

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

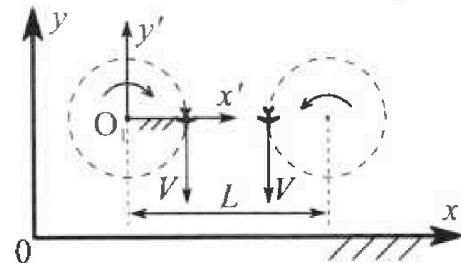
Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



1. Во время выполнения пилогажного 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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.

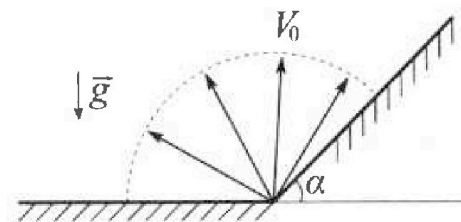
1. На сколько δ процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



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.

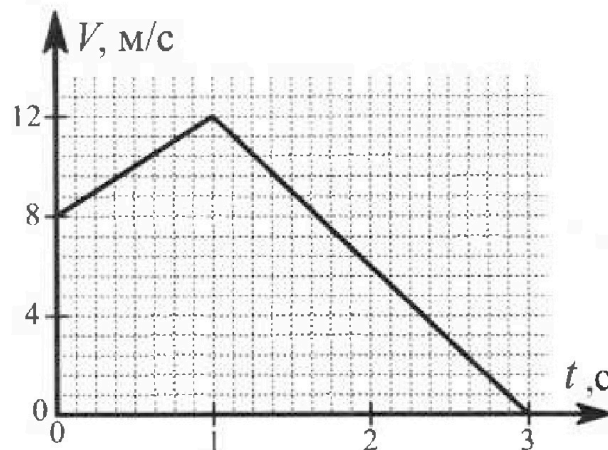
2. Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{U} .

2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол α 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.



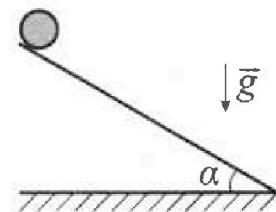
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

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 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 $n = 3$ 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 μ 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.

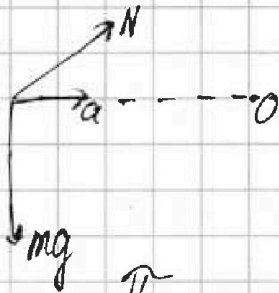
1 2 3 4 5 6 7

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

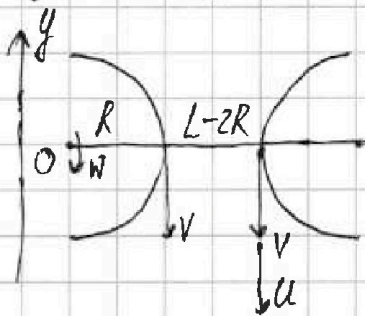
mg - сила тяжести. $|N| = |P|$, где P - вес лётчика

При этом лётчик движется по окружности \Rightarrow ^{нормальное} ускорение

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

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

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



Пусть ω - 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!

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

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

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

$$v_{y1,2} = v_0 \sqrt{\frac{1 \pm \sin \alpha}{2}} - \text{экстремумы} \Rightarrow$$

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

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

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

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

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.

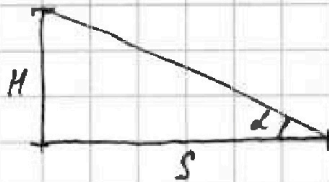


1 2 3 4 5 6 7

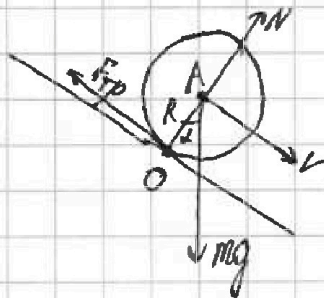
СТРАНИЦА
42 ИЗ 2

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

γ - 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.

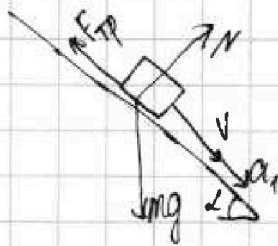
1 2 3 4 5 6 7

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

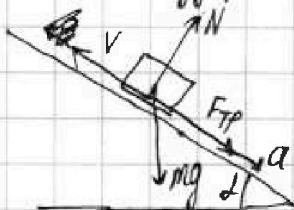
Посмотрим, какие силы действуют на шайбу вначале:



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

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

и после удара:



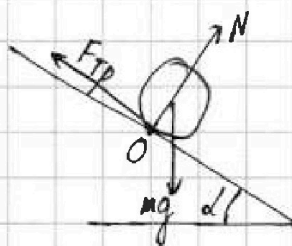
$$ma_2 = mg \sin \alpha + F_{тр} = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$$

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

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

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

Запишем силы, действующие на бочку:



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

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.

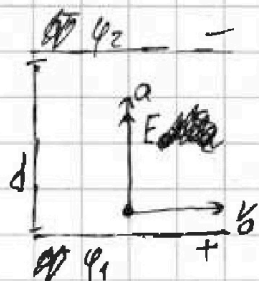
1 2 3 4 5 6 7

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

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

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

ΔE — изменение кин. энергии частицы ΔW — пот. энергии.

$$\Delta E + \Delta W = 0 \quad \Delta E = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} \quad \Delta W = qE \cdot \left(-\frac{3}{8}d\right) \Rightarrow \frac{3}{8}d q E_0 = \frac{m}{2}(v^2 - v_0^2)$$

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



1 2 3 4 5 6 7

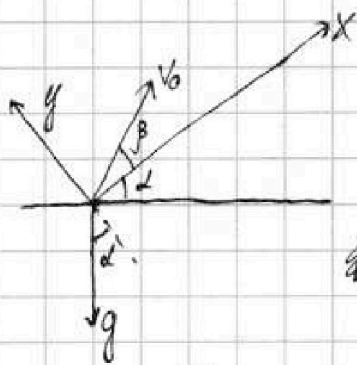
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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 -по x . V_x и V_y - проекции V_0 на оси T - время полёта

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

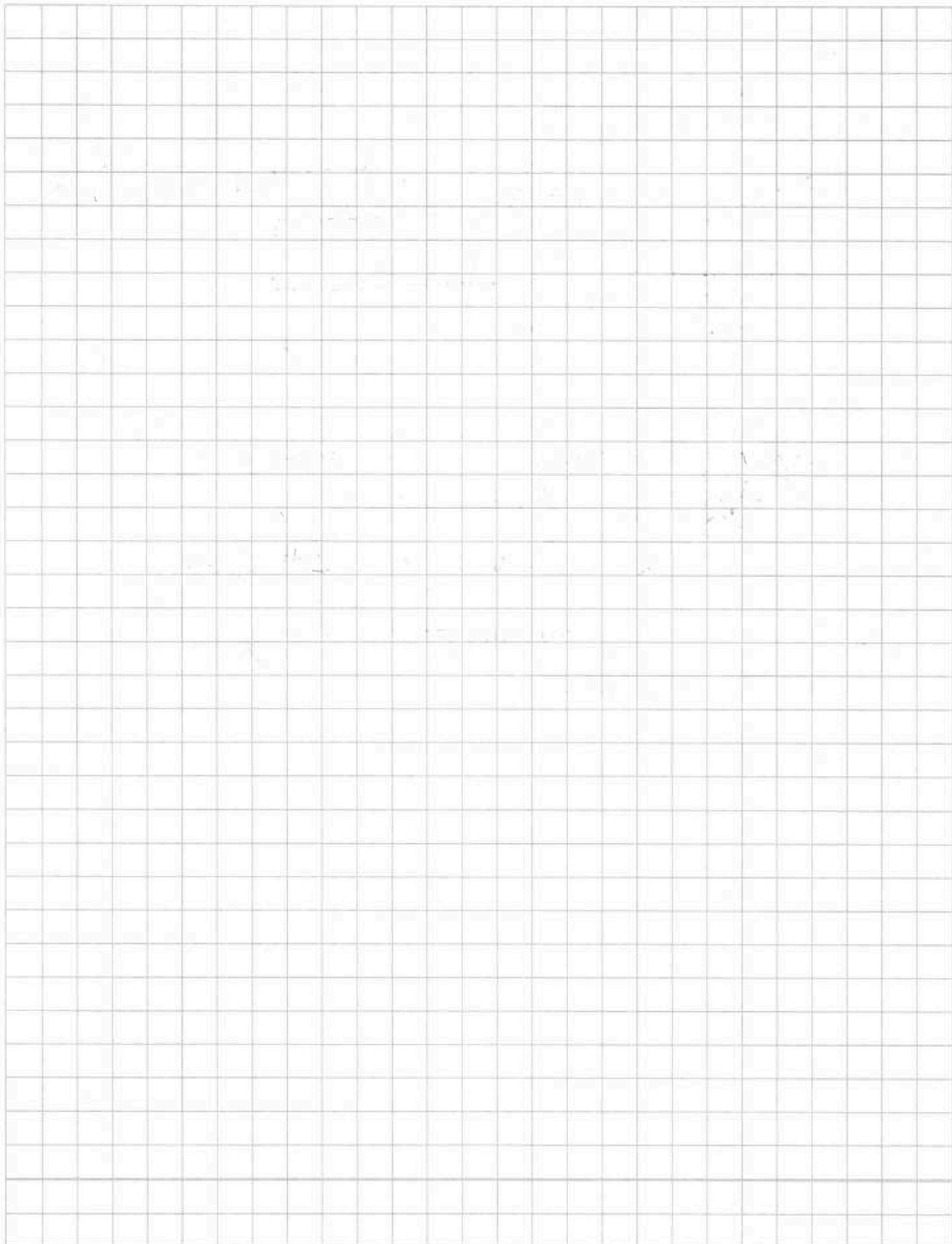


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

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

$\Delta U = 0$

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

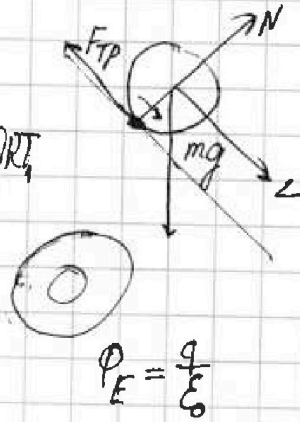
$$\varphi = \frac{Q - W}{Q} = \frac{Fr}{Q} = Fr$$

$$F_1 = k \frac{q^+ q^-}{\left(\frac{d}{8}\right)^2} \quad F_2 = k \frac{q^+ q^-}{\left(\frac{d}{8}\right)^2}$$

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

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

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



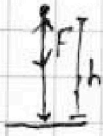
$$U = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{dF}{q}$$

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

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

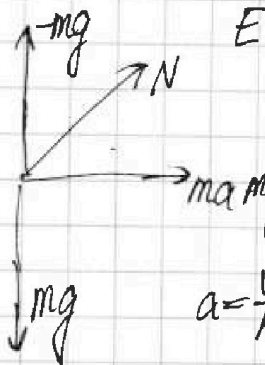
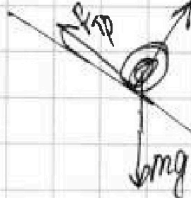
$$W = Fh = qEh$$

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



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

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



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

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

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

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

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

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

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

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!

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

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

$$x = 12$$



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

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

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

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

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

$$1,42 \cdot 0,82 = \frac{96}{142}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$Q_r = A U_r$$

$$A = P \Delta V$$

$$A = Q - U =$$

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

$$960 \cdot (1 - \frac{3}{8}) =$$

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

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

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

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

$$1 = 8 \sin^2 2\beta (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha) = \frac{\sin^2 2\beta}{\cos^2 \alpha}$$

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

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

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

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

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

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

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

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



$$M = Fr$$

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

$$a J = M$$

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

