



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

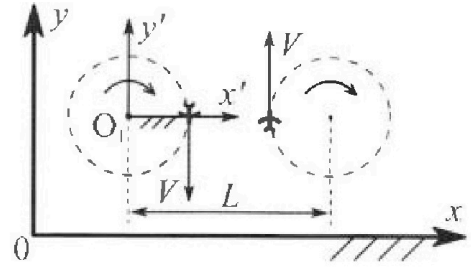
Вариант 10-01

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 $V = 80$ м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса $R=800$ м. Ускорение свободного падения $g=10$ м/с².

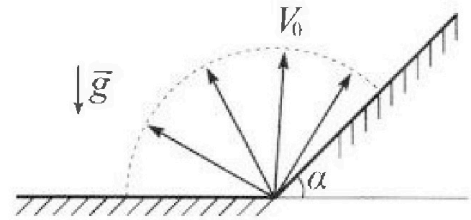
1. На сколько δ процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?



В некоторый момент времени сам олеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей $L=2$ 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 $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{U} .

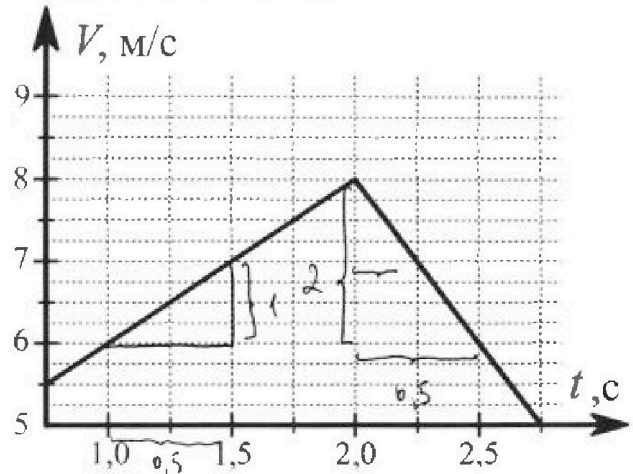
2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая продолжительность полета одного из осколков $T = 9$ с. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². 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?

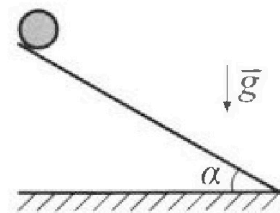
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

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 равна массе бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.

2. С какой по величине скоростью V движется бочка после перемещения по вертикали на $h=0,3$ м?
3. Найдите ускорение a , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента μ трения скольжения бочка катится без проскальзывания?





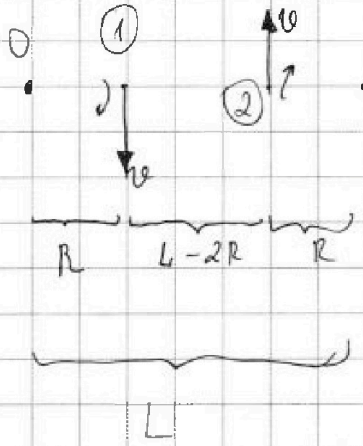
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

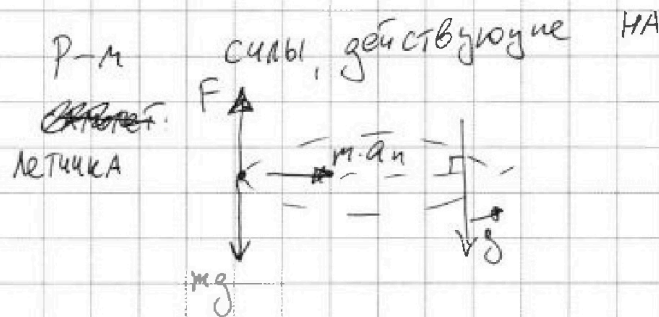
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N 1



$$R = 800 \text{ м}; v = 80 \frac{\text{м}}{\text{с}}, g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

1) $S = ?$ 2) $\vec{u} = ?$



$$P = m \cdot a_n = \frac{mv^2}{R}$$

$$F_T = mg$$

$$N = mg(1 + S) \quad N = P$$

$$P = mg(1 + S), \quad 1 + S = \frac{P}{mg}, \quad S = \frac{P}{mg} - 1$$

$$S = \frac{mv^2}{mgR} - 1 = \frac{v^2}{gR} - 1 = \frac{80 \cdot 80}{10 \cdot 800} - 1 = \frac{8}{10} - 1 = \frac{4}{5} - 1 = -0,2$$

чтобы перейти в СО (1) самолета воспользуемся ЗСС, только вместо $\vec{v}_{пер}$ будет скорость, с которой БЛ (2) движется вокруг О с ω . $\omega = \frac{v}{R}$. так же это можно доказать с помощью векторного произведения

$$\vec{v}_{осс} = \vec{v}_{осн} + \vec{v}_{пер}$$

$$\vec{v} = \vec{u} + [\vec{\omega}; \vec{L} - \vec{R}] = \vec{u} + \vec{v}_1 \cdot \left(\frac{L}{R} - 1\right); \quad |\vec{v}_1| = \frac{v}{R}$$

$$\vec{u} = \vec{v} - \vec{v}_1 \left(\frac{L-R}{R}\right) = \vec{v} + \vec{v} \left(\frac{L-R}{R}\right) = \vec{v}_1 \uparrow \downarrow \vec{v}$$

$$= \vec{v} + \frac{vL}{R} - \vec{v} = \frac{vL}{R} \quad \vec{u} = \vec{v} \frac{L}{R}, \quad \text{сокапавлен со скоростью}$$

$$u = 80 \cdot \frac{2000}{800} = \frac{2000}{10} = 200 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

ответ: $S = -0,2$; $\vec{u} \uparrow \vec{v}_2$; $|\vec{v}_2| = |\vec{v}|$; $u = 200 \frac{\text{м}}{\text{с}}$



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
4 из 4

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!

$$\vec{u} = \vec{v} - (\vec{v}_1 + \vec{v} \frac{L}{R} - \vec{v}) \quad |\vec{v}_1| = |\vec{v}| = v_1 \uparrow \vec{v}$$

$$= |\vec{v}|$$

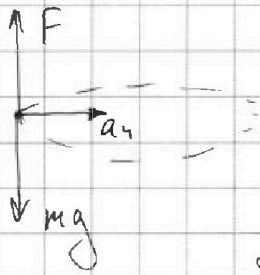
$$[\vec{v}_1; \vec{v}] = \vec{v} \frac{L}{R}$$

$$\vec{u} = \vec{v} - \vec{v}_1 - \vec{v} \cdot \frac{L}{R} + \vec{v} = 2\vec{v} + \vec{v} - \vec{v} \frac{L}{R} =$$

$$= 3\vec{v} - \vec{v} \frac{L}{R}, \quad \vec{u} \text{ напра влеч.} \quad \text{кда } \vec{v}_2 = \vec{v}$$

$$u = 3 \cdot 80 - 80 \frac{2000}{800} = 3 \cdot 80 - \frac{2000}{10} = 380 - 200 =$$

$$= 240 - 200 = 40 \frac{m}{c}. \quad P\text{-м значащих цифр самолета.}$$



вес самолета: $P = m \cdot a_n = \frac{mv^2}{R}$

$$F_{тяж} = mg, \quad P = mg \cdot (1 + \delta)$$

$$\delta + 1 = \frac{P}{mg}, \quad \delta = \frac{P}{mg} - 1$$

$$\delta = \frac{P = m}{R \cdot mg} - 1 = \frac{v^2}{gR} - 1 = \frac{(80)^2}{10 \cdot 800} - 1 =$$

$$= \frac{80 \cdot 80}{10 \cdot 800} - 1 = \frac{80}{100} - 1 = 0,8 - 1 = -0,2$$

$$\delta = -0,2 \quad \text{ответ: } \delta = -0,2, \quad u = 40 \frac{m}{c}$$

направлен вдоль скорости (2) (переходим в со.)

черновик

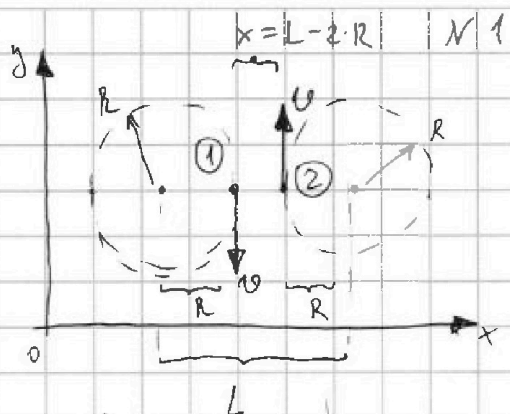


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



2) Дано $v = 80 \frac{m}{c}$; $R = 800 m$

$g = 10 \frac{m}{c^2}$; $L = 2 km$

1) $S - ?$ 2) ~~π~~ $\pi - ?$

Решение: $L = 2 km = 2000 m$

Угловая скорость вращения самолетов: $\omega = \frac{v}{R}$

Расстояние между самолетами или макс сближения:

$x = L - 2 \cdot R$ для поиска π воспользуемся ЗСС для

вращ. систем отсчета. Переходим в СО (1).

$\vec{v}_{abs} = \vec{v}_{пер} + \vec{v}_{ом} + [\vec{\omega}; \vec{r}]$; $|\vec{v}_{abs}| = v$ $|\vec{v}_{пер}| = v$ $|\vec{v}_{ом}| = v$ $UQ \text{ плоск}$

добавок в виде векторного произведения возникает из-за

вращения: $\vec{v}_{abs} = \vec{v}_{пер} + \vec{u} + [\vec{\omega}; \vec{r}]$; $|\vec{r}| = L - 2R$

$\vec{u} = \vec{r} = L - 2R$ — расстояние между телами.

$\vec{v}_{пер} = \vec{u} = \vec{v}_{abs} - (\vec{v}_{пер} + [\vec{\omega}; \vec{r}])$ иначе \vec{u}

можно переписать так: $\vec{v}_{abs} = \vec{v}_{пер} + \vec{u}$, где $\vec{v}_{пер}$ — скорость,

с которой вращается бсл (2) с ω вокруг центра тяжести (1).

$v_{пер} = \omega (L - R)$ $v_{ом} = \frac{v}{R} (L - R) = \frac{vL}{R} - v$

$\vec{u} = \vec{u} = \vec{v}_{abs} - \vec{v}_{пер} \Rightarrow v$ $\frac{v}{R} \cdot (L - R) = \frac{vL}{R} - v$

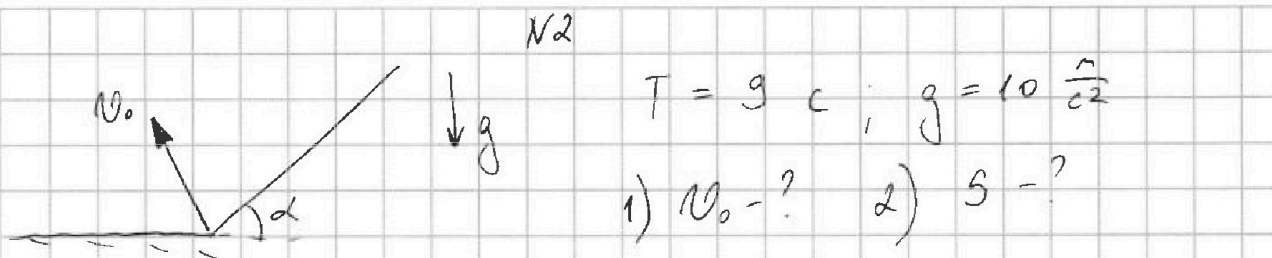


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



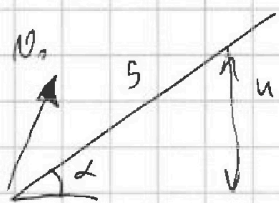
Решение: Наибольшая продолж. полета: $t = t_{\text{max}} = T = 9 \text{ c}$

~~Если вектор скорости направлен "от" склона, при движении осколка, очевидно, что дальше всего будут лететь осколки, забросившие вертикально вверх.~~
ТАК же это можно показать из кинематики pyD .

$$oy: 0 = 0 + v_0 \cdot t - \frac{gt^2}{2} \quad v_0 = \frac{gt}{2}$$

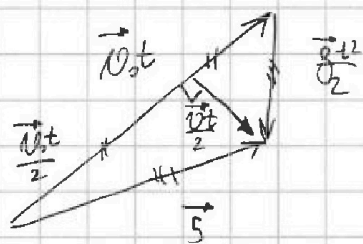
$$t = T; \quad v_0 = \frac{gT}{2} \quad \left| \quad v_0 = \frac{10 \frac{\text{m}}{\text{c}^2} \cdot 9 \text{ c}}{2} = 45 \frac{\text{m}}{\text{c}} \right.$$

Теперь $p-m$ pyD вдоль склона:

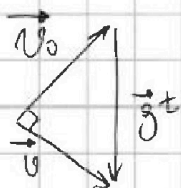


$$\vec{S} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{g} t^2}{2} = \frac{\vec{v}_0 + \vec{v}}{2} \cdot t \quad (1)$$

если бросок происходит на максимальную дальность, то вектор скорости поворачивается на 90° . Изобразим \vec{S} (1):



отсюда видно, что $\frac{v_0 + v}{2}$ — медиана, а т.к. $\vec{v} + \vec{v}_0$, то треугольник равнобедренный, т.е. $S = \frac{gt^2}{2}$ (2) $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t$



и черновик

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!

$$(gt)^2 = v_0^2 + v^2 \quad 3C7: \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + mgh$$

$$\frac{270}{2} = \frac{2}{135}$$

$$v_0^2 = v^2 + 2gh \quad S \sin \alpha = h$$

$$v_0^2 = v^2 + 2gS \sin \alpha; \quad v^2 = v_0^2 - 2gS \sin \alpha$$

$$gt^2 = v_0^2 + v_0^2 - 2gS \sin \alpha = 2v_0^2 - 2gS \sin \alpha$$

$$2S = gt^2 \cdot \frac{1}{2} \quad gt^2 = \frac{2v_0^2}{g} - 2S \sin \alpha$$

$$\frac{2v_0^2}{g} - 2S \sin \alpha = 2S, \quad \frac{v_0^2}{g} = S(1 + \sin \alpha)$$

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

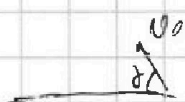
$$S = \frac{v_0^2}{g(1 + \sin \alpha)} = \left(\frac{gt}{2}\right)^2 \cdot \frac{1}{g(1 + \sin \alpha)}$$

$$S = \frac{10^2 \cdot g^2}{4g} \cdot \frac{1}{10(1 + \frac{1}{2})} = \frac{100 \cdot 81}{4} \cdot \frac{1}{10 \cdot \frac{3}{2}} =$$

$$= \frac{10 \cdot 81}{4} \cdot \frac{2}{3} = \frac{10 \cdot 27}{2} = \frac{270}{2} = 135 \text{ м}$$

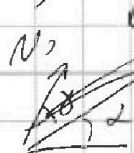
Ответ: $v_0 = 45 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $S = 135 \text{ м}$, так же покажем, что время броска

вверх — наибольшее: 1) движение "от" склона:



$$t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}, \text{ видно, что } t = t_{\text{max}} \text{ когда } (\sin \alpha) = (\sin \alpha)_{\text{max}} \Rightarrow \sin \alpha = 1; \alpha = 90^\circ$$

2) вниз склона:



черновик

$$t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha}, \text{ тоже самое}$$



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

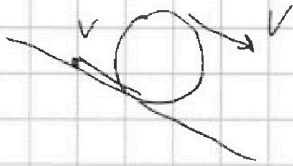
СТРАНИЦА
3 из 4

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!

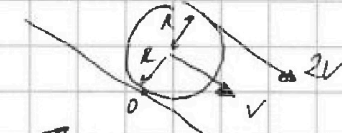
А теперь уличизр и ЗСЭ гда кго

$$mgh = K = \frac{m_0 v_0^2}{2} + K$$

$v = v_0$ в СО г.ч.:



вращение
вокруг
оси



движение без проска.

точка O - м.ц.с

$$\frac{v}{R} = \frac{v_1}{2R} \Rightarrow v_1 = 2v$$

ОБРАТИМ внимание: ун бочка вращается, а воза нет \Rightarrow вращательная энергия есть только у бочки.

Тогда разобьем на два тела: бочка и воза

$$mgh + mgh = \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = \frac{3mv^2}{2}$$

пот. эи. бочка пот. эи. воза кин. энерг. бочки по т. кинетики кин. энерг. бочка

$$2mgh = \frac{3mv^2}{2} \cdot \frac{2}{m} \Rightarrow 4gh = 3v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{4gh}{3}}$$

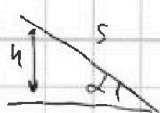
$$v = \sqrt{\frac{4 \cdot 10 \cdot 0.3}{3}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3}{3}} = \sqrt{4} = 2 \frac{m}{c}$$

чтобы найти ускорение возьмем производную от (***)

$$2mg \cdot \dot{h} = 3 \cdot 2v \cdot \dot{v} \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow 2g \dot{h} = 3v \cdot a$$

$$v = \dot{s}; h = s \sin \alpha; \dot{h} = \dot{s} \sin \alpha; 2g \dot{s} \sin \alpha = 3v \cdot a \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = \frac{2g \sin \alpha}{3}; a = \frac{2 \cdot 10 \cdot \frac{3}{10}}{3} = 2 \frac{m}{c^2}$$



иногда



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 4

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!

Вернемся к шайбе и 1 опыту. $mg \sin \alpha - F_{\text{тр}}$
 23И на Ox и Oy :
 $Oy: N = mg \cos \alpha$
 $Ox: ma_1 = mg \sin \alpha + F_{\text{тр}}$
 $ma_2 = mg \sin \alpha - F_{\text{тр}}$

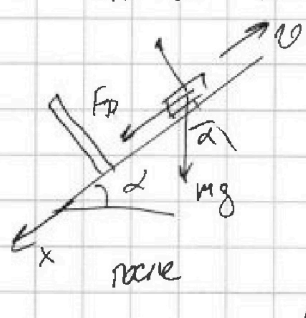
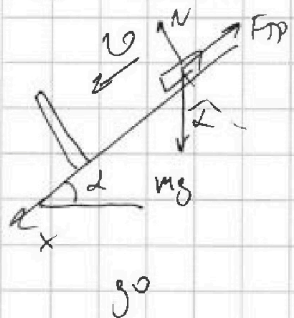
Видно, что "после" скорость падает. Значит $a_{2x} < 0$

$ma_2 = F_{\text{тр}} - mg \sin \alpha$ (*) $ma_1 = mg \sin \alpha + F_{\text{тр}}$ (**)

(**) - (*): $ma_1 - ma_2$

Вернемся к шайбе и 1 опыту: т.к. $a_2 > a_1$,

то изначально шайбы толкнули вниз.



23И: $Ox: ma_1 = mg \sin \alpha - F_{\text{тр}}$ (*)

$Ox: ma_2 = F_{\text{тр}} + mg \sin \alpha$ (**)

знаки проекций в соответствии с графиком.

(*) + (**): $ma_1 + ma_2 = mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} + F_{\text{тр}} + mg \sin \alpha$

$m(a_1 + a_2) = 2mg \sin \alpha$; $a_1 + a_2 = 2g \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2 \cdot g}$

$\sin \alpha = \frac{2+4}{2 \cdot 10} = \frac{6}{2 \cdot 10} = \frac{3}{10}$ $\sin \alpha = \frac{3}{10} = 0,3$

исходник

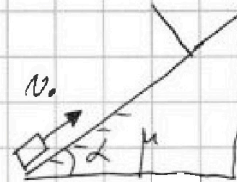
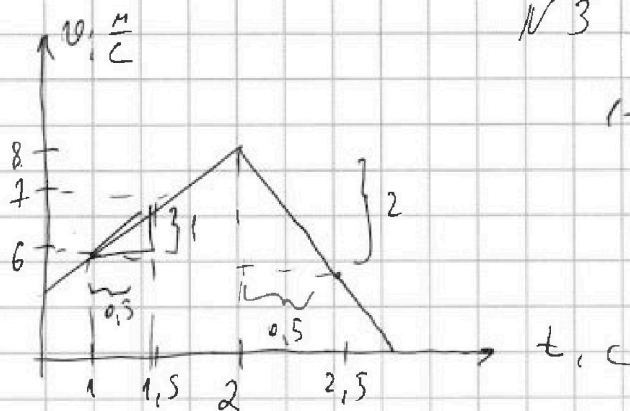


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

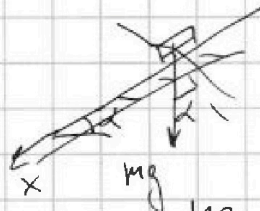
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 4

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) $\sin \alpha$ - ?
- 2) v - ?
- 3) a - ?
- 4) m - ?



$$23 \text{ Н. } m a_1 = m g \sin \alpha$$

$$a_m = g \sin \alpha$$

$$a_m = \frac{dv}{dt}$$

угловый коэф. графика

$v(t)$ видно из графика, что в обоих случаях

на первом участке: $a_1 = \frac{1 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{0,5 \text{ с}} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ $a = \text{const}$

на втором: $a_2 = \frac{2 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{0,5 \text{ с}} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. видно, что $a_2 > a_1$

P-м бочку. $m_B = m$, $m_B = m$, общая масса тела:

$$m_0 = m_B + m_B = 2 \cdot m. \quad h = 0,3 \text{ м (из грав.)}$$

движение бочки - смесь вращательного и поступательного. теорема Кеннига: $K = \frac{m \cdot v_c^2}{2} + K'$,
 где m - масса у.м., v_c - скорость у.м., K' - энергия вращения.
 энергия бочки в со у.м.

число 3 к



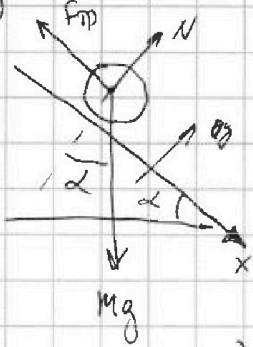
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
4 из 4

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!

динамика системы "вода + бочка": $M_0 = 2M$



$F_{TP} < \mu N$ - условие качения без проскальзывания

закон Ньютона $Ma = Mg \sin \alpha - F_{TP} \Rightarrow$

по y : $N = Mg \cos \alpha$; $\Rightarrow F_{TP} = M(g \sin \alpha - a)$

$M(g \sin \alpha - a) < \mu Mg \cos \alpha$; $g \sin \alpha - a < \mu g \cos \alpha$

$\frac{3g \sin \alpha}{3} - \frac{2g \sin \alpha}{3} < \mu g \cos \alpha$ $\left| \frac{1}{g} \right.$ $\frac{\sin \alpha}{3} < \mu \cos \alpha$

$\mu < \frac{\frac{1}{3} g \alpha}{g} = \frac{\sin \alpha}{3 \cos \alpha}$

$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \left(\frac{3}{10}\right)^2} = \sqrt{1 - \frac{9}{100}}$

$= \sqrt{\frac{100 - 9}{100}} = \sqrt{\frac{91}{100}} = \frac{\sqrt{91}}{10} \approx 1$

$\mu < \frac{\frac{3}{10}}{3 \cdot 1} = \frac{1}{10}$

$\mu < 0,1$ - условие качения без проскальзывания

ответ: $\sin \alpha = 0,3$; $V = 2 \frac{M}{c}$; $a = 2 \frac{M}{c^2}$; $\mu < 0,1$

44 строк



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!

переходим (*): $Q = \frac{R_0 T_1}{2} \cdot (3\nu_{O_2} + 5\nu_{O_2})$

$$\frac{N_K \cdot (3\alpha + 5)}{N_K \cdot (\alpha + 1)}$$

$$\nu_{O_2} = \frac{N_r}{N_A}; \quad \nu_{O_2} = \frac{N_K}{N_A}; \quad \frac{2Q}{R_0 T_1} = \frac{3N_r}{N_A} + \frac{5N_K}{N_A}$$

$$3N_r + 5N_K = \frac{2 \cdot Q \cdot N_A}{R_0 T_1} \quad \text{в изобарном процессе:}$$

$$\begin{aligned} P V_1 &= \nu R T_2 \\ P V_2 &= \nu R T_2' \end{aligned} \Rightarrow P(V_2 - V_1) = \nu R_0 T_2 \quad \begin{array}{l} P - \text{общее} \\ \text{давление} \\ \nu - \text{общее} \\ \text{число} \\ \text{моль} \end{array}$$

$$P_0 V = P(V_2 - V_1) = A$$

$$A = \frac{Q}{3} \quad (\text{из правил результатов})$$

$$A = \nu R_0 T_2; \quad \frac{Q}{3} = \left(\frac{N_r}{N_A} + \frac{N_K}{N_A} \right) R_0 T_2$$

$$N_r + N_K = \frac{Q \cdot N_A}{3 R_0 T_2}; \quad \alpha = \frac{N_r}{N_K} \Rightarrow N_r = \alpha N_K$$

$$\begin{cases} 3 \cdot \alpha N_K + 5 N_K = \frac{2 Q N_A}{R_0 T_1} & \text{гелим} \quad \text{отно} \quad \text{на} \quad \text{группе:} \\ \alpha N_K + N_K = \frac{Q \cdot N_A}{3 R_0 T_2} & \end{cases}$$

$$\frac{3\alpha + 5}{\alpha + 1} = \frac{2 Q N_A}{R_0 T_1} \cdot \frac{3 R_0 T_2}{Q N_A}$$

$$\frac{3\alpha + 5}{\alpha + 1} = 6 \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = 6 \cdot \frac{10}{15} = 6 \cdot \frac{2}{3} = 4$$

$$3\alpha + 5 = 4\alpha + 4; \quad 5 - 4 = 4\alpha - 3\alpha; \Rightarrow \alpha = 1$$

ответ: $A = 200 \text{ Дж}, \quad C_V = 40 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}; \quad \alpha = 1 = \frac{N_r}{N_K}$

источник



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!

№ 4

$Q = 600 \text{ Дж}$ - кол-во тепла в процессе $V = \text{const}$
смесь He ($i=3$) и O_2 ($i=5$). $\Delta T_1 = 15 \text{ К}$

$Q = 600 \text{ Дж}$ в изобарном ($p = \text{const}$) - $\Delta T_2 = 10 \text{ К}$

Решение:

1) A - ?

1 НАЧАЛО для $p = \text{const}$:

2) C_v - ?

$$Q = A + \Delta U_1 = A + \Delta U_{\text{He}_1} + \Delta U_{\text{O}_2_1} =$$

$$3) \frac{M_r}{M_k} - ? = A + \frac{3}{2} \nu_{\text{He}} R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \nu_{\text{O}_2} R \Delta T_2 \quad (1)$$

для $V = \text{const}$: $Q = \frac{3}{2} \nu_{\text{He}} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_{\text{O}_2} R \Delta T_1 \quad (*)$

$$Q = R \Delta T_1 \cdot \left(\frac{3\nu_{\text{He}} + 5\nu_{\text{O}_2}}{2} \right) \Rightarrow \frac{3\nu_{\text{He}} + 5\nu_{\text{O}_2}}{2} R = \frac{Q}{\Delta T_1} \quad (2)$$

$$(1): Q = A + R \Delta T_2 \frac{3\nu_{\text{He}} + 5\nu_{\text{O}_2}}{2} \quad (2) \rightarrow (1)$$

$$Q = A + \Delta T_2 \frac{Q}{\Delta T_1} \quad Q - Q \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = A; A = Q \cdot \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right)$$

$$A = 600 \left(1 - \frac{10}{15} \right) = 600 \cdot \frac{15-10}{15} = 600 \cdot \frac{5}{15} = \frac{600}{3} = 200 \text{ Дж}$$

$C_v = \frac{5Q}{\Delta T}$ - Теплоемкость смеси в изохоре. процесс это отношение кол-ва теплоты которое было подведено к увеличению температуры.

$$C_v = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{600 \text{ Дж}}{15 \text{ К}} = 40 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

исходник



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

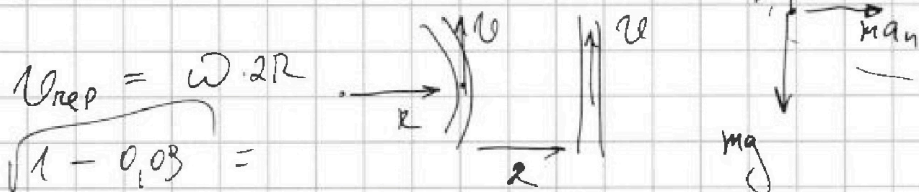
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\vec{N}_{asc} = \vec{N}_{сер} + \vec{M} \cdot \vec{M} = \vec{N}_{сер} - \vec{v}_{сер}$$

$$\vec{M} = \vec{v} - \vec{N}_{asc} = \vec{v}_{сер} + \vec{M} + [\vec{\omega}; \vec{r}]$$

$$\vec{v}_{сер} = [\vec{\omega}; \vec{R}], \quad \vec{N}_{asc} = [\vec{\omega}; \vec{R} + \vec{s}] + \vec{M}$$

$$\vec{s} = L - R, \quad \vec{N}_{asc} = \vec{\omega} \cdot \vec{r}$$



$$v_{сер} = \omega \cdot 2R$$

$$\sqrt{1 - 0.03} =$$

$$gt^2 = \frac{v_0^2 + v^2}{g} =$$

$$v^2 = v_0^2 + 2gs$$

Черковик

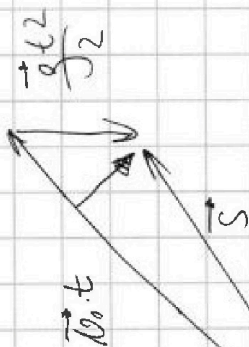
$$gt^2 = v_0^2 + 2gs$$

$$1500 = 2025 + 1000s$$

$$s = \frac{1500 - 2025}{1000} = -0.525$$

$$\frac{152}{10 \cdot (1 + \frac{1}{2})} = \frac{2025}{10 \cdot \frac{3}{2} + \frac{1}{2}}$$

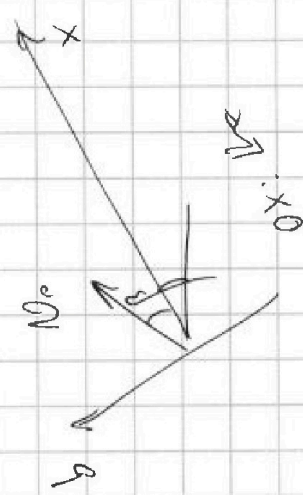
$$\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{gt^2}{2}$$



$$\frac{2025}{1000} = \frac{13}{1000}$$

$$\frac{2025}{1000} = \frac{13}{1000}$$

$$\frac{2025}{1000} = \frac{13}{1000}$$



$$a_2 > a_1$$

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

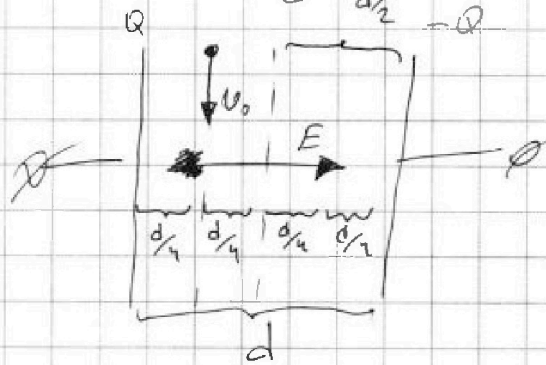
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



N5

$$y = \frac{q}{m} > 0; \quad Q > 0; \quad C; \quad d; \quad v_0$$

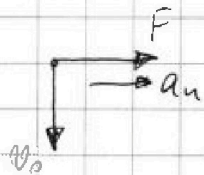
- 1) $R = ?$
- 2) $v = ?$



Найдем поле внутри конденсатора. Оно однородное.

$$U = E \cdot d \quad Q_c = C \cdot U; \quad Q_c = Q \Rightarrow U = \frac{Q}{C}$$

$$\frac{Q}{C} = E \cdot d \Rightarrow E = \frac{Q}{C \cdot d} \quad \text{поле направлено от } Q \text{ к } (-Q)$$



$$F = E \cdot q = \frac{Q \cdot q}{C \cdot d}, \quad q - \text{заряд частицы.}$$

сила создает ускорение, перпендикулярное

скорости \Rightarrow движение нормальное. $m \cdot a_n = F = \frac{Q \cdot q}{C \cdot d}$

$$a_n = \frac{Q}{C \cdot d} \cdot \frac{q}{m} = \frac{Q \cdot \gamma}{C \cdot d} \cdot \frac{v_0^2}{R} = \frac{Q \cdot \gamma}{C \cdot d}$$

$$\frac{R}{v_0^2} = \frac{C \cdot d}{Q \cdot \gamma}, \quad R = \frac{C \cdot d \cdot v_0^2}{\gamma \cdot Q}$$

черновик



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

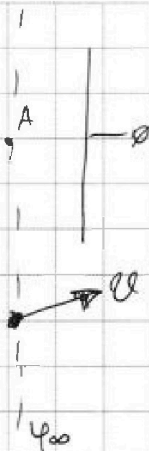
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

через некоторое время:

Заметим, что из-за краевых эффектов в точке А поле направлено перпендикулярно

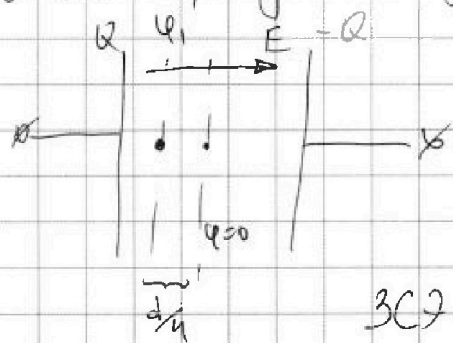
(и значит ^{и значит} ~~везде~~ ^{плоскости среза})

⇒ срезающая плоскость — эквипотенциальная поверхность.



будем вводить эту плоскость на очень малое расстояние

там $\varphi_0 \approx 0$. Значит, весь ~~потенциал~~ потенциал будет точки среза. плоскости 0. Значит найдем потенциал в момент, когда заряд на расстоянии $\frac{d}{4}$ от Q



$$E \cdot \frac{d}{4} = \varphi_1 - \varphi_0 = \varphi_1$$

$$\varphi_1 = \frac{E \cdot d}{4} = \frac{Q}{C \cdot d} \cdot \frac{d}{4} = \frac{Q}{4 \cdot C}$$

$$\text{ЗСЭ: } \frac{m v_0^2}{2} + q \cdot \varphi_1 = \frac{m v^2}{2} + q \cdot \varphi_0 \quad \left| \cdot \frac{2}{m} \right.$$

$$v_0^2 + 2 \varphi_1 \cdot \frac{q}{m} = v^2, \quad v^2 = v_0^2 + 2 \varphi_1 \cdot \gamma$$

$$v^2 = v_0^2 + 2 \gamma \cdot \frac{Q}{4C} \quad ; \quad v = \sqrt{v_0^2 + \frac{\gamma Q}{2C}}$$

$$\text{ответ: } R = \frac{C d v_0^2}{\gamma \cdot Q} \quad ; \quad v = \sqrt{v_0^2 + \frac{\gamma Q}{2C}}$$

числовик



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!

$$\frac{N_r}{N_k} = ? \quad Q = R \Delta T_1 \left(\frac{3\nu_{He} + 5\nu_{O_2}}{2} \right)$$

$$A = \frac{Q}{3}, \quad \frac{3Q}{3} = \frac{Q}{3} + R \Delta T_2 \left(\frac{3\nu_{He} + 5\nu_{O_2}}{2} \right)$$

$$\frac{2Q}{3} \quad 3\nu_{He} + 5\nu_{O_2} = \frac{2Q}{R \Delta T_1} \quad \frac{2Q}{3} = R \Delta T_2 \frac{3\nu_{He} + 5\nu_{O_2}}{2}$$

$$3\nu_{He} + 5\nu_{O_2} = \frac{4Q}{3R \Delta T_2}$$

$$\nu_{He} = \frac{N_{He}}{N_A}, \quad 3N_{He} + 5N_K = \frac{2Q \cdot N_A}{R \Delta T_1}$$

$$3N_r + 5N_k = \frac{4Q \cdot N_A}{3R \Delta T_2}$$

$$\frac{N_r}{N_k} = \alpha, \quad N_r = \alpha N_k; \quad 3\alpha N_k + 5N_k =$$

$$3\alpha N_k + 5N_k =$$

$$A = Q R \Delta T_2 = \frac{Q}{3} \quad \alpha N_k + N_k$$

$$\frac{N_r}{N_k} \quad (N_r + N_k) R \Delta T_2 = \frac{Q \cdot N_A}{3}$$

используя



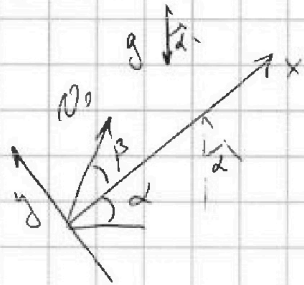
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Теперь p -м в треугольнике:



$$\begin{aligned}
 o_x: S &= v_{0x} t - \frac{g \sin \alpha \cdot t^2}{2}, & v_{0x} &= v_0 \cos \beta \\
 o_y: 0 &= 0 + v_{0y} t - \frac{g \cos \alpha \cdot t^2}{2}, & v_{0y} &= v_0 \sin \beta
 \end{aligned}$$

$$v_{0y} = \frac{g \cos \alpha t}{2} \Rightarrow t = \frac{2 \cdot v_{0y}}{g \cdot \cos \alpha} = \frac{2 v_0 \sin \beta}{g \cdot \cos \alpha}$$

$$S = v_0 \cos \beta \cdot \frac{2 v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha}{2} \cdot \frac{4 v_0^2 \sin^2 \beta}{g^2 \cos^2 \alpha} =$$

$$= \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} \cdot 2 \sin \beta \cos \beta - \frac{2 v_0^2}{g} \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha} \cdot \sin^2 \beta =$$

$$= \frac{2 v_0^2}{g \cos \alpha} \cdot \left(\sin \beta \cos \beta - \frac{\sin \alpha \cdot \sin^2 \beta}{\cos \alpha} \right) \quad S \text{ зависит от } \beta.$$

Возьмем производную и приравняем к нулю.

$$S' = \frac{2 v_0^2}{g \cos \alpha} \cdot \left(\sin \beta \cos \beta - \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot \sin^2 \beta \right)' = 0$$

$$\sin \beta (\cos \beta)' + (\sin \beta)' \cos \beta - \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot (\sin^2 \beta)' = 0$$

$$-\sin^2 \beta + \cos^2 \beta - \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot 2 \cdot \sin \beta = 0$$

Черновики

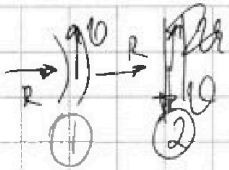


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



или считается 2 или 1
Т.е., если бы 2 вращалось вокруг 1

$$\vec{v} = \vec{v}_{пер} + \vec{v}_{отн}; \quad \vec{v}_{отн} = \vec{v} - \vec{v}_{пер} = v - 2v = -v$$

$$\omega = \frac{v}{L}; \quad v_{пер} = \omega \cdot 2R = 2R \cdot \frac{v}{L} = 2v$$

$$\vec{v} = \vec{v}_{отн} + \vec{v}_{пер} + [\vec{\omega}; \vec{R}] = \vec{v}_{отн} + \vec{\omega} R$$

$$= \vec{v}_{отн} + 0 \cdot LR \quad L - 2R + R = L - R$$

$$\vec{v}_{отн} = \vec{v} - \omega(L - R) =$$

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

$$= \vec{v} - \vec{v} = 0 \quad \omega = \frac{v}{L}; \quad v$$

\vec{R} \uparrow ω
ЦЕРКОВЬ



$$\vec{v} = \vec{u} + \dots$$

$$\vec{v}_{отн} = [\vec{\omega}; \vec{R}] \quad \vec{v}_{пер} = [\vec{\omega}; \vec{R}] + \vec{\omega} \cdot (L - R)$$

$$\vec{u} = \vec{v} - \frac{vL}{R} + \vec{v} = 2v - \frac{vL}{R} =$$

$$\vec{u} = v_{отн} = 2v - v \frac{L}{R}$$



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.

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!

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

$$p = \frac{1}{3} n v^2 ; \quad pV = NkT$$

$$p = nkT$$

$$P_1 \cdot V = N_r kT$$

1 - газ

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

$$\vec{v}_{\text{пер}} = \vec{v}_i$$

$\uparrow v_i$

$$\frac{N_r}{N_k} = \frac{P_r}{P_k}$$

$$P = P_r + P_k$$

$$P \cdot V_1 = \nu R T_2$$

$$P \cdot V_2 = \nu R T_2'$$

$$v_i = \omega(L-R)$$

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{vL}{R} - v$$

$$P \cdot \nu = \frac{N}{N_A} ; \quad N = \nu \cdot N_A$$

$$\vec{u} = \vec{v} - \vec{v}_i$$

$$P(V_2 - V_1) = \nu R \Delta T_2$$

$$P_1 \cdot V_1 = \nu R T_1$$

$$P_2 \cdot V_2 = \nu R T_1'$$

$$\epsilon = \frac{cd}{4\pi} = \frac{c}{d}$$

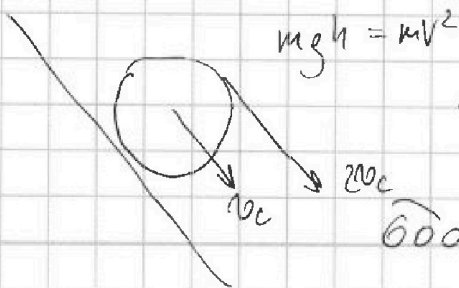
$$C = \epsilon d$$

$$E = \frac{Q}{\epsilon \cdot d^2}$$

$$\frac{m}{\mu} = \frac{N}{N_A}$$

черновики

$$E = \frac{q}{2\epsilon_0} \quad \vec{u} = \vec{v} - \frac{\vec{v}L}{R} + \vec{v}$$



$$mgh = mv^2$$

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

$$\frac{3-2}{7} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{600}{15} = \frac{40}{40}$$

