

**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**

Вариант 10-05

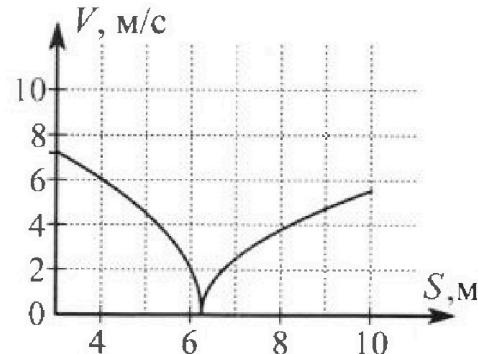
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

- 4.** В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от пройденного пути представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой.

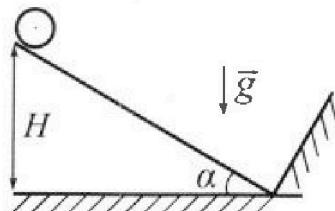
Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

- Найдите ускорение a , с которым шайба движется до остановки.

Во втором опыте однородный обруч скатывается с той же наклонной плоскости без проскальзывания (см. рис.). Начальная скорость нулевая. После вертикального перемещения на $H=1,6 \text{ м}$ обруч сталкивается с гладкой стенкой.



- С какой по величине скоростью V движется центр обруча сразу после абсолютно упругого соударения с гладкой стенкой?
- Найдите перемещение L обруча при дальнейшем движении к тому моменту, когда скорость центра обруча станет равной нулю.



В системе центра масс угловое ускорение обруча при скольжении $\left| \frac{\Delta \omega}{\Delta t} \right| = \frac{\mu g \cos \alpha}{R}$. Коэффициенты трения скольжения шайбы и обруча по наклонной плоскости одинаковы. Радиус обруча $R \ll H$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

- 5.** Вблизи центра квадратной пластины площадью $S = 1 \text{ м}^2$, по которой однородно распределен заряд $Q = 5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, закреплен шарик, заряд которого $q = 1,77 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$. Масса пластины $M = 5 \text{ кг}$, масса шарика $m = 1 \text{ г}$. Расстояние d от шарика до пластины таково, что $d \ll 1 \text{ м}$.

- Найдите кулоновскую силу F_1 , с которой заряд пластины действует на заряд шарика.
- Найдите гравитационную силу F_2 , с которой пластина действует на шарик.

Гравитационная постоянная $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$. Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}^2/(\text{Н} \cdot \text{м}^2)$.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 10-05

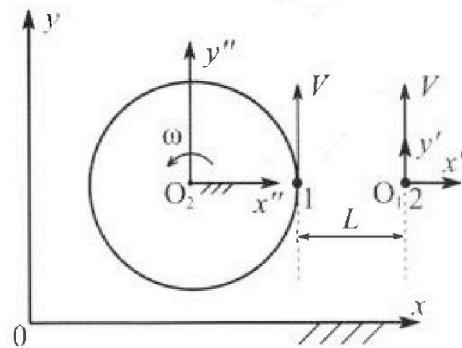
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Два школьника опытным путем изучают механику: первый сидит на краю равномерно вращающейся с периодом $T = 6,3$ с карусели, второй едет по прямой на велосипеде (см. рис.) и оба наблюдают друг за другом. В лабораторной системе отсчета xOy скорости школьников одинаковы по модулю и равны $V = 2$ м/с. Все движения происходят в одной горизонтальной плоскости.

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

1. На сколько δ процентов вес первого школьника больше веса второго школьника?

Указание: считайте, что $(1 + x)^n \approx 1 + n \cdot x$ при $x \ll 1$.

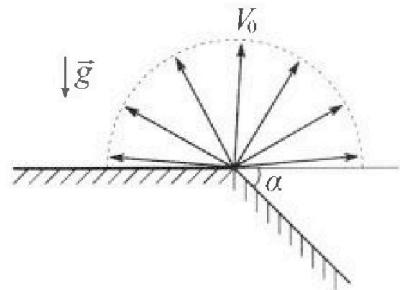


В некоторый момент времени школьники оказались в положении максимального сближения (см. рис.) на расстоянии $L=5$ м. Вектор скорости \vec{V} каждого школьника в этот момент показан на рисунке к задаче.

2. Найдите в этот момент скорость \vec{U}_1 первого школьника в подвижной системе отсчета $x' O_1 y'$, связанной со вторым школьником. Система отсчета $x' O_1 y'$ движется поступательно относительно лабораторной системы xOy .

3. Найдите в этот момент скорость \vec{U}_2 второго школьника во вращающейся системе отсчета $x'' O_2 y''$, связанной с первым школьником. Точка O_2 – начало вращающейся системы отсчета. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{U}_2 .

2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол α такой, что $\sin \alpha = 0,6$ (см. рис.). У вершины склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая продолжительность полета осколка, упавшего на склон, $T = 9$ с. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.

2. Найдите модуль S перемещения за время полёта осколка, упавшего на склон через $T = 9$ с после старта.

3. На каком максимальном расстоянии S_{MAX} от точки старта один из осколков упадет на склон?

3. В процессе расширения одноатомного идеального газа среднее число соударений атомов газа со стенками в расчете на единицу площади за единицу времени остается постоянным. Газ совершает работу $A = U_0$, здесь $U_0 = 3$ кДж — внутренняя энергия газа в начальном состоянии.

1. Во сколько m раз увеличивается объем газа в процессе расширения?

2. Какое количество Q теплоты подведено к газу в процессе?



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

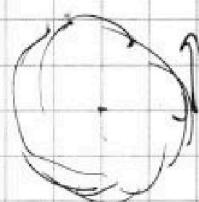
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
1 из _____

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.

б) пост. ~~однин~~ цент. отсч.



$$\vec{V} = \vec{V}_1 + \vec{V}_2 \Rightarrow \vec{V}_1 = \vec{V} - \vec{V}_2 = 0$$

$$V_1' = 0$$

$$\vec{V} \uparrow \vec{V} \Rightarrow V_1' = 0$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$V = \omega R$$

б) врачуваюш. цент. отсчета.

$$V = \omega R$$



$$\vec{V} = \vec{V}_1 + \vec{V}_2 + \vec{\omega}(R+L)$$

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



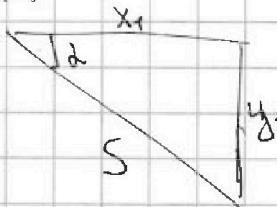
- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
3 ИЗ 6

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

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{2V_0 \tan \beta}{g} \cos \beta + \frac{2V_0}{g} \sin \beta \\
 t_{\max} &= t(\beta_1) = \frac{2V_0 \tan \beta_1}{g} \cos \beta_1 + \frac{2V_0}{g} \sin \beta_1 = \\
 &= \frac{2V_0}{g} \left(\tan \beta_1 \cos \beta_1 + \sin \beta_1 \right) = \frac{2V_0}{g} \left(\frac{3}{4} \cdot \frac{3}{5} + \frac{4}{5} \right) = \\
 &= \frac{2V_0}{g} \left(\frac{9}{20} + \frac{16}{20} \right) = \frac{2V_0}{g} \cdot \frac{25}{20} = \frac{25}{10} \frac{V_0}{g} \\
 T &= t_{\max} = \frac{25}{10} \frac{V_0}{g} = \frac{5}{2} \frac{V_0}{g} \\
 V_0 &= \frac{2}{5} g T = \frac{2}{5} \cdot 10 \text{ м/с} \cdot 9.8 = 36 \text{ м/с}
 \end{aligned}$$

2. пункт



~~Из условия~~

$$x_1 = S \cos \alpha$$

$$x_1 = V_0 T \cos \beta_1 = \frac{2}{5} g T \cdot T \cdot \frac{3}{5} =$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{6}{25} g T^2 \\
 S &= \frac{x_1}{\cos \alpha} = \frac{\frac{6}{25} g T^2}{0,8} = \frac{6 g T^2}{25 \cdot 0,8} = \frac{6 g T^2}{5 \cdot 4} = \\
 &= \frac{3}{10} g T^2 = \frac{3}{10} \cdot 10 \text{ м/с} \cdot 9.8 \text{ м/с}^2 \cdot 8^2 \text{ с}^2 = \frac{3}{10} \cdot 10 \cdot 89 \text{ м} = \\
 &= 3 \cdot 89 \text{ м} = 267 \text{ м}
 \end{aligned}$$



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

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

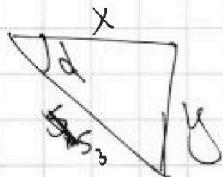
СТРАНИЦА
Ч ИЗ 6

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!

$$3. \text{ пункт} \quad x = V_0 t \cos \beta \quad \Rightarrow \quad t = \frac{x}{V_0 \cos \beta}$$

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

$$\begin{aligned} y &= V_0 \sin \beta \cdot \frac{x}{V_0 \cos \beta} - \frac{g}{2} \frac{x^2}{2V_0^2 \cos^2 \beta} \\ &= x \operatorname{tg} \beta - \frac{gx^2}{2V_0^2 \cos^2 \beta} \end{aligned}$$



$$\frac{-y}{x} = \operatorname{tg} \alpha \quad \Rightarrow \quad y = -x \operatorname{tg} \alpha$$

$$-x \operatorname{tg} \alpha = x \operatorname{tg} \beta - \frac{gx^2}{2V_0^2 \cos^2 \beta} \quad | : x$$

$$-\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta = -\frac{gx}{2V_0^2 \cos^2 \beta}$$

$$x = \frac{2V_0^2 \cos^2 \beta}{g} (\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta)$$

$$|\quad \sin(\alpha + \beta) = 2 \sin \alpha \cos \beta$$

$$S_3 = \frac{x}{\cos \alpha}$$

$$S_3 = \frac{2V_0^2 \cos^2 \beta}{g \cos \alpha} (\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta) = \frac{2V_0^2 \operatorname{tg} \alpha}{g \cos \alpha} \cos^2 \beta +$$

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

$$S_3 = \frac{2V_0^2 \operatorname{tg} \alpha}{g \cos \alpha} \cos^2 \beta + \frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} \sin(2\beta)$$

$$S_3 = S_{\max} \text{ при } \beta = \beta_3 \quad \text{и} \quad \frac{dS_3}{d\beta} = 0$$

$$0 = \frac{dS_3}{d\beta} = \frac{2V_0^2 \operatorname{tg} \alpha}{g \cos \alpha} (\cos^2 \beta)' + \frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} (\sin 2\beta)' = \frac{2V_0^2 \operatorname{tg} \alpha}{g \cos \alpha} 2 \cos \beta \cdot$$

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

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

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

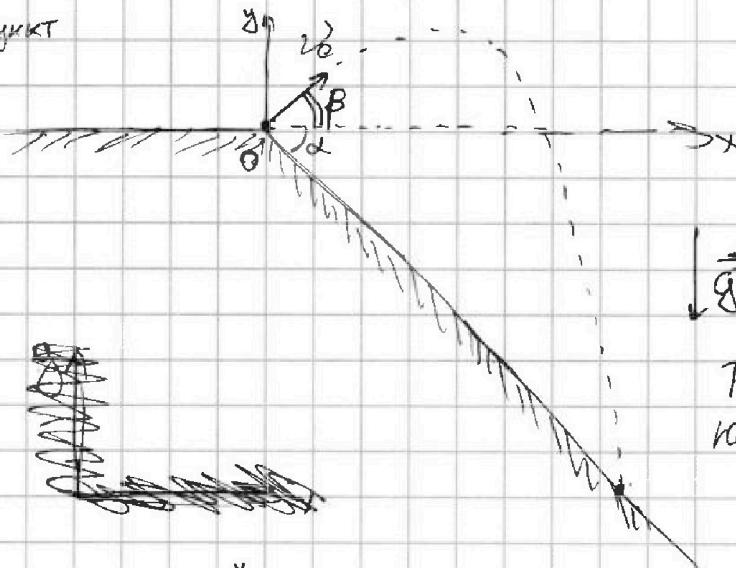


- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 6

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 пункт



из кинематики

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

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

т.к. окончок упал на землю, то

т.к. $x > 0$ \rightarrow т.о из треуг.

$$\frac{-y}{x} = \operatorname{tg} \alpha$$

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

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

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

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

$$t = \frac{2V_0 \cos \beta}{g} \left(\operatorname{tg} \alpha + \frac{\operatorname{tg} \beta}{\cos^2 \beta} \right)$$

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



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

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
2 ИЗ 6

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!

Найдём при каком β , t - максимальное

$$\frac{dt}{d\beta} = 0 \quad | \Rightarrow \quad \frac{dt}{d\beta} = \frac{2V_0 t g \alpha}{g} \cdot (\cos \beta)' + \frac{2V_0}{g} (\sin \beta)'$$

~~при $\beta = \beta_1$~~

$$0 = \frac{2V_0 t g \alpha}{g} \cdot (-\sin \beta_1) + \frac{2V_0}{g} \cos \beta_1$$

$$\frac{2V_0 t g \alpha}{g} \sin \beta_1 = \frac{2V_0}{g} \cos \beta_1 \quad | : \frac{2V_0}{g}$$

$$t g \alpha \sin(\beta_1) = \cos(\beta_1)$$

$$\operatorname{ctg} \beta_1 = \operatorname{tg} \alpha$$

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \operatorname{ctg} \alpha = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{0,8}{0,6} = \frac{4}{3}$$

$$t = \max \quad \text{при } \beta = \beta_1$$

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{4}{3} \Rightarrow \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{4}{3}; \quad \frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{4}{9}$$

$$\frac{1 - \cos^2 \beta_1}{\cos^2 \beta_1} = \frac{16}{9}$$

$$9 - 9 \cos^2 \beta_1 = 16 \cos^2 \beta_1$$

$$9 = 25 \cos^2 \beta_1 \quad | \div \quad \cos^2 \beta_1 = \frac{9}{25} \quad \cos \beta_1 = \frac{3}{5}$$

$$\sin \beta_1 = \operatorname{tg} \beta_1 \cdot \cos \beta_1 = \frac{4}{3} \cdot \frac{3}{5} = \frac{4}{5}$$

точка

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

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

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



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.

 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
6 ИЗ 6

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!

$$\operatorname{tg} \beta_3 = \frac{l}{2}$$

$$\frac{\sin^2 \beta_3}{\cos^2 \beta_3} = \operatorname{tg}^2 \beta_3 = \frac{l}{4}$$

$$\frac{1 - \cos^2 \beta_3}{\cos^2 \beta_3} = \frac{1}{4} \quad | \Rightarrow 4 - 4 \cos^2 \beta_3 = \cos^2 \beta_3$$

$$4 = 5 \cos^2 \beta_3 \quad | \Rightarrow \cos^2 \beta_3 = \frac{4}{5}$$

$$\cos \beta_3 = \frac{2}{\sqrt{5}}$$

$$\begin{aligned} S_{\max} &= S_3(\beta_3) = \frac{2V_0^2 \cos^2 \beta_3}{g \cos \alpha} (\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta_3) = \\ &= \frac{2V_0^2 \cdot \frac{4}{5}}{g \cdot 0,8} \left(\operatorname{tg} \alpha + \frac{3}{4} + \frac{l}{2} \right) = \frac{2V_0^2 \cdot \frac{4}{5}}{g \cdot \frac{4}{5}} \left(\frac{3}{4} + \frac{2}{4} \right) = \\ &= \frac{2V_0^2}{g} \cdot \frac{5}{4} = \frac{V_0^2}{g} \cdot \frac{5}{2} = \frac{(2gT)^2}{8} \cdot \frac{5}{2} = \frac{4g^2 T^2}{25g} \cdot \frac{5}{2} = \\ &= \frac{2gT^2}{5} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 9^2}{5} \text{ м} = 4 \cdot 81 \text{ м} = 324 \text{ м} \end{aligned}$$



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

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
5 ИЗ 6

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!

$$a = -\frac{2V_0^2 \tan \alpha}{g \cos \alpha} \cdot 2s \sin \beta_3 \cos \beta_3 + \frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} \cos(2\beta_3) \quad | : \frac{2V_0^2}{g \cos \alpha}$$

$$-\tan \alpha \cdot \sin(2\beta_3) + \cos(2\beta_3) = 0$$

$$\tan \alpha \sin(2\beta_3) = \cos(2\beta_3) \quad | \rightarrow \cos(2\beta_3) = \tan \alpha$$

$$\tan(2\beta_3) = \tan \alpha = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$\tan(2\beta_3) = \frac{\sin 2\beta_3}{\cos 2\beta_3}$$

$$\approx \frac{0,8}{0,6} = \frac{4}{3}$$

$$\cos(2\beta_3) = \cos^2 \beta_3 - \sin^2 \beta_3$$

$$\sin(2\beta_3) = 2 \sin \beta_3 \cos \beta_3$$

$$\frac{2 \sin \beta_3 \cos \beta_3}{\cos^2 \beta_3 - \sin^2 \beta_3} = \frac{4}{3}$$

$$6 \sin \beta_3 \cos \beta_3 = 4 \cos^2 \beta_3 - 4 \sin^2 \beta_3 \quad | : \cos^2 \beta_3$$

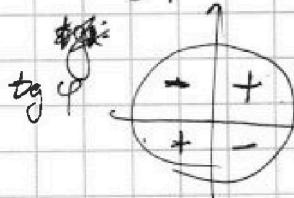
$$6 \tan \beta_3 = 4 - 4 \tan^2 \beta_3$$

$$2 \tan^2 \beta_3 + 3 \tan \beta_3 - 2 = 0$$

Решим кв. ур-е:

$$0 = 9t^2 - 9 - 4 \cdot 2 \cdot (+2) = 9 + 16 = 25 = 5^2$$

$$\tan \beta_3 = \frac{-3 \pm 5}{4} \quad \begin{cases} \frac{2}{4} = \frac{1}{2} \\ \frac{-8}{4} = -2 \end{cases}$$



т.к. первое уравнение имеет 2 корня β_3 и β_3' ,
должен лежать в I четверти;

$$\tan \beta_3 = \frac{1}{2}$$



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"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!

d - ~~в~~ среднее число молекул атомов газа со стехиометрическим коэффициентом за ед. времени

$$d \sim n \cdot V_{\text{ср}}$$

$$n - \text{концентрация} ; n = \frac{V N_A}{V}$$

$$V_{\text{ср}} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

d = const но не

$$\frac{V N_A}{V} \cdot \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \text{const} ; \underbrace{V N_A : R / M}_{\text{const}}$$

$$\frac{\sqrt{T}}{\sqrt{V}} = \text{const} \quad \text{и} \quad \frac{T}{V} = \text{const}$$

2. Угл-е. Монжелевка - Кланеура:

$$pV = VRT \quad \Rightarrow \quad T = \frac{pV}{VR}$$

$$\frac{pV}{VR^2} = \text{const} \quad \frac{1}{R} = \text{const}$$

$$\frac{P}{V} = \text{const}$$

итогово:

$$P \sim V$$

$$(T \sim V^2)$$



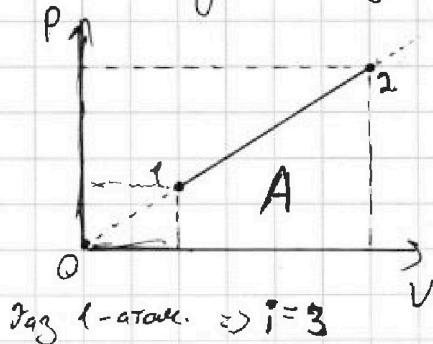
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
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!

Достройте график процесса в координатах PV:



$$A = \frac{P_2 V_2}{2} - \frac{P_1 V_1}{2} = \frac{1}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

$$P_2 V_2 = V R T_2$$

$$P_1 V_1 = V R T_1$$

$$A = \frac{1}{2} V R (T_2 - T_1) \quad | \text{ no yet. } A = V_0$$

$$V_0 = \frac{3}{2} V R T_1$$

$$\frac{1}{2} V R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} V R T_1$$

$$V R T_2 - V R T_1 = 3 V R T_1 \quad | : V R$$

$$T_2 = 4 T_1 \quad \Rightarrow \text{6 процесс } 1 \rightarrow 2 \quad T \sim V^2$$

$$V_2^2 = V_1^2 \cdot \frac{4 T_1}{T_1} = 4 V_1^2$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{V_2^2}{V_1^2}$$

$$V_2 = 2 V_1$$

$$m = \frac{V_2}{V_1} = 2 \quad \Rightarrow \underline{m = 2}$$

$$Q = \cancel{\Delta U + A} \quad \cancel{\Delta U}$$

$$Q = 3A + A = 4A = 4 \cdot 3 k P_{\text{ре}} =$$

$$\underline{= 12 \text{ kP}_{\text{ре}}}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} V R (T_2 - T_1) \quad | \quad \Delta U = 3A$$

$$A = \frac{1}{2} V R (T_2 - T_1)$$



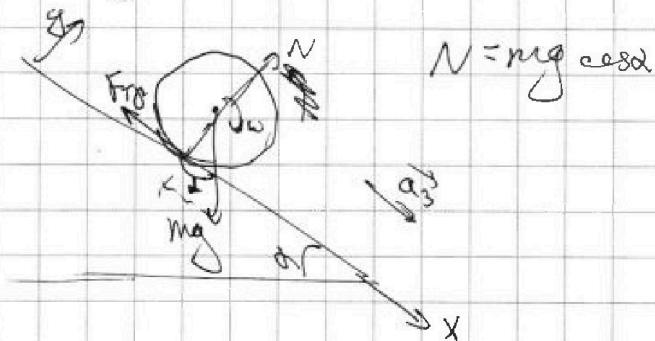
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
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!

Т.к. стена ~~скользит~~ скользят то при сопротивлении вращение ее изменяется



$$N = mg \cos \theta$$

$$F_f = \mu N = \mu mg \cos \theta$$

$$m\alpha_3 = mg \sin \theta - F_f = mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta$$

$$\alpha_3 = g(\sin \theta - \mu \cos \theta)$$

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

$$L = \frac{\omega^2 \cdot r^2}{-2\alpha_3} = \frac{v^2}{2\alpha_3} = \frac{gH}{2g(\sin \theta - \mu \cos \theta)} = \frac{H}{2(\sin \theta - \mu \cos \theta)}$$

* v_0 I эта же:

$$a = -g(\sin \theta + \mu \cos \theta)$$

$$\Leftrightarrow \frac{-a}{g} = -\sin \theta$$

$$a = -8 \text{ м/с}^2$$

$$L = \frac{H}{2(\sin \theta - \left(\frac{-a}{g} \right) \sin \theta)} = \frac{H}{2(2\sin \theta + \frac{a}{g})} = \frac{425 \text{ м}}{2(2\sin \theta - \frac{8}{10})} =$$

$$= \frac{H}{2(2\sin \theta - 0,8)} = \frac{H}{4\sin \theta - 1,6}$$

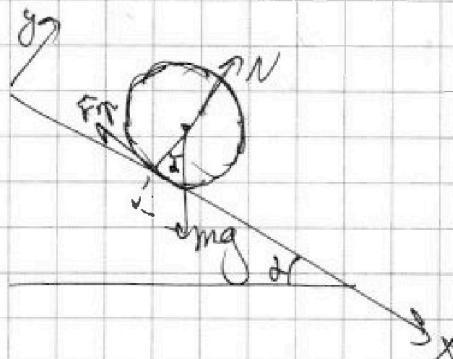


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
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!



№ II Задача

$N = mg \cos \alpha$

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

$$M_{tr} = F_{fr} \cdot R = \mu mg R \cos \alpha$$

В системе центра масс другое:

$$T\mathcal{E} = M_{tr} = \mu mg R \cos \alpha$$

Γ - момент инерции.

$$\Gamma \cdot \frac{\mu g \cos \alpha}{R} = \mu mg R \cos \alpha \quad | : \frac{\mu g \cos \alpha}{R}$$

$$\Gamma = mR^2$$

Т.к. одн. движение без проскальзывания до конца

$$T\mathcal{E} \quad \cancel{U_1} \quad \cancel{U_2} \quad U_2 = \omega_2 R$$

но ЗСЭ:

$$mgh = \frac{mU_2^2}{2} + \frac{\Gamma \omega_2^2}{2} = \frac{mU_2^2}{2} + \frac{mR^2 \omega_2^2}{2} = mU_2^2$$

$$U_2^2 = gh \Rightarrow \cancel{U_2} = \sqrt{gh}$$

Т.к. сопротивление сим. уменьш

$$T\mathcal{E} \quad V = U_2 = \sqrt{gh} = \sqrt{10 \cdot 1,6} \text{ м} = \sqrt{16} \text{ м} = \cancel{4 \text{ м}} \quad 4 \text{ м}$$



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

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
1 из 3

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

~~Stephani~~ on 8/1:

Введение на уроке ТОЧКИ

$$S_1 = 4 \text{ m} ; V_1 = 6 \text{ m/s}$$

$$S_2 = 6 \text{ m} ; V_2 = 2 \text{ m/s}$$

Uz Velreavatuk

$$S_2 - S_1 = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a} \quad | \quad \Rightarrow \quad a = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2(S_2 - S_1)}$$

$$x = -\frac{6^2 - 2^2}{2(6-4)} \approx -\frac{36-4}{2 \cdot 2} \approx -\frac{32}{4} \approx -8 \text{ m/s}$$

Настінний ходоп треміл ф.

no II 3. Kbstotoko

$y: N \ni m \mapsto$

$$F_g = \mu N = \mu mg \cos \theta$$

$$ma = mg \sin \theta + F_g$$

$$ma = -mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta$$

$$a = r - g \left(\sin \theta + \mu \cos \theta \right)$$

Bogotí cristi

no gal.

$$E = \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{mg \text{ cos} \theta}{R}$$



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
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!

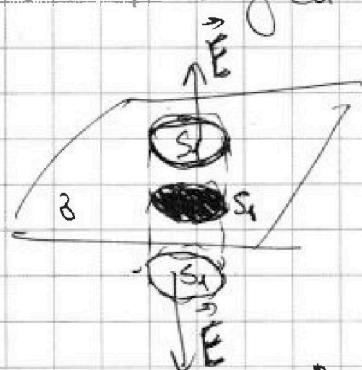
т.к. $S = 1 \text{ м}^2$, то сторона квадрата $l = 1 \text{ м}$

и т.к. d (расстояние от шарика до пластинки) $\ll l$

то $\frac{d}{l}$ можно считать что где шарика пластина бесконечна.

Найдём напряженность поля пластины

По Т. Гаусса:



напряженность поля на обе стороны

$$2S_1 E = \frac{8\pi\epsilon_0 Q}{d^2} \quad | : S_1$$

$$E = \frac{8\pi\epsilon_0 Q}{2d^2} \quad ; \text{ где } \frac{8\pi\epsilon_0}{2} = \epsilon_r \text{ - диэлектрическая проницаемость воздуха}$$

коэффициент проницаемости заряда пластины

$$\epsilon_r = \frac{Q}{S}$$

$$E = \frac{\epsilon_r}{2d^2} = \frac{Q}{2S\epsilon_0}$$

$$F_1 = qE = q\frac{Q}{2S\epsilon_0}$$

$$F_1 = \frac{qQ}{2S\epsilon_0} = \frac{5 \cdot 10^{-9} \cdot 1,77 \cdot 10^{-9}}{2 \cdot 1 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}} H = \frac{8,85 \cdot 10^{-18} \cdot 10^{12}}{2 \cdot 8,85} H =$$

$$= \frac{10^{-6}}{2} H = 0,5 \cdot 10^{-6} H = 5 \cdot 10^{-7} H \quad \text{ответ}$$



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

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
2 из 3

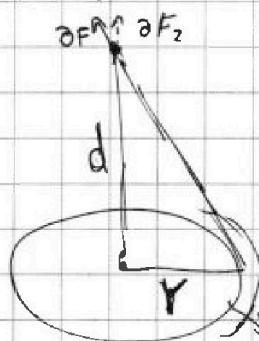
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Найдём гравитационную силу

т.к. шарик расположился на $d \ll r$ от пластинки,

то для него можно считать, что пластина

плоскость.



$$dF = \frac{Gm}{s} \cdot \frac{M}{5} \cdot 2\pi r dr$$

т.к. шарик входит в сферу квадрат
то сила сила

$$\frac{1}{2} dF = \frac{Gm}{s} \frac{\partial M_2}{d^2 + r^2}$$

$$dr = d \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad r = d \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$dR = d \cdot \frac{\partial \alpha}{\cos \alpha} \quad \partial r = \frac{d \cdot \partial \alpha}{\cos^2 \alpha}$$

$$dF_2 = \cos \alpha \cdot dF$$

$$dF_2 = \frac{Gm}{s} \frac{M}{5} 2\pi r dr = \frac{2\pi GmM}{s} \cdot \frac{d \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{d \cdot \partial \alpha}{\cos^2 \alpha}}{d^2 + d^2 \operatorname{tg}^2 \alpha} =$$

$$= \frac{2\pi GmM}{s} \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot d^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{d \cdot \partial \alpha}{\cos^2 \alpha}}{d^2 \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha}} = \frac{2\pi GmM}{s} \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot d \cdot \partial \alpha$$

$$\operatorname{tg}^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$dF_2 = \cos \alpha \cdot dF = \frac{2\pi GmM}{s} \operatorname{tg} \alpha \cos \alpha \partial \alpha =$$

$$= \frac{2\pi GmM}{s} \sin \alpha \partial \alpha$$



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
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!

$$\begin{aligned} \delta F_2 &= \frac{2\pi GMm}{S} \sin \delta \alpha && \text{пределы интегрирования } \delta \alpha [0, \frac{\pi}{2}] \\ F_2 &= \int_{0}^{\frac{\pi}{2}} \frac{2\pi GMm}{S} \sin \delta \alpha \, d\alpha = && \text{от } 0 \text{ до } \frac{\pi}{2} \text{ угол меняется} \\ &= \frac{2\pi GMm}{S} \cdot \int_{0}^{\frac{\pi}{2}} \sin \delta \alpha \, d\alpha = \frac{2\pi GMm}{S} \cdot (-\cos \delta \alpha) \Big|_0^{\frac{\pi}{2}} = && \text{угол меняется от } 0 \text{ до } \frac{\pi}{2} \\ &= \frac{2\pi GMm}{S} \cdot \left(-\cos\left(\frac{\pi}{2}\right) - (-\cos(0)) \right) = \frac{2\pi GMm}{S} \cdot (0 + 1) = && m = r_2 = 0,001 \times 2 \cdot 10^{-3} \text{ км} \\ &= \frac{2\pi GMm}{S} && \\ F_2 &= \frac{2\pi GMm}{S} \cdot \approx \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{1} H = && H = \\ &= \frac{10 \cdot 3,14 \cdot 6,67 \cdot 10^{-14}}{1} = 3,14 \cdot 6,67 \cdot 10^{-13} = 20,9438 \cdot 10^{-13} H && \\ &\approx 21 \cdot 10^{-13} H = 2,1 \cdot 10^{-12} H && \end{aligned}$$



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

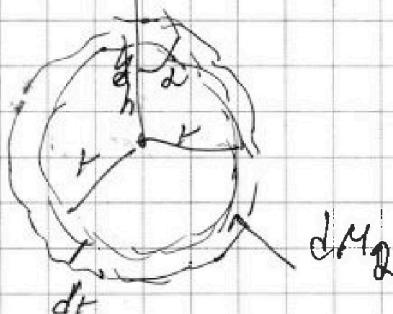
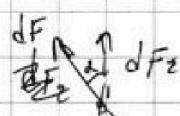
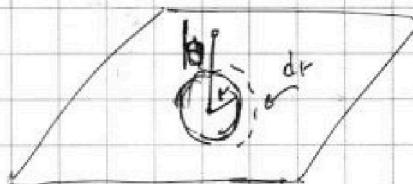
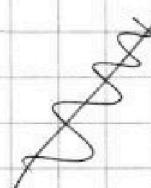
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" 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!

Найдите гравитационную силу:

Равн. гравитационной силы также можно счи-
тать, что для каждого участка дес-
кожника:



$$dM_2 = g \cdot 2\pi r \cdot dr$$

$$g = \frac{M}{S}$$

$$dF_1 = \frac{Gm \cdot dM_2}{r^2}$$

$$dF_2 = \frac{Gm \cdot dM_2}{(r+dr)^2} \cos \alpha \cdot dF = \frac{Gm \cdot dM_2}{r^2 + h^2} \cos \alpha$$

$$\tan \alpha = \frac{h}{r} \Rightarrow r = h \tan \alpha$$

$$dr = h \cdot (\tan \alpha)' d\alpha =$$

$$= \frac{h d\alpha}{\cos^2 \alpha}$$

$$\begin{array}{r} 3,14 \\ \times 6,67 \\ \hline 26,68 \\ 19 \\ \hline 20,943 \end{array}$$

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!

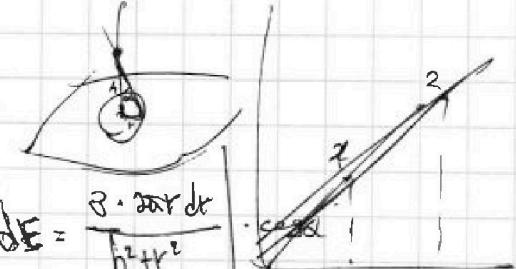
$$P = \frac{1}{3} n \cdot \frac{d}{ds} \quad \text{номер} \quad 1$$

$$F \cdot dP = m_0 V_{qp} \quad \frac{50}{16} = \frac{28}{8}$$

$$d = \frac{N}{ds \cdot dP} \quad \approx \frac{28}{13}$$

$$P = \frac{F \cdot dP}{ds \cdot dP} = \frac{m_0 V_{qp}}{ds \cdot dP}$$

$$A = U_0 = \frac{3 \cdot P_{me}}{2}$$



$$V = h \cdot \pi r^2$$

$$dt = h \frac{dr}{\cos^2 \theta}$$

$$dE = \frac{h \cdot \pi r^2 dr}{h^2 + r^2} \cdot \cos^2 \theta$$

$$= \frac{h \cdot \pi r^2 dr \cdot \cos^2 \theta}{h^2 + r^2} \cdot \cos^2 \theta$$

$$\frac{\sqrt{T_1}}{V_1} = \frac{\sqrt{T_2}}{V_2}$$

$$\sqrt{\sin \theta}$$

$$E = \frac{1}{2} \rho \cdot \sin \theta$$

$$= 2 \rho \sin \left(-\cos \frac{\pi}{2} + \cos \theta \right)^2$$

$$= 2 \rho \sin^2 \theta$$

$$= 2 \rho \sin^2 \theta$$

$$\frac{1}{2} \sqrt{R(T_2 - T_1)} = \frac{3}{2} \sqrt{RT_1}$$

$$\sqrt{RT_2} - \sqrt{RT_1} \approx 3 \sqrt{RT_1}$$

$$\therefore T_2 = 4T_1$$

$$V_0 = \frac{3}{2} \sqrt{RT_1}$$

$$A = \frac{P_2 U_2}{2} - \frac{P_1 U_1}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{R(T_2 - T_1)}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \sqrt{R(T_2 - T_1)}$$

$$= \frac{\pi R^2 - 2\pi R_0^2 - 4R^2}{2a} + \frac{2\pi R_0^2 - 2R^2}{2a^2} = \frac{2R^2 - 2R_0^2}{2a^2}$$

$$= \frac{2R^2 - 2R_0^2}{2a^2}$$



$$2\pi E = \frac{288}{6}$$

$$E = \frac{2}{288}$$



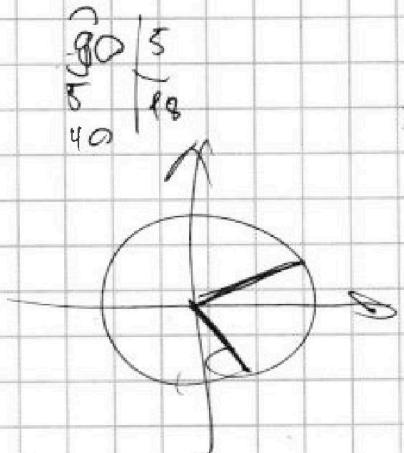


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input checked="" type="checkbox"/> 6 | <input checked="" type="checkbox"/> 7 |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|

СТРАНИЦА
из

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



$$\sin(2x) = 2\sin x \cos x$$

$$\sin(2x \cdot 60^\circ) =$$

$$\cos 60^\circ = \frac{1}{2}$$

$$\cos 60^\circ = \cos^2 30^\circ - \sin^2 30^\circ,$$

$$= \frac{3}{4} - \frac{1}{4} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{\sqrt{T}}{V} \quad \frac{T}{V^2}$$

$$n-\nu = -2$$

$$n = -1$$

$$\frac{81}{324}$$

~~PV^n = const~~

$$PV^n = \text{const}$$

$$VAT \cdot V^{n-1} = \text{const}$$

$$n \cdot \frac{8kT}{m_0} = n \cdot h \cdot \frac{\sqrt{8kT}}{\sqrt{m_0}} =$$

$$= \frac{dM}{V} \cdot \sqrt{\frac{8kT}{m_0}} = \text{const}$$

$$\frac{\sqrt{T}}{V} = \text{const}$$

~~$$\frac{dT}{2\sqrt{T}} = \frac{\sqrt{T}}{V} \cdot dV$$~~

$$\frac{VdT}{2} = TdV$$

$$\underbrace{\sqrt{T}dV - Vd\sqrt{T}}_{V^2} = 0$$

$$PV = VRT$$

$$\sqrt{T}dV = V \cdot \frac{dT}{2\sqrt{T}}$$

$$dV = \frac{VdT}{2T}$$

$$TdV = VdT = \frac{VdT}{2T} = \frac{VdT}{2\sqrt{T}} + \frac{3}{2}\sqrt{T}dV =$$

$$= \frac{dVdT}{2T} + \frac{3}{2}\sqrt{T}dV = \frac{dVdT}{2T} + \frac{3}{2}\sqrt{T}dV = \frac{1}{2}dVdT$$