



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

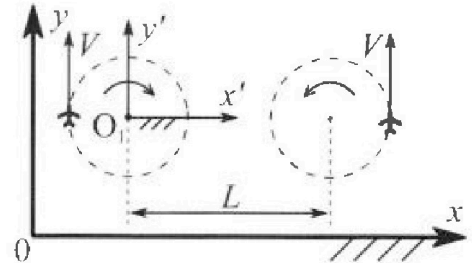
Вариант 10-02

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/с².

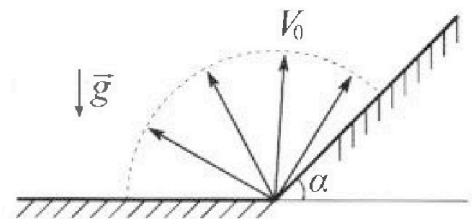
1. Определите отношение $\frac{P}{mg}$, здесь P – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.



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/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



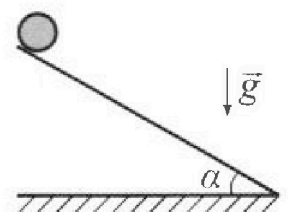
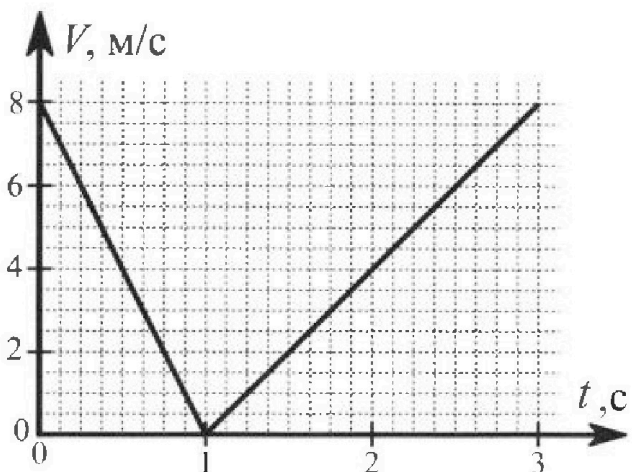
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

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/с².

1. Найдите $\sin \alpha$, здесь α – 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 μ 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 ☐

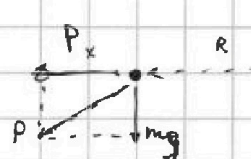
СТРАНИЦА

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!

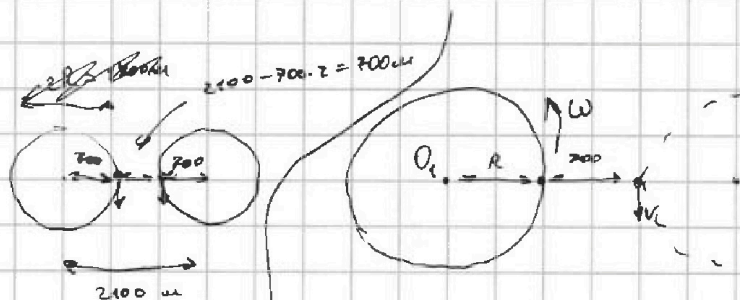
Принимать что человек не криво пристегнут и сидит ровно и вращается только на кресло

Решение задачи $P = N$ - груз сила P обрешет центрирован. центр $\Rightarrow$

$$\Rightarrow P = N = m \cdot a_g = m \cdot \frac{V^2}{R} = m \cdot \frac{70 \cdot 70}{100} = 7m$$


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

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



т.н. сист. отсчета связана с лев. сам. $\Rightarrow$ движ.

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

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

$$\Rightarrow 2) V_p = 70 \text{ м/с}$$

напр. по часов. 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.

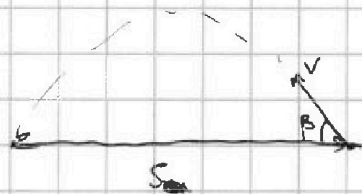


СТРАНИЦА

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:

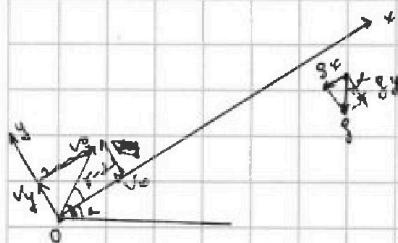
$$t = \frac{2V_0 \sin \beta}{g} \rightarrow S = \frac{2V_0 \sin \beta}{g} \cdot V_0 \cos \beta = \frac{V_0^2}{g} \sin 2\beta \text{ макс } S$$

дурем или $\sin 2\beta = 1 \Rightarrow \Rightarrow \beta = 45^\circ$

$$\Rightarrow S_1 = \frac{V_0^2}{g} \Rightarrow 1) V_0 = \sqrt{S_1 \cdot g} = \sqrt{160 \text{ м} \cdot \frac{10 \text{ м}}{\text{с}^2}} = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



алгеброй, что $2 < \gamma < 80$ тогда



$$g_x = g \sin \gamma$$

$$g_y = g \cos \gamma$$

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

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

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

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

и найдем отн. γ для $S = \max$ продифференцируем выраж по γ и приравняем к 0

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



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!

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

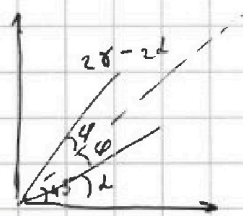
$$2 = \cos(2\gamma - 2\alpha) \Rightarrow \cos(2\gamma - 2\alpha) = \frac{2}{\cos(2\gamma - 2\alpha)}$$

$$\cos(2\gamma - 2\alpha) = 1 \Rightarrow \text{что дает } \alpha \text{ и } 2\gamma - 2\alpha \text{ сума}$$

отлична 45°

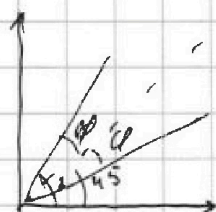
$$2\gamma - 2\alpha \in (0; 45) \Rightarrow 2\gamma - 2\alpha \in (0; 45)$$

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



$$\varphi = 45 - \alpha$$

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



$$\varphi = \alpha - 45$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$\cos \frac{\alpha}{2}$ мы можем

выразить через $\sin \frac{\alpha}{2}$, а

тогда с помощью $\sin \frac{\alpha}{2}$ решать

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



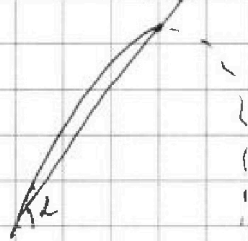
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 $\Rightarrow$
или угол в пике



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

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

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

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

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

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

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

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

невоз

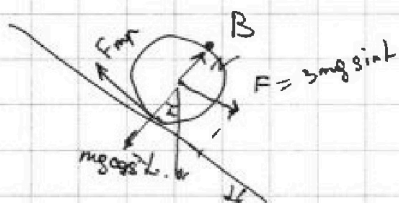


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

запишем ^{завис} ~~завис~~ ^{относ} ~~относ~~ ^{т. Б}

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

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

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

$$\mu \geq \frac{F \cdot \sin \alpha}{2 \cdot \cos \alpha} = \frac{F \cdot 0.6}{2 \cdot 0.8} = \frac{F \cdot 3}{4 \cdot 4}$$

$$= \frac{6}{16} = \frac{3}{8} \Rightarrow$$

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



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.

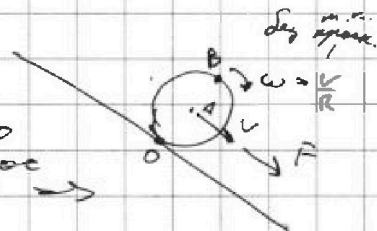
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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:

$$I_k = mr^2 \Rightarrow I_{\text{баш}} = mr^2 + mr^2 = 2mr^2 - \text{эти } m, r \text{ отн. к } m, 0 \Rightarrow$$



$$\Rightarrow E_{\text{к.б}} = \frac{I \omega^2}{2} = \frac{2mr^2 \cdot \frac{v^2}{R^2}}{2} = mv^2$$

масса башни = m
масса воды = 2m

вода не течет. $\Rightarrow$ сцепления между ней и башней нет $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ она не закружит $\Rightarrow$ у неё скор $v \Rightarrow E_{\text{к.в}} = \frac{2mv^2}{2} = mv^2$

$$\Rightarrow E_{\text{к}} = E_{\text{к.б}} + E_{\text{к.в}} = 2mv^2 = 0 E_{\text{п}} = 3mg \sin \alpha = 3mg L \sin \alpha \Rightarrow$$

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

вращающая сила $F = 3mg \sin \alpha$ её можно

разделить на F_r силу раскрутки башни и F_g сила

ускор воды $\Rightarrow F_r + F_g = F$

$$F_g = 2ma$$

$$F_g = 2ma$$

$$L = \beta I \Rightarrow F_r \cdot r = \frac{a}{r} \cdot 2mr^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_r = 2ma \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F = 2ma + 2ma = 4ma = 3mg \sin \alpha \Rightarrow$$

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

$\rightarrow$ 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.

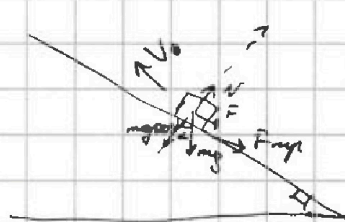
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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 падает, а потом увелич. можно след. вывод, что из-за ее замещения вверх:



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

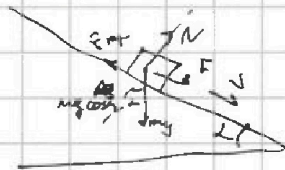
$$F_{\text{тр}} = N \mu = \mu \cdot mg \cos \alpha$$

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

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

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

после остановки начала ехать вниз:



аналогично $F_{\text{тр}}$ направ. в др. стор.

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

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

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

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \sin \alpha = \frac{12}{2g} = \frac{12}{20} = 0,6$$

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

предела 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!

Узловая: $Q = A + \sigma U \Rightarrow Q = \sigma U = \sigma U_a + \sigma U_z = \frac{5}{2} D_a R \sigma T_1 + \frac{3}{2} D_z R \sigma T_1 =$

$\Rightarrow Q = \sigma T_1 \left(\frac{5}{2} D_a R + \frac{3}{2} D_z R \right) \quad \leftarrow \text{из узловой}$

Узловая: $Q = A + \sigma U \Rightarrow Q = A + \left(\frac{5}{2} D_a R + \frac{3}{2} D_z R \right) \sigma T_2$

$A = p \sigma V = p(V_a - V_z) = pV_a - pV_z = (D_a + D_z) R T_a - (D_a + D_z) R T_z \Rightarrow$

$\Rightarrow A = (D_a + D_z) R \sigma T_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow Q = \underbrace{(D_a + D_z) R \sigma T_2}_A + \left(\frac{5}{2} D_a R + \frac{3}{2} D_z R \right) \sigma T_2 \quad | : \sigma T_2$

Узловая: $\frac{Q}{\sigma T_1} = \frac{5}{2} D_a R + \frac{3}{2} D_z R \quad \downarrow \Rightarrow$

Узловая: $\frac{Q}{\sigma T_2} = \frac{A}{\sigma T_2} + \frac{5}{2} D_a R + \frac{3}{2} D_z R$

$\Rightarrow \frac{Q}{\sigma T_2} - \frac{Q}{\sigma T_1} = \frac{A}{\sigma T_2} \quad | \cdot \sigma T_2 \Rightarrow Q - \frac{\sigma T_2}{\sigma T_1} Q = A \Rightarrow$

$\Rightarrow \text{н.ч. } Q \text{ отвариши} \Rightarrow Q \text{ в урв} = -780 \text{ Дж} \quad \text{и н.ч.}$

температуры $\sigma T_1 = -31,2 \text{ К} \Rightarrow$
 $\sigma T_2 = -20 \text{ К}$

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

вот если 1) $A_{\text{пл}} = -A = 780 \left(1 - \frac{20}{31,2} \right) = 780 \cdot \frac{(31,2 - 20)}{31,2} = 280 \text{ Дж}$

но опр. неопределенность еше $\frac{\sigma Q}{\sigma T} \Rightarrow 2) C_p = \frac{-780}{-20} = 39 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$

н.ч. $A = (D_a + D_z) R \sigma T_2 \Rightarrow D_a + D_z = \frac{-A_{\text{пл}}}{R \sigma T_2} = \frac{-280}{R(-20)} = \frac{14}{R}$

$Q = \left(\frac{5}{2} D_a + \frac{3}{2} D_z \right) R \sigma T_1 \Rightarrow \frac{5}{2} D_a + \frac{3}{2} D_z = \frac{Q}{R \sigma T_1} = \frac{-780}{R \cdot (-31,2)} = \frac{100}{4R} = \frac{25}{R} \Rightarrow$

$\Rightarrow 5D_a + 3D_z = \frac{50}{R} \Rightarrow$ (уравнения)



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!

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

$$\Rightarrow D_1 = \frac{14}{R} - \frac{4}{R} = \frac{10}{R}$$

$$\begin{cases} N_1 = D_1 \cdot N_0 \\ N_2 = D_2 \cdot N_0 \end{cases} \Rightarrow 3) \frac{N_1}{N_2} = \frac{D_1 \cdot N_0}{D_2 \cdot N_0} = \frac{\frac{10}{R}}{\frac{4}{R}} = 2,5$$

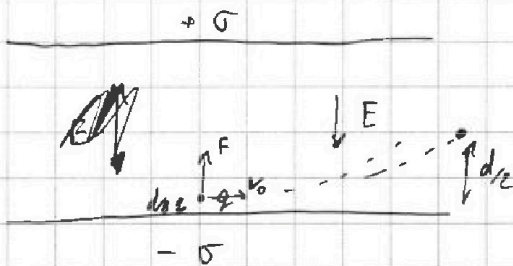


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

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

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

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

м.к. сила тяжести F

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

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

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

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

$$E_k + A = E_k$$

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

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

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

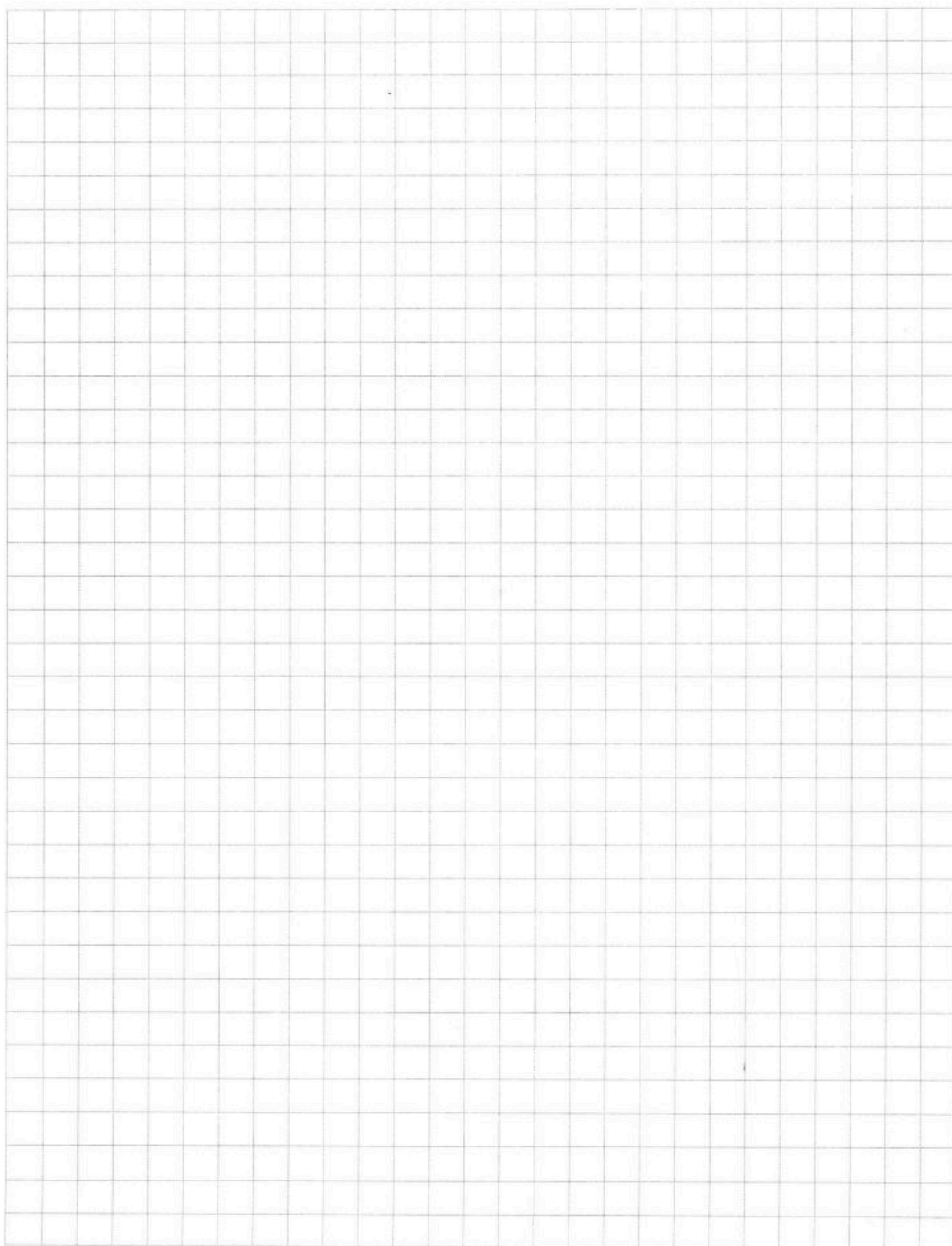


На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

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!

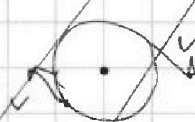
разберем падение бочки: m, O - центр бочки и т.к.

бачка без проскальз. $\Rightarrow V_0 = 0$

тогда пусть часть бочки движется со скоростью V

тогда т.к. у всех точек бочки одинаковая скорость откоса $m, O \Rightarrow V_A = V \cdot 2R = 2V$

тогда в сист. от центра



стат. все т. бачки движ. с $\Rightarrow E_{кб} = \frac{mV^2}{2}$ со скоростью V

$E_{кв}$ т.к. вода идеальна ~~и не трется~~ о бачку у нее нет скорости на бачку $\Rightarrow$ в лоб. сист. от. вода имеет скорость $V \Rightarrow$

$$\Rightarrow E_{кв} = \frac{2mV^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_k = E_{кб} + E_{кв} = \frac{3mV^2}{2} = \Delta E_{п} = 3mg h = 3mg L \sin \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{3mV^2}{2} = 3mg L \sin \alpha \Rightarrow V = \sqrt{20 \cdot 0,8 \cdot 0,6} = 0,6\sqrt{20} \text{ м/с}$$



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
☐

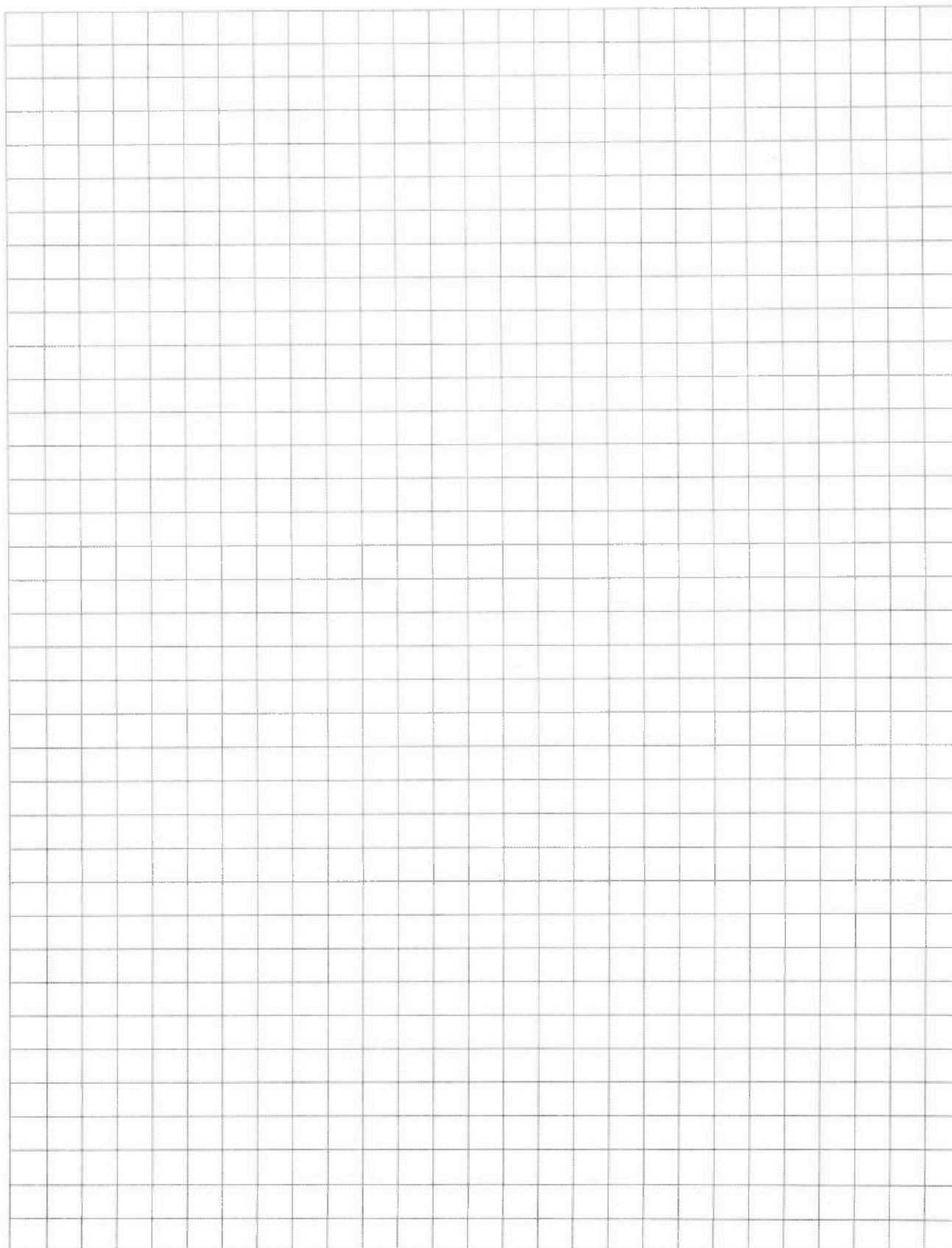
5
☐

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!



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!

$$I = mr^2$$

$$I_H = mr^2 + mr^2 = 2mr^2$$

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

$$\phi = \alpha$$

~~ка~~

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

$$\frac{\sin L V_0^2}{g \cos^2 L} \cdot \sin\left(45 - \frac{L}{2}\right) = \frac{1}{2}$$

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

$$1 - \sin^2 L = 4 \sin L \sin\left(45 - \frac{L}{2}\right)$$

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

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

$$120 = \frac{1800}{40} - S$$

$$S = 40$$

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

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

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

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

$$t = \frac{2V_0 \sin(90)}{g \cos L} = \frac{2V_0}{g \cos L}$$

$V_0 \cos$

$$2V_0$$

$$90 - L = \cos L$$

$$\frac{V_0^2 \cos(90 - L) \cdot \sin(90 - L)}{g \cos L} = \frac{V_0^2 \cdot \sin(90 - L)}{g \cos L} = \frac{V_0^2}{g}$$

$$- \frac{g \sin L}{2} \cdot \frac{2 \cdot V_0^2 \sin^2(90 - L)}{g^2 \cos^2 L} = - \frac{\sin L V_0^2}{g \cos^2 L} \cdot \sin^2\left(45 - \frac{L}{2}\right)$$



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!

$V = \text{const}$
 $Q_V = 780 \text{ Дж}$
 $\Delta T_1 = 31,2 \text{ К}$

$\Rightarrow A = 0 \Rightarrow \Delta U = Q_V$
 $780 = \left(\frac{3}{2} D_2 R + \frac{5}{2} D_1 R \right) \Delta T$

$p = \text{const}$
 $Q_V = 780 \text{ Дж}$
 $\Delta T_2 = 20 \text{ К}$

$A \neq 0 \Rightarrow A = p \Delta V = p(D_1 + D_2) R \Delta T_2$

$Q = \frac{3}{2} D_2 R \Delta T_2 + \frac{5}{2} D_1 R \Delta T_2 + D_2 R \Delta T_2 + D_1 R \Delta T_2 =$
 $Q = \frac{5}{2} D_2 R \Delta T_2 + \frac{7}{2} D_1 R \Delta T_2$

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

$\frac{780}{\Delta T_1} = \frac{3}{2} D_2 R + \frac{5}{2} D_1 R$

$\frac{780}{\Delta T_2} = A + \frac{3}{2} D_2 R + \frac{5}{2} D_1 R$

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

$780 \left(\frac{31,2 - 20}{31,2} \right) = 780 \cdot \frac{11,2}{31,2} = 280$

$- \frac{780}{-31,2R} = \frac{5D_1}{2} + \frac{3D_2}{2} \quad \frac{780}{31,2R} \cdot 2 = 5D_1 + 3D_2$

$\frac{780 \cdot 2}{31,2R} - \frac{780 \cdot 3}{20R} \left(1 - \frac{20}{31,2} \right) = 2D_1$

$(D_1 + D_2) R \Delta T_2 = A = \frac{+780 \left(1 - \frac{20}{31,2} \right)}{+20R}$

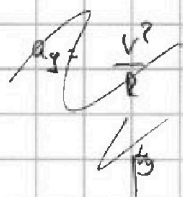
$\frac{780 \cdot 2}{31,2R} - \frac{780 \cdot 3}{20R} \left(1 - \frac{20}{31,2} \right) = 2D_1$



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!



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

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

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

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

 $\sqrt{2}$

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

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

 $\Rightarrow$
 $\frac{\sqrt{2}}{2}$

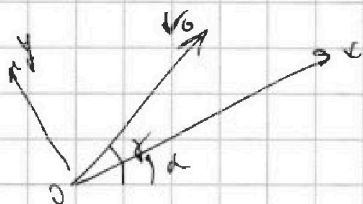
$$\frac{1200}{1600} \cdot 10 = \frac{1}{\cos\alpha}$$

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

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

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

$$\cos\alpha =$$



$$g_x = g\sin\alpha$$

$$g_y = g\cos\alpha$$

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

$$L = 50$$

$$40 = 2\alpha - 100$$

$$\alpha = 70$$

$$50$$

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

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

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

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

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



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!

$$\frac{1600}{10} = \frac{1600}{10} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \sin^2\left(\frac{45}{2}\right) \sqrt{2}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

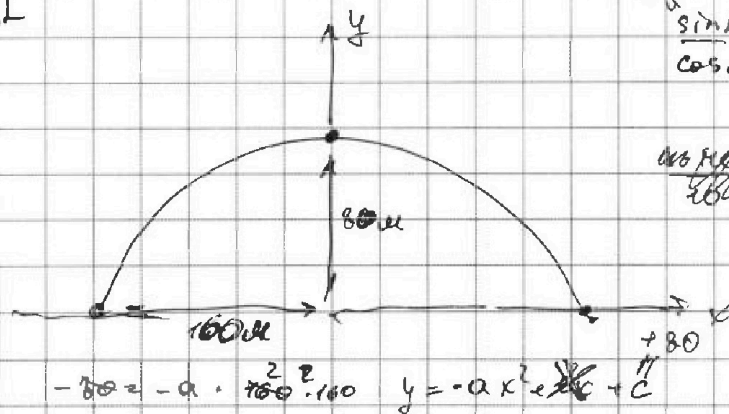
$$x = \sin^2 \frac{\alpha}{2}$$

$$x^4 + 320 \cdot 160 x^2 +$$

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

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

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



используем

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

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

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



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!

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

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

$$\phi = 2$$

$$\frac{2kg}{r}$$

$$D_{\text{м}} \cdot D_{\text{м}} = \frac{2kg}{r} \cdot kl$$

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

$$B \cdot \frac{kl}{c} = \frac{D_{\text{м}}}{c}$$

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

$$B \cdot kl = D_{\text{м}}$$

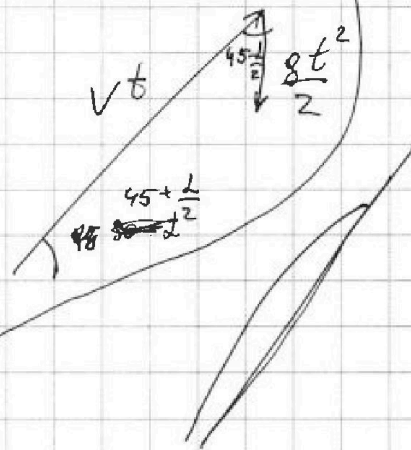
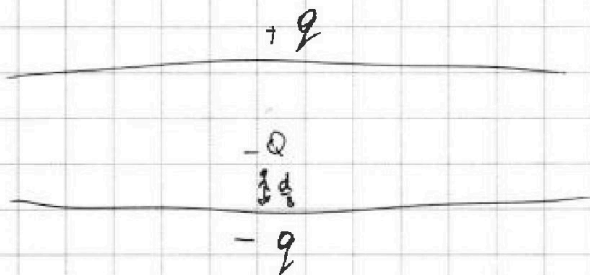
$$\frac{2kg}{r} = \phi$$

$$\frac{20}{260} \cdot d = \phi \rightarrow \frac{\phi}{d} = E$$

$$4\pi k \phi d = \phi$$

$$\phi = \frac{\phi}{4\pi k}$$

$$Q < 0$$



$$\frac{mV^2}{R} = \frac{kQq}{\left(\frac{3d}{8}\right)^2} + \frac{kQq}{\left(\frac{d}{8}\right)^2}$$

$$E \cdot Q = \frac{\phi q}{d}$$

$$1) \quad v = \sqrt{\frac{2gR}{3d}}$$

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{mV_{\text{н}}^2}{2} + E \cdot \frac{3d}{8} Q$$

$$S = (V \sin \alpha \cdot t)^2 + (V \cos \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2})^2$$

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