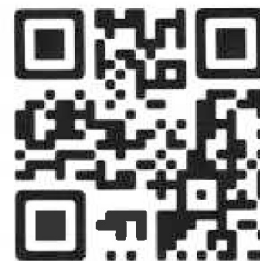




Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

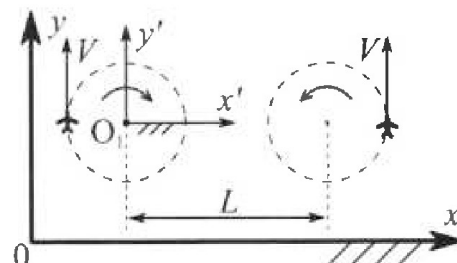
Вариант 10-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями $V = 70$ м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолет, $R = 700$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

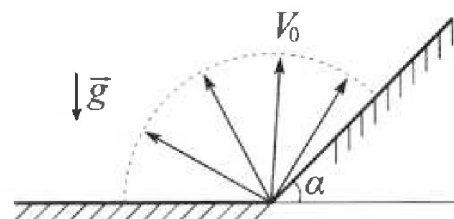
1. Определите отношение $\frac{P}{mg}$, здесь P – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.



В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального удаления. Расстояние между центрами окружностей $L = 2,1$ км. Вектор скорости каждого самолета показан на рис.

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

2. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшее перемещение за время полета осколков, упавших на горизонтальную поверхность, равно $S_1 = 160$ м, упавших на склон, $S_2 = 120$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



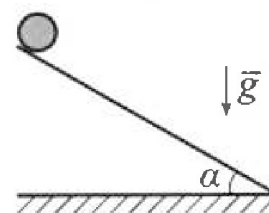
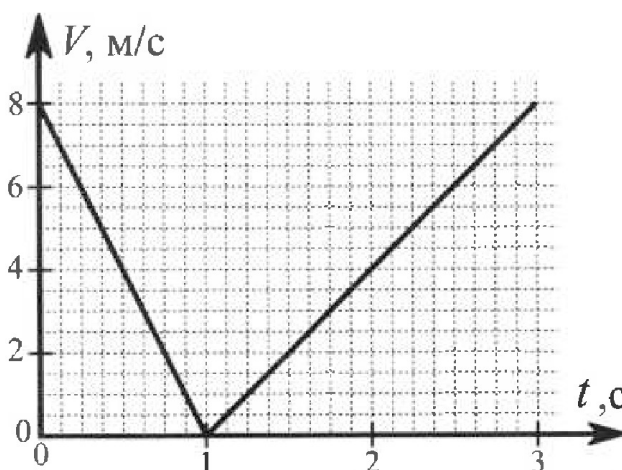
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

1. Найдите $\sin \alpha$, здесь α – угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.

Во втором опыте с той же наклонной плоскости скатывается без проскальзывания тонкостенная однородная цилиндрическая бочка, полностью заполненная водой. Начальная скорость нулевая. Масса воды в $n = 2$ раза больше массы бочки. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.

2. С какой по величине скоростью V движется бочка после перемещения относительно наклонной плоскости на $L = 0,6$ м?
3. Найдите ускорение a , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента μ трения скольжения бочка катится без проскальзывания?





Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 10-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. В изохорическом процессе от смеси идеальных газов гелия и азота отводят $Q = 780$ Дж теплоты. Температура смеси уменьшается на $|\Delta T_1| = 31,2$ К. Если в изобарическом процессе от той же смеси отвести то же самое количество теплоты, то температура смеси уменьшится на $|\Delta T_2| = 20$ К.

1. Найдите работу A внешних сил в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость C_p смеси в изобарическом процессе.
3. Найдите отношение $\frac{N_1}{N_2}$ числа атомов гелия к числу молекул азота в смеси.

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

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

1. Найдите скорость V_0 частицы в рассматриваемый момент времени.

Через некоторое время после вылета из конденсатора частица пересекает серединную плоскость конденсатора (плоскость, равноудаленную от обкладок).

2. С какой по величине скоростью V движется в этот момент частица?



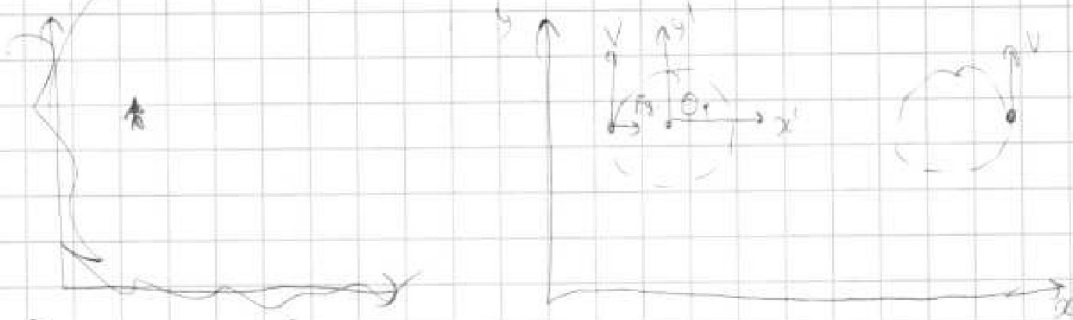
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 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. ~~Танкоходные танки~~ в системе отсчета, при котором танкоход не совершает поворот.



Определим величины:

a_y - центростремительное ускорение танкохода $a_y = \frac{V^2}{R}$

F_u - сила инерции для танка в системе отсчета С не вращающемся танкоходе. $F_u = m \cdot a_u$ a_u - инерц. ускорение

F_y - центростремительная сила $F_y = M a_y$ M - масса танкохода

1) Танкоходные танки в системе отсчета с вращающимся танкоходом:



на танкоход действует сила инерции.

$$F_u = m a_u \quad F_u = m a_y = m \frac{v^2}{R}$$

$$a_u = \frac{\sum F_{\text{инерционные}}}{m} = \frac{F_y}{m} = a_y$$

Танкоход ускорит танки инерцией на вращающемся танкоходе, т.е.

поворотом танкохода ускорит танки:



$F_u = P$, т.е. танкоходная сила, действующая на танкоход.

$$\frac{P}{mg} = \frac{F_u}{mg} = \frac{m \frac{v^2}{R}}{m g} = \frac{4000}{200 \cdot 10} = 0,7 - \text{ответ 1.}$$



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

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

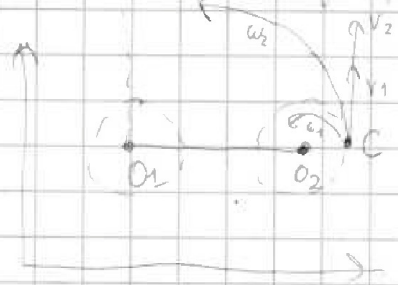
СТРАНИЦА

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!

2) Если мы перейдем в ось $x'O_1y'$
При этом зададим ее перпендикулярно

вращению нулюй формулы условия скорости относительно центра ~~О₁~~ O_1 :



$$\omega_1 = \omega_2 = \frac{V}{R} = \frac{1}{10} \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

$$V_1 = \omega_1 \cdot R = V$$

$$V_2 = \omega_2 \cdot (L+R) = V \cdot \frac{L+R}{R}$$

$$V_0 = V_1 + V_2 = V \left(1 + \frac{L+R}{R} \right)$$

$$V_0 = V \cdot \frac{3500}{1400} = 350 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: 1) 0,4
2) $350 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

направление вверх, т.к. V_1 и V_2 сонаправлены

(направление 1 уменьшилось)

$$(V_1 \perp a_{\tau 1})$$

$$(V_2 \perp a_{\tau 2})$$

$$(a_{\tau 1} \parallel O_1C)$$

$$(a_{\tau 2} \parallel O_2C)$$

$$(O_1C \parallel O_2C \text{ в точке } C)$$



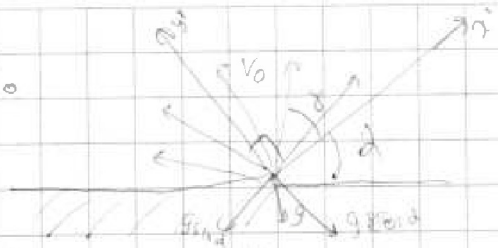
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

2.



L - расстояние по горизонтали
 β - угол между пер. скоростью и горизонталю.

Какова максимальная горизонтальная дальность?

$$L = \frac{v_0^2 \sin 2\beta}{g}$$

$L_{\max}$ при $\sin 2\beta = 1$

$$\max(\sin 2\beta) = 1$$

$$L_{\max} = \frac{v_0^2}{g} = 5 \quad v_0 = \sqrt{5g} = \sqrt{5000} = 70.7 \text{ м/с}$$

2) Записать уравнение движения тела в виде параметрических уравнений (по координатам).
Пусть γ - угол между нач. скоростью и горизонтальной осью.
 $\gamma = \frac{\pi}{2} - \alpha$ (это известно из условия)

$$v_x(t) = v_0 \cos \gamma - g \sin \gamma \sin t$$

$$v_y(t) = v_0 \sin \gamma - g \cos \gamma \sin t$$

применение при $y'(t) = 0$

$$y'(t) = v_0 \sin \gamma - \frac{g \cos \gamma t^2}{2} = 0$$

$$\frac{t}{2} (2v_0 \sin \gamma - g \cos \gamma t) = 0$$

$$t = 0 \text{ (начальное состояние)} \quad t = \frac{2v_0 \sin \gamma}{g \cos \gamma} = \frac{2v_0 \tan \gamma}{g}$$

$$f(\gamma) = \sin \gamma \cos \gamma - \sin^2 \gamma \tan \gamma$$

$$f'(\gamma) = \cos 2\gamma - \sin 2\gamma \tan \gamma = 0$$

$$\cos 2\gamma = \sin 2\gamma \tan \gamma$$

$$\tan 2\gamma = 1 \quad \text{или} \quad \tan \gamma = 1$$

$$\tan \gamma = 1 \Rightarrow \gamma = \frac{\pi}{4}$$

$$2\gamma = \frac{\pi}{2}$$

$$\gamma = \frac{\pi}{4}$$

$$f\left(\frac{\pi}{4}\right) = \frac{\sin \frac{\pi}{2}}{2} - \frac{(1 - \cos \frac{\pi}{2})}{2} \tan \frac{\pi}{4} = \frac{\sin(\frac{\pi}{2})}{2} - \frac{(1 - \cos(\frac{\pi}{2}))}{2} \tan \frac{\pi}{4} = \frac{\cos \frac{\pi}{2} + \tan \frac{\pi}{2} \sin \frac{\pi}{2}}{2}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{2} \left(\cos \frac{\pi}{2} + \frac{\sin \frac{\pi}{2}}{\cos \frac{\pi}{2}} \right) = \frac{1}{2} \left(\cos \frac{\pi}{2} + \tan \frac{\pi}{2} \right) = \frac{1}{2} \left(\cos \frac{\pi}{2} + \frac{\sin \frac{\pi}{2}}{\cos \frac{\pi}{2}} \right)$$

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{2} \frac{1}{\cos \frac{\pi}{2}} = \frac{1}{2 \cos \frac{\pi}{2}}$$

$$x'(t) = \frac{2v_0^2 \sin \gamma \cos \gamma}{g \cos \gamma} - \frac{g \sin \gamma \cdot 4v_0^2 \sin^2 \gamma}{2g \cos \gamma}$$

$$\frac{2v_0^2}{g \cos \gamma} (\sin \gamma \cos \gamma - \sin^2 \gamma \tan \gamma)$$

$x'(t)_{\max}$ при $(\sin \gamma \cos \gamma - \sin^2 \gamma \tan \gamma)_{\max}$

$$x'(t)_{\max} = \frac{2v_0^2}{g \cos \gamma} \cdot \frac{1}{2} = \frac{v_0^2}{g \cos \gamma} = 5$$

$$\cos \gamma = \frac{v_0^2}{5g} = \frac{5000}{5 \cdot 10} = 100$$

$$\frac{2v_0^2 (1 - \cos \gamma)}{2g \cos \gamma} = 5$$

$$\frac{2 \cdot 5000 (1 - \cos \gamma)}{2 \cdot 10 \cos \gamma} = 5 \Rightarrow \frac{5000 (1 - \cos \gamma)}{10 \cos \gamma} = 5 \Rightarrow \frac{500 (1 - \cos \gamma)}{\cos \gamma} = 5 \Rightarrow 500 (1 - \cos \gamma) = 5 \cos \gamma \Rightarrow 500 = 505 \cos \gamma \Rightarrow \cos \gamma = \frac{500}{505} \approx 0.99$$

по максимуму + 10.
 $f(\gamma)$ - параметр, который зависит от $\sin \gamma$ и $\cos \gamma$.
на $(0; \frac{\pi}{2})$

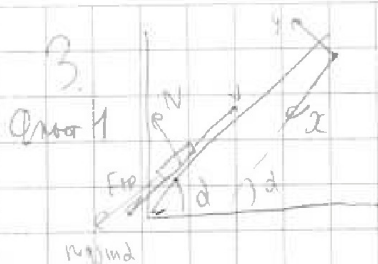


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!



3. Ответ 1
а) З.У.:

$$y: N - mg \cos \alpha = 0$$

$$x: F_{sp} + mg \sin \alpha = ma_1 \rightarrow \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha = a$$

З.У. $V = 8 - at$

В этот момент, то

$$F_{sp} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

$$8 - a = 0 \quad t = 1$$

$$a = 8$$

$$g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = 8$$

$$g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 4$$

$$g(2 \sin \alpha) = 12$$

$$\sin \alpha = \frac{12}{18} = \frac{2}{3}$$



2) З.У.:

$$y: N - mg \cos \alpha = 0$$

$$x: mg \sin \alpha - F_{sp} = ma_2$$

$$- \mu mg \cos \alpha$$

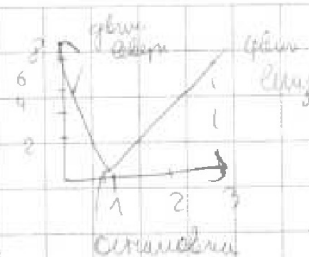
$$a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$V = at$$

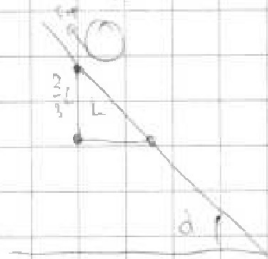
$$V(2) = 2a_2 = 8 \text{ м/с}$$

$$a_2 = 4 \quad g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 4$$

Ответ: 1) $\frac{2}{3}$



Ответ 2



З.У. $V_{\text{норм}} = V_0$

З.У. при уменьш. см.

$$F_{sp} \cdot R = b \cdot \Delta R^2$$

$$b = \frac{W}{R} \quad b = \frac{W}{t} = \frac{W_{\text{норм}}}{Rt}$$

$$F_{sp} = \frac{m V_{\text{норм}}}{Rt} = ma_{\text{норм}}$$



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 черновком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

4. ~~Смешанная~~

Определим все величины:

P_{H2} - давление гелия

V_{H2} - объем гелия

P_{N2} - давление азота

V_{N2} - объем азота

P_0 - общее давление (давление смеси)

$P_0 = P_{H2} + P_{N2}$, так как смесь идеальная.

A_2 - работа газа

$A_{вн}$ - работа внешних сил (атмосферы)

ΔU - общее изменение внутренней энергии смеси

ΔU_{H2} - изменение внутренней энергии гелия

ΔU_{N2} - изменение внутренней энергии азота

$A = -A_{вн}$

Q_n - количество теплоты

$Q_n < 0$

$\Delta U = \Delta U_{H2} + \Delta U_{N2}$

$Q_n = -Q_{отв}$ - количество теплоты, отданное газом.

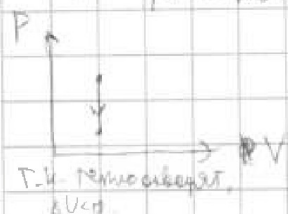
V_0, T_0 - начальные значения объема и температуры газа

V_1, T_1 - конечные значения объема и температуры газа

Изотермический процесс:

$$\Delta U_{H2} = \frac{3}{2} V_{H2} R \Delta T_1$$

$$\Delta U_{N2} = \frac{5}{2} V_{N2} R \Delta T_1$$



$$A = 0$$

$$\Delta U = \Delta U_{H2} + \Delta U_{N2}$$

$$Q_n = \Delta U + A = \Delta U$$

$$Q_n = R \Delta T_1 \left(\frac{3}{2} V_{H2} + \frac{5}{2} V_{N2} \right)$$

$$R \left(\frac{3}{2} V_{H2} + \frac{5}{2} V_{N2} \right) = \frac{Q_n}{\Delta T_1} = \frac{Q_n}{-101.1}$$

$$\frac{31.2}{31.2} = 25 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$\Delta T_1 = \frac{Q_n}{R \left(\frac{3}{2} V_{H2} + \frac{5}{2} V_{N2} \right)} < 0$$

$$\Delta T_1 = -101.1 \text{ К}$$



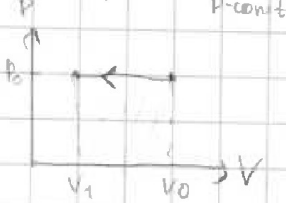
На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Условие:



$P = \text{const}$

$$Q_n = A + \Delta U$$

$$A = P(V_1 - V_0) < 0$$

$$A = (V_{N1} + V_{N2}) R \Delta T_2$$

$$\Delta U = \Delta U_{N1} + \Delta U_{N2} = 25 \Delta T_2 \left(\frac{3}{2} V_{N1} + \frac{5}{2} V_{N2} \right) =$$

$$\Delta U_{N1} = \frac{3}{2} V_{N1} R \Delta T_2$$

$$\Delta U_{N2} = \frac{5}{2} V_{N2} R \Delta T_2$$

$$A = Q_n - \Delta U = -780 - (-500) = -280 \text{ Дж}$$

$$A_{N1} = -A = 280 \text{ Дж} \quad \text{--- Ответ 1.}$$

$$C_D = \frac{Q_n}{\Delta T_2 \cdot (V_{N1} + V_{N2})} = \frac{Q_n \cdot R}{\Delta T_2 \cdot (V_{N1} + V_{N2}) \cdot R} = \frac{Q_n \cdot R}{A} = \frac{-780}{-280} R = \frac{39}{14} R \quad \text{--- Ответ 2}$$

$$\text{уравнение, что } \begin{cases} \left(\frac{3}{2} V_{N1} + \frac{5}{2} V_{N2} \right) R = 25 \\ (V_{N1} + V_{N2}) R = 14 \end{cases} \quad | : \Rightarrow$$

$$V_{N1} + V_{N2} = \frac{3}{2} V_{N1} - \frac{3}{2} V_{N2}$$

$$\frac{4}{2} V_{N1} + \frac{10}{2} V_{N2} = 0$$

$$10 V_{N2} = V_{N1} = 4$$

$$V_{N2} = 0,4 V_{N1}$$

$$\frac{V_{N1}}{V_{N2}} = \frac{V_{N1} \cdot P_0}{V_{N2} \cdot P_0} =$$

$$\frac{P_{N1}}{P_{N2}} = 2,5 \quad \text{--- Ответ 3}$$

V_{N1} --- число молей газа

$$\text{Ответ: 1) } 280 \text{ Дж}$$

$$2) \frac{39}{14} R$$

$$3) 2,5$$

УСЛГ:

$$1) \int P_{N1} V_{N1} = V_{N1} R T_0$$

$$P_{N1} V_{N1} = V_{N1} R T_0$$

$$P_0 V_0 = (P_{N1} + P_{N2}) V_0 =$$

$$(V_{N1} + V_{N2}) R T_0$$

$$2) \int P_{N2} V_{N2} = V_{N2} R T_0$$

$$P_{N2} V_{N2} = V_{N2} R T_0$$

$$P_0 V_1 = (P_{N1} + P_{N2}) V_1 =$$

$$(V_{N1} + V_{N2}) R T_1$$

$$A = \Delta T_2 (V_{N1} + V_{N2}) R$$

$$R (V_{N1} + V_{N2}) = \frac{A}{\Delta T_2} = \frac{-280}{-20} = 14 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$R = 0,31$$

$$\Delta T_2 = T_1 - T_0$$

$$V_1 < V_0$$

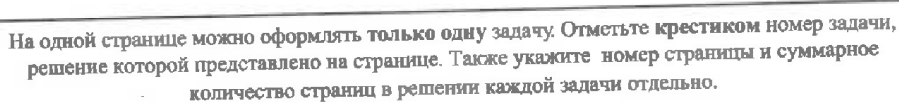
$$V_0 = \frac{P_0}{T_1}$$

$$V_1 < T_1$$

$$T_1 < T_0$$

$$\Delta T_2 < 0 \leftarrow$$

$$\Delta T_2 = -\Delta T_1 = -20 \text{ К}$$



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!

Q - заряд пластины, $Q > 0$
модуль заряда

W- Керену. Звернуло Вильямс.

$$C < D$$

След положителни и отрицателни

S-kraynyy nashchek

Fig - Clasa de coordonare aspru - Zehn zehnerische Instrumente

F_2 - сила со стороны пола. Зарядовый ток

Fr. Naryn. Zuehrtupwewow Naryn, Koonon Koonowow

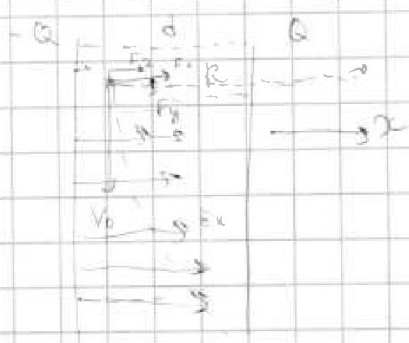
Q2 - *Myrica maritima*

$$E_1 \cdot q = F_1 \quad (E_1 \cdot E_2) = \frac{1}{\epsilon} K = \text{напр. электрического поля в конденсаторе}$$
$$L_2: q = F_2$$

$$\frac{1}{\epsilon_0} = \frac{Q}{580}$$

Синтез поликарбоната

$$Q = C \cdot V \quad C = \frac{\epsilon_0}{d}$$



Chlorine Gas is very poisonous.

а ~~минимум~~ - Q и максимум ~~отрабатывают~~
по 234. (каждый) $\frac{1}{2}$ сессии ~~составляют~~

$$F = |F_1| + |F_2| = \left(\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} \right) \left(\frac{q}{4\pi} \right) = \frac{q}{4\pi} \left(\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} \right)$$

$$|Q_q| |E_1 + E_2| = Q \cdot |E_v| \cdot \frac{Q}{5E_0}$$

Monica Zappavigna

Funktion $f(x)$ ist eine Funktion

$$F_g = \frac{m \cancel{v^2}}{\cancel{r}} = \frac{m v_0^2}{R}$$

High level language (HLL) // machine, 10

July 1 - Philadelphia

F force + instantaneous, q v. $F = \frac{1}{2} \frac{d}{dt}$

$$\frac{m v_0^2}{p} = |a| \frac{Q}{f f_0} = |a| \frac{V}{d}$$

$$Q = C \cdot U = \frac{\epsilon \cdot E_0}{d} \cdot U$$

$$V_0 = \frac{V_R}{d} \cdot \frac{|a|}{m} = \frac{V_R}{d} |x| =$$

$$+ \gamma \frac{V_R}{d}$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{8VR}{d}} \quad \text{order 1.}$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

2) Единственное сила действующее на заряд -
Сила электромагнитная. Она потенциальна

Тогда можно записать ВЭ:

$$m \frac{v_0^2}{2} + W = \frac{mv^2}{2}$$

Уравнение энергии

Справа нет W , там
или все

конденсатора

нет эл нет $\rightarrow$ нет сил.

$v > v_0$

$$W = W_1 + W_2$$

пот. энергия
перемещен
зарядов
на электр.

пот. энергия

зарядов и потенциал

зарядов

на электр.

$$\text{Потенциал } \phi_1 = |E_2| \cdot \frac{d}{8}$$

$$\phi_2 = |E_1| \cdot \frac{d}{8}$$

$$\phi_1 + \phi_2 = |E_2| \cdot \frac{d}{8} + |E_1| \cdot \frac{d}{8}$$

$$|E_2| \cdot \frac{d}{8} + |E_1| \cdot \frac{d}{8}$$

$$|E_2| \cdot \frac{Q}{2\pi\epsilon_0} + |E_1| \cdot \frac{Q}{2\pi\epsilon_0}$$

$$= \frac{Qd}{2\pi\epsilon_0}$$

$$W_1 = (-Q) \phi_1 - \text{перемещен заряд на электр.}$$

$$W_2 = (-Q) \phi_2 - \text{перемещен потенциал на электр.}$$

$$W_1 + W_2 = -Q \phi_1 + Q \phi_2 = Q(\phi_2 - \phi_1) = Q(|E_1| \cdot \frac{d}{8} - |E_2| \cdot \frac{d}{8}) = Q \cdot \frac{Qd}{2\pi\epsilon_0} = |Q| \cdot \frac{Qd}{2\pi\epsilon_0} = |Q| \cdot \frac{V}{2}$$

Там как не нуль

перемещен потенциал

по x зарядов поля равна 0.

по из-за сил m -ч. Взаимодействие сил увеличилось

(один движется быстрее параллельно) по x из-за разности $\frac{d}{8}$ от

отриц. зарядов, до середины пластины) тогда $V = \sqrt{v_0^2 + v_k^2}$

т.е. $V > v_0$. тогда энергия

W потенциал и равна

$$Q \cdot U =$$

$$\frac{mv_0^2}{2} + W = \frac{mv^2}{2}$$

$m \neq$

$$V^2 = 2U \left(\frac{R}{d} + 1 \right)$$

$$V = \sqrt{2U \left(\frac{R}{d} + 1 \right)}$$

Ответ: 1) $\sqrt{\frac{2U(R+d)}{d}}$ 2) $\sqrt{2U \left(\frac{R}{d} + 1 \right)}$



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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

$$x(t) = \frac{2v_0^2}{g \cos \alpha} (\sin \alpha \cos^2 \alpha \sin t - \sin^3 \alpha t g d)$$

$x'(t)$ max nrm

$$x'(t) = 2v_0^2 \cos \alpha t - \frac{g \cos \alpha \cdot t^2}{2}$$

$$x''(t) = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g \cos \alpha} - \frac{g \cdot \cos \alpha \cdot 4v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g^2 \cos^2 \alpha} =$$

$$\frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g \cos \alpha} - \frac{2v_0^2 \sin^2 \alpha}{g \cos \alpha} =$$

$$\frac{2v_0^2}{g \cos \alpha} (\sin \alpha \cos \alpha - \sin^2 \alpha) = L_{\text{max}} \text{ нам. максимум}$$

тогда $L_{\text{max}} = \text{диск. нрм} (\sin \alpha \cos \alpha - \sin^2 \alpha)_{\text{max}}$

Находим максимум и минимум функции и максимум?

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

$$\cos 2\alpha - \sin 2\alpha = 0$$

$$2\alpha = \frac{\pi}{4}$$

$$\alpha = \frac{\pi}{8}$$

$$\left(\sin \frac{\pi}{4} \cos \frac{\pi}{8} - \sin^2 \frac{\pi}{8} \right) = 2 \sin^2 \frac{\alpha}{2} = \cos \alpha$$

$$\frac{\sin \frac{\pi}{4}}{2} - \sin^2 \frac{\pi}{8} =$$

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

$$\frac{\sin \frac{\pi}{4} + \cos \frac{\pi}{4} - 1}{2} =$$

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

$$S_1 = \frac{2v_0^2}{g \cos \alpha} \cdot \left(\frac{\sqrt{2}-1}{2} \right)$$

$$\cos \alpha = \frac{v_0^2}{g S_1} (\sqrt{2}-1) = \frac{1600}{4200} (\sqrt{2}-1) = \frac{4}{3} (\sqrt{2}-1)$$

Находим нрм $\alpha \in [0, \frac{\pi}{2}]$

нрм $\sin \alpha$ нрм $\cos \alpha$ $\alpha < \frac{\pi}{8}$

$$\left(\sin \alpha \cos \alpha - \sin^2 \alpha \right) \frac{d}{d\alpha} \Big|_{\alpha=\frac{\pi}{8}} =$$

$$= \sin \left(\cos \frac{\pi}{8} - \sin^2 \frac{\pi}{8} \right) = \left(\cos \frac{\pi}{8} - \sin^2 \frac{\pi}{8} \right) = \frac{\sqrt{3}-1}{2} > 0$$

$$\text{то } \frac{\pi}{8} \text{ (} \sin \alpha \cos \alpha - \sin^2 \alpha \text{)} \frac{d}{d\alpha} \geq 0$$

$$\text{нрм, нрм } \alpha = \frac{\pi}{6}$$

$$\text{на нрм } \alpha = \frac{\pi}{6} \text{ } \cos 2\alpha - \sin 2\alpha = \cos \frac{\pi}{3} - \sin \frac{\pi}{3} =$$

$$= \frac{1-\sqrt{3}}{2} < 0$$

$$\text{то } \alpha = \frac{\pi}{8} \text{ (} \sin \alpha \cos \alpha - \sin^2 \alpha \text{)} \frac{d}{d\alpha} < 0$$

тогда $\alpha = \frac{\pi}{8}$ диск. максимум

$$\text{тогда } \alpha = \frac{\pi}{8} \text{ диск. максимум}$$

$$\text{тогда } \alpha = \frac{\pi}{8} \text{ диск. максимум}$$



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!

2.



Нужно

Найти расстояние по горизонтальной поверхности от L.

Нужно найти длину пути по поверхности.



Скорость v_0 .

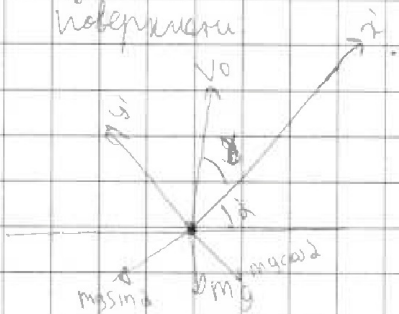
$$L_{\text{горизонт}} = \frac{2v_0 \sin \beta}{g} \quad L = \frac{2v_0 \sin \beta}{g} \quad v_0 \cos \beta$$

$$\text{Скорость по } x = \text{const} \\ = \frac{v_0 \cos \beta}{g}$$

$$\max(L) \text{ будет при } \max(\sin 2\beta) \\ \max \sin 2\beta = 1, \quad \beta = \frac{\pi}{4}, \quad L_{\text{гор}} = S_1 = \frac{v_0^2}{g}$$

$$v_0 = \sqrt{S_1 g} = \sqrt{1600} = 40 \text{ м/с.}$$

Нужно найти длину пути по поверхности к началу поверхности.



по осям x', y' известны функции

$$x'(t) = v_0 \cos \alpha - g \sin \alpha t$$

$$y'(t) = v_0 \sin \alpha - g \cos \alpha t$$

$$y(t) = v_0 \sin \alpha t - g \cos \alpha \frac{t^2}{2}$$

нужно

найти время остановки, $y'(t_n) = 0$

$$v_0 \sin \alpha t_n - g \cos \alpha \frac{t_n^2}{2} = 0$$

$$t_n (v_0 \sin \alpha - g \cos \alpha \frac{t_n}{2}) = 0$$

$$t_n = 0 \quad t_n = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha}$$

$$x(t_n) = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g \cos \alpha} \quad x(t) = v_0 \cos \alpha t - g \sin \alpha \frac{t^2}{2} \\ x(t_n) = \frac{2v_0^2 \sin^2 \alpha}{g \cos \alpha} \quad x(t_n) = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g \cos \alpha} \\ \frac{2v_0^2 \sin^2 \alpha}{g \cos \alpha} (1 - \sin^2 \alpha) = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g \cos \alpha}$$

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!

4. Смесь газов $\rightarrow T_{He} = T_{N_2}$

T_{He} - температура гелия, T_{N_2} - температура азота

Изотермический процесс: $V = \text{const}$

$$P_{He} + P_{N_2} = P_{02}$$

объемы постоянны:

P_{He} - давление гелия

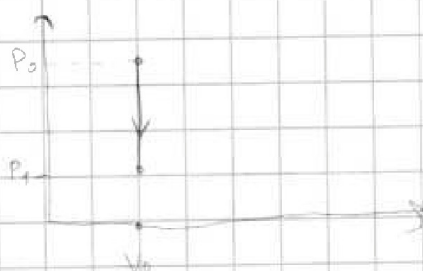
V_{He} - количество вещества гелия

P_{N_2} - давление азота

V_{N_2} - количество вещества азота

P_{02} - общее давление

T - температура смеси



$$A = 0$$

$$Q = \Delta U$$

тепло извне передано

$$Q = V_{He} \cdot R \cdot |\Delta T_1| + V_{N_2} \cdot R \cdot |\Delta T_1|$$

так как температура увеличивается, то при сжатии смеси

одна газы сжимаются, т.е. они имеют знак

$$|Q| = |\Delta U_{He} + \Delta U_{N_2}| = |\Delta U_{He}| + |\Delta U_{N_2}|$$

$$\Delta U_{He} = \frac{3}{2} V_{He} \cdot R \cdot |\Delta T_1|$$

$$\Delta U_{N_2} = \frac{5}{2} V_{N_2} \cdot R \cdot |\Delta T_1|$$

$$\frac{2|Q|}{|\Delta T_1| R} = \frac{1}{2} (3V_{He} + 5V_{N_2})$$

$$R \cdot \left(\frac{3}{2} V_{He} + \frac{5}{2} V_{N_2} \right) = \frac{|Q|}{|\Delta T_1|} = \frac{100}{372} = 25 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

по VENT:

Изотермический процесс:

процесс, $A \neq 0$

A - работа газа

P_0 - общее давление газов в процессе

V_0 - нач. объем

T_0 - нач. температура

T_1 - конечная температура

V_1 - нач. объем

конеч.

$$P_{He} V_0 = V_{He} R T_0$$

$$(P_{N_2} V_0 = V_{N_2} R T_0$$

$$(P_{He} + P_{N_2}) V_0 = (V_{He} + V_{N_2}) R T_0 = P_0 V_0$$

$$2) \int P_{He} V_1 = V_{He} R T_1$$

$$P_{N_2} V_1 = V_{N_2} R T_1$$

$$P_{01} = (P_{He} V_1 + P_{N_2} V_1) = (V_{He} + V_{N_2}) R T_1$$

$$|\Delta T_2| = |T_1 - T_0|$$

$$\Delta T_2 < 0, \text{ т.к. } T_1 < T_0 \left(\frac{T_1}{T_0} = \frac{V_1}{V_0} \leq 1 \right)$$

$$A = P_0 V_1 - P_0 V_0 = (V_{He} + V_{N_2}) R (T_1 - T_0) =$$

$$- |\Delta T_2| (V_{He} + V_{N_2}) R$$

$$T_1 - T_0 = - |\Delta T_2|, \text{ т.к. } T_1 < T_0 \text{ и } T_1 - T_0 = - |\Delta T_2|$$



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
__ 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!

4. Киреэ

A-поворот газа

$$\Delta U = \Delta U_{He} + \Delta U_{N_2} =$$

$$\frac{3}{2} V_{He} R \Delta T_2 + \frac{5}{2} V_{N_2} R \Delta T_2 =$$

при этом, $Q = A + \Delta U$

$Q < 0$ т.к. $\Delta T_2 < 0$

$A < 0$

$\Delta U < 0$ т.к. $\Delta T_2 < 0$.

$$\frac{R \Delta T_2}{2} (3V_{He} + 5V_{N_2})$$

$$|\Delta U| = \frac{R |\Delta T_2|}{2} (3V_{He} + 5V_{N_2})$$

$$|Q| = |A + \Delta U| = |A| + |\Delta U|$$

т.к. $A < 0$ и $\Delta U < 0$

т.к. $A < 0$ и $\Delta U < 0$

$$|A| = |\Delta T_2| (V_{He} + V_{N_2}) R$$

$$|Q| = R |\Delta T_2| \left(\frac{3}{2} V_{He} + \frac{5}{2} V_{N_2} \right) < 0$$

$$R (V_{He} + V_{N_2}) = \frac{|A|}{|\Delta T_2|} = 14 \frac{J}{K}$$

$$|A| = |Q| - |\Delta U|$$

$$|A| = |Q| - R \left(\frac{3}{2} V_{He} + \frac{5}{2} V_{N_2} \right) |\Delta T_2|$$

из уравнения энергии
узнаем, что $\Delta T_2 = 25 \frac{J}{K}$

$$\frac{12,5}{2} R V_{N_2}$$

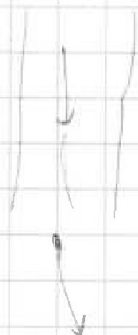
$$|A| = 780 - 25 \cdot 20 = 280 \text{ Дж}$$

$$A = -280 \text{ Дж}$$

равно внешним сил $A_{вн} = -A$

равно - работе газа $A_{вн} = 280 \text{ Дж}$

$$\frac{m V_0^2}{2} + W = \frac{m V^2}{2}$$



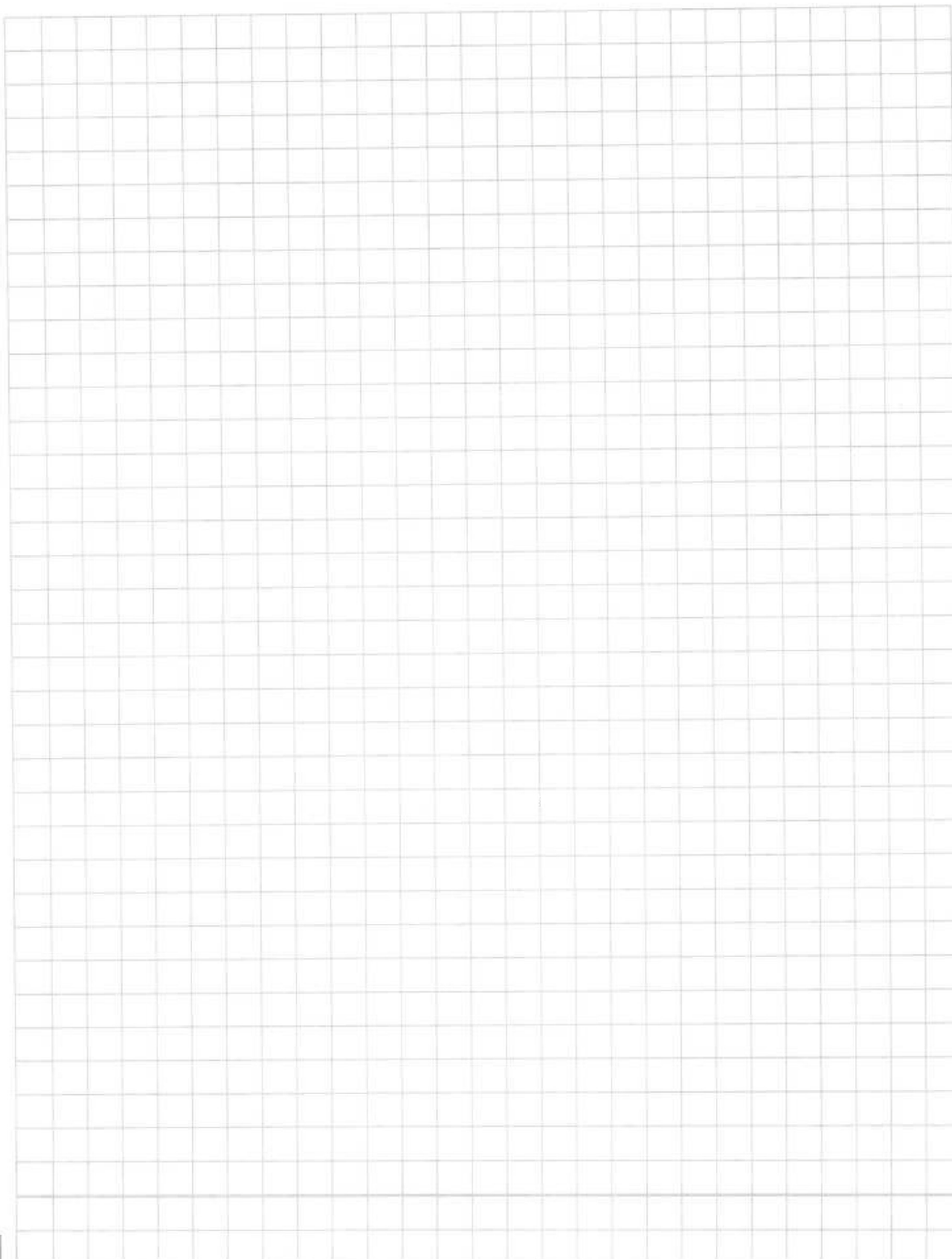


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ 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!



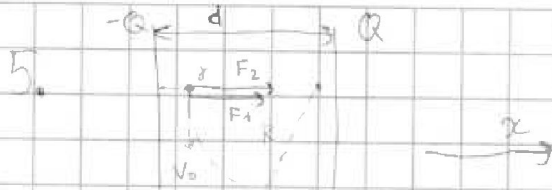


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



1) Определим силу, действующую на частицу.

Пусть сила со стороны

отриц. заряженной пластины

F_1 , а положительной F_2 .

Пусть Q - заряд на пластине
заряженной пластине конденсатора.
 $Q > 0$.

$$F_1 = E_1 \cdot Q \cdot q \quad F_2 = E_2 \cdot Q \cdot q$$

так как уд. заряд
пластины < 0 , то и заряд
ее < 0 .

При этом, т.к. $x < 0$, то q тоже < 0 .

Тогда отриц. заряженная пластина будет отталкивать
частицу, а положительная - притягивать. Т.е., суммарная
сила направлена в одну сторону.

Запишем 2ЗН по оси x :

$$|F_1 + F_2| = m \cdot a$$

$$Q \cdot (E_1 + E_2) = m \cdot a$$

$$\frac{Q^2}{S \epsilon_0} = m \cdot a$$

$$x \cdot Q \cdot \frac{Q}{S \epsilon_0} = m \cdot a$$

$E_1 + E_2$ - напряженность электрического
поля внутри конденсатора, равна $\frac{Q}{S \epsilon_0}$
 S - площадь пластин
 ϵ_0 - конст.

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

$$\frac{U}{d} x = a = \frac{v_0^2}{R} \sqrt{\frac{U \cdot R}{d}}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{U \cdot R}{d}}$$