

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

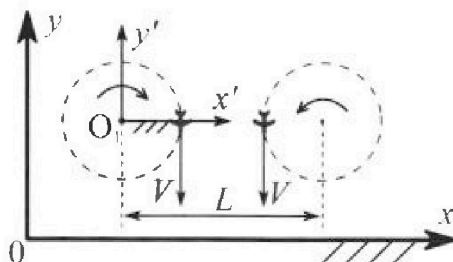
## Вариант 10-03



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  $V = 60$  м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса  $R = 360$  м. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

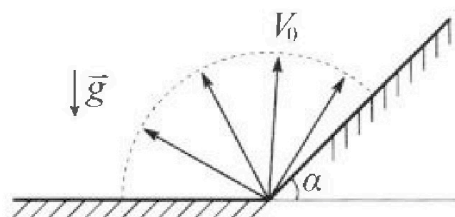
1. На сколько  $\delta$  процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



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

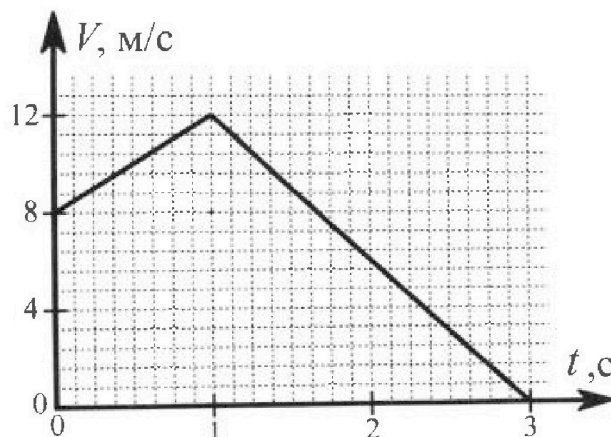
2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

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  $H = 45$  м. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



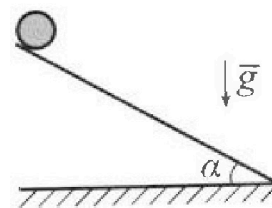
1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.
2. На каком максимальном расстоянии  $S$  от точки старта упадет осколок на склон?

3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

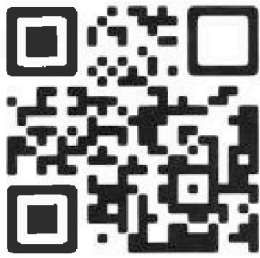


1. Найдите  $\sin \alpha$ , здесь  $\alpha$  – угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.

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  $S = 1$  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 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.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

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

~ 1  
Дано:

$$R = 360 \text{ м}$$

$$v = 60 \text{ м/с}$$

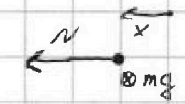
$$\mu = 10 \text{ м/с}^2$$

1)  $\delta = ?$

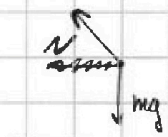
2)  $v = ?$

I Гаснущий летчик:

вид сверху:



вид сбоку:



$$\text{IIЗН: } N_y = mg$$

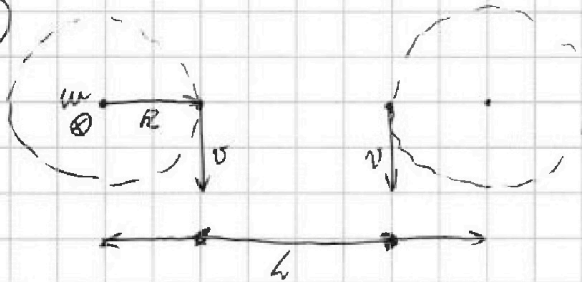
$$N_x = \frac{\mu v^2}{R} = \mu a$$

$$a = \frac{v^2}{R} = \frac{3600 \text{ м}^2}{360 \text{ с}^2} = 10 \text{ м/с}^2 = g$$

$$N = \sqrt{N_x^2 + N_y^2} = \sqrt{2\mu^2 g^2} = \mu g \sqrt{2}$$

$$\delta = \frac{N - mg}{mg} = \frac{\sqrt{2} - 1}{1} = 0,41 = 41\%$$

II

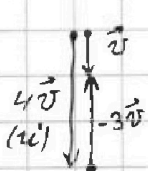


$$L = 1800 \text{ м}$$

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

Если бае 2-ой самолёт находится в системе отсчёта  $x'O, y'$ , то ок бае 1-й имеет скорость  $u' = w \cdot (L - R) = v \frac{L - R}{R} = \frac{vL}{R} - v$ , и она была бы направлена // исходным скоростям.

$u' = 5v - v = 4v$ , но абсолютная скорость 2-ого самолёта  $v$ , значит относительно  $x'O, y'$  самолёт 2 движется вверх:



$$\vec{v}_2 = -3\vec{v}$$

$$u = 3v = 180 \text{ м/с}$$

Ответ:  $\delta = 41\%$ ;  $u = 180 \text{ м/с}$ .



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 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!

№ 2

Дано:

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

$$H = 45 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

1)  $v_0 = ?$

2)  $S = ?$

I  $H = \frac{0 - v_0^2}{-2g} \Rightarrow 2gH = v_0^2$

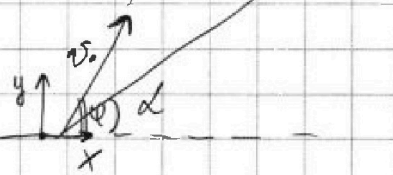
$$v_0 = \sqrt{2gH}$$

$$v_0 = 30 \text{ м/с}$$

Уравнения рв. скорости:

II  $x: x = v_0 \cos \varphi \cdot t \quad (1)$

$y: y = v_0 \sin \varphi \cdot t - \frac{g t^2}{2} \quad (2)$



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

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v_0 \sin \varphi \cdot t}{v_0 \cos \varphi \cdot t} - \frac{g t}{2 v_0 \cos \varphi} = \operatorname{tg} \varphi - \frac{g t}{2 v_0 \cos \varphi} \quad (3)$$

$$S = \sqrt{x^2 + y^2}$$

(1)  $t = \frac{x}{v_0 \cos \varphi}$  → (2):

$$y = \frac{v_0 \sin \varphi \cdot x}{v_0 \cos \varphi} - \frac{g}{2 v_0^2 \cos^2 \varphi} x^2 = \operatorname{tg} \varphi \cdot x - \frac{g}{2 v_0^2} x^2 (1 + \operatorname{tg}^2 \varphi)$$

(3):  $\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \varphi - \frac{g x}{2 v_0^2 \cos^2 \varphi}$

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \varphi - \frac{g x (1 + \operatorname{tg}^2 \varphi)}{2 v_0^2} = \operatorname{tg} \varphi - \frac{g x}{2 v_0^2} - \frac{g x}{2 v_0^2} \operatorname{tg}^2 \varphi$$

Чем больше  $x$ , тем дальше пролетело тело:

$$x = \frac{v_0^2 (\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \alpha)}{g (1 + \operatorname{tg}^2 \varphi)} = \frac{2 v_0^2}{g} \left( \frac{\sin \varphi \cdot \cos^2 \varphi}{\cos^4 \varphi} - \operatorname{tg} \alpha \cos^2 \varphi \right)$$



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!

$$(x)_{\varphi}' = 0 = \frac{2v_0^2}{g} (\sin \varphi \cos \varphi - \operatorname{tg} \alpha \cos^2 \varphi)'_{\varphi} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (\sin \varphi \cdot \cos \varphi)' - \operatorname{tg} \alpha (\cos^2 \varphi)' = 0$$

$$\cos^2 \varphi - \sin^2 \alpha + \operatorname{tg} \alpha \cdot 2 \cos \varphi \sin \varphi = 0$$

$$\cos(2\varphi) + \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin(2\varphi) = 0$$

Ответ:  $v_0 = 30 \text{ м/с}$



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 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 3

Дано:

$$m_0 = 3 \text{ кг}$$

$$S = 1 \text{ м}$$

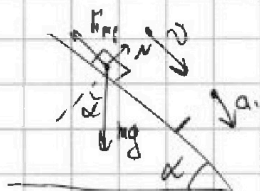
1)  $\sin \alpha = ?$

2)  $v = ?$

3)  $a = ?$

4)  $\mu = ?$

I Частное (0; 1 с):  $|a_1| = \frac{12 - 8 \text{ м}}{2 \cdot \frac{1}{g}} = \frac{4 \text{ м}}{1 \text{ с}^2}$

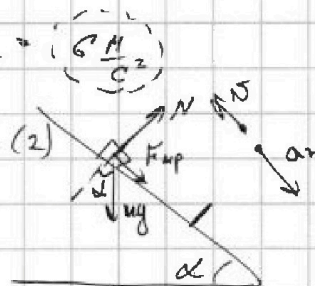


II 3 Н:  $\mu |a_1| = \mu g \sin \alpha - \mu \mu g \cos \alpha$

$$|a_1| = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha \quad (1)$$

Частное (2 с; 3 с):  $|a_2| = \frac{12 \text{ м}}{2 \cdot \frac{1}{g}} = \frac{6 \text{ м}}{1 \text{ с}^2}$

II 3 Н:  $\mu |a_2| = \mu g \sin \alpha + \mu \mu g \cos \alpha \quad (2)$

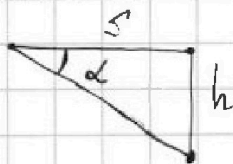


$$(2) + (1): |a_1| + |a_2| = 2g \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{|a_1| + |a_2|}{2g}$$

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

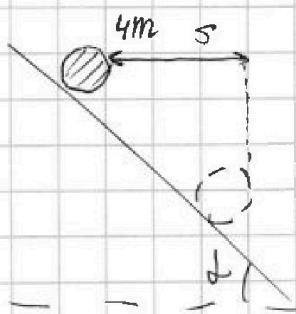
(m - масса бочен)

Выполняется 3 СЭ:  $4\mu g h = E_k$



$$\tan \alpha = \frac{h}{S} \Rightarrow h = \tan \alpha \cdot S$$

II



Если вода идеально, то ось не будет вращаться и будет иметь только касательную скорость

А цилиндр будет вращаться и его кинетическая энергия по мере скатывания будет равна:

$$K = \frac{m v^2}{2} + \sum \frac{m_i v_i^2}{2} \quad \leftarrow \begin{matrix} \text{трансляционная} \\ \text{скорость} \end{matrix} \quad (\text{оги центра бочен})$$

так как цилиндр скатывается без проскальзывания, то  $v = v_i, \forall i$

$$K = m v^2$$

$$E_k = 4\mu v^2 + \frac{3}{2} \mu v^2 = 4\mu g h$$



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!

$$\frac{5}{2}v^2 = 4gS \cdot \tan \alpha \Rightarrow \boxed{v = \sqrt{\frac{8}{5} g S \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}}} \quad \underline{v = \frac{4}{3^{1/4}} \text{ м/с}}$$

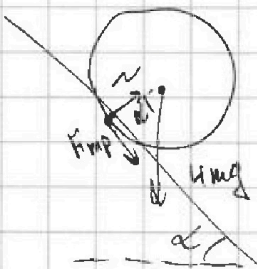
III) Известно, что бочка  $\Phi$  с постоянным ускорением:

$$a = \frac{v}{t}, \text{ но также же } S = \frac{at^2}{2} \Rightarrow \sqrt{\frac{2S}{a}} = t$$

$$a = \frac{v \cdot \sqrt{a}}{\sqrt{2S}} \quad /: \sqrt{a} \Rightarrow \sqrt{a} = \frac{v}{\sqrt{2S}} \Rightarrow \boxed{a = \frac{v^2}{2S}} \quad \underline{a = \frac{8}{\sqrt{3}} \text{ м/с}^2}$$

IV) Чтобы тело  $\Phi$  без проскальзывания тукано:

$$F_{\text{тр}} < \mu N \quad \text{II ЗН: } N = 4 \text{ кг} \cdot \cos \alpha$$



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  
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!

$$\textcircled{\text{III}} \begin{cases} A = (D_r + D_k) R \Delta T_2 = \cancel{36000} \\ Q = \frac{R \Delta T_1}{2} (3D_r + \frac{5}{2} D_k) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{A}{D_k} = \left( \frac{D_r}{D_k} + 1 \right) R \Delta T_2 & (1) \\ \frac{Q}{D_k} = \left( \frac{3D_r}{D_k} + 5 \right) \frac{R \Delta T_1}{2} & (2) \end{cases}$$

Пусть  $\frac{D_r}{D_k} = d$ , тогда:

$$\frac{(2)}{(1)} \cdot \frac{Q}{D_k} \cdot \frac{D_k}{A} = \frac{3d \cdot R \Delta T_1 + \frac{5}{2} R \Delta T_1}{2} = \frac{8}{3} \Rightarrow$$

$$d R \Delta T_2 + R \Delta T_2$$

$$\Rightarrow 8d R \Delta T_2 + 8 R \Delta T_2 = \frac{9d R \Delta T_1}{2} + \frac{15 R \Delta T_1}{2} \quad | \cdot 2$$

$$16d R \Delta T_2 + 16 R \Delta T_2 = 9d R \Delta T_1 + 15 R \Delta T_1$$

$$d(16 \Delta T_2 - 9 \Delta T_1) = 15 \Delta T_1 - 16 \Delta T_2$$

$$d = \frac{15 \Delta T_1 - 16 \Delta T_2}{16 \Delta T_2 - 9 \Delta T_1} = \frac{240}{148} = \frac{D_r}{D_k} = \frac{D_r}{N_A} \cdot \frac{N_A}{N_K} = \frac{N_r}{N_K}$$

Ответ:  $A = 360 \text{ Дрх}$ ;  $C_v = 20 \frac{\text{Дрх}}{\text{К}}$ ;  $\frac{N_r}{N_K} = \frac{120}{74}$ .



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

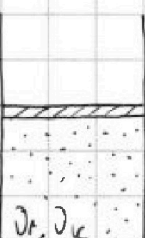
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

*изменили внутреннюю энергию газов*

$\nu = 4$   
*Дано:*  
 $Q = 960 \text{ Дж}$   
 $\Delta T_1 = 48 \text{ К}$   
 $\Delta T_2 = 30 \text{ К}$

1)  $A - ?$   
 2)  $C_V - ?$   
 3)  $\nu_r = ?$   
 $\nu_k = ?$

1)  I 3. T:  $Q = A'_2 + \Delta U'_{22}$  ( $A'_2 = 0$ )  
 $Q = \Delta U_{22} = \Delta U_{r2} + \Delta U_{k2}$   
 $V = \text{const}$ ,  $\Delta T_2 = 48 \text{ К}$   
 $\Delta U_{r2} = \nu_r \cdot \frac{3}{2} R \Delta T_1$   
 $\Delta U_{k2} = \frac{5}{2} \nu_k R \Delta T_2$   
 $\Rightarrow Q = R \Delta T_1 \left( \frac{3}{2} \nu_r + \frac{5}{2} \nu_k \right) \quad (1)$

2)  I 3. T:  $Q = A_2 + \Delta U_{22} \quad (3)$   
 $\Delta U_{22} = \Delta U_{r2} + \Delta U_{k2}$   
 $\Delta U_{r2} = \frac{3}{2} \nu_r R \Delta T_2$   
 $\Delta U_{k2} = \frac{5}{2} \nu_k R \Delta T_2$   
 $P = \text{const}$ ,  $\Delta T_2 = 30 \text{ К}$   
 $\Rightarrow \Delta U_{22} = R \Delta T_2 \left( \frac{3}{2} \nu_r + \frac{5}{2} \nu_k \right) \quad (2)$

$(1) \Rightarrow R \left( \frac{3}{2} \nu_r + \frac{5}{2} \nu_k \right) = \frac{Q}{\Delta T_1} \rightarrow (2): \Rightarrow \Delta U_{22} = R \Delta T_2 \left( \frac{3}{2} \nu_r + \frac{5}{2} \nu_k \right) \quad (2)$

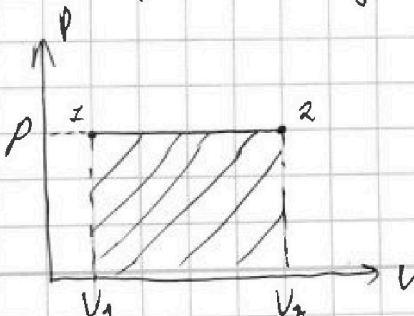
$\Delta U_{22} = Q \cdot \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \rightarrow (3):$   
 $Q = A_2 + Q \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \Rightarrow A = Q \left( 1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) \quad A = 360 \text{ Дж}$   
 $(A_2 = A)$

II  $Q = C_V \cdot \Delta T_2 = \Delta U_{22} = R \Delta T_1 \left( \frac{3}{2} \nu_r + \frac{5}{2} \nu_k \right)$   
 (кросс полипропиленский)

Найдём работу газов:  $A_r = P \cdot \Delta V = \nu_r R \Delta T_{22}$   
 $A_k = P \cdot \Delta V = \nu_k R \Delta T_2$

$A = A_r + A_k = (\nu_r + \nu_k) R \Delta T_2$   
 $C_V = R \left( \frac{3}{2} \nu_r + \frac{5}{2} \nu_k \right)$

$C_V = \frac{Q}{\Delta T_1} = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$





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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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

Дано:  $\gamma, d, v_0, R$

1)  $v = ?$   
2)  $v = ?$

$(\varphi_1 > \varphi_2)$

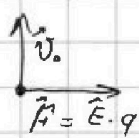
Из 2-ого пункта задачи можно понять, что в кач. момент времени ближайшая обкладка заряжена положит., а дальняя отриц.

Поле между обкладками однородное. Следовательно можем написать:

$$\varphi_1 - \varphi_2 = E \cdot d = v$$

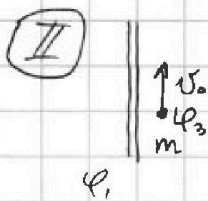
Поскольку частица:  $(q = e \cdot \gamma)$

$$E = \frac{v}{d} \quad (1)$$



II ЗИ:  $m \cdot a = F \quad (1)$

$$\frac{m \cdot v}{R} = \frac{q \cdot v}{d} \Rightarrow \frac{v}{R} = \frac{q \cdot v}{d} \Rightarrow v = \frac{v_0^2}{R \gamma} \cdot d$$



Конденсатор покоится, поэтому для частицы выполняется ЗСЭ:

$$\frac{m v_0^2}{2} + q \cdot \varphi_3 = \frac{m v^2}{2} + q \varphi_4 \quad (2)$$

Получим связь на конденсаторы:

$$\begin{cases} \varphi_1 - \varphi_4 = E \cdot \frac{d}{2} \\ \varphi_3 - \varphi_2 = E \cdot \frac{3}{8} d \end{cases} \quad (2) \Rightarrow \frac{m v^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} + q \cdot \gamma (\varphi_3 - \varphi_4) \quad | : \frac{m}{2}$$

$$v^2 = v_0^2 + \frac{3}{4} \gamma v \quad (\text{с учётом (3)})$$

$$\varphi_3 - \varphi_4 + v = \frac{11}{8} E d \quad (\text{с учётом (1)})$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + \frac{3}{4} \gamma v}$$

$$\varphi_3 - \varphi_4 = \frac{11}{8} \frac{v}{d} \cdot d - v = \left( \frac{11}{8} v - v \right) = \frac{3}{8} v \quad (3)$$

Ответ:  $v = \frac{v_0^2}{R \gamma} \cdot d$ ;  $v = \sqrt{v_0^2 + \frac{3}{4} \gamma v}$ .



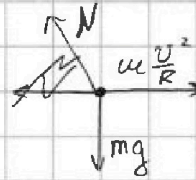
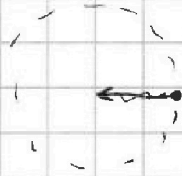
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

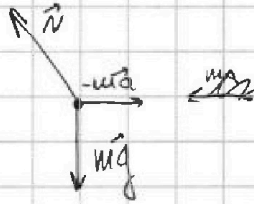
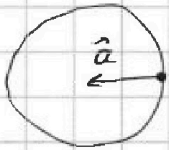
СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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!

$v \perp$   
также:  
 $R, v, g$



$$\vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}$$



$$N = \sqrt{m^2 v^4 + m^2 g^2 R^2} =$$

$$a = \frac{v^2}{R} = \omega \sqrt{\frac{2v^4}{R^2} + g^2}$$

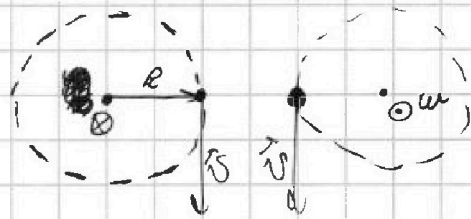
$$= \frac{3600}{360} = 10 \frac{m}{c} = g$$

$$N = m \cdot \sqrt{100 + 100} = 141 \text{ mg} \cdot \sqrt{2}$$

$$\frac{N}{mg} = 1,41 = 141\% \quad \delta = 41\%$$

$$v = [\vec{\omega} \times \vec{R}]$$

$$\vec{v}_{\text{одс}} = \vec{v}_{\text{амп}} + v_{\text{пр}} + [\vec{\omega} \times \vec{R}]$$

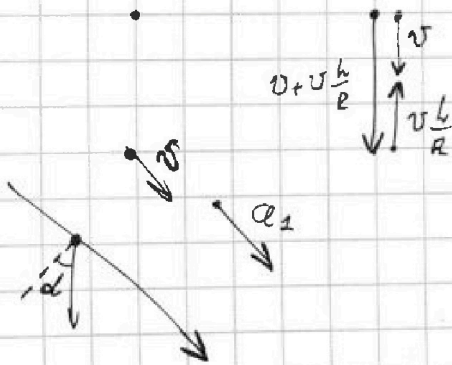


$$\frac{v}{R} = \omega$$

$$v' = \omega(R+L) = v \cdot \frac{R+L}{R}$$

$$\frac{1800}{180} \cdot \frac{360}{5} = 0$$

$$\frac{R}{R} \cdot \frac{36}{5} = \frac{36}{5}$$



$$mg \sin \alpha > F_{\text{тр}}$$

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.

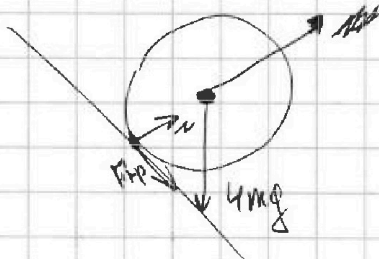


1  2  3  4  5  6  7

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!

$$F_{\text{тр}} < \mu N$$



$$\sqrt{\frac{2s}{a}} = t \quad S = \frac{at^2}{2}$$

$$\sqrt{\frac{8 \cdot 40^2}{2 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}}} = \sqrt{\frac{16}{\frac{1}{\sqrt{3}}}} = \frac{4}{\frac{1}{\sqrt{3}}}$$

$$a = \frac{v^2}{r} = \frac{v^2 a}{2s}$$

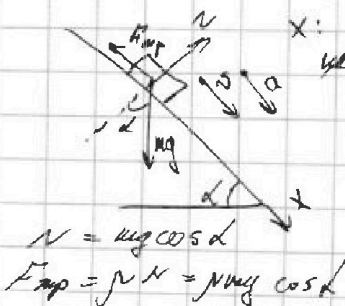
$$\frac{16}{\frac{1}{\sqrt{3}}} = \frac{8}{\frac{1}{\sqrt{3}}}$$

$$\frac{1}{g \sin \alpha} = \frac{1}{2 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}} = \frac{1}{\frac{1}{\sqrt{3}}}$$

~ 3

$$a_{m2} = \frac{5M/c}{1} = \frac{5M}{c^2}$$

$$a_{m2} = -\frac{12}{2} = -6 \frac{M}{c^2}$$



$$m a_{m2} = \mu g \sin \alpha - \mu^2 g \cos \alpha$$



$$a_{m1} \times a_{m2} = \mu g \sin \alpha + \mu^2 g \cos \alpha$$

$$a_{m1} = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

$$+ a_{m2} = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha$$

$$a_1 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

$$a_2 = -g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

$$1 - a_2 = 2g \sin \alpha$$

-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.

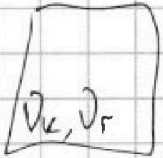
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

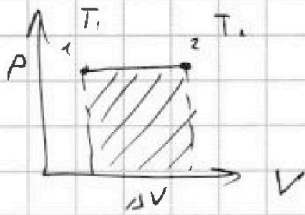
~ 4

$$V = \text{const}$$



$$Q = \Delta U_1 = \frac{3}{2} \nu_r R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \nu_k R \Delta T_1 = R \Delta T_1 \left( \frac{3}{2} \nu_r + \frac{5}{2} \nu_k \right)$$

$$Q = A_2 + R \Delta T_2 \left( \frac{3}{2} \nu_r + \frac{5}{2} \nu_k \right)$$



$$A = P \cdot \Delta V = \cancel{P} (\nu_r + \nu_k) R T_2 - (\nu_r + \nu_k) R T_1 = (\nu_r + \nu_k) R \Delta T_2$$

$$\Delta T_2 \frac{Q}{\Delta T_1} = R \left( \frac{3}{2} \nu_r + \frac{5}{2} \nu_k \right) \Delta T_2$$

Handwritten calculations:  
 $\frac{48}{3} = 16$   
 $\frac{960}{36} = 26.66$   
 $\frac{960}{48} = 20$   
 $\frac{960}{36} = 26.66$   
 $\frac{960}{48} = 20$   
 $\frac{960}{36} = 26.66$   
 $\frac{960}{48} = 20$

$$Q = A_2 + Q \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \Rightarrow A_2 = Q \cdot \left( 1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = 960 \cdot \left( \frac{48}{48} \right) = 360 \text{ Дж}$$

$$Q = C \cdot \Delta T_2 = \cancel{R \Delta T_2} A + Q \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}$$

$$C = \frac{A}{\Delta T_2} + \frac{Q}{\Delta T_2} = \frac{360}{30} + \frac{960}{48} = 12 + 20 = 32 \frac{\text{Дж}}{\text{K}}$$

$$A = (\nu_r + \nu_k) R \Delta T_2 \quad | : \nu_k$$

$$\frac{A}{R} = (\nu_r + \nu_k) \Delta T_2$$

$$\frac{A}{R \Delta T_2} = \nu_r + \nu_k \Rightarrow \nu_r = \frac{A}{R \Delta T_2} - \nu_k$$

$$\frac{A}{R} = (\nu_r + \nu_k) \Delta T_2$$

$$C_V = R \left( \frac{3}{2} \nu_r + \frac{5}{2} \nu_k \right)$$

$$\frac{960}{36} = \frac{48}{20}$$

$$\frac{960}{36} = \frac{32}{12} = \frac{8}{3}$$

Handwritten calculations:  
 $\frac{48}{3} = 16$   
 $\frac{960}{36} = 26.66$   
 $\frac{960}{48} = 20$   
 $\frac{960}{36} = 26.66$   
 $\frac{960}{48} = 20$

$$\frac{240}{11.8} = \frac{120}{74}$$

Handwritten calculations:  
 $15.488 - 16.30$   
 $16.30 - 9.48$   
 $\frac{480}{332}$   
 $\frac{148}{174}$   
 $\frac{14}{0.8}$

Handwritten calculations:  
 $\frac{48}{9} = 5.33$   
 $\frac{48}{9} = 5.33$

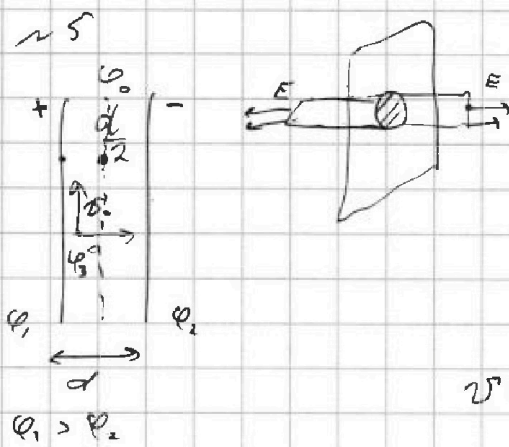


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\Phi = \frac{\delta \cdot \delta}{\epsilon_0} = 2\delta \cdot E \Rightarrow E = \frac{\delta}{2\epsilon_0}$$

$$E_z = 2E = \frac{\delta}{\epsilon_0}$$

$$\text{II ЗН: } m a = q \cdot E_z$$

$$q = \delta \cdot m$$

$$m \cdot \frac{v_0^2}{r} = \delta \cdot m \cdot \frac{\delta}{\epsilon_0} E_z \Rightarrow \frac{v_0^2}{r} = \frac{\delta^2}{\epsilon_0} E_z$$

$$v = E_z \cdot d \Rightarrow E_z = \frac{v}{d}$$

$$\varphi_1 - \varphi_0 = E_z \cdot \frac{d}{2} \left( \frac{v}{d} \right)$$

$$\varphi_3 - \varphi_0$$

$$\varphi_2 - \varphi_0 = E_z \cdot \frac{7}{8} d$$

$$\varphi_3 - \varphi_0 + \varphi_1 - \varphi_2 = E_z \cdot \frac{11}{8} d$$

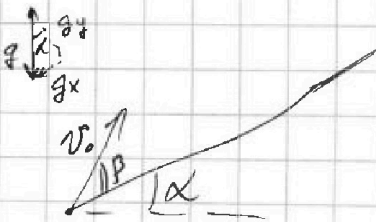
$$A_{31} = m \delta \cdot (\varphi_3 - \varphi_0) = \left( \epsilon_0 \cdot \frac{11}{8} d - v \right) m \delta$$

$$\frac{m v^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} = \frac{3}{8} v m \delta$$

$$v^2 - v_0^2 = \frac{3}{4} v \delta$$

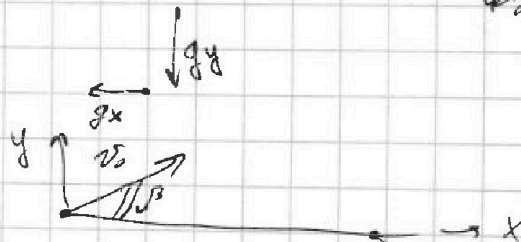
$$A_{31} = m \delta \left( \frac{v}{d} \cdot \frac{11}{8} \cdot d - v \right) = \frac{3}{8} v m \delta$$

$$v^2 = v_0^2 + \frac{3}{4} v \delta$$



$$g_x = g \cdot \sin \alpha$$

$$g_y = g \cdot \cos \alpha$$



$$x = v_0 \cdot \cos \beta t - g_x \frac{t^2}{2}$$

$$y = v_0 \cdot \sin \beta t - g_y \frac{t^2}{2}$$