



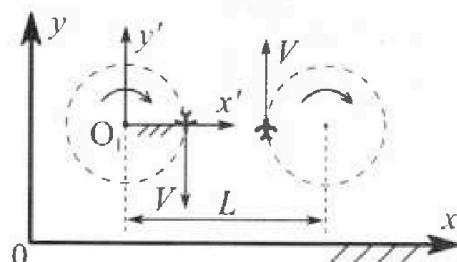
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024



Вариант 10-01

В ответах всех задач допускаются обыкновенные дроби и радикалы.

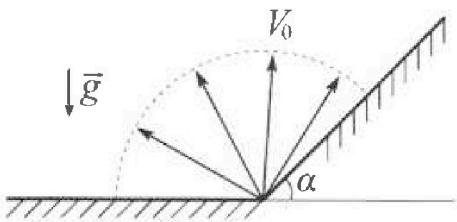
1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями $V = 80 \text{ м/с}$ (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса $R=800 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.



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

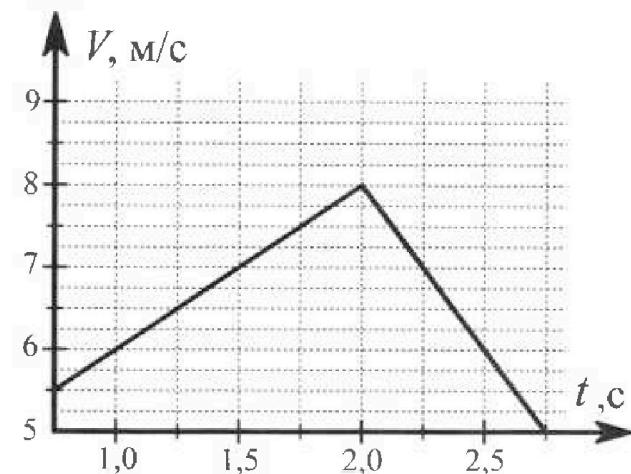
В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей $L=2 \text{ км}$. Вектор скорости каждого самолета показан на рисунке.

2. Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'0_1y'$, 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 $T = 9 \text{ с}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

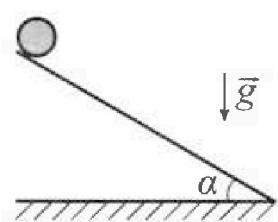


1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.



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.

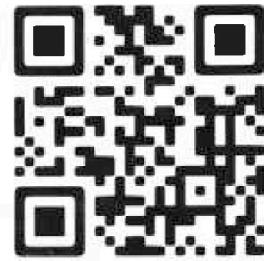


2. С какой по величине скоростью V движется бочка после перемещения по вертикали на $h=0,3 \text{ м}$?
3. Найдите ускорение a , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента μ трения скольжения бочка катится без проскальзывания?



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 10-01



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

4. В изохорическом процессе к смеси идеальных газов гелия и кислорода подводят $Q = 600$ Дж теплоты. Температура смеси увеличивается на $\Delta T_1 = 15$ К. Если к той же смеси подвести то же самое количество теплоты в изобарическом процессе, то температура смеси повысится на $\Delta T_2 = 10$ К.

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

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

5. Частица с удельным зарядом $\gamma = \frac{q}{m} > 0$ движется между обкладками плоского конденсатора. Заряды обкладок конденсатора $Q > 0$ и $-Q$, ёмкость конденсатора C , расстояние между обкладками d . В некоторый момент частица движется параллельно обкладкам со скоростью V_0 на расстоянии $d/4$ от положительно заряженной обкладки.

1. Найдите радиус R кривизны траектории в этот момент времени.

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

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

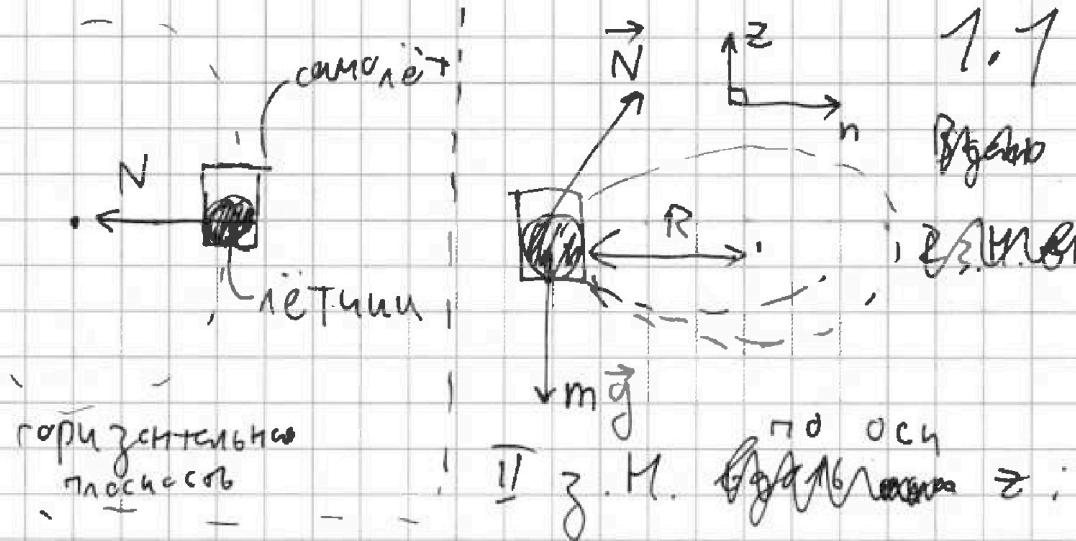


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input 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!



$$N_z = mg = 0 \Rightarrow N_z = mg$$

II з. М. по оси n:

$$N_n = ma_n, \text{ где } a_n - \text{центробеж. урн. } a_n = \frac{v^2}{R}$$

$$N = \sqrt{N_n^2 + N_z^2} - \text{т. Р. орбит}$$

$$N = \sqrt{m^2 \frac{v^4}{R^2} + m^2 g^2}, \vec{N} - \text{силы, с которых}$$

самолёт действует на лётчика

$$\vec{N} = -\vec{P} - \text{III з. М.} \Rightarrow P = N = \sqrt{m^2 g^2 + v^4 / R^2}$$

$$\delta = 100\% \left(\frac{P}{mg} - 1 \right) = 100\% \left(\frac{\sqrt{g^2 + v^4 / R^2}}{g} - 1 \right)$$

$$\delta = 100\% \left(\frac{\sqrt{100 + 80^4 / 800^2}}{10} - 1 \right) = 10\% \cdot (\sqrt{64} - 10)$$

$$\delta = 28\%$$

$$\begin{array}{r} 12,8 \\ \times 12,8 \\ \hline 1024 \\ 256 \\ \hline 163,84 \end{array}$$



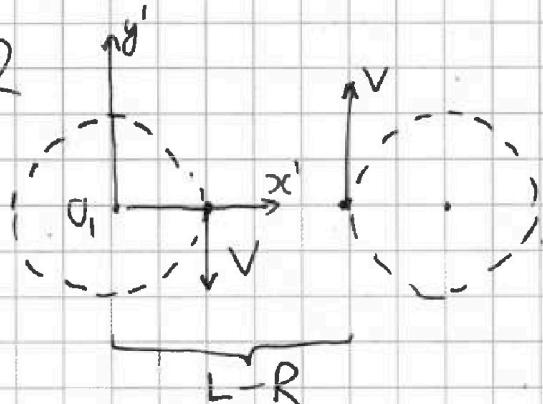
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input 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 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!

1.2



Правило сложения
скоростей:

$$\vec{v}_{\text{abs}} = \vec{v}_{\text{отн}} + \vec{v}_{\text{пер}}$$

(где v это пилот)

СО $y' O_1 x'$ вращающаяся с угловой скоро-
стью $\frac{v}{R} = \omega$ от. Земли $\Rightarrow v_{\text{пер}} = \omega(L+R) \Rightarrow$

$$\Rightarrow v_{\text{пер}} = \sqrt{\frac{L+R}{R}}$$

В нашем случае:

$$\sqrt{\frac{L+R}{R}}$$

$$v_{\text{отн}} = \sqrt{\frac{L+R}{R}} + v = \sqrt{\left(\frac{L}{R} - 1\right)} + v = \sqrt{\frac{L}{R}}$$

Ответ (Чистый ветер)

$$v_{\text{отн}} = 80 \frac{2000}{800} = 200 \text{ м/c, напр. } 690 \text{ м/с}$$

В этот момент времени (например с венатором
абсолютной скорости правого самолёта)

Ответ: 28%; 200 $\frac{\text{м}}{\text{с}}$ ветер

I-



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

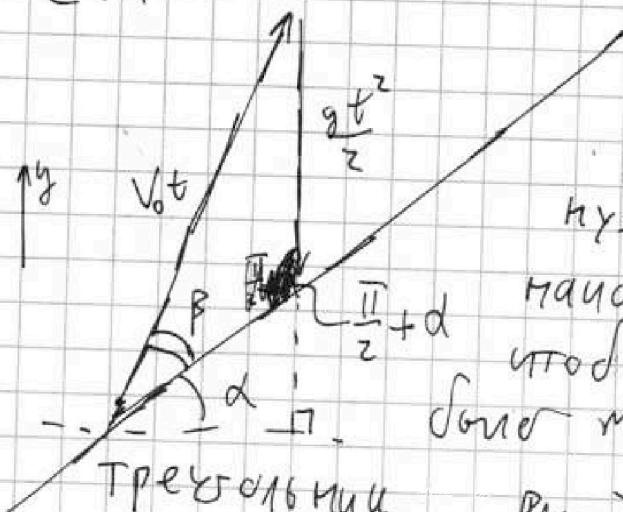
6

7

СТРАНИЦА
7 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!

2.1



Рассмотрим
под каким углом β

и наилучшей плоскости
нужно уладить разрыв

найдя полёт осионку,
чтобы время полёта
было максимальное.

Треугольные
перемещения

Введя Затишем $T \sin$:

$$\frac{V_0 t}{\sin(\alpha + \frac{\pi}{2})} = \frac{gt^2/2}{\sin \beta}$$

$$\frac{gt}{2 \sin \beta} = \frac{V_0}{\sin(\frac{2}{3}\pi)} \quad \frac{gt}{2 \sin \beta} = \frac{2V_0}{\sqrt{3}}$$

Чем $\sin \beta$ больше, тем больше то

$\Rightarrow T_{\max}$ будет при наилучшем β , при котором
осионок упадёт на мак. пд. $\Rightarrow \beta = \frac{\pi}{3}$, таким
образом время максимально при вертикальном.

помеченной величиной начальной скоростью

$$T = \frac{2V_0}{g} \Rightarrow V_0 = \frac{gt}{2} \quad V_0 = \frac{10,9}{2} = 45 \frac{m}{s}$$

при падении на горизонтальную пд. время
будет меньше в силу однородного перенес. по y_0 на
меньшей начальной скорости (если нет)

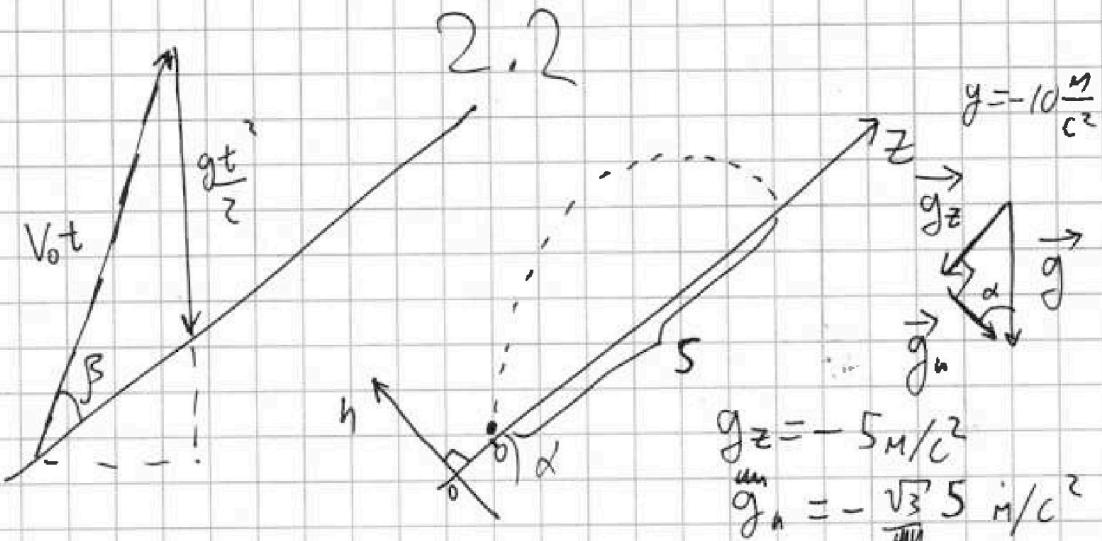


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 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!



Ур-е движения лголю з:

$$\begin{cases} z(t) = V_{0z}t + \frac{g_z t^2}{2} \\ h(t) = V_{0n}t + \frac{g_n t^2}{2} \end{cases}$$

t_n - время от боята

V_{0n} - начальная падение

через t_n $h(t_n) = 0 = V_{0n}t_n + \frac{g_n t_n^2}{2}$

$$g_n t_n = -2V_{0n} \Rightarrow t_n = -\frac{2V_{0n}}{g_n}$$

Пог сставим б з(т)

$$z(t_n) = S = V_{0z} \cdot -\frac{2V_{0n}}{g_n} + \frac{g_z}{2} \cdot \left(\frac{2V_{0n}}{g_n}\right)^2$$

$$V_{0z} = V_0 \cos \beta \quad V_{0n} = V_0 \sin \beta \Rightarrow$$

$$L = \frac{V_0^2 \sin \beta \cos \beta}{g_n}$$

$$\Rightarrow S = \frac{-V_0^2 \cos \beta \sin \beta}{g_n} + \frac{2g_z}{g_n^2} V_0^2 \sin^2 \beta$$



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"/> 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
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!

2.2 продолжение

Имеем:

$$S = \frac{-2V_0^2 \cos\beta \sin\beta}{g_n} + \frac{2g_n}{g_n} V_0^2 \sin^2\beta$$

$$\text{т.н. } 2g_n = g = \frac{g_n}{\cos\alpha}, \text{ т.о}$$

$$S = -2V_0^2 \frac{\cos\beta \sin\beta}{g_n} + \frac{V_0^2 \sin^2\beta}{g_n \cos\alpha}$$

$$\frac{5g_n}{2V_0^2} = \frac{\sin^2\beta}{\sqrt{3}} - \cos\beta \sin\beta \rightarrow \text{максимизир.}$$

если это выражение для максимизации S .

$$\frac{1}{\sqrt{3}} + \sqrt{x(1-x)} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = x - x^2 \quad x = \frac{2}{3} \Rightarrow x = \frac{3}{4}$$

$$\sqrt{x} = \frac{\sqrt{3}}{2} \quad \text{т.о } \sin\beta, \text{ откуда}$$

$$\frac{5}{8\sqrt{3}} - \frac{1}{8} \left(\frac{5}{8} \right)^2 \cos\beta = \sqrt{1-x} \quad \text{из триг. тожд.}$$

$$\frac{1}{8\sqrt{3}} - \frac{1}{64} = \frac{1}{9} \left(\frac{\sqrt{5}}{5} - \frac{\sqrt{3}}{3} \right) = \frac{\sqrt{3}}{9}$$

$$\frac{1}{8\sqrt{3}} - \frac{1}{64} = 0.5 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$* \frac{1}{2\sqrt{1-x}} \cdot (1-2x) = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{2}{3} \cdot \frac{4}{3} = \frac{(1-2x)^2}{3(1-x)}$$

$$(16x^2 - 16x + 4) = 3 \cdot (1 - 4x + 4x^2) = 3 - 12x + 12x^2$$



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 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
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!

2.2 (продолжение 2)

имеем: $\frac{Sg_n}{2V_0^2} = \frac{\sin^2 \beta}{\sqrt{3}} - \cos \beta \sin \beta$ *

Пусть $x = \sqrt{2}c \rightarrow \sin \beta = \sqrt{2}x$, $\cos \beta = \sqrt{1-x^2}$

нужно найти такой β , при котором выражение справа экстремум

$$f(x) = \frac{x^2}{\sqrt{3}} - \sqrt{2}x \sqrt{1-x^2}, \text{ где } \sqrt{2}x = \sin \beta, \sqrt{1-x^2} = \cos \beta$$

оч. приг. доз.

экстремум при $\frac{df(x)}{dx} = 0$, т.е.

$$\frac{d\left(\frac{x^2}{\sqrt{3}} - \sqrt{2}x \sqrt{1-x^2}\right)}{dx} = 0 \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{3}} - \frac{(1-2x)}{2\sqrt{1-x^2}} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{(1-2x)^2}{x^2} \Rightarrow 4(1-2x)^2 = 3(1-4x+4x^2) = 3-12x+12x^2$$

$$16x^2 - 16x + 3 = 0 \text{ при } x = 1/4 \Rightarrow \sin \beta = \frac{1}{2} \Rightarrow$$

$\Rightarrow \beta = \pi/6$

* Пусть $\frac{\pi}{6} = \beta$ т. $\frac{\sin^2 \beta}{\sqrt{3}} - \cos \beta \sin \beta = \frac{1/4}{\sqrt{3}} - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2} =$

$$= \frac{1}{4} \left(\frac{\sqrt{3}}{3} - \frac{\sqrt{3}}{2} \right) = \frac{\sqrt{3}}{4} \left(\frac{1}{3} - 1 \right) = -\frac{2}{3} \frac{\sqrt{3}}{4} = -\frac{\sqrt{3}}{6}$$

Тогда $\frac{Sg_n}{2V_0^2} = -\frac{\sqrt{3}}{6} \Rightarrow S_{\max} = \frac{2V_0^2 \cdot -V_0^2}{\sqrt{3} g_n}$



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 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!

2.2 (продолжение 3)

$$\text{Имеем: } S_{\max} = \frac{-V_0^2}{\sqrt{3} g_n} = \frac{-2V_0^2}{3g}, \text{ где } g = -10 \frac{m}{s^2}$$

$$\text{По магнито: } S_{\max} = \frac{2V_0^2}{3|g|} = \frac{2 \cdot (g\pi T)}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{(g\pi T)}{2}$$

$$S_{\max} = \frac{(g\pi T)^2}{6} \text{ - макс. дальность при падении на силон}$$

Сравни с максимальным падением на горизонтальную пл:

$$l = \frac{\sin(\pi d) V_0^2}{|g|} = \frac{\sin(2\pi)}{|g|} \frac{1}{2} \cdot \frac{(g\pi T)}{2} \cdot \frac{(g\pi T)}{2}$$

$$l_{\max} = \sin \frac{1}{4} \Rightarrow S_{\max} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{исходное макс. расст. } S = l_{\max} = \frac{1}{4} (g\pi T)^2$$

~~$$S = \frac{10,87}{2} = 5,4375 \text{ м}$$~~

Ответ: $45 \frac{m}{s}; 135 \text{ м}$

$$S_{\max} = \frac{10}{6} \cdot 9^2 = \frac{3}{2} \cdot 81 = 135 \text{ м}$$

Ответ: $45 \frac{m}{s}; 135 \text{ м}$



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.

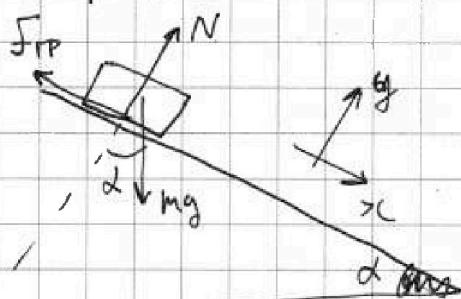
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

СТРАНИЦА
1 из 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!

Задача 1

Процесс смысла же удара:



2 з.н. на y: $N = mg \cos \alpha$

$$\text{Мат} N - mg \cos \alpha = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N = mg \cos \alpha$$

2 з.н. на x: $mg \sin \alpha - F_{\text{р}} = ma$

$$F_{\text{р}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha \Rightarrow ma = mg \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

$a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$ Для удара $a = \text{const}$, что
показано на графике
(первая фаза — прямая)

В момент начала на графике проиходит удар, поскольку модуль угловых импульсов отличается от начального момента.

Угл. имп. началь $V(t)$ во время соответствует a : $a = \frac{dV(t)}{dt}$, а правая часть уравнения как раз угловые импульсы

$$a = \frac{8\pi/c - 6\pi/c}{2c - 1c} = 2 \frac{\pi}{c^2}$$

Продолжение далее



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.

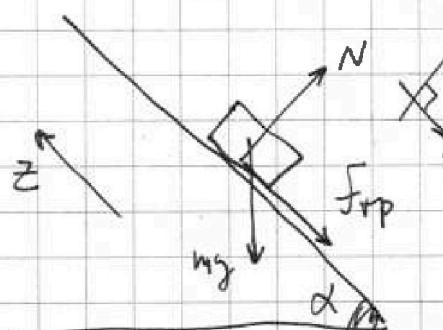
 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 из 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!

Вариант 3.1 (продолжение)

Движение шайбы после удара!



$$23.1. \text{ на } y: -mg \cos \alpha + N = 0$$

$$N = mg \cos \alpha$$

$$23.1. \text{ на } x:$$

$$ma' = f_{rp} + mg \sin \alpha$$

$$f_{rp} = \mu N = \mu mg \cos \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow ma' = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha = mg (\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$a' = g (\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

аналогично $a'_z = \frac{\partial V(6)}{\partial t}$ — равен угл. ускор-ту

графика после удара (взлама)

$$a'_z = \frac{6 \text{ м/c} - 8 \text{ м/c}}{2,5 \text{ с} - 2 \text{ с}} = \frac{-2 \text{ м/c}}{0,5 \text{ с}} = -4 \text{ м/c}^2$$

это напр. против $x \Rightarrow$

$$\Rightarrow a' = -a'_z = 4 \text{ м/c}^2$$

Имеем:

$$\left\{ \begin{array}{l} a = g (-\cos \alpha + \sin \alpha) \\ a' = g (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} a = g (-\cos \alpha + \sin \alpha) \\ a' = g (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) \end{array} \right.$$

продолжение далее.



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
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!

Вариант 3. 1(продолжение 2)

Имеем:

$$\begin{cases} a/g = -\mu \cos \alpha + \sin \alpha \\ a'/g = \mu \cos \alpha + \sin \alpha \end{cases}$$

Сложим 2 ур-ки

$$\frac{a+a'}{g} = 2 \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{a+a'}{2g} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10 \cdot 10^{-2}}$$

$$\sin \alpha = 0,3$$

Под бочкой подразумевается полнотой бочки, если не сказано иного

3.2 Поскольку движение без проскальзывания, то: сила трения, действ. на бочку - сила трения покоя, работа силы трения 0 (выполнено ЗС), скорость центральной

точки бочки 0, угловая скорость вращения бочки ~~ст. ось~~ равна $\omega = \frac{v}{R}$

где v - скорость центра масс бочки

в этот же момент времени

M - масса бочки целиком

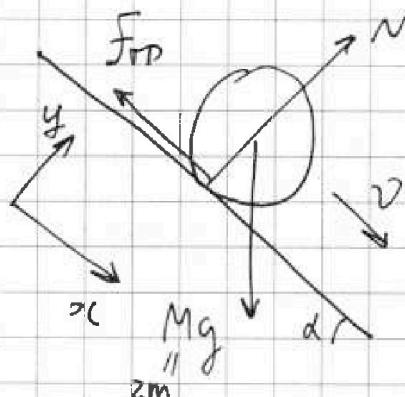
$2M$ - масса полной бочки
 M продолжение задач



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 7СТРАНИЦА
4 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!



3.2 (продолжение)

Рассчитаем момент инерции бачки относительно оси, проходящей через её ц.м. параллельно торцам

$$L = L_{ct} + L_b$$

L_{ct} - мом. ин. полой бачки, $L_{ct} = mR^2$,

где R - радиус бачки

L_b - мом. ин. воды $L_b = \frac{mR^2}{2}$

$$L = \frac{3}{2}mR^2$$

Запишем ЗСТ для момента, когда бачка сместилась на h по вертикали:

$$K_0 + P_0 = K_1 + P_1$$

$$K_0 = 0, T. u. V_0 = 0$$

$P_0 = 0$ + нулевой уровень выбран тут

$$K_1 = K_{u.m.} + K' - \text{Пот. эр. срещу Кенинга}$$

+ орн. а.м.

$$P_1 = -2mgh$$

$$K_{u.m.} = 2 \frac{mV^2}{2} = mV^2, V^2 - \text{скорость ц.м.: продолжение}$$

$$K' = \frac{3}{2}\omega^2 = \frac{3}{2} \frac{V^2}{R^2} = \frac{mR^2 \cdot 3 \frac{V^2}{R^2}}{2 \cdot 2} = \frac{3}{4}mV^2$$

и далее



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
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!

3.2 (продолжение 2)

$$\text{Имеем: } 0+0 = -2mgh + mv^2 + \frac{3}{4}mv^2$$

$$2mgh = \frac{7}{4}mv^2 \Rightarrow \frac{8}{7}gh = v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{8}{7}gh} = \sqrt{\frac{8}{7} \cdot 10 \frac{m}{c^2} \cdot \frac{3}{10} m} = \sqrt{\frac{24}{7} \frac{m^2}{c^2}}$$

$$v = \sqrt{\frac{24}{7}} \frac{m}{c} \quad v = 2\sqrt{\frac{6}{7}} \frac{m}{c}$$

$$3.3 \text{ Мы получим соотношение } \frac{8}{7}gh = v^2$$

Возьмём его производную (распишем вектор приращения): $\frac{8}{7}g dh = 2v dv$, $dh = v \sin \alpha dt$

$$\text{Тогда } \frac{8}{7}g v \sin \alpha dt = 2v dv$$

$$\text{Тогда } \frac{dv}{dt} = a = \frac{4}{7}g \sin \alpha$$

$$\text{При } \sin \alpha = 0,3 \quad a = \frac{4}{7} \cdot 10 \frac{m}{c^2} \cdot \frac{3}{10} = \frac{12}{7} \frac{m}{c^2}$$

$$a = 12/7 \frac{m}{c^2}$$

Продолжение ниже



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
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!

3.4

23.И. г1я бочин по оси y:

$$N - Mg \cos \alpha = 0 \Rightarrow Mg \cos \alpha = N \Rightarrow 2mg \cos \alpha = N$$

$F_{\text{трение}} = \mu N = 2mg \cos \alpha$ — при скольжении

23.И. г1я бочин по x:

$$2ma_x = Mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} \Rightarrow F_{\text{тр}} = 2m(g \sin \alpha - a_x)$$

Скользения нет, т.к. $F_{\text{тр}} < F_{\text{трение}}$

$$\text{т.е. } 2m(g \sin \alpha - a_x) < 2mg \cos \alpha$$

$$g \sin \alpha - a_x < \mu g \cos \alpha, \text{ т.е.}$$

$$g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) < a_x, \quad \sin \alpha - \mu \cos \alpha < \frac{a_x}{g}$$

$$\mu \cos \alpha > \sin \alpha - \frac{a_x}{g}, \quad \mu > \tan \alpha - \frac{a_x}{g \cos \alpha}$$

$$\sin \alpha = 0,3 \Rightarrow \cos \alpha = 0,4 \Rightarrow \tan \alpha = \frac{3}{4}$$

$$\mu > \frac{3}{4} - \frac{1}{0,4} \cdot \frac{12}{7} \cdot \frac{1}{10} \quad \mu > \frac{3}{4} - \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{12}{7}$$

$$\mu > \frac{7}{4} \left(3 - \frac{12}{7} \right) \quad \mu > \frac{1}{4} \cdot \frac{9}{7} \quad \mu > \frac{9}{28}$$

$$\text{Ответ: } \sin \alpha = 0,3; v = 2\sqrt{\frac{6}{7}} \text{ м/с}; a = \frac{12}{7} \text{ м/с}^2; \mu > \frac{9}{28}$$



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

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
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!

4.1

ПМТ в изobarическом процессе

$$Q = A + \Delta U$$

$$\Delta U = \Delta U_{\text{вн}} + \Delta U_{\text{вн}} = \Delta U_{\text{гр}} + \Delta U_{\text{ир}}$$

гения и слога

$$\Delta U_{\text{гр}} = \frac{3}{2} V_r R_0 T_2$$

$$\Delta U_{\text{ир}} = \frac{5}{2} V_u R_0 T_2$$

$$\text{Тогда } Q = A + \frac{3}{2} V_r R_0 T_2 + \frac{5}{2} V_u R_0 T_2 \quad (1)$$

ПМТ в изохорическом процессе

$$Q = A + \Delta U_{\text{гр}} + \Delta U_{\text{ир}} = \Delta U_{\text{гр}} + \Delta U_{\text{ир}}$$

$$(T \cdot u, V = \text{const}) \quad \Delta U_{\text{гр}} = \frac{3}{2} V_r R_0 T_1; \quad \Delta U_{\text{ир}} = \frac{5}{2} V_u R_0 T_1$$

$$\text{Тогда } Q = \frac{3}{2} V_r R_0 T_1 + \frac{5}{2} V_u R_0 T_2 \quad (2)$$

$$\text{Имеем: } \begin{cases} 2Q = 2A + 3V_r R_0 T_2 + 5V_u R_0 T_2 \quad (1) \\ 2Q = R_0 T_1 (3V_r + 5V_u) \quad (2) \end{cases}$$

$$3V_r + 5V_u = \frac{2Q}{R_0 T_1} \Rightarrow 2Q = 2A + R_0 T_2 \cdot \frac{2Q}{R_0 T_1}$$

$$2Q \left(1 - \frac{R_0 T_2}{R_0 T_1} \right) = A \Rightarrow A = 600 \left(1 - \frac{10}{15} \right) = 200 \Delta *$$



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!

4.2

из определения теплоемкости

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

4.3

$$N_{\Gamma} = V_{\Gamma} N_A ; \quad N_u = V_u N_A \Rightarrow \frac{N_{\Gamma}}{N_u} = \frac{V_{\Gamma}}{V_u} = x$$

из (2) имеем: $2Q = R_0 T_1 (3V_{\Gamma} + 5V_u) \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{2Q}{R_0 T_1} = 3V_{\Gamma} + 5V_u \Rightarrow V_{\Gamma} = \frac{1}{3} \left(\frac{2Q}{R_0 T_1} - 5V_u \right)$$

из условия $V_{\Gamma} = x V_u \Rightarrow$

$$\Rightarrow x V_u = \frac{2Q}{3R_0 T_1} - \frac{5}{3} V_u \Rightarrow V_u \left(x + \frac{5}{3} \right) = \frac{2Q}{3R_0 T_1}$$

В изобарич. процессе: ~~Q = F~~ $\Rightarrow Q = P A \Delta V$ (3)

$$Q = V_{\Gamma} \Delta T_2 C_{\Gamma} + V_u \Delta T_2 C_u$$

C_{Γ}, C_u - молярные теплоемкости

испарения и гелия в изобарическом процессе

$$\frac{1}{\Delta T_2} \cdot Q = \underbrace{V_{\Gamma} x}_{V_{\Gamma}} C_{\Gamma} + V_u C_u = V_u (x C_{\Gamma} + C_u) \quad (4)$$



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
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!

4.3 (продолжение)

Имеем:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Im_u(xe + \frac{5}{3}) = \frac{2Q}{3R \cdot T_1} \quad (3) \\ \Im_u(xe C_r + C_u) = Q / \Delta T_2 \quad (4) \end{array} \right.$$

$$\text{Поскольку } C_r = \frac{3}{2}R + R = \frac{5}{2}R$$

$$C_u = \frac{5}{2}R + R = \frac{7}{2}R, \text{ т.о.}$$

$$(4) \text{ приобретает вид } \frac{R}{2} \Im_u(xe \cdot 5 + 7) = \frac{Q}{\Delta T_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Im_u = \frac{2Q}{R \cdot \Delta T_2} \cdot \frac{1}{xe \cdot 5 + 7} - \text{поставим } 6 \quad (3)$$

$$\frac{2Q \cdot \frac{1}{3}(3xe + 5)}{R \cdot \Delta T_2 (5xe + 7)} = \frac{2Q}{3R \cdot T_1} \Rightarrow 3xe + 5 = \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} (5xe + 7)$$

$$\text{Тогда } xe \left(3 - \frac{5 \Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = \frac{7 \Delta T_2}{\Delta T_1} - 5$$

$$xe = \frac{7 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1}{3 \Delta T_1 - 5 \Delta T_2} = \frac{7 \cdot 10K - 5 \cdot 15K}{3 \cdot 15K - 5 \cdot 10K} = \frac{-5}{-5}$$

$$xe = 1 = N_r / N_u = 1$$

Ответ: 200 А*, 40 $\frac{A}{u}$; 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.

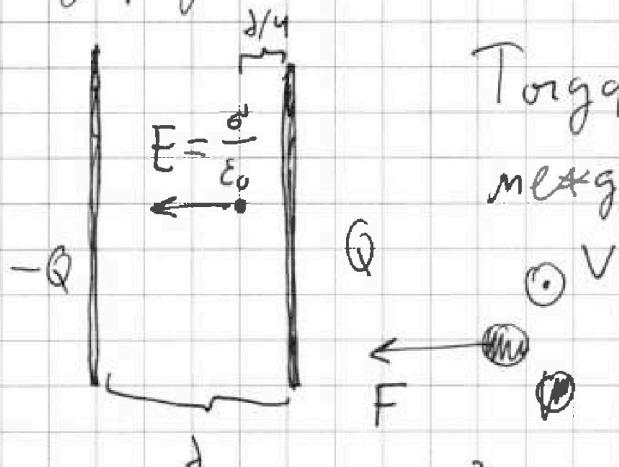
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

5.1

Напряжённость поля, создаваемое каждой пластиной равна $\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$, то модуль, где σ -мод. плотности заряда пластины



Тогда полная напряжённость между пластинами $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$

$$F = Eq = ma_n$$

$$E \gamma = a_n \Rightarrow E \frac{q}{m} = a_n$$

$$E \gamma = a_n = \frac{V^2}{R_{kp}} \Rightarrow R_{kp} = \frac{E \gamma}{V^2}$$



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.

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!