

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



4. В изохорическом процессе к смеси идеальных газов гелия и кислорода подводят  $Q = 960$  Дж теплоты. Температура смеси увеличивается на  $\Delta T_1 = 48$  К. Если к той же смеси подвести то же самое количество теплоты в изобарическом процессе, то температура смеси повысится на  $\Delta T_2 = 30$  К.

1. Найдите работу  $A$  смеси газов в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость  $C_V$  смеси в изохорическом процессе.
3. Найдите отношение  $\frac{N_{He}}{N_{O_2}}$  числа атомов гелия к числу молекул кислорода в смеси.

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

5. Частица с удельным зарядом  $\gamma = \frac{q}{m} > 0$  движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен, расстояние между обкладками  $d$ . В некоторый момент частица движется со скоростью  $V_0$  параллельно обкладкам на расстоянии  $d/8$  от положительно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в этот момент времени равен  $R$ .

1. Найдите напряжение  $U$  на конденсаторе.

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?



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

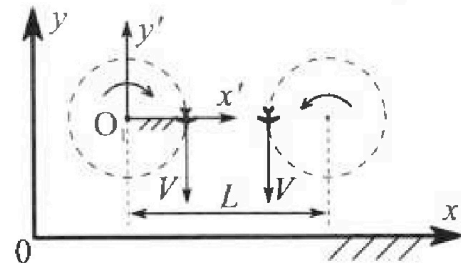
## Вариант 10-03

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  $V = 60 \text{ м/с}$  (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса  $R = 360 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

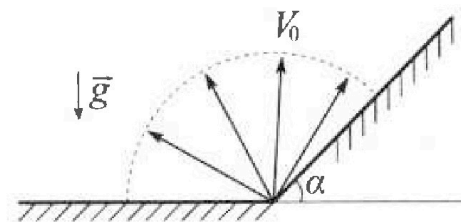
1. На сколько  $\delta$  процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



В некоторый момент времени самолёты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей  $L = 1,8 \text{ км}$ . Вектор скорости каждого самолёта показан на рисунке.

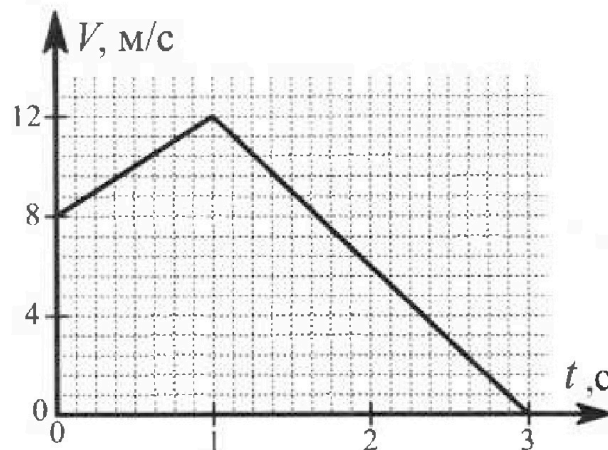
2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол  $\alpha$  такой, что  $\sin \alpha = 0,8$ . У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая высота полета одного из осколков  $H = 45 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



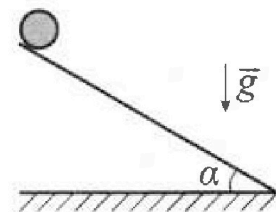
1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.
2. На каком максимальном расстоянии  $S$  от точки старта упадет осколок на склон?

3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .



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  $n = 3$  раза больше массы бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.



2. С какой по величине скоростью  $V$  движется бочка в тот момент, когда горизонтальное перемещение бочки равно  $S = 1 \text{ м}$ ?
3. Найдите ускорение  $a$ , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента  $\mu$  трения скольжения бочка катится без проскальзывания?



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.

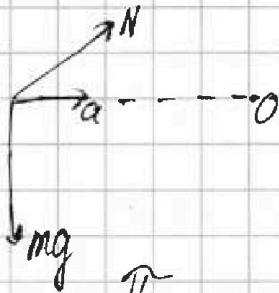
1  2  3  4  5  6  7

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!

## Задача №1

~~Вопрос~~ Рассмотрим силы, действующие на лётчика:



(для обоих лётчиков они одинаковые)

$N$  - сила реакции со стороны самолёта

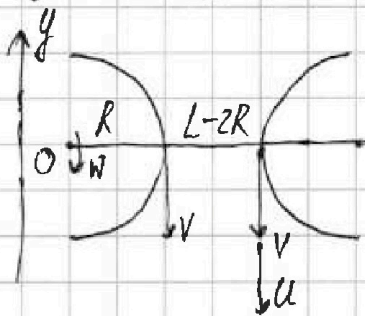
$mg$  - сила тяжести.  $|N| = |P|$ , где  $P$  - вес лётчика

При этом лётчик движется по окружности  $\Rightarrow$  <sup>нормальное</sup> ускорение

~~то~~ ускорение  $a = \frac{v^2}{R} \Rightarrow \vec{N} = m \frac{v^2}{R} - \vec{mg} \Rightarrow |N| = \sqrt{m^2 g^2 + m^2 \frac{v^4}{R^2}} = P$

$$\delta = \frac{-\frac{mg}{P} + 1}{\frac{1}{R^2 g^2}} + 1 = 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{v^4}{R^2 g^2}}} = 1 - \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2} - 1}{\sqrt{2}} \text{ - Ответ 1}$$

$$\delta = 100 \cdot \frac{\sqrt{2} - 1}{\sqrt{2}} \text{ - проц.}$$



Пусть  $\omega$  - скорость вращения с.о.

$$\omega = \frac{v}{R} \Rightarrow u = v - \omega(L - R) = v - \frac{v(L - R)}{R} =$$

$$= 2v - v \frac{L}{R} = 3v \text{ и направлена вверх (в плоскости рисунка)}$$

Ответ №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  
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!

$$4v_y^4 - 4v_y^2 v_0^2 + v_0^4 \cos^2 \alpha = 0$$

$$D = 16v_0^4 - 4 \cdot 4 \cdot v_0^4 \cos^2 \alpha = 16v_0^4 \sin^2 \alpha$$

$$v_y^2 = \frac{4v_0^2 \pm 4v_0^2 \sin \alpha}{8} = v_0^2 \frac{1 \pm \sin \alpha}{2}$$

$$v_{y1} = v_0 \sqrt{\frac{1 + \sin \alpha}{2}} - \text{экстремум} \Rightarrow$$

$$\begin{aligned} f(v_{y1}) &= v_0 \sqrt{\frac{1 + \sin \alpha}{2}} \cdot \sqrt{v_0^2 - v_0^2 \frac{1 + \sin \alpha}{2}} - \\ &- v_0^2 \frac{1 + \sin \alpha}{2} \cdot \text{tg} \alpha = v_0^2 \sqrt{\frac{1 + \sin \alpha}{2}} \cdot \\ &\cdot \sqrt{\frac{2 - 1 - \sin \alpha}{2}} - v_0^2 \frac{1 + \sin \alpha}{2} \text{tg} \alpha = \\ &= v_0^2 \left( \sqrt{\frac{(1 + \sin \alpha)(1 - \sin \alpha)}{4}} - \frac{1 + \sin \alpha}{2} \text{tg} \alpha \right) = \\ &= v_0^2 \left( \frac{\cos \alpha}{2} - \frac{\text{tg} \alpha}{2} - \frac{\sin \alpha \text{tg} \alpha}{2} \right) \end{aligned}$$

$$f(v_{y2}) = v_0 \sqrt{\frac{1 - \sin \alpha}{2}} \cdot \sqrt{v_0^2 - v_0^2 \frac{1 - \sin \alpha}{2}} - v_0^2 \frac{1 - \sin \alpha}{2} \text{tg} \alpha = v_0^2 \left( \frac{\cos \alpha}{2} - \frac{\text{tg} \alpha}{2} + \frac{\sin \alpha \text{tg} \alpha}{2} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow f(v_{y2}) > f(v_{y1}) \Rightarrow f(v_{y2}) - \text{максимум} \Rightarrow \frac{S_H}{2} g \cos \alpha = v_0^2 \left( \frac{\cos \alpha}{2} - \frac{\sin \alpha}{2 \cos \alpha} + \frac{\sin^2 \alpha}{2 \cos \alpha} \right)$$

$$S_H g \cos^2 \alpha = v_0^2 (\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha - \sin \alpha) \Rightarrow S_{\text{max}} = \boxed{\frac{v_0^2}{g} \cdot \frac{1 - \sin \alpha}{\cos^2 \alpha} - \text{Омлет} 2}$$



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.

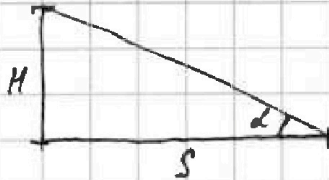


1  2  3  4  5  6  7

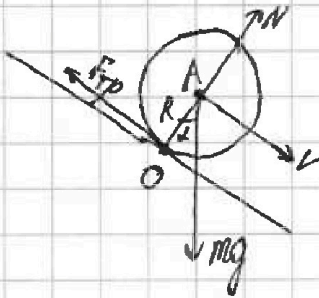
СТРАНИЦА  
42 ИЗ 2

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!

По ЗСЭ:  $mgH = \frac{mV^2}{2}$ , где  $H$  - высота, на которую опустилась бочка, направ скорость  $V \Rightarrow V = \sqrt{2gH}$



$$H = s \sin \alpha \Rightarrow V = \sqrt{2g s \sin \alpha} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}} \text{ м/с} = 2\sqrt{\frac{5}{3}} \text{ м/с} - \text{Ответ 2}$$



Бочка вращается  $\bullet$  относ. точки  $O \Rightarrow$   
 $\Rightarrow a$  (см. вопрос, 3)  $= \gamma R$ ,  $R$  - радиус бочки

$\gamma$  - угловое ускорение  $\gamma J_O = \sum M$

$J_O$  - момент инерции  $\sum M$  - сумма моментов сил.

$$M_N = M_{F_{TP}} = 0 \Rightarrow \sum M = M_{mg} = mgR \sin \alpha$$

$$J_O = mR^2 + J_A = mR^2 + \frac{1}{4}mR^2 = ?$$

$$a = R^2 mg \sin \alpha \cdot \frac{1}{J_O}$$



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.

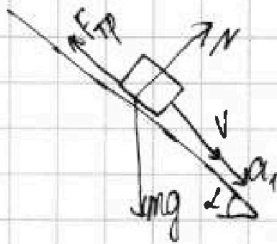
1  2  3  4  5  6  7

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!

### Задача №3

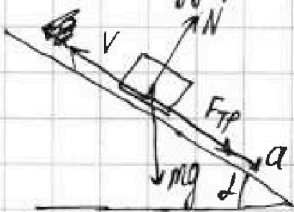
Посмотрим, какие силы действуют на шайбу вначале:



$m$  - масса шайбы  $N$  - сила реакции опоры  $F_{тр}$  - сила трения  
 $a$  - ускорение  $\mu$  - коэффициент трения

$$ma_1 = -F_{тр} + mg \sin \alpha = mg \sin \alpha - \mu N = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

и после удара:



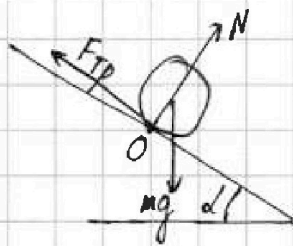
$$ma_2 = mg \sin \alpha + F_{тр} = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$$

$$a_1 + a_2 = 2g \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g}, \text{ найдем } a_1 \text{ и } a_2$$

$$\text{из графика, как } \frac{|dv|}{dt}: a_1 = 4 \text{ м/с}^2, a_2 = 6 \text{ м/с}^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin \alpha = 0,5 - \text{Ответ №1}$$

Запишем силы, действующие на бочку:



$m$  - масса бочки с водой.  $N$  и  $F_{тр}$  - аналогично ~~второй~~ первой опты.  $\mu$

Бочка катится без проскальзывания  $\Rightarrow$

$$\vec{mg} + \vec{F}_{тр} + \vec{N} = 0 \Rightarrow \vec{N} = mg \cos \alpha, F_{тр} \leq \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

$$F_{тр} = mg \sin \alpha \Rightarrow mg \sin \alpha \leq \mu mg \cos \alpha \Rightarrow \mu \geq \tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} = \frac{0,5}{\sqrt{1 - 0,25}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

Ответ 4



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!

### Задача №4

Пусть  $V = V_r = V_k$  - объём,  $P = P_r + P_k$  - давление  
↑ газы    ↑ кислород    суммарное    ↓ внут. энергия

Тогда в изохорном процессе  $Q = \Delta U_1 + A_1 = \Delta U_1 + \int P dV = \Delta U_1 = \Delta U_r + \Delta U_k =$

$$= \frac{3}{2} \nu_r R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_k R \Delta T_1 \quad Q = C_V \Delta T_1 \Rightarrow C_V = \frac{Q}{\Delta T_1} = \boxed{20 \frac{Дж}{К} - \text{Ответ N2}}$$

А в изобарном:  ~~$Q = \Delta U_2 + A_2 = \Delta U_2 + P_r \Delta V + P_k \Delta V = \Delta U_2 + (P_r + P_k) \Delta V = \Delta U_2 + P \Delta V =$~~

~~$$\frac{3}{2} \nu_r R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \nu_k R \Delta T_2 + \nu_r R \Delta T_2 + \nu_k R \Delta T_2$$~~

$$Q = \Delta U_2 + A_2 \Rightarrow A_2 = Q - \Delta U_2 =$$

$$= Q - \frac{3}{2} \nu_r R \Delta T_2 - \frac{5}{2} \nu_k R \Delta T_2 = Q - Q \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = \boxed{360 \text{ Дж} - \text{Ответ N1}}$$

↑  
из изохорного

$$A_2 = A_{2r} + A_{2k} = P_r \Delta V + P_k \Delta V = \nu_r R \Delta T_2 + \nu_k R \Delta T_2 \Rightarrow \nu_r + \nu_k = \frac{A_2}{\Delta T_2 R} = x$$

$$3\nu_r + 5\nu_k = \frac{2Q}{R \Delta T_1} = y \Rightarrow \frac{y - 3x}{2} = \nu_k = \frac{N_k}{N_A} \quad x - \frac{y - 3x}{2} = \frac{5x - y}{2} = \nu_r = \frac{N_r}{N_A}$$

$$\frac{N_r}{N_A} = \frac{\nu_r}{\nu_k} = \frac{5x - y}{y - 3x} = \frac{5 \frac{A_2}{\Delta T_2 R} - 2 \frac{Q}{\Delta T_1}}{2 \frac{Q}{\Delta T_1} - 3 \frac{A_2}{\Delta T_2 R}} = \boxed{5 - \text{Ответ N3}}$$



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.

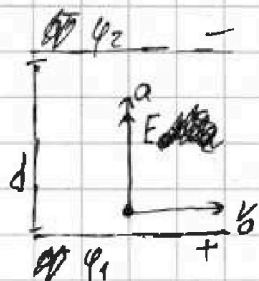
1  2  3  4  5  6  7

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!



### Задача №5



$E$  — поле создаваемое обкладками ~~и частицей~~  
 $a$  — ускорение частицы  $m$  — масса  $q$  — заряд

$$a = (E) \gamma \quad R = \frac{v_0^2}{a} = \frac{v_0^2}{\gamma \cdot (E)} \Rightarrow E = \frac{v_0^2}{\gamma R}$$

$$U = \varphi_2 - \varphi_1 = (E) d = \frac{v_0^2 d}{\gamma R} \text{ — ответ 1}$$

$\Delta E$  — изменение кин. энергии частицы  $\Delta W$  — пот. энергии.

$$\Delta E + \Delta W = 0 \quad \Delta E = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} \quad \Delta W = qE \cdot \left(-\frac{3}{8}d\right) \Rightarrow \frac{3}{8}d q E = \frac{m}{2}(v^2 - v_0^2)$$

$$\frac{3}{4}d \gamma E = v^2 - v_0^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{3}{4}d \gamma \cdot \frac{v_0^2}{\gamma R} + v_0^2} = v_0 \sqrt{\frac{3d}{4R} + 1} \text{ — Ответ 2}$$



1  2  3  4  5  6  7

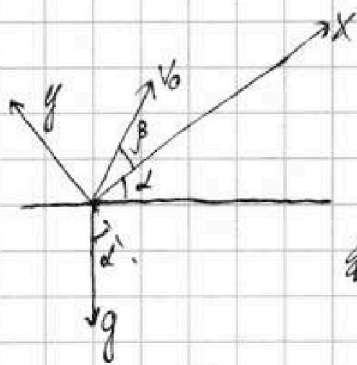
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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!

## Задача №2

Наибольшая высота будет у того осколка, который полетел вертикально вверх. Тогда пусть он достиг этой высоты за время  $T_0$ , а его скорость в этот момент  $= 0 \Rightarrow V_0 = gT_0$

$$H = V_0 T_0 - \frac{gT_0^2}{2} = \frac{V_0^2}{2g} \Rightarrow V_0 = \sqrt{2gH} = 30 \text{ м/с} - \text{Ответ 1}$$



Запишем уравнения движения на оси  $x$  и  $y$  (см. рис.) для произвольного осколка:

по  $y$ :  $y = V_y T - \frac{g \cos^2 \alpha T^2}{2}$   $y$ -координата по  $y$ , аналогично  $x$ -пох.  $V_x$  и  $V_y$  - проекции  $V_0$  на оси  $T$  - время полёта

по  $x$ :  $x = V_x T - \frac{g \sin^2 \alpha T^2}{2}$

$V_y, V_x \geq 0 \quad V_y^2 + V_x^2 = V_0^2$

Пусть  $t$  - момент времени, когда осколок упал на склон, тогда

$$y(t) = 0, \text{ а } x(t) = S \Rightarrow 2V_y = g \cos \alpha \quad S = V_x t - \frac{g \sin^2 \alpha t^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \frac{2V_y}{g \cos \alpha} \Rightarrow S = \frac{2V_y V_x}{g \cos \alpha} - \frac{2V_y^2}{g \cos^2 \alpha} \sin^2 \alpha \Rightarrow V_y V_x - V_y^2 \tan \alpha = \frac{S}{2} g \cos \alpha$$

$$V_y \sqrt{V_0^2 - V_y^2} - V_y^2 \tan \alpha = \frac{S}{2} g \cos \alpha = f(V_y) \sim S \text{ Найдем экстремум } f(V_y)$$

$$f'(V_y) = -2V_y \tan \alpha + \sqrt{V_0^2 - V_y^2} + V_y \cdot \frac{1}{2\sqrt{V_0^2 - V_y^2}} \cdot (-2V_y) = 0$$

$$2V_y \tan \alpha + \frac{V_y^2}{\sqrt{V_0^2 - V_y^2}} = \sqrt{V_0^2 - V_y^2}$$

$$2V_y \tan \alpha \sqrt{V_0^2 - V_y^2} + V_y^2 = V_0^2 - V_y^2$$

$$2V_y \tan \alpha \sqrt{V_0^2 - V_y^2} = V_0^2 - 2V_y^2$$

$$4V_y^2 V_0^2 \tan^2 \alpha - 4V_y^4 \tan^2 \alpha = V_0^4 + 4V_y^4 - 4V_0^2 V_y^2$$

$$4V_y^2 V_0^2 (\tan^2 \alpha + 1) - 4V_y^4 (\tan^2 \alpha + 1) - V_0^4 = 0$$

$$4V_y^2 V_0^2 - 4V_y^4 - V_0^4 \cos^2 \alpha = 0$$

$$4V_y^4 - 4V_y^2 V_0^2 + V_0^4 \cos^2 \alpha = 0$$

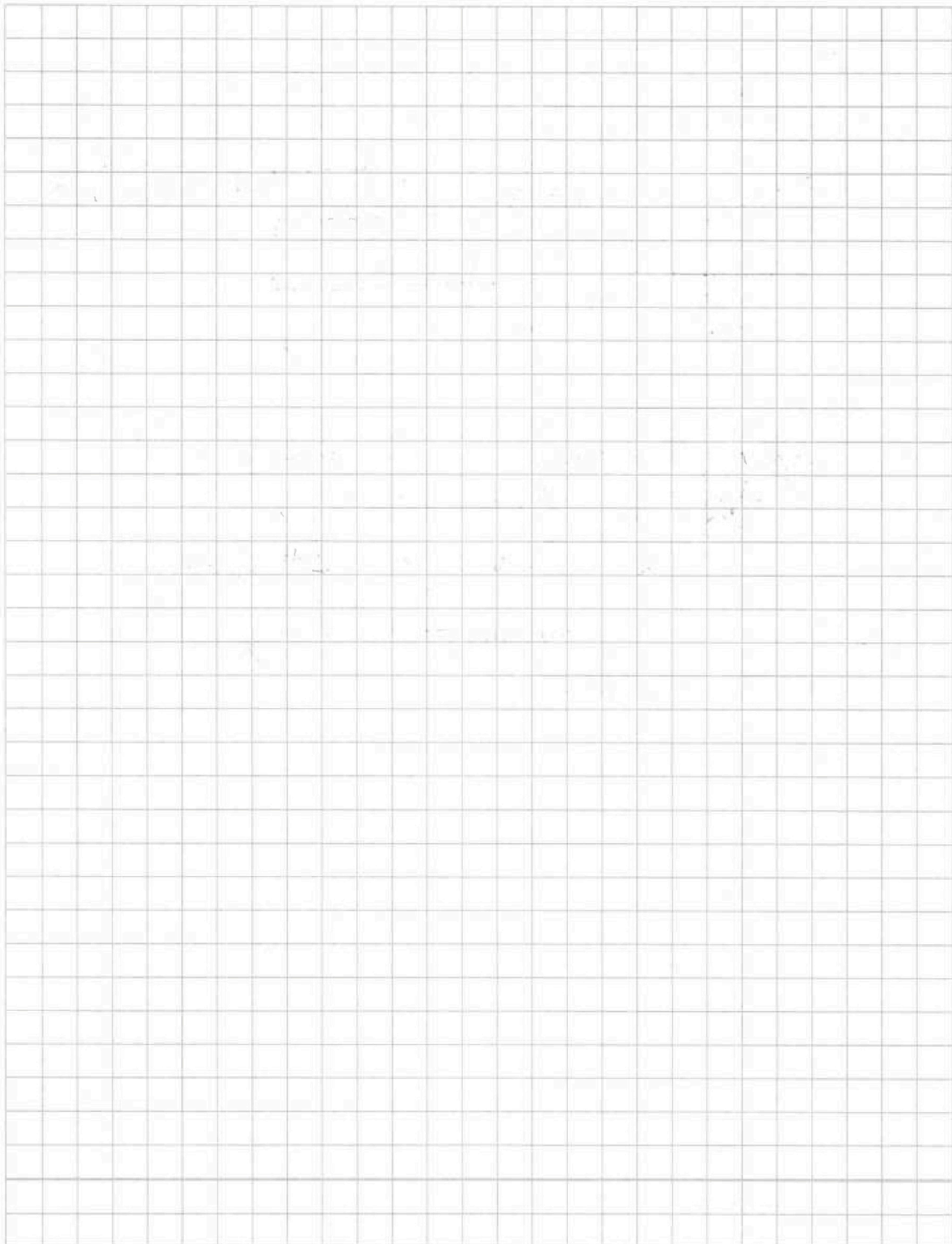


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$$Q = \Delta U + A \Rightarrow Q = \Delta U = C_{v\Delta} \Delta T$$

$\Delta U = 0$

$$A = P \Delta V = P_1 \Delta V_1 + P_2 \Delta V_2 = \sqrt{RT_1} + \sqrt{RT_2}$$

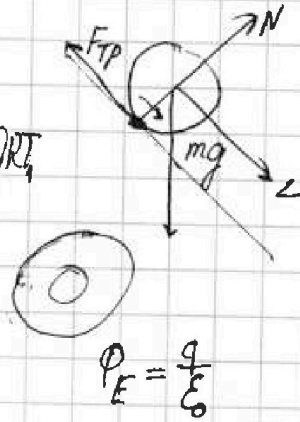
$$\varphi = \frac{Q - W}{Q} = \frac{Fr}{Q} = Er$$

$$F_1 = k \frac{q^+ q^-}{(\frac{d}{2})^2} \quad F_2 = k \frac{q^+ q^-}{(\frac{d}{2})^2}$$

$$a = \frac{F_1 + F_2}{m} = k \frac{q^+ + q^-}{m}$$

$$\oint E ds = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$E \cdot 2\pi r l = \frac{q}{\epsilon_0}$$



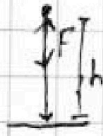
$$U = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{dF}{q}$$

$$F = \frac{qE}{2}$$

$$E = k \frac{q}{r^2}$$

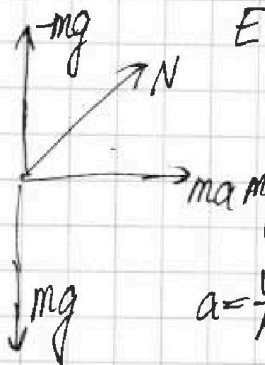
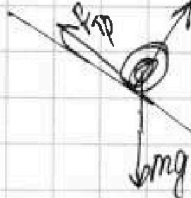
$$W = Fh = qEh$$

$$\varphi = \frac{W}{q} = Eh$$



$$U = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{W}{q} = Eh$$

$$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{mg}{N}$$



$$N = \sqrt{2} mg$$

$$a = \frac{v^2}{R} = \frac{80^2}{8 \cdot 8 \cdot 10} = 9$$

$$N = 100 \Rightarrow mg = \frac{100}{\sqrt{2}}$$

$$N = 1 - \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}}$$

$$\epsilon_0 \sim \frac{1}{k} \quad \frac{1}{\epsilon_0} \sim k \sim \frac{F r^2}{q^2}$$

$$k \frac{q^2}{r^2} = F \quad \frac{q}{\epsilon_0} \sim \frac{F r^2}{q}$$

$$\frac{1}{k} = \frac{q^2}{F r^2} \sim \epsilon_0$$

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!

$$x - \frac{y-3x}{2} = \frac{2x+3x-y}{2}$$

$$y = \frac{960}{48} \cdot 2 = 40$$

$$x = 12$$



$$T \cdot g \cos \alpha = 2V_y$$

$$T = \frac{2V_y}{g \cos \alpha}$$

$$T \cdot g \sin \alpha = \dots$$

$$V_y \sqrt{V_0^2 - V_y^2} - V_y^2 \operatorname{tg} \alpha$$

$$V_x T + \frac{T g \sin \alpha}{2} = L$$

$$1,42 \cdot 0,82$$

$$48 = \frac{960}{2} \cdot \frac{21}{41}$$

$$\frac{2V_y V_x}{g \cos \alpha} + \frac{2V_y^2}{g \cos^2 \alpha} \cdot \sin \alpha = L$$

$$\frac{5 \cdot 12 - 40}{40 - 3 \cdot 12} = \frac{50 - 40}{40 - 36} = \frac{20}{4} = 5$$

$$\frac{960}{48} = 20$$

$$2V_0^2 \cos^2 \beta \sin \beta + 2V_0^2 \sin^2 \beta \cdot \operatorname{tg} \alpha = L g \cos \alpha$$

$$2V_0^2 \sin^2 \beta \operatorname{tg} \alpha = L g \cos \alpha$$

$$\sin^2 \beta + 2 \sin^2 \beta \operatorname{tg} \alpha = \frac{L g \cos \alpha}{V_0^2}$$

$$\cos^2 \beta \cdot 2 + 2 \operatorname{tg} \alpha \cdot 2 \sin \beta \cos \beta = 0$$

$$Q_f = A U_f$$

$$A = P \Delta V$$

$$A = Q - U =$$

$$960 - 960 \cdot \frac{305}{48}$$

$$\cos^2 \beta + \operatorname{tg} \alpha \sin 2\beta = 0 \leftarrow \pm \sin \alpha +$$

$$960 \cdot \left(1 - \frac{3}{8}\right) = \sqrt{1 - \sin^2 2\beta} = -\operatorname{tg} \alpha \sin 2\beta$$

$$= 960 \cdot \frac{5}{8} = 120 \cdot 3 = 360$$

$$1 - \sin^2 2\beta = \operatorname{tg}^2 \alpha \sin^2 2\beta$$

$$\vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}$$

$$\sum M_{Ox} = J \quad 1 = 8 \sin^2 2\beta (1 + \operatorname{tg} \alpha) = \frac{\sin^2 2\beta}{\cos^2 \alpha}$$

$$\cos^2 \alpha = \sin^2 2\beta \Rightarrow \sin 2\beta = \frac{\cos \alpha}{2} = 2 \sin \alpha \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$$

$$\cos^2 \alpha = 4 \sin^2 \alpha - 4 \sin^4 \alpha$$

$$4 \sin^4 \alpha - 4 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 0$$

$$D = 16 - 4 \cdot 4 \cdot \cos^2 \alpha = 16(1 - \cos^2 \alpha)$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{4 \pm 4 \sin \alpha}{8} = \frac{1 \pm \sin \alpha}{2}$$

$$\begin{array}{r} 141 \\ \times 141 \\ \hline 564 \\ 141 \\ \hline 19851 \end{array}$$

$$\frac{L g \cos \alpha}{V_0^2} = \frac{1}{2} \cos^2 \alpha + \frac{\sin^2 \alpha}{2}$$



$$M = Fr$$

$$a = \frac{F}{m}$$

$$a J = M$$

$$\frac{F}{m} \cdot J = Fr \quad J = rm$$

$$\begin{array}{r} 141 \\ \times 142 \\ \hline 282 \\ 568 \\ 142 \\ \hline 19964 \end{array}$$

