



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

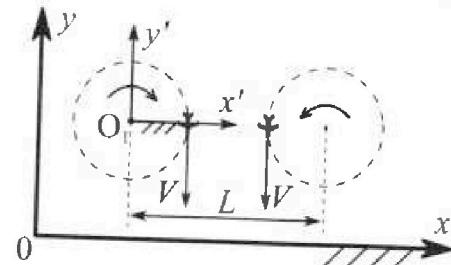


Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

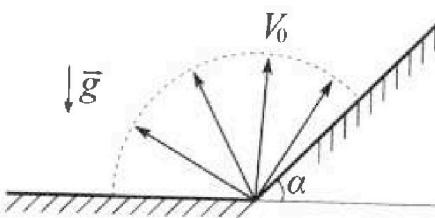
1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями $V = 60 \text{ м/с}$ (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса $R=360 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

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



В некоторый момент времени са молеты 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 $x'y'$, 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.



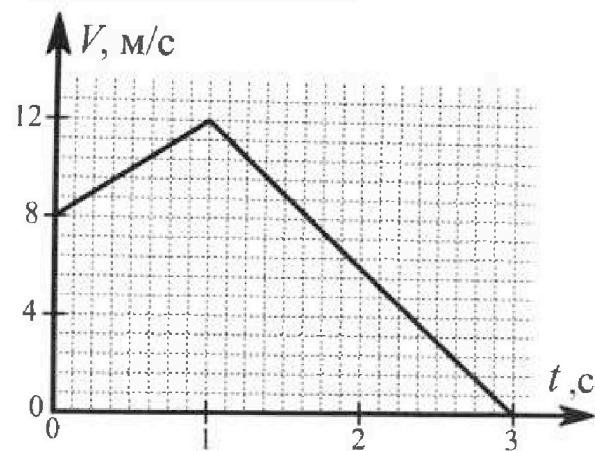
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.

2. На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

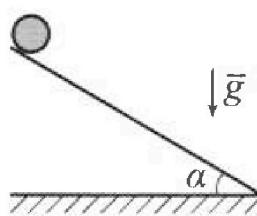
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение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

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 $n = 3$ 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 $\frac{N_T}{N_K}$ 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 заржен, 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"/> 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
1 ИЗ 1

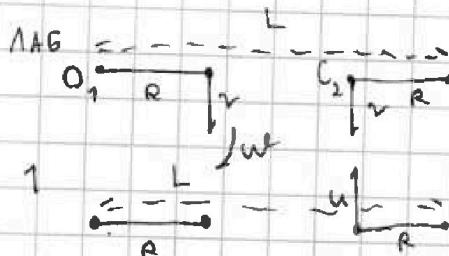
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№1



1) все сопротивления отсутствуют из двух сил: силы тяжести и той, которая поддерживает его на окружности для движения по окружности R и спирального г. нужно иметь нормальное ускорение $a_n = \frac{v^2}{R} = 10 \text{ м/с}^2$
 $\Rightarrow \vec{P} = m(\vec{a}_n + \vec{g})$, но условие $\vec{a}_n \perp \vec{g} \Rightarrow$ по теореме Гипатогра:
 $|\vec{P}| = m\sqrt{a_n^2 + g^2} = m\sqrt{2}g \Rightarrow \delta = \frac{mg - m}{P} = \frac{mg}{m\sqrt{2}g} \cdot 100\% = \frac{100\%}{\sqrt{2}}$

2)



Участок спирально наверх с постоянной окружительной O_1 : $v = \frac{r}{t}$ \Rightarrow переносная в эту систему окружения \Rightarrow меньшее из двух можно приобрести спирально $\vec{w} \vec{r}_{O_1}$, где \vec{r}_{O_1} - радиус вектор из O_1 , в и макаров \Rightarrow (без α)

$$\begin{aligned} \vec{b}, c_2 &= \vec{L} - \vec{R} \Rightarrow \text{нашее спирально 2 концентрическое } v - w r_{O_1, c_2} = \\ &= v - \frac{v}{R} (L - R) = v \left(1 - \frac{L-R}{R}\right) = v \left(\frac{2R-L}{R}\right) = 60 \cdot \frac{2 \cdot 360 - 180}{360} = \\ &= 60 \cdot \frac{2 \cdot 36 - 180}{36} = 60 \cdot (2 - 5) = -180 \text{ м/с} = 180 \text{ м/с} \text{ (направлено в противоположность} \end{aligned}$$

Скорости: 1) $\frac{100\%}{\sqrt{2}}$; 2) $|\vec{u}| = 180 \text{ м/с}$, \vec{u} - направлено в направлении

спирально от спирали 2 б \Rightarrow лад. С. О.



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 1

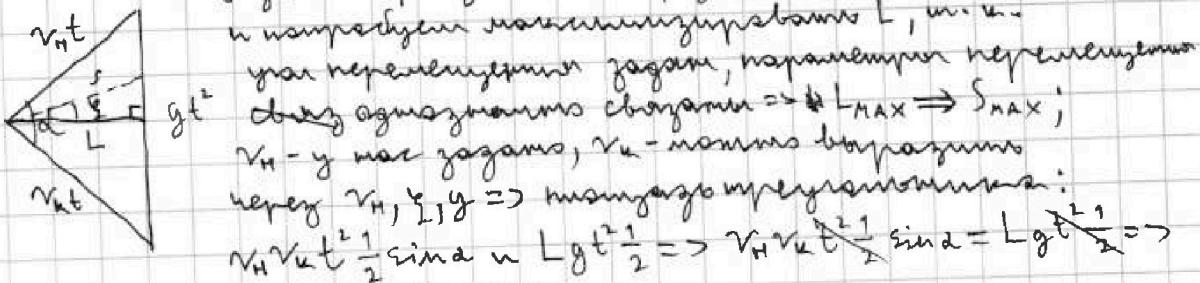
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№2

1) Задачем З(Э) для этого (высота нач. полёта H) является \Rightarrow

$$\frac{m v_0^2}{2} = m g H \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 45} = \sqrt{900} = 30 \text{ м/с}$$

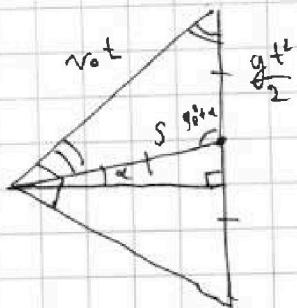
2) Внешним производственным треугольником перенесём



$$L = \frac{v_H v_0}{g} \sin \alpha, \text{ помимо } \frac{v_H v_0}{g} = \text{const} \Rightarrow L_{MAX}, \text{ при } (\sin \alpha)_{MAX} \Rightarrow$$

$$\sin \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 90^\circ.$$

Помимо производящего перенесённого, у нас также имеется: \Rightarrow свойству производящих сократим



$$S - \text{известно, } \Rightarrow \text{и т.к. } S_{MAX} \Rightarrow \text{производящее} \\ \text{применимое} \Rightarrow S = \frac{gt^2}{2}, \text{ а} \\ \text{но требуется известное:} \\ v_0^2 t^2 = 2 \left(\frac{gt^2}{2} \right)^2 - 2 \left(\frac{gt^2}{2} \right) \cos(\alpha + 90^\circ) \Rightarrow \\ v_0^2 t^2 = 2 \left(\frac{gt^2}{2} \right)^2 (1 - \cos(\alpha + 90^\circ)) \Rightarrow 2 v_0^2 = g^2 t^4 (1 + \sin \alpha) \\ \Rightarrow t^2 = \frac{2 v_0^2}{g^2 (1 + \sin \alpha)} \Rightarrow S = \frac{g}{2} \cdot \frac{2 v_0^2}{g^2 (1 + \sin \alpha)} = \frac{2 H}{1 + \sin \alpha} = 50 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: 1) } v_0 = 30 \text{ м/с; } S = 50 \text{ м}$$

Использование теоремы из геометрии: в производящем производимое, известна приведённая к гипотенузе высота её наклонение.

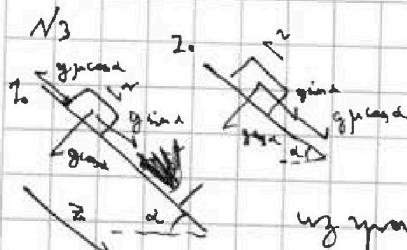


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 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!



1) Запишем 1 закон Ньютона для

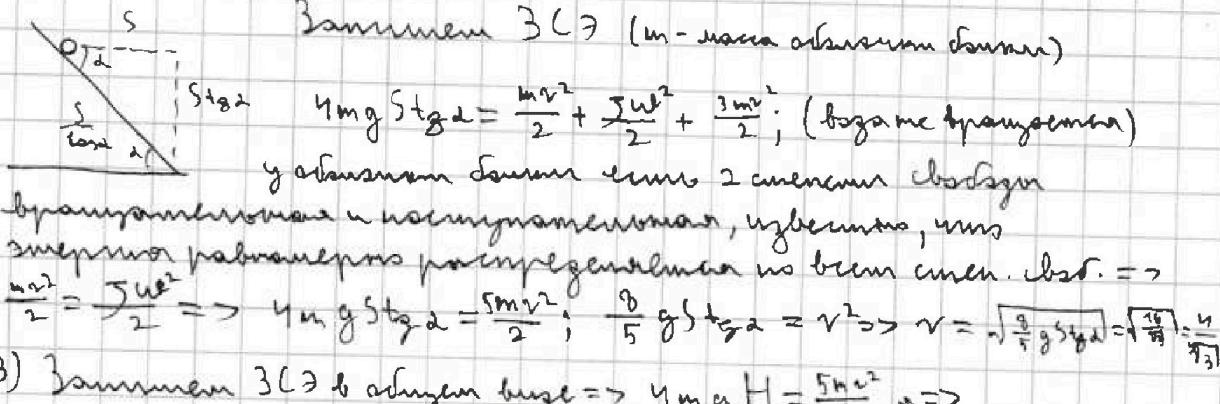
$$\text{от } OZ: \therefore m\alpha_r = m(g \sin \alpha - g \cos \alpha) \text{ и}$$

$$m\alpha'_r = m(-g \sin \alpha + g \cos \alpha)$$

$$\text{из уравнения } (\alpha = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}) \quad a_r = \alpha_{r/c} / c; \quad a'_r = -G \omega^2 / c \Rightarrow$$

$$\begin{cases} a_r = g \sin \alpha - g \cos \alpha \\ a'_r = g \sin \alpha + g \cos \alpha \end{cases} \Rightarrow 10 = g \cdot 2 \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{1}{2}$$

2)



$$3) \text{ Запишем 3(?) в единицах дюз} \Rightarrow 4mgH = \frac{5mr^2}{2} \Rightarrow$$

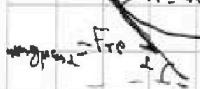
$$\Rightarrow r = \sqrt{\frac{8}{5}gH}, \text{ известно } a = \frac{dv}{dt} \Rightarrow a = \frac{d(\frac{2}{5}gH)^{0.5}}{dt} = \frac{d(\frac{2}{5}gH)^{0.5}}{dt} \Rightarrow \frac{dH}{dt} =$$

$$= \sqrt{\frac{8}{5}g} \cdot \frac{d(H^{0.5})}{dH} \cdot \frac{dH}{dt} = \sqrt{\frac{8}{5}g} \cdot \sqrt{\frac{2}{5}H} \cdot \frac{dH}{dt}, \text{ м.в. } H - \text{ временная высота}$$

перемещение $\Rightarrow \frac{dH}{dt} = \frac{ds}{dt} \cdot \sin \alpha = v \sin \alpha \Rightarrow \frac{dH}{dt} = \sqrt{\frac{8}{5}gH} \cdot \frac{1}{2} = \sqrt{\frac{2}{5}gH}$

$$\Rightarrow a = \sqrt{\frac{2}{5}g} \cdot \sqrt{\frac{2}{5}gH} = \frac{2}{5}g$$

4) Нет пристаньивания \Rightarrow инерциальная система
извернута $= 0$, Запишем $\sum M = J\beta$ для ~~данной~~ ^{пунктура} $\Sigma M = J\beta$ - моменты импульса (ИМП) $\int r^2 dm$, $r = R = \text{const}$



$$\Rightarrow J = mR^2, \text{ момент импульса с постоянной скоростью} \Rightarrow$$

$$\sum M = M_{tr} = R \cdot \text{Числ. const} \Rightarrow 4mgR \sin \alpha = mR^2 \beta;$$

$$4g \sin \alpha = R \beta; \text{ из начального условия } R = r; \beta = \frac{1}{t} \Rightarrow 4g \sin \alpha = \frac{1}{t};$$

$$\beta R = \frac{1}{t} \Rightarrow 4g \sin \alpha = \frac{2}{5}g; \quad M = \frac{1}{m \sin \alpha} = \frac{1}{5m} \Rightarrow \text{это крайний случай} \Rightarrow m \geq \frac{1}{5g}$$

$$\text{Однако: } \sin \alpha = \frac{1}{2}; 2) \frac{4}{\sqrt{5}} \approx 1.1; 3) \frac{2g}{5}; 4) m \geq \frac{1}{5g}$$



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 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!

№

1) Задачи I группы термодинамики для задач простые

$$\begin{cases} Q = C_V \Delta T_1 \\ Q = C_V \Delta T_2 + A \end{cases}, \text{ где } \Delta T - \text{разница темп., } \begin{cases} C_V = \frac{Q}{\Delta T_1} \\ Q = \frac{Q}{\Delta T_1} \Delta T_2 + A \end{cases} \Rightarrow A = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = Q = \frac{Q}{\Delta T_1} \Delta T_2 + A = 360 \text{ дж}$$

2,3) Пусть N_{He} , N_0 - начальные количества гелия и инертного газа соответственно
 $\Delta N_{He} = \frac{3}{2} \Delta V_{He} R \Delta T$, $\Delta N_0 = \frac{5}{2} \Delta V_0 R \Delta T \Rightarrow$ неравенство I задачи простое:

$$\begin{cases} Q = \left(\frac{3}{2} \Delta V_{He} + \frac{5}{2} \Delta V_0 \right) R \Delta T \\ Q = \left(\frac{3}{2} \Delta V_{He} + \frac{5}{2} \Delta V_0 \right) R \Delta T_2 + A \end{cases}, \quad A = \int P dV, \text{ в изобарном процессе } p = \text{const} \Rightarrow A = P_0 V = R(T_K - T_H) \Rightarrow$$

$$A = (N_0 + N_{He}) R \Delta T_2 \Rightarrow \left(\frac{3}{2} \Delta V_{He} + \frac{5}{2} \Delta V_0 \right) (\Delta T_1 - \Delta T_2) = (N_0 + N_{He}) \Delta T_2 \Rightarrow (3 \Delta V_{He} + 5 \Delta V_0) \frac{3}{10} = \Delta V_{He} + \Delta V_0; 9 \Delta V_{He} + 15 \Delta V_0 = 10 \Delta V_{He} + 10 \Delta V_0; 5 \Delta V_0 = \Delta V_{He} \Rightarrow \frac{N_{He}}{N_0} = 5$$

$$C_V = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{\left(\frac{3}{2} \Delta V_{He} + \frac{5}{2} \Delta V_0 \right) R \Delta T_1}{(N_{He} + N_0) \Delta T_1} = \frac{3 \Delta V_{He} + 5 \Delta V_0}{2 \Delta V_{He} + 2 \Delta V_0} \cdot R = \frac{20 \Delta V_0}{12 \Delta V_0} R = \frac{5}{3} R$$

Ответ: 1) 360 дж; 2) $\frac{5}{3} R$; 3) $\frac{N_r}{N_k} = 5$



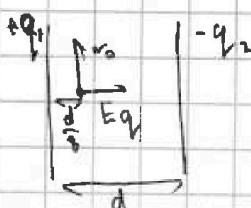
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!

№5



1) скорость и разность потенциалов вращащегося проводника:

$$\frac{\omega_0^2}{R} = \alpha_m, \text{ а по определению } \frac{\vec{F}}{m} \Rightarrow a = \frac{Ea}{m} = E\gamma; \\ E = \frac{\omega_0^2}{R\gamma}$$

$$U = \Delta \varphi = \frac{A}{q} = \int \vec{E} dt, \text{ в концентрических } E = \text{const} \\ \Rightarrow U = Ed = \frac{\omega_0^2 d}{R\gamma}$$

2)



- в beginning две точки на разных концентрических, которые лежат на перпендикуляре к серединной линии сечения концентрического, движущимся однородным концентрическим проводником, что $\varphi_{\text{раб}} = -\varphi_{\text{раб}}$ \Rightarrow движущийся $\frac{q}{s} = d = \text{const} \Rightarrow$ между этими

точками (одна дальше от центра) будут создаваться одинаковые напряженностей, направления которых противоположны, что приведет к сдвигу. максимум $\Omega \Rightarrow$

это верно для всех концентрических проводников \Rightarrow то есть максимум тока концентрическим + единицам \Rightarrow будет равен нулю $\Delta \varphi = 0$ (т.к. $\cos 180^\circ = 0$) \Rightarrow

движение разности потенциалов между концентрическими сечениями в начале $| \Delta \varphi | = E \frac{d}{2} = \frac{\omega_0^2 d}{R\gamma}$ \Rightarrow 3.6.3:

$$\frac{mv_0^2}{2} + Eq \frac{3}{8} d = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v_0^2 + E \gamma \frac{3}{4} d = v^2; v = \sqrt{v_0^2 + E \gamma \frac{3}{4} d}$$

Ответ: $U = \frac{v_0^2 d}{R\gamma}; v = \sqrt{v_0^2 + E \gamma \frac{3}{4} d}$



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!



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!

N5

$$2) \frac{m\omega^2}{2} = E \gamma d \quad \text{3) } \exists: \frac{m\omega^2}{2} + E g \frac{1}{2} d = \frac{m\omega^2}{2}, \quad \omega^2 + E \gamma \frac{1}{2} d = \omega^2, \\ \omega = \sqrt{\omega_0^2 + \frac{1}{2} E \gamma d}$$

N3

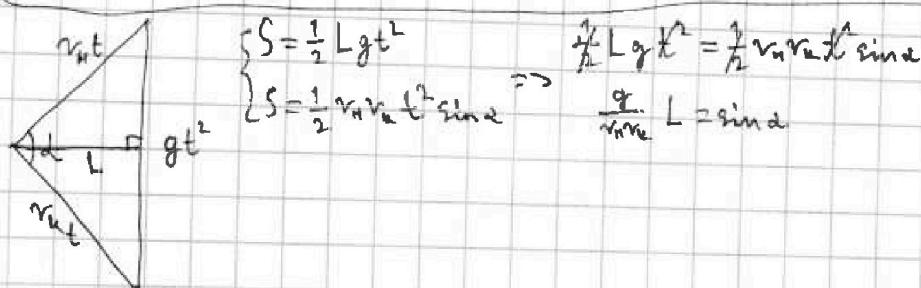
$$a = \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2S} \Rightarrow a = \frac{\omega^2}{2 \cdot \frac{S}{\cos \alpha}} = \frac{\omega^2 \cdot \cos \alpha}{2S} = \frac{\frac{v}{\sqrt{5}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{2S} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{10} v}{2S} = \frac{\sqrt{3}}{10} \frac{v}{S} = \sqrt[4]{3} \frac{v}{10}$$

$$\begin{aligned} 4mgH &= \frac{mv^2}{2}; \quad \frac{3}{5} mgH = v^2; \quad \sqrt{\frac{3}{5} gH} = v \Rightarrow \frac{dv}{dt} = a = \frac{d(\frac{3}{5} gH)^{1/2}}{dt} = (\frac{3}{5} g)^{1/2} \frac{d(H)}{dt} \\ &= \sqrt{\frac{3}{5} g} \cdot \frac{d(H)}{dt} = \sqrt{\frac{3}{5} g} \cdot \frac{d(\frac{5}{2} H)}{dH} \cdot \frac{dH}{dt} = \sqrt{\frac{15}{5} H} v_H = \sqrt{\frac{3}{5} H} v_H \\ v_H &= v \sin \alpha = \sqrt{\frac{3}{5} gH} \cdot \frac{1}{2} = \sqrt{\frac{3}{5} gH} \Rightarrow a = \sqrt{\frac{3}{5} g} \cdot \sqrt{\frac{3}{5} gH} = \frac{3}{5} g \end{aligned}$$



$$\sum M = J \beta \Rightarrow M = \gamma mg \mu \cos \alpha \cdot R = mR^2 \cdot \beta \\ \gamma \mu \cos \alpha = R \beta;$$

$$\begin{aligned} \omega R &= v \\ \mu g R &= \beta R \Rightarrow \beta R = \frac{3}{5} g \Rightarrow \gamma \mu g \cos \alpha = \frac{3}{5} g; \quad \mu = \frac{2}{5 \cos \alpha} = \frac{4}{5 \sqrt{3}} \Rightarrow \\ \mu &\geq \frac{4}{5 \sqrt{3}} \end{aligned}$$



$$\begin{cases} S = \frac{1}{2} L g t^2 \\ S = \frac{1}{2} v_H v_H t^2 \sin \alpha \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{2} L g t^2 = \frac{1}{2} v_H v_H t^2 \sin \alpha$$

$$\frac{g}{v_H^2} L = \sin \alpha$$

$$\begin{aligned} \frac{d(x^a)}{da} &= x^a \cdot a^{a-1} \\ 0,5 H^{4/5-1} &= \frac{1}{2 \sqrt{H}} \end{aligned}$$



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.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
ИЗ

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



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

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!

N4

$$\begin{array}{l} V_{\text{const}}; \quad H_2, O_2 \quad T_1 \\ \downarrow Q \end{array} \quad \left. \begin{array}{l} P = \text{const} \\ T_2 \end{array} \right\} \quad \begin{array}{l} H_2, O_2 \quad T_2 \\ \downarrow Q \end{array} \quad \begin{array}{l} A \\ R = \frac{1}{2} \int A dT + (P_0 V) \end{array}$$

$$\begin{aligned} \gamma Q &= \left(\frac{3}{2} \sqrt{H_2} + \frac{5}{2} \sqrt{O_2} \right) R_0 T_1 + A_0; \quad Q = \left(\frac{3}{2} \sqrt{H_2} + \frac{5}{2} \sqrt{O_2} \right) R_0 T_2 + A_{H_2} + A_{O_2}; \\ A_p &= P_0 V = \sqrt{R_0 (T_2 - T_1)} = \sqrt{R_0 T} \Rightarrow A = A_{H_2} + A_{O_2} = \cancel{\sqrt{R_0}} (\sqrt{H_2} + \sqrt{O_2}) R_0 T_2 \\ \left\{ \begin{array}{l} Q = \left(\frac{3}{2} \sqrt{H_2} + \frac{5}{2} \sqrt{O_2} \right) R_0 T_1 \\ Q = \left(\frac{3}{2} \sqrt{H_2} + \frac{5}{2} \sqrt{O_2} \right) R_0 T_2 + A \end{array} \right. ; \quad Q = \frac{Q_0 T_2}{T_1} + A; \quad A = Q \left(\frac{T_1 - T_2}{T_1} \right) = \\ &= 960 \frac{18}{48} = 20 \cdot 18 = \underline{\underline{360 \text{ Дж}}} \end{aligned}$$

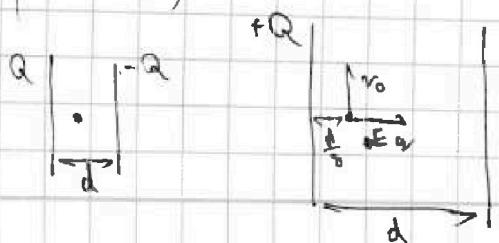
$$2) \left(\frac{3}{2} \sqrt{H_2} + \frac{5}{2} \sqrt{O_2} \right) (T_1 - T_2) R = (\sqrt{H_2} + \sqrt{O_2}) R_0 T_2; \\ \left(\frac{3}{2} \sqrt{H_2} + \frac{5}{2} \sqrt{O_2} \right) \cdot \frac{18}{30} = \sqrt{H_2} + \sqrt{O_2}; \quad (3 \sqrt{H_2} + 5 \sqrt{O_2}) \frac{9}{30} = \sqrt{H_2} + \sqrt{O_2};$$

$$(3 \sqrt{H_2} + 5 \sqrt{O_2}) \frac{3}{10} = \sqrt{H_2} + \sqrt{O_2}; \quad 9 \sqrt{H_2} + 15 \sqrt{O_2} = 10 \sqrt{H_2} + 10 \sqrt{O_2}; \quad \cancel{5 \sqrt{H_2} = 5 \sqrt{O_2}}$$

$$C_r = \frac{Q}{\sqrt{RT}} \Rightarrow C_r = \frac{\frac{3}{2} \sqrt{H_2} + \frac{5}{2} \sqrt{O_2}}{\sqrt{H_2} + \sqrt{O_2}} R = \frac{(3+5) \sqrt{O_2}}{12 \sqrt{O_2}} R = \frac{20}{12} R = \frac{10}{6} = \frac{5}{3} R \quad \cancel{5 \sqrt{O_2} = 5 \sqrt{H_2} \Rightarrow}$$

N5

$$\gamma = \frac{q}{m} > 0;$$



$$\frac{q^2}{R} = \frac{E q}{m} = E \gamma \Rightarrow E = \frac{q^2}{\gamma R};$$

$$\begin{aligned} U &= E d = \frac{q^2}{\gamma} \cdot \frac{d}{R} \\ \frac{d}{2} - \frac{d}{6} &= \frac{4d}{6} - \frac{d}{6} = \frac{3d}{6} \end{aligned}$$



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!

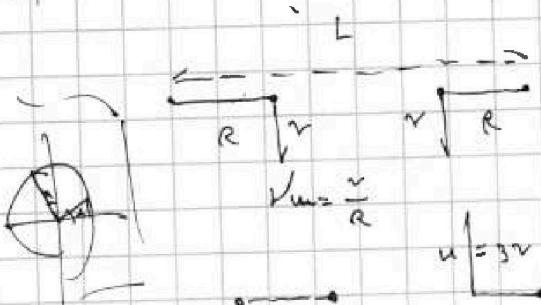
N₁



$$F_c = mg \Rightarrow \rho = m \sqrt{g^2 + \frac{v^2}{R^2}}$$

$$\rho = \frac{F_c}{\rho} \cdot 100\% = \frac{\frac{mv^2}{R}}{\sqrt{g^2 + \frac{v^2}{R^2}}} \cdot 100\% = \frac{v^2}{\sqrt{g^2 + \frac{v^2}{R^2}}} = \frac{v^2}{\sqrt{1 + \frac{v^2}{g^2 R^2}}} = \frac{100\%}{\sqrt{1 + \frac{v^2}{g^2 R^2}}}$$

N₂



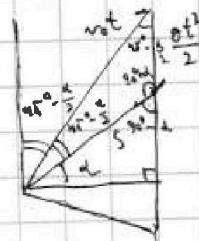
$$v - w(L-R) = v \left(1 - \frac{L-R}{R}\right) = \frac{60}{6} = 10$$

$$= 60 \cdot \left(1 - \frac{1800-360}{360}\right) = 60 \left(1 - \frac{1440}{360}\right) =$$

$$= 60 \left(1 - \frac{30-6}{6}\right) = 60(1-5+1) = -180 \text{ m/s}$$

N₃

$$3(\exists): \frac{mv_0^2}{2} = mgH \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{900} = 30 \text{ m/s}$$



$$\begin{cases} \frac{gt^2}{2} = S \\ \frac{v_0 t}{\sin(30^\circ + \alpha)} = \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

$$v_0^2 t^2 = 2 \left(\frac{gt^2}{2} \right)^2 - 2 \left(\frac{gt^2}{2} \right)^2 \cos(30^\circ + \alpha)$$

$$v_0^2 t^2 = 2 \left(\frac{gt^2}{2} \right)^2 (1 - \cos(30^\circ + \alpha))$$

$$v_0^2 t^2 = \frac{g^2 t^4}{2} (1 + \sin \alpha);$$

$$2 v_0^2 = g^2 t^2 (1 + \sin \alpha); t^2 = \frac{2 v_0^2}{g^2 (1 + \sin \alpha)}$$

$$= \frac{mgH}{g^2(1+\sin \alpha)} = \frac{mH}{g(1+\sin \alpha)} \Rightarrow S = \frac{g}{2} \cdot \frac{mH}{g(1+\sin \alpha)} = \frac{2H}{1+\sin \alpha} = \frac{2 \cdot 45}{1,6} = \frac{90}{0,8} = \frac{90}{0,1} = 900 \text{ m}$$

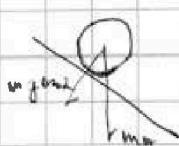
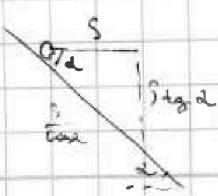
N₄

$$\text{II 3H: Ox: 1) } g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = a_r; 2) -g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = a_t$$

$$\text{по упрощ.: } a_r = \frac{12-8}{2} = 4 \text{ m/s}^2; a_t = \frac{-12}{2} = -6 \text{ m/s}^2 \Rightarrow$$

$$\begin{cases} g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 4 \\ g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = 6 \end{cases}; 2g \sin \alpha = 10; \sin \alpha = \frac{1}{2}$$

$$3(\exists): \frac{mv^2}{r} + mg \tan \alpha = \frac{mv^2}{2} + \frac{Iw^2}{2} + \frac{3mv^2}{2} = \frac{5mv^2}{2}; v^2 = \frac{9}{5} g \tan \alpha$$



$$v = \sqrt{16 \cdot \frac{1}{55}};$$

$$= \frac{4}{\sqrt{55}} \text{ m/s}$$