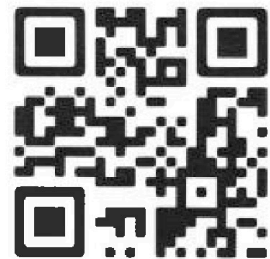




# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

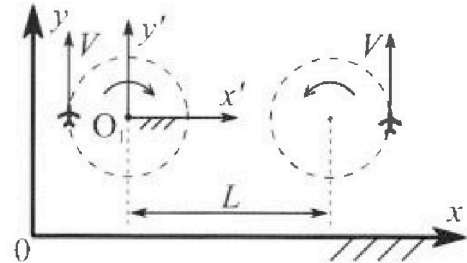
## Вариант 10-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями  $V = 70$  м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолет,  $R=700$  м. Ускорение свободного падения  $g=10$  м/с<sup>2</sup>.

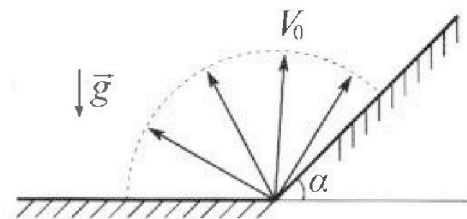
1. Определите отношение  $\frac{P}{mg}$ , здесь  $P$  – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло,  $mg$  – сила тяжести летчика.



В некоторый момент времени самолеты окажутся на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального удаления. Расстояние между центрами окружностей  $L=2,1$  км. Вектор скорости каждого самолета показан на рис.

2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

2. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшее перемещение за время полета осколков, упавших на горизонтальную поверхность, равно  $S_1 = 160$  м, упавших на склон,  $S_2 = 120$  м. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



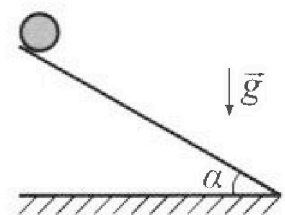
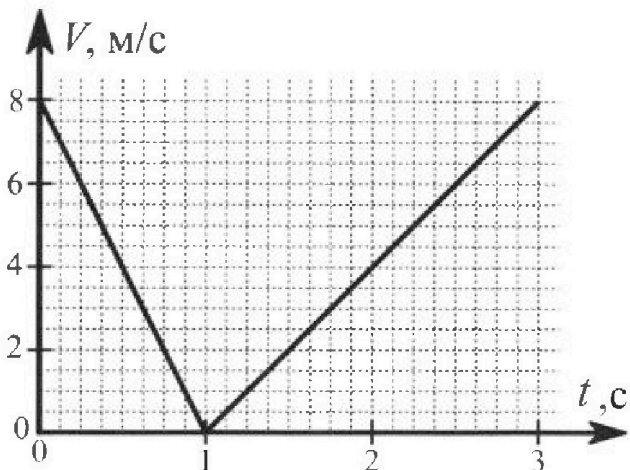
1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.
2. Найдите угол  $\alpha$ , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

1. Найдите  $\sin \alpha$ , здесь  $\alpha$  – угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.

Во втором опыте с той же наклонной плоскости скатывается без проскальзывания тонкостенная однородная цилиндрическая бочка, полностью заполненная водой. Начальная скорость нулевая. Масса воды в  $n=2$  раза больше массы бочки. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.

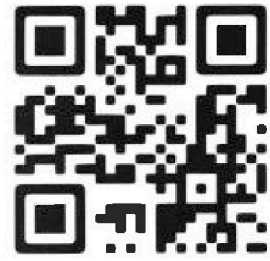
2. С какой по величине скоростью  $V$  движется бочка после перемещения относительно наклонной плоскости на  $L=0,6$  м?
3. Найдите ускорение  $a$ , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента  $\mu$  трения скольжения бочка катится без проскальзывания?





Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 10-02



*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

4. В изохорическом процессе от смеси идеальных газов гелия и азота отводят  $Q = 780$  Дж теплоты. Температура смеси уменьшается на  $|\Delta T_1| = 31,2$  К. Если в изобарическом процессе от той же смеси отвести то же самое количество теплоты, то температура смеси уменьшится на  $|\Delta T_2| = 20$  К.

1. Найдите работу  $A$  внешних сил в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость  $C_p$  смеси в изобарическом процессе.
3. Найдите отношение  $\frac{N_1}{N_2}$  числа атомов гелия к числу молекул азота в смеси.

*Указание: внутренняя энергия двухатомного газа азота  $U = \frac{5}{2}PV$ .*

5. Частица с удельным зарядом  $\gamma = \frac{q}{m} < 0$  движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен до напряжения  $U$ , расстояние между обкладками  $d$ . В некоторый момент частица движется параллельно обкладкам на расстоянии  $d/8$  от отрицательно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в этот момент времени равен  $R$ .

1. Найдите скорость  $V_0$  частицы в рассматриваемый момент времени.

Через некоторое время после вылета из конденсатора частица пересекает серединную плоскость конденсатора (плоскость, равноудаленную от обкладок).

2. С какой по величине скоростью  $V$  движется в этот момент частица?



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

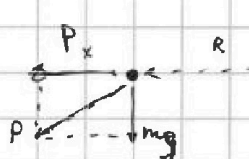
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

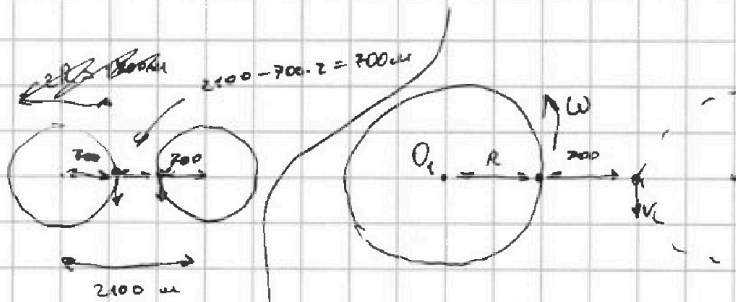
Принимая что человек не криво прислоняется к сиденью и ~~вызывает~~ действует он только на кресло

В этой точке  $P = N$  - результирующая сила  $P$  обрешет центрированно. Условие  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow P = N = m \cdot a_g = m \cdot \frac{V^2}{R} = m \cdot \frac{70 \cdot 70}{700} = 7m$$


$$P = \sqrt{P_x^2 + m^2 g^2} = \sqrt{m^2 \cdot \frac{V^4}{R^2} + m^2 g^2} = \sqrt{(7m)^2 + (60m)^2} =$$

$$= m \sqrt{149} \Rightarrow 1) \frac{P}{mg} = \frac{m \sqrt{149}}{m \cdot 10} = \sqrt{1,49}$$



т.к. центр отсчета связан с лев. сам.  $\Rightarrow$  движемся

против часовой стрелки  $\omega = \frac{V}{R} = 0,1 \frac{\text{рад}}{\text{с}} \Rightarrow$

$\Rightarrow V_B = V - \omega(R + 700) = 70 - 0,1 \cdot 1400 = -70 \text{ м/с} \Rightarrow$

$\Rightarrow 2) V_B = 70 \text{ м/с}$

напр. по часовой стрелке для прав. окружн.



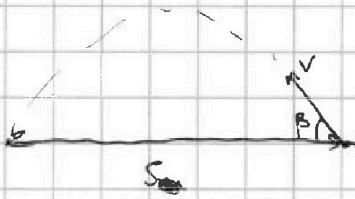
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$\sqrt{2}$

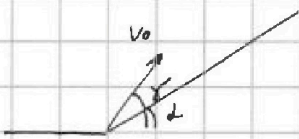


зад в гориз. направлении:

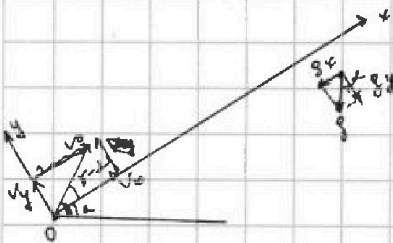
$$t = \frac{2V_0 \sin \beta}{g} \Rightarrow S_0 = \frac{2V_0 \sin \beta}{g} \cdot V_0 \cos \beta = \frac{V_0^2}{g} \sin 2\beta \text{ макс } S$$

будем иметь  $\sin 2\beta = 1 \Rightarrow \beta = 45^\circ$

$$\Rightarrow S_1 = \frac{V_0^2}{g} \Rightarrow 1) V_0 = \sqrt{S_1 \cdot g} = \sqrt{160 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



алгебра, что  $2 < \gamma < 80$  тогда



$$g_x = g \sin \alpha$$

$$g_y = g \cos \alpha$$

$$t_{\text{max}} = \frac{2V_y}{g_y} = \frac{2V_0 \sin(\gamma - \alpha)}{g \cos \alpha}$$

$$S = V_x t - \frac{g_x t^2}{2} = \frac{2V_0^2 \sin(\gamma - \alpha) \cos(\gamma - \alpha)}{g \cos^2 \alpha}$$

$$= \frac{V_0^2 \sin 2(\gamma - \alpha)}{g \cos^2 \alpha} = \frac{V_0^2 \sin(2\gamma - 2\alpha)}{g \cos^2 \alpha} - \frac{2V_0^2 \sin^2(\gamma - \alpha) \cdot \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha}$$

$$= \frac{V_0^2}{g \cos^2 \alpha} \left( \sin(2\gamma - 2\alpha) - 2 \sin^2(\gamma - \alpha) \cdot \sin \alpha \right) \text{ возьмем } \alpha \text{ за парам.}$$

и найдем опт.  $\gamma$  для  $S = \text{max}$  дифференцируем выраж по  $\alpha$  и приравняем к 0

$$0 = \frac{V_0^2}{g \cos^2 \alpha} \left( 2 \cos(2\gamma - 2\alpha) - 2 \sin \alpha \cdot \frac{2 \sin(\gamma - \alpha) \cdot \cos(\gamma - \alpha)}{\sin(2\gamma - 2\alpha)} \right) \Rightarrow$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА

2 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\cos(2\gamma - 2\alpha) = \cos(2\gamma - 2\alpha) \cdot 2$$

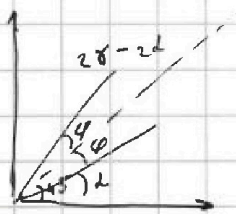
$$2 = \cos(2\gamma - 2\alpha) \Rightarrow \cos(2\gamma - 2\alpha) = \frac{2}{\cos(2\gamma - 2\alpha)}$$

$$\cos(2\gamma - 2\alpha) = 1 \Rightarrow \text{или } \alpha \text{ и } 2\gamma - 2\alpha \text{ совпадают}$$

или  $45^\circ$

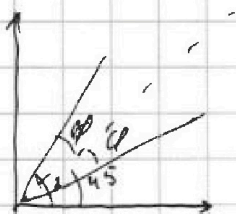
$$2\alpha \in (45^\circ; 90^\circ) \Rightarrow 2\gamma - 2\alpha \in (0; 45)$$

$$\text{и } 2\gamma - 2\alpha < 180^\circ, \alpha < 90 \Rightarrow \text{или } \alpha \in (0; 45) \Rightarrow 2\gamma - 2\alpha \in [45; 90)$$



$$\varphi = 45 - \alpha$$

$$2\gamma - 2\alpha = 45 + \varphi = 90 - \alpha \Rightarrow 2\gamma = 90 + \alpha \quad \gamma = \frac{90 + \alpha}{2} = 45 + \frac{\alpha}{2}$$



$$\varphi = \alpha - 45$$

$$2\gamma - 2\alpha = 45 - \varphi = 90 - \alpha \Rightarrow 2\gamma = 90 + \alpha$$

$$\sin(90 - \alpha) = \cos \alpha$$

$$\text{и тогда } S_2 = \frac{V_0^2 \cdot \sin(2\gamma - 2\alpha)}{g \cos \alpha} = \frac{V_0^2}{g \cos \alpha} \cdot \frac{\sin \alpha \cdot \sin^2(\gamma - \alpha)}{\cos \alpha}$$

$$12\alpha = \frac{16\alpha \cdot \alpha}{10} = \frac{16\alpha \cdot \alpha}{10} \cdot \frac{\sin \alpha \sin^2(\gamma - \alpha)}{\cos^2 \alpha}$$

$$1 = \frac{\sin \alpha \cdot \sin^2(45 - \frac{\alpha}{2})}{\cos^2 \alpha} \Leftrightarrow \frac{\cos^2 \alpha}{4} = \sin \alpha \left( \sin 45 \cos \frac{\alpha}{2} - \sin \frac{\alpha}{2} \cos 45 \right)^2$$

$$\frac{\cos^2 \alpha}{4} = \sin \alpha \cdot \left( \frac{\sqrt{2}}{2} \right)^2 \left( \cos \frac{\alpha}{2} - \sin \frac{\alpha}{2} \right)^2$$

$$1 - (2 \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2})^2 = \sin \alpha \cdot 2 \left( \cos \frac{\alpha}{2} - \sin \frac{\alpha}{2} \right)^2, \text{ упростим, что } \cos \frac{\alpha}{2} \text{ не равно}$$

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

или  $\cos \frac{\alpha}{2}$  или  $\sin \frac{\alpha}{2}$

$$\text{или } \alpha = 2 \cdot \arcsin(\sin \frac{\alpha}{2})$$



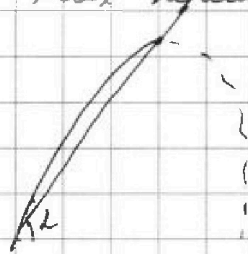
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Добавлю что м.к.  $S_2$  - макс перем  $\Rightarrow$   
 $\rightarrow$  он у нас в виде



И зная что обл. порам выстрела скор  $V$  отне урав  
 порам  $y = -\frac{x^2}{320} + 80$   $\frac{g \cdot (\frac{x}{v})^2}{2} = \frac{10 \cdot x^2 \cdot 4}{x^2} = 80$

$$y^2 + x^2 = (120)^2 \Rightarrow \alpha \geq \arctan \frac{y}{x}$$

$$6400 - \frac{x \cdot 80 \cdot x^2}{320} + \frac{x^4}{(320)^2} + \frac{x^2}{2} = 120 \quad | \cdot 320^2$$

$$x^2 = 8 \quad 8^2 + (320)^2$$

$$x^2 = 120^2 - y^2$$

$$y = \frac{-120^2 + y^2}{320} + 80 \quad | \cdot 320$$

$$y^2 - 320y - 120^2 \cdot 320 + 80 = 0$$

$$y = 160 \pm \sqrt{160^2 - 120^2 \cdot 320 - 80}$$

назад

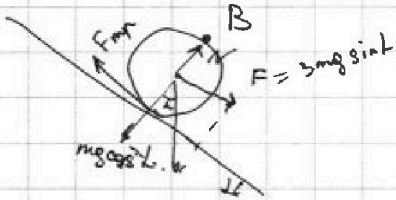


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$F_{\text{тр}} \leq \mu N = \mu 3mg \cos \alpha$$

запишем <sup>завис</sup> урав <sup>отсюда</sup> т. B

$$F \cdot r - F_{\text{тр}} \cdot 2r = 0$$

$$F = 2 F_{\text{тр}} \leq 2 \mu \overset{mg}{N} \cos \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \cancel{mg} \sin \alpha \leq 2 \mu \cancel{mg} \cos \alpha$$

$$\mu \geq \mu \geq \frac{\cancel{mg} \cdot \sin \alpha}{2 \cdot \cos \alpha} = \frac{\cancel{mg} \cdot 0,6}{2 \cdot 0,8} = \frac{\cancel{mg} \cdot 3}{8}$$
$$= \frac{6}{16} = \frac{3}{8} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{4) } \mu \geq \frac{3}{8}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



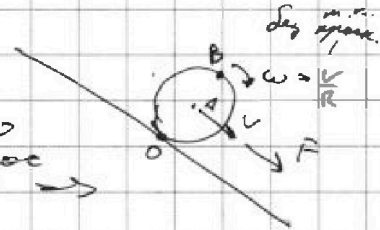
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

воспользуемся динамикой тв. тела:

$$I_k = m v^2 \Rightarrow I_{\text{башни}} = m v^2 + m v^2 = 2 m v^2 - \text{эти } m \cdot 0 \rightarrow$$



$$\Rightarrow E_{k\delta} = \frac{I \omega^2}{2} = \frac{2 m v^2 \cdot \frac{v^2}{R^2}}{2} = m v^2$$

масса башни = m  
масса воды = 2m

вода неподв.  $\Rightarrow$  сцепления между ней и башней нет  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  сила не закрутит  $\Rightarrow$  у нее скор  $v \Rightarrow E_{kв} = \frac{2 m v^2}{2} = m v^2$

$$\Rightarrow E_k = E_{k\delta} + E_{kв} = 2 m v^2 = 0 E_{\pi} = 3 m g \sin \alpha = 3 m g L \sin \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2 m v^2 = 3 \times g L \sin \alpha \Rightarrow v = \sqrt{\frac{3 \cdot 10^5 \cdot 0,6 \cdot 0,6}{2}} = 0,6 \sqrt{15}$$

вращающая сила  $F = 3 m g \sin \alpha$  ее можно

разделить на  $F_r$  силу по радиусу башни и  $F_g$  сила

ускор воды  $\Rightarrow F_r + F_g = F$

~~$F_r = F \cdot R \cdot I \Rightarrow F_r = \frac{F \cdot R \cdot I}{R^2} = \frac{F \cdot R \cdot I}{R^2} \Rightarrow$~~   
 $F_g = 2 m a$

~~$a = F_r \cdot R^2 \cdot I \Rightarrow F_r = \frac{a \cdot 2 m R^2}{R^2} \Rightarrow$~~   
 $F_g = 2 m a$   
 $F_r \cdot R = a \cdot 2 m R^2 \Rightarrow$   
 $\Rightarrow F_r = 2 m a \Rightarrow$

$$\Rightarrow F = 2 m a + 2 m a = 4 m a = 3 m g \sin \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 3) a = \frac{3 g \sin \alpha}{4} = \frac{3 \cdot 10 \cdot 0,6}{4} = \frac{18}{4} = 4,5 \text{ м/с}^2$$

$\rightarrow$  пред. на след. стр.





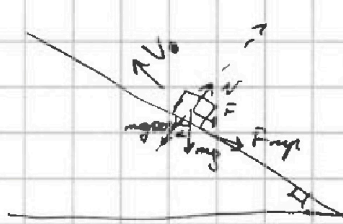
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Пл. скорость сначала падала, а потом увелич. можно себе представить, что мы ее заменили вверх:



$$F = mg \cos \alpha \sin \alpha$$

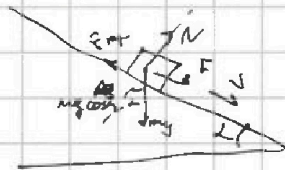
$$F_{тр} = \mu N = \mu \cdot mg \cos \alpha$$

$$\text{итого } a_1 = \frac{F + F_{тр}}{m} = \frac{\mu g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha}{1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_1 = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

$$\text{из граф } a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{8 \text{ м/с}}{1 \text{ с}} = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

после остановки камня камень движ:



аналогично  $F_{тр}$  направл в др сторону:

$$a_2 = \frac{F - F_{тр}}{m} = \frac{g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha}{1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha), \text{ аналог из граф } a_2 = \frac{8}{3-1} = \frac{4 \text{ м}}{\text{с}^2}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 8 = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \\ 4 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \end{cases} \Rightarrow 12 = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha + \sin \alpha - \mu \cos \alpha) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{12}{2g} = \frac{12}{20} = 0,6$$

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

ответ на след. стр.



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Условие:  $Q = A + \delta U \Rightarrow Q = \delta U = \delta U_a + \delta U_b = \frac{5}{2} p_a R \delta T_1 + \frac{3}{2} p_b R \delta T_2 =$   
 $\Rightarrow Q = \delta T_1 \left( \frac{5}{2} p_a R + \frac{3}{2} p_b R \right) \quad \left| : T_1 \right.$

Условие:  $Q = A + \delta U \Rightarrow Q = A + \left( \frac{5}{2} p_a R + \frac{3}{2} p_b R \right) \delta T_2$

$A = p \delta V = p(V_a - V_b) = pV_a - pV_b = (p_a + p_b) R T_a - (p_a + p_b) R T_b \Rightarrow$

$\Rightarrow A = (p_a + p_b) R \delta T_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow Q = \underbrace{(p_a + p_b) R \delta T_2}_A + \left( \frac{5}{2} p_a R + \frac{3}{2} p_b R \right) \delta T_2 \quad \left| : \delta T_2 \right.$

Условие:  $\frac{Q}{\delta T_1} = \frac{5}{2} p_a R + \frac{3}{2} p_b R \quad \downarrow \Rightarrow$

Условие:  $\frac{Q}{\delta T_2} = \frac{A}{\delta T_2} + \frac{5}{2} p_a R + \frac{3}{2} p_b R$

$\Rightarrow \frac{Q}{\delta T_2} - \frac{Q}{\delta T_1} = \frac{A}{\delta T_2} \quad \left| \cdot \delta T_2 \right. \Rightarrow Q - \frac{\delta T_2}{\delta T_1} Q = A \Rightarrow$

$\Rightarrow$  н.ч.  $Q$  отвариши  $\Rightarrow Q_b$  урвб = -780 Дж и н.ч.

температуры  $\delta T_1 = -31,2 \text{ K} \Rightarrow$   
 $\delta T_2 = -20 \text{ K}$

$\Rightarrow A = -780 \left( 1 - \frac{+20}{+31,2} \right)$  , но это работа газа  $\Rightarrow$  работа

от смеси 1)  $A_{\text{см}} = -A = 780 \left( 1 - \frac{20}{31,2} \right) = 780 \cdot \frac{(31,2 - 20)}{31,2} = 280 \text{ Дж}$

но отн. теплоемкость смеси  $\frac{\delta Q}{\delta T} \Rightarrow C_p = \frac{-780}{-20} = 39 \frac{\text{Дж}}{\text{K}}$

н.ч.  $A = (p_a + p_b) R \delta T_2 \Rightarrow p_a + p_b = \frac{-A_{\text{см}}}{R \delta T_2} = \frac{-280}{R \cdot (-20)} = \frac{14}{R}$

$Q = \left( \frac{5}{2} p_a + \frac{3}{2} p_b \right) R \delta T_1 \Rightarrow \frac{5}{2} p_a + \frac{3}{2} p_b = \frac{Q}{R \delta T_1} = \frac{-780}{R \cdot \frac{-31,2}{10}} = \frac{100}{4R} = \frac{25}{R} \Rightarrow$

$\Rightarrow 5p_a + 3p_b = \frac{50}{R} \Rightarrow$  (уравнение)



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{aligned} \Rightarrow D_1 + D_2 &= \frac{14}{R} \quad | \cdot 3 \\ 5D_1 + 3D_2 &= \frac{50}{R} \end{aligned} \quad \downarrow - \Rightarrow \begin{aligned} 2D_1 &= \frac{50 - 14 \cdot 3}{R} = \frac{8}{R} \Rightarrow D_1 = \frac{4}{R} \Rightarrow \end{aligned}$$

$$\Rightarrow D_2 = \frac{14}{R} - \frac{4}{R} = \frac{10}{R}$$

$$\left. \begin{aligned} N_1 &= D_1 \cdot N_a \\ N_2 &= D_2 \cdot N_a \end{aligned} \right\} \Rightarrow 3) \frac{N_1}{N_2} = \frac{D_2 \cdot N_a}{D_1 \cdot N_a} = \frac{\frac{10}{R}}{\frac{4}{R}} = 2,5$$

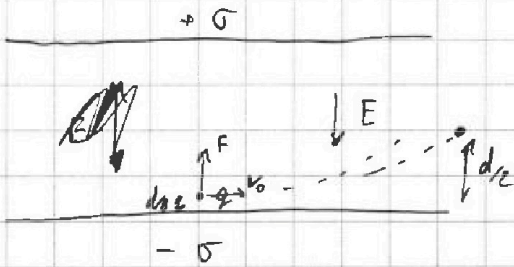


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$qU = +E \cdot d = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} d \Rightarrow E = \frac{2U}{d}$$

м.к.  $\frac{q}{m} < 0 \Rightarrow q < 0$  (м.к.  $m > 0$ )

$$a = \frac{F}{m} = \frac{V_0^2}{R} = a_y \quad F = -E q \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{-E q}{m} = \frac{V_0^2}{R}$$

$$R \cdot (-E) \cdot \frac{q}{m} = V_0^2$$

$$1) V_0 = \sqrt{\frac{\gamma \cdot q \cdot R}{d}}$$

м.к. сила  
против F

$$E_k = \frac{mV_0^2}{2}$$

$$E_k = \frac{mV^2}{2}$$

$$E_k + A = E_k$$

$$\frac{mV_0^2}{2} + (-E) \cdot q \cdot d = \frac{mV^2}{2} \quad | \cdot 2 : m$$

$$V_0^2 - \frac{2E q \cdot d}{m} = V^2$$

$$V = \sqrt{V_0^2 - \frac{2\gamma \cdot q \cdot R}{d}}$$

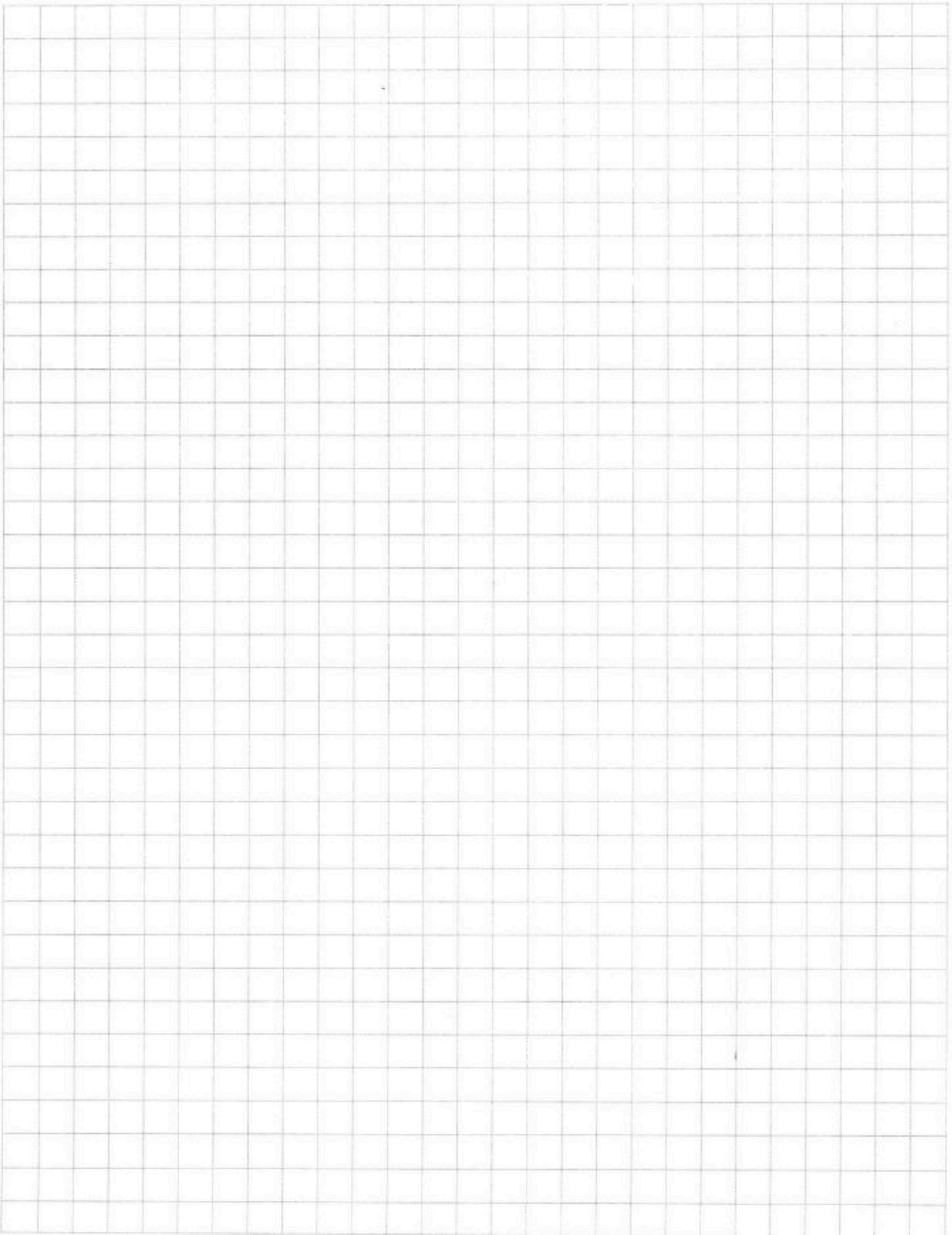


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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"/>

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!





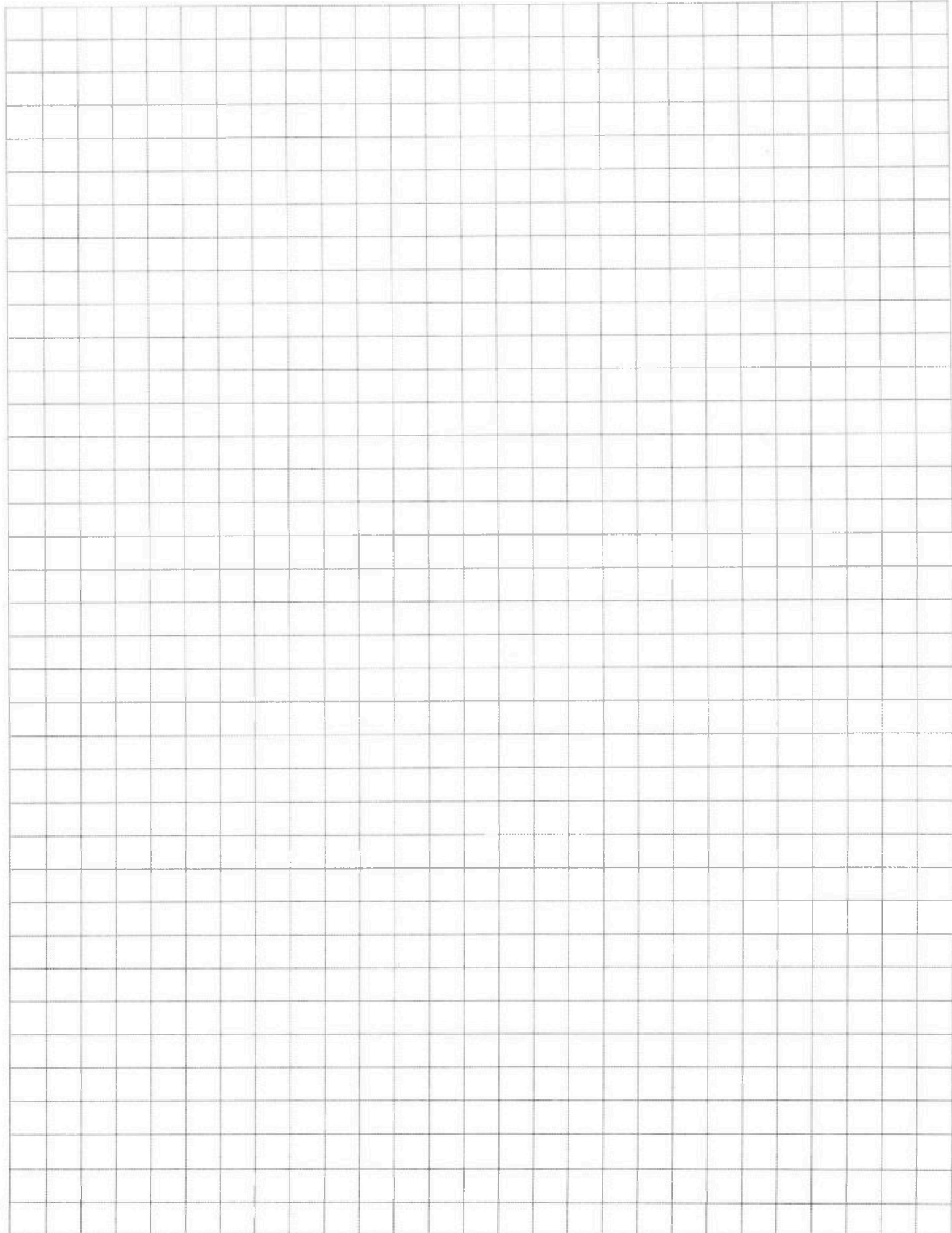


На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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"/>

СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!





На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
— ИЗ —

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$I = mv^2$$

$$I_H = mv^2 + mv^2 = 2mv^2$$

$$\frac{I\omega^2}{2} = \frac{2mv^2 \cdot \frac{v^2}{2}}{2} = mv^2$$

$$\Delta \varphi = \alpha$$

~~ка~~

$$\frac{kq}{d} - \frac{k(-q)}{d} = \alpha \rightarrow$$

$$\frac{kq^2}{r^2} = \frac{B}{\mu_0}$$

$$\frac{kq^2}{r^2} = B$$

$$t = \frac{2V_0 \sin(\theta)}{g \cos \theta} = \frac{2V_0}{g \cos \theta}$$

$V_0 \cos \theta$

$2V_0$

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

$$\frac{g \sin \alpha \cdot V_0^2 \sin^2(\theta - \alpha)}{g^2 \cos^2 \theta} = - \frac{\sin \alpha V_0^2 \cdot \sin^2(45 - \frac{\alpha}{2})}{g \cos^2 \theta}$$

$$\frac{\sin \alpha V_0^2 \cdot \sin(45 - \frac{\alpha}{2})}{g \cos^2 \theta} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{4} = \frac{\sin \alpha \cdot \sin(45 - \frac{\alpha}{2})}{1 - \sin^2 \alpha}$$

$$1 - \sin^2 \alpha = 4 \sin \alpha \sin(45 - \frac{\alpha}{2})$$

$$\frac{1 - \sin^2 \alpha}{4 \sin \alpha} = \sin 45 \cos(\frac{\alpha}{2}) + \sin \frac{\alpha}{2} \cos 45$$

$$\frac{1 - \sin^2 \alpha}{4 \sin \alpha} = \frac{\sqrt{2}}{2} (\cos \frac{\alpha}{2} - \sin \frac{\alpha}{2})$$

$$120 = \frac{1800}{\alpha} - S$$

$$S = 40$$

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

$$\sin^2 \frac{\alpha}{2} - 2 \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2} + \cos^2 \frac{\alpha}{2}$$

$$g \cos \theta = \cos \theta$$





На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
из

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$V = \text{const}$   
 $Q_V = 780 \text{ Дж}$   
 $|\Delta T| = 31,2 \text{ К}$

$A = 0 \Rightarrow \Delta U = Q_V$   
 $780 = \left( \frac{3}{2} D_2 R + \frac{5}{2} D_0 R \right) \Delta T$

$p = \text{const}$   
 $Q_V = 780 \text{ Дж}$   
 $|\Delta T| = 20 \text{ К}$

$A \neq 0 \Rightarrow A = p \Delta V = p(D_2 + D_0) R \Delta T_2$

$Q = \frac{3}{2} D_2 R \Delta T_2 + \frac{5}{2} D_0 R \Delta T_2 + D_2 R \Delta T_2 + D_0 R \Delta T_2 =$   
 $Q = \frac{5}{2} D_2 R \Delta T_2 + \frac{7}{2} D_0 R \Delta T_2$

$\frac{Q}{\Delta T} = C_p$

$\frac{780}{\Delta T_1} = \frac{3}{2} D_2 R + \frac{5}{2} D_0 R$   
 $\frac{780}{\Delta T_2} = A + \frac{3}{2} D_2 R + \frac{5}{2} D_0 R$

$A = \frac{780}{\Delta T_2} - \frac{780}{\Delta T_1} = 780 \left( \frac{1}{20} - \frac{1}{31,2} \right) = 780 \left( \frac{31,2 - 20}{624} \right) \dots$

$780 \left( \frac{11,2}{31,2} \right) = 780 \cdot \frac{112}{312} = 280$

$-\frac{780}{-31,2R} = \frac{5}{2} D_0 R + \frac{3}{2} D_2 R \quad \frac{780}{31,2R} \cdot 2 = 5D_0 + 3D_2$

$-\frac{780}{-20} A = \frac{5}{2} D_0 R \quad (D_0 + D_2) R \Delta T_2 = A = \frac{+780}{+20R} \left( 1 - \frac{20}{31,2} \right)$

$\frac{780 \cdot 2}{31,2R} - \frac{780 \cdot 3}{20R} \left( 1 - \frac{20}{31,2} \right) = 2D_0$

$N_A \cdot \frac{m}{m} = 2,5$

$28$

$14 \cdot 3 = 42$

$312$   
 $200$   
 $112$   
 $8$   
 $32$

$312$   
 $156$   
 $78$

$11,2$   
 $20$   
 $56$   
 $28$   
 $14$   
 $-280$   
 $312$   
 $156$   
 $78$

$-X3$

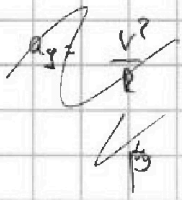


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
из

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{\sin 2\alpha}{\cos 2\alpha} = \frac{2\sin\alpha\cos\alpha}{\cos^2\alpha - \sin^2\alpha}$$

$$\sin(\alpha+\beta) = \sin\alpha\cos\beta + \sin\beta\cos\alpha$$

$$\cos(\alpha+\beta) = \cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta$$

$$2\sin\alpha\cos\alpha$$

$\sqrt{2}$

$$S = V\cos\alpha \cdot \frac{2V\sin\alpha}{g} = \frac{V^2 \cdot 2\sin\alpha\cos\alpha}{g} = \frac{V^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} \rightarrow \max \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

$$\dots \frac{\sin(\alpha-\beta)}{2\cos(\alpha-\beta)}$$

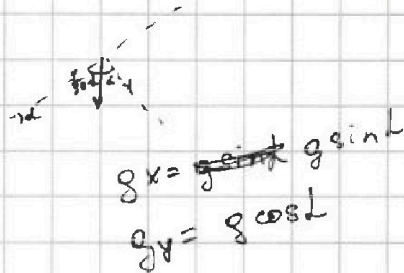
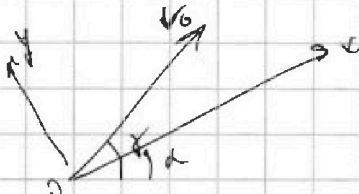
$\Rightarrow$

$$\frac{1200}{1600} \cdot 100 = \frac{t}{\cos\alpha}$$

$$\sqrt{\frac{v^2}{2}} \cdot \frac{2V\sin\alpha}{g} = \frac{V^2}{g}$$

$$2\alpha - 2\alpha \rightarrow 90$$

$$S = \frac{V_0^2}{g\cos\alpha}$$



$$\cos\alpha =$$

$$t = \frac{2V_0 \sin(\alpha-L)}{g \cos\alpha}$$

$$L = 50$$

$$40 = 2\alpha - 100$$

$$\alpha = 70$$

$$S = V_0 \cos(\alpha-L) \cdot t - \frac{g \sin\alpha t^2}{2}$$

$$S = \frac{V_0^2 \cdot 2 \sin(\alpha-L) \cos(\alpha-L)}{g \cos\alpha} - \frac{g \sin\alpha \cdot 2 V_0^2 \cdot \sin^2(\alpha-L)}{g^2 \cos^2\alpha}$$

$$= \frac{V_0^2 \cdot \sin(2\alpha-2L)}{g \cos\alpha} - \frac{V_0^2 \cdot \sin\alpha \cdot \sin^2(\alpha-L)}{g \cos^2\alpha}$$

$$= \frac{V_0^2}{g \cos\alpha} \left( \sin(2\alpha-2L) - 2\alpha \sin^2(\alpha-L) \right)$$

$$\frac{V_0^2}{g \cos\alpha} \left( \sin(2\alpha-2L) - 2 \cdot \cos(2\alpha-2L) \cdot \sin^2(\alpha-L) \right)$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{1600}{100} = \frac{1600}{100} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \sin^2\left(\frac{45}{2}\right) \sqrt{2}$$

$$y = -\frac{x^2}{320} + 80$$

$$y^2 + x^2 = 120$$

$$1 - 4 \sin^2 \frac{\alpha}{2} (1 - \sin^2 \frac{\alpha}{2}) = 2 \sin \alpha \sqrt{1 - \sin^2 \frac{\alpha}{2}} \cdot 2 \left(1 - \frac{1 - \sin^2 \frac{\alpha}{2}}{2}\right) - 2 \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2} \cdot \frac{1 - \sin^2 \frac{\alpha}{2}}{2}$$

$$\left(1 - 2 \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2}\right) = 2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2} \cdot 2 \left(1 - 2 \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2}\right)$$

$$1 + 2 \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2} = 2 \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$\left(\frac{80 - x^2}{320}\right)^2 + y^2 = 120$$

$$\frac{6400}{6280} + \frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{320^2} = 0$$

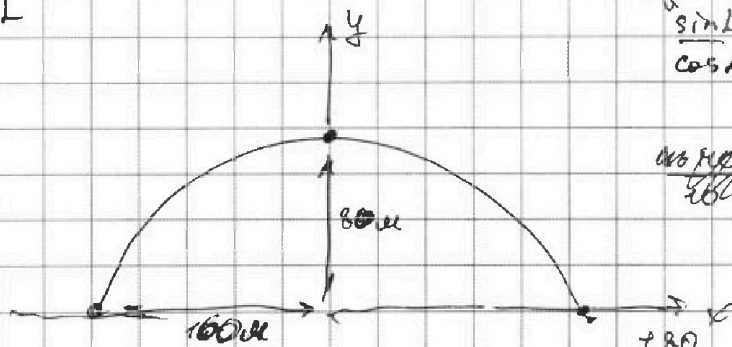
$$\frac{1}{4} = \sin^2 \frac{\alpha}{2} - \sin^4 \frac{\alpha}{2}$$

$$x = \sin^2 \frac{\alpha}{2} \quad x^4 + 320 \cdot 160 x^2 + \dots$$

$$x^2 - x + \frac{1}{4} = 0$$

$$x = \frac{1 \pm \sqrt{1 - 1}}{2} = \frac{1}{2} \quad \sqrt{x^2} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \frac{\alpha}{2} = 45$$

$$\frac{V_0^2}{800g} \left( \sin 2\alpha \cos 2\alpha - \cos 2\alpha \sin 2\alpha - 2 \sin \alpha \cos \alpha (\sin \alpha \cos \alpha - \cos \alpha \sin \alpha) \right)^2$$



$$\frac{8 \cdot 16}{2} = 80 \text{ м}$$

$$y = -\frac{x^2}{320} + 80$$

$$a = \frac{1}{320}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{20 \cdot 10}{200} \cdot m = 7m$$

$$\frac{v^2}{2} \cdot m = \frac{2000 \cdot 10}{200} m$$

$$0.4 = 2$$

$$\frac{2kg}{v}$$

$$D_{\text{эл}} \cdot D_{\text{эл}} = \frac{2kg}{v} \cdot kv$$

$$\sin\left(45 - \frac{\alpha}{2}\right)$$

$$B \cdot \frac{kv}{e} = \frac{D_{\text{эл}}}{c}$$

$$t = \frac{2V_0 \sin(\alpha - \alpha)}{g \cos \alpha}$$

$$B \cdot kv = D_{\text{эл}}$$

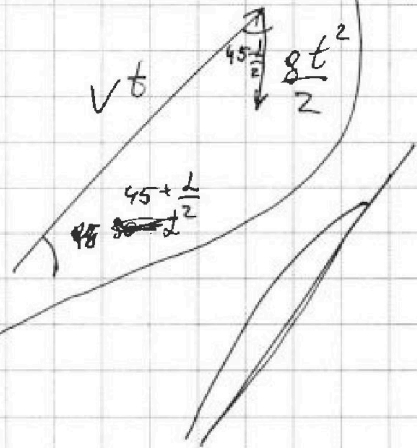
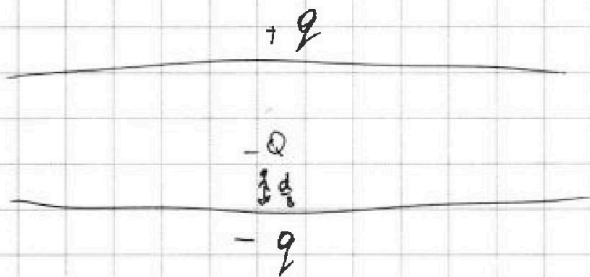
$$\frac{2kg}{v} = 2$$

$$\frac{20}{260} \cdot d = 2 \Rightarrow \frac{20}{d} = E$$

$$4\pi k Q d = 2$$

$$E = \frac{2}{4\pi k}$$

$$Q < 0$$



$$\frac{20 \cdot 10}{R} = \frac{4\pi k Q d}{d^2} \cdot \frac{4\pi k Q d}{d^2}$$

$$E \cdot Q = \frac{20 Q}{d}$$

$$1) \quad v = \sqrt{\frac{20 Q d}{18 d}}$$

$$\frac{m v^2}{2} = \frac{m v_H^2}{2} + E \cdot \frac{3d}{8} Q$$

$$S = (v \sin \alpha \cdot t)^2 + (v \cos \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2})^2 = \frac{m v_H^2}{m}$$

$$120^2 = v^2 t^2 - 2 v \cos \alpha t \cdot \frac{g t^2}{2} - \frac{g^2 t^4}{4}$$