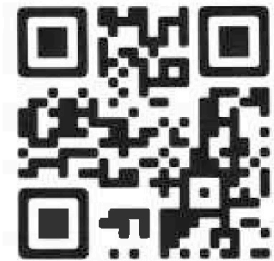




Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

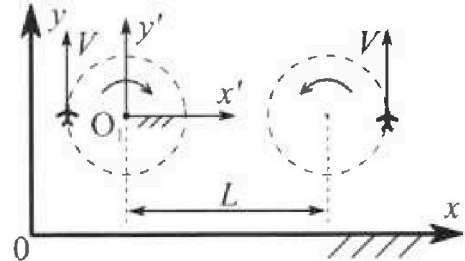
Вариант 10-02

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.

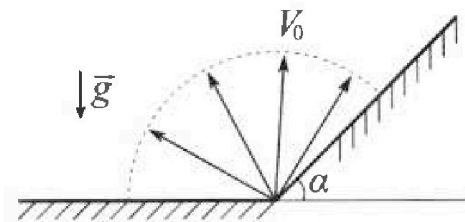
1. Определите отношение $\frac{P}{mg}$, здесь P – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.



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.

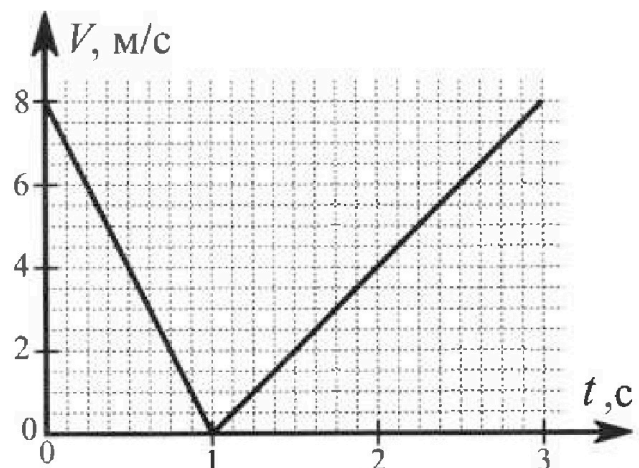
2. Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{U} .

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.

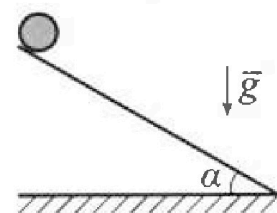
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10$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



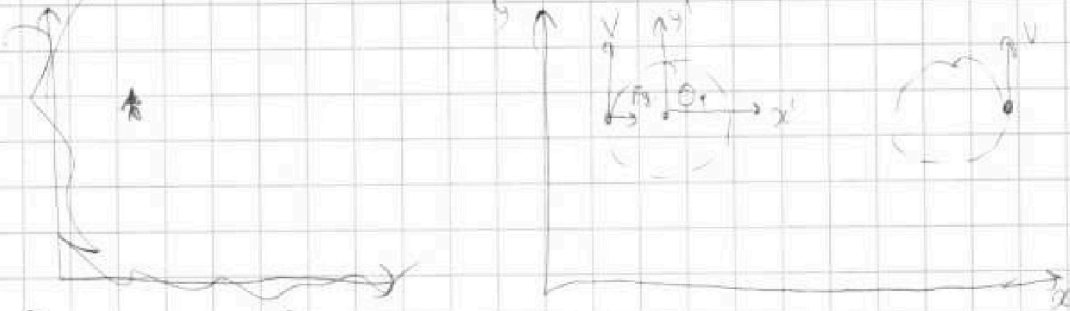
1 2 3 4 5 6 7

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. ~~Движение Лавина~~ в системе отсчета.

~~Мир~~ ~~направлен~~ ~~смысла~~ ~~на~~ ~~обернутой~~ ~~поверот~~.



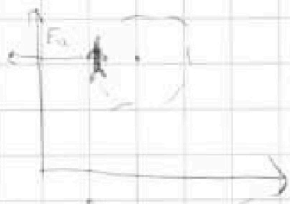
Определим величины:

a_y - центростремительное ускорение лавины $a_y = \frac{v^2}{R}$

F_u - сила инерции для лавины в системе отсчета С на вращающемся цилиндре. $F_u = m \cdot a_u$ a_u - инерц. ускорение

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

1) Запишем формулу в системе отсчета с ~~направлением~~ ~~направление~~ цилиндра:



на лавину действует сила инерции.

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

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

Лавина удерживается силой инерции на вращающемся цилиндре, т.к.

$F_u = P$, т.е. ~~адекватно~~ ~~силе~~, ~~действующей~~ на лавину.

равенства F цилиндра и u лавины.

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



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.

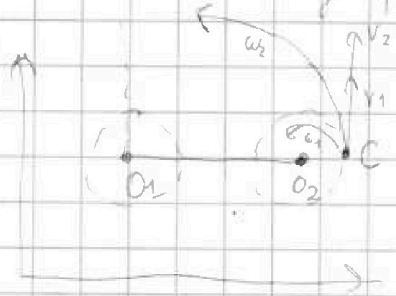
1 2 3 4 5 6 7

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 $x'O_1y_1$
При этом зафиксируем ее относительно центра, то

вернуть нулю формулы условия скорости относительно центра ~~осей~~ O_1 :



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

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

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

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

направление вверх, т.к. V_1 и V_2 сонаправлены
(направление 1 уменьшилось)

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

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

$$(V_1 \perp a_{y1})$$

$$(V_2 \perp a_{y2})$$

$$(a_{y1} \parallel O_1C)$$

$$(a_{y2} \parallel O_2C)$$

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

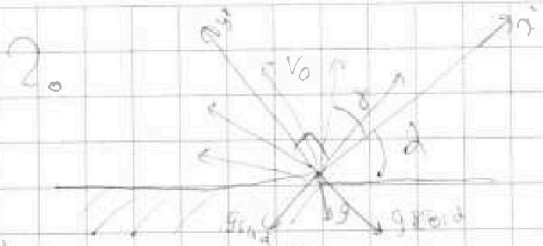


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Какова максимальная высота L при стрельбе под углом α к горизонту?
 $L = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\beta}{g}$

L - расстояние по горизонтали
 β - угол между вектором скорости и вертикалью

L_{max} при $\sin 2\beta = 1$
 $\max(\sin 2\beta) = 1$

$$L_{max} = \frac{v_0^2}{g} = 54 \quad v_0 = \sqrt{54g} = \sqrt{1080} = 33 \text{ м/с}$$

2) Задача 2. Углы α и β связаны соотношением $\alpha + \beta = 45^\circ$. Угол γ - угол между векторами скорости и направлением стрельбы.
 $\gamma = \frac{\pi}{2} - \alpha$ (угол между векторами скорости и направлением стрельбы)

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

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

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

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

Углы α и β связаны соотношением $\alpha + \beta = 45^\circ$.
 $\gamma = \frac{\pi}{2} - \alpha$ (угол между векторами скорости и направлением стрельбы)

$\gamma'(t)$ - переменная по времени

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

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

Углы α и β связаны соотношением $\alpha + \beta = 45^\circ$.
 $\gamma = \frac{\pi}{2} - \alpha$ (угол между векторами скорости и направлением стрельбы)

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

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

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

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

$$\gamma'(t)_{max} = \frac{2v_0^2}{g \cos \alpha} \cdot \frac{1}{\cos \alpha} \cdot \frac{2}{g \cos^2 \alpha} = 54$$

$$\frac{2v_0^2}{g \cos^2 \alpha} = 54$$

$$2v_0^2 (1 - \cos \alpha) = 54$$

Углы α и β связаны соотношением $\alpha + \beta = 45^\circ$.
 $\gamma = \frac{\pi}{2} - \alpha$ (угол между векторами скорости и направлением стрельбы)

$$\frac{\cos \alpha + \tan \alpha \cdot \sin \alpha}{2} = \frac{\cos \alpha + \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot \sin \alpha}{2} = \frac{\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}{2 \cos \alpha} = \frac{1}{2 \cos \alpha}$$

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

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{1 - \cos \alpha} = \frac{1}{2 \cos \alpha}$$

Углы α и β связаны соотношением $\alpha + \beta = 45^\circ$.
 $\gamma = \frac{\pi}{2} - \alpha$ (угол между векторами скорости и направлением стрельбы)

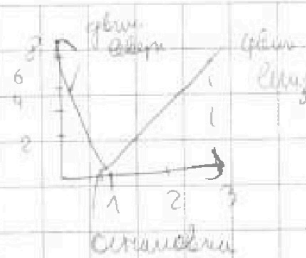
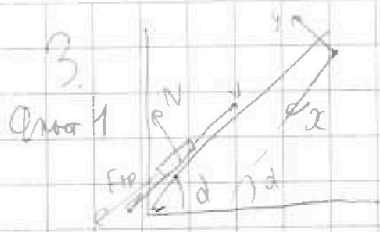
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$mg \sin \alpha$

а) З.З.У.:

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

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

З.З.У.

$v = 8 - a_1 t$

В этот момент, то

$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$

$8 - a_1 = 0 \quad t = 1$

$a = 8$

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

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

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

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

2) З.З.У.:

$g_1 + v_2 - \mu g \cos \alpha = 0$

$g_1, mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = ma_2$

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

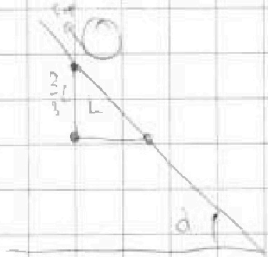
$v = a_2 t$

$v(2) = 2a_2 = 8 \text{ м/с}$

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

Ответ: 1) $\frac{2}{3}$

Ответ 2



без трения: $v_{\text{конца}} = \sqrt{v^2}$

З.З.У. при изменении скорости

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

$b = \frac{W}{t} \quad b = \frac{W}{t} = \frac{2W \sin \alpha}{2t}$

$F_{\text{тр}} = \frac{m \Delta v_{\text{конца}}}{\Delta t} = ma_{\text{конца}}$

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. ~~Система газ~~

Определим все величины:

P_{H_2} - давление водорода

V_{H_2} - объем водорода

P_{N_2} - давление азота

V_{N_2} - объем азота

P_0 - общее давление (общее давление смеси)

$P_0 = P_{H_2} + P_{N_2}$, так как смесь идеальная газоподобная

A_{ext} - работа газа A_{ext} - работа внешних сил (на газ)

ΔU - общее изменение внутренней энергии смеси

ΔU_{H_2} - изменение внутренней энергии водорода

ΔU_{N_2} - изменение внутренней энергии азота

$A = -A_{ext}$

Q_n - количество теплоты

$Q_n < 0$

$\Delta U = \Delta U_{H_2} + \Delta U_{N_2}$ $Q_n = -Q_{ext}$ Q_n - количество теплоты

V_0, T_0 - начальные значения объема и температуры в изохорном процессе

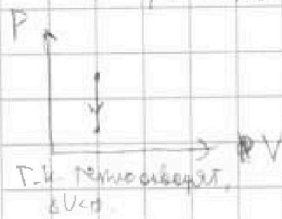
V_1, T_1 - конечные значения объема и температуры в изохорном процессе

Изохорный процесс:

$$\Delta U_{H_2} = \frac{3}{2} V_{H_2} R \Delta T_1$$

$$\Delta U = \Delta U_{H_2} + \Delta U_{N_2}$$

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



$$A = 0$$

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

$$Q_n = R \Delta T_1 \left(\frac{3}{2} V_{H_2} + \frac{5}{2} V_{N_2} \right)$$

$$R \left(\frac{3}{2} V_{H_2} + \frac{5}{2} V_{N_2} \right) = \Delta T_1 \cdot 10^3$$

$$\Delta T_1 = \frac{Q_n}{31,2} = 25 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$\Delta T_1 = \frac{Q_n}{R \left(\frac{3}{2} V_{H_2} + \frac{5}{2} V_{N_2} \right)} < 0$$

$$\Delta T_1 = -|\Delta T_1| = -31,2 \text{ К}$$



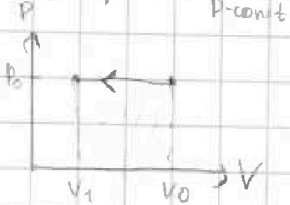
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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:



$$Q_n = A + \Delta U$$

$$A = P_0(V_1 - V_0) < 0$$

УСНГ:

$$1) \int P_n V_0 = \gamma R T_0$$

$$P_n V_0 = \gamma R T_0$$

$$P_0 V_0 = (P_{n1} + P_{n2}) V_0 = (\gamma_{n1} + \gamma_{n2}) R T_0$$

$$\Delta T_2 = T_1 - T_0$$

$$V_1 < V_0$$

$$\frac{V_0}{V_1} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$T_1 < T_0$$

$$\Delta T_2 < 0 \leftarrow$$

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

$$A = (\gamma_{n1} + \gamma_{n2}) R \Delta T_2$$

$$\Delta U = \Delta U_{n1} + \Delta U_{n2} = 25 \Delta T_2 \left(\frac{3}{2} \gamma_{n1} + \frac{5}{2} \gamma_{n2} \right) =$$

$$2) \int P_n V_1 = \gamma_{n1} R T_1$$

$$P_n V_1 = \gamma_{n1} R T_1$$

$$P_0 V_1 = (P_{n1} + P_{n2}) V_1 = (\gamma_{n1} + \gamma_{n2}) R T_1$$

$$\Delta U_{n1} = \frac{3}{2} \gamma_{n1} R \Delta T_2$$

$$\Delta U_{n2} = \frac{5}{2} \gamma_{n2} R \Delta T_2$$

$$25 \Delta T_2 = 500 \text{ Дж} - 500 \text{ Дж}$$

$$A = \Delta T_2 (\gamma_{n1} + \gamma_{n2}) R$$

$$R (\gamma_{n1} + \gamma_{n2}) = \frac{A}{\Delta T_2} = \frac{-280}{-20} = 14 \frac{\text{Дж}}{\text{K}}$$

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

$$R = 0.37$$

$$C_D = \frac{Q_n}{\Delta T_2 \cdot (\gamma_{n1} + \gamma_{n2})} = \frac{Q_n \cdot R}{\Delta T_2 (\gamma_{n1} + \gamma_{n2}) R} = \frac{Q_n R}{A} = \frac{280}{-280} R = -\frac{39}{14} R \quad \text{--- ответ 2}$$

узнаем, что

$$\begin{cases} \left(\frac{3}{2} \gamma_{n1} + \frac{5}{2} \gamma_{n2} \right) R = 25 \\ (\gamma_{n1} + \gamma_{n2}) R = 14 \end{cases} \quad | : \Rightarrow$$

$$\frac{\frac{3}{2} \gamma_{n1} + \frac{5}{2} \gamma_{n2}}{\gamma_{n1} + \gamma_{n2}} = \frac{25}{14}$$

$$\gamma_{n1} + \gamma_{n2} = \frac{3}{2} \gamma_{n1} - \frac{3}{2} \gamma_{n2}$$

$$\frac{2 \cdot (\gamma_{n1} + \gamma_{n2}) + (\gamma_{n2} - \gamma_{n1})}{2} = \frac{26}{14} \quad | \cdot 2$$

$$\frac{4}{2} \gamma_{n1} + \frac{10}{2} \gamma_{n2} = 0$$

$$\frac{\gamma_{n1}}{\gamma_{n2}} = \frac{\gamma_{n1} \cdot 10}{\gamma_{n2} \cdot 10}$$

$$\frac{\gamma_{n2} - \gamma_{n1}}{\gamma_{n1} + \gamma_{n2}} = \frac{50}{14} - 4 = -\frac{3}{7}$$

$$10 \gamma_{n2} = \gamma_{n1} = 4$$

$$\gamma_{n2} = 0.4 \gamma_{n1}$$

$$\frac{0.4 \gamma_{n1}}{0.4 \gamma_{n1}} = 2.5 \quad \text{--- ответ 3}$$

γ_{n1} --- число абсолюто

Ответ: 1) 280 Дж

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

3) 2,5

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!

5. Определите величину:

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

m - масса пластины

q - заряд пластины $q < 0$

S - площадь пластины

W - работу электростатического поля пластины и пластины

F_1 - сила со стороны электростатического поля пластины

F_2 - сила со стороны электростатического поля пластины

E_1 - напряженность электрического поля пластины

E_2 - напряженность электрического поля пластины

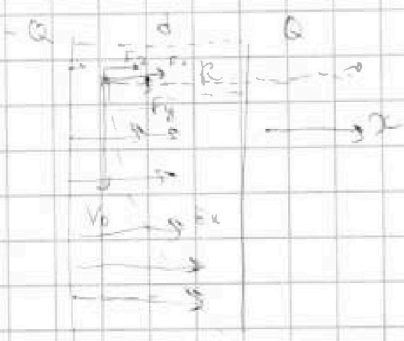
$E_1 - q = F_1$ $(E_1 + E_2) = E_k$ - напряженность электрического поля в конденсаторе

$E_2 - q = F_2$

$$E_k = \frac{Q}{S \epsilon_0}$$

C - емкость конденсатора

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



Пластина Q и пластина взаимодействуют, а пластины - Q и пластины взаимодействуют по ЗВК. (или ЗС) сила взаимодействия

$$F = |F_1| + |F_2| = (E_1 + E_2) |E_1| q + |E_2| q =$$

$$|Qq| |E_1 + E_2| = Q \cdot E_k q \cdot \frac{Q}{S \epsilon_0}$$

можно записать

F на элемент q со стороны пластины R .

$$F_2 = \frac{m v_0^2}{R} = \frac{m v_0^2}{R}$$

Если на элемент q действует // пластина, то F_2 - максимальная

F тоже - максимальная, т.е. $F = F_2$.

$$\frac{m v_0^2}{R} = |q| \frac{Q}{S \epsilon_0} = |q| \frac{U}{d}$$

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

$$v_0^2 = \frac{UR}{d} \cdot \frac{|q|}{m} = \frac{UR}{d} |q| =$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{2UR}{d}} \cdot \text{ср. значение 1.}$$



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!

Электрическое поле движущееся по катушке -
поле электромагнитное. Оно потенциально

Поэтому можно записать $\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$:

$$m \frac{mv_0^2}{2} + W = \frac{mV^2}{2}$$

Уравнение потенциала

справа нет W , там
нет E нет $\vec{E} \cdot d\vec{l}$

конденсатора

нет E нет $\vec{E} \cdot d\vec{l}$

$\Rightarrow U > 0$

$$W = W_1 + W_2$$

потенциал
катушки
и конденсатора
напряжения

потенциал
катушки и конденсатора
напряжения

$$\text{Потенциал } \varphi_1 = |E_2| \cdot \frac{d}{8}$$

$$\varphi_2 = |E_1| \cdot \frac{d}{8}$$

$$\varphi_1 + \varphi_2 = |E_2| \cdot \frac{d}{8} + |E_1| \cdot \frac{d}{8}$$

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

$$|E_2| \cdot \frac{Q}{25\epsilon_0} + |E_1| \cdot \frac{Q}{25\epsilon_0}$$

$$= \frac{Qd}{25\epsilon_0}$$

$$= |Q| \cdot \frac{Qd}{25\epsilon_0} = |Q| \cdot \frac{U}{2}$$

$$W_1 = (-Q) \varphi_1 - \text{потенциал катушки}$$

$$W_2 = (-Q) \varphi_2 - \text{потенциал конденсатора}$$

$$W_1 + W_2 = -Q \varphi_1 - Q \varphi_2 = -Q(\varphi_1 + \varphi_2)$$

$$= -Q \left(\frac{Qd}{25\epsilon_0} \right) = -|Q| \cdot \frac{U}{2}$$

Есть две катушки

перпендикулярно катушке
по x катушке поле равно 0.

по yz катушке m -ток. Электромагнитное поле увеличивается

(оно движется параллельно по x катушке $\frac{d}{8}$ от
откуда параллельно, Q катушкой катушки) тогда $V = \sqrt{v_0^2 + v_k^2}$

т.е. $V > v_0$. тогда скорость

W катушки и катушки

$$Q \cdot U =$$

$$\frac{mV^2}{2} - W = \frac{mV^2}{2}$$

$m \neq$

$$V^2 = -2U \left(\frac{R \cdot I}{d} \right)$$

$$\frac{m \left(\frac{-2UR}{d} \right)}{2} + \frac{-QI \cdot U}{2} = \frac{mV^2}{2} \quad V = \sqrt{-2U \left(\frac{R \cdot I}{d} \right)}$$

Ответ: 2) $\sqrt{-2U \left(\frac{R \cdot I}{d} \right)}$



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!

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

$x'(t) \text{ max min}$

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

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

$$\frac{2v_0^2 \sin \gamma \cos \gamma}{g \cos d} - \frac{g \cdot 2v_0^2 \sin^2 \gamma}{g \cos d} =$$

$$\frac{2v_0^2}{g \cos d} (\sin \gamma \cos \gamma - \sin^2 \gamma) = L_{\text{max}} \text{ или } L_{\text{минимум}}$$

тогда $L_{\text{max}} = \text{дискр min } (\sin \gamma \cos \gamma - \sin^2 \gamma)_{\text{max}}$

Максимизируем и минимизируем и найдем минимум и максимум?

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

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

$$2\gamma = \frac{\pi}{4} \quad \gamma = \frac{\pi}{8}$$

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

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

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

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

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

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

$$\cos d = \frac{v_0^2}{g S_1} (\sqrt{2} - 1) = \frac{1600}{1200} (\sqrt{2} - 1) = \frac{4}{3} (\sqrt{2} - 1)$$

Найдем min при $\gamma \in [0, \frac{\pi}{2}]$

при $\sin \gamma$ max. Если $\gamma < \frac{\pi}{8}$:

$$\left(\sin \gamma \cos \gamma - \sin^2 \gamma \right) \frac{d}{d\gamma} =$$

$$= \sin \gamma \cos 2\gamma - \sin 2\gamma$$

$$= \left(\frac{\sqrt{2}}{2} \right) \cos \frac{\pi}{4} - \sin \frac{\pi}{2} = \frac{\sqrt{2}-1}{2} > 0$$

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

иначе, при $\gamma = \frac{\pi}{8}$:

$$\cos 2\gamma - \sin 2\gamma = \cos \frac{\pi}{4} - \sin \frac{\pi}{4} = 1 - \sqrt{2} < 0$$

$$\text{то } \frac{d}{d\gamma} (\sin \gamma \cos \gamma - \sin^2 \gamma) < 0$$

тогда при $\frac{\pi}{8}$ дискр максимум

если $\gamma > \frac{\pi}{8}$ то дискр < 0

тогда при $\frac{\pi}{8}$ дискр 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.



цель

Перемещение по горизонтальной поверхности L .

цель

цель α β по хор. поверхности. v_0



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

скорость по x - const

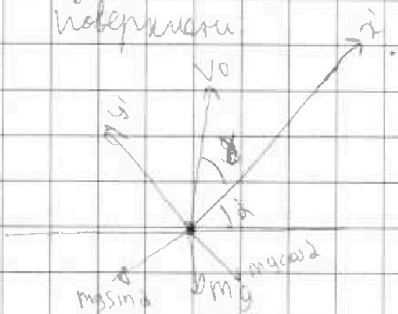
$$= \frac{v_0 \cos \beta}{g}$$

$$\max(L) \text{ при } \max(\sin 2\beta)$$

$$\max \sin 2\beta = 1, \beta = \frac{\pi}{4}, L_{\text{horiz}} = L_1 = \frac{v_0^2}{g}$$

$$v_0 = \sqrt{51g} = \sqrt{1600} = 40 \text{ м/с.}$$

цель α β по осям x', y' γ к нормальной поверхности



по осям x', y' γ β α

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

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

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

цель

нужно найти момент, $g'(t_n) = 0$

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

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

$$t_n = 0$$

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

цель $x(t_n) = L$

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

$$L = v_0 \cos \gamma \frac{2v_0 \sin \gamma}{g \cos \alpha} - g \sin \alpha \frac{1}{2} \left(\frac{2v_0 \sin \gamma}{g \cos \alpha} \right)^2$$

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

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 черковой 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: $V = const$

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

объем постоянный: P_{He} - давление гелия

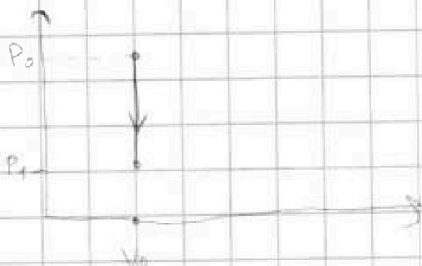
V_{He} - количество вещества гелия

P_{N_2} - давление азота

V_{N_2} - количество вещества азота

P_{tot} - общее давление

T - температура смеси



$$A = 0$$

$$Q = \Delta U$$

тепло излучен энергии

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

так как температура увеличивается, то

энергия излучен энергии

сдела газы отрицательные

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

т.к. они одного знака

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

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

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

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

$$R \cdot \left(\frac{3}{2} V_{He} + \frac{5}{2} V_{N_2} \right) = \frac{|Q|}{|\Delta T_1|} = \frac{120}{372} = 25 \frac{J}{K}$$

по VCMT:

Изотермический процесс:

податок, $A = 0$

A - работа газа

$$A = P_0(V_1 - V_0)$$

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

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

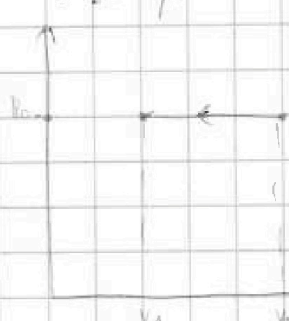
$$(P_{He} + P_{N_2}) V_0 = (V_{He} + V_{N_2}) R T_0$$

$$= P_0 V_0$$

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

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

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



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

$$\Delta T_2 < 0, \text{ т.к. } T_1 < T_0 \left(\frac{P_1}{P_0} = \frac{V_0}{V_1} < 1 \right)$$

$$A = P_0 V_0 - P_1 V_1 = (V_{He} + V_{N_2}) R (T_1 - T_0) =$$

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

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

$$T_1 < T_0 \text{ и } |T_1 - T_0| = |\Delta T_2|$$



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. Кислород

A - работа газа

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

при этом, $Q = A + \Delta U$

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

$Q < 0$ т.к. увеличилось число \uparrow
 $A < 0$

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

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

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

\uparrow к $A < 0$ / числовое значение

\uparrow к $\Delta U > 0$ / числовое значение

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

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

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

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

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

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

из уравнения Кирхгофа
узнаем, что $\nu_{N_2} = 25 \frac{J}{K}$

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

$$A = -280 \text{ Дж}$$

работа внешних сил $A_{вн} = -A$

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

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



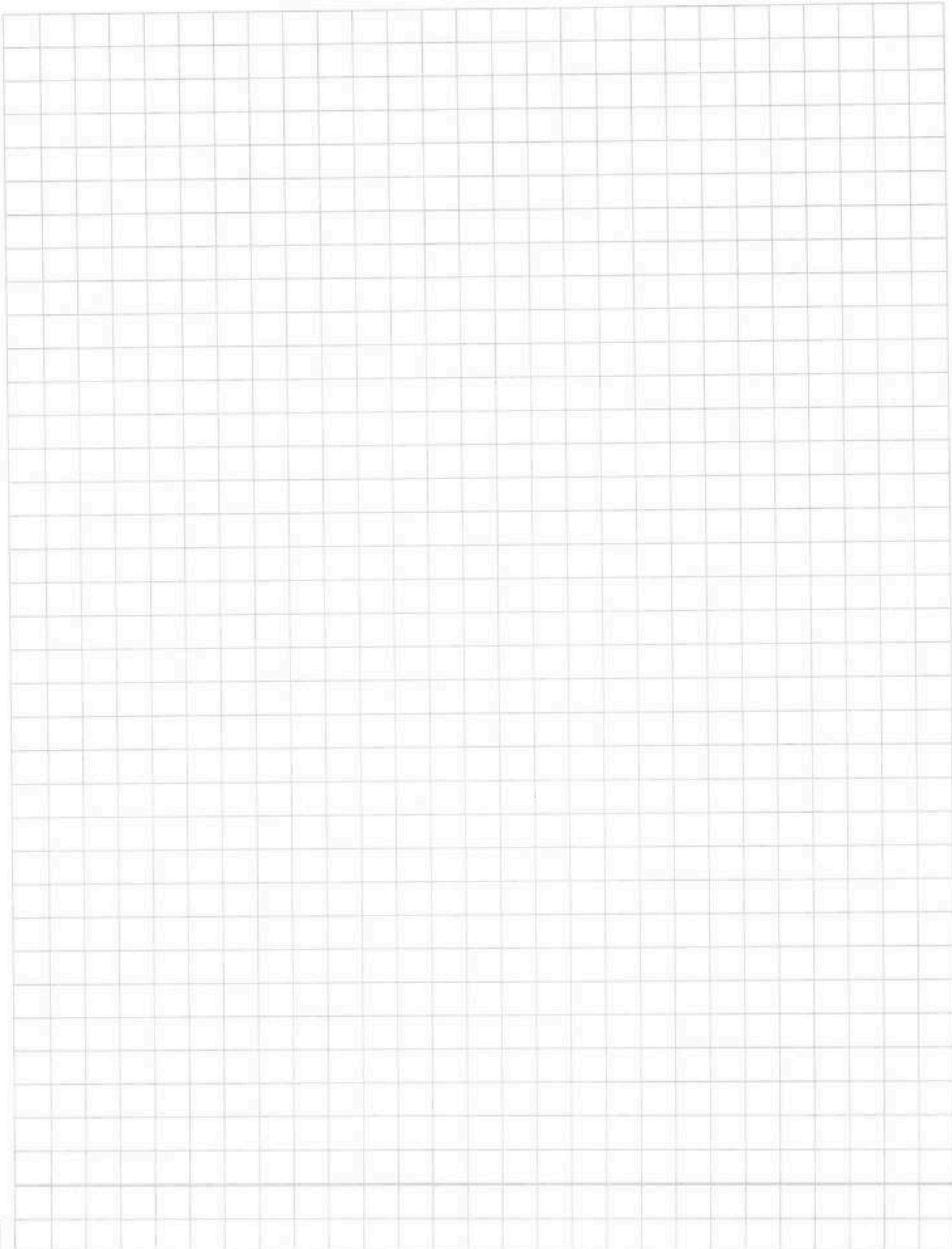


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<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!



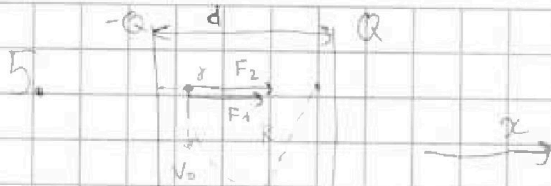


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



1) Определим силу, действующую на частицу?

Это сила со стороны

1
2
Это Q - заряд на пластинке
заряженной пластинке конденсатора.
 $Q > 0$.

Отриц. зарядимая пластинка
 F_1 , а положительная - F_2 .

$$F_1 = E_1 \cdot (-q) \quad F_2 = E_2 \cdot q$$

так как у д. заряд
пластинки < 0 , то и заряд
ее < 0 .

При этом, так $x < 0$, q то q и q меньше 0

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

Запишем 2ЗН по оси x :

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

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

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

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

$E_1 + E_2$ - направленность электрического
поля внутри конденсатора, равно $\frac{Q}{S \epsilon_0}$
 S - площадь пластинки
 ϵ_0 - конст.

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

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

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