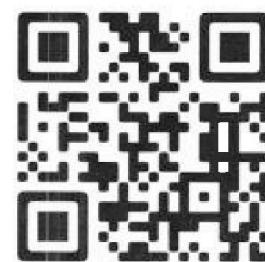




**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**

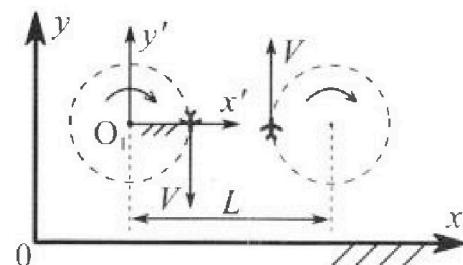


**Вариант 10-01**

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

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

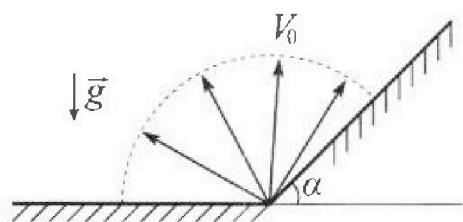
- На сколько  $\delta$  процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?



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.

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

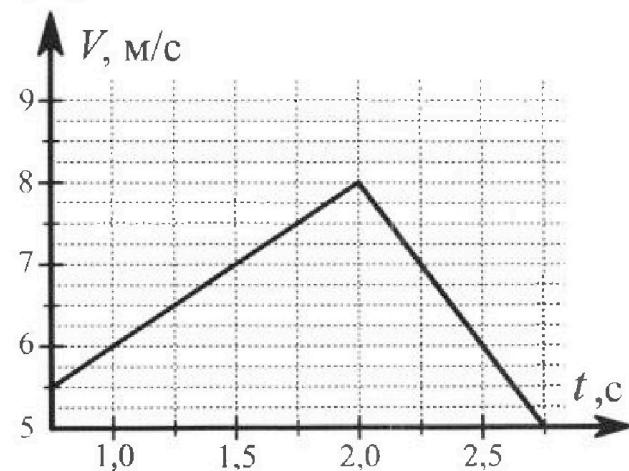
2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол  $\alpha = 30^\circ$ . У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая продолжительность полета одного из осколков  $T = 9 \text{ с}$ . Ускорение свободного падения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



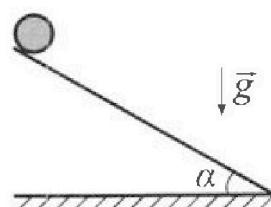
- Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.
- На каком максимальном расстоянии  $S$  от точки старта упадет осколок на склон?

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  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

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



- С какой по величине скоростью  $V$  движется бочка после перемещения по вертикали на  $h=0,3 \text{ м}$ ?
- Найдите ускорение  $a$ , с которым движется бочка.
- При каких величинах коэффициента  $\mu$  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  $A$  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 нек оторое 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"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

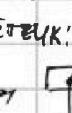
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

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!

Задача №1:

1) Рассмотрим птичку в самолёте. Тело массы птички  $m$ . Нормаль ускорение  $a_n$ .

~~Лётчик~~



~~Лётчик~~  $\vec{N}$   $\vec{mg}$   $\vec{a_n}$

II) Колесо  $\vec{m\ddot{a}} = \vec{N} + \vec{mg}$   $\alpha$ -угол между  $\vec{N}$  и  $\vec{mg}$   $\alpha$ .

на ось  $ox$ :  $ma_n = N \cos \alpha$  (1)

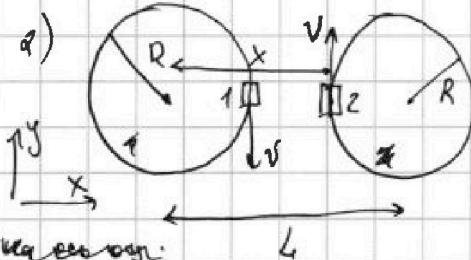
на ось  $oz$ :  $N \sin \alpha - mg = 0$  (2)

$$U_1(1) \text{ выражим } \cos \alpha = \frac{ma_n}{N} = \frac{\frac{m \omega^2 R}{N} x}{NR} \Rightarrow \sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{m^2 \omega^4}{N^2 R^2}}$$

$$U_1(2) N \sin \alpha = mg \Leftrightarrow N \cdot \sqrt{1 - \frac{m^2 \omega^4}{N^2 R^2}} = mg \Leftrightarrow N^2 \left(1 - \frac{m^2 \omega^4}{N^2 R^2}\right) = m^2 g^2$$

$$N^2 - \frac{m^2 \omega^4}{R^2} = m^2 g^2 \Rightarrow N^2 = m^2 \left(g^2 + \frac{\omega^4}{R^2}\right) \Rightarrow N = m \sqrt{g^2 + \frac{\omega^4}{R^2}}$$

$$\delta = \left(\frac{N}{mg} - 1\right) \cdot 100\% = \left(\frac{m \sqrt{g^2 + \frac{\omega^4}{R^2}}}{mg} - 1\right) \cdot 100\% = \left(\sqrt{1 + \frac{\omega^4}{g^2 R^2}} - 1\right) \cdot 100\% = \left(\sqrt{1 + \frac{80^4 \cdot 80 \cdot 80}{100^2 \cdot 800 \cdot 800}} - 1\right) \cdot 100\% = \left(\sqrt{164} - 1\right) \cdot 100\% \approx 29\%$$



на колесо 1:

Чомп  $\rightarrow$  Чодж - Чирп

на ось ОY:

$$\text{Чомп} = v - \text{Чирп} = v + \frac{v}{R} (L-R) = \frac{vR + vL - vR}{R} = \frac{vL}{R} = 80 \frac{2000}{800} \text{ м/с}$$

$$= \frac{2000}{10} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 200 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Чомп = Чирп  $\rightarrow$  Чирп (но оси ОY).

Первый дён во время съезда с 1 самолёта  
Угловое ускорение первого самолёта  $\omega = \frac{v}{R}$   
Чирп  $\rightarrow$  Чирп  $= \omega \cdot x = \frac{v}{R} (L-R)$  - время съезда ОY

скорость, с которой бросают с 1 самолёта чирпом  
Чирп  $= -\frac{v}{R} (L-R)$  самолёт 2.

$$\text{Чомп} = v - \text{Чирп} = v + \frac{v}{R} (L-R) = \frac{vR + vL - vR}{R} = \frac{vL}{R} = 80 \frac{2000}{800} \text{ м/с}$$

$$\text{Чирп} \rightarrow \delta = \left(\sqrt{1 + \frac{v^2}{g^2 R^2}} - 1\right) \cdot 100\% \approx 29\%$$

$$v = \frac{vL}{R} = 200 \frac{\text{м}}{\text{с}} (\text{бверх}, \text{но оси ОY}).$$

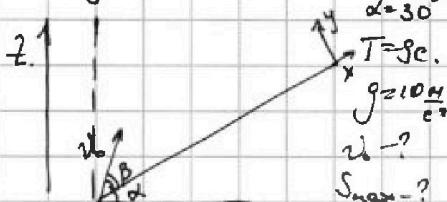


1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
16 из 16

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 2.



1) Если снаряд полетел правее пунктирной линии, то он упадет быстрее, если снаряд полетел левее пунктирной линии, то он упадет позже. Т.к. снаряд летит склоном, то снаряд будет расширяться полет снарядов, не ударяющихся о склон.

и между  $\alpha$  и вертикалью. 12 Какой результат на это от коэффициента дает верхний угол?

$$0 = V_0 \sin \alpha - g t, \Rightarrow t = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$$

Чтобы чтобы снаряд летел нужно тоже время. Ради броска снаряда  $T_0 = \alpha t = \frac{\alpha V_0 \sin \alpha}{g}$  времени полета максимален, но если  $\sin \alpha = 1$ .  $T = \frac{\alpha V_0}{g} \Rightarrow \sqrt{V_0^2 + \frac{g^2 T^2}{4}} = \frac{10 \cdot 9}{2} \text{ м} = 45 \text{ м}$ .

2)

Пусть  $\beta$  — угол, под которым бросили снаряд к склону. Движение:

по  $Ox$ :

$$x = V_0 \cos \beta t - \frac{g \sin \beta t^2}{2} \quad (1) \quad y = V_0 \sin \beta t - \frac{g \cos \beta t^2}{2} \quad (2)$$

Когда снаряд упал  $y=0$ .  $\Rightarrow 0 = V_0 \sin \beta t - \frac{g \cos \beta t^2}{2} \Rightarrow t = 0$  — не подходит,

$$\Rightarrow t = \frac{2 V_0 \sin \beta}{g \cos \beta} \quad (1) \quad \therefore x = V_0 \cos \beta \cdot \frac{2 V_0 \sin \beta}{g \cos \beta} - \frac{g \sin \beta}{2} \cdot \frac{4 V_0^2 \sin^2 \beta}{g^2 \cos^2 \beta}$$

$$x' = \frac{V_0^2}{g \cos \beta} (\alpha \cos 2\beta - 4 \sin \beta \cdot \cos \beta \cdot t \sin \alpha) \quad (2) \quad \text{Возьмем} \\ \text{чтобы вернуться} \\ \text{по склону.}$$

$$\Rightarrow \cos 2\beta - \sin \beta \cdot t \sin \alpha = 0 \Rightarrow t \sin \alpha = \cos 2\beta \Rightarrow \alpha = 30^\circ \Rightarrow 2\beta = 60^\circ \Rightarrow \beta = 30^\circ.$$

$$S = \frac{V_0^2}{g \cos \alpha} \left( \sin(60^\circ) - 2 \cdot \sin^2(30^\circ) \cdot \frac{t \sin \alpha}{2} \right) = \frac{V_0^2}{g \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} \left( \frac{\sqrt{3}}{2} - 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \right) =$$

$$= \frac{V_0^2}{g \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} \left( \frac{3-1}{2\sqrt{3}} \right) = \frac{V_0^2}{g \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} \cdot \frac{4}{2 \cdot 3} = \frac{V_0^2}{3g} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{g^2 T^2}{24 \cdot g} = \frac{g T^2}{6} = \frac{10 \cdot 9}{6} = 15 \text{ м} = 135 \text{ м.}$$

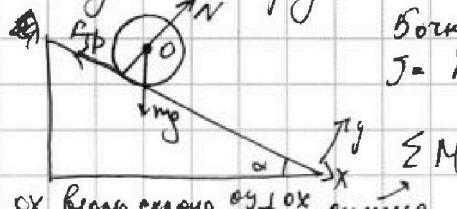


- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

СТРАНИЦА  
из 402

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 3 (прогрессивно) Весом сущаг:



Больш с ворон можно отнять целикомущину.  
 $J = \frac{M R^2}{2}$ , J- момент инерции, R- радиус цилиндра.)  
M- масса ворон и блоки

на OX вдоль склона  $\text{од} \perp \text{ox}$  сущага  
момент веса. Весом сущаго веса приложены через ц.м. момент

создает только единица  $M = F_p \cdot R$ .

$$F_p \cdot R = \left( \frac{d\omega}{dt} \right) \frac{MR^2}{2} \quad F_p = \frac{\epsilon \cdot M R}{2} = (\epsilon R) \cdot \frac{M}{2} = \frac{\mu M a}{2}$$

$\alpha$ -чекорение ц.м.

ε-чекорение  
склон

$$\text{II г. Использование закона у.н.: } M\ddot{a} = Mg + N + F_p$$

$$\text{на OX: } Ma = Mg \sin \alpha - F_p = Mg \sin \alpha - \frac{Ma}{2} \Rightarrow a = g \sin \alpha - \frac{a}{2} \Rightarrow \frac{3}{2} a = g \sin \alpha \Rightarrow a = \frac{2}{3} g \sin \alpha$$

$$3) a = \frac{2g \sin \alpha}{3} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 3}{10 \cdot 3} \frac{m}{s^2} = \frac{2m}{s^2}$$

$$2) \quad v_0 = 0 \Rightarrow a \frac{\sin \alpha t^2}{2} = h \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{a \sin \alpha}}$$

$v = v_0 + at = a \cdot \sqrt{\frac{2h}{a \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{2ha}{\sin \alpha}} = \sqrt{\frac{2h \cdot 2g \sin \alpha}{3 \cdot \sin \alpha}} =$

$$= \sqrt{\frac{2 \cdot 0,3 \cdot 10 \cdot 2}{3}} \frac{m}{s} = \frac{2m}{s}$$

4) чтобы доска не покинула склон  $F_p \leq \mu N = \mu \cdot Mg \cos \alpha$

$$F_p = \frac{Ma}{2} = \frac{M}{3} \cdot \frac{2g \sin \alpha}{3} = \frac{Mg \sin \alpha}{3}$$

$$\Rightarrow \mu \geq \frac{t \sin \alpha}{3} = \frac{1}{3} \frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} = \frac{1}{3} \frac{\sin \alpha}{\sqrt{10} \sqrt{1 - \frac{9}{100}}} = \frac{1}{10} \sqrt{\frac{91}{100}} = \frac{1}{10} \frac{\sqrt{91}}{10} = \frac{1}{10} \frac{\sqrt{91}}{10}$$

Ответ:  $\sin \alpha = 0,3$   $a = \frac{2m}{s^2}$

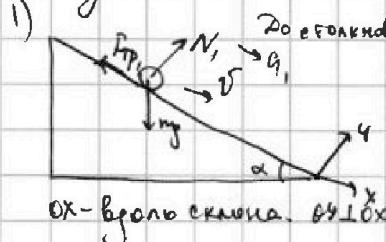
$$\mu = \frac{2m}{s^2} \quad \mu \geq \frac{1}{10}$$

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

СТРАНИЦА  
1 из 10.2.

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!

Задача 3.



До столкновения. Из графика видно, что снаряда шайба движется с ускорением, причем модуль скорости убывает со временем

или II. Исполняю:

$$\vec{ma} = \vec{mg} + \vec{N} + \vec{Fp}$$

$$на Ox: ma = mgsin\alpha - Fp. на Oy: N - mgcos\alpha = 0.$$

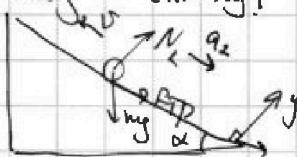
Т.к. шайба движется, то  $Fp = \mu N$ , где  $\mu$  - коэф. трения о склон. подставляем

$$ma = mgsin\alpha - \mu N = mgsin\alpha - \mu mgcos\alpha \Rightarrow a = g(\sin\alpha - \mu \cos\alpha)$$

Частичка на графике  $a_1$  - тангенс касательной кривой прямой, движущейся на шайбе динам. коэф.  $a_1 = \frac{8-6}{2-1} \frac{m}{c^2} = \frac{2m}{c^2}$

Когда шайба резко начинает уменьшать свою скорость, произошло столкновение со стеклом, шайба начинает лететь вверх; т.к. шайба летит вверх по склону, то

горит вниз по склону.



II. Исполняю:  $\vec{ma}_2 = \vec{mg} + \vec{N}_2 + \vec{Fp}_2$

$$Ox: ma_2 = mgsin\alpha + Fp_2, Oy: N_2 - mgcos\alpha = 0.$$

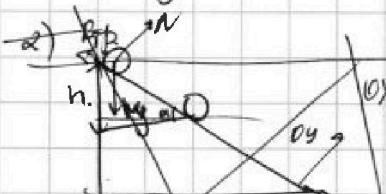
Т.к. шайба едет.  $Fp_2 = \mu N_2 = \mu mgcos\alpha$ .

от вновь склон. Oy Ox

$$ma_2 = mgsin\alpha + \mu mgcos\alpha \Rightarrow a_2 = g(\sin\alpha + \mu \cos\alpha)$$

Из графика видно:  $10a_2 = \frac{8-6}{2,5-2} \frac{m}{0,5 c^2} = \frac{4m}{c^2}$

$$\begin{cases} a_1 = g(\sin\alpha - \mu \cos\alpha) \\ a_2 = g(\sin\alpha + \mu \cos\alpha) \end{cases} \rightarrow a_1 + a_2 = 2g\sin\alpha \Rightarrow \sin\alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{2+4}{2 \cdot 10} = \frac{6}{20} = \frac{3}{10} = 0,3.$$



II. Исполняю: ~~равн. 4.4 - бессмыс.~~ Идея: Найдем формулу для

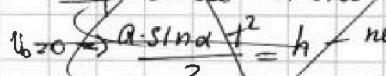
~~формулы~~



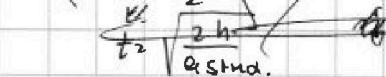
Идея:  $Ma = Mg\sin\alpha = \mu Mg\cos\alpha$



Идея:  $N - mgcos\alpha = 0$



Идея:  $g(\sin\alpha - \mu \cos\alpha) = 0$



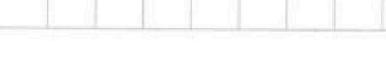
Идея:  $g(\sin\alpha - \mu \cos\alpha) = 0$



Идея:  $g(\sin\alpha - \mu \cos\alpha) = 0$



Идея:  $g(\sin\alpha - \mu \cos\alpha) = 0$



Идея:  $g(\sin\alpha - \mu \cos\alpha) = 0$



Идея:  $g(\sin\alpha - \mu \cos\alpha) = 0$



Идея:  $g(\sin\alpha - \mu \cos\alpha) = 0$



Идея:  $g(\sin\alpha - \mu \cos\alpha) = 0$





1      2      3      4      5      6      7

СТРАНИЦА  
18 из 104

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 4.

1)  $V = \text{const}$   $Q = 600 \text{ Дж}$   $\Delta T_1 = 15 \text{ К}$   
 $P = \text{const}$   $Q = 600 \text{ Дж}$   $\Delta T_2 = 10 \text{ К}$ .

В чудообр. процессе:

Первое начало термодинамики:  $Q = \Delta U + A$ ,  $A = 0$   $T, K$   $V = \text{const}$ .  $\Rightarrow Q = \Delta U$ ,

$$\Delta U_1 = \frac{3}{2} V_{\text{исх}} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} V_{\text{оконч}} R \Delta T_2 \Rightarrow \Delta T_1 R / \left( \frac{3}{2} V_{\text{исх}} + \frac{5}{2} V_{\text{оконч}} \right) = Q \Rightarrow \frac{3}{2} V_{\text{исх}} + \frac{5}{2} V_{\text{оконч}} = \frac{Q}{\Delta T_1} \quad (1)$$

В чудообр. процессе:

Первое начало термодинамики:  $Q = \Delta U_2 + A_2$   $\Rightarrow A = Q - \Delta U_2$

$$\Delta U_2 = \frac{3}{2} V_{\text{исх}} R \Delta T_2 + \frac{5}{2} V_{\text{оконч}} R \Delta T_1 \Rightarrow \Delta U_2 = \Delta T_2 R / \left( \frac{3}{2} V_{\text{исх}} + \frac{5}{2} V_{\text{оконч}} \right) = \Delta T_2 \cdot \frac{Q}{\Delta T_1}$$

$$A = Q - \Delta U_2 = Q - Q \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = Q \left( 1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = Q \left( 1 - \frac{10}{15} \right) = \frac{Q}{3} = 200 \text{ Дж}.$$

2) Теплоёмкость:  $C_V = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{600 \text{ Дж}}{15 \text{ К}} = 40 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$

3)  $\frac{N_r}{N_k} = \frac{V_{\text{исх}} N_A}{V_{\text{оконч}} N_A} \Rightarrow \frac{N_r}{N_k} = \frac{V_{\text{исх}}}{V_{\text{оконч}}} = x$

Чудообр. процесс:

Первый закон:  $A_2 = A = P \cdot \Delta V$

Уравн. Ньютона-Клапейрона  $pV = RT$   $(V_{\text{исх}} + V_{\text{оконч}}) R \Delta T_1 \Rightarrow p \Delta V = (V_{\text{исх}} + V_{\text{оконч}}) R \cdot \Delta T_2$   
 $p V_2 = (V_{\text{исх}} + V_{\text{оконч}}) R \Delta T_2$

$$A = (V_{\text{исх}} + V_{\text{оконч}}) R \Delta T_2 = \frac{Q}{3} \text{ (из найденного выше)}$$

$$V_{\text{исх}} + V_{\text{оконч}} = \frac{Q}{3 R \Delta T_2} \quad | : V_{\text{оконч}} \quad (1) \quad \frac{3}{2} V_{\text{исх}} + \frac{5}{2} V_{\text{оконч}} = \frac{Q}{R \cdot \Delta T_1} \quad | : V_{\text{оконч}}.$$

$$\frac{V_{\text{исх}}}{V_{\text{оконч}}} = x \quad (2) \quad \frac{3}{2} \frac{V_{\text{исх}}}{V_{\text{оконч}}} + \frac{5}{2} = \frac{Q}{R \Delta T_1 \cdot V_{\text{оконч}}} \quad (3)$$

$$(2) \Rightarrow \frac{x+1}{\frac{3}{2}x + \frac{5}{2}} = \frac{Q \cdot R \cdot \Delta T_1 \cdot V_{\text{оконч}}}{3 R \Delta T_2 \cdot V_{\text{оконч}}} = \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}$$

$$3x \Delta T_2 + 3 \Delta T_2 = \frac{3}{2} x \Delta T_1 + \frac{5}{2} \Delta T_1$$

$$6x \Delta T_2 + 6 \Delta T_2 = 3x \Delta T_1 + 5 \Delta T_1 \quad x(6 \Delta T_2 - 3 \Delta T_1) = 5 \Delta T_1 - 6 \Delta T_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x = \frac{5 \Delta T_1 - 6 \Delta T_2}{6 \Delta T_2 - 3 \Delta T_1} = \frac{5 \cdot 15 - 6 \cdot 10}{6 \cdot 10 - 3 \cdot 15} = \frac{75 - 60}{60 - 45} = \frac{15}{15} = 1.$$

Однако:  $A = 200 \text{ Дж}$   $C_V = 40 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$   $\frac{N_r}{N_k} = 1$ .

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

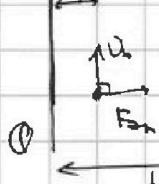
СТРАНИЦА  
4 из 107

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 5)

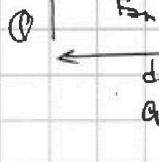
$\rightarrow x$   $\delta = \frac{q}{m} > 0$  левая пластинка отталкивает правую притягивает

$$d, \frac{d}{4}, C, U$$



На тақтада ғалсшынан деңгелдейтін толығырақ  $F_{\text{Эл}} \perp \vec{U}$ .

ІІ жағдайда  $m\vec{a} = \vec{F}_{\text{Эл}}$ . ғалсшынан толығырақ  $F_{\text{Эл}} = f_{\text{тр}}$ .



Т.к.  $F_{\text{Эл}} \perp \vec{U}_0$ , то  $\vec{a} \perp \vec{U}_0 \Rightarrow \vec{a}$  нормальне үко-

рение галсшынан вә занисада шамасын бралады.

$$a = \frac{V_0^2}{R_{\text{кр}}} \Rightarrow R_{\text{кр}} = \frac{V_0^2}{a}$$

$$\text{ж} F_{\text{Эл}} = E \cdot q, C = \frac{Q}{E \cdot d} \Rightarrow E = \frac{Q}{C \cdot d}$$

$$F_{\text{Эл}} = \frac{Q}{C \cdot d} \cdot q = m \cdot a \Rightarrow a = \frac{Q \cdot q}{C \cdot d \cdot m} = \frac{Q}{C \cdot d} \cdot \chi$$

$$R_{\text{кр}} = \frac{V_0^2}{a} = \frac{V_0^2 \cdot C \cdot d}{Q \cdot \chi} \Rightarrow R = V_0^2 \cdot \frac{C \cdot d}{Q \cdot \chi}$$

Серединнаш плоскостта конденсатора ишет күнбекіл потенциал.

~~Запон.~~ ~~именем~~ ~~уравн.~~  $\frac{mV_0^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = A_{\text{Эл.}} = (\varphi_1 - \varphi_2) Q$  потенц. в середине = 0.

$$\text{Энергия} \quad V^2 = V_0^2 + \frac{2}{m} \cdot q \cdot \varphi_1$$

$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2$  потенциал, котоый содает 1 пластина

~~Баланс~~ ~~ж~~ напряженность әндік пластина  $E_0 = \frac{E}{2}$

$$\varphi_1 = \frac{E}{2} \cdot \frac{d}{4} \quad \varphi_2 = \frac{E}{2} \cdot \frac{3d}{4}$$

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 = \frac{E}{2} \left( \frac{d}{4} - \frac{3d}{4} \right) = \cancel{\frac{Ed}{2}} = \frac{Ed}{4}$$

$$V^2 = V_0^2 + \frac{2}{m} \cdot \chi \cdot \frac{Ed}{4} = V_0^2 + \frac{\chi \cdot Q}{2 \cdot C}$$

$$\text{Отсюд: } R_{\text{кр}} = \frac{V_0^2 \cdot Cd}{Q \chi}, \quad V_2 = \sqrt{V_0^2 + \frac{\chi \cdot Q}{2 \cdot C}}$$

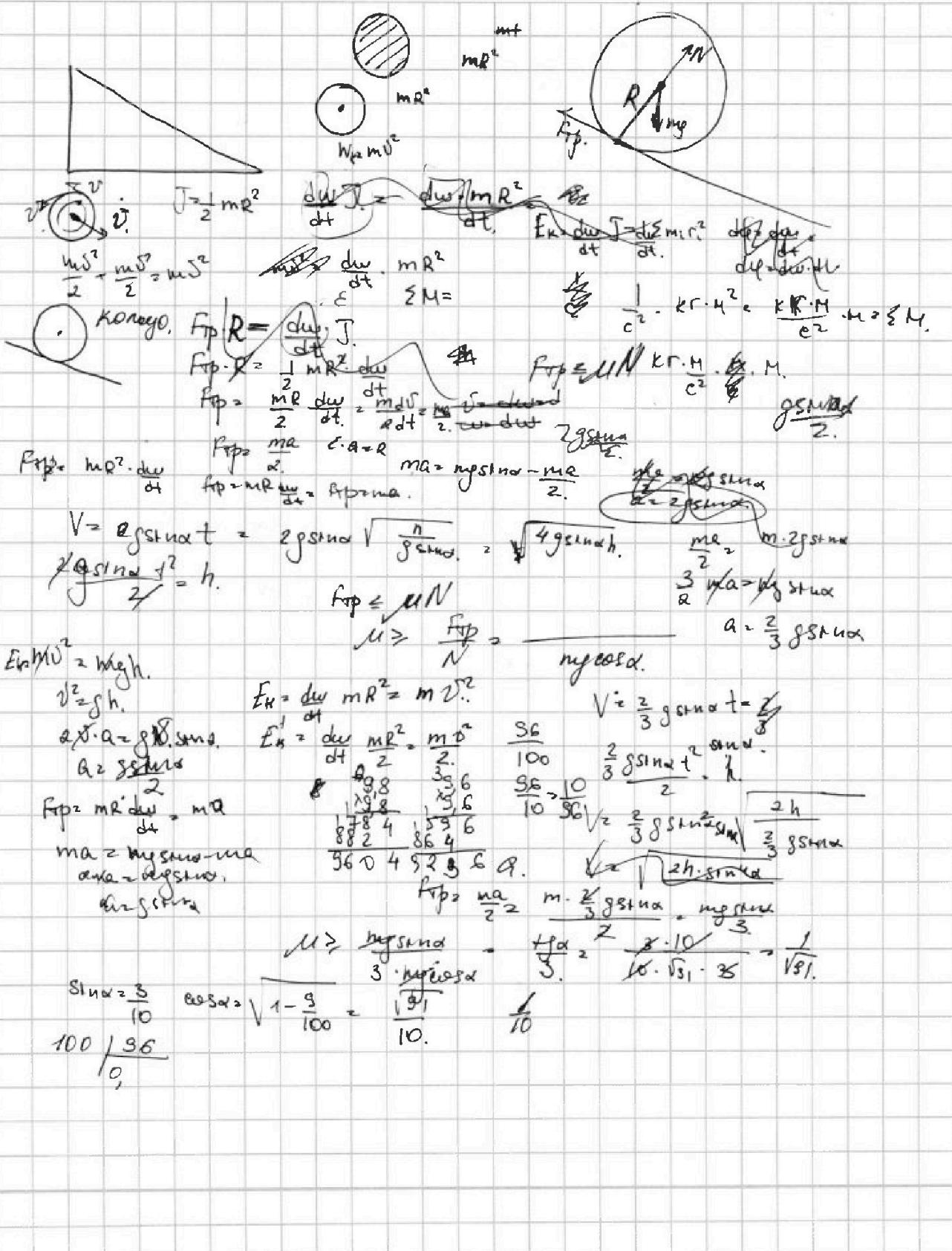


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1      2      3      4      5      6      7

СТРАНИЦА  
ИЗ ~~жизни~~

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!



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"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

$$t = \frac{q}{m} > 0. \quad \left| \begin{array}{c} \text{F} \\ \text{F}_1 \\ \text{F}_2 \end{array} \right| \quad \left| \begin{array}{c} \text{C} \\ \text{C} = \frac{q}{4} \\ \text{U} = Ed \end{array} \right| \quad \left| \begin{array}{c} \text{R}_{kp} = a_n \\ a_n = \frac{q^2}{R} \\ R_{kp} = \frac{q^2}{a_n} \end{array} \right|$$

$$\left| \begin{array}{c} \text{C} = \frac{q}{4} \\ \text{C} = \frac{Q}{4} \\ \text{F} = q \cdot E_1 + q \cdot E_2 = \\ q(E_1 + E_2) \end{array} \right|$$

$$m_a \cdot m_{an} = F_{an} =$$

$$m_{an} = \frac{Q}{cd} \quad a_n = \frac{Q}{cd} \cdot \frac{q}{m} = \frac{Q}{cd} \cdot k.$$

$$R_{kp} = \frac{Q^2}{cd} \cdot cd$$

$$\varphi_e = \varphi_{an}. \quad \varphi_e = 0. \quad W_m - W_k =$$

$$A_{an} = (\varphi_1 - \varphi_0) q$$

$$\frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = (\varphi_1 - \varphi_0)$$

$$U = E(n) \cdot r.$$

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

$$F_{an} = q \cdot E =$$

$$F = \frac{kQ}{r}$$

$$\square \quad \varphi_{kp}$$

$$v^2 - v_0^2 = \frac{2}{m} \varphi_1$$

$$\varphi = k \cdot r$$

$$\cancel{\varphi_0 = \varphi_1}$$

$$\frac{kq}{r}$$

$$\varphi_1$$

$$\varphi_2 = \frac{Q}{Ed}$$

$$\varphi = \int E(n) \cdot r =$$

$$\frac{6}{2\varepsilon_0} \cdot \frac{d}{4} + \frac{6}{2\varepsilon_0} \cdot \frac{3}{4}(\varphi_1 - \varphi_2)$$

$$E = \frac{k \cdot q}{2\varepsilon_0 \cdot Cd}$$

$$E = \frac{Q}{Cd}$$

$$E_0 - \text{от одной}$$

$$\frac{6}{2\varepsilon_0} \cdot \frac{d}{4} - \frac{6}{2\varepsilon_0} \cdot \frac{3}{4}d.$$

$$C = \frac{Q}{Ed}$$

$$E_0 = E_2$$

$$U = E \cdot d \quad \rightarrow \quad E_0 \frac{d}{2} - E_0 \frac{d}{2}$$

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"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА

8 из 10

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!

$$V = \text{const}$$

$$Q = 600 \text{ Дж} \quad \Delta T_1 = 15 \text{ K}$$

$$P = \text{const}$$

$$Q = 600 \text{ Дж} \quad \Delta T_2 = 10 \text{ K}$$

$$Q = \Delta U_1 + A_2$$

$$H_e, O_2, \Delta T - ?$$

$$Q = \Delta U_1 + A_1 = 0$$

$$\Delta T - ?$$

$$10, \frac{1}{1}, \frac{9}{9}$$

$$\frac{1}{1}, \frac{9}{9}$$

$$\frac{1}{1}, \frac{6}{6}$$

$$\frac{1}{2}, \frac{8}{8}$$

$$\frac{1}{2}, \frac{9}{9}$$

$$\frac{3}{2} V_{He} R T_K + \frac{5}{2} V_{O_2} R T_K - \frac{3}{2} V_{He} R T_0 -$$

$$-\frac{5}{2} V_{O_2} R T_0 = Q$$

$$\frac{3}{2} V_{He} (T_K - T_0) + \frac{5}{2} V_{O_2} (T_K - T_0) = Q, 166,41$$

$$T_K - T_0 = \frac{Q}{\frac{3}{2} V_{He} + \frac{5}{2} V_{O_2}} = \Delta T_1$$

$$\frac{\frac{3}{2} V_{He} + \frac{5}{2} V_{O_2}}{2} = \frac{Q}{\Delta T_1}$$

$$= Q - \left( \frac{3}{2} V_{He} (T_K' - T_0) + \frac{5}{2} V_{O_2} (T_K' - T_0) \right) = Q - \Delta T_2 \left( \frac{3}{2} V_{He} + \frac{5}{2} V_{O_2} \right) =$$

$$A_2 = Q - \Delta U_2 = Q$$

$$\frac{8 \cdot 8 \cdot 8 \cdot 100 \cdot 100}{8 \cdot 8 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100} = \Delta T_2$$

$$= Q - \left( \frac{3}{2} V_{He} (T_K' - T_0) + \frac{5}{2} V_{O_2} (T_K' - T_0) \right) = Q - \Delta T_2 \left( \frac{3}{2} V_{He} + \frac{5}{2} V_{O_2} \right) =$$

$$= Q - \Delta T_2 - \frac{Q}{\Delta T_1} = Q / \left( 1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = Q / \left( 1 - \frac{10}{15} \right)^3 = \frac{1}{3} Q \times \frac{128}{128}$$

$$Q = C_V (T_K - T_0) \Rightarrow \frac{Q}{\Delta T_1} \cdot C_V \quad C_{\text{sum}} = \frac{dQ}{dT} \cdot V$$

$$\dot{N} = \frac{Q}{\Delta T_1}$$

$$N_r - ?$$

$$\sqrt{\frac{N}{N_A}} = ?$$

$$N_r = V_{He} N_A \quad N_K = V_{O_2} N_A$$

$$\frac{V_{He}}{V_{O_2}} = ?$$

$$N_r = ?$$

$$V_{He} R \Delta T_2 = \frac{Q}{3}$$

$$V_{He} = \frac{Q}{3R\Delta T_2}$$

$$\frac{3}{2} V_{He} + \frac{5}{2} V_{O_2} = \frac{Q}{\Delta T_1 \cdot R}$$

$$\frac{3}{2} + \frac{5}{2} \cdot \frac{1}{x} = \frac{Q}{R \Delta T_1 \cdot R} = \frac{3 \Delta T_2}{\Delta T_1} = \frac{3 \Delta T_2}{2 \Delta T_1}$$

$$3 \Delta T_1 + 5 \Delta T_2 = 6 \Delta T_2$$

$$x(3 \Delta T_1 - 6 \Delta T_2) = 5 \Delta T_1 \quad x = \frac{5 \Delta T_1}{6 \Delta T_2 - 3 \Delta T_1}$$

$$\frac{5}{6} \cdot 15 = 12.5 \quad 7.5 - 12.5 = -5 \quad 60 - 45 = 15 \quad 15 = 5$$

$$A_2 = V_{He} + V_{O_2}$$

$$\frac{5}{2} V_{He} + \frac{3}{2} V_{O_2} = \frac{8}{2} V_{He} = 4V_{He}$$

$$N_r = ?$$

$$Q = C_V \Delta T_1$$

$$Q = (C_V + R) \Delta T_2$$

$$Q = \left( \frac{Q}{\Delta T_1} + R \right) \Delta T_2$$

$$N_r = ?$$

$$\frac{5}{2} V_{He} = \frac{3}{2} V_{O_2}$$

$$V = \frac{m}{M} V_A$$

$$V = ?$$

$$V = ?$$

$$V = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{q_1 s_{\text{sum}}}{2}}$$

$$V = ?$$

$$m = m_{\text{sum}} - m_{\text{sum}}$$

$$N_r = ?$$

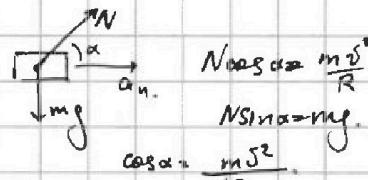
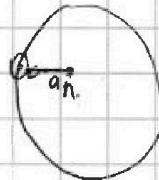
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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



$$N \cos \alpha = \frac{mv^2}{R}$$

$$N \sin \alpha = mg$$

$$\cos \alpha = \frac{v^2}{R}$$

$$N \cdot \sqrt{1 - \frac{v^4}{R^2}} = mg$$

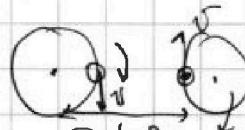
$$N^2 \left(1 - \frac{v^4}{R^2}\right) = mg^2$$

$$N^2 - \frac{m^2 v^4}{R^2} = m^2 g^2$$

$$\Delta_2 \frac{N-1}{mg} = \frac{\sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}}{g} - 1$$

$$2 \sqrt{1 + \frac{8400 \cdot 800 \cdot 800}{8400 \cdot 6400}} = \frac{80 \cdot 80 \cdot 800}{100 \cdot 800 \cdot 800}$$

$$\frac{\sqrt{164}}{10} - 1$$

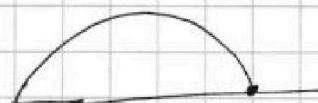


$$\frac{\sin 30^\circ}{\cos 30^\circ} \omega = \frac{v}{R} \quad \text{Инер} = \frac{v}{R} \cdot (L-R)$$

$$-\frac{4\sqrt{3}}{135}$$

$$\vec{U}_0 = \vec{v} - \vec{\text{Инер}} = \vec{v} + \frac{\vec{v}}{R} (L-R)$$

$$T = 3 \text{ с.} \quad v_0 = ?$$



$$T = \frac{\alpha v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{2v_0}{g}$$

$$v_0 = \frac{gT}{2} = 45 \frac{\text{м}}{\text{с.}}$$

$$\text{OY: } v_0 \sin \beta + \frac{g \cos \alpha t^2}{2} = g \cdot 20. \quad v_0 \sin \beta - \frac{g \cos \alpha t}{2} = 0.$$

$$\text{OX: } v_0 \cos \beta + \frac{g \sin \alpha t^2}{2} = x \quad t = \frac{2v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha}$$

$$v_0 \cos \beta \cdot \frac{2v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha \cdot \frac{2v_0^2 \sin^2 \beta}{g \cos \alpha}}{2 \cdot g^2 \cos^2 \alpha} = x \quad \tan \beta = \operatorname{ctg} \alpha.$$

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

$$\tan \beta = \operatorname{ctg} \alpha.$$

$$\frac{v_0^2}{g \cos \alpha} (\sin 2 \beta - \alpha \sin^2 \beta + \alpha) = x \quad \cos 2 \beta - 2 \sin 2 \beta + \alpha = 0.$$

$$\frac{v_0^2}{g \cos \alpha} (2 \cos 2 \beta - 4 \sin \beta \cos \beta + \alpha) = 0. \quad \cos 2 \beta = \sin 2 \beta + \alpha.$$

$$2 \cos 2 \beta = \frac{1}{\alpha} \cos \alpha + \sin \alpha.$$