



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

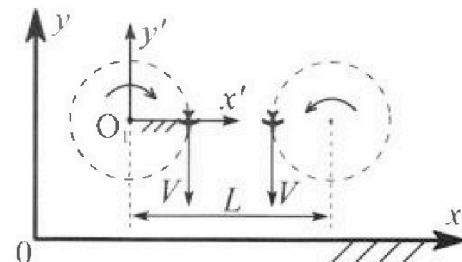


Вариант 10-03

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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.

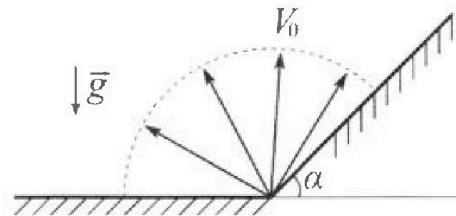
1. На сколько δ процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



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.

2. 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} .

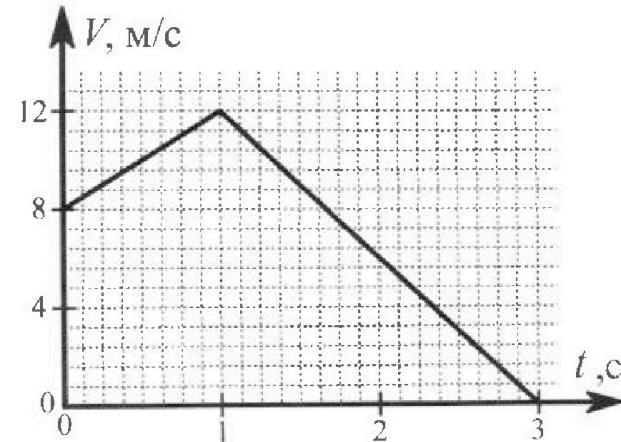
2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол α такой, что $\sin \alpha = 0,8$. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая высота полета одного из осколков $H = 45 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



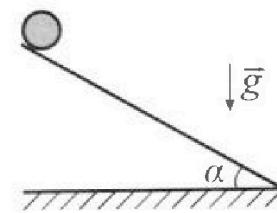
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.

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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.



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 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 $\frac{N_f}{N_K}$ 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.



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!

Обозначим массу лётчика за m .

Обозначим вес лётчика за \vec{P} .

По третьему закону Ньютона, самолёт действует на пилота с силой $-\vec{P}$.

Рассмотрим силы, действующие на пилота.



При движении по окружности, радиуса R со скоростью V , возникает ускорение $|\vec{a}| = \frac{V^2}{R}$, где \vec{a} направлено к центру окружности.

Обозначим горизонтальную составляющую вектора \vec{P} за P_x , а вертикальную — за P_y .

Так как пилот не движется вертикально, то $mg + (-P_y) = 0 \Rightarrow P_y = mg$

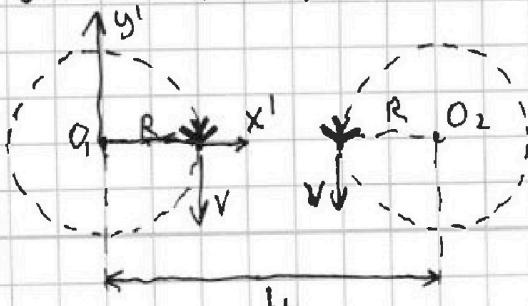
По второму закону Ньютона в горизонтальном направлении, $-P_x = m(-a) \Rightarrow P_x = ma = \frac{mV^2}{R}$

По теореме Пифагора, $|\vec{P}| = \sqrt{P_x^2 + P_y^2} = \sqrt{(mg)^2 + \left(\frac{mV^2}{R}\right)^2} = m\sqrt{g^2 + \left(\frac{V^2}{R}\right)^2} = mg\sqrt{1 + \left(\frac{V^2}{gR}\right)^2}$

$$\delta = \frac{P - mg}{mg} \cdot 100\% = \left(1 - \sqrt{1 + \left(\frac{V^2}{gR}\right)^2}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \sqrt{1,01}\right) \cdot 100\%$$

$$\left(\sqrt{1 + \left(\frac{V^2}{gR}\right)^2} - 1\right) \cdot 100\% = (\sqrt{1,01} - 1) \cdot 100\% = \sqrt{101}00\% - 100\% \approx 100,5\% - 100\% = 0,5\%$$

Ответ: $\delta = 0,5\%$





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!

Угловая скорость вращения системы отсчёта $x'0_1y'$ равна $\omega = \frac{V}{R}$. (Равна угловой скорости ^{левого} самолёта)

Правый самолёт находится на расстоянии $D = L - R$ от центра вращения O_1 .

Тогда скорость неподвижной точки, лежащей в той же точке, что и второй самолёт \vec{v}_n в системе отсчёта $x'0_1y'$ равна $\omega D = V \frac{L-R}{R}$ и направлена (на рисунке) вверх, против движения самолёта. Скорость самолёта относительно этой точки равна V , значит скорость самолёта ветром \vec{U} вращающейся СО равна $\vec{V} + \vec{v}_n = \vec{U}$

Так как \vec{v}_n и \vec{U} направлены параллельно V , то

$$U = v_n - V = V \frac{L-R}{R} - V = V \frac{L-2R}{R} = (60 \text{ м/c}) \frac{\frac{1800 \text{ м} - 720 \text{ м}}{360 \text{ м}} =}$$

$= 180 \text{ м/c}$ и \vec{U} направлено вдоль y' в положительном направлении.

Ответ: $U = 180 \text{ м/c}$, направление вектора \vec{U} вдоль оси y' , в положительном направлении.

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

СТРАНИЦА
1 из 3

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!

Пусть масса некоторого осколка равна m , вертикальная скорость — v_y , а максимальная высота подъёма — h . Тогда, по закону сохранения энергии,

$$\frac{mv_y^2}{2} = mgh \quad (\text{Энергия горизонтального движения одна и та же, поэтому её можно не учитывать})$$

$$h = \frac{v_y^2}{2g}, \text{ отсюда, чем больше } v_y, \text{ тем больше } h,$$

$$\text{значит } H = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$V_0^2 = 2gH$$

$$V_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 45m} = \sqrt{900 \frac{m^2}{s^2}} = 30 \text{ м/с}$$

$$\begin{aligned} \text{Из основного тригонометрического тождества,} \\ \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \Rightarrow \cos^2 \alpha = 1 - \sin^2 \alpha \\ \cos^2 \alpha > 0 \end{aligned} \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - 0,8^2} = \sqrt{1 - 0,64} = \sqrt{0,36} = 0,6$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{0,8}{0,6} = \frac{4}{3}$$

Пусть некоторый осколок получает со скоростью под углом β к горизонту к горке. Тогда горизонтальная составляющая $v_x = V_0 \cos \beta$, а вертикальная — $v_y = V_0 \sin \beta$. ($\beta > \alpha$; $\beta < \frac{\pi}{2}$)

Запишем закон движения осколка.

$$x(t) = v_x t = V_0 t \cos \beta$$

$$y(t) = v_y t - \frac{gt^2}{2} = V_0 t \sin \beta - \frac{gt^2}{2}$$

Рассмотрим момент времени t , когда осколок упадёт на горку ($t > 0$)

$$\text{Тогда } \frac{y(t)}{x(t)} = \operatorname{tg} \alpha$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
2 ИЗ 3

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!

$$y(t) = x(t) \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$V_0 \cancel{x} \sin \beta - \frac{g t^2}{2} = V_0 \cancel{x} \cos \beta \operatorname{tg} \alpha$$

$$gt = 2V_0 \sin \beta - 2V_0 \cos \beta \operatorname{tg} \alpha$$

$$t = \frac{2V_0 (\sin \beta - \cos \beta \operatorname{tg} \alpha)}{g}$$

При горизонтальной координате x тело при падении движется

$$x(t) = \frac{2V_0^2 \cos \beta (\sin \beta - \cos \beta \operatorname{tg} \alpha)}{g} = \frac{V_0^2 (\sin 2\beta - 2 \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos^2 \beta)}{g}$$

При горизонтальном расстоянии S , на котором тело упадёт на склон равнина

$$S = \frac{x(t)}{\cos \alpha} = \frac{V_0^2}{g \cos \alpha} \cdot (\sin 2\beta - 2 \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos^2 \beta)$$

Значит, если S максимальна, то значение

выражения $\sin 2\beta - 2 \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos^2 \beta$ тоже максимальна.

Подставив $\frac{4}{3}$ вместо $\operatorname{tg} \alpha$, получим $\sin 2\beta - \frac{8}{3} \cos^2 \beta$. Найдём экстремум, вычислив производную данного выражения по β .

$$f(\beta) = \sin 2\beta - \frac{8}{3} \cos^2 \beta$$

$$f'(\beta) = 2 \cos 2\beta + \frac{8}{3} \sin 2\beta$$

$$f'(\beta) = 0$$

$$\cos 2\beta = -\frac{4}{3} \sin 2\beta \quad (\text{так как } \beta \in (\alpha; \frac{\pi}{2}), \text{ то } 2\beta \in (2\alpha; \pi), \\ \text{значит } \sin 2\beta > 0, \text{ а } \cos(2\beta) < 0) \\ \sin^2 2\beta + \cos^2 2\beta = 1$$

$$\sin^2 2\beta + \frac{16}{9} \sin^2 2\beta = 1$$

$$\sin^2 2\beta = \frac{9}{25}$$

$$\sin 2\beta = \frac{3}{5} = 0,6$$



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

3 ИЗ 3

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!

$$\cos 2\beta = -\frac{4}{3} \quad \sin 2\beta = -0,8$$

$$\cos^2 \beta = \frac{1 + \cos 2\beta}{2} = 0,1$$

$$S = \frac{V_0^2}{g \cos^2 \alpha} (\sin 2\beta - 2 \tan \alpha \cos^2 \beta) = \\ = \frac{V_0^2}{g \cdot 0,6} (0,6 - \frac{8}{3} \cdot 0,1) = \frac{5 V_0^2}{9 g} = \frac{5 \cdot (30 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2}{9 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 50 \text{ м}$$

Ответ: $V_0 = 30 \text{ м/с}$

$$S = 50 \text{ м}$$

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

Так как шайба сначала ускорялась, а потом замедлялась, значит шайба сначала двигалась вниз, а потом - вверх.

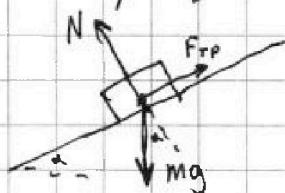
Обозначим коэффициент трения шайбы о маску за μ , а массу шайбы за m .

Определим из графика ускорение до столкновения

$$a_1 = \frac{12 \frac{m}{c} - 8 \frac{m}{c}}{1c - 0c} = 4 \frac{m}{c^2} \text{ и ускорение после столкновения}$$

$$a_2 = \frac{12 \frac{m}{c} - 0 \frac{m}{c}}{3c - 1c} = 6 \frac{m}{c^2}.$$

Выразим a_1 через m и α .



Так как шайба не может двигаться перпендикулярно маски, то

$$N + F_{fp} \cdot 0 = mg \cos \alpha$$

$$N = mg \cos \alpha$$

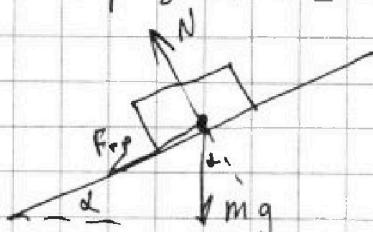
$$F_{fp} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

$$mg \sin \alpha - F_{fp} = m a_1, \text{ (из второго закона Ньютона)}$$

$$mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = m a_1,$$

$$\alpha_1 = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

Выразим a_2 через m и α .



Аналогично, $N = mg \cos \alpha$

$$F_{fp} = \mu mg \cos \alpha$$

$$mg \sin \alpha + F_{fp} = m a_2$$

$$mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = m a_2$$

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

Из этих выражений, $a_1 + a_2 = 2g \sin \alpha$, значит

$$\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{4 \frac{m}{c^2} + 6 \frac{m}{c^2}}{2 \cdot 10 \frac{m}{c^2}} = 0,5$$

$$\text{Отсюда } \alpha = 30^\circ$$



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: $\sin \alpha = 0,5$

Во втором опыте бочка движется без проскальзывания, значит сила трения не совершает работы, значит работу совершают только консервативные силы, значит можно записать закон сохранения энергии.

Обозначим радиус бочки за R , массу бочки (без водки) за m , тогда масса воды равна $3m$.

Пусть бочка катится со скоростью v .

Выведем её кинетическую энергию E_k .

Если бочка движется со скоростью v без проскальзывания, то вращается она с угловой скоростью $\omega = \frac{v}{R}$ (только водка, вода не вращается, так как вода - идеальная жидкость). Тогда

$$E_k = E_h + E_{kp} = \frac{4mg^2}{2} + \frac{m(\omega R)^2}{2} = \frac{4mg^2}{2} + \frac{m\omega^2 R^2}{2} = \frac{5mv^2}{2}$$

(сумма кинетической поступательной и вращательной)

Если бочка движется горизонтально на S , то вертикально — на $\frac{S}{\tan \alpha}$. По закону сохранения энергии, $4mg \frac{S}{\tan \alpha} = \frac{5mv^2}{2}$

$$V^2 = \frac{1,6gS}{tg \alpha} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{1,6gS}{tg \alpha}} = \sqrt{\frac{16\sqrt{3}}{3}} \frac{m}{c} = \frac{4}{\sqrt{3}} m/c$$

Ответ: ~~$V = \frac{4}{\sqrt{3}} m/c$~~

Так как для этого S , $V^2 = \frac{1,6g}{\tan \alpha} S$, то

$$a = \frac{V^2}{2S} = \frac{0,8g}{\tan \alpha} = \frac{0,8\sqrt{3}}{3} g = \frac{8\sqrt{3}}{3} \frac{m}{c^2}$$

Ответ: $a = \frac{0,8\sqrt{3}}{3} g$



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 checked="" 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!

Введем относительное качество газа (в молях)

за λ_{He} , а качество кислорода

Выведем формулу изменения внутренней энергии газа через изменение температуры ΔT .

$$\Delta U = \Delta U_r + \Delta U_k = \frac{3}{2} N_r k \Delta T + \frac{5}{2} N_k k \Delta T = \left(\frac{3}{2} N_r + \frac{5}{2} N_k \right) k \Delta T$$

Обозначим за ΔU_1 изменение внутренней энергии смеси в изохорическом процессе, а за ΔU_2 — в изобарическом.

$$\left(\frac{3}{2} N_r + \frac{5}{2} N_k \right) k \Delta T_1 = \Delta U_1 = Q$$

(так как газ не совершает работы, то, по первому закону термодинамики, $\Delta U_1 = Q$)

$$\frac{3}{2} N_r + \frac{5}{2} N_k = \frac{Q}{k \Delta T_1}$$

$$\Delta U_2 = \left(\frac{3}{2} N_r + \frac{5}{2} N_k \right) k \Delta T_2 = \frac{Q}{k \Delta T_1} \cdot k \Delta T_2 = Q \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}$$

По первому закону термодинамики,

$$Q = \Delta U_2 + A$$

$$A = Q - \Delta U_2 = Q - Q \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = Q \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\Delta T_1} =$$

$$= 960 \text{ Дж} \cdot \frac{48 \text{ К} - 30 \text{ К}}{48 \text{ К}} = 360 \text{ Дж}$$

$$C_v = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{960 \text{ Дж}}{48 \text{ К}} = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

Так как в изобарическом процессе температура изменилась на ΔT_2 , то

$$A = (N_r + N_k) k \Delta T_2$$

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.



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

$$\text{Отсюда } N_r + N_k = \frac{A}{k\Delta T_2}$$

$$\begin{cases} \frac{3}{2}N_r + \frac{5}{2}N_k = \frac{Q}{k\Delta T_1} \text{ (как выведено ранее)} \\ N_r + N_k = \frac{A}{k\Delta T_2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 3N_r + 5N_k = \frac{2Q}{k\Delta T_1} \\ N_r = \frac{A}{k\Delta T_2} - N_k \end{cases}$$

$$\frac{3A}{k\Delta T_2} - 3N_k + 5N_k = \frac{2Q}{k\Delta T_1}$$

$$2N_k = \frac{2Q}{k\Delta T_1} - \frac{3A}{k\Delta T_2}, \text{ вернёмся к системе.}$$

$$2N_r = \frac{2A}{k\Delta T_2} - 2N_k = \frac{2A}{k\Delta T_2} - \left(\frac{2Q}{k\Delta T_1} - \frac{3A}{k\Delta T_2} \right) = \frac{5A}{k\Delta T_2} - \frac{2Q}{k\Delta T_1}$$

(домножили равенство
 $N_r = \frac{A}{k\Delta T_2} - N_k$ на 2)

(поставили вместо
 A выведенное выражение)

$$\begin{aligned} \frac{N_r}{N_k} &= \frac{2N_r}{2N_k} = \frac{\frac{5A}{k\Delta T_2} - \frac{2Q}{k\Delta T_1}}{\frac{2Q}{k\Delta T_1} - \frac{3A}{k\Delta T_2}} = \frac{\frac{5Q(\Delta T_1 - \Delta T_2)}{k\Delta T_1 \Delta T_2} - \frac{2Q}{k\Delta T_1}}{\frac{2Q}{k\Delta T_1} - \frac{3Q(\Delta T_1 - \Delta T_2)}{k\Delta T_1 \Delta T_2}} = \\ &= \frac{5 \cdot \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\Delta T_2} - 2}{2 - 3 \cdot \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\Delta T_2}} = \frac{5 \cdot \frac{3}{5} - 2}{2 - 3 \cdot \frac{3}{5}} = \frac{1}{2 - 1,8} = \frac{1}{0,2} = 5 \end{aligned}$$

Ответ: $A = 360 \text{ Дж}$

$$C_V = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$\frac{N_r}{N_k} = 5$$



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 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

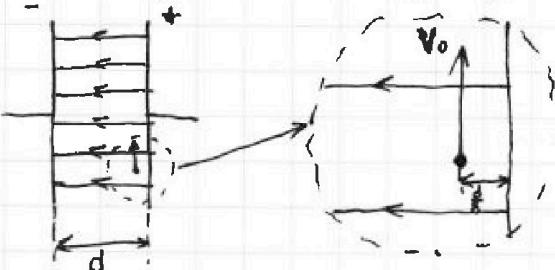
СТРАНИЦА
1 из 1

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!

Одозначим за \vec{E} напряжённость электростатического поля между обкладками плоского конденсатора.

(Поскольку конденсатор плоский, то напряжённость равна \vec{E} в любой точке между обкладками)

\vec{E} направлено от положительно заряженной обкладки к отрицательно заряженной.



$$\text{а значит } a = \frac{V_0^2}{R}$$

$$\gamma E = \frac{V_0^2}{R}$$

$$E = \frac{V_0^2}{\gamma R}$$

$$\text{Польза } U = d \cdot E = \frac{d V_0^2}{\gamma R}$$

Одозначим напряжение между начальной и конечной точкой частицы за V_1 . $V_1 = \left(\frac{d}{2} - \frac{d}{8}\right) E =$

$$= \frac{3d V_0^2}{8 \gamma R}$$

Польза, при переносе частицы нале совершила работу, равную $A = V_1 \cdot q = \frac{3d V_0^2 q}{8 \gamma R} = \frac{3d V_0^2 m}{8 R}$

Польза, из закона сохранения энергии,

$$m \frac{V^2}{2} = m \frac{V_0^2}{2} + A \Rightarrow V^2 = V_0^2 + \frac{3d V_0^2}{4 R}$$

$$V = \sqrt{V_0^2 + \frac{3d V_0^2}{4 R}} = V_0 \sqrt{1 + \frac{3d}{4 R}}$$

$$\text{Ответ: } U = \frac{d V_0^2}{\gamma R}; V = V_0 \sqrt{1 + \frac{3d}{4 R}}$$

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"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

$$\begin{array}{r} \sqrt{10100} \\ \times 105 \\ \hline 105 \\ 105 \\ \hline 525 \\ + 105 \\ \hline 11025 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 100,5 \\ \hline 100,5 \\ 5025 \\ \hline 1005 \\ \hline 10100,25 \end{array}$$

$$\frac{1800}{360} = 5$$

$$\frac{5-2}{1} = 3$$

$$\begin{array}{r} 1080 \\ - 1080 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 360 \\ 3 \\ \hline \end{array}$$

$$\sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha = 0,1$$

$$\sin \alpha = 0,1$$

$$\cos \alpha = t = \frac{v_0}{a}$$

$$v = at$$

$$s = \frac{at^2}{2}$$

$$s = \frac{v^2}{2a} \quad a = \frac{v^2}{2s}$$

$$\cos 2\beta = -0,8$$

$$\frac{m V_0^2}{2} = m g H$$

$$\cos \alpha$$

$$-\frac{4}{3} \cdot \frac{3}{5} = -0,8$$

$$V_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 45} = \sqrt{900} = 30 \text{ м/с}$$

$$\cos^2 \beta + \frac{0,09}{\sin^2 \beta} = 1 \quad \cos^4 \beta - \cos^2 \beta + 0,09 = 0$$

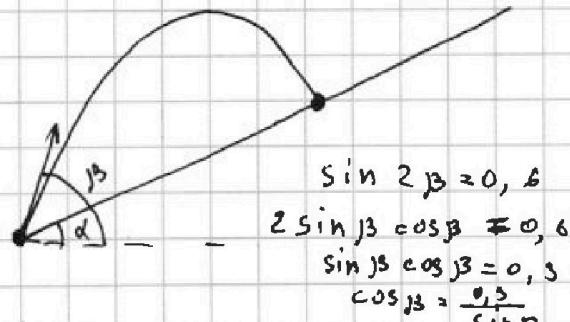
$$V_x = V_0 \cos \beta$$

$$V_y = V_0 \sin \beta$$

$$x(t) = V_0 t \cos \beta$$

$$V_0 t \cos \beta$$

$$y(t) = V_0 t \sin \beta - \frac{gt^2}{2}$$



$$\sin 2\beta = 0,6$$

$$2 \sin \beta \cos \beta = 0,6$$

$$\sin \beta \cos \beta = 0,3$$

$$\cos \beta = \frac{\sqrt{3}}{\sin \beta}$$

$$(\sin 2\beta)' = 2 \cos 2\beta$$

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

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

$$= -\sin 2\beta$$

$$\frac{x(t)}{y(t)} = \frac{V_0 t \cos \beta}{V_0 t \sin \beta} = \operatorname{tg} \alpha$$

$$V_0 \sin \beta = V_0 \cos \beta \operatorname{tg} \alpha + \frac{gt^2}{2}$$

$$gt = 2V_0 (\sin \beta - \cos \beta \operatorname{tg} \alpha)$$

$$t = \frac{2V_0 (\sin \beta - \cos \beta \operatorname{tg} \alpha)}{g}$$

$$\sin \beta - \cos \beta \operatorname{tg} \alpha$$

$$\begin{aligned} x(t) &= x(t) = \frac{2V_0^2 (\sin \beta \cos \beta - \cos^2 \beta \operatorname{tg} \alpha)}{g} = \\ &= \frac{V_0^2 (\sin 2\beta - 2 \cos^2 \beta \cdot \operatorname{tg} \alpha)}{g} \end{aligned}$$



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!

$$\begin{aligned}\sin 2\beta &= 0,6 \\ \cos 2\beta &= -0,8 \\ \cos^2\beta - ? &\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sin \beta \cos \beta &= 0,3 \\ \cos^2\beta - \sin^2\beta &= -0,8 \\ \cos^2\beta - \left(\frac{0,3}{\cos^2\beta}\right)^2 &= -0,8 \\ (\cos^2\beta)^2 + 0,8 \cos^2\beta + 0,09 &= 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}-\frac{48}{30} \\ -\frac{18}{18} \\ \frac{18}{48} = \frac{3}{8}\end{aligned}$$

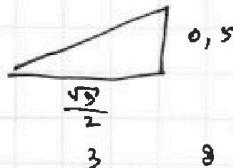
$$\frac{1 + \cos 2\beta}{2}$$

$$\begin{aligned}\frac{1 - 0,8}{2} &= 0,1 \\ \frac{-1 + 0,8}{2} &= -0,1\end{aligned}$$

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

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

$$\frac{4}{\sqrt{3}} ? \quad \frac{256}{192}$$



$$\frac{3}{5} - \frac{9}{30} = \frac{18-8}{30} = \frac{10}{30} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{5 \cdot 30^2}{9 \cdot 10} = \frac{5 \cdot 30 \cdot 30}{9 \cdot 10} = 50$$

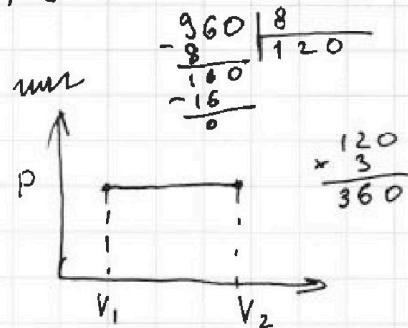
$$3V_{He} + 5V_{O_2} = \frac{2Q}{R \Delta T_1}$$

$$+\frac{960}{4280}$$

$$-\frac{17280}{144} \mid \frac{48}{360}$$

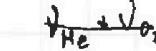
$$\alpha_2 - \alpha_1 = 2g \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{2g} = \frac{6-4}{2 \cdot 10} = 0,1$$



$$\begin{aligned}P(V_2 - V_1) &= \\ &= P V_2 - P V_1 = \\ &= \sqrt{R T_2} - \sqrt{R T_1} = \\ &= \sqrt{R \Delta T_2}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{1}{3} &= \beta \Delta T \\ \frac{3}{5} &= \alpha \Delta T \\ \frac{5}{9} &= \alpha R = \frac{v^2}{R} \\ R &= \frac{v^2}{\alpha}\end{aligned}$$



$$(3V_{He} + 5V_{O_2}) R \Delta T_1 = Q$$

$$3V_{He} + 5V_{O_2} = \frac{Q}{R \Delta T}$$

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= 4 \frac{m}{c^2} \\ \alpha_2 &= 6 \frac{m}{c^2}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N &= mg \cos \alpha \\ MN - mg \sin \alpha &= ma\end{aligned}$$

$$M \mu g \cos \alpha - \mu g \sin \alpha = M a$$

$$a_1 = g (\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$$

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

