



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

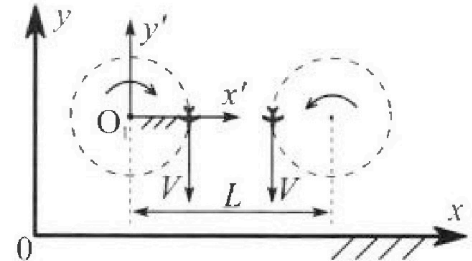
## Вариант 10-03

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  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

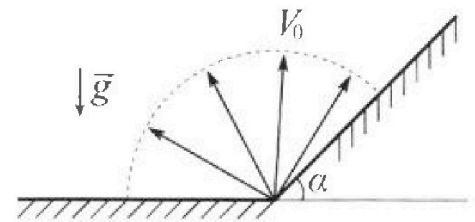
1. На сколько  $\delta$  процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



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

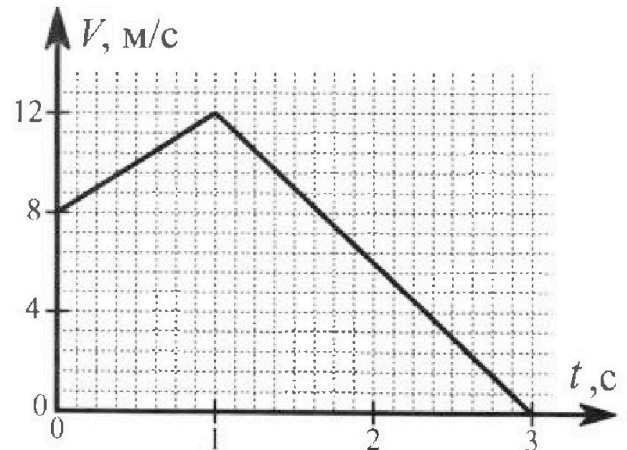
2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол  $\alpha$  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.



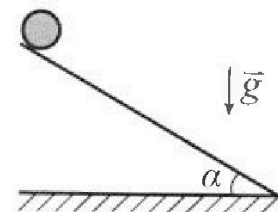
1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.
2. На каком максимальном расстоянии  $S$  от точки старта упадет осколок на склон?

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  $\alpha$  – 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  $\mu$  трения скольжения бочка катится без проскальзывания?

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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

1. Найдите работу  $A$  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 некое 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?



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!

$\Pi_1$ : Вес  $m$  и скорость  $v$  и  $\frac{v^2}{R}$  и  $g$

~~$$m g \delta = \frac{m v^2 / R + m g}{m g} \cdot 100\% = \frac{v^2 / R + g}{g} \cdot 100\%$$~~

мощ как отн перпендикулярно

$$m \text{ вес } P = m \sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}$$

~~$$m g \delta = 100\% \cdot \frac{P}{m g} = \frac{\sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}}{g} \cdot 100\%$$~~

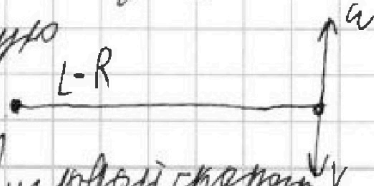
~~$$= 100\% \cdot \frac{\sqrt{10^2 + 1^2}}{10} \quad \delta = 100\% \cdot \frac{P - m g}{m g} =$$~~

~~$$= \frac{\sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}} - g}{g} \cdot 100\% = \frac{\sqrt{10^2 + 1^2} - 10}{10} \cdot 100\% = 100\% \cdot (\sqrt{101} - 10) =$$~~

$$= 10\% \cdot \sqrt{101} - 100\% \approx 0,5\%$$

$\Pi_2$ : Угловая скорость  $\omega = \frac{v}{R}$ . Значит  $m$  при  $\omega$  в  $SO$ , в такой системе  $\omega$  и  $g$  образуют векторы  $\omega$  и  $g$  и  $g$  образуют векторы  $\omega$  и  $g$

и  $g$  образуют векторы  $\omega$  и  $g$  и  $g$  образуют векторы  $\omega$  и  $g$





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

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!

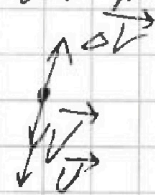
600 Грм — масса пера в материале  
составляет половину массы пера  
или L-R отсюда; значение  
из-за а от времени для стороны

$$\Delta V = \omega(L-R) = V \frac{L-R}{R}$$

составляет  $U = V - \Delta V =$

$$= V \left( \frac{L-R}{R} - 1 \right) = -V \cdot 3^{\pi}$$

или  $U$  составляет 980



Ответ:  $\delta = 10\% \cdot \sqrt{101} - 100\% \approx 9,5\%$ ;  $|U| = 980$ ;  $\vec{U}$  направлено  
по направлению  $\vec{V}$



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  
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!

Для удобства счёта сразу подставим значения  $\sin \alpha$ ,  $\cos \alpha$  и  $\operatorname{tg} \alpha$

$$S = v_0^2 \sin 2\theta \cdot \frac{10}{6g} - v_0^2 \sin^2 \theta \cdot \frac{20}{g}$$

Нам нужно найти максимум  $S$ , поэтому  $\frac{dS}{d\theta} = 0 \Rightarrow 0 = 2gv \cos 2\theta \cdot \frac{10}{6} - \frac{20}{g} \sin 2\theta$

$$\frac{20}{g} \sin 2\theta = 2v \cdot \frac{20}{6} \cos 2\theta$$

$$6 \sin 2\theta = 2 \cos 2\theta$$

$$\operatorname{tg} 2\theta = \frac{2}{3} \Rightarrow \frac{\sin^2 2\theta}{1 - \sin^2 2\theta} = \frac{4}{9} \quad \#$$

$$\downarrow$$

$$\sin 2\theta = \sqrt{\frac{4}{13}}$$

$$\cos 2\theta = \sqrt{1 - \frac{4}{13}} = \sqrt{\frac{9}{13}}$$

тогда

$$\sqrt{\frac{4}{13}} = \sin \theta \cos \theta = \sin \theta \sqrt{1 - \sin^2 \theta} \quad \#$$

$$\frac{4}{13} = \sin^2 \theta - \sin^4 \theta$$

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!

$$\text{Тогда } \sin^2 \theta = \frac{1 - \cos 2\theta}{2}, \text{ т.к. } \sin^2 \theta = \sin 2\theta$$

$$= \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cos 2\theta$$

$$\int \sin 2\theta = -\frac{1}{2} \cos 2\theta + C$$

⇓

$$\text{где } \left(-\frac{1}{2}\right) \text{ т.к. } \sin^2 0 = 0$$

Суммарно

$$S = V_0^2 \sin^2 \theta \cdot \frac{10}{g} - \frac{1}{2} V_0^2 \frac{20}{g} + \frac{1}{2} V_0^2 \frac{20}{g} \cdot \cos 2\theta = \frac{10}{g} V_0^2 \left( \frac{1}{6} \sqrt{\frac{4}{13}} - \frac{10}{9} + \frac{10}{9} \sqrt{\frac{9}{13}} \right) =$$

$$= 900 \cdot \left( \frac{1}{6} \sqrt{\frac{4}{13}} - \frac{10}{9} + \frac{10}{9} \sqrt{\frac{9}{13}} \right)$$

Ответ:  $S = 900 \cdot \left( \frac{1}{6} \sqrt{\frac{4}{13}} - \frac{10}{9} + \frac{10}{9} \sqrt{\frac{9}{13}} \right) \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$$V_0 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



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  
1 из 5

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!

Плоск  
Плоск май вог  
напряжения стнн

и векторные  $a_1 = \frac{1}{m} \cdot$

$$(mg \cos \alpha - mg \sin \alpha) = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

Согласно формуле  $a_1 = \frac{1}{m} (mg \sin \alpha + mg \cos \alpha) = -g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$

Значит  $a_1 - a_2 = 2g \sin \alpha$   
На графике ускорения  $a$  от времени  $t$  будет выглядеть так

$$a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} = 4 \frac{m}{c^2}$$

$$a_2 = \frac{\Delta v_2}{\Delta t_2} = -\frac{12}{2} = -6 \frac{m}{c^2}$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{2g} (a_1 - a_2) = \frac{1}{20} \cdot 10 = \frac{1}{2}$$



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.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 из 5

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!

$\Pi_2$  ~~Даны~~ ~~квантовая~~ энергия

и частота электромагнитного излучения и вращательной энергии.

Для  $n$  уровня энергии не вращается:

Энергия вращения:

$$W_n = \frac{(n+1)v^2}{2} m$$

Энергия вращения

маленьким углом  $I = mR^2$ ,  $v = R\omega$  - радиус

угловая скорость  $\omega = \frac{v}{R}$

$$W_0 = \frac{I\omega^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$$

$\Downarrow$

$$W = W_0 + W_n = \frac{mv^2}{2} (n+2)$$

Для  $n$  уровня по формуле энергии  $W_n = S + \frac{1}{2} m \omega^2 R^2 = S + \frac{1}{2} m \frac{v^2}{R^2} R^2 = S + \frac{1}{2} m v^2$

$$S, \text{ вычитаем в формуле } \Delta h = S + \frac{1}{2} m \omega^2 R^2 = S + \frac{1}{2} m \frac{v^2}{R^2} R^2 = S + \frac{1}{2} m v^2$$

$$W_n - S = \frac{1}{2} m v^2 (n+1)$$





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

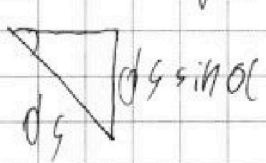
СТРАНИЦА  
3 ИЗ 5

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!

$$V = \sqrt{\frac{8n+15}{n+2}} g \cdot 5 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \sqrt{\frac{1}{3}} \cdot 4 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{m}{c}$$

П. 3. ~~Согласно условию задачи~~  
~~вспомогательная масса~~

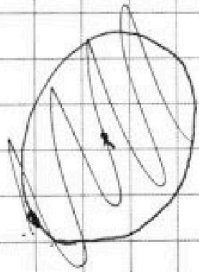
Согласно условию задачи выделите  $m$   
 $dW = (n+1)mg \cdot ds$  ~~немедленно~~  
и ~~теперь~~  
по условию:



$$dW = (n+2)m \cdot V \cdot dV =$$

$$= (n+2)m \frac{dV}{dt} =$$

$$= (n+2)m ds \frac{dV}{dt} = (n+2)m ds a$$



$$(n+1)mg ds \sin \alpha = (n+2)m a ds$$

$$a = g \sin \alpha \cdot \frac{n+1}{n+2} =$$

$$= 4 \frac{m}{c}$$



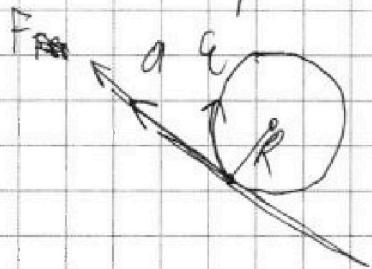
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
4 из 5

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!

П4. Перейдем в СД четвертой задачи:



Если точка не в центре, когда катковая поверхность, диаметр (центр) будет ускорением

$a$ . Если считать центр ускорение  $\epsilon =$

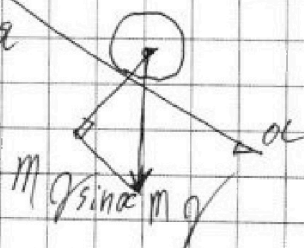
$= \frac{a}{R}$ . Но в этой точке мы не знаем центр

мгновенная  $\epsilon$  центр  $\alpha$  мгновенная не вычислим, мы ее не можем рассчитать.

Тогда

$$\epsilon I \leq FR \Rightarrow F \geq I \frac{a}{R} = 0,1 m$$

При этом  $F = \mu mg \sin \alpha$



$$0,1 m \leq \mu mg \sin \alpha$$

$$\mu \geq \frac{0,1}{\sin \alpha} = \frac{g \sin \alpha}{g \sin \alpha} \frac{n+1}{n+2} = \frac{n+1}{n+2} \tan \alpha$$



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  
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!

$$\leq \frac{4}{5\sqrt{3}}$$

$$\text{Ответ: } |g| = \frac{1}{2}, v = 4 \cdot \frac{1}{5\sqrt{3}} \frac{m}{c}, a =$$
$$= 4 \frac{m}{c}, m \geq \frac{4}{5\sqrt{3}}$$



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  
41 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!

П<sub>2</sub>: Жидкий с определенной  $C_V$ . Измеряется процесс расширения газа при постоянном давлении; известна величина  $Q$  и температура  $T_1$  и  $T_2$  соответственно; но есть

$Q = \Delta T_1 C_V \Rightarrow C_V = \frac{Q}{\Delta T_1} = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$   
(т.к. в условии не сказано, какой процесс, то можно считать, что процесс изохорный, тогда  $Q = \Delta T C_V$ , но в условии сказано, что процесс изобарный, тогда  $Q = \Delta T C_p$ )

П<sub>1</sub>: Изобарное расширение газа;  $A = \int p dV$ . Если  $p = \text{const}$ , то  $A = p(V_2 - V_1)$ . С другой стороны известна температура  $T_1$  и  $T_2$  соответственно;  $\Delta U = C_V (T_2 - T_1) = C_V (V_2 - V_1) \frac{p}{R} = p(V_2 - V_1) \frac{C_V}{R}$ . Тогда  $Q = A + \Delta U \Rightarrow A = Q - \Delta U = Q - \frac{C_V}{R} Q \Delta T_2 = 360 \text{ Дж}$



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!

П3: Пусть  $x$  — доля <sup>молочной</sup> ~~в смеси~~ <sup>в смеси</sup>

При этом  $C_V$  — ~~молочная~~ <sup>молочная</sup> ~~металлическая~~ <sup>металлическая</sup> ~~капляр~~ <sup>капляр</sup>  $\frac{3}{2}R$ ; ~~капляр~~ <sup>капляр</sup>  $\frac{5}{2}R$

Тогда ~~металлическая~~ <sup>металлическая</sup> ~~капляр~~ <sup>капляр</sup>  $C_V = (\frac{3}{2}x + \frac{5}{2}(1-x)) \cdot 2R$

С другой стороны ~~капляр~~ <sup>капляр</sup> ~~металлическая~~ <sup>металлическая</sup> ~~капляр~~ <sup>капляр</sup>  $\Delta V = \frac{C_V}{2R} (T_2 - T_1) =$

$= (\frac{3}{2}x + \frac{5}{2}(1-x)) \cdot \Delta V$ ; ~~капляр~~ <sup>капляр</sup> ~~металлическая~~ <sup>металлическая</sup> ~~капляр~~ <sup>капляр</sup>

$\Delta V = Q - A$ ; ~~капляр~~ <sup>капляр</sup> ~~металлическая~~ <sup>металлическая</sup> ~~капляр~~ <sup>капляр</sup>  $A = p \Delta V$

$$\frac{3}{2}x + \frac{5}{2}(1-x) = \frac{\Delta V}{A} = \frac{Q - A}{A} = \frac{600}{360}$$

$$\text{Отсюда } x = \frac{5}{8}$$

$$\text{тогда } \frac{N_r}{N_k} = \frac{x}{1-x} = \frac{(\frac{5}{8})}{(\frac{3}{8})} = 5$$

Ответ:  $C_V = 20 \text{ Дж/К}$ ,  $A = 360 \text{ Дж}$ ,  $\frac{N_r}{N_k} = 5$



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

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. Известно, что плоский конденсатор можно представить, как 2 заряженные пластины, в одну из которых вводится диэлектрическое тело, что так называется конденсатором. Если же конденсатор имеет - пластины, а расстояние между ними известно, построим его потенциал. При этом известна начальная  $\Delta\varphi$  между обкладками  $U$ , максимальное расстояние  $l$  между пластинами  $d$ ; Тогда потенциал внутри конденсатора  $\varphi(x) = -\frac{U}{d}x + \text{const}$ , где  $x$  - расстояние от одной обкладки ( $\varphi(x)$  - линейная функция; постоянная её коэффициент  $k = \frac{\Delta\varphi}{dx}$ ) & напряжённость экв. поля  $E = -\text{grad}(\varphi(x))$ ; Но так как  $\Delta\varphi$  направлено вправо, значит  $E$  направлено влево, значит  $E = -\frac{d\varphi(x)}{dx} = \frac{U}{d}$ ; Знаком сила Кулона,



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!

действующая на заряды;  $F = q \frac{U}{d}$   
 а возникающее ей сопротивление  
 (м.к. сопротивление переносимых зарядов  $R$ )  
 уменьшилась  $a_n = \lambda \frac{U}{d}$

С другой стороны  $a_n = \frac{V_0^2}{R}$

$$U = \frac{q}{\lambda} d \cdot \frac{V_0^2}{R}$$

~~Итак  $U = \frac{q}{\lambda} d \cdot \frac{V_0^2}{R}$~~

П.2:

Изменения кинетической энергии заряда  $\Delta W = q \Delta \varphi$ , где

$$\Delta \varphi = \varphi\left(\frac{d}{8}\right) - \varphi\left(\frac{d}{2}\right) = \frac{U}{d} \left(\frac{d}{2} - \frac{d}{8}\right) = U \cdot \frac{3}{8}$$

Итого по 3) (закон сохранения энергии)

$$\Delta W + \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV^2}{2} \Rightarrow mV_0^2 = mV_0^2 + \frac{3}{4}qU$$

$$\frac{3}{4}qU + V_0^2 = V^2$$

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

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



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

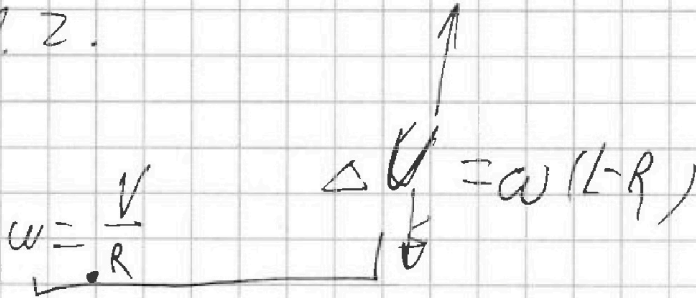
СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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!

№ 1.1.  
+ 0/n

$C \frac{p}{V}$

№ 1.2.



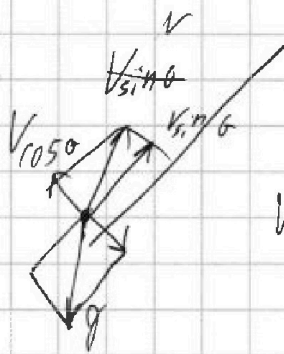
$L-R$        $\sin \eta = \frac{1}{2}$

$\sqrt{2gH}$

№ 2.1

$\cos \eta = \frac{\sqrt{3}}{2}$

№ 2.2.

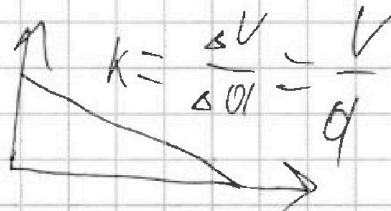


$\eta = \eta = \frac{4}{5} = \dots$

u.m. q.

№ 5.1

$V = \Delta \varphi$



$E = \frac{V}{d} = \text{const}$

$\lambda \frac{V}{d} = \frac{V^2}{R} \dots$

№ 5.2: 3(7)





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!

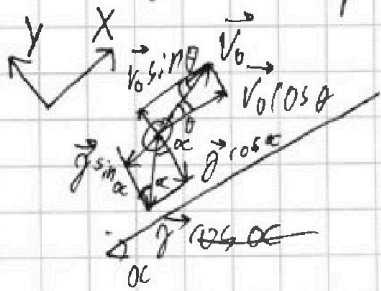
П<sub>1</sub>: По закону сохранения энергии

$$\frac{mV_0^2}{2} = mgH; \text{ где } m - \text{масса шарика}$$

$$V_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{900} = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

П<sub>2</sub>: Перпендикуляр выбрана O<sub>x</sub> перпендикулярно

скорости, а O<sub>y</sub> - перпендикулярно O<sub>x</sub>; при этом шарик летит под углом  $\theta$  к горке. Тогда мы можем записать следующие уравнения



$$\begin{cases} V_0 \sin \theta = \frac{1}{2} g \cos \alpha \Rightarrow t = 2 \frac{V_0 \sin \theta}{g \cos \alpha} \\ S = V_0 \cos \theta t - g \sin \alpha \frac{t^2}{2} \end{cases} \text{ где } \theta - \text{время полета}$$

$$S = 2V_0 \cos \theta \frac{V_0 \sin \theta}{g \cos \alpha} - g \frac{V_0^2 \sin^2 \theta}{g^2 \cos^2 \alpha} \sin \alpha = V_0^2 \sin 2\theta \frac{1}{g \cos \alpha} - V_0^2 \sin^2 \theta \cdot \frac{1}{g} \cdot \frac{g \cos \alpha}{\cos^2 \alpha}$$



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

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!

$$\sin 2\theta \rightarrow \cos 2\theta$$

$$(\sin \theta)^2 = 2 \sin \theta \cdot \cos \theta$$

$$(\cos \theta)^2 = 2 \cos \theta \cdot \sin \theta$$

$$\cos 2x \rightarrow 2 \sin 2x \cdot 2$$

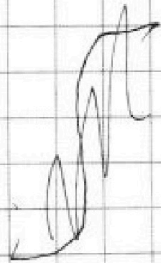
$$\sin \theta \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \theta}$$

$$\sqrt{\sin^2 \theta - \sin^2 \theta \cos^2 \theta}$$

$$\sqrt{\sin^2 \theta - \frac{1}{4} \sin^2 2\theta}$$

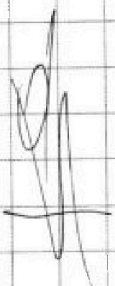
$$\int \frac{\cos 2\theta}{\sin 2\theta} = \cos 2\theta$$

$$\sin^2 \theta$$



$$\cos^2 \theta \rightarrow 2 \cos \theta \sin \theta = \sin 2\theta$$

$$= 2 \sin 2\theta$$



$$\int \cos 2\theta$$



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

$$360 = \cancel{1005} \rho V \cdot \cancel{1005}$$

$$600 = \left( \cancel{1005} \frac{3}{2} N_{01} + \frac{5}{2} N_5 \right) \rho V$$

$$\frac{360}{60} = \frac{10}{6}$$

$$60$$

$$\frac{3600}{0,36}$$

$$\begin{array}{r} \times 10,5 \\ 10,5 \\ \hline 529 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1005 \\ 1005 \\ \hline 5029 \end{array}$$

$$\frac{105}{110} = \frac{1005}{1005}$$

$$\frac{3}{2} N_{01} + \frac{5}{2} N_5 = \frac{10}{6}$$

$$\frac{105}{6} - \frac{1005}{2} = \frac{10}{6} - \frac{15}{6}$$



$$3 N_{01} + 9 N_5 = \frac{10}{3}$$

$$3 \frac{N_{01}}{N_5} = \frac{10}{3 N_5} - 9$$

$$\frac{3}{2} x + \frac{5}{2} = \frac{5}{2} x = \frac{10}{6}$$

$$-x = -\frac{5}{6}$$

$$x = \frac{5}{6}$$

$$\sqrt{101} \frac{1005}{1005}$$

$$9 N_{01} + 15 N_5 = 10$$

$$\begin{array}{r} * 101 \\ 101 \\ \hline 101 \\ + 101 \\ \hline 10201 \end{array}$$

$$\left( \frac{360}{0,36} = \frac{3600}{0,36} = \right) x + 15(1-x) = 10$$

$$0,36$$

$$= \frac{3600}{3,6} = x + 15x - 15 = 10$$

$$\sin^2 \theta = 2 \sin \theta \cos \theta$$

$$24x = 25 \Rightarrow x =$$



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!

$$\frac{3}{2} \text{ и } \frac{5}{2}$$

$$\sin^2 45^\circ = \frac{1}{2} \quad \sqrt{4.7} \quad \square \quad \square$$

$$C_p = C_v + R \quad \rho_0^{104}$$

$$\cos \alpha = \frac{8}{10}$$

$$\frac{10}{36} \cdot \frac{8}{10}$$

$$\frac{Q}{\Delta T_1} = \sqrt{C_v + R}$$

$$Q = 300$$

$$200 - 500 \cdot 20 \cdot 30 = 200 - 500 =$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 12 \\ \hline 24 \\ 12 \\ \hline 144 \end{array}$$

$$\frac{Q}{\Delta T_2} = \sqrt{C_v + R}$$

$$\frac{80}{36} = \frac{20}{9}$$

$$(\sin \theta)^2 = 2 \sin \theta \cdot \cos \theta = \frac{20}{50} \cdot \frac{48}{20}$$

$$v \frac{1}{d} \rightarrow \frac{v}{d} = \frac{v_0}{R}$$

$$C_v + R(T_2 - T_1)$$

$$\frac{4}{9} - \frac{1}{9} = \frac{3}{9} \quad \sqrt{\frac{144}{36}} = \frac{d}{v} \frac{v_0}{R}$$

$$\frac{144}{0,36} = \frac{144}{36}$$

$$\frac{3}{4} \cdot \frac{v_0^2 \cdot d}{R}$$

$$\frac{144}{36}$$

$$= \frac{12^2}{6^2} = \frac{12 \cdot 12}{6 \cdot 6} =$$

$$= 2^2 = 4$$



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

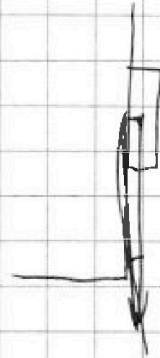
СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

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!

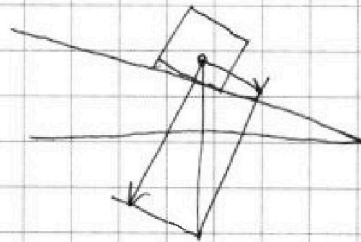
~~4242~~

$$13x^2 - 13x + 4 = 0$$

$$D = 13^2 - 16 \cdot 13$$



$$4 = 13x - 13x^2$$



$$13x^2 - 13x + 4 = 0$$

$$D = 13^2 - 4 \cdot 13 \cdot 4$$

$$\sin^2 \theta \rightarrow \sin^2 2\theta$$

$$\sin^2 \theta \rightarrow 1 - \cos^2 \theta$$

$$mR^2$$

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

$$\omega = \frac{mR^2 \omega^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$$



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!

$$\sin \theta \cos 2\theta = \frac{\sin \theta \cos \theta}{\cos \theta} = \frac{\sin 2\theta}{\cos \theta}$$

$$\sin \theta \cos 2\theta = \frac{1}{2} \cos 2\theta$$

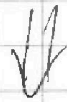
$$\sin^2 \theta =$$

$$z = 2 \cdot \frac{1}{2} g \cdot m$$

$$m = \frac{z}{g} =$$

$$g \sin \theta \cos 2\theta = 4 - 4g$$

$$= 0,2$$



$$13 \cdot g = 4$$

$$g = \frac{4}{13}$$