



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

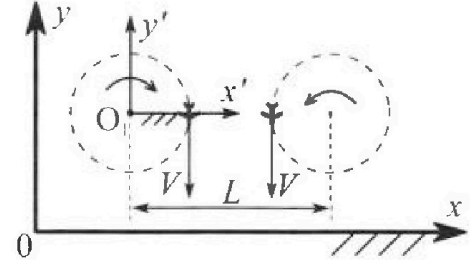
Вариант 10-03

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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.

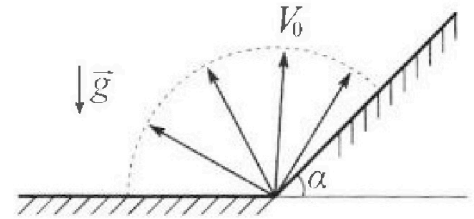
1. На сколько δ процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



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.

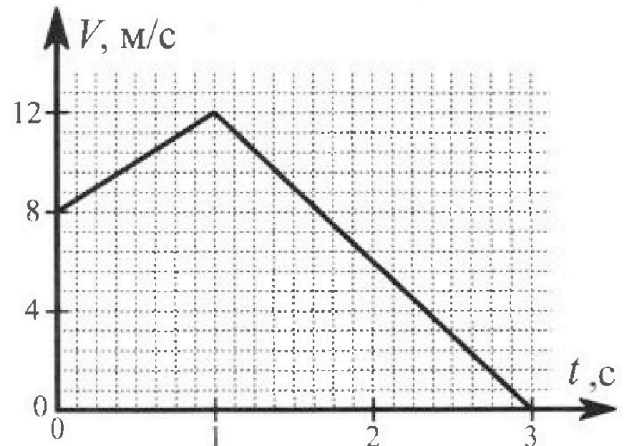
2. Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{U} .

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.



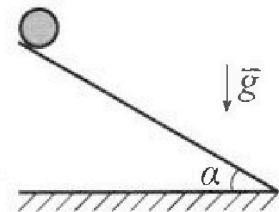
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

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?



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 $\frac{N_{\text{Г}}}{N_{\text{К}}}$ 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?

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.

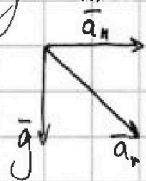


1 2 3 4 5 6 7

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!

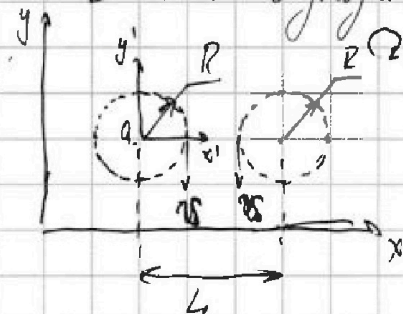
"Центробежное" ускорение $a_n = \frac{v^2}{R} = \frac{60^2}{360} = 10 \frac{м}{с^2} = g$. Тогда отметим, что $F_T = ma_n$, где a_n - полное ускорение, действующее на пилота. Плоскость полета горизонтальна. Тогда в верт. м-ти:



$$a_n = \sqrt{a_n^2 + g^2} = \sqrt{2g^2} = g\sqrt{2}. \text{ Тогда: } \frac{F_{T_n}}{F_{T_0}} = \frac{mg(1-\sqrt{2})}{mg} = 1-\sqrt{2} \rightarrow \delta = (1-\sqrt{2}) \cdot 100\%$$

$$F_{T_0} = mg; F_{T_n} = mg\sqrt{2} \rightarrow \frac{F_{T_0} - F_{T_n}}{F_{T_0}} = \frac{mg(1-\sqrt{2})}{mg} = 1-\sqrt{2} \rightarrow \delta = (1-\sqrt{2}) \cdot 100\%$$

Схема в указанной машинке:



Угловая скорость вращения левого самолета отн. O, равна угловой скорости ω_n и равна $\omega_n = v/R = \frac{1}{6} \frac{рад}{с}$

Рав-во угловых скоростей - из условия введения в вращение ω_n

Угловая скорость правого самолета отн. O, равна $\omega_n = \frac{v}{L-R}$

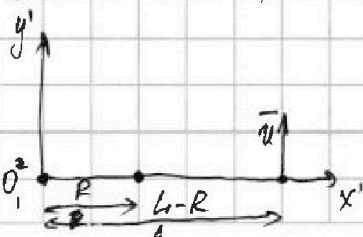
$$= \frac{60}{1440-360} = \frac{60}{1080} = \frac{6}{108} = \frac{1}{18} = \frac{3}{72} = \frac{1}{24} \frac{рад}{с} (с^{-1})$$

Тогда во ВРСО угловая скорость левого самолета $\omega_{л-отн} = \omega_n - \omega_n = 0$; угловая скорость

правого самолета $\omega_{п-отн} = \omega_p - \omega_n = \frac{1}{24} - \frac{1}{6} = \frac{1}{24} - \frac{4}{24} = -\frac{3}{24} = -\frac{1}{8} \frac{рад}{с} (с^{-2})$

Тогда $\vec{a} = \omega_{отн} \cdot (L-R) = -\frac{1}{8} \cdot 1440 = -180 \frac{м}{с}$, что есть \vec{a} направлен вверх (противоположно %). Тогда

Ответ: $\delta = (1-\sqrt{2}) \cdot 100\%$; $|\vec{a}| = 180 \frac{м}{с}$.



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
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!

1. Очевидно, что при постоянной V_0 высота H_M предельного взлета (t - время полета)

$$H_M = V_y t - g \frac{t^2}{2} \rightarrow H_M = \frac{gt^2 - gt^2}{2} \rightarrow H_M = \frac{gt^2}{2} \rightarrow H_M = \frac{V_0^2}{2}$$

$V_y = gt \rightarrow t = \frac{V_y}{g}$ $V_y = V_0 \sin \alpha_{\text{вкл}}$, где $\alpha_{\text{вкл}}$ - угол вылета снаряда. Тогда:

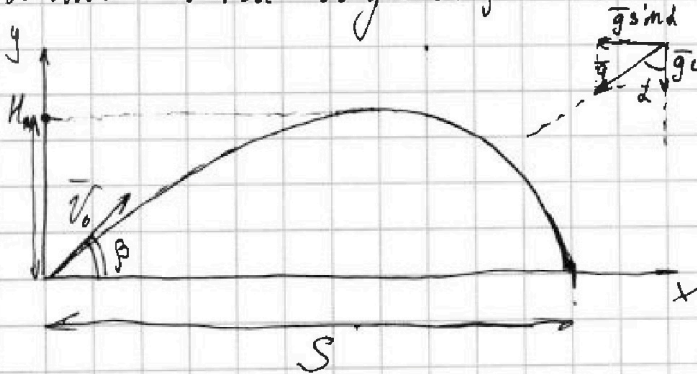
$$H_M = \frac{V_0^2}{2} \sin^2 \alpha_{\text{вкл}}$$

Тогда H_M максимална, очевидно, при $\sin \alpha = 1$ (имеем $\sin^2 \alpha < 1$, т.к. $\sin \alpha < 1$), то есть при вертикальном взлете. Тогда для ~~верт.~~ верт. взлета высота пред. взлета и есть H .

Тогда $\sin^2 \alpha_{\text{вкл}} = 1$ - сокращается. Получено:

$$H = \frac{V_0^2}{2} \rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{2H}{g}} \rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot 45}{10}} = \sqrt{9} = 3 \text{ м/с.}$$

Перейдем в СО отн. м-ти. Пусть максимално отлетевший (на расстоянии S) осколок вылетел под углом β к плоскости. Тогда t - время полета; имеем:



$$V_x = V_0 \cos \beta$$

$$V_y = V_0 \sin \beta$$

$$S = V_x t - g \sin \alpha t^2 \cdot \frac{1}{2}$$

$$H = V_y t - g \cos \alpha \frac{t^2}{2}$$

$$H = 0$$

$$V_y t - g \cos \alpha \frac{t^2}{2} = 0$$

$$2V_y = g \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} t$$

$$t = \frac{2V_0 \sin \beta}{g \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}$$

$$S = \frac{2V_0^2 \sin \beta \cos \beta}{g \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} = \frac{2V_0^2 \sin^2 \beta \sin \alpha}{(1 - \sin^2 \alpha) g} = \frac{2 \cdot 9^2 \sin^2 \beta \cos \beta}{10 \sqrt{1 - 0,8^2}} = \frac{2 \cdot 9^2 \sin^2 \beta \cdot 0,6}{10 \cdot (1 - 0,8^2)} = 3 \sin \beta \cos \beta - 4 \sin^2 \beta$$

Нужно найти максимум S . ~~Вывести это при максимуме S $S' = 0$ тогда.~~



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!

При макс. S $3 \sin \beta \cos \beta - 4 \sin^2 \beta$ максимален.

$$3 \sin \beta \cos \beta - 4 \sin^2 \beta = 2 \cos(2\beta) + \frac{3}{2} \sin(2\beta) - 2 \rightarrow \text{требуется макс. } 2 \cos(2\beta) + \frac{3}{2} \sin(2\beta)$$

Производная:

$$(2 \cos(2\beta) + \frac{3}{2} \sin(2\beta))' \Rightarrow \frac{3}{2} \cos(2\beta) = 2 \sin(2\beta) \rightarrow \tan(2\beta) = \frac{3}{4} \Rightarrow \frac{2 \tan \beta}{1 - \tan^2 \beta} \rightarrow 3 \tan^2 \beta + 8 \tan \beta - 3 = 0 \rightarrow D = 64 + 9 \cdot 4 = 10^2 \rightarrow \tan \beta = \frac{1}{3}. \text{ Тогда } \cos \beta = 3 \sin \beta \text{ и:}$$

$$\begin{cases} S = 9 \sin^2 \beta - 4 \sin^2 \beta = 5 \sin^2 \beta \\ \cos^2 \beta + \sin^2 \beta = 1 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} S = 5 \sin^2 \beta \\ 10 \sin^2 \beta = 1 \end{cases} \rightarrow S = 0,5 \text{ м}$$

Ответ: $v_0 = 3 \text{ м/с}$; $S = 0,5 \text{ м}$

Обозначения: v_x, v_y - скорости по осям x, y соответственно;

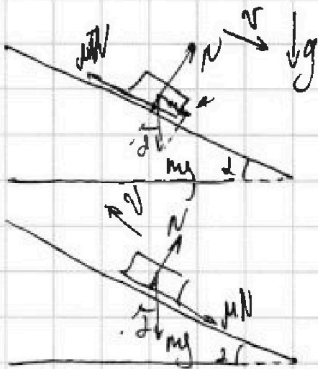


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$N = mg \cos \alpha \rightarrow \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

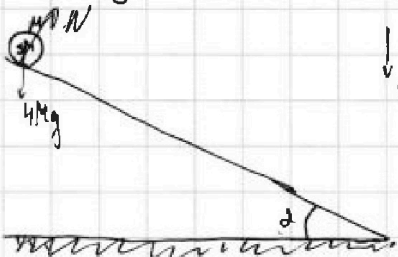
$$\begin{cases} mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = m a_1 \\ mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = m a_2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} a_1 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \\ a_2 = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \end{cases}$$

a_1, a_2 - ускор. вправо и влево у блока соответственно; также модуль

тангенса угла наклона касательной (ф-ция в данном случае)

$$a_1 = \frac{4}{1} = 4 \frac{m}{c^2}; a_2 = \frac{12}{2} = 6 \frac{m}{c^2}$$

$$a_1 + a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha + \sin \alpha + \mu \cos \alpha) = 2g \sin \alpha = 10 \frac{m}{c^2} = g \rightarrow 2 \sin \alpha = 1 \rightarrow \sin \alpha = \frac{1}{2}$$



~~$$I_B = MR^2, I_B = MR^2 \rightarrow I_{CM} = MR^2(2R^2)$$~~

Если бочка катится без проскальзывания, то:

~~$$4Mg \sin \alpha R = I \beta$$~~

~~$I = MR^2$, т.к. вода - идеальная жидкость, то она не оказывает на нее сопротивления и не оказывает силы~~

$$N = 4Mg \cos \alpha$$

~~$$4Mg \sin \alpha R = MR^2 \beta$$~~

жидкость и не участвует в вращении.

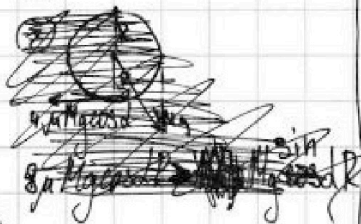
Момент инерции бочки $I = MR^2$, т.к. вода - идеальная

Бочка не проскальзывает:

Так, в том направлении $a = g/2$. Тогда получим:
 $v_0 = 0 \rightarrow S = a \frac{t^2}{2} = \frac{g t^2}{4} \rightarrow t = \sqrt{\frac{4S}{g}} = \sqrt{\frac{4}{10}} = \sqrt{\frac{2}{5}}$

$$V = at = \sqrt{\frac{4S}{g}} \cdot \frac{g}{4} = \sqrt{Sg} = \sqrt{10} \frac{m}{c}$$

Обозначения: m, M - массы шайбы и пустой бочки соответственно, a - ускорение бочки в том или-то, R - радиус бочки, N - сила реакции опоры, μ - КТС, β - угловое ускорение бочки



Из момента:

$$4Mg \sin \alpha R = MR^2 \beta \rightarrow a = g \sin \alpha = g/2$$



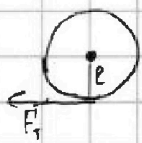
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Найдем μ .



От н. центра бочки на неё действует пов-ть с силой $F_g = 4Mg \cos \alpha$.
Тогда по ЗСММ:

$$4Mg \cos \alpha R = I \beta$$

$$4\mu Mg \cos \alpha R = MR^2 \frac{a}{R}$$

$$4\mu g \cos \alpha = g \sin \alpha$$

$$4\mu \cos \alpha \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sin \alpha$$

$$\mu = \frac{\sin \alpha}{4 \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} = \frac{1/2}{4 \sqrt{1 - 1/4}} = \frac{1/2}{4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{1}{4\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{12}$$

Ответ: $\sin \alpha = 1/2$; $v = \sqrt{10} \text{ м/с}$; ~~...~~; $\mu = \frac{\sqrt{3}}{12}$; $a = 5 \text{ м/с}^2$

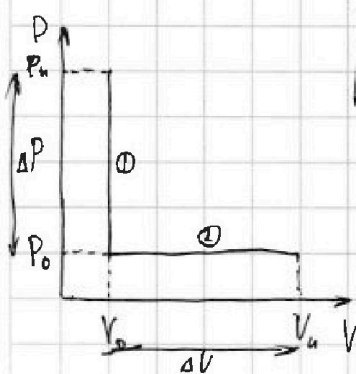
~~...~~



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!



$$\Delta U = \nu/2 \nu R \Delta T$$

$$\textcircled{1}: A_1 = 0 (\Delta V = 0) \rightarrow Q = A + \Delta U \rightarrow Q = \Delta U$$

$$\Delta U_1 = \Delta U_{He-1} + \Delta U_{O_2-1} = \frac{3}{2} \nu_{He} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_{O_2} R \Delta T_1 = \left(\frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_{O_2} \right) R \Delta T_1 = Q$$

$$\textcircled{2} A_2 = P_0 \Delta V = P_0 V_1 - P_0 V_0 = \nu R \Delta T_2 = (\nu_{He} + \nu_{O_2}) R \Delta T_2$$

$$\Delta U_2 = \Delta U_{He-2} + \Delta U_{O_2-2} = \left(\frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_{O_2} \right) R \Delta T_2$$

$$A_2 + \Delta U_2 = \left(\frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_{O_2} + \nu_{He} + \nu_{O_2} \right) R \Delta T_2 = Q = \left(\frac{5}{2} \nu_{He} + \frac{7}{2} \nu_{O_2} \right) R \Delta T_2$$

$$\left(\frac{3}{2} \nu_{He} + \frac{5}{2} \nu_{O_2} \right) R \Delta T_1 = \left(\frac{5}{2} \nu_{He} + \frac{7}{2} \nu_{O_2} \right) R \Delta T_2 \rightarrow \frac{3}{2} \nu_{He} \Delta T_1 = \frac{5}{2} \nu_{He} \Delta T_2 + \frac{2}{2} \nu_{O_2} \Delta T_2$$

$$72 \nu_{He} + 120 \nu_{O_2} = 95 \nu_{He} + 105 \nu_{O_2}$$

$$15 \nu_{O_2} = 3 \nu_{He}$$

$$\frac{\nu_{He}}{\nu_{O_2}} = 5 \rightarrow \nu_{He} = 5 \nu_{O_2}$$

$\nu = N/N_A$, где N - число атомов, ν - число молей. Тогда $\frac{\nu_{He}}{\nu_{O_2}} = \frac{N_{He}/N_A}{N_{O_2}/N_A} = \frac{N_{He}}{N_{O_2}} = 5$. Т.к. O_2 - молекула, $\nu_{O_2} = \frac{N_{O_2}}{2 N_A}$. Тогда $\frac{N_{He}}{N_{O_2}} = 10$.

$$\text{Тогда } A_2 = 6 \nu_{O_2} R \Delta T_2; Q = \frac{15+5}{2} \nu_{O_2} R \Delta T_1 = 10 \nu_{O_2} R \Delta T_1 \rightarrow \nu_{O_2} R = \frac{Q}{10 \Delta T_1} \rightarrow A = \frac{6 Q \Delta T_2}{10 \Delta T_1} =$$

$$= \frac{6 \cdot 960 \cdot 30}{44 \cdot 10} = 360 \text{ Дж.}$$

В изох. проц. $Q = C_V \cdot \nu \Delta T_1 = 10 \nu_{O_2} R \Delta T_1$, $C_V = \frac{Q}{\nu \Delta T_1} = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$

Ответ: $A = 360 \text{ Дж}$; $C_V = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$; $\frac{N_{He}}{N_{O_2}} = 10$

Обозначения: $P_0, V_0, P_{1'}, V_{1'}$ - начальные и промежуточные давления и объемы соотв.; P_1, V_1 - конечные давления и объемы соотв.; ν_{He}, ν_{O_2} - кол-во молей гелия и кислорода соотв.; R - УР;

A_1 - работа на изохоре; $\Delta U_1, \Delta U_2$ - полное ИВЭ на изох. и изоб. соотв.; $\Delta U_{He-1}, \Delta U_{O_2-1}$ - ИВЭ каждого газа в каждой изохоре.



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!

$E_+ = E_- = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 S}$
 $F = \sum E; \lambda m = \frac{Q\lambda m}{\pi S \epsilon_0} = m a_n \rightarrow \frac{v_0^2}{R} = \frac{Q\lambda}{\pi S \epsilon_0} \rightarrow \frac{Q}{S} = \frac{v_0^2 \pi \epsilon_0}{R \lambda}$

Расчет напряженности на конденсаторе:

$U = \varphi_1 - \varphi_2$. Примем φ_2 за 0. Тогда $\varphi_1 = \frac{E \cdot d}{\lambda} (E = q d)$; $E = \frac{Q}{\pi S \epsilon_0} \rightarrow \varphi_1 = \frac{Q \cdot d}{\pi S \epsilon_0 \lambda} = U$
 (т.к. $\varphi_2 = 0$). Тогда для конденсатора в задаче $U = \frac{Q}{S} \cdot \frac{1}{\pi \epsilon_0 d} = \frac{v_0^2 \pi \epsilon_0}{R \lambda \pi \epsilon_0 d} = \frac{v_0^2}{R \lambda d}$

Отметим, что горизонтальное ускорение, действующее на частицу, зависит только от E . E неизменно \rightarrow действующее на частицу a_n также постоянно и равно $a_n = v_0^2 / R$. Двигая пластин (по вертикали) ускорим мяч. Тогда в выбранной осях

$v_y = v_0$; $v_x = \frac{v_0^2 t^2}{2R}$ (в моменту пересечения центр.пл-ти по горизонтали пройденно $S_r = \frac{3}{8} d = a \frac{t^2}{2} = \frac{v_0^2 t^2}{2R}$ $\rightarrow t^2 = \frac{3Rd}{4v_0^2} \rightarrow t = \sqrt{\frac{3Rd}{4v_0^2}} = \frac{\sqrt{3Rd}}{2v_0}$

Тогда $v_x = \frac{v_0^2 \sqrt{3Rd}}{2v_0 R} = \frac{v_0 \sqrt{3d}}{2\sqrt{R}}$. Тогда $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 (1 + \frac{3d}{4R})} = v_0 \sqrt{\frac{4R+3d}{4R}}$

Ответ: $U = \frac{v_0^2}{R \lambda d}$; $v = v_0 \sqrt{\frac{4R+3d}{4R}}$

Обозначения: $\pm Q$ - заряды пластин конденсатора; U - напряжение конденсатора; φ_1, φ_2 - потенциалы пластин конденсатора; S, S' - площадь пластины конд.; d - расст между пластинами конд.; F - сила, действующая на частицу; v_y, v_x - скорости част. по y, x осям; E_+, E_- - создаваемые пластинами поля; E', E - внутреннее поле конденсатора.



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

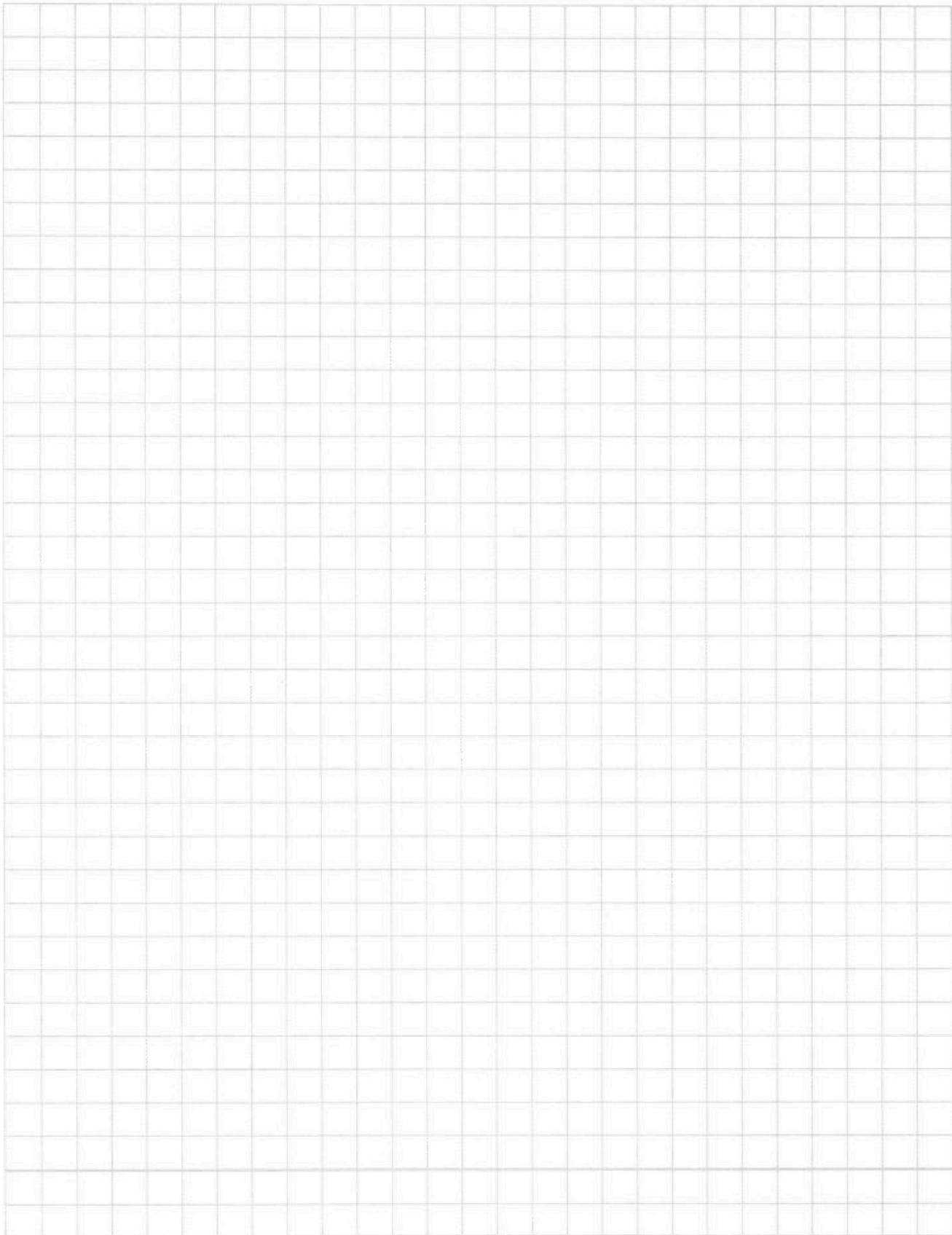
5

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!

$$(\cancel{5 \sin \beta \cos \beta} - 4 \sin^2 \beta)' = 0$$

Черновик

$$(\cancel{5 \sin \beta \cos \beta} - 4 \sin^2 \beta)' =$$

$$-4 \sin^2 \beta + 5 \sin \beta \cos \beta = -4 \sin^2 \beta + 5 \sin \beta$$

$$= -4 \sin^2 \beta$$

$$1 - 2 \sin^2 \beta$$

Отметим, что имеем параболу и упростим:

$$\cancel{4 \sin^2 \beta} - 5 \sin \beta \cos \beta = 5$$

$\cdot 2 - 2$

$$(\cancel{5 \sin \beta \cos \beta})' = 5 \cdot (\sin \beta \cos \beta)' = 5(\cos^2 \beta - \sin^2 \beta) = 5 - 10 \sin^2 \beta$$

$$4 \sin^2 \beta = 5 - 5 \sin \beta \cos \beta$$

$$(-4 \sin^2 \beta)' = -4(\sin^2 \beta)' = -4 \cdot 2 \sin \beta \cdot \cos \beta$$

$$= -8 \sin \beta \cos \beta$$

$$\cancel{16 \sin^4 \beta} - 8 \sin^2 \beta \cdot 5 + 5^2 - 9 \sin^2 \beta (1 - \sin^2 \beta)$$

$$\cancel{16 \sin^4 \beta} - 8 \sin^2 \beta \cdot 5 + 5^2 - 9 \sin^4 \beta - 9 \sin^2 \beta = 0$$

$$\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha \quad (\sin \alpha)^2 = 2\alpha$$

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

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

$$= -4 + 4 \cos^2 \beta$$

$$-4 \sin^2 \beta =$$

$$25 \sin^4 \beta - (8 \cdot 5 + 9) \sin^2 \beta + 5^2 = 0$$

Примем $\sin^2 \beta$ за x , найдем x .

$$25x^2 - (40 + 9)x + 25 = 0$$

$$x = \frac{49 \pm \sqrt{649^2 - 4 \cdot 25 \cdot 19}}{50}$$

$$D = (8 \cdot 5 + 9)^2 - 100 = 64 \cdot 5^2 - 144 \cdot 5 - 19$$

$$\frac{\sin(2\beta)}{\cos(2\beta)} = \frac{2 \sin \beta \cos \beta}{\cos^2 \beta - \sin^2 \beta} = \frac{2 \tan \beta}{1 - \tan^2 \beta} = \frac{3}{4}$$

$$D = 64 + 4 \cdot 9 = 100 \rightarrow \sqrt{D} = 10 \quad \tan \beta = 3 \rightarrow \tan 2\beta = \frac{2 \cdot 3}{1 - 9} = -\frac{3}{4}$$

$$-4 \sin^2 \beta + 5 \sin \beta \cos \beta = 2 \cos(2\beta) + \frac{3}{2} \sin(2\beta) - 2$$

$$\tan \beta = \frac{2}{3} = \frac{1}{3}$$

$$\tan(2\beta) = \frac{3}{4}$$

$$4 \cos(2\beta) + 3 \sin(2\beta)$$

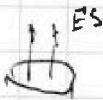
$$3 \cos(2\beta) = 4 \sin(2\beta)$$

$$a^2 \dots (a+k) \sqrt{1-(a+k)^2} = (a+k) \sqrt{1-(a+k)^2}$$

$$a^4 \dots (a^2 + 2ak + k^2)(1 - (a^2 + 2ak + k^2)) = a^2 + 2ak + k^2 - a^4$$

$q \geq CU$

$Q = CU$

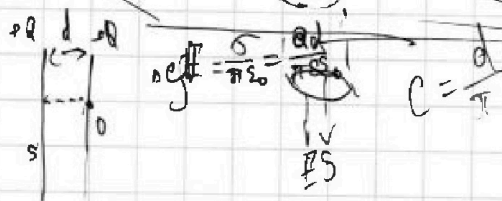


$$2 \cdot 0.5 = 2 \cdot 0.5$$

$$E = \frac{F}{S}$$

$$FR = IS$$

$$4 \cdot 4 \cdot g \cdot \mu \cos \alpha \cdot R$$





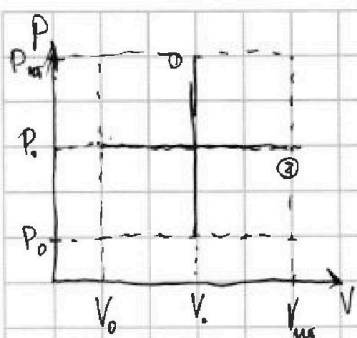
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА

7 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!



Черновик

① - изохора. $\Delta V = 0 \rightarrow A = 0$; ~~нужно~~ $Q = \Delta U$

② - изобара. $A = P(V_{11} - V_0)$; $Q = A + \Delta U$

$$P_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$P_0 = P_{O_2} + P_{N_2}$$

$$P_0 \Delta V = A = Q - \Delta U$$

$$P_0 (V_0 + \Delta V) = \nu R (T_0 + \Delta T_2)$$

$$(P_0 + \Delta P) V_0 = \nu R (T_0 + \Delta T_1)$$

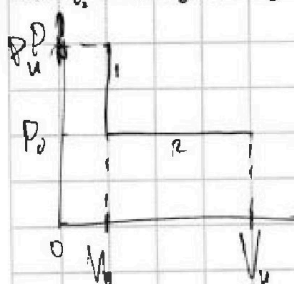
~~$$\Delta U = \frac{3}{2} P_0 \Delta V$$~~

~~$$\Delta U = \frac{3}{2} P_0 \Delta V + \frac{5}{2} P_0 \Delta V$$~~

~~$$Q - \Delta U = Q - \frac{3}{2} P_0 \Delta V = Q - 4 P_0 \Delta V = P_0 \Delta V = A = Q - \Delta U \rightarrow \Delta U = 10 P_0 \Delta V$$~~

~~$$\Delta U_{N_2} = \frac{3}{2} P_0 \Delta V = \frac{3}{2} A \rightarrow \frac{3}{2} \nu R \Delta T_2 = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_2 \rightarrow \nu_{N_2} = \frac{A}{R \Delta T_2}$$~~

~~$$\Delta U_{O_2} = \frac{5}{2} P_0 \Delta V = \frac{5}{2} A = \frac{5}{2} \nu_{O_2} R \Delta T_2$$~~



$$A_1 = 0$$

$$A_2 = P_0 (V_{11} - V_0) = \nu R \Delta T_2$$

$$\Delta U_1 = Q = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_2$$

$$\Delta U_{2-N_2} = \frac{3}{2} \nu_{N_2} R \Delta T_2$$

$$\Delta U_{2-O_2} = \frac{5}{2} \nu_{O_2} R \Delta T_2$$

$$10 \nu_{O_2} R \Delta T_2 + A = 10 \nu_{O_2} R \Delta T_1 - Q$$

$$\left(\frac{3}{2} \nu_{N_2} + \frac{5}{2} \nu_{O_2} + \nu_{N_2} + \nu_{O_2} \right) R \Delta T_2 = Q$$

$$\frac{15 + 5}{2} \nu_{O_2} R \Delta T_1 = 10 \nu_{O_2} R \Delta T_1 = Q$$

$$\left(\frac{3}{2} \nu_{N_2} + \frac{5}{2} \nu_{O_2} \right) R \Delta T_2 + A = \left(\frac{3}{2} \nu_{N_2} + \frac{5}{2} \nu_{O_2} \right) R \Delta T_1$$

$$24 \cdot 3 = 72$$

$$\frac{5}{2} \cdot 30 = 5 \cdot 15$$

$$(\nu_{N_2} + \nu_{O_2}) R \Delta T_2 = \left(\frac{3}{2} \nu_{N_2} + \frac{5}{2} \nu_{O_2} \right) R (\Delta T_1 - \Delta T_2)$$

$$30 (\nu_{N_2} + \nu_{O_2}) R = 24 \nu_{N_2} R + 15 \nu_{O_2} R$$

$$3 \nu_{N_2} = 15 \nu_{O_2} \quad \frac{\nu_{N_2}}{\nu_{O_2}} = 5$$