H \approx 0,74 \text{ м} \quad H = \frac{56}{75} \text{ м} \approx 0,74 \text{ м}$$

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!

$$a_k = a_k'$$

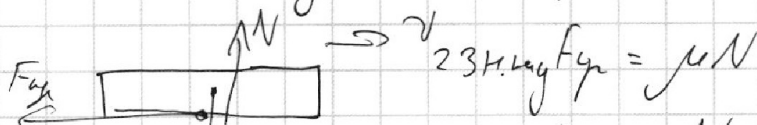
$$\frac{F}{m} (\cos(\alpha) + \mu \sin(\alpha)) - \mu g' = \frac{F}{m} - \mu g'$$

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

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

Ответ: $\mu = \frac{1 - \cos(\alpha)}{\sin(\alpha)}$

В 2. Конус с углом α :



$$23 \text{ н.к. } F_{fr} = \mu N$$

$$m g = N \quad F_{fr} = \mu m g$$

23 н.к.: $m a_{3x} = F_{fr} = \mu m g \Rightarrow a_{3x} = \mu g$

Так как конус не скользит,

$$v_0 = a_{3x} \cdot T$$

$$v_0 = \frac{1 - \cos(\alpha)}{\sin(\alpha)} g \cdot T$$

$$T = \frac{v_0}{g} \frac{\sin(\alpha)}{1 - \cos(\alpha)}$$

Ответ: $T = \frac{v_0}{g} \frac{\sin(\alpha)}{1 - \cos(\alpha)}$



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!

4) 1. $Q = A + \Delta U$

$$Q = C \Delta T$$

$$\sqrt{C} \Delta T = A + \frac{i}{2} \sqrt{R} \Delta T$$

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

ΔT_{12} в процессе 1-2 = ~~3~~ 1200 K $\Delta T_{12} = 3$

т.к. газ идеальный $i = 3 \Rightarrow \Delta T_{12} = T_1 \cdot 3 = 1200 \text{ K}$

Для 1-2 $\frac{C}{R} = 2,0$

$$A_{12} = 1 \text{ моль} \cdot 1200 \text{ K} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} \left(2 - \frac{3}{2} \right) =$$

$$= \cancel{1200} \cdot 600 \cdot 8,31 \text{ Дж} =$$

$$= 4986 \text{ Дж}$$

2. $\eta = \frac{A_2}{Q_H}$

Значит, что мы ~~получим~~ каровен газ колво

в процессе 1-2, в остальных процессах тепло не передается

исчислен работу A_{23} по линей графику т.т. ?

$$\Delta T_{23} = T_1 (2^{1,5} - 1) = \frac{2^{1,5} T_1}{T_1} =$$

$$= \frac{V}{R} (2\sqrt{2} - 1) \cdot T_1 ; \frac{C}{R} = 0,5$$

$$A_{23} = 1 \cdot (2\sqrt{2} - 1) \cdot 400 \cdot 8,31 (0,5 - 1,5) = \cancel{(2\sqrt{2} - 1)} \cdot 400 \cdot 8,31 \text{ Дж}$$

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!

$$A_{31} \triangleq T_{13} = T_1 (1 - 2^{\frac{3}{2}}) = T_1 (1 - 2\sqrt{2})$$

$$C_{31} = 2,5$$

$$A_{31} = 1 (1 - 2\sqrt{2}) \approx 400 \cdot 8,31 (2,5 - 1,5) =$$

$$\approx (1 - 2\sqrt{2}) \cdot 400 \cdot 8,31$$

$$\eta = \frac{A_{00g}}{Q_n} = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{\frac{C_{12} \triangleq T_{12} R}{R}} = \frac{4986 + 8,31 \cdot 400 (5 - 4\sqrt{2})}{1 \cdot 2 \cdot 1200 K \cdot 8,31}$$

$$= \frac{600 \cdot 8,31 + 8,31 \cdot 400 (5 - 4\sqrt{2})}{1 \cdot 2 \cdot 1200 K \cdot 8,31} = \frac{600 + 400 (5 - 4\sqrt{2})}{2400 K}$$

$$\frac{2600 - 1600\sqrt{2}}{2400} = \frac{26 - 16\sqrt{2}}{24} \approx \frac{26 - 16 \cdot 1,4}{24}$$

$$= \frac{26 - 22,4}{24} = \frac{3,6}{24} \approx \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{10} = \frac{1,5}{10} = 0,15$$

Ответ: $\eta \approx 0,15 = 15\%$.

3. Заметим, что C_p для одноатомного газа равен $C = \frac{3}{2}R + R = 2,5R$ $\frac{C}{R} = 2,5$, что

соответствует процессу $\gamma = 3-1$, значит

он происходит при постоянном давлении.

Узнав, сколько изменяется объём в процессе

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

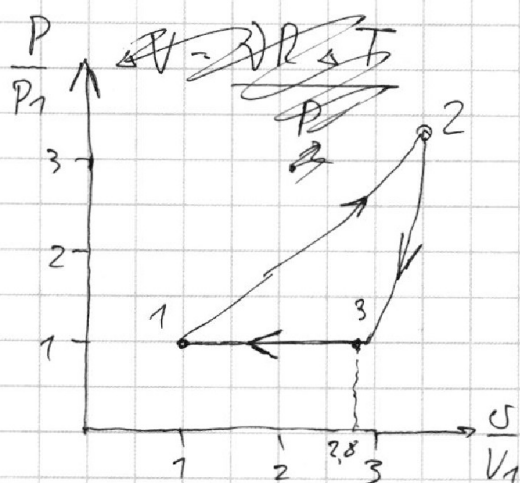
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Этот процесс

~~$P \sim V^{-1}$~~

~~$P \sim V^{-1}$~~

~~$P \sim V^{-1}$~~



$$P_1 V_1 = \sqrt{2} R T_1$$

$$P_1 V_3 = \sqrt{2} R T_1 (T_1 + \Delta T)$$

$$P_1 (V_1 + \Delta V) = \sqrt{2} R (T_1 + \Delta T)$$

$$P_1 V_1 + P_1 \Delta V = \sqrt{2} R T_1 + \sqrt{2} R \Delta T$$

$$P_1 \Delta V = \sqrt{2} R \Delta T$$

$$\frac{\Delta V}{V_1} = \frac{\Delta T}{T_1}$$

$$\Delta V = V_1 \cdot \frac{\Delta T}{T_1}$$

$$\Delta V = V_1 \cdot \frac{(2\sqrt{2} - 1) T_1}{T_1} = V_1 (2\sqrt{2} - 1)$$

$$\Delta V \approx 1.8 V_1$$

$$V_3 = V_1 + \Delta V = 2.8 V_1$$

и коэффициент расширения, но из уравнения

$$P V^{\gamma} = \text{const}$$

$$P \sim V^{-\gamma}$$

$$(\sqrt{2} R T) V^{1.5} = \text{const}$$

$$C \cdot dt = P \cdot dV + \frac{1}{2} \cdot \sqrt{2} R \cdot dT$$

$$C \cdot dt = P \frac{dV}{dt} + 1.5 \sqrt{2} R$$

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!

$$\frac{dV}{dt} = \nu R \left(\frac{C}{R} - 1 \right)$$

$$\frac{dV}{dt} = \text{функция от } V \text{ — зависимость}$$

$$pV^\gamma = \text{const}$$

$$\gamma (\nu R T) V^{\gamma-1} = \text{const}$$

$$\frac{1}{V^{\gamma-1}} = \nu R T$$

$$\frac{1}{V^{\gamma-1}} = \nu R T$$

$$\frac{1}{\nu R T} = V^{\gamma-1}$$

$$V^{1-\gamma} = \nu R T$$

$$(1-\gamma) V^{-\gamma} = \nu R$$

$$C_h \left(\frac{T_*}{T_h} \right) \frac{1}{\nu R} = \frac{V^{\gamma-1}}{dt}$$

Получаем уравнение для нахождения кривой

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

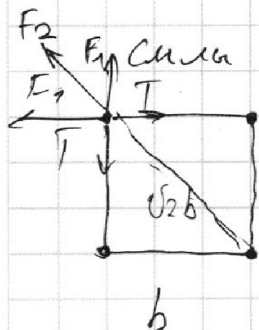
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МОТИ

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

5) 1. Две системы взаимодействуют, но их равны, а значит,



Рассмотрим один заряд



Значение $\cos$

Две системы взаимодействуют, но

Уравнение сил на ось x равны:

$$T = F_1 + F_2 \cos(45)$$

$$F_1 = k \frac{q^2}{b^2} \quad F_2 = \frac{k q^2}{2 b^2}$$

$$\cos(45) = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$T = \frac{k q^2}{b^2} + \frac{k q^2}{2 b^2 \sqrt{2}} = \frac{k q^2}{b^2} \left(1 + \frac{1}{2\sqrt{2}} \right)$$

$$\text{Ответ: } \frac{k q^2}{b^2} \left(1 + \frac{1}{2\sqrt{2}} \right)$$

Рассмотрим 2. Две силы взаимодействуют взаимно, но

Углы несколько и равны 0, а значит взаимодействуют как же равно 0.

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

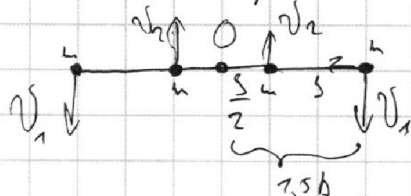
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

Концы палочки в одной линии



O - моментальный центр вращения

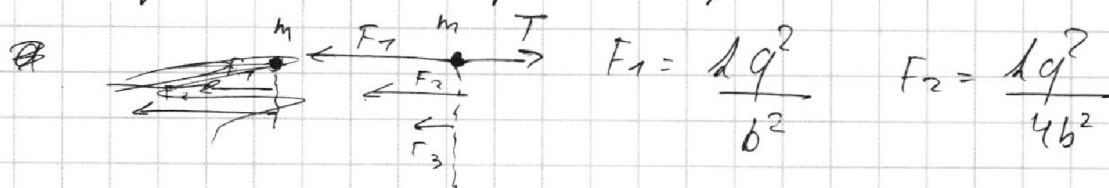
и г.л., по которой в ЛСВ, относительно O

$$\text{так } \mathcal{J}_{yO} = 0, \text{ то } \frac{2mV_1 - 2mV_2}{4m} = 0$$

$$\Rightarrow 2mV_1 = 2mV_2 \Rightarrow V_1 = V_2 = V$$

В данной расстановке у нас есть только центр
абсолютно жесткого стержня.

Рассмотрим силы на крайние палочки:



$$F_1 = \frac{kq^2}{b^2} \quad F_2 = \frac{kq^2}{4b^2}$$

$$T = F_1 + F_2 + F_3$$

$$kq^2 = T$$

$$m a_{gc} = F_1 + F_2 + F_3$$

$$F_1 + F_2 + F_3 = \frac{kq^2}{b^2} \left(1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{9} \right)$$

$$a_{gc} = \frac{F_1 + F_2 + F_3}{m}$$

$$\frac{V^2}{1.5b} = a_{gc} = \frac{F_1 + F_2 + F_3}{m}$$

$$V = \sqrt{1.5b \cdot \frac{F_1 + F_2 + F_3}{m}} = \sqrt{1.5b \cdot \frac{kq^2}{m \cdot b^2} \left(1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{9} \right)}$$

$$= \sqrt{1.5 \cdot \left(1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{9} \right) \cdot \frac{kq^2}{m \cdot b}} = \frac{1}{6} \sqrt{\frac{k}{m \cdot b}} \cdot \sqrt{1.5 \cdot \frac{7^2}{6^2}}$$

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!

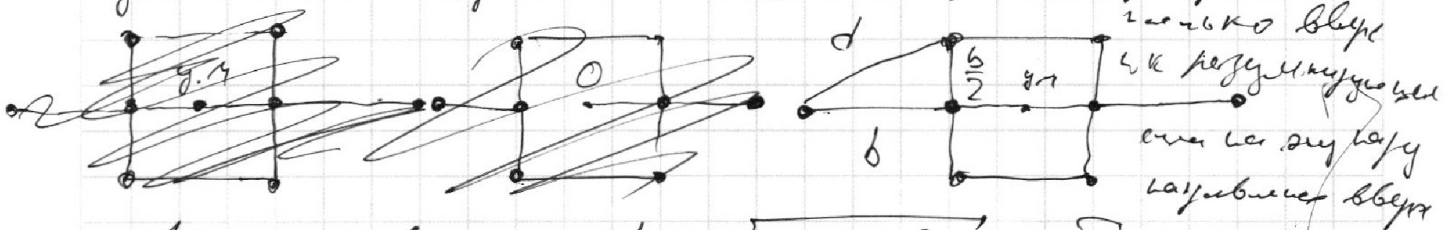
Ответ:

$$v = q \sqrt{\frac{k}{mb}} \cdot \frac{4}{6} \cdot \sqrt{1,5} \text{ ч/с} \approx q \sqrt{\frac{d}{mb}} \cdot \frac{4}{6} \cdot \frac{8,5}{6} \approx q \sqrt{\frac{d}{mb}} \cdot 1,41$$

3. Все сани выжжены, значит $S_{\text{чл}} = 0$

Давайте рассмотрим две картинки с совмещенными

ц. м. и рассмотрим на примере жидкой лоды движение



Как мы видим $d = \sqrt{b^2 + \frac{b^2}{4}} = \frac{\sqrt{5}}{2} b$

Ответ: $d = \frac{\sqrt{5}}{2} b$



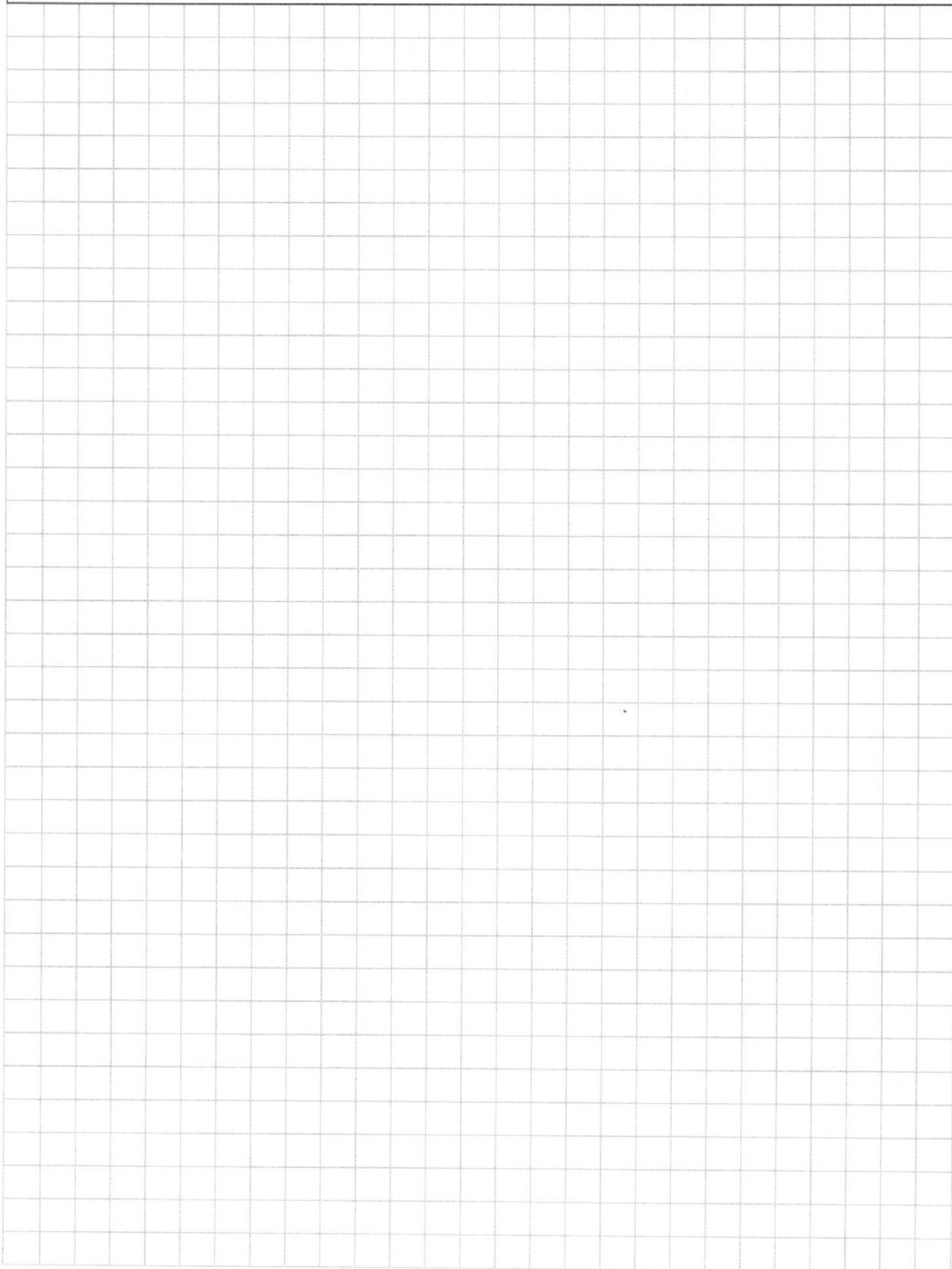
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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!



~~Написать законченную задачу в журнале~~ $S =$ $\begin{array}{r} 3 \\ 16 \\ 16 \end{array}$

~~Решение~~ $\begin{array}{r} 2 \\ 25 \\ 1,5 \end{array}$ $\begin{array}{r} 1,5 \\ 1,4 \end{array}$ $100.$ $\begin{array}{r} 96 \\ 831,6 \\ 256 \end{array}$

$$V_0 I + \frac{q^2 \epsilon^2}{2} = S \quad \frac{1,5}{1,4} \approx$$

$$4b^2 + b^2 \frac{\sqrt{5}}{2} b$$

$$4a \epsilon^2 + 2V_0 \epsilon = 2S = 0$$

$$\epsilon = \frac{-2V_0 \pm \sqrt{4V_0^2 + 8Sax}}{2ax}$$

$$= \frac{36}{36} + \frac{9249}{36} + \frac{9}{36}$$

$$= -2 \cdot 4 \mu\text{C} \pm \sqrt{4 \cdot 16 \mu\text{C}^2 + 8 \cdot 1 \mu\text{C} \cdot 10 \mu\text{C}^2}$$

$$= \frac{49}{36} = \left(\frac{7}{6} \right)^2$$

$$\frac{7}{6} \sqrt{3} \cdot \frac{7}{2\sqrt{3}} \cdot \frac{7}{\sqrt{2}} \cdot \frac{7}{2\sqrt{6}} = 20 \mu\text{C}^2$$

$$\sqrt{3} \cdot 2 = -8 \mu\text{C} - 560 \quad \begin{array}{r} 38 \\ 75 \\ 525 \end{array} \quad \frac{49}{24}$$

$$560 \quad \begin{array}{r} 175 \\ 144 \\ 28 \\ 3,24 \end{array}$$

$$\frac{20}{100} = 0,2 = \frac{350 \mu\text{C}}{300 \mu\text{C}} \quad \begin{array}{r} 3 \\ 45 \\ 7 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2 \\ 45 \\ 5 \end{array} \quad 26 - 22,4$$

$$PV^{\gamma} = \text{const} \quad \begin{array}{r} 8,5 \\ 6,5 \\ 2,5 \end{array} \quad \begin{array}{r} 16 \\ 14,1 \end{array} \quad \begin{array}{r} 8,2 \\ 9,3 \end{array} \quad \begin{array}{r} 5245 \\ 75 \end{array} \quad \begin{array}{r} 45 \\ 3,6 \end{array}$$

$$PV = \gamma RT \quad \begin{array}{r} 2 \\ 75 \\ 4 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2 \\ 1,6 \\ 1,4 \end{array} \quad 22,4$$

$$\frac{8,5}{6} \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{3} = \frac{3010}{3} \quad \begin{array}{r} 28 \\ 30 \end{array} \quad \begin{array}{r} 74 \\ 20,5 \end{array} = \frac{28 \cdot 2}{15,5}$$

$$2^{\frac{3}{2}} = \sqrt{2^3} = 2\sqrt{2} \quad \begin{array}{r} 8,5 \\ 6 \end{array} \cdot \frac{1}{2} \cdot \sqrt{2} \quad \begin{array}{r} 1,7 \\ 1,4 \end{array}$$

$$C d\epsilon = P dV + \frac{i}{2} \gamma R dT \quad P dV =$$



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!

$$\frac{211}{24} = \frac{11}{6}$$

$$R = \frac{20^2}{2 \cdot 2} = \frac{20}{2}$$

~~C_p~~

$$C_v + R = C_p$$

$$\frac{3}{2} R + 1 R = 2,5 R$$

$$\frac{C_p}{C_v} = \frac{i+2}{2} = \frac{(\frac{i}{2}+1)R}{2}$$

$$\frac{i}{2} + 1 R$$

$$\frac{i}{2} = \frac{3}{2} = 1,5$$

→ 1-3 - это газ



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

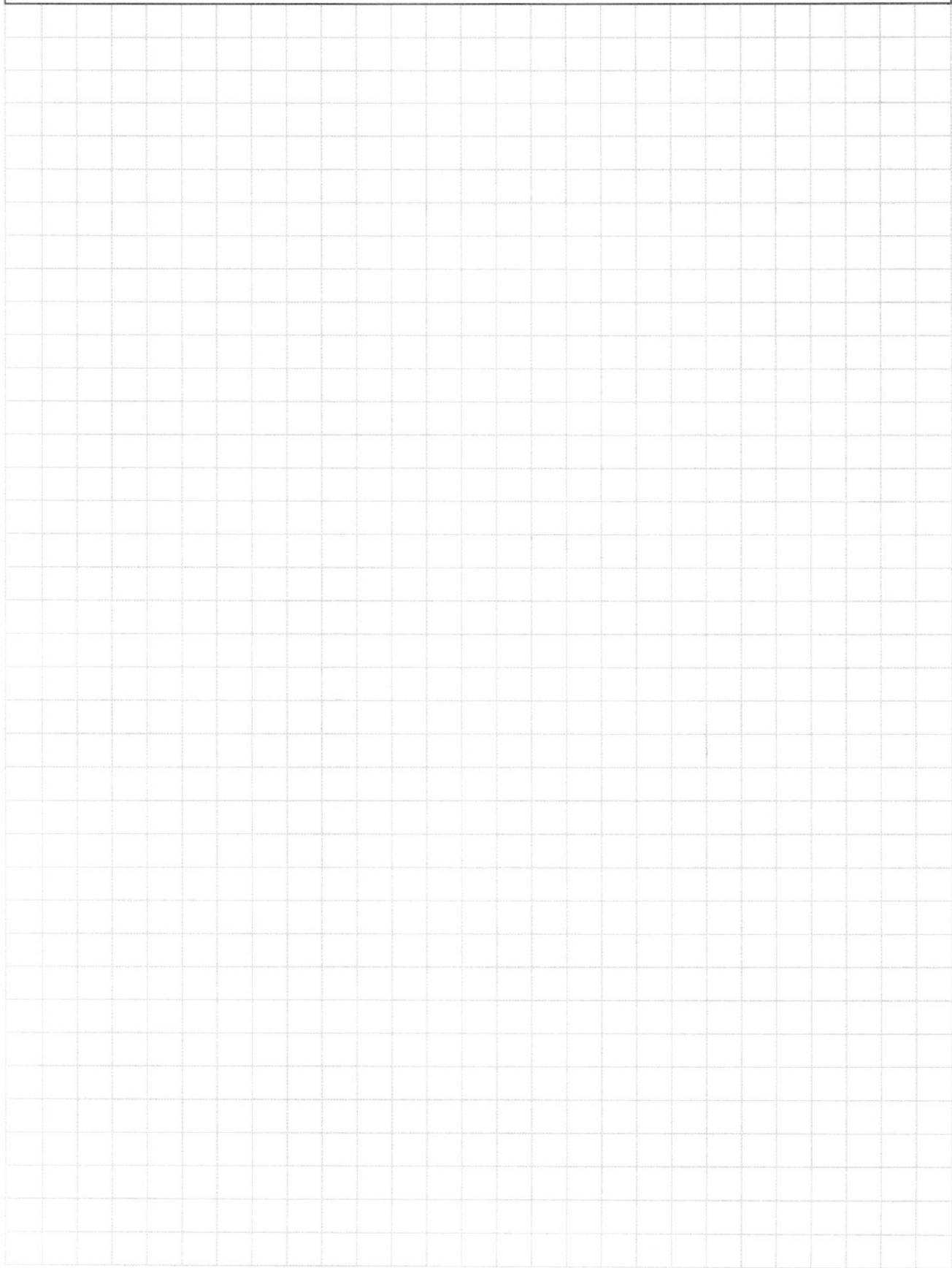
5
☐

6
☐

7
☐



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





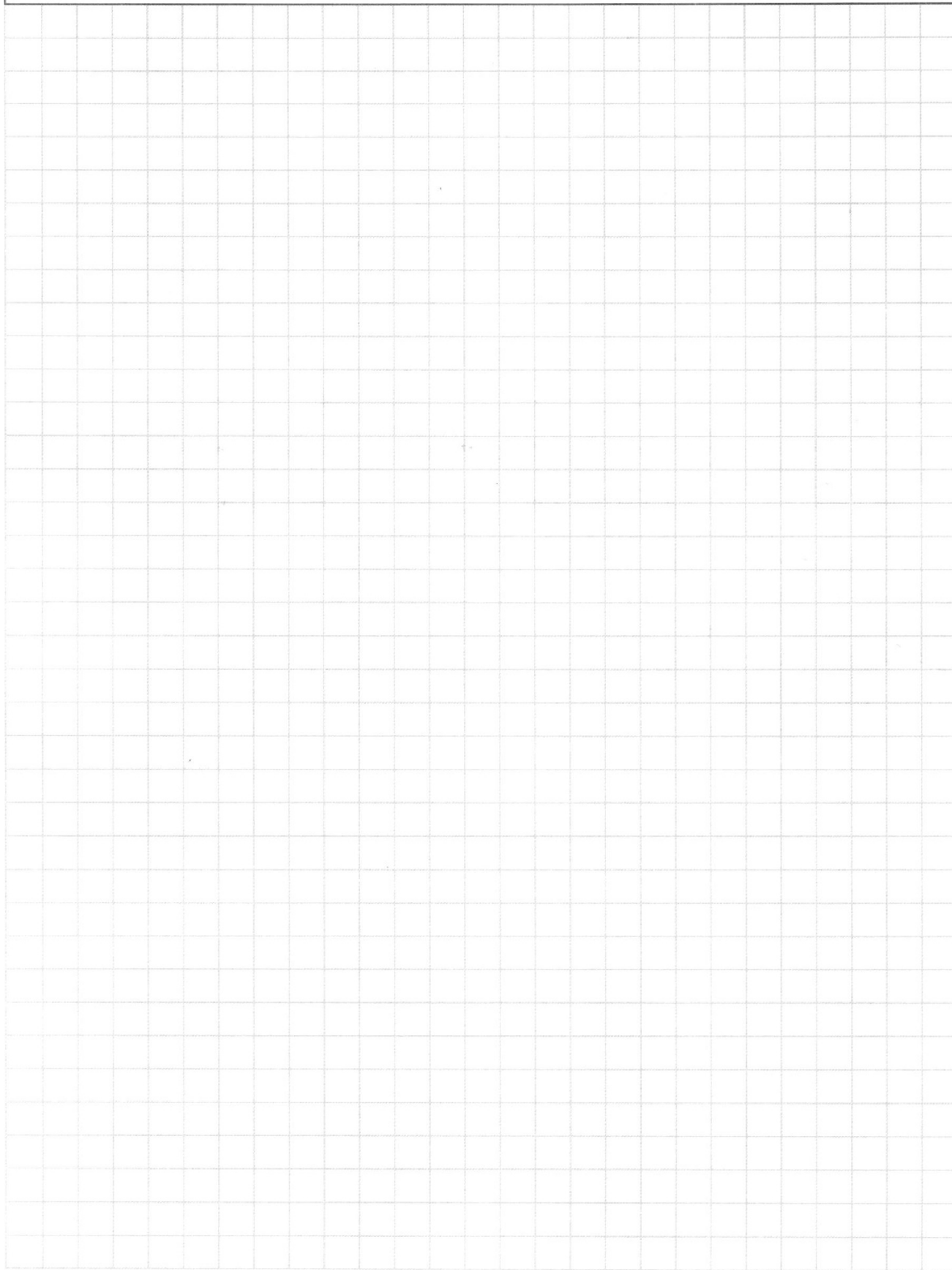
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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!

$$\int v_0 \cos(\alpha) E = S \Rightarrow \tau = \frac{S}{v_0 \cos(\alpha)}$$

$$g \tau^2 - \frac{g \tau^2}{2} = H$$

$$\frac{g \tau^2}{2} = H$$

$$H = \lg(\alpha) S - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos(\alpha)^2} = 4$$

$$\frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos(\alpha)^2} = H$$

$$\sin(\alpha)^2 + \cos(\alpha)^2 = 1$$

$$\left\{ \frac{1}{\cos(\alpha)^2} = 1 + \lg(\alpha)^2 \right\}$$

$$v_0 \cos(\alpha) \tau = S$$

$$\Rightarrow \tau = \frac{S}{v_0 \cos(\alpha)}$$

$$v_0 \sin(\alpha) \tau - \frac{g \tau^2}{2} = H$$

$$\frac{v_0 \sin(\alpha) S}{v_0 \cos(\alpha)} - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos(\alpha)^2} = H$$

$$\left(\cos(\alpha)^2 \right)' =$$

$$2 \cos(\alpha) \sin(\alpha) = -\sin(2\alpha)$$

$$\left(\cos(\alpha)^{-2} \right)' =$$

$$\lg(\alpha) \cdot S - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos(\alpha)^2} = H$$

$$\left[+2 \frac{1}{\cos(\alpha)^3} \sin(\alpha) \right]$$

$$H' = 0$$

$$+2 \frac{1}{\cos(\alpha)^3} \sin(\alpha)$$

$$S \cdot \frac{1}{\cos^3(\alpha)} - \frac{g S^2}{2 v_0^2}$$

$$S \cdot \frac{1}{\cos^3(\alpha)} - \frac{g S^2}{2 v_0^2} \cdot \frac{1}{\cos(\alpha)^2} \lg(\alpha) = 0$$

$$S - \frac{g S^2}{v_0^2} \lg(\alpha) = 0 \quad \lg(\alpha) = \frac{S v_0^2}{S^2 g}$$

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!



1) 1. $v=0$

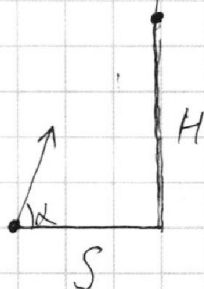
v_0

На максимальной высоте скорости
мячика равна 0, поэтому.

$$v_0 = gT = 10 \text{ м/с}^2 \cdot 2 \text{ с} = 20 \text{ м/с}$$

Ответ: $v_0 = 20 \text{ м/с}$

2.



Введем угол α - угол под которым
бросается мячик. T - время до столкновения

$$v_0 \cos(\alpha) T = S \quad H - \text{высота}$$

$$v_0 \sin(\alpha) T - \frac{gT^2}{2} = H$$

$10 \text{ м} - 10 \text{ м}$
 $- 5$

4000

$\frac{10}{2} = 5$

$\frac{2 \cdot 2}{10} = 0,4$

Во время столкновения со стенкой
мячик должен находиться в самой верхней
точке своей траектории, иначе если более
ранее высокая точка. Значит во время
столкновения v_y (вертикальная проекция скорости)
равна 0 $\Rightarrow v_0 \sin(\alpha) = gT$

Получим систему уравнений

$$\begin{cases} v_0 \cos(\alpha) T = S \\ v_0 \sin(\alpha) = gT \\ v_0 \sin(\alpha) T - \frac{gT^2}{2} = H \end{cases}$$

$$x_{\text{зп}} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2}$$

$$v_{y1} = \frac{1}{m_1 + m_2} m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$\frac{3}{c^2}$

$\frac{9}{10 \cdot 15}$

$\frac{1}{5} \cdot \frac{1}{3}$