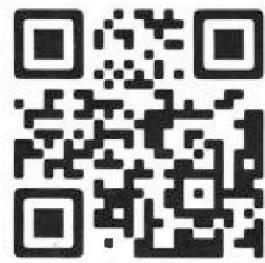




**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**

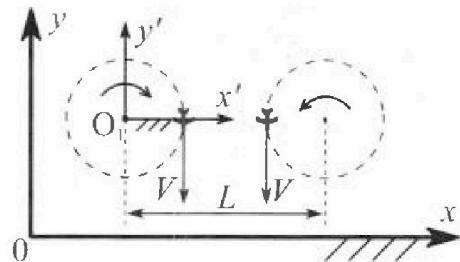


Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

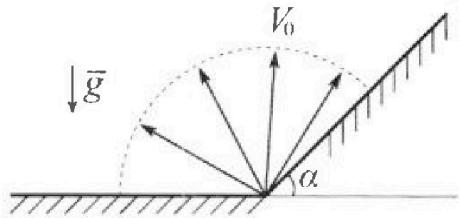
1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями $V = 60 \text{ м/с}$ (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса $R=360 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

- На сколько δ 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.

- Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x' O_1 y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{U} .
- Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол α такой, что $\sin \alpha = 0,8$. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая высота полета одного из осколков $H = 45 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

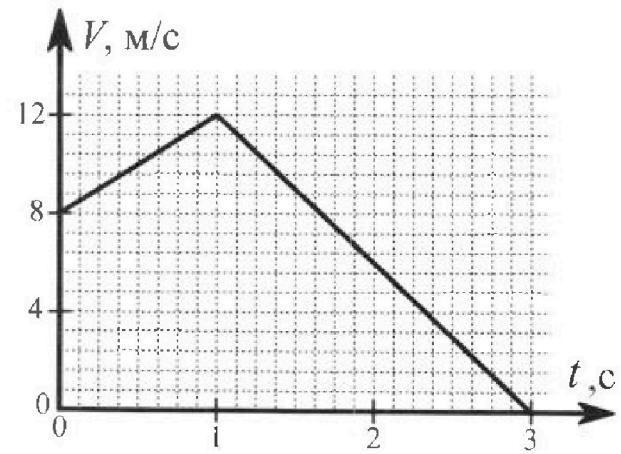


- Найдите начальную скорость V_0 осколков.
- На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

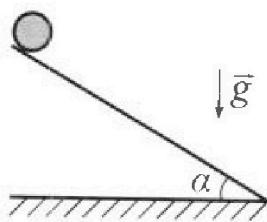
- В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

- Найдите $\sin \alpha$, где 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.



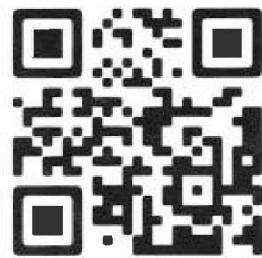
- С какой по величине скоростью V движется бочка в тот момент, когда горизонтальное перемещение бочки равно $S = 1 \text{ м}$?
- Найдите ускорение a , с которым движется бочка.
- При каких величинах коэффициента μ трения скольжения бочка катится без проскальзывания?



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 А смеси газов в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость C_V смеси в изохорическом процессе.
3. Найдите отношение $\frac{N_L}{N_K}$ 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.

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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:
 $v = 60 \frac{m}{s}$
 $R = 360 \text{ м}$
 $g = 10 \frac{m}{s^2}$
 $L = 1,8 \text{ км}^2$
 $\delta - ?$
 $U - ?$

1.

Перейдем во врачающуюся

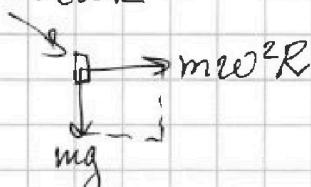
СО одного из

самолетов.

Пусть m - масса

летчика.

В новой СО на летчика действует
 $F_{\text{цг}}$ - центробежная сила, напр.
 летчик



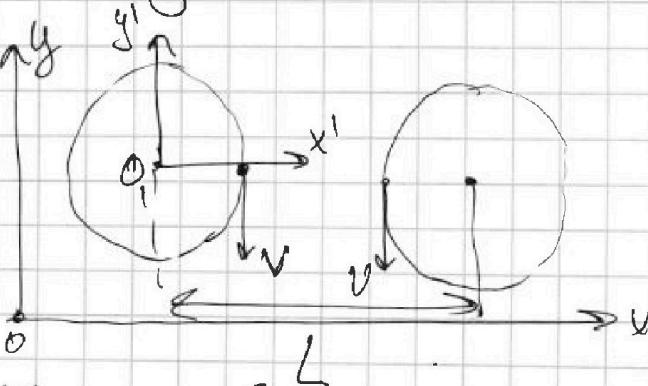
$$F_{\text{цг}} = m\omega^2 R = m \frac{v^2}{R}$$

Бес P по модулю равен

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

$$\begin{aligned} P &= \sqrt{mg^2 + m^2 \frac{v^4}{R^2}} = P_0 \left(1 - \frac{mg}{P_0}\right) \\ &= 1 - \frac{g}{\sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}} = P_0 \left(1 - \frac{10}{\sqrt{2000}}\right) \approx 1 - \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2} \end{aligned}$$

2. a)



$$\vec{u} + \vec{v}_{\text{неп}} = \vec{v}$$

Найдем $v_{\text{неп}}$:

$$\begin{aligned} v_{\text{неп}} &= v(L-R) = \\ &= \frac{v}{R}(L-R) = v\left(\frac{L}{R}-1\right) \end{aligned}$$

Направление $v_{\text{неп}}$ - продуб оси Оy.

$$\begin{cases} u \\ u' \\ u'' \end{cases} \quad \begin{cases} \vec{u} \\ \vec{u}' \\ \vec{u}'' \end{cases} \quad \begin{cases} v \\ v \\ v \end{cases}$$

$$\vec{u} = v\left(\frac{L}{R}-1\right) - v = v\left(\frac{L}{R}-2\right) =$$

$$= 60\left(\frac{60 \cdot 30}{60 \cdot 60} - 2\right) = 180 \frac{m}{s}$$

Направление - по оси Оy.
 против оси Оy



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 checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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: $\beta = \sqrt{2} - 1 - \frac{\sqrt{2}}{2}$; $|\vec{U}| = 180 \frac{\text{м}}{\text{с}}$,
направление вдоль оси Оy.



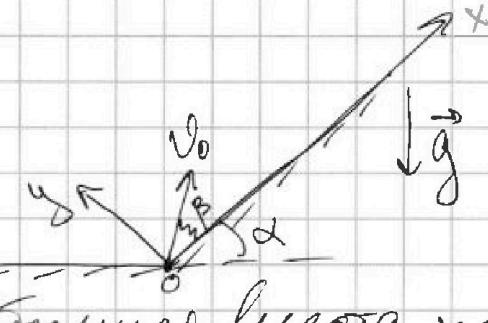
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

Dано:
 $\sin \alpha = 0,8$
 $\mu = 0,5 \text{ м}$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
 $V_0 = ?$



Задача 1. Наибольшая высота полета и
расстояние, при котором $\vec{V}_0 \perp \vec{g}$. Тое есть,
скор. вертикально вверх. $H = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$

$$V_0 = \sqrt{2gH} = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ур-ие для высоты над осью Ox и Oy:

$$Ox: x = V_0 \cos \alpha \cdot t - \frac{1}{2} g \sin^2 \alpha \cdot t^2$$

$$Oy: y = V_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{1}{2} g \cos^2 \alpha \cdot t^2$$

$$\text{Когда } y=0 \Rightarrow t = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha}$$

$$x = \frac{2V_0^2 \sin^2 \alpha}{g \cos \alpha} - \frac{g}{2} \sin^2 \alpha \cdot \frac{4V_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2 \cos^2 \alpha} = \\ = \frac{V_0^2}{g} \left(\frac{\sin^2 \alpha}{\cos \alpha} - \frac{2 \sin^2 \alpha \tan \alpha}{\cos \alpha} \right) = \frac{V_0^2}{g \cos \alpha} (\sin^2 \alpha - 2 \sin^2 \alpha \tan \alpha)$$

Чтобы x было макс., $\sin^2 \alpha - 2 \sin^2 \alpha \tan \alpha = \max$.

Продиффе. по α и приравн. к 0.

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

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

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

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

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



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 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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 выражения
получив для β в ур-ие угол. дальнейш
по склону x и получим S .

$$S = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} (\sin 2\beta - 2 \sin^2 \beta \operatorname{tg} \alpha) = \frac{30^2}{10 \cdot 0,6} \left(\frac{3}{5} - 2 \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{4}{3} \right)$$

$$= \frac{900}{10 \cdot \frac{3}{5}} \cdot \frac{1}{3} = \frac{90}{9} \cdot 5 = 50 \text{ м}$$

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



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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:
 $g = 10 \frac{m}{s^2}$
 $n = 3$
 $S = 1m$
 $\sin \alpha = ?$
 $v = ?$
 $a = ?$
 $\mu = ?$

1. Так как на градинке изображалось скорость, возрастает, то шайба движется вниз по плоскости. После удара - вверх по этой же. Удар происходит при $t = 1s$.

Коэффициент трения - успоредные шайбы.

Поэтому сочт.: $a_1 = 4 \frac{m}{s^2} = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$

Также: $a_2 = -4 \frac{m}{s^2} - 86 \frac{m}{s^2} = -g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = g(1 + \mu \cos \alpha) g(1 - \sin \alpha - \mu \cos \alpha)$

$a_1 \neq a_2 = 10 \frac{m}{s^2} = 2g \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = 0,5^\circ$,
~~cos \alpha = 0,866~~ $\tan \alpha = \frac{1}{\sqrt{3}}$

Пусть m - масса бочки.

Запишем
закон

изменение энергии: $m(1+n)g \cdot St \tan \alpha = n m \frac{v^2}{2} + \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = \frac{mv^2}{2}(n+2)$

$v = \sqrt{2 \frac{n+1}{n+2} g St \tan \alpha} = \sqrt{\frac{80}{5\sqrt{3}}} \frac{m}{s}$

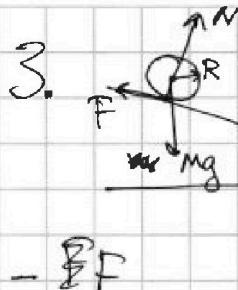
В ЗСЭ энергия (кин.) цилиндра складыв. из пот. энергии $\frac{mv^2}{2}$ и вращат. $\frac{I_{\text{вр}} \omega^2}{2} = \frac{mv^2 R^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$

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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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 зу. Ищется для центра масс доски на ось X:
 $m(n+1) \cdot a = m(n+1)g \sin \alpha - F$

Т.к. доска не проскальзывает, то запишем уравнение движения доски относительно центра.

$F_R = mR \cdot \varepsilon$, где R - радиус доски и угл. ускорение.

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

$$F = ma$$

$$ma = m(n+1)g \sin \alpha \Rightarrow a = \frac{n+1}{n+2} g \sin \alpha = \frac{20}{15} \frac{M}{c^2}$$

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

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

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

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

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

$$\text{Отвт: } \sin \alpha = \frac{1}{2}; \quad \mu = \frac{\sqrt{80\sqrt{3}}}{15} \frac{M}{c^2}; \quad a = \frac{4M}{c^2}; \quad \mu \geq \frac{1}{5\sqrt{3}}.$$



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:

$$\Delta T_1 = 48 \text{ K}$$

$$\Delta T_2 = 30 \text{ K}$$

$$Q = 960 \text{ Дж}$$

$$A = ? \quad \frac{N_2}{N_1} = ?$$

$$C_V = ? \quad N_k = ?$$

1. Такое ур-ие состоит -
ищл $PV = \gamma RT$, то $\Delta U_k = \frac{5}{2} P_k V =$
 $= \frac{5}{2} V_k R \cancel{\Delta T}$

Тогда I шагало термод.

где изотерм. проц.:

$$Q = \Delta U_1 = \frac{5}{2} V_k R \Delta T_1 + \frac{3}{2} V_2 R \Delta T_2$$

V_k и V_2 - кон-бо конфигурация
и газов.

Для изобарич. процесса:

$$Q = \Delta U_2 + A = \frac{5}{2} V_k R \Delta T_2 + \frac{3}{2} V_2 R \Delta T_2 + A$$

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

2. В изотермическом процессе

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

3. Рассмотрим изобарич. процесс:

$$P_2 V = N_2 k T \quad - \text{ур-ие сост. для газов}$$

$$P_k V = N_k k T \quad V - \text{объем смеси.}$$

$$\frac{P_2 \Delta V}{P_k \Delta V} = \frac{N_2 k \Delta T_2}{N_k k \Delta T_2} \Rightarrow \frac{N_2}{N_k} = \frac{P_2}{P_k} \quad \begin{array}{l} P_2 \text{ и } P_k - \\ \text{давление} \\ \text{равны и одинаково} \end{array}$$

Запишем I шагало 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!

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

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

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

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

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

$$\text{Задача: } A = 3600 \text{ дм}^2, C_V = 20 \frac{\text{дис}}{\text{К}^2}, \frac{N_2}{N_k} = 5.$$

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.

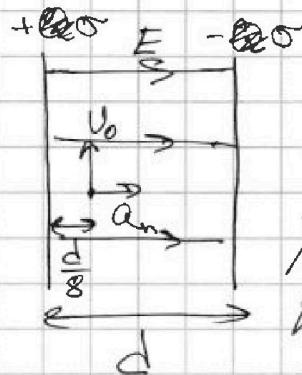
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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.

О-нов.
плотность
заряда на
обкладках



$a_n = \frac{V_0^2}{R}$ - нормаль-
ное ускорение.
Надеялся
конденсатора
 $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$.

Из 3-й Закона: σ

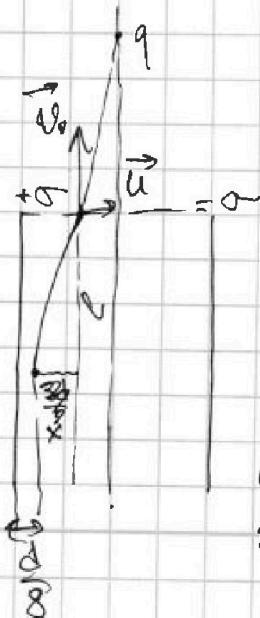
$$\frac{\sigma}{\epsilon_0} q = m \frac{V_0^2}{R} \Rightarrow \sigma = \frac{V_0^2}{R \cdot \gamma} \epsilon_0$$

$\sigma S = C U$, 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 сохране-
ния энергии:

Пусть вылетает
из расстояния x от
неподвижной пульки.
Сила всегда направле-
на 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 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

поставила по модулю.
движение происходит по параболе в поле напр. Е.

$$\frac{Egt^2}{2} = x; \quad Et = t; \quad vt = l$$

$$t = \sqrt{\frac{2x}{E}} \quad u = \cancel{Et} \quad v_0 \sqrt{\frac{2x}{E}} = l \quad \text{здесь}$$

$$Ex = \frac{m}{2} (v^2 - v_0^2) = \frac{m}{2} (v_0^2 + u^2 - v_0^2) = \frac{mu^2}{2}$$

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

$$Egt = \cancel{mu^2}$$

$$\text{Orbit} = U = -\frac{v_0^2}{Rgd}.$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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:

$$\Delta T_1 = 48 \text{ K}$$

$$\Delta T_2 = 30 \text{ K}$$

$$Q = 360 \text{ Дж}$$

$$A - ? \quad \frac{N_2}{N_k} - ?$$

$$C_V - ? \quad \frac{N_2}{N_k} \cdot ?$$

+ A

$$A = Q - \Delta T_2 \left(\frac{5}{2} \gamma_k R + \frac{3}{2} \gamma_e R \right) = Q - \Delta T_2 \frac{Q}{\Delta T_1} = \\ = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = 360 \cdot \left(1 - \frac{30}{48} \right) = \frac{360 \cdot 3}{8} = 360 \text{ Дж}$$

~~2. $C_V = \frac{\partial Q}{\partial \Delta T} = \frac{dU}{d\Delta T} = \frac{1}{\Delta T} \left(\frac{\partial U}{\partial N} \right) \left(\frac{\partial N}{\partial \Delta T} \right) \left(\frac{\partial \Delta T}{\partial T} \right) \left(\frac{\partial T}{\partial V} \right) \left(\frac{\partial V}{\partial N} \right) \left(\frac{\partial N}{\partial C_V} \right) \left(\frac{\partial C_V}{\partial N} \right) = \frac{1}{\Delta T} \left(\frac{\partial U}{\partial N} \right) \left(\frac{\partial N}{\partial C_V} \right) \left(\frac{\partial C_V}{\partial N} \right) = \frac{1}{\Delta T} \left(\frac{\partial U}{\partial N} \right) \left(\frac{N_2}{N_k} \right) \left(\frac{N_k}{N_2} \right) = \frac{1}{\Delta T} \left(\frac{5}{2} \gamma_k R + \frac{3}{2} \gamma_e R \right)$~~

$$Q = \Delta U = C_V \Delta T_1 \Rightarrow C_V = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{360}{48} = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

3. $P = \frac{N}{V} kT$ - гид-ое соот.

Для гелия $P_2 = \frac{N_2}{V} kT_2$

Для кислорода $P_k = \frac{N_k}{V} kT$

В изобар. процессе их привращение
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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

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

$$\text{Узкая грань} \Delta P_k + \Delta P_2 = \frac{N_k + N_2}{\sqrt{2}} k \Delta T_1$$

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

$$\text{Две изобары: } P_k \Delta V_k = N_k k \Delta T_1$$

$$P_2 \Delta V_2 = N_2 k \Delta T_2$$

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

$$(P_k \Delta P_2) \Delta V = A$$

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

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

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

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

$$A = \Delta V / (P_k + P_2)$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{\frac{7}{2} P_k + \frac{5}{2} P_2}{2 P_k + 2 P_2} = \frac{36}{36} = \frac{8}{3}$$

$$21 P_k + 15 P_2 = 16 P_k + 16 P_2$$

$$\frac{5}{2} N_k k R \Delta T_1$$

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

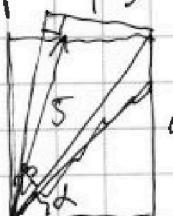
$$Q = \cancel{A} \left(\frac{5}{2} \Delta P_k + \frac{3}{2} \Delta P_2 \right)$$

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

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

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

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



$$C_r = \sin \alpha \sin \beta$$

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

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

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

$$(\sin 2\beta)'_{\beta} 2 \cos 2\beta$$

$$(2\beta)'_{\beta} \frac{d\beta}{d\theta}$$