

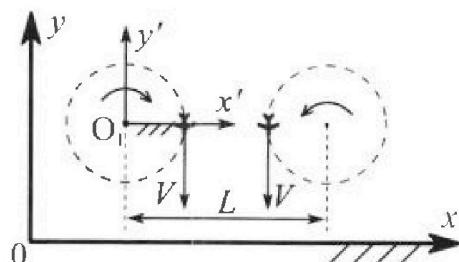
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

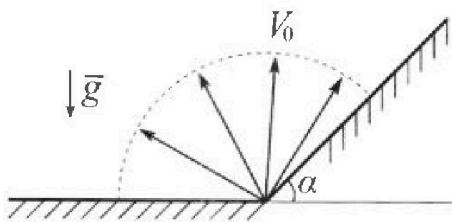
1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями $V = 60 \text{ м/с}$ (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса $R=360 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

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.

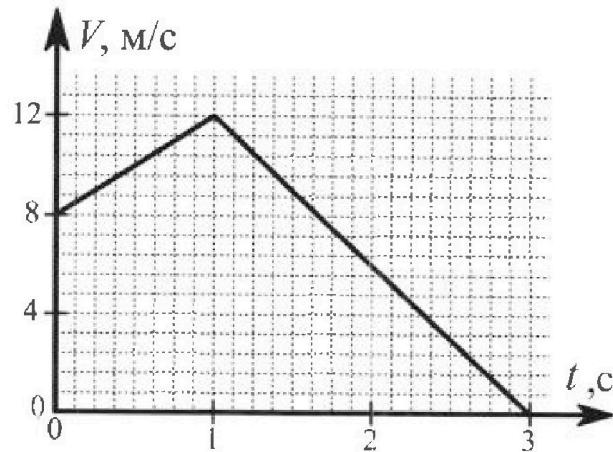
2. Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x' O_1 y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{U} .
2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол α такой, что $\sin \alpha = 0,8$. 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.



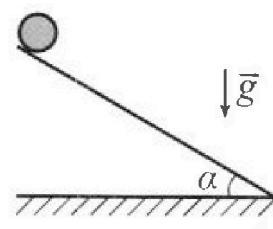
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.

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 $\frac{N_L}{N_K}$ 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 нек оторое 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 61

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:

$$R = 360 \text{ м}$$

$$V = 60 \text{ м/c}$$

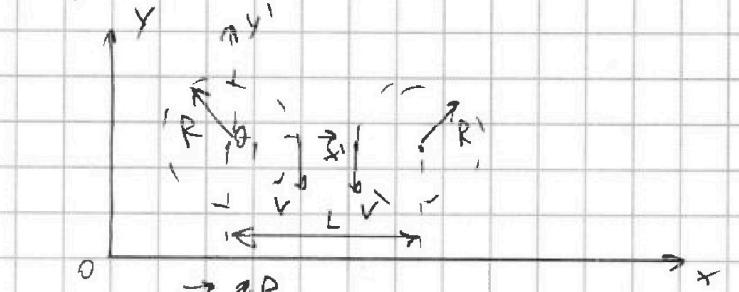
$$g = 10 \text{ м/c}^2$$

$$L = 1,8 \text{ км}$$

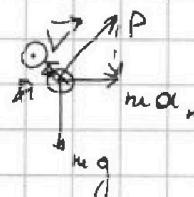
$$1) \delta = \left(1 - \frac{m_q}{P}\right) \cdot 100\% - ?$$

бес

Задача №1.



1)



по II з. Использована для

ленинка:

$$\vec{P} + \vec{mg} = m \vec{a}_n$$

2) Во вращательн. CO - $x_0 O, y'$:

$$\frac{\vec{u}_x}{L-R} = \frac{V}{L-R} - \frac{V}{R} = \frac{V(2R-L)}{(L-R)R}$$

$$P = \sqrt{(m a_{n_1})^2 + (m g)^2} \quad (\text{из. параллел})$$

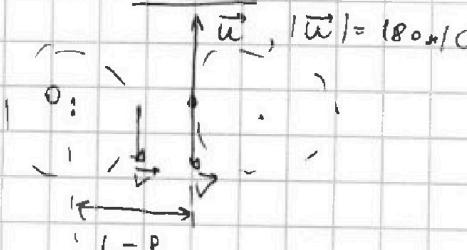
$$a_n = \frac{V^2}{R}$$

$$\vec{u}_x = V \frac{2R-L}{L-R} =$$

$$= 60 \text{ м/c} \frac{720 \text{ м} - 1800 \text{ м}}{360 \text{ м}} =$$

$$= - \frac{1080}{6} \text{ м/c} = - \frac{540}{3} \text{ м/c} =$$

$$= - 180 \text{ м/c}$$



$$\begin{aligned} \text{значит } \delta &= \left(1 - \frac{m g}{m \sqrt{\frac{V^2}{R^2} + g^2}}\right) \cdot 100\% = \\ &= \left(1 - \frac{g}{\sqrt{\frac{V^2}{R^2} + g^2}}\right) \cdot 100\% = \\ &= \left(1 - \frac{\frac{10 \text{ м/c}^2}{(60 \text{ м/c})^2}}{\sqrt{\frac{(60 \text{ м/c})^2}{(360 \text{ м})^2} + (10 \text{ м/c}^2)^2}}\right) \cdot 100\% = \\ &= \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right) \cdot 100\% = \frac{\sqrt{2} - 1}{2} \cdot 100\% \approx \\ &\approx 30\% \end{aligned}$$

$$\text{Ответ: } \delta = \frac{2-\sqrt{2}}{2} \cdot 100\% \approx 30\%; |u| = 180 \text{ м/c}$$



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

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
8 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!

Дано:

$$\sin \alpha = \frac{4}{5}$$

$$H = 45 \text{ м}$$

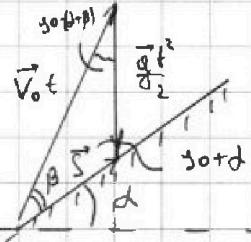
$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$1) V_0 = ?$$

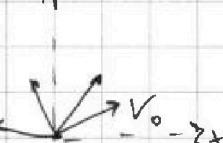
$$2) S_{\max} = ?$$



Задача №2.



1)



$$1) \quad V_0 \quad \text{на оси } x \text{ не изменяется} \\ \Rightarrow V_x = \text{const}, \text{ тогда}$$

$$2) \quad \vec{V}_0 t + \vec{\frac{g t^2}{2}} = \vec{S}$$

но т. силузет:

3) Следует вершины:

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

т. е. $H \rightarrow \max$, при $V_x = 0$, т. е.

вертикальный бросок

$$\Rightarrow V_0 = \sqrt{2 g H} = \sqrt{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 45 \text{ м}} = 30 \text{ м/с} \Rightarrow S = \frac{2 V_0^2 \sin \beta \cos(\alpha + \beta)}{g \cos^2 \alpha}$$

Найдем максимум:

$$S'(\beta) = \frac{2 V_0^2}{g \cos^2 \alpha} \left[\cos \beta \cos(\alpha + \beta) - \sin \beta \sin(\alpha + \beta) \right] = 0$$

$$3) \quad \tan \beta = \frac{1}{3} \Rightarrow \sin \beta = \frac{1}{\sqrt{10}}, \cos \beta = \frac{3}{\sqrt{10}}, \cos \alpha = \frac{3}{5}$$

$$\operatorname{ctg} \beta = \operatorname{tg}(\alpha + \beta) =$$

$$= \frac{\sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \operatorname{tg} \beta}{\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \operatorname{tg} \beta} = \\ = \frac{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta}{1 - \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta}$$

$$\operatorname{tg} \beta \operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg}^2 \beta = 1 - \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta$$

$$\operatorname{tg}^2 \beta + 2 \operatorname{tg} \beta \operatorname{tg} \alpha - 1 = 0$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{-\operatorname{tg} \alpha \pm \sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha + 1}}{1} =$$

$$= -\frac{4}{3} \pm \sqrt{\frac{16}{9} + 1} =$$

$$\text{Однако: } V_0 = \sqrt{2 g H} = 30 \text{ м/с};$$

$$S_{\max} = \frac{10}{3} H = 50 \text{ м.}$$

$$\begin{aligned} & \frac{S(\beta)}{S'(\beta) + \operatorname{arctg} \frac{1}{3}} \rightarrow \max \\ & \beta \end{aligned}$$

$$= -\frac{4}{3} \pm \frac{5}{3} = \frac{1}{3} \text{ или } -3$$

но сильнее

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 62

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:

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$\mu = \frac{m}{M} = 3$$

— масса воды
— масса лодки

1) $\sin \alpha$ - ?

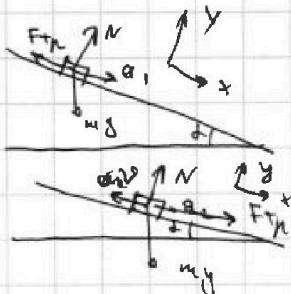
2) $S = ?$, $V = ?$

3) a - ?

4) μ - ?

Задача №3.

1) II з - Слайдка для лодки:



$$\text{Из: } mg \sin \alpha - F_{tr} = ma,$$

$$Oy: N = mg \cos \alpha$$

$$F_{tr} = \mu N$$

$$\Rightarrow a_1 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

$$\text{При: } O_x: mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = ma_2$$

2) По траектории:

$$a_1 = \frac{12-8}{1} \text{ м/с}^2 = 4 \text{ м/с}^2$$

$$a_2 = \frac{12-0}{2} \text{ м/с}^2 = 6 \text{ м/с}^2$$

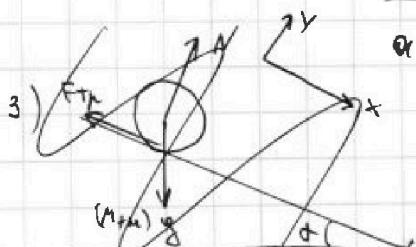
т. е. имеем: $\begin{cases} a_1 = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha \\ a_2 = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha \end{cases}$

$$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{(4+6)}{2 \cdot 10} \text{ м/с}^2 = \frac{1}{2}$$

$$a_1 + a_2 = 10 \text{ м/с}^2$$

$$\mu = \frac{g \sin \alpha - a_1}{g \cos \alpha} = \frac{5-4}{10 \cos \alpha} = \frac{1}{10 \cos \alpha}$$

но т. о движении центра масс:



$$O_x: (M+m)a \geq (M+m)g \sin \alpha - F_{tr} \quad (1)$$

$$Oy: N = (M+m)g \cos \alpha$$

откуда $a = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = 10 \text{ м/с}^2 \cdot \frac{1}{2} - \frac{1}{10 \cos \alpha} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cos \alpha :$

$$= 4 \text{ м/с}^2$$

4) Тогда $S = \frac{V_0}{2a} \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{2aS}{\mu}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 4 \cdot 14}{1}} = \frac{8 \sqrt{2} \text{ м/с}}{\mu}$

Представление на стр. №3



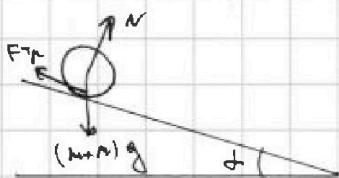
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 62

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!

Решение задачи №3.

5)



Из-за т.к. вода - идеальная жидкость (ночн.), то в замке она не будет вращаться, также её реакция действует на замок и проходит через центр массы
=> её момент относительно центра = 0

Тогда у нас вращательного движения есть угл. акс для замка:

- $I_c \cdot \dot{\theta} = F_{Tp} R$ - радиус сущности $I_c = m R^2$ (задача стояла)
3) $\Rightarrow I_c \cdot \dot{\theta} = (m+M) g \sin \alpha - F_{Tp}$
- Также из 3) имеем (1): $(m+M) \alpha = (m+M) g \sin \alpha - F_{Tp}$
- Для упрощения $\Rightarrow \alpha = \dot{\theta} R$ $(m+M) \frac{F_{Tp}}{m} = (m+M) g \sin \alpha - F_{Tp}$
- Тогда: $m R^2 \cdot \frac{\alpha}{R} = F_{Tp} R \Rightarrow F_{Tp} = \frac{(m+M) g \sin \alpha}{2m+M} \leq \mu N$
- $\frac{(m+M) m g \sin \alpha}{2m+M} \leq \mu (m+M) g \cos \alpha$
- $\frac{(m+M) n g \sin \alpha}{2n+M} \leq \mu (m+n) g \cos \alpha$
- T. e. $\boxed{\mu \geq \frac{\tan \alpha}{n+2}}$ $= \boxed{\frac{\sqrt{3}}{15}}$

Приб. $\tan \alpha = \frac{1}{2}$; $V = \sqrt{2 g (l \cos \alpha)} = \sqrt{2} l \sqrt{c}; \alpha = g \sin \alpha / \mu \cos \alpha =$
 $= 4 \pi l c^2; \mu \geq \frac{\tan \alpha}{n+2}$
 $\mu \geq \frac{\sqrt{3}}{15}$

6) из 4): $F_{Tp} = m \alpha$, если звук. доз прокаливания
 $\Rightarrow (m+M) \alpha = (m+M) g \sin \alpha - m \alpha$
 $\alpha = \frac{(m+M) g \sin \alpha}{2m+M} = \frac{(n+1) g \sin \alpha}{(2+n)} = \boxed{4 \pi l c^2}$

7) $S = \frac{V^2}{2 \alpha} \Rightarrow V = \sqrt{2 \alpha S} = \boxed{\sqrt{2} l \sqrt{c}}$

Приб.: $\sin \alpha = \frac{1}{2}; V = \sqrt{2} \frac{(n+1) g \sin \alpha}{n+2} S = 2 \sqrt{2} l \sqrt{c}; \alpha = \frac{(n+1) g \sin \alpha}{n+2} = 4 \pi l c^2; \mu \geq \frac{\tan \alpha}{n+2} = \boxed{\frac{\sqrt{3}}{15}}$

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.

СТРАНИЦА
14 из 14

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:

$$Q = 360 \text{ Дж}$$

$$\Delta T_1: V = \text{const}$$

$$\Delta T_2: P = \text{const}$$

$$\Delta T_1 = 48 \text{ К}$$

$$\Delta T_2 = 30 \text{ К}$$

$$1) A_p - ? \sim 6 \text{ изobarии.}$$

$$2) C_V - ? \text{ изодария. : } Q = V_\Gamma C_{V_1} \Delta T_1 + V_K C_{V_2} \Delta T_2,$$

$$3) \frac{N_\Gamma}{N_K} - ?$$

Задача №4

$$Q = V_\Gamma C_{V_1} \Delta T_1 + V_K C_{V_2} \Delta T_2,$$

$$C_{V_1} = \frac{3}{2} R; C_{V_2} = \frac{5}{2} R$$

$$\text{Откуда } V_\Gamma \cdot \frac{3}{2} R \Delta T_1 + V_K \cdot \frac{5}{2} R \Delta T_2 = V_\Gamma \cdot \frac{3}{2} R \Delta T_2 + V_K \cdot \frac{7}{2} R \Delta T_2$$

$$V_\Gamma (3 \Delta T_1 - 5 \Delta T_2) = V_K (7 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1)$$

$$\frac{N_\Gamma}{N_K} = \frac{N_\Gamma}{N_A} \cdot \frac{N_A}{N_K} = \frac{V_\Gamma}{V_K} = \frac{7 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1}{3 \Delta T_1 - 5 \Delta T_2} = \frac{7 - 5 \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}}{3 \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} - 5} = \frac{7 - 5 \cdot 1,6}{3 \cdot 1,6 - 5} =$$

$$= \frac{-1}{-0,2} = \boxed{5}$$

$$2) C_{V_{\text{изобарии}}} \Delta T_1 = Q \Rightarrow C_{V_{\text{изобарии}}} = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{360 \text{ Дж}}{48 \text{ К}} = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

3) Для изодарии. 2-ое модель термодинамики:

$$Q = \frac{3}{2} V_\Gamma R \Delta T_2 + \frac{5}{2} V_K R \Delta T_2 + \underbrace{A_\Gamma + A_K}_{P \Delta V = (V_\Gamma + V_K) R \Delta T_2 \equiv A_p}$$

$$\frac{3}{2} V_\Gamma + \frac{5}{2}$$

$$P \Delta V = (V_\Gamma + V_K) R \Delta T_2 \equiv A_p$$

для изотермии:

$$Q = \frac{3}{2} V_\Gamma R \Delta T_1 + \frac{5}{2} V_K R \Delta T_1$$

$$\Rightarrow \left(\frac{3}{2} V_\Gamma + \frac{5}{2} V_K \right) R = \frac{Q}{\Delta T_1}$$

$$\text{т. е. имеем: } Q = \frac{Q}{\Delta T_1} \Delta T_2 + A_p$$

$$A_p = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = 360 \text{ Дж} \left(1 - \frac{5}{8} \right) = \underline{\underline{360 \text{ Дж}}}$$

$$\boxed{\text{Oberi}}: A_p = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = 360 \text{ Дж}; C_V = \frac{Q}{\Delta T_1} = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}; \frac{N_\Gamma}{N_K} = \frac{7 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1}{3 \Delta T_1 - 5 \Delta T_2} = 5.$$



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

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!

Дано:

$$j = \frac{q}{R} > 0$$

$$d, \frac{d}{8}$$

V_0, R - радиус кривизны

1) U ?

2) V ?

Задача №5.

1) по Уз. Использован:

$$q E = m \alpha_n = m \frac{V_0^2}{R}$$

$$j E = \frac{V_0^2}{R}, \text{ для конденсатора:}$$

$$U = E d$$

$$\Rightarrow j U = \frac{V_0^2 d}{R}$$

$$U = \frac{V_0^2 d}{j R}$$

путь потенциала
прямой сближки и, начи 0 , тогда

$$U - \varphi_0 = E \frac{d}{8} = \frac{U}{8} \Rightarrow \varphi_0 = \frac{7U}{8}$$

$$U - \varphi_1 = E \frac{d}{2} = \frac{U}{2} \Rightarrow \varphi_1 = \frac{U}{2}$$

Тогда по з. сохр. энергии:

$$\frac{m V_0^2}{2} + \varphi_0 q = \frac{m V^2}{2} + \varphi_1 q$$

$$V_0^2 + (\varphi_0 - \varphi_1) \cdot \frac{2q}{m} = V^2$$

$$V^2 = V_0^2 + \left(\frac{7U}{8} - \frac{U}{2} \right) \cdot 2j = V_0^2 + \frac{3}{4} j \cdot \frac{V_0^2 d}{j R} = V_0^2 + \frac{3}{4} V_0^2 \frac{d}{R}$$

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

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

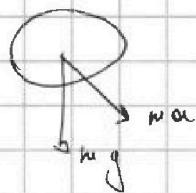
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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

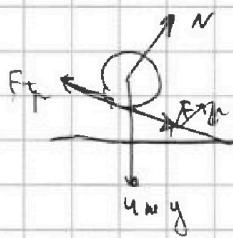
СТРАНИЦА
ИЗ

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!



$$F = \frac{mv^2}{R}$$

$$a = \frac{v^2}{R} = \frac{v^2}{\frac{R}{\sin \alpha}} = \frac{v^2}{R} \cdot \frac{1}{\cos \alpha} = \frac{g \sin \alpha}{\cos \alpha} = g \tan \alpha$$



$$a = \frac{v^2}{R}$$

$$m g \sin \alpha - F_{T_N} = m a$$

$$I_C \frac{d\theta}{dt} = F_{T_N} R$$

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

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

$$a = g \left(\frac{1}{2} - \frac{\mu}{2} \tan \alpha \right) = \frac{2}{5} g$$

$$\frac{v^2}{R} = g \quad v = \sqrt{g R} = \sqrt{\frac{5}{4} g} = \frac{1}{2} \sqrt{10} g$$

$$m g \sin \alpha - F_{T_N} = m a$$

$$m g \sin \alpha - F_{T_N} = m \cdot \frac{F_{T_N}}{m} = F_{T_N}$$

$$I_C \frac{a}{R} = F_{T_N} R$$

$$\frac{I_C a}{m R^2} = \frac{m a}{F_{T_N}}$$

$$\frac{1}{5} m g \sin \alpha = F_{T_N}$$

$$\frac{1}{5} m g \sin \alpha \leq \mu m g \cos \alpha$$

$$\mu \geq \frac{6 \cdot \frac{1}{5}}{5} = \frac{\sqrt{3}}{15}$$



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!

Продолжение задания №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.

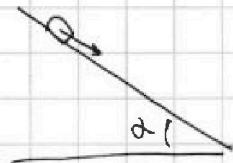


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

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!

sin d - ?



$$mg \sin d - \mu mg \cos d = m \frac{dv}{dt} \equiv \ddot{x}$$

$$g \sin d - \mu g \cos d =$$

$$+ \begin{cases} \sin d - \mu \cos d = 0,4 \\ \sin d + \mu \cos d = 0,6 \end{cases}$$

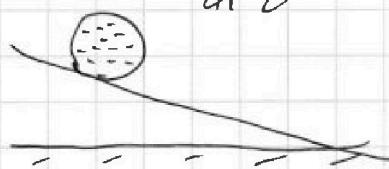
$$\alpha_1 = \frac{4 \mu / c}{c} = 4 \mu / c^2$$

$$a_2 = g \sin d + \mu g \cos d$$

$$0,6 = \sin d + \mu \cos d$$

$$F_T = m a$$

$$\frac{m}{m} = 3 = k$$

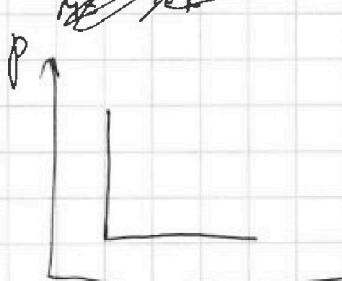


$$W = \frac{I_c \omega^2}{2} + \frac{m V_c^2}{2}$$

$$I_c = m R^2$$

$$\begin{aligned} & q_m g S \sin d - \mu m g S \cos d = \\ & = \frac{4 m V^2}{2} + \frac{m V^2}{2} \times R \omega g \end{aligned}$$

$$2 g S - 0,4 g S =$$



✓ 4.

$$V = \text{const}: Q, \Delta T, \sqrt{\frac{m \cdot L}{5} \cdot \frac{2}{5} g S} =$$

$$P = \text{const}: Q, \Delta T, = \frac{4}{5} \sqrt{g S}$$

$$1) A_p ? \quad 3) \frac{N_f}{N_i} ?$$

$$2) C_V ?$$

$$A_p = p_a V = \frac{Q}{5} =$$

$$1) Q = P \Delta V + \frac{5}{2} P \Delta V + \frac{3}{2} P \Delta V = 5 P \Delta V = 192 \text{Дж} ?$$

$$Q = C_V \Delta T, \quad C_V = \frac{360}{48} = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \quad C_{V,1} = \frac{3}{2} V_1 R \Delta T_1 + \frac{5}{2} V_2 R \Delta T_2,$$

$$\frac{N_f}{N_i} = \frac{V_f}{V_i} \quad (u+M) a = (u+M) g \sin d - u a \\ (2u+M)a = (u+M) g \sin d$$

$$Q = \frac{3}{2} V_1 R \Delta T_1 + \frac{5}{2} V_2 R \Delta T_2$$

$$3) V_1 \Delta T_1 + 5 V_2 \Delta T_2 = 3 V_1 \Delta T_1 + 5 V_2 \Delta T_2$$

$$a_1 = \frac{(u+M) g \sin d}{2u+M} = \\ = \frac{2}{5} g$$

$$\frac{V_f}{V_i} = \frac{5(\Delta T_2 - \Delta T_1)}{3(\Delta T_1 - \Delta T_2)}$$

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.



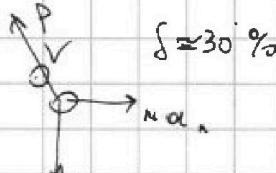
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

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!

Черновик

$$1) \delta = \frac{\mu g}{g} \cdot 100\% = ?$$



$$a_c = \frac{v^2}{R}$$

$$\vec{P} + \vec{mg} = \vec{ma}_c$$

$$P = \sqrt{(ma_c)^2 + (mg)^2} = m\sqrt{\frac{v^4}{R^2} + g^2}$$

1,450%

≈ 70

$$\delta = \frac{g}{\sqrt{\frac{v^4}{R^2} + g^2}} \cdot 100\% = \frac{10}{\sqrt{\frac{(3600)^2}{360^2} + 10^2}} \cdot 100 = 1080$$

$$= \frac{1000}{\sqrt{12 \cdot 10}} = \frac{100}{\sqrt{12}} = 50\sqrt{2} \approx 70\%$$

2) $\bar{u} - ?$

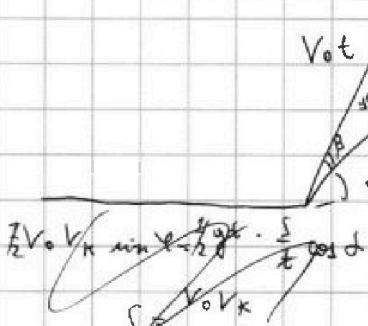
$$\omega_{\text{струн}} = \omega_1 = \omega_2 = \omega_0$$

$$\frac{u}{L-R} = \frac{V}{R} - \frac{V}{L-R} = \frac{VR - VL + VR}{R(L-R)} = \frac{V(2R-L)}{R(L-R)}$$

$$\omega_{\text{струн}} = \omega_1 = \omega_2$$

$$\frac{u}{L-R} = \frac{V}{L-R} - \frac{V}{R}$$

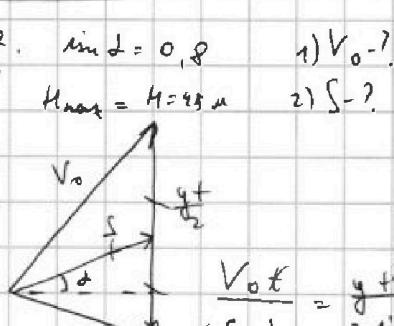
$$u = V \frac{2R-L}{R} = 80 \cdot \frac{720-180}{360} = -\frac{1080}{6} = -\frac{540}{3} = -180 \text{ м/c}$$



$$S(\beta) = \cos \beta \cos(\alpha + \beta) - \sin \beta \sin(\alpha + \beta) = 0$$

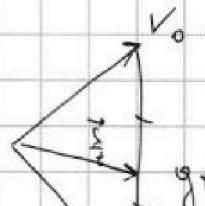
$$\tan \beta = \operatorname{ctg}(\alpha + \beta)$$

$$t = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha}$$



$$\frac{V_0 t}{\sin \alpha} = \frac{y + x}{2 \sin \alpha} = \frac{S}{\frac{1}{2} \cos^2 \alpha} = \frac{S}{\frac{1}{2} \cos^2(\alpha + \beta)}$$

$$S = \frac{2V_0^2 \sin \alpha \cos(\alpha + \beta)}{g \cos^2 \alpha}$$



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



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

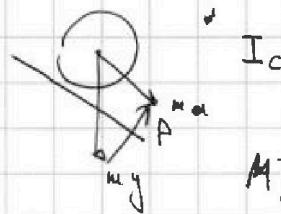
СТРАНИЦА
ИЗ

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!

$$\zeta = \frac{m}{\ell \cdot 2\pi R}$$



$$I_c = \sum m_i R_i^2$$



$$M_y + \vec{P} = M \vec{a}$$

$$I_c \frac{d\omega}{dt} =$$

$$m g S_{min} \alpha = \frac{m g \ell}{2} \frac{(m+n) \omega^2}{2} + I_c \frac{\omega^2}{2}$$

~~$$Q = \frac{5}{2} \nu_1 R_1 \Delta T_1 + \frac{3}{2} \nu_2 R_2 \Delta T_2$$~~

$$Q = \frac{5}{2} \nu_1 R_1 \Delta T_2 + \frac{3}{2} \nu_2 R_2 \Delta T_2$$

$$\frac{16}{30} = \frac{16}{10} = 1,6 = \frac{8}{5}$$

$$(7 \nu_1 + 5 \nu_2) \Delta T_2 = (5 \nu_1 + 3 \nu_2) \Delta T_1$$

$$\nu_1 (7 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1) = \nu_2 (3 \Delta T_1 - 5 \Delta T_2)$$

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{3 \Delta T_1 - 5 \Delta T_2}{7 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1} = \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} \frac{3 - 5}{7 - 5} = \frac{4,8 - 5}{7 - 5 \cdot 1,6} = \frac{-0,2}{-1} = 0,2$$

~~$$Q = \frac{5}{2} \nu_1 R_1 \Delta T_1 + \frac{3}{2} \nu_2 R_2 \Delta T_2$$~~

$$A = \nu_1 R_1 \Delta T_2 + \nu_2 R_2 \Delta T_2 = (\nu_1 + \nu_2) R_2 \Delta T_2 =$$

$$\frac{20}{4 R_1 \Delta T_1} = \frac{1}{3} + \nu_1 + 3 \nu_2 = 4 \nu_2 = \frac{6}{5} \nu_2 R_2 \Delta T_2$$

$$\tan \beta = \frac{1}{3} \quad \sqrt{10} \quad \frac{Q}{2 R_2 \Delta T_2} = \nu_2 \quad A = \frac{6}{5} R_2 \Delta T_2 \cdot \frac{Q}{2 R_2 \Delta T_2} = \frac{3}{5} \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} Q =$$

$$S = \frac{2 V_0^2 \cdot \frac{1}{50}}{g \cdot \left(\frac{3}{5}\right)^2} \cdot \left(C_v (8 \nu_1 + 6 \nu_2) \right) = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{3}{8} \cdot \frac{30}{16} \cdot \frac{5}{8} \cdot 360 =$$

$$\left(\frac{3}{5} \cdot \frac{3}{50} - \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{50} \right) = \frac{V_0^2}{g} \cdot \frac{50 \cdot \frac{1}{50}}{g} \cdot \frac{1}{5 \cdot 50} (9 - 4) = \frac{V_0^2 \cdot 50}{g^2} \cdot \frac{1}{5} \cdot 5 =$$

$$= \frac{50 \cdot 30^2}{g \cdot 10} = \frac{50 \cdot 100}{10} = \boxed{500 \text{ м}}$$

$$= \frac{50}{3} \frac{V_0^2}{g} =$$



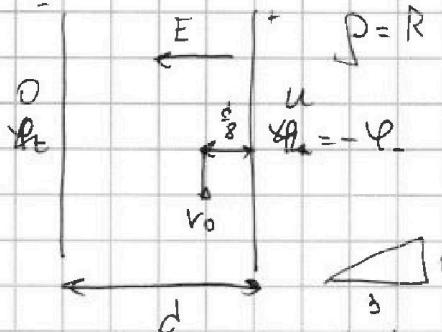
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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!

$$j = \frac{q}{m} > 0$$



$$1) u?$$

$$2) v?$$

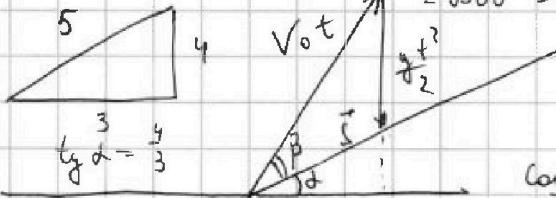
$$u - \varphi_0 = E \frac{d}{8}$$

$$\varphi_0 = ?$$

$$u - \varphi' = E \frac{d}{2}$$

$$mgH = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$v_0 = \sqrt{2gH} =$$



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{4}{3}$$

$$S'(t) =$$

$$-\frac{\cos \alpha g^2 \cos^2 \alpha \cdot 2 t}{4V_0 \sqrt{V_0^2 - g^2 \cos^2 \alpha + t^2}} - \frac{g \sin \alpha}{4V_0}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\frac{4}{3} + \operatorname{tg} \alpha}{1 - \frac{4}{3} \operatorname{tg} \alpha}$$

$$\frac{6}{2E_0}$$

$$\varphi_+ - \varphi_- = 4$$

$$2\varphi_+ = 4$$

$$\varphi_+ = \frac{u}{2}$$

$$u_j = \frac{V_0^2}{R} d \quad \varphi_+ - \varphi_0 = E \frac{d}{8} = \frac{u}{8}$$

$$u = \frac{V_0^2}{R} \frac{d}{j}$$

$$\frac{u}{2} - \varphi_0 = \frac{u}{8}$$

$$\varphi_0 = \frac{4u - u}{8} = \frac{3u}{8}$$

$$\varphi = \int E dx$$

$$q\varphi_0 + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$$

$$V = \sqrt{\frac{2V_0 q + V_0^2}{4m}} = \sqrt{\frac{3V_0 q + V_0^2}{4m}} =$$

$$= \sqrt{\frac{3q}{4p} \cdot \frac{V_0^2 d}{R j} + V_0^2} =$$

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

$$\cos \beta = \frac{\sqrt{4V_0^2 - g^2 \cos^2 \alpha + t^2}}{2V_0}$$

$$\sin \beta = \frac{g \cos \alpha t}{2V_0}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta$$

$$S = C \cdot 2\pi \frac{(V_0)}{g \cos^2 \alpha} \cdot \frac{g \cos \alpha}{2V_0} \cdot t \cdot \left[\frac{\cos \alpha}{2V_0} \sqrt{4V_0^2 - g^2 \cos^2 \alpha + t^2} - \frac{2 \sin \alpha \cos \alpha t}{2V_0} \right]$$

$$\operatorname{tg}(\alpha + \beta) = \frac{\sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta}{\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta} =$$

$$= \frac{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta}{1 - \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta} \quad \operatorname{tg}^2 \beta + \frac{2}{3} \operatorname{tg}^2 \beta - 1 = 0$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{-\frac{4}{3} \pm \sqrt{\frac{16}{9} + 1}}{1} =$$

$$= -\frac{1}{3} \pm \frac{5}{3} = \boxed{\frac{1}{3}} \quad -3$$