



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

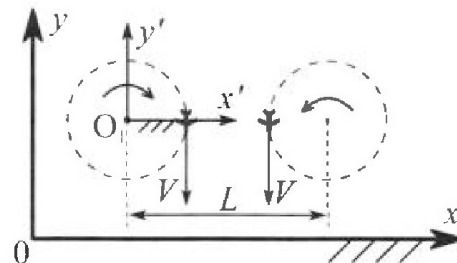
Вариант 10-03

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 $V = 60$ м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса $R = 360$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

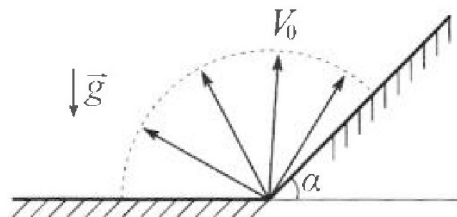
1. На сколько δ процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



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

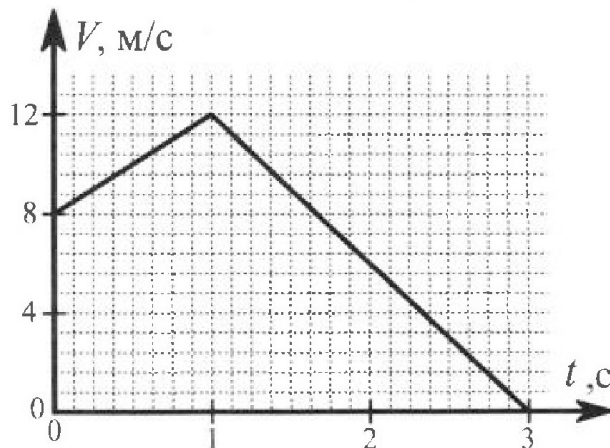
2. Найдите в этот момент скорость $\vec{U}$ второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора $\vec{U}$.

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 $H = 45$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². 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?

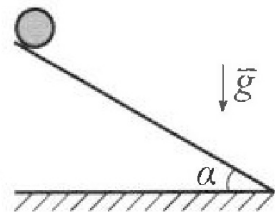
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10$ 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 $n = 3$ 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 $S = 1$ 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?

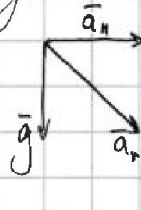


1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

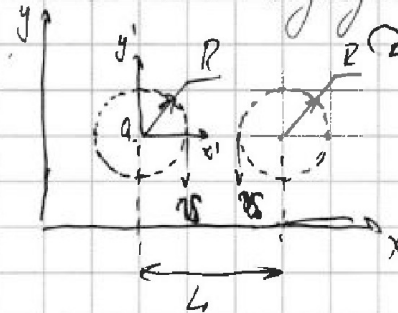
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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



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

~~Схема~~ Схема в указанной машинке:



Угловая скорость вращения левого самолета отн. O, равна угловой скорости $\vec{\omega}_1$ и равна $\omega_1 = V/R = \frac{1}{6} \frac{рад}{с}$

Рав-во угловых скоростей - из условия введения $\vec{\omega}_1$

Угловая скорость правого самолета отн. O, равна $\omega_2 = \frac{V}{L-R}$

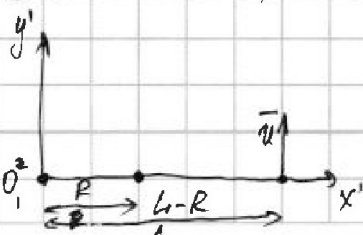
$$= \frac{60}{1440-360} = \frac{60}{1080} = \frac{1}{18} = \frac{3}{72} = \frac{1}{24} \frac{рад}{с} (с^{-1}).$$

Тогда во ВРСО угловая скорость левого самолета $\omega_{л-отн} = \omega_1 - \omega_2 = 0$; угловая скорость

правого самолета $\omega_{п-отн} = \omega_2 - \omega_1 = \frac{1}{24} - \frac{1}{6} = \frac{1}{24} - \frac{4}{24} = -\frac{3}{24} = -\frac{1}{8} \frac{рад}{с} (с^{-1})$

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

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





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)

$$H_m = V_y t - g \frac{t^2}{2} \rightarrow H_m = g t^2 - g t^2 \cdot \frac{1}{2} \rightarrow H_m = \frac{g t^2}{2} \rightarrow H_m = \frac{V_y^2}{2g}$$

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

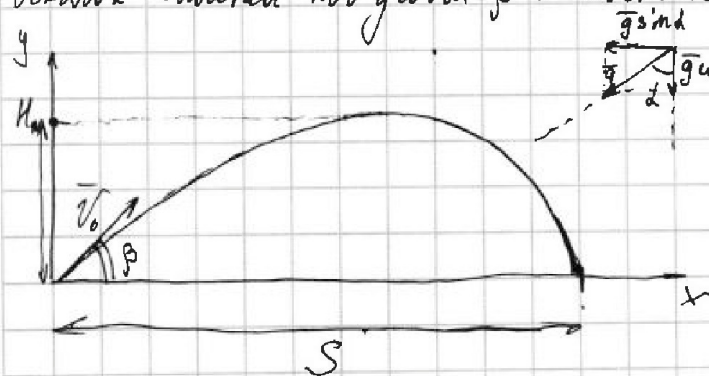
$$H_m = \frac{V_0^2}{2g} \sin^2 \alpha_{\text{вкл}}$$

Тогда H_m максимальна, 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:

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

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



$$V_x = V_0 \cos \beta$$

$$V_y = V_0 \sin \beta$$

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

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

$$H = 0$$

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

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

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

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

Нужно найти максимум S . ~~Важно, что при максимальном 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.



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 $3\sin\beta\cos\beta - 4\sin^2\beta$ максимально.

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

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 соотв.;

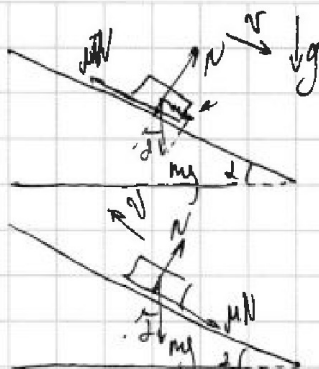


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

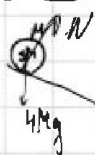
$$\begin{cases} mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = m a_1 \\ mg \sin \beta + \mu mg \cos \beta = m a_2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} a_1 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \\ a_2 = g(\sin \beta + \mu \cos \beta) \end{cases}$$

a_1, a_2 - ускор. до и после удара соответственно; также модуль

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

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

$$a_1 + a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha + \sin \beta + \mu \cos \beta) = 2g \sin \alpha = 10 \frac{4}{1} = g \rightarrow 2 \sin \alpha = 1 \rightarrow \sin \alpha = \frac{1}{2}$$



$$I = \frac{1}{2} MR^2, I = \frac{1}{2} MR^2 = I_{cm} = \frac{1}{2} MR^2$$

Если бочка катится без проскальзывания, то:

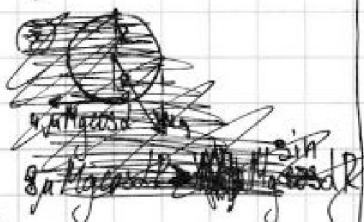
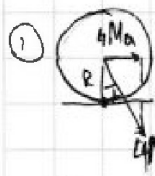
$$4Mg \sin \alpha R = I \beta$$

~~$I = MR^2$, т.к. вода - идеальная жидкость, то она не оказывает на бочку трения/не оказывает силы~~

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

жидкость и не участвует в вращении.

Бочка не проскальзывает:



Из момента:

$$4Mg \sin \alpha R = MR^2 \beta \rightarrow a = g \sin \alpha = 9/2$$

Так, вода плоскости $a = g/2$. Тогда отметим:
 $v_0 = 0 \rightarrow S = a \frac{t^2}{2} = \frac{g t^2}{4} \rightarrow t = \sqrt{\frac{4S}{g}} = \sqrt{\frac{4}{10}} = \sqrt{\frac{2}{5}}$

$$V = at = \sqrt{\frac{4S}{g}} \cdot \frac{g}{2} = \sqrt{Sg} = \sqrt{10} \frac{m}{c}$$

Обозначения: m, M - массы шайбы и пустой бочки соответственно, a - ускорение бочки вдоль т-ли, R - радиус бочки, N - сила реакции опоры, μ - КТС, β - угловое ускорение бочки



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.

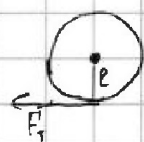


СТРАНИЦА

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 ЗСМН:

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

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

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

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

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

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

~~Ответ:~~



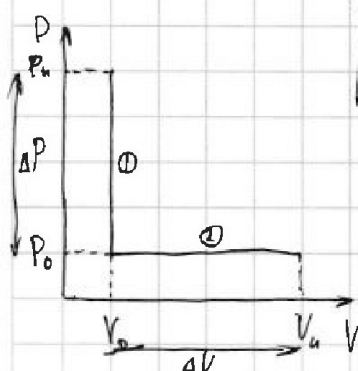
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА

1 ИЗ 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!



$$\Delta U = \frac{1}{2} \nu R \Delta T$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$\nu = N/N_A$, 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, то $N_{O_2} = 2 N_{O}$. Тогда $\frac{N_{He}}{N_{O}} = 10$.

$$\text{Тогда } A_2 = 6 \nu_{O_2} R \Delta T_2; Q = \frac{15+5}{2} \nu_{O_2} R \Delta T_1 = 10 \nu_{O_2} R \Delta T_1 \rightarrow \nu_{O_2} R = \frac{Q}{10 \Delta T_1} \rightarrow A = \frac{6 Q \Delta T_2}{10 \Delta T_1} = \frac{6 \cdot 960 \cdot 30}{44 \cdot 10} = 360 \text{ Дж.}$$

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

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

Обозначения: $P_0, V_0, P_{\text{ит}}, V_{\text{ит}}$ - начальные и итоговые давления и объемы соотв.; $\Delta P, \Delta V$ - изменение давления и объема 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 ИЗД на изох. и изоб. соотв.; $\Delta U_{He-1}, \Delta U_{O_2-1}$ - ИЗД каждого газа в каждой процессе.



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!

$E_+ = E_- = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 S}$
 $F = \sum E_i \cdot \lambda m = \frac{Q\lambda m}{\pi S \epsilon_0} = m a_n \rightarrow \frac{V_0^2}{R} = \frac{Q\lambda}{\pi S \epsilon_0} \rightarrow \frac{Q}{S} = \frac{V_0^2 \pi \epsilon_0}{R \lambda}$

Расчет напряженности на конденсаторе:

$U = \varphi_1 - \varphi_2$. Примем φ_2 за 0. Тогда $\varphi_1 = \frac{E}{d} \cdot d$ ($E = qd$); $E = \frac{Q}{\pi S \epsilon_0} \rightarrow \varphi_1 = \frac{Q}{\pi S \epsilon_0 d} \cdot d = U$.
 (т.к. $\varphi_2 = 0$). Тогда для конденсатора в задаче $U = \frac{Q}{S} \cdot \frac{1}{\pi \epsilon_0 d} = \frac{V_0^2 \pi \epsilon_0}{R \lambda} \cdot \frac{1}{\pi \epsilon_0 d} = \frac{V_0^2}{R \lambda d}$

Отметим, что горизонтальное ускорение, действующее на частицу, зависит только от E . E неизменно $\rightarrow$ действующее на частицу a_n , также постоянно и равно $a_n = V_0^2/R$. Движ. пластин (по вертикали) ускорений нет. Тогда в начале ось $U_y = V_0$; $U_x = \frac{V_0^2 t^2}{2R}$ (~~$\frac{V_0^2 t^2}{2R}$~~) ($a_n t$). 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 $U_x = \frac{V_0^2}{R} \cdot \frac{3Rd}{4V_0^2} = \frac{3V_0^2 d}{4R}$. Тогда $V = \sqrt{U_x^2 + U_y^2} = \sqrt{V_0^2 (1 + \frac{3d}{4R})} = V_0 \sqrt{\frac{4R+3d}{4R}}$.
 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 - площадь пластины коно; d - расстояние между пластинами коно; F - сила, действующая на частицу; U_y, U_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
☐

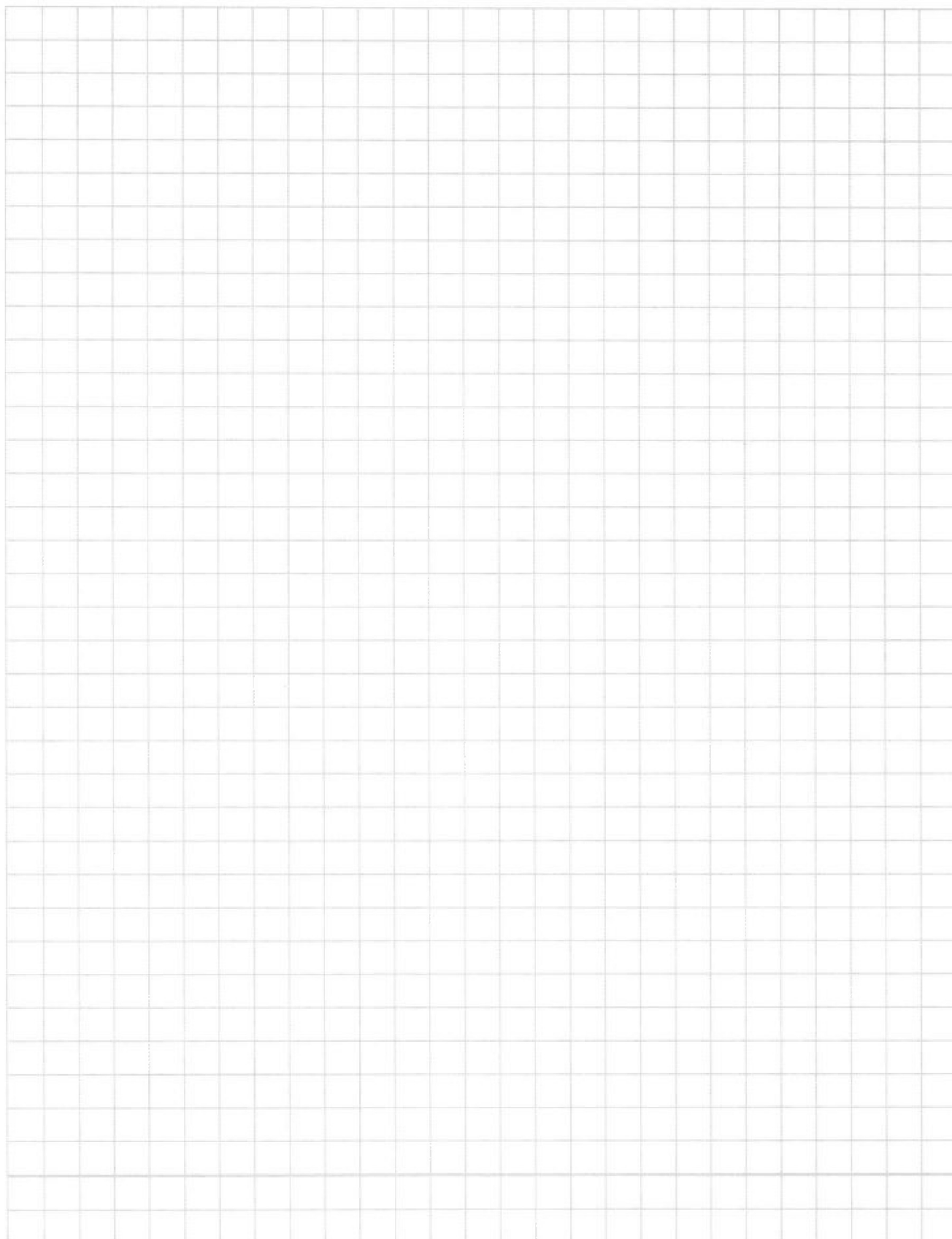
5
☐

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!

$$(5 \sin^2 \beta \cos \beta - 4 \sin^3 \beta)' = 0$$

Черновик

$$(5 \sin^2 \beta \cos \beta - 4 \sin^3 \beta)' =$$

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

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

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

Вспомогательное уравнение:

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

$\pm 2 - 2$

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

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

$$(-4 \sin^3 \beta)' = -4 (\sin^3 \beta)' = -4 \cdot 3 \sin^2 \beta \cdot \cos \beta$$

$$= -12 \sin^2 \beta \cos \beta$$

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

$$16 \sin^4 \beta - 8 \sin^2 \beta + 5 - 9 \sin^4 \beta + 9 \sin^2 \beta = 7 \sin^4 \beta + \sin^2 \beta + 5 = 0$$

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

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

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

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

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

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

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

$$\sin^2 \beta = \frac{85 + 9 \pm \sqrt{845^2 - 4 \cdot 45 \cdot -19}}{50}$$

$$D = (85 + 9)^2 - 100 = 645^2 - 100 = 416025 - 100 = 415925$$

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

$$D = 64 + 4 \cdot 9 = 100 \Rightarrow \sqrt{D} = 10$$

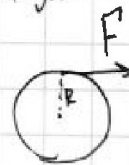
$$-4 \sin^2 \beta + 5 \sin \beta \cos \beta = 2 \cos(2\beta) + \frac{3}{2} \sin(2\beta) - 2$$

$$\tan \beta = \frac{3}{4} = \frac{1}{\frac{4}{3}}$$

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

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

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



$$2 \cos \beta = 2 \sin \beta$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{r^2}$$

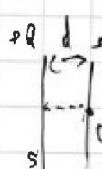
$$FR = Ig$$



$$4 \frac{1}{4} g \mu \cos \alpha R$$

$$q = CU$$

$$Q = CU$$



$$C = \frac{Q}{U} = \frac{\sigma S}{\frac{\sigma d}{\epsilon_0}} = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$C = \frac{d}{\pi}$$



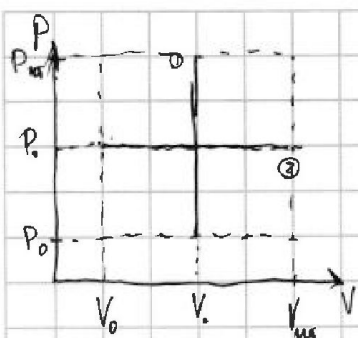
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

7 ИЗ 7

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 - изотерма. $\Delta V = 0 \rightarrow A = 0$; $Q = \Delta U$
- ② - изобара. $A = P(V_{11} - V_0)$; $Q = A + \Delta U$

$$P_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$P_0 = P_{11} + P_{02}$$

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

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

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

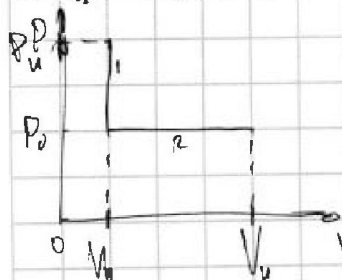
$$\Delta U = \frac{5}{2} P_0 \Delta V$$

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

$$Q - \Delta U = Q - \frac{5}{2} P_0 \Delta V = Q - 4 P_0 \Delta V = P_0 \Delta V = A = Q - \Delta U = 10 P_0 \Delta V$$

$$\Delta U_{11} = \frac{5}{2} P_0 \Delta V = \frac{5}{2} A = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_2 \rightarrow \nu_{11} = \frac{A}{R \Delta T_2}$$

$$\Delta U_{02} = \frac{5}{2} P_0 \Delta V = \frac{5}{2} A = \frac{5}{2} \nu_{02} R \Delta T_2 -$$



$$A_1 = 0$$

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

$$\Delta U_1 = Q = \frac{3}{2} A$$

$$\Delta U_{2-11} = \frac{5}{2} P_{02} \Delta V_2 = \frac{3}{2} \nu_{02} R \Delta T_2$$

$$\Delta U_{2-02} = \frac{5}{2} \nu_{02} R \Delta T_2$$

$$\left(\frac{3}{2} \nu_{11} + \frac{5}{2} \nu_{02} + \nu_{11} + \nu_{02} \right) R \Delta T_2 = Q$$

$$10 \nu_{02} R \Delta T_2 + A = 10 \nu_{02} R \Delta T_1 - Q$$

$$\frac{15+5}{2} \nu_{02} R \Delta T_1 = 10 \nu_{02} R \Delta T_1 = Q$$

$$\left(\frac{3}{2} \nu_{11} + \frac{5}{2} \nu_{02} \right) R \Delta T_2 + A = \left(\frac{3}{2} \nu_{11} + \frac{5}{2} \nu_{02} \right) R \Delta T_1$$

$$24.3 = 272$$

$$\frac{5}{2} \cdot 20 = 5.15$$

$$(\nu_{11} + \nu_{02}) R \Delta T_2 = \left(\frac{3}{2} \nu_{11} + \frac{5}{2} \nu_{02} \right) R (\Delta T_1 - \Delta T_2)$$

$$30 (\nu_{11} + \nu_{02}) R = 29 \nu_{11} R + 15 \nu_{02} R$$

$$3 \nu_{11} = 15 \nu_{02} \quad \frac{\nu_{11}}{\nu_{02}} = 5$$