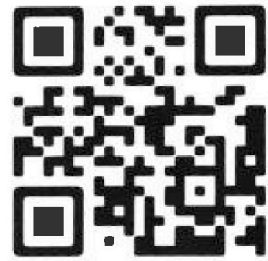




Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



. В изохорическом процессе к смеси идеальных газов гелия и кислорода подводят $Q = 960$ Дж теплоты. Температура смеси увеличивается на $\Delta T_1 = 48$ К. Если к той же смеси подвести то же самое количество теплоты в изобарическом процессе, то температура смеси повысится на $\Delta T_2 = 30$ К.

1. Найдите работу A смеси газов в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость C_V смеси в изохорическом процессе.
3. Найдите отношение $\frac{N_{\text{Г}}}{N_{\text{К}}}$ числа атомов гелия к числу молекул кислорода в смеси.

Указание: внутренняя энергия двухатомного газа кислорода $U = \frac{5}{2}PV$.

5. Частица с удельным зарядом $\gamma = \frac{q}{m} > 0$ движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен, расстояние между обкладками d . В некоторый момент частица движется со скоростью V_0 параллельно обкладкам на расстоянии $d/8$ от положительно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в этот момент времени равен R .

1. Найдите напряжение U на конденсаторе.

Через некоторое время после вылета из конденсатора частица пересекает серединную плоскость конденсатора (плоскость, равноудаленную от обкладок).

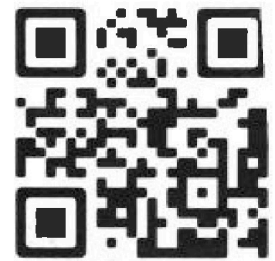
2. С какой по величине скоростью V движется в этот момент частица?



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

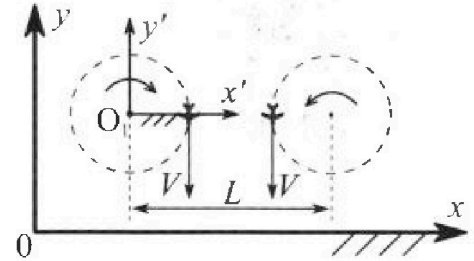
Вариант 10-03

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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.

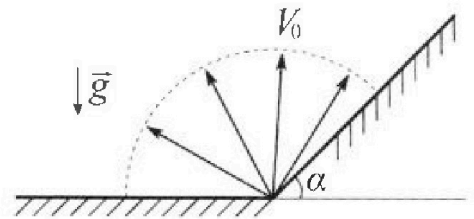
1. На сколько δ процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



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

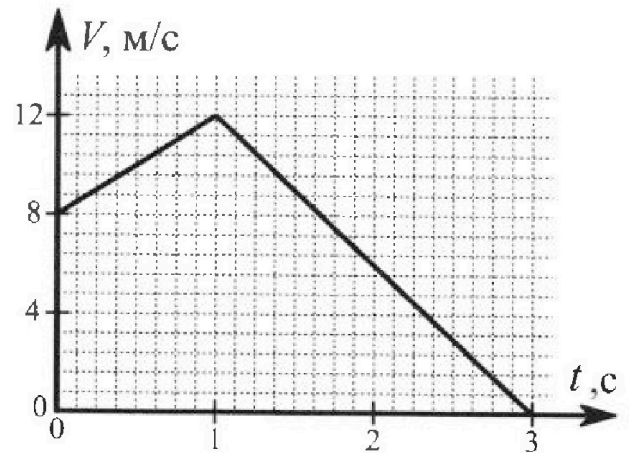
2. Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{U} .

2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол 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.



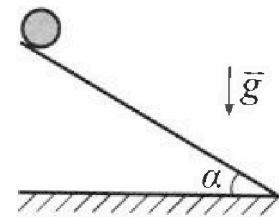
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

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?

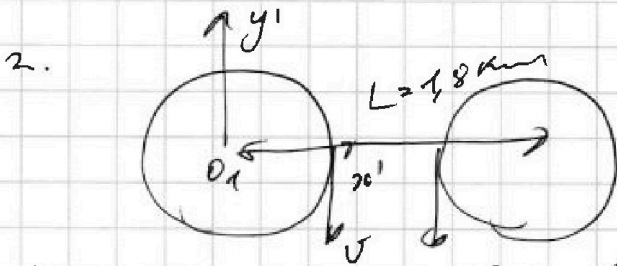


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

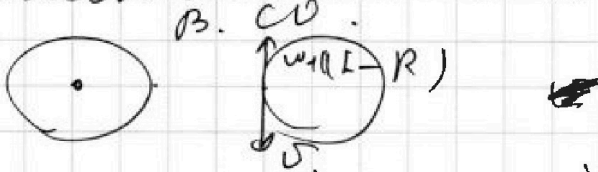


вокруг
оси

В СО левого все вращается в окружности

1, с $\omega_1 = \frac{v}{R}$ - угловая скорость вращения, при переходе в СО 1;

Дополнительная скорость = $\omega_1 \cdot (L - R)$,
т.к. самым быстрым движется на расстоянии $L - R$ от оср. 1.



$$u = v - \frac{v}{R} (L - R)$$

$$u = 2v - 5v = -3v \quad \text{— вправо}$$

$$u = 180 \text{ м/с}$$

направление:

Ответ: 180 м/с ; $\vec{g} \downarrow$

$\vec{u} \uparrow$ — параллельно \vec{g}
и противоположно
направлена ей

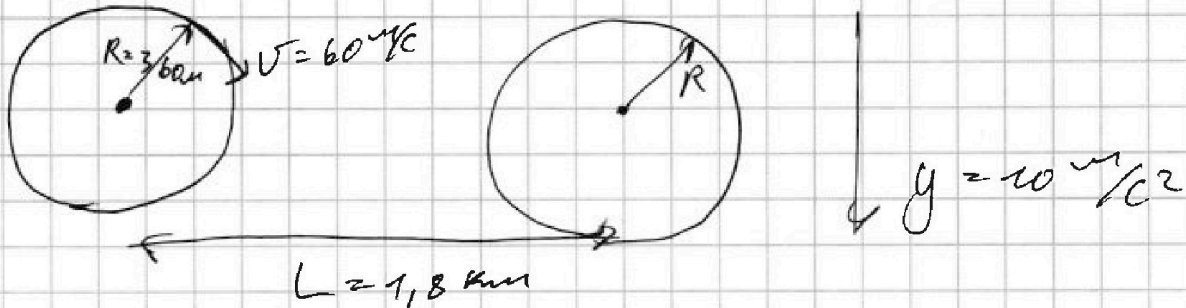


1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 2

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

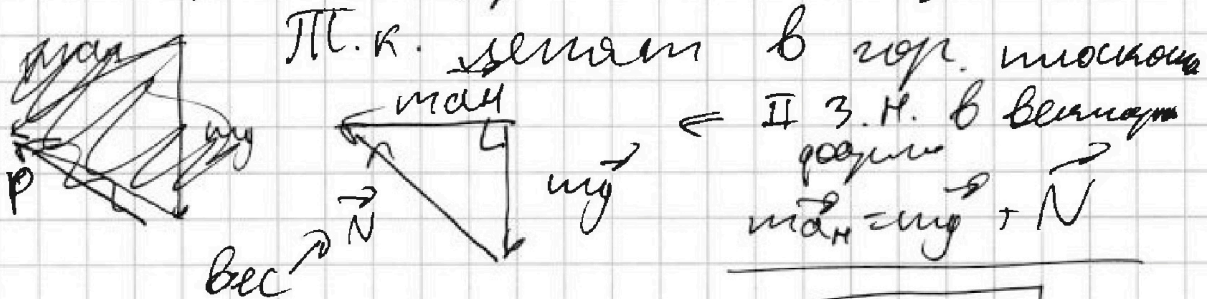
№1.



Веса сила с которой лёнчик действует на объект.

Пт.к движется по окр. с к.п.м. поэтому по тангенциальной компоненте ускорение $a_n = 0$, а нормальная

$a_n = \frac{v^2}{R} = 10 \frac{m}{s^2}$, и направлена к центру.



\Rightarrow по т. Пифагора $N = m \sqrt{a_n^2 + g^2}$

$\Rightarrow \frac{N}{mg} = \sqrt{\frac{a_n^2}{g^2} + 1} = \sqrt{2} \approx 1,41$

$\frac{mg}{N} = \frac{1}{\sqrt{2}}$ $\frac{\delta}{100} = 1 - \frac{mg}{N} = \frac{N - mg}{N} = \frac{1}{2}$

$\frac{\delta}{100} = \frac{(\sqrt{2} - 1)}{\sqrt{2}} \cdot 100 = \frac{2 - \sqrt{2}}{2} \approx 0,3$

$\delta \approx 30 \%$



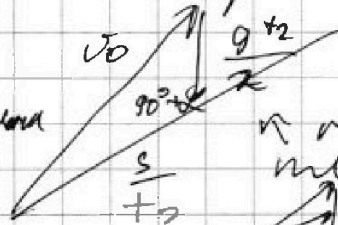
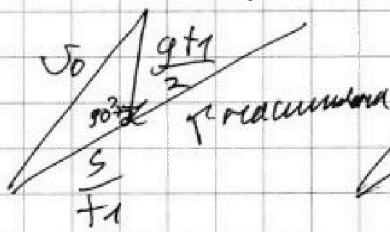
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

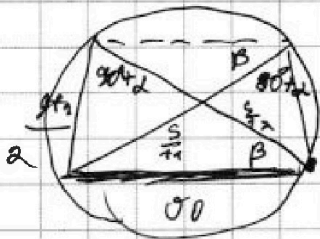
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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!

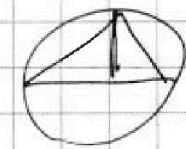
Рассмотрим 2 трапеции



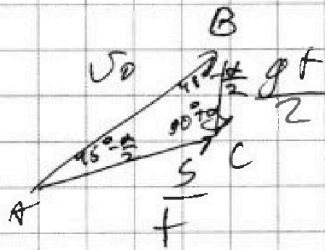
Вспомогательный Δ в окружности



максимум $gt/2$ между $gt/2$ и $S/(1+t)$ при максимуме $gt/2$ высоты $\Rightarrow \Delta$ равнобедренный



$$\Rightarrow \frac{S}{1+t} = \frac{gt}{2}$$



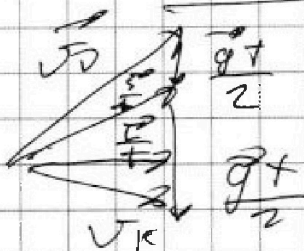
ΔABC :

$$\frac{gt/2}{\cos(45^\circ - \frac{\alpha}{2})} = \frac{S}{1+t} = gt$$

$$\Rightarrow t = \frac{gt}{g \cos(45^\circ - \frac{\alpha}{2})} \Rightarrow S = \frac{gt^2}{2g(\cos^2(45^\circ - \frac{\alpha}{2}))}$$

$$\Rightarrow S = \frac{gt^2}{g(1 + \sin \alpha)} = 50 \text{ м}$$

Ответ: 50 м



$$S_0 = \frac{Lg}{2} = \frac{gS \cos \alpha}{2 \cos^2 \frac{\alpha}{2}}$$

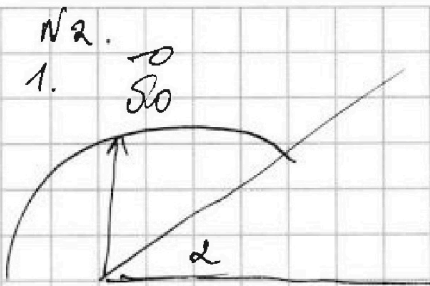
\Rightarrow чем больше α , тем больше перемещение.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 2

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



$$\sin(\alpha) = 0,8$$

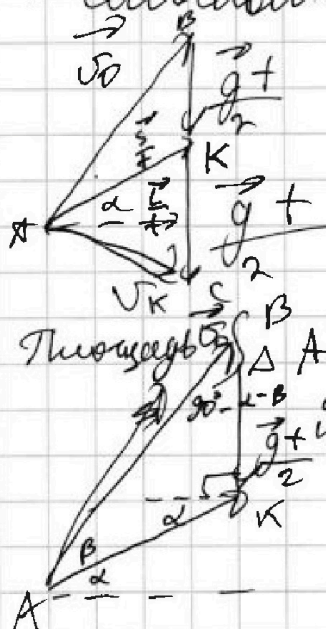
$$H = 45 \text{ м.}$$

1) Найдем v_0 . Максимальная H достигается при вертикальной проекции, т.к. мы же проекция скорости на вертикаль $v_y = v_0 \sin(\beta)$

v_0 угол между скоростью и горизонталью.
↑ горизонталь $\sin(\beta)_{\text{макс}} = 1 \Rightarrow$ вертикаль

$$\text{ЗСЭ: } \frac{m v_0^2}{2} = mgH \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gH} = \boxed{30 \text{ м/с}}$$

2. Составим треугольник скоростей.



1) $\vec{v}_0 + \vec{g}t = \vec{v}_K$ - равноук. движение
 $\frac{v}{t} = v_0 + \frac{g^2 t^2}{2}$

$\vec{v}_K = v_0 + g t \Rightarrow$ вектор перемещений медиана в Δ .

Тригонометрия $\Delta ABC = Lg = 2S_{ABK}$ м.к. AK - медиана (длина AK из Т. синусов).
↑ скорость в какой то момент времени $\vec{g} + v_0$ горизонталь

$$S_{ABK} = \frac{1}{2} v_0^2 \frac{\sin(\beta) \sin(90^\circ - \alpha - \beta)}{\sin(90^\circ + \alpha)}$$

из точки $K = BK \sin(90^\circ - \alpha - \beta)$

$$S_{ABK} = \frac{1}{2} v_0^2 \frac{\sin(\beta) \cos(\alpha + \beta)}{\cos(\alpha)}$$

$$S_{ABK} = \frac{1}{2} v_0^2 \frac{\sin(\beta) (\cos(\alpha) \cos(\beta) - \sin(\alpha) \sin(\beta))}{\cos(\alpha)}$$

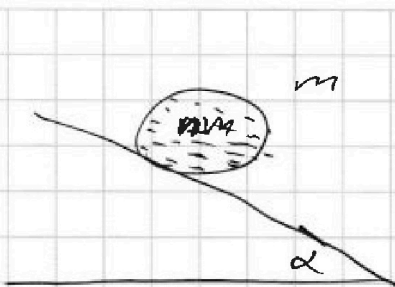


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

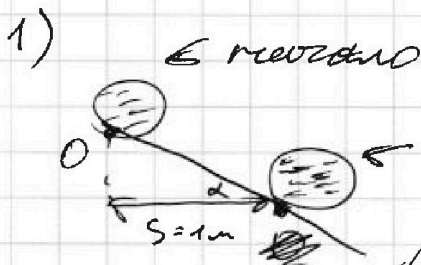
СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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!



масса бочки - m
масса воды - $\frac{n}{2}m$
Ц.м. в центре тяжести идеальной
по кандалу ~~связи~~ связи
жидкости движется так
как и его центр масс.

Ц.м. не в кан. связи



Ц.м. бочки движется
без проскальзывания
по равной силе
трения $\neq 0$.

изменение кан. связи

ЗСЭ: $m(n+1)g \sin \alpha S = K \leftarrow$ кин. энергия.

Поставим момент инерции для
молки O, однородного цилиндрического
цилиндра. R - радиус цилиндра, C - центр цилиндра.

$I_C = m R^2$

По теореме Гюйгенса момент инерции:

$I_O = I_C + m R^2 = 2m R^2$

$\Rightarrow K = \frac{nmv^2}{2} + \frac{I_C \omega^2}{2}$

$v = \omega R$, м.к. без прос.

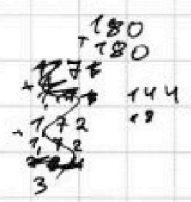
$K = \frac{nmv^2}{2} + m v^2$

\Rightarrow подставим в ЗСЭ:

$(n+1)g \sin \alpha S = \frac{nmv^2}{2} + v^2$

$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{(n+1)g \sin \alpha S}{\frac{n}{2} + 1}} \approx \sqrt{\frac{40 \sqrt{3}}{7.5}} \approx 3 \text{ м/с}$

$\approx \sqrt{\frac{69}{7.5}} \approx \sqrt{\frac{680}{75}} \approx \sqrt{9} \approx 3 \text{ м/с}$





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!

3) Чтобы найти умеренные гидродинамические ЗСФ:

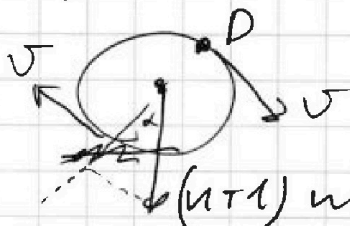
$$(n+1)g \sin \alpha \frac{dS}{dt} = 2\sigma a \left(\frac{n}{2} + 1 \right)$$

$$(n+1)g \sin \alpha \nu = 2\sigma a \left(\frac{n}{2} + 1 \right)$$

$$\Rightarrow a = \frac{\sin \alpha \nu g (n+1)}{n+2}$$

$$a = \frac{5 \cdot 4 \text{ м/с}^2}{5} = 4 \text{ м/с}^2$$

4) В СО центр масс точки.



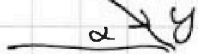
Заменим уравнение мом отн. точки D.

В кривизне сферы, на точку действует сила трения скольжения

$$F_{\text{тр}} = \mu \left[(n+1)mg \cos \alpha \right] \leftarrow \text{сила трения}$$

и проекция силы тяжести

$$N = (n+1)mg \cos \alpha \quad F_{\text{тр}} = (n+1)mg \sin \alpha$$



Тр. мом: \leftarrow радиус сферы

$$(n+1)mg \sin \alpha R = 2\mu (n+1)mg \cos \alpha R$$

$$\Rightarrow \mu_{\text{кр}} = \frac{g \sin \alpha}{2g \cos \alpha} = \frac{\sqrt{3}}{6} \approx 0,288$$

$$\Rightarrow \mu > 0,28$$

$$\text{ответ: } \sin \alpha = \frac{1}{2}; \nu \approx 3 \text{ м/с}; a \approx 4 \text{ м/с}^2; \mu > 0,28$$

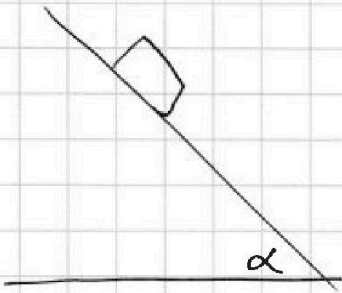


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

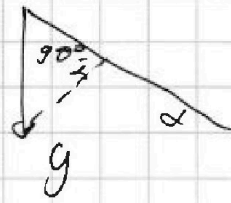
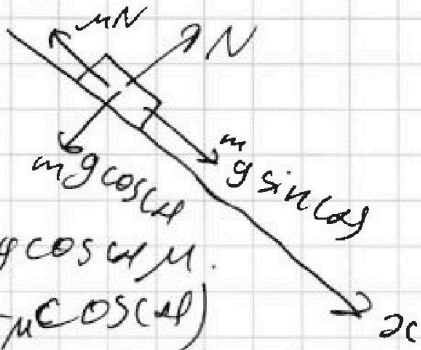
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 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!



1) Рассмотрим силы действ. на маляду движ. вниз.



II З.Н. по ось y:

$$ma = mgsin\alpha - mgcos\alpha\mu$$

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

Зависимость скорости

$$v = v_0 + a_1 t \Rightarrow \text{условий кождо ударения}$$

2) При движении вверх

$$\Rightarrow v = v_0$$



II. З.Н. по ось y1:

$$ma_2 = -(mg\sin\alpha + mg\mu\cos\alpha)$$

$$v = v_0 + a_2 t \leftarrow \text{аналогично } a - \text{условий}$$

2) В точке излома маляда ударившись с этой грани,

от упор

$$K_1 = 4 \text{ м/с}^2$$

$$K_2 = -6 \text{ м/с}^2$$

$K_1 \neq K_2$ ↑ движение вверх

↑ ускорение вниз

$$K_1 = a_1 = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$$

$$K_2 = -g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$$

$$\Rightarrow K_1 - K_2 = 2g\sin\alpha$$

$$\Rightarrow \sin\alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 30^\circ$$

☺



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!

$$v_0 = \left(\frac{Q}{\Delta T_1} - c_{v1} \nu_M \right) \frac{1}{c_{v2}}$$

$$v_0 = \left(20 - \frac{3}{2} \cdot 10 \right) \frac{2}{5R}$$

$$v_0 \approx \frac{2}{8,31} \text{ моль} = 0,24 \text{ моль}$$

$$\Rightarrow \frac{N_2}{N_K} = \frac{\nu_M}{v_0} = \frac{10}{2} = 5$$

2) $\pm 3 \text{ г}$ для изобара. $A = \int p dV = p \Delta V = \nu R \Delta T$

$$Q = \Delta U + A, \quad A = \Delta T_2 R (\nu_1 + \nu_0) = 3 \text{ Дж}$$

$$A = 30 - 12 = 360 \text{ Дж}$$

3) для изохорического процесса

$$Q = c_v \Delta T_1 = 3 \text{ Дж}$$

$$\Rightarrow c_v = \frac{960}{48} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

Ответ: 1) $A = 360 \text{ Дж}$. 2) $c_v = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$

$$3) \frac{N_2}{N_K} = 5$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 2

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

$Q = 960 \text{ Дж}$ - смесь гелия и кислорода.

$$\Delta T_1 = 48 \text{ К}$$

$$\Delta T_2 = 30 \text{ К}$$

↑ изохорный

↑ изобарный.

$$C_{V1} = \frac{3}{2} R \quad C_{P1} = \frac{5}{2} R$$

$$C_{V2} = \frac{5}{2} R \quad C_{P2} = \frac{7}{2} R$$

1) Не гелий. Пусть гелий - ν_H молей
кислорода - ν_O молей

≠ $\neq 3 T$ для изохорического процесса.

$$1. Q = (C_{V1} \nu_H + C_{V2} \nu_O) \Delta T_1.$$

$\neq 3 T$ для изобары:

$$2. Q = (C_{P1} \nu_H + C_{P2} \nu_O) \Delta T_2.$$

$$\text{Из 1. } \nu_O = \left(\frac{Q}{\Delta T_1} - C_{V1} \nu_H \right) \frac{1}{C_{V2}}$$

$$\text{Подст 2: } Q = \frac{Q}{\Delta T_2} C_{P1} \nu_H + \frac{C_{P2}}{C_{V2}} \left(\frac{Q}{\Delta T_1} \right) - \frac{C_{P2}}{C_{V2}} \nu_H C_{V1}.$$

$$\frac{Q}{\Delta T_2} - \frac{C_{P2}}{C_{V2}} \frac{Q}{\Delta T_1} = \nu_H \left(C_{P1} - \frac{C_{P2}}{C_{V2}} C_{V1} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{960}{30} \nu_H = \frac{Q \left(\frac{1}{\Delta T_2} - \frac{C_{P2}}{C_{V2} \Delta T_1} \right)}{C_{P1} - \frac{C_{P2}}{C_{V2}} C_{V1}}$$

$$\nu_H = 960 \left(\frac{1}{30} - \frac{7}{48 \cdot 5} \right) \text{ моль}$$

$$\left(\frac{5}{2} - \frac{7}{5} \cdot \frac{3}{2} \right) \cdot 8,31$$

$$\nu_H = \frac{960 \left(\frac{1}{30} - \frac{7}{240} \right) \cdot 48,16}{\left(5 - \frac{21}{5} \right) 8,31}$$

$$\nu_H = \frac{960 (32 - 28) \cdot 2 \cdot 5}{4 \cdot 8,31} = \frac{10}{9,31} \text{ моль} \approx 1,2 \text{ моль}$$

1000	831
- 931	
1690	1,8

6
 $(10 \cdot \frac{3}{2} + 2 \cdot \frac{5}{2}) \cdot 48$
 $20 \cdot 48 = 960$

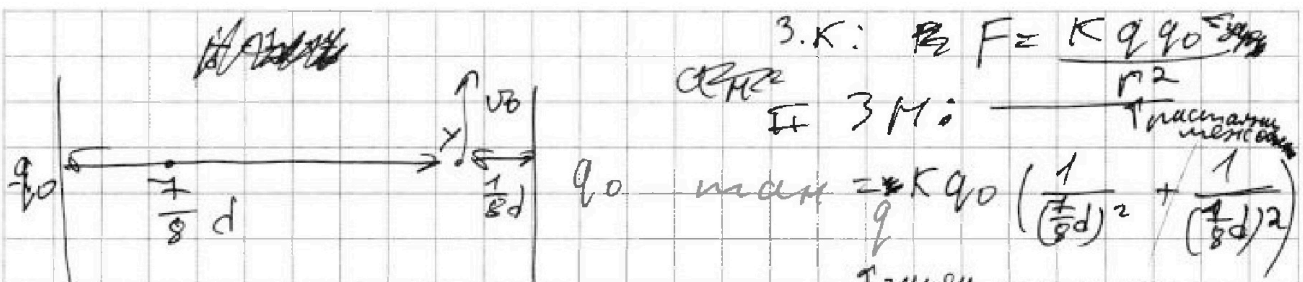


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



3. К: $F = \frac{Kq_0q_0}{r^2}$
 И 3 М: $\frac{1}{(\frac{7}{8}d)^2} + \frac{1}{(\frac{1}{8}d)^2}$
 заряды соизмеримы.

$$\Rightarrow \frac{v_0^2}{R} = \frac{Kq_0^2}{d^2} \left(1 + \frac{1}{7^2}\right)$$

Работа которую нужно совершить - изменить пот. энергию.

$$dA = \frac{Kq_0^2}{r^2} dr = -Kq_0^2 \frac{1}{r}$$

$$\Rightarrow A = 2Kq_0^2 \left(\frac{1}{d}\right), \text{ м.к. где } q_0 = \frac{v_0^2}{R} \frac{d^2}{K \left(1 + \frac{1}{7^2}\right)}$$

$$U = \frac{A}{q} = \frac{2Kq_0}{d} \approx \frac{2Kq_0}{d} \text{ из (1) } \left(q_0 = \frac{v_0^2}{R} \frac{d^2}{K \left(1 + \frac{1}{7^2}\right)} \right)$$

$$\Rightarrow U = \frac{2 v_0^2 d}{R \left(8^2 + \frac{8^2}{7^2}\right)} \approx \frac{v_0^2 d}{32R} \frac{1}{\left(1 + \frac{1}{7^2}\right)}$$

2) 3. К:

$$\frac{m}{2}(v^2 - v_0^2) = Kq_0^2 \left(\frac{8}{9d} - \frac{2}{4d}\right) + \frac{Kq_0^2}{d} \left(2 - \frac{8}{7}\right)$$

$$\frac{m}{2}(v^2 - v_0^2) = \frac{Kq_0^2}{d} \left(\frac{48}{7}\right)$$

Сравним:
 $U \approx \frac{v_0^2 d}{32R}$

$$v = \sqrt{v_0^2 + \frac{2 \cdot 96}{7} \frac{v_0^2 d}{R \cdot 8^2 \left(1 + \frac{1}{7^2}\right)}}$$

$$v = v_0 \sqrt{1 + 0.21 \frac{d}{R}}$$

$$v = v_0 \sqrt{1 + \frac{12d}{R \cdot 8 \left(7 + \frac{1}{7}\right)}}$$

$$v = v_0 \sqrt{1 + \frac{21d}{R \cdot 100}}$$

$$v = v_0 \left(1 + 0.21 \frac{d}{R}\right)$$



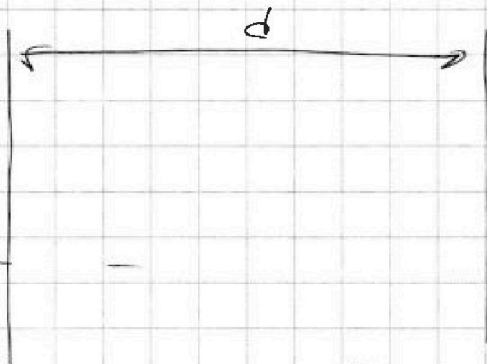
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

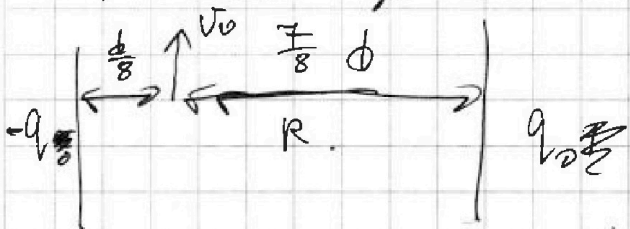
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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

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



из неподвижный момент.



~~→ вычисляем $E = \frac{1}{2} m v_0^2$ для вып. от намотки в точке касания кака и у каньца с радиусом, равным рас. r_0 и у нас выходящий угол α мал, что радиусы прилегают на концы намотки.~~

$$dE = K \frac{h \sin \alpha dh}{(h \cos \alpha)^2} = \frac{K \lambda dx}{h \sin \alpha}$$

Нормальное ускорение:

$$a_n = \frac{v_0^2}{R}$$

$U = U_1 - U_2$ - разность потенциалов в радиусе. - на конденсаторе.

$U = \frac{A \sigma}{\epsilon_0}$ - в радиусе r на конденсаторе
 \Rightarrow q заряду зашива
 ПР. у конд размеры конд, длина обкладок $\ll d \Rightarrow$



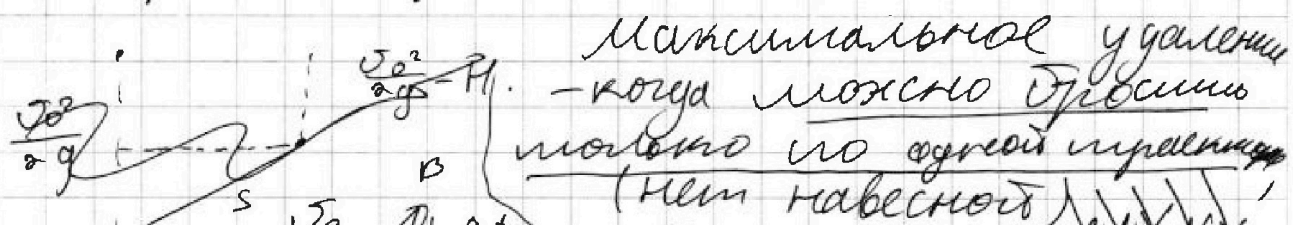
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

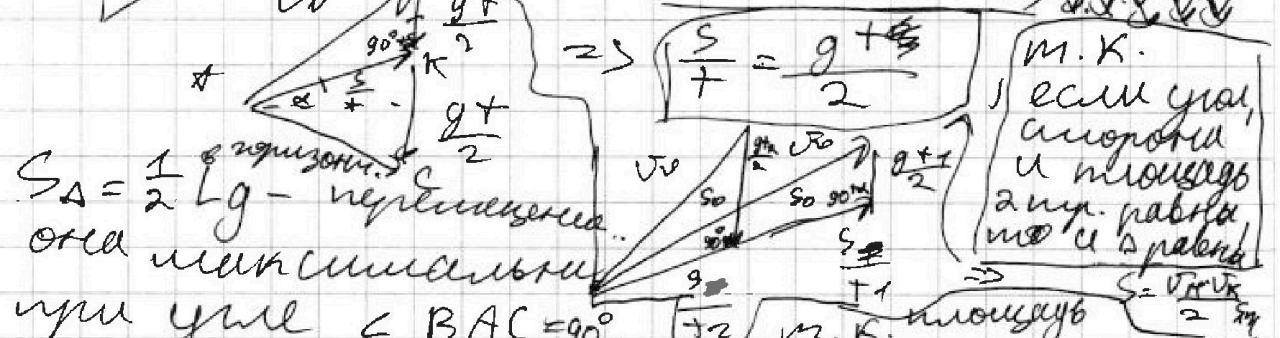
СТРАНИЦА
из

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!

1) Уровень полной механической энергии сохраняется



Максимальное удаление — когда можно бросить мячик по одной прямой (нет навесной)



$S_{\Delta} = \frac{1}{2} L g - \text{перпендикуляр}$
отсюда максимумы при угле $\angle BAC = 90^\circ$

$\Rightarrow \frac{S}{t} = \frac{g+t}{2}$
м.к. если угол и площадь 2-х тр. равны, то и стороны

\Rightarrow медиана = половине стороны к которой

$\Rightarrow \frac{S}{t} = \frac{g+t}{2}$

$\Rightarrow AABK - \text{р/д}$

$\angle KAB = \angle KBA = 45^\circ - \frac{\alpha}{2}$

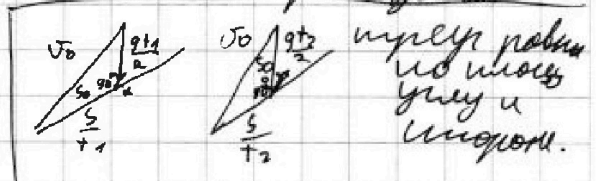
$\Rightarrow \frac{v_0 \cos(45^\circ - \frac{\alpha}{2})}{\cos(45^\circ - \frac{\alpha}{2})} = \frac{2S}{t} = g+t$

$\Rightarrow t = \frac{v_0}{g \cos(45^\circ - \frac{\alpha}{2})} \Rightarrow S = \frac{v_0^2}{2 \cos^2(45^\circ - \frac{\alpha}{2})} g$

$S = \frac{v_0^2}{g} \left(\frac{1}{(\cos(\frac{\alpha}{2}) + \sin(\frac{\alpha}{2}))^2} \right)$

$S = \frac{v_0^2}{g} \frac{1}{1 + \sin(\alpha)} = \frac{v_0^2}{g(1 + \sin(\alpha))} = 50 \text{ м}$

ответ: $S = 50 \text{ м}$



узел равен по модулю углу и скорости



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!

$$S_{ABK} = \frac{1}{2} v_0^2 \left(\frac{\sin(2\beta)}{2} - \text{tg}(\alpha) \sin^2(\beta) \right)$$

Возьмем производную.

$$\frac{dS_{ABK}}{d\beta} = \frac{1}{2} v_0^2 \left(\cos(2\beta) - 2 \text{tg}(\alpha) \cos(\beta) \right) = 0,$$

и.к. можем эквивалентно.

$$2 \text{tg}(\alpha) \cos(\beta) = \cos(2\beta) \Rightarrow 2 \cos^2(\beta) - 1$$

$$2 \cos^2(\beta) - 2 \text{tg}(\alpha) \cos(\beta) - 1 = 0$$

$$\cos(\beta) = \frac{2 \text{tg}(\alpha) \pm \sqrt{4 \text{tg}^2(\alpha) + 8}}{4}$$

$$\cos(\beta) = \frac{\text{tg}(\alpha)}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\text{tg}(\alpha)}{2}\right)^2 + \frac{1}{2}}$$

$$\sin(\alpha) = 0,8$$

$$\cos^2(\alpha) + \sin^2(\alpha) = 1$$

$$\Rightarrow \cos(\alpha) = 0,6$$

$$\Rightarrow \text{tg}(\alpha) = \frac{4}{3}$$

$$\cos(\beta) = \frac{2}{3} \pm \sqrt{\frac{4}{9} + \frac{1}{2}}$$

$$\cos(\beta) = \frac{2}{3} \pm \sqrt{\frac{17}{18}}$$

максимум

проекции со скоростью

$$v_x = v_0 \cos(\beta)$$

$$v_y = v_0 \sin(\beta)$$

максимум ускорения:

$$a_x = -g \sin(\alpha)$$

$$a_y = -g \cos(\alpha)$$

Углы на оси скорости

когда проекция v_x перемещается по $y=0$.

Углы равны. движение по y .

$$1) v_y + \frac{a_y t^2}{2} = 0 \Rightarrow v_y = \frac{g \cos(\alpha) t}{2}$$

$$\Rightarrow t = \frac{2 v_0 \sin(\beta)}{g \cos(\alpha)}$$

2) углы равны. движение на ось x .

$$v_x + \frac{a_x t^2}{2} = S \quad S = \frac{2 v_0^2 \cos(\beta) \sin(\beta)}{g \cos(\alpha)} - \frac{g \sin(\alpha)}{2} \left(\frac{2 v_0 \sin(\beta)}{g \cos(\alpha)} \right)^2$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
_ 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!

$$S = \frac{2v_0^2 \cos(\alpha) \sin(\beta)}{g \cos(\alpha)} - \frac{2 \operatorname{tg}(\alpha) v_0^2 \sin^2(\beta)}{g \cos(\alpha)}$$

$$S = \frac{2v_0^2}{g \cos(\alpha)} (\cos(\beta) \sin(\beta) - \operatorname{tg}(\alpha) \sin^2(\beta))$$

$$\beta < 90^\circ - \alpha$$

$$S = \frac{2v_0^2}{g \cos(\alpha)} \left(\frac{\sin(2\beta)}{2} - \operatorname{tg}(\alpha) \sin^2(\beta) \right)$$

$$\frac{v_0^2}{g} \cdot S \approx 1,8$$

$$S = \frac{90}{1,8} = 50 \text{ м}$$

1) $\beta < 90^\circ - \alpha$, м.к. $\sin(\beta) = 0,8 > 0,4$,
 $\beta < 45^\circ \Rightarrow \sin(2\beta) > 2 \sin(\beta) \cos(\beta)$
 $\sin(2\beta), \sin(\beta)$ — возрастает.

$$\frac{dS}{d\beta} = \frac{2v_0^2}{g \cos(\alpha)} (\cos(2\beta) - 2 \operatorname{tg}(\alpha) \cos(\beta))$$

$$\frac{dS}{d\beta} = \frac{2v_0^2}{g \cos(\alpha)} (\cos^2(\beta) - 2 \operatorname{tg}(\alpha) \cos(\beta) - \sin^2(\beta)) = 0$$

$$\frac{dS}{d\beta} = 2 \cos^2(\beta) - 2 \operatorname{tg}(\alpha) \cos(\beta) - 1 = 0$$

$$\cos(\beta) = \frac{1}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{2}{3}\right)^2 + \frac{1}{2}}$$

~~Дифференциал параболы~~ ← максимум.

