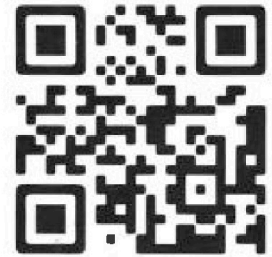




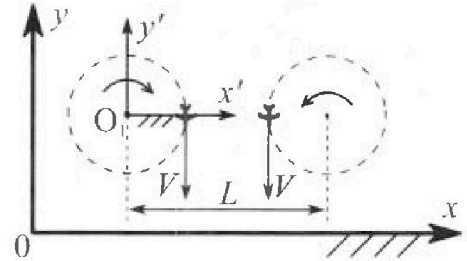
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

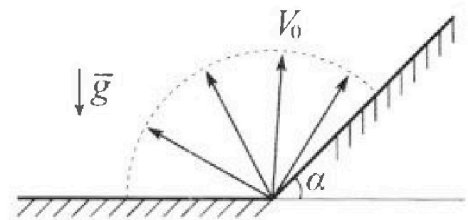


1. На сколько  $\delta$  процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?

В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей  $L = 1,8 \text{ км}$ . Вектор скорости каждого самолета показан на рисунке.

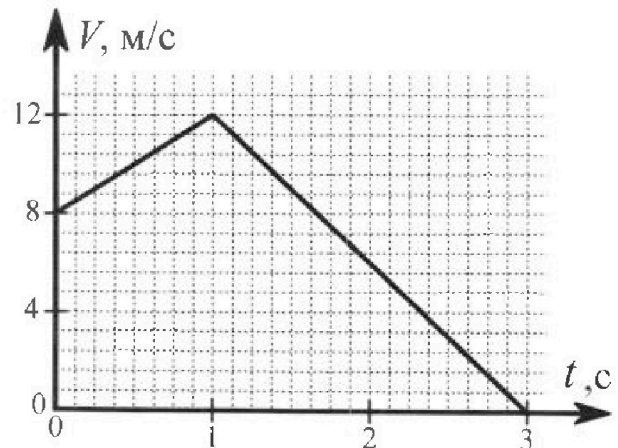
2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол  $\alpha$  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.



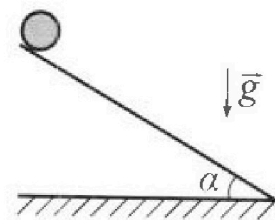
1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.
2. На каком максимальном расстоянии  $S$  от точки старта упадет осколок на склон?

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  $\alpha$  – 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  $\mu$  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.

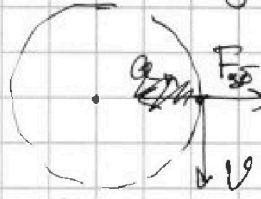
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 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!

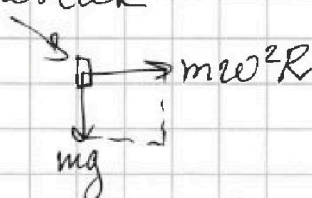
Дано:  
 $v = 60 \frac{m}{c}$   
 $R = 360 m$   
 $g = 10 \frac{m}{c^2}$   
 $L = 1,8 m$   
 $\delta = ?$   
 $U = ?$   
 сетка

1. Перейдем во вращающ. со одного из самолетов.



Пусть  $m$  - масса сетки.

В новой СО на сетка действует  $F_{цб}$  - центробежная сила, направл. от центра окр.



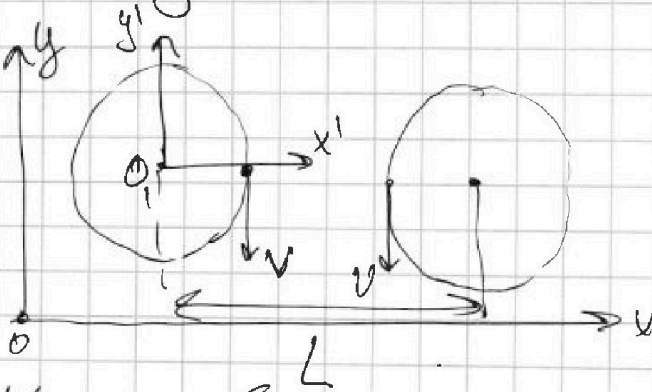
$$F_{цб} = m\omega^2 R = m \frac{v^2}{R}$$

Все  $P$  по модулю равен

$$P = \sqrt{F_{цб}^2 + m^2 g^2} = m \sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}$$

$$\delta = 1 - \frac{mg}{P} = 1 - \frac{g}{\sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}} = 1 - \frac{10}{\sqrt{200}} = 1 - \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}-1}{2}$$

2.  $u, y$

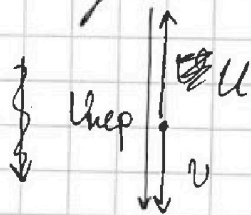


$$\vec{u} + \vec{v}_{пер} = \vec{v}$$

Найдем  $\vec{v}_{пер}$ :

$$v_{пер} = \omega(L-R) = \frac{v}{R}(L-R) = v \left( \frac{L}{R} - 1 \right)$$

Направление  $v_{пер}$  - против оси  $Oy$ .



$$|\vec{u}| = v \left( \frac{L}{R} - 1 \right) - v = v \left( \frac{L}{R} - 2 \right) = 60 \left( \frac{60 \cdot 30}{60 \cdot 60} - 2 \right) = 180 \frac{m}{c}$$

Направление - по оси  $Oy$  вдоль оси  $Oy$





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!

Ответ:  $\vec{v} = \sqrt{2} \vec{e}_1 - \frac{\sqrt{2}}{2} \vec{e}_2$ ;  $|\vec{u}| = 180 \frac{m}{c}$ ,  
направленные вдоль оси  $Oy$ .



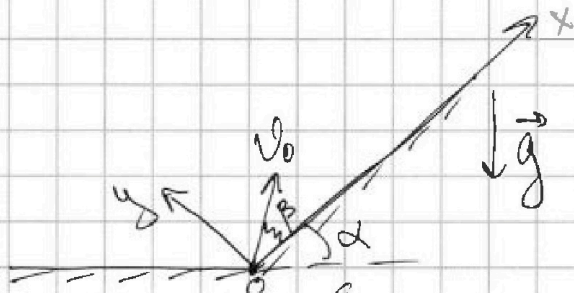


1  2  3  4  5  6  7

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!

Дано:  
 $\sin \alpha = 0,8$   
 $H = 45 \text{ м}$   
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$   
 $v_0 = ?$   
 $S = ?$



1. Наибольшая высота полета у осколка, для которого  $\vec{v}_0 \uparrow \downarrow \vec{g}$ . То есть, скор. вертикально вверх.  $H = \frac{v_0^2}{2g}$   
 $v_0 = \sqrt{2gH} = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Пр-ий двиш. по оси Ox и Oy:

Ox:  $x = v_0 \cos \beta \cdot t - \frac{g \sin \alpha \cdot t^2}{2}$   
 Oy:  $y = v_0 \sin \beta \cdot t - \frac{g \cos \alpha \cdot t^2}{2}$

Когда упал,  $y = 0 \Rightarrow t = \frac{2v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha}$

$$x = \frac{2v_0^2 \sin^2 \beta}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha}{2} \cdot \frac{4v_0^2 \sin^2 \beta}{g^2 \cos^2 \alpha} = \frac{v_0^2}{g} \left( \frac{\sin^2 \beta}{\cos \alpha} - \frac{2 \sin^2 \beta \tan \alpha}{\cos \alpha} \right) = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} (\sin^2 \beta - 2 \sin^2 \beta \tan \alpha)$$

Чтобы x было макс.  $\sin^2 \beta - 2 \sin^2 \beta \tan \alpha = \max$ .  
 Продифференцируем по beta и приравняем к 0.

$$2(\sin \beta \cos \beta - \sin^2 \beta - \tan \alpha (2 \sin \beta \cos \beta)) = 0$$

$$\cos 2\beta - \tan \alpha \cdot \sin 2\beta = 0$$

$$\tan 2\beta = \frac{1}{\tan \alpha} = \frac{3}{4} \quad (\text{т.к. } \sin \alpha = \frac{4}{5}, \text{ то}$$

$$\cos \alpha = \frac{3}{5})$$

$$\frac{\cos 2\beta}{\cos 2\beta} = \frac{\sqrt{1 - \cos^2 2\beta}}{\cos 2\beta} = \tan 2\beta = \frac{3}{4}$$

$$\sqrt{\frac{1}{\cos^2 2\beta} - 1} = \frac{3}{4} \Rightarrow \frac{3}{16} \cdot \frac{25}{16} = \frac{1}{\cos^2 2\beta}$$

$$\cos^2 2\beta = \frac{16}{25} \Rightarrow \cos 2\beta = \frac{4}{5}$$



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  
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!

$$\cos 2\beta = \cos^2 \beta - \sin^2 \beta = 1 - 2\sin^2 \beta = \frac{4}{5}$$

$$\sin^2 \beta = \frac{1}{10} \Rightarrow \sin \beta = \frac{1}{\sqrt{10}}$$

$$\sin 2\beta = \frac{3}{5}$$

Тогда подставим эти значения формулы для  $\beta$  в уравнение для дальности по оси  $x$  и получим  $S$ .

$$S = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} (\sin 2\beta - 2\sin^2 \beta \tan \alpha) = \frac{30^2}{10 \cdot 0,6} \left( \frac{3}{5} - 2 \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} \cdot \frac{4}{3} \right)$$
$$= \frac{900}{10 \cdot \frac{3}{5}} \cdot \frac{1}{3} = \frac{90}{9} \cdot 5 = 50 \text{ м}$$

Ответ:  $v_0 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ;  $S = 50 \text{ м}$ .





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!

Дано:  
 $g = 10 \frac{m}{c^2}$   
 $n = 3$   
 $S = 1m$   
 $\sin \alpha = ?$   
 $v = ?$   
 $a = ?$   
 $\mu = ?$

1. Так как на градишке изначальная скорость возрастает, то шайба двинется вниз по плоскости. После удара - вверх по той же. Удар происходит при  $t = 1c$ .

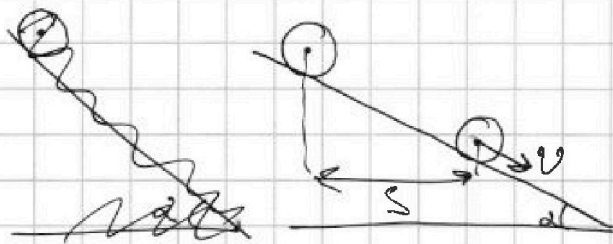
Кэфф. наклона градишка - ускорение шайбы.

До удара соуд.:  $a_1 = 4 \frac{m}{c^2} = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$

После:  $a_2 = -12 \frac{m}{c^2} = -g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = g(-\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$

$a_1 = a_2 = 10 \frac{m}{c^2} = 2g \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = 0,5$   
 ~~$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{3}}$~~   $\text{tg} \alpha = \frac{1}{\sqrt{3}}$

2.



Цифр  $m$  - масса бочки.

Занесли 3ЗЗ закон

Сохранение энергии:  $m(1+n)g \cdot S \text{tg} \alpha = nm \frac{v^2}{2} + \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = \frac{mv^2}{2}(n+2)$

$v = \sqrt{2 \frac{n+1}{n+2} g S \text{tg} \alpha} = \sqrt{\frac{80}{5\sqrt{3}}} \frac{m}{c}$

В 3СД энергия (кин.) цилиндра складыв. из пост. движ.  $\frac{mv^2}{2}$  и вращат.  $\frac{I\omega^2}{2} = \frac{mv^2 R^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$



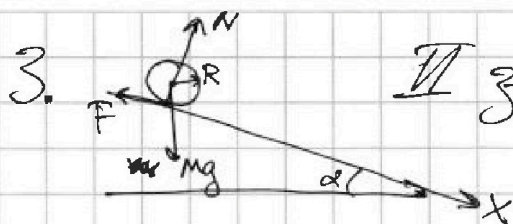


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!



II зк. Угловая для центра масс бочки на ось X:

$$m(n+1) \cdot a = m(n+1) g \sin \alpha -$$

$$- F$$

т.к. бочка не проскальзывает,  $\neq$  запишем ур-ие моментов для бочки отн. ее центра.

$FR = mR^2 \cdot \varepsilon$ , где  $R$  и  $\varepsilon$  - радиус бочки и угл. ускорение.

$F = mR \cdot \varepsilon$ , т.к. нет проск., то  $\varepsilon R = a$

$$F = ma$$

$$ma(n+2) = m(n+1) g \sin \alpha \Rightarrow a = \frac{n+1}{n+2} g \sin \alpha = \frac{4M}{5c^2}$$

4. Чтобы не было проск.,  $F \leq \mu N = \mu m(n+1) g \cos \alpha$

$$F = ma = m \frac{n+1}{n} g \sin \alpha \leq \mu m(n+1) g \cos \alpha$$

$$\mu \geq \frac{\tan \alpha}{\frac{1}{5n}} = 5\sqrt{3}$$

$$F = ma = m \frac{n+1}{n+2} g \sin \alpha \leq \mu m(n+1) g \cos \alpha$$

$$\mu \geq \frac{\tan \alpha}{n+2} = \frac{1}{5\sqrt{3}}$$

Ответ:  $\sin \alpha = \frac{1}{2}$ ;  $\mu \geq \frac{1}{5\sqrt{3}}$ ;  $a = \frac{4M}{5c^2}$ ;  $\mu \geq \frac{1}{5\sqrt{3}}$ .



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!

Дано:  $\Delta T_1 = 48 \text{ K}$   
 $\Delta T_2 = 30 \text{ K}$   
 $Q = 960 \text{ Дж}$   
 $A = ?$   $N_2 = ?$   
 $C_v = ?$   $N_k = ?$

1. Т.к. из ур-ий состоя-  
 ии  $PV = \nu RT$ , то  $U_k = \frac{5}{2} P_k V =$   
 $= \frac{5}{2} \nu_k R T$

Тогда  $I$  изаго термод.  
 гда изохориз. проц.:

$$Q = \Delta U_1 = \frac{5}{2} \nu_k R \Delta T_1 + \frac{3}{2} \nu_2 R \Delta T_1$$

$\nu_k$  и  $\nu_2$  - кол-во веш. кислорода  
 и гелия.

Для изобариз. процесса:

$$Q = \Delta U_2 + A = \frac{5}{2} \nu_k R \Delta T_2 + \frac{3}{2} \nu_2 R \Delta T_2 + A$$

$$A = Q - \Delta T_2 \cdot \frac{Q}{\Delta T_1} = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}\right) = 360 \text{ Дж}$$

2. В изохорическом процессе

$$Q = C_v \Delta T_1 \quad C_v = \frac{Q}{\Delta T_1} = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{K}}$$

3. Рассмотрим изобарный процесс:

$$P_2 \Delta V = N_2 k T$$

$$P_k V = N_k k T \quad \text{— ур-ие сост. гда газе}$$

$$P_2 \Delta V = N_2 k \Delta T_2$$

$$P_k \Delta V = N_k k \Delta T_2 \Rightarrow \frac{N_2}{N_k} = \frac{P_2}{P_k}$$

$P_2$  и  $P_k$  —  
 давленя  
 гелия и кисло-  
 рода

Замнем  $I$  изаго термод.  
 еще раз, но в другом виде.





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!

$$Q = \frac{5}{2} P_k \Delta V + \frac{3}{2} P_2 \Delta V + P_k \Delta V + P_2 \Delta V =$$
$$= \Delta V \left( \frac{7}{2} P_k + \frac{5}{2} P_2 \right), \text{ где } \Delta V - \text{изменение}$$

объема смеси.

Но  $A = \Delta V (P_k + P_2)$ , тогда

$$\frac{Q}{A} = \frac{\frac{7}{2} P_k + \frac{5}{2} P_2}{P_k + P_2} = \frac{7 P_k + 5 P_2}{2 P_k + 2 P_2} = \frac{960}{360} = \frac{8}{3}$$

$$21 P_k + 15 P_2 = 16 P_k + 16 P_2 \Rightarrow P_2 = 5 P_k$$

$$\frac{P_2}{P_k} = \frac{N_2}{N_k} = 5$$

Ответ:  $A = 360 \text{ Дж}$ ,  $\gamma = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ ,  $\frac{N_2}{N_k} = 5$ .





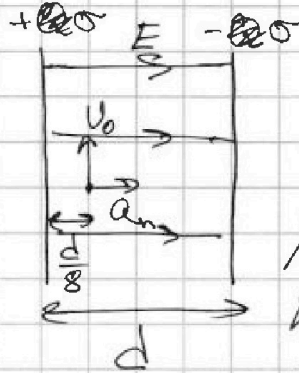
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

1.  
 $\sigma$  - пов.  
плотность  
зарядка на  
обкладках



$a_n = \frac{v_0^2}{R}$  - нормальное ускорение.  
Поле внутри конденсатора  
 $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$ .

Из II зк. Ньютона:

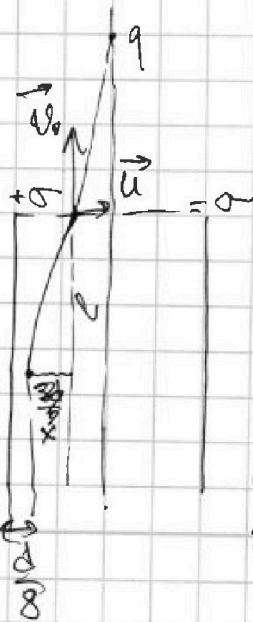
$$\frac{\sigma}{\epsilon_0} q = m \frac{v_0^2}{R} \Rightarrow \sigma = \frac{v_0^2}{R \cdot \gamma} \epsilon_0$$

$\sigma S = CU$ , где  $S$  - площадь обкладок,  
 $C$  - емкость конденсатора.

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d} \Rightarrow \sigma = \frac{\epsilon_0 U}{d} = \frac{v_0^2}{R \gamma} \epsilon_0$$

$$U = \frac{v_0^2}{R \cdot \gamma \cdot d}$$

2.



Из закона сохранения энергии:  
 $\frac{mv^2}{2} = \frac{qU}{2}$  Пусть вылетает на расстоянии  $x$  от положения  $(\text{по гориз.})$  в пункт. Сила всегда направлена одинаково и



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!

постояшка по модулю.

Движение происходит по параболе в поле напря.  $E$ .

$$\frac{E t^2}{2} = x; \quad \cancel{E t^2} = l; \quad v_0 t = l$$

$$t = \sqrt{\frac{2x}{E}} \quad \cancel{u = \sqrt{2Ex}} \quad v_0 \sqrt{\frac{2x}{E}} = l \quad \checkmark \quad \exists \Leftrightarrow$$

$$E x q = \frac{m}{2} (v^2 - v_0^2) = \frac{m}{2} (v_0^2 + u^2 - v_0^2) = \frac{m}{2} u^2$$

$$u = \sqrt{2Exq}$$

$$E q t = \cancel{\frac{m}{2} u^2}$$

$$\text{Orbit: } u = \frac{v_0^2}{R \gamma d}$$





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!

Дано:  
 $\Delta T_1 = 48\text{K}$   
 $\Delta T_2 = 30\text{K}$   
 $Q = 960\text{ Дж}$   
 A - ?  $N_2$  - ?  
 $C_v$  - ?  $N_k$  .  
 + A

1. Для изохер. процесса  
 I. изох. термод.:  $Q = \Delta U_1 =$   
 $= \frac{5}{2} \nu_k R \Delta T_1 + \frac{3}{2} \nu_2 R \Delta T_1$

Для изобар. процесса  
 I. изох. термод.:  
 $Q = \Delta U_2 + A_* = \frac{5}{2} \nu_k R \Delta T_2 + \frac{3}{2} \nu_2 R \Delta T_2$

$$A = Q - \Delta T_2 \left( \frac{5}{2} \nu_k R + \frac{3}{2} \nu_2 R \right) = Q - \Delta T_2 \frac{Q}{\Delta T_1} =$$

$$= Q \left( 1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = 960 \cdot \left( 1 - \frac{30}{48} \right) = \frac{960 \cdot 3}{8} = 360\text{ Дж}$$

2.  $C_v = \frac{\delta Q}{\nu dT} = \frac{dU}{\nu dT} = \frac{1}{\nu} \left( \frac{\partial U}{\partial T} \right) = \frac{1}{\nu} \left( \frac{5}{2} \nu d\nu_k + \frac{3}{2} \nu d\nu_2 \right) = \frac{5}{2} \nu_k + \frac{3}{2} \nu_2$

$$Q = \Delta U = C_v \Delta T_1 \Rightarrow C_v = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{960}{48} = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{K}}$$

3.  $p = \frac{N}{V} kT$  - ур-ие сост.  
 Для гелия  $p_2 = \frac{N_2}{V} kT$   
 Для кислорода  $p_k = \frac{N_k}{V} kT$   
 В изобар. процессе их приращения равны  
 $\Delta p_2 = \frac{N_2}{V} k \Delta T_1$   
 $\Delta p_k = \frac{N_k}{V} k \Delta T_1 \Rightarrow \frac{N_2}{N_k} = \frac{\Delta p_2}{\Delta p_k}$



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



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
ИЗ

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

$$Q = \frac{5}{2} V \Delta P_1 + \frac{3}{2} V \Delta P_2$$

Из уравнения  $\Delta P_1 + \Delta P_2 = \frac{N_1 + N_2}{V} k \Delta T_1$

$$Q = \left( \frac{5}{2} \Delta P_1 + \frac{3}{2} \Delta P_2 \right) \frac{k \Delta T_1 (N_1 + N_2)}{\Delta P_1 + \Delta P_2}$$

Для изобар:  $P_1 \Delta V_1 = N_1 k \Delta T_1$   
 $P_2 \Delta V_2 = N_2 k \Delta T_2$

$$\frac{\Delta P_1}{\Delta V_1} = \frac{N_1}{V_1}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$PV = \frac{m}{\mu} RT$$

$$P = \frac{N m_0}{V \mu} k T$$

$$Q = \frac{5}{2} P_1 \Delta V + \frac{3}{2} P_2 \Delta V + P_1 \Delta V + P_2 \Delta V =$$

$$= \Delta V \left( \frac{7}{2} P_1 + \frac{5}{2} P_2 \right)$$

$$A = \Delta V (P_1 + P_2)$$

$$\frac{gt^2}{2} = X$$

$$gt = u_x \quad g = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{\frac{7}{2} P_1 + \frac{5}{2} P_2}{\frac{1}{2} P_1 + \frac{1}{2} P_2} = \frac{14 P_1 + 5 P_2}{P_1 + P_2} = \frac{14 + 5 \cdot \frac{1}{5}}{1 + \frac{1}{5}} = \frac{16}{\frac{6}{5}} = \frac{8}{3}$$

$$21 P_1 + 15 P_2 = 16 P_1 + 16 P_2 \quad Fg = ma$$

$$\frac{5}{2} P_1 = P_2$$

$$P_2 = 5 P_1 \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = 5$$

$$Q = V \left( \frac{5}{2} \Delta P_1 + \frac{3}{2} \Delta P_2 \right)$$

$$Q = A + \Delta V \left( \frac{5}{2} P_1 + \frac{3}{2} P_2 \right)$$

$$(P + \Delta P)(V + \Delta V)$$

$$\Delta V (P_1 + P_2)$$

$$\Delta(PV) = V R \Delta T$$



$$C_v = \frac{5}{2}$$

$$\sin \alpha = \frac{3}{5}$$

$$\cos 2\beta - 2\gamma \sin \beta \cos \beta \tan \alpha$$

$$\frac{(\sin 2\beta)'}{2\beta} = \frac{2 \cos 2\beta}{(2\beta)'} = \frac{2 \cos 2\beta}{2\beta} = \frac{\cos 2\beta}{\beta}$$

$$\sin(\alpha + \beta)$$

$$\sin \alpha \cos \beta$$