



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.

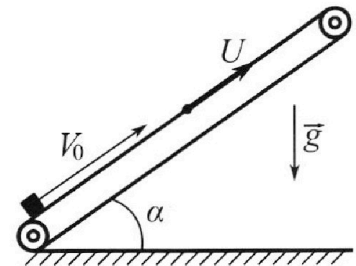
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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.

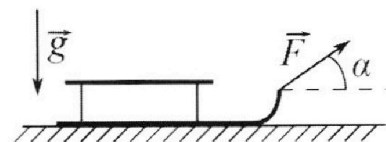
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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.



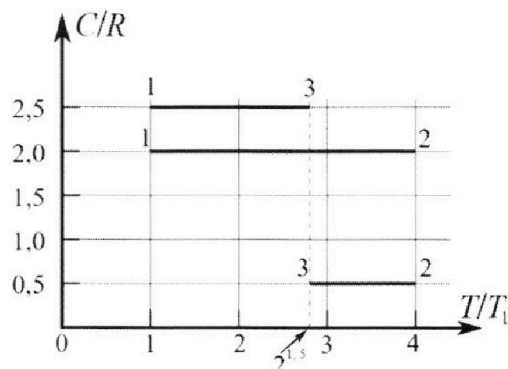
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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



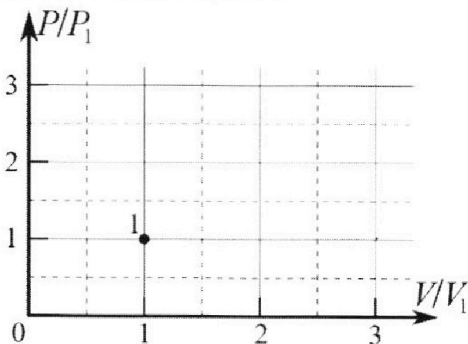
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (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.



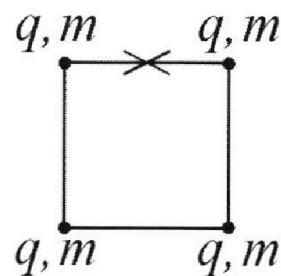
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

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.

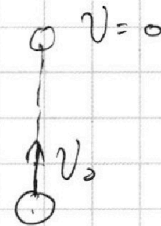
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

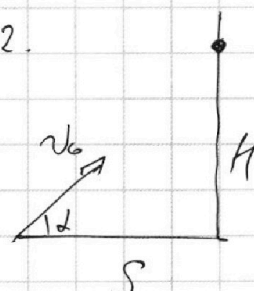
1	2	3	4	5	6	7
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

1) 1.  На максимальной высоте скорость шарика 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 кидают мячик
 t - время до соприкосновения
 H - высота.

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

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

H - максимума, 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!

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

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

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

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

$$\frac{v_0^2}{g S} = \operatorname{tg}(\alpha) \quad \text{— ~~это~~ значение для \operatorname{tg} берем из таблицы$$

функции, что для $\alpha = 45^\circ$ тангенс равен 1.

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

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

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

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

Все величины как дано, 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: $H_{\text{max}} = 25 \text{ м}$.

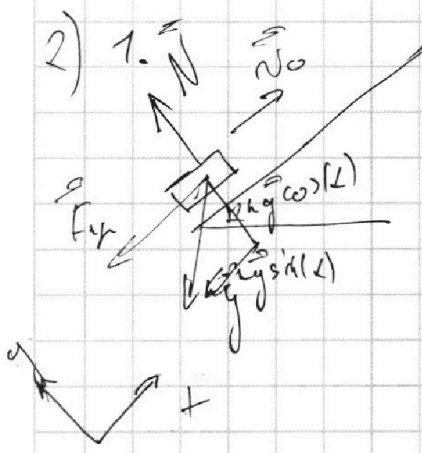
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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



По 2. ги ^{силы} \vec{N} и $\vec{F}_{\text{тр}}$ направлены на ось xy
 перпендикулярно друг другу $\vec{N} \perp \vec{F}_{\text{тр}} = 0$
~~иначе будет движение \vec{v} , а это~~
~~не может быть, т.к. тело ускорено~~
 по оси y

$$\cos(\alpha) = \sqrt{1 - \sin^2(\alpha)}$$

$$= \sqrt{1 - \frac{64}{100}}$$

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

$$N_y = N - mg \cos(\alpha) = 0$$

$$mg \cos(\alpha) = N$$

Или другим образом, что $F_{\text{тр}} = \mu N = F_{\text{тр}}$ и так как μ не зависит от времени

~~Поэтому закон движения по оси x :~~
 Запишем 2. ΣF_x на ось x

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

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

Закон движения на ось x :

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

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

Проверим, не соскальзывает ли основная доска по
горизонтали $S=1$

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

Значит доска соскальзывает по 10 м , или ~~горизонтально~~
на 1 м .

Поскольку, сколько она пробегает по вершине, значит,
что в конце $v=0$

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

Дальше доска будет ехать вниз, поэтому $F_{\text{тр}}$ будет
направлено в другую сторону

Получа вращение на ось x :

$$\text{M}a_x' = -mg \sin(\alpha) + \mu N \cos(\alpha)$$

$$a_x' = -g \left(\sin(\alpha) - \mu \cos(\alpha) \right) = -10 \text{ м}/\text{с}^2 \left(\frac{8}{10} - \frac{1}{3} \cdot \frac{6}{10} \right) =$$

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

Запишем закон движения на ось x , зная, что $a_x = 0$

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

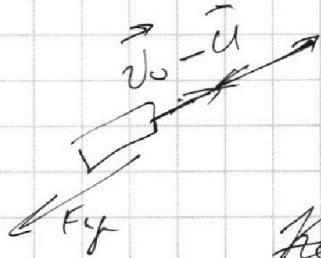
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

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

2) Сила тяги кабриолета больше относительной скорости
т.к. $v_0 > u$, но движение происходит



вперед, сила тяги кабриолета больше-вперед

когда скорость равна u , но скорость

уменьшается

Найдём время T здесь, как же, как же, как же ускорение
равняется a_k

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

$$0,2 \text{ с}$$

За это время в СО кабриолета координата падает!

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

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

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

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

Какие же скорости может стать равна $|u|$ при

движении в другую сторону, сила тяги уменьшилась

своей направленности, 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!

Получа
$$-u - \frac{4}{a_1} = -a_1 t_2 \Rightarrow \frac{-u - \frac{4}{a_1}}{-a_1} = t_2 = ?$$

$$\Rightarrow t_2 = \frac{-2u/c - \frac{4}{a_1} - 2u/c}{-6u/c^2} = \frac{2}{3} c$$

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

скорость была $2u/c$ до момента $-2u/c$

Все это время займет перемещение в 0 км/с:

$$S_2 = 0u/c \cdot t_2 + \frac{a_1' t_2^2}{2} = \frac{6u/c^2 \cdot \frac{4}{9} c^2}{2} = -\frac{4}{3} u$$

Камеар за это время пройдет: $\frac{2}{3} c \cdot 2u/c = \frac{4}{3} u$

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

Значит ответ один: L_1

Ответ: $L = 0,6 u$.

3) Каждый L км который это займет, а через

$\sin(L)$ займет H .

Эта займет время за которое скорость увеличится

от $+2u/c$ до $0 u/c$, в том случае если же скорость
будет a_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 type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input 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!



~~0-2 м/с~~

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

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

$$\tau_3 = \frac{1}{3} \text{ с}$$

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

Брусок в СО конвейера пройдет!

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

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

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

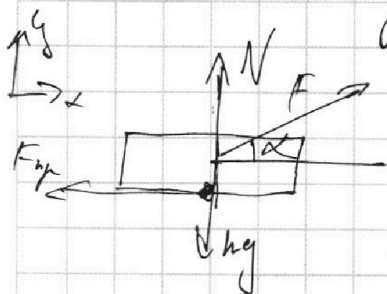
$$H = S_{\text{одн}} \sin(\alpha) = \frac{28}{30} \text{ м} \cdot \frac{8}{10} = \frac{28 \cdot 2}{15 \cdot 5} = \frac{56}{75} \text{ м} \approx 0,74 \text{ м}$$

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

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) Записать 2 З.И для связи сил, когда
 цилиндр лежит горизонтально и под углом.



Сила 1: т.к. цилиндр ~~не~~ ^{не} движется, то

$$F_{tr} = \mu N$$

По оси y ~~все равно равно нулю~~ ^{ускорения нет}

$$N + F \sin(\alpha) = mg \rightarrow N = mg - F \sin(\alpha)$$

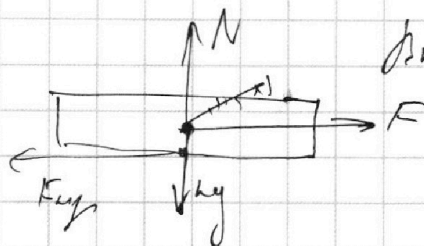
По оси x:

$$ma_x = F \cos(\alpha) - F_{tr} = F \cos(\alpha) - \mu N$$

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

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

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



Два ~~силы~~ ^{силы} связаны:

$$F_{tr} = \mu N$$

$$mg - N = ma_y = 0 \Rightarrow mg = N$$

$$ma_x = F - F_{tr} = F - \mu mg$$

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

Если равно время t которое цилиндр движется
 из состояния покоя, то т.к. $v = a \cdot t$, то ускорения ~~интересны~~

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 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!

$$a_{\perp} = a_{\perp}'$$

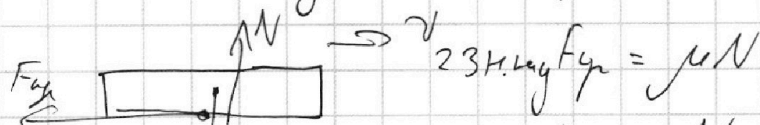
$$\frac{F}{m} (\cos(\alpha) + \mu \sin(\alpha)) - \mu g' = \frac{F}{m} - \mu g'$$

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

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

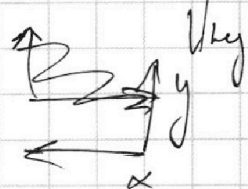
Ответ: $\mu = \frac{1 - \cos(\alpha)}{\sin(\alpha)}$

В 2. Коэффициент трения:



$$23 \text{ Н. } F_{tr} = \mu N$$

$$m g_y = N \quad F_{tr} = \mu m g$$



$$23 \text{ Н. } m a_{3x} = F_{tr} = \mu m g \Rightarrow a_{3x} = \mu g$$

Итак скорость на высоте:

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

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

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

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 $\Delta T_{12} = 3$

и к раз одинаков $i = 3 \Rightarrow \Delta T_{12} = T_1 \cdot 3 = 1200 \text{ K}$

Для 1-2 $\frac{C}{R} = 2,0$

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

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

$$= 4986 \text{ Дж}$$

2. $\eta = \frac{A_{23}}{Q_H}$

Заметим, что на ~~раз~~ каровен раз колво

в процессе 1-2, в остальных процессах число молей

останется равной A_{23} по линейной зависимости от n .

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

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

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

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

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

$$\eta = \frac{A_{обг}}{Q_{н}} = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{\mu \frac{C_{12} \Delta T_{12} R}{R} \cdot \frac{1}{\text{числ}} \cdot 2 \cdot 1200 \text{ К} \cdot 8,31}$$

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

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

$$= \frac{26 - 22,4}{24} = \frac{3,6}{24} \approx \frac{3}{20} = \frac{1,5}{10} = 0,15$$

Ответ: $\eta \approx 0,15 = 15\%$.

3. Заметим, что $C_{\text{дл}}$ для одинакового газа

$$\text{равняется } C = \frac{3}{2}R + R = 2,5R \quad \frac{C}{R} = 2,5, \text{ что}$$

соответствует числу ~~3~~ 3-1, значит

он одноатомный при некотором 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

~~$P_1 V_1 = \nu R T_1$~~

$P_1 V_1 = \nu R T_1$

~~$P_1 V_3 = \nu R T_2$~~

$P_1 V_3 = \nu R T_2$

~~$P_1 (V_1 + \Delta V) = \nu R T_2$~~

$P_1 (V_1 + \Delta V) = \nu R T_2$

~~$P_1 V_1 + P_1 \Delta V = \nu R T_1 + \nu R \Delta T$~~

$P_1 \Delta V = \nu R \Delta T$

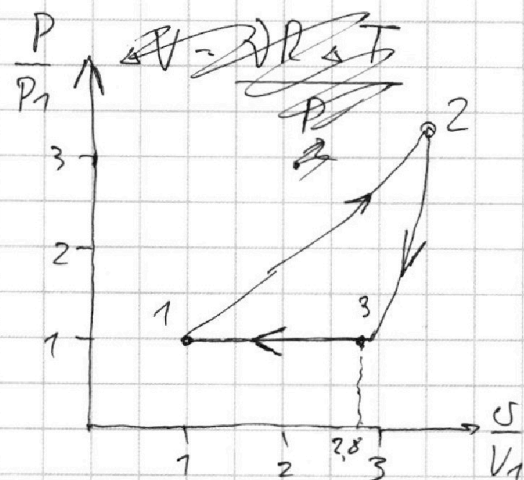
$\frac{\Delta V}{V_1} = \frac{\Delta T}{T_1}$

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

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

$\Delta V \approx 1.8 V_1$

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



И. и. количество вещества, но зад условия
уравнению $PV^\gamma = \text{const}$

~~$PV = \nu R T$~~

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

изменения $\nu C \cdot dt = P \cdot dV + \frac{\gamma}{2} \cdot \nu R dt$

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

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!

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

$$\frac{dV}{dt} = \text{константа} \rightarrow \text{от } V \rightarrow \text{увеличение } t$$

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

$$p(\nu RT) V^{n-1} = \text{const}$$

$$\frac{1}{V^{n-1}} = \nu RT \quad \frac{1}{V^{n-1}} = V^{n-1}$$

$$\frac{1}{V^{n-1}} = \nu RT$$

$$\frac{1}{\nu RT} = V^{n-1}$$

$$V^{1-n} = \nu RT$$

$$\ln \left(\frac{T^*}{T_n} \right) \frac{1}{\nu R} = \frac{V^{n-1}}{dt}$$

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

Получаем уравнение изопроцесса

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

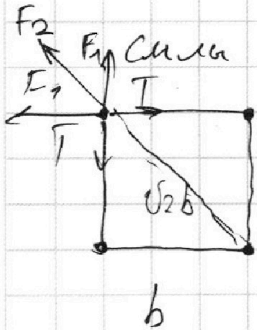
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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"/>

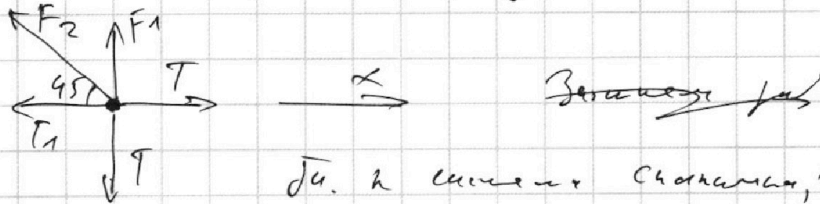
МФТИ

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

5) 1. Две системы взаимодействующих зарядов, но в 4 равны, а заряды



Рассмотрим один заряд



Две системы взаимодействующих зарядов

Уравняем сил по оси x равны:

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

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

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

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

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

Рассмотрим 2. Две системы взаимодействующих зарядов, но в 4 равны, а заряды взаимодействуют. У нас несколько и равна 0, а заряды взаимодействуют. У нас также равна 0.

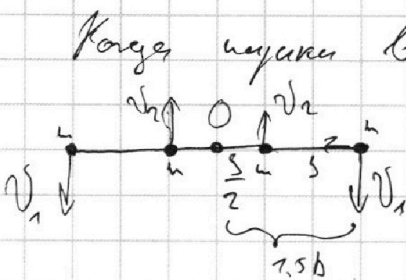
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



O - молекулярный центр тяжести

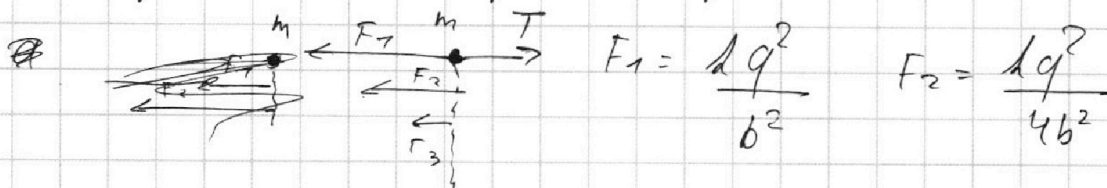
и г.т., но скорость в МСО равна 0

$$\text{так } \Delta p_x = 0, \text{ но } \frac{2mV_1 - 2mV_2}{4m} = 0$$

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

В газовой расщеповке у нас есть только центр
аэродинамические составляющие ускорения.

Тогда у нас сила на крайние части:



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

$$T = F_1 + F_2 + F_3$$

$$kq^2 = T$$

$$F_3 = \frac{kq^2}{9b^2}$$

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

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

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

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

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

$$= \sqrt{1.5 \cdot \left(1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{9} \right) \cdot \frac{kq^2}{m \cdot b}} = \sqrt{\frac{11}{16}} \cdot \sqrt{\frac{k}{mb}} \cdot \sqrt{1.5 \cdot \frac{g^2}{b^2}}$$

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"/>	<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!

Ответ:

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

3. Все сам вычисления, значение b и $n = 0$

Давать не вычислять две картинки с совмещением

ц. м. и рассмотреть на сцене

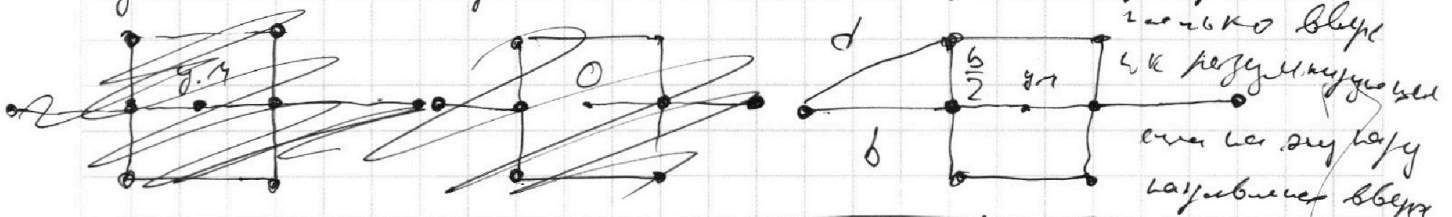
Живая лодка движется

только вверх

как результирующая

скорости лодки

карьерист вверх



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

Ответ: $d = \frac{\sqrt{5}}{2} b$



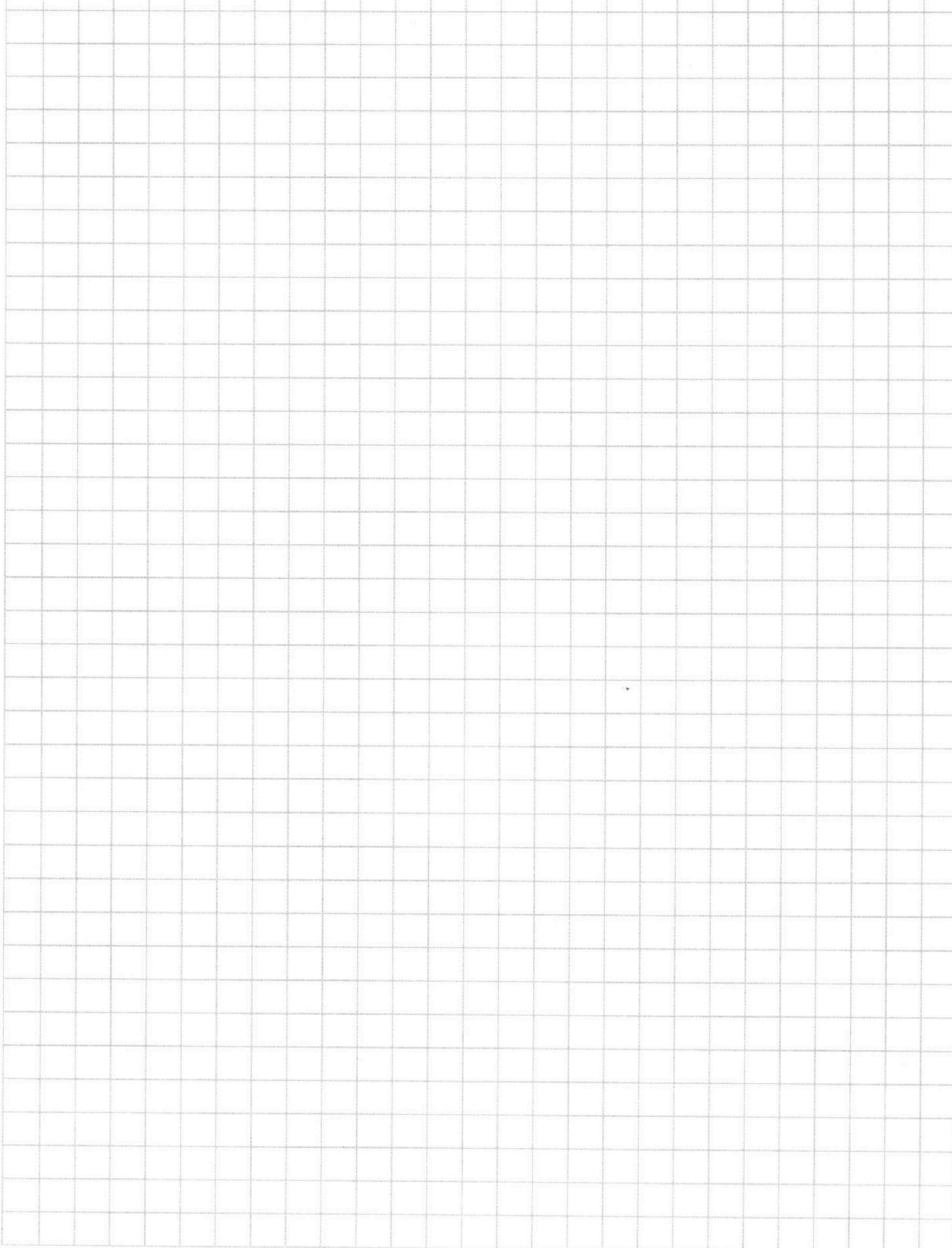
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



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!



~~Число выделенных масс в энергии S:~~

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

$$4a^2 c^2 + 2U_0 c = 2S = 0$$

$$c = \frac{-2U_0 \pm \sqrt{4U_0^2 + 8Sa}}{2a}$$

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

$$\frac{7}{6} \sqrt{3} = \frac{7}{2\sqrt{3}} \sqrt{2} = \frac{7\sqrt{2}}{2\sqrt{6}}$$

$$\sqrt{3} \cdot 2 = -8 \cdot 10^4 - 560 \sqrt{3}$$

$$\frac{20}{100} = 0,2 = \frac{350 \cdot 10^5}{300 \cdot 10^5}$$

$$PV^h = \text{const} = \frac{8,5}{2,5} \cdot \frac{16}{1,4} \cdot 2 = \frac{52 \cdot 10^5}{3}$$

$$PV = \gamma RT$$

$$\frac{8,5}{6} \cdot \frac{1}{3} = \frac{3010}{3}$$

$$2^{\frac{3}{2}} = \sqrt{2^3} = 2\sqrt{2}$$

$$C(dT) = P dV + \frac{i}{2} \gamma R dT$$



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 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!

$$\frac{2}{3} \frac{C_p}{C_v}$$

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

~~$C_p + R = C_p$~~

$$C_v + R = C_p$$

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

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

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

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

→ 1-3 - это вода



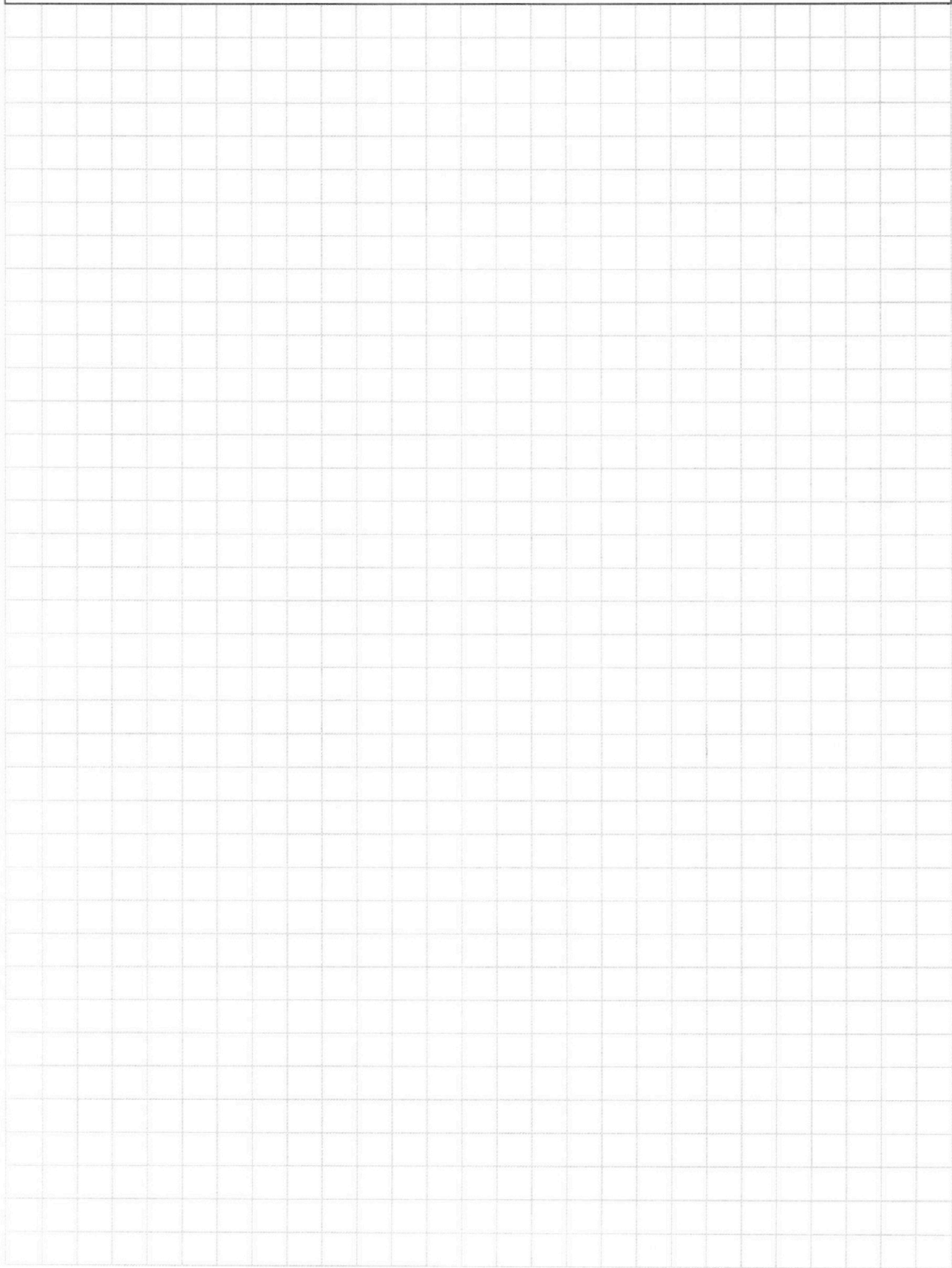
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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 type="checkbox"/>	<input 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!





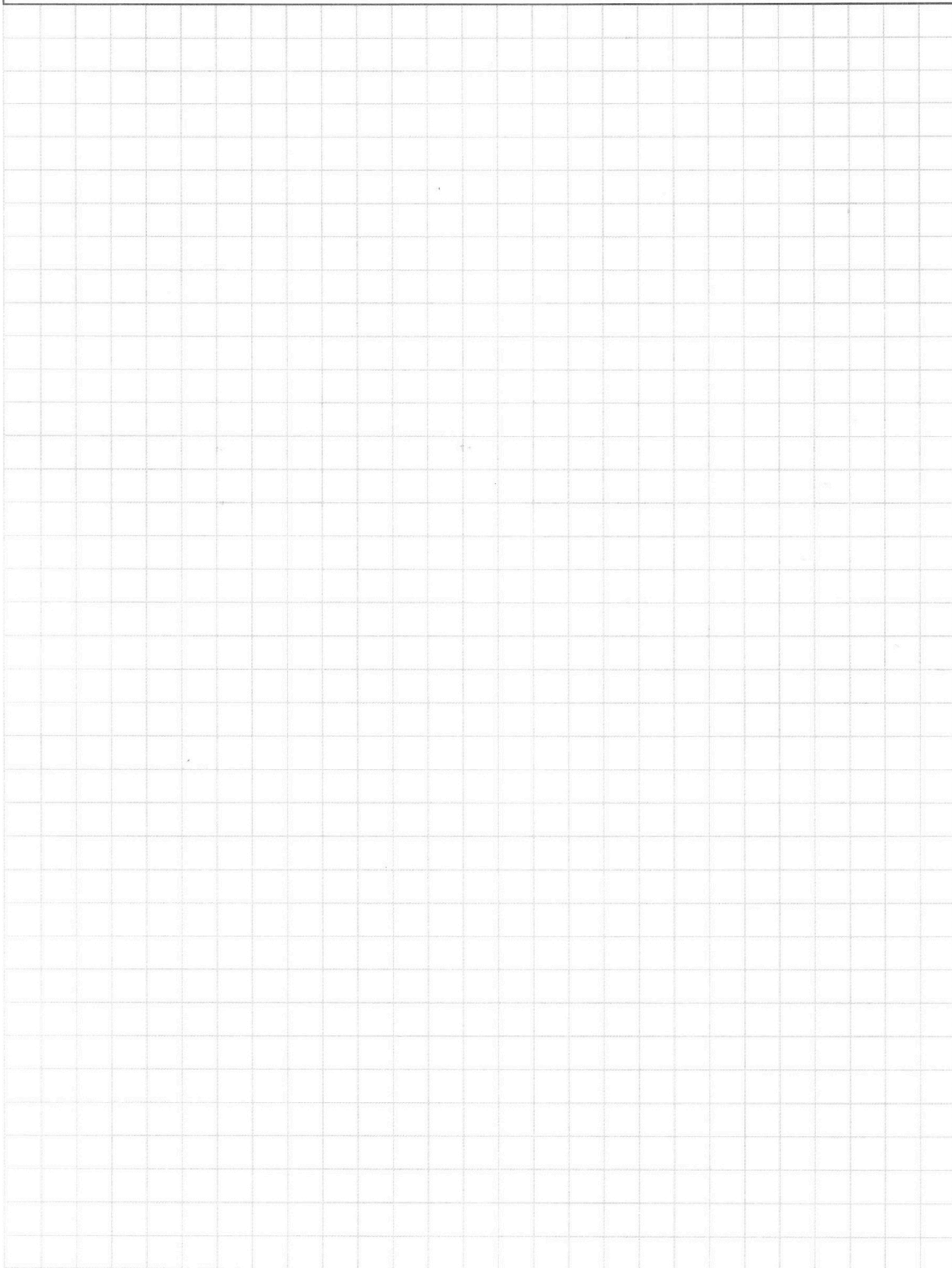
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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 type="checkbox"/>	<input 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!



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!

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$H' = 0$$

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

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

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

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

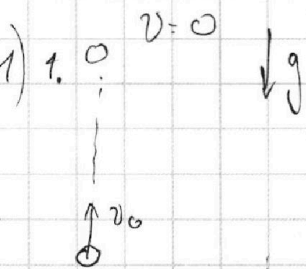
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

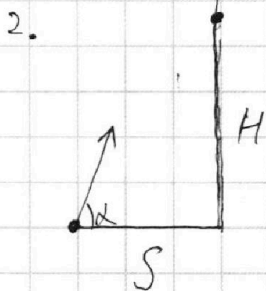
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



1) На максимальной высоте скорости шарика 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) Всегда угол α - угол под которым проецируется шарик. T - время его скольжения

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

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

$10 \alpha = 10 \alpha$
 $- 5$

4000

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

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

Во время скольжения со снежной шарик должен находиться в самой верхней точке своей траектории, иначе если более высокая точка, значит во время скольжения v_y (вертикальная проекция скорости) равна 0 $\Rightarrow v_0 \sin(\alpha) = gT$

Получим систему уравнений

$$\begin{cases} v_0 \cos(\alpha) T = S \\ v_0 \sin(\alpha) = gT \\ v_0 \sin(\alpha) T - \frac{gT^2}{2} = H \end{cases} \quad \begin{aligned} x_{\text{ш}} &= \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2} \\ \vec{v}_{y\text{ш}} &= \frac{1}{m_1 + m_2} (m_1 v_1 + m_2 v_2) \end{aligned}$$

