



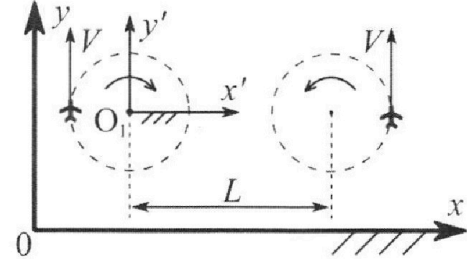
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 10-02



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  $V = 70$  м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолет,  $R=700$  м. Ускорение свободного падения  $g=10$  м/с<sup>2</sup>.

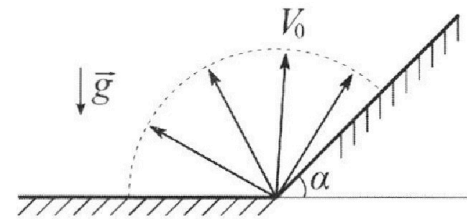


1. Определите отношение  $\frac{P}{mg}$ , здесь  $P$  – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло,  $mg$  – сила тяжести летчика.

В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального удаления. Расстояние между центрами окружностей  $L=2,1$  км. Вектор скорости каждого самолета показан на рис.

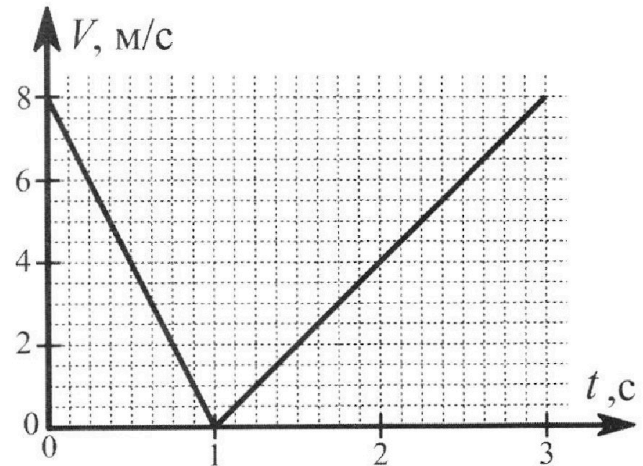
2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

2. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшее перемещение за время полета осколков, упавших на горизонтальную поверхность, равно  $S_1=160$  м, упавших на склон,  $S_2=120$  м. Ускорение свободного падения  $g=10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



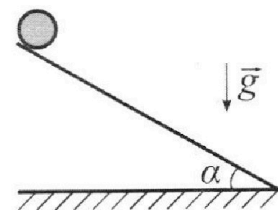
1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.
2. Найдите угол  $\alpha$ , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки 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  $n=2$  раза больше массы бочки. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.



2. С какой по величине скоростью  $V$  движется бочка после перемещения относительно наклонной плоскости на  $L=0,6$  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 10-02

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



4. В изохорическом процессе от смеси идеальных газов гелия и азота отводят  $Q = 780$  Дж теплоты. Температура смеси уменьшается на  $|\Delta T_1| = 31,2$  К. Если в изобарическом процессе от той же смеси отвести то же самое количество теплоты, то температура смеси уменьшится на  $|\Delta T_2| = 20$  К.

1. Найдите работу  $A$  внешних сил в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость  $C_p$  смеси в изобарическом процессе.
3. Найдите отношение  $\frac{N_1}{N_2}$  числа атомов гелия к числу молекул азота в смеси.

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

5. Частица с удельным зарядом  $\gamma = \frac{q}{m} < 0$  движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен до напряжения  $U$ , расстояние между обкладками  $d$ . В некоторый момент частица движется параллельно обкладкам на расстоянии  $d/8$  от отрицательно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в этот момент времени равен  $R$ .

1. Найдите скорость  $V_0$  частицы в рассматриваемый 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.

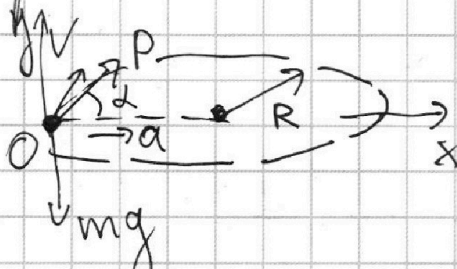
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 2

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

№1

1) По 3-ему закону Ньютона по модулю сила действия кресла на летчика будет равна  $P$ .



Затем 2-ой закон Ньютона для летчика в осях  $YOX$ :

$$\left(\frac{mv^2}{R}\right)^2 + \left(\frac{mg}{P}\right)^2 = 1 \quad \begin{cases} P \cos \alpha = ma \\ a = \frac{v^2}{R} \\ P \sin \alpha - mg = 0 \end{cases}$$

$(\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1)$

$B = \frac{P}{mg} - \text{мы ищем} \Rightarrow \left(\frac{v^2}{R B g}\right)^2 + \left(\frac{1}{B}\right)^2 = 1$

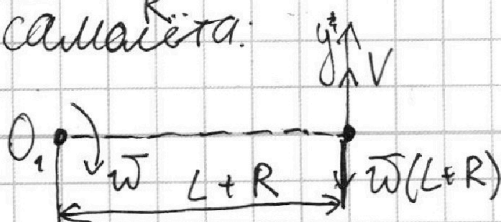
$$\frac{v^4}{g^2 R^2 B^2} + \frac{1}{B^2} = 1 \quad ; \quad \frac{v^4 + g^2 R^2}{(g R B)^2} = 1 \Rightarrow (g R B)^2 = v^4 + (g R)^2$$

$$B^2 = \frac{v^4}{(g R)^2} + 1 \Rightarrow B = \sqrt{\left(\frac{v^2}{g R}\right)^2 + 1}$$

$$B = \sqrt{\left(\frac{70 \cdot 70}{10 \cdot 700}\right)^2 + 1} = \sqrt{\frac{49}{100} + 1} = \frac{\sqrt{149}}{10} \approx \frac{12,2}{10} = \underline{\underline{1,22}}$$

2) СО  $x'O'y'$  связанная с 1-ым самолетом, вращается с угловой скоростью  $\omega = \frac{v}{R}$  по часовой стрелке  $\Rightarrow \Delta x$  для 2-го самолета:

О<sub>y</sub>:  $u = v - \omega(L+R) = v - v \frac{L}{R} + v = -v \frac{L}{R}$





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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

$U = -V \frac{L}{R}$ , знак "-" говорит о том что  $\vec{U}$  направлена вертикально вниз

$$|\vec{U}| = \cancel{70} \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{2,1 \cdot 10^{32} \text{ м}}{700 \text{ м}} = 210 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: 1)  $\frac{\rho}{mg} = \sqrt{\left(\frac{V^2}{gR}\right)^2 + 1} = \sqrt{149} = \frac{\sqrt{149}}{10} \approx 1,22$

2)  $|\vec{U}| = 210 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  и направлена вертикально вниз.

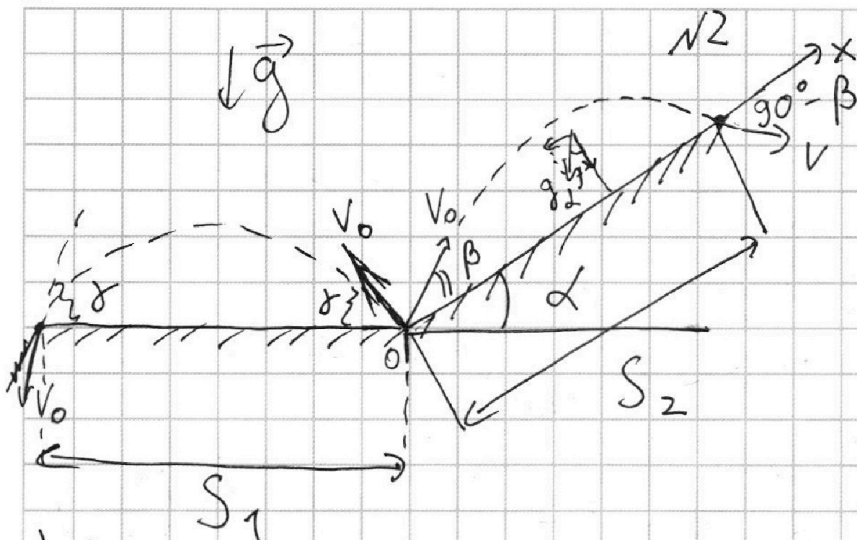


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 1

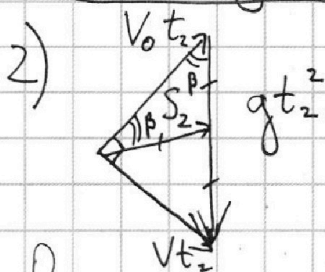
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Условие максимальной дальности полёта это угол в  $90^\circ$  между векторами начальной и конечной скоростей. Тогда в 1-м случае  $\gamma = 45^\circ$

1)  $S_1 = V_0 t_1 \cos \gamma$   
 $V_0 \sin \gamma = g t_1$   
 $V_0 = \sqrt{g S_1}$

$S_1 = \frac{2 V_0^2 \sin \gamma \cos \gamma}{g} = \frac{V_0^2 \sin 2\gamma}{g}$   
 $V_0 = \sqrt{\frac{g}{\sin 2\gamma} S_1} = \sqrt{\frac{g}{\sin 90^\circ} 160 \text{ м}} = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$



$S_2 = \frac{g t_2^2}{2} \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2 S_2}{g}}$   
 $\cos \beta = \frac{V_0 t_2}{g t_2^2} = \frac{\sqrt{g S_1} \cdot \sqrt{g}}{g \cdot \sqrt{2 S_2}} = \sqrt{\frac{S_1}{2 S_2}}$

Рассмотрим движение вдоль Ox:

$V_0 t_2 \cos \beta - g \sin \alpha t_2^2 = S_2$   
 $\sqrt{g S_1} \cdot \sqrt{\frac{2 S_2}{g}} - \frac{g \sin \alpha}{g} \cdot \frac{2 S_2}{g} = S_2$   
 $\sqrt{S_1} \cdot \sqrt{2 S_2} - S_2 \sin \alpha = S_2$

$\frac{S_1 - S_2}{S_2} = \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{160 \text{ м} - 120 \text{ м}}{120 \text{ м}} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3}$   
 $\alpha = \arcsin \frac{1}{3}$

Ответ: 1)  $V_0 = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ; 2)  $\alpha = \arcsin \frac{1}{3}$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

$V_0 = 8 \frac{m}{c}$   
 $t_1 = 1c$   
 $t_2 = 2c$   
 из графика  
 $F_{TP1} = F_{TP2} = \mu N = \mu mg \cos \alpha = \dots$   
 $2mg \sin \alpha = M \left( \frac{V_0}{t_1} + \frac{V_0}{t_2} \right)$   
 1)  $\sin \alpha = \frac{V_0}{2g} \left( \frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} \right)$   
 $\sin \alpha = \frac{8}{2 \cdot 10} \left( \frac{1}{1} + \frac{1}{2} \right) = \frac{8 \cdot 3}{2 \cdot 2 \cdot 10} = 0,6$

Заменим 2-ой 3-й Ньютона:

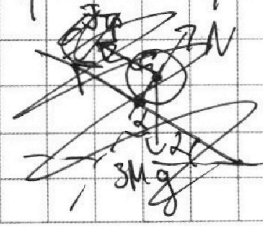
$\text{Ox: } F_{TP} + mg \sin \alpha = ma_1$   
 $mg \sin \alpha - F_{TP} = ma_2$   
 $-V_0 + a_1 t_1 = 0$   
 $a_2 t_2 = V_0$

2)  $M$  - масса бочки, тогда  $2M$  - масса воды в ней. Заменим 3-й закон сохранения энергии при перемещении на  $L = 0,6$  м с учетом теоремы Кенни для бочки (вода брызгается не будет) (просто называемая вет) (ушишка):

$\frac{2MV^2}{2} + \frac{MV^2}{2} + \frac{MV^2}{2} = 3MgL \sin \alpha$   
 $2MV^2 = 3MgL \sin \alpha \Rightarrow V = \sqrt{\frac{3}{2} gL \sin \alpha}$   
 $V = \sqrt{\frac{3}{2} \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot 0,6} \left( \frac{m}{c} \cdot m \right) = 0,6 \sqrt{15} \left( \frac{m}{c} \right) \approx 2,34 \left( \frac{m}{c} \right)$

3)  $at = V$  (+ время разгона бочки с водой до V)  
 $\frac{at^2}{2} = L$   
 $\frac{V \cdot V}{2a} = L \Rightarrow a = \frac{V^2}{2L}$   
 $a = \frac{3}{4} g \sin \alpha$   
 $a = \frac{3}{4} \cdot 10 \cdot 0,6 = \frac{9}{2} = 4,5 \left( \frac{m}{c^2} \right)$

~~$F_{TP} = \mu N$~~   
 ~~$N = 3Mg \cos \alpha$~~



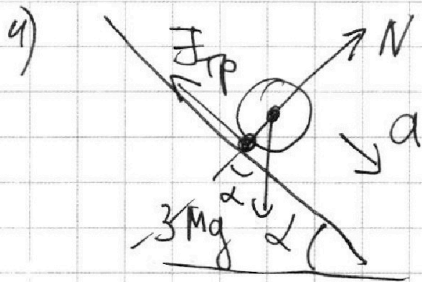
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$$\begin{cases} 3M a = 3Mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} \\ F_{\text{тр}} \leq \mu N \\ N - 3Mg \cos \alpha = 0 \\ a = \frac{3}{4} g \sin \alpha \end{cases}$$

$$3M \cdot \frac{3}{4} g \sin \alpha = 3Mg \sin \alpha - F_{\text{тр}}$$

$$F_{\text{тр}} \leq 3 \mu Mg \cos \alpha$$

$$3Mg \sin \alpha - \frac{9}{4} Mg \sin \alpha \leq 3 \mu Mg \cos \alpha$$

$$\mu \cos \alpha \geq \sin \alpha \left(1 - \frac{3}{4}\right)$$

$$\boxed{\mu \geq \frac{1}{4} \operatorname{tg} \alpha} \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{4}$$

$\mu \geq \frac{3}{16}$  — при таких коэффициентах трения скольжения проскальзывания не будет

Ответ: 1)  $\sin \alpha = 0,6$ ; 2)  $V = 0,6 \sqrt{15} \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right) \approx 2,34 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$ ; 3)  $a = 4,5 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2}\right)$ ; 4)  $\mu \geq \frac{3}{16}$ .



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 2

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

1 - гелий, 2 - азот <sup>√4</sup> - для в-в

$$\Delta T_1 = -31,2 \text{ K}$$

$$\Delta T_2 = -20 \text{ K}$$

$$Q = 780 \text{ Дж} - \text{отводится}$$

1)  $V = \text{const}$

2)  $p = \text{const}$

1)  $A = ?$  (внешняя  
сум при  $p = \text{const}$ )

2)  $C_p = ?$

3)  $\frac{N_1}{N_2} = ?$

$\frac{5}{2} \nu_2 RT$  - внутр. энергия азота

$\frac{3}{2} \nu_1 RT$  - внутр. энергия гелия

Затем 1-ое начало термодинамики:

$$-Q = \frac{5}{2} \nu_2 R \Delta T_1 + \frac{3}{2} \nu_1 R \Delta T_1$$

кач-во в-ва

$$-Q = \frac{7}{2} \nu_2 R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \nu_1 R \Delta T_2$$

$$-Q = \frac{5}{2} \nu_2 R \Delta T_2 + \frac{3}{2} \nu_1 R \Delta T_2 - A$$

$$C_p = \frac{-Q}{(\nu_1 + \nu_2) \Delta T_2}$$

$$N_1 = N_A \cdot \nu_1$$

$$N_2 = N_A \cdot \nu_2$$

$$A = Q + \frac{R \Delta T_2}{2} (5 \nu_2 + 3 \nu_1)$$

$$A = Q + \frac{R \Delta T_2}{2} \left( -\frac{2Q}{R \Delta T_1} \right)$$

$$5 \nu_2 + 3 \nu_1 = -\frac{2Q}{R \Delta T_1} \quad (1)$$

$$7 \nu_2 + 5 \nu_1 = -\frac{2Q}{R \Delta T_2} \quad (2)$$

$$C_p = \frac{-Q}{(\nu_1 + \nu_2) \Delta T_2}$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$$

$$A = 780 \text{ Дж} \left( 1 - \frac{(-20 \text{ K})}{(-31,2 \text{ K})} \right) = 780 \cdot \frac{112}{312} \text{ Дж} = 280 \text{ Дж}$$





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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 из 2

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

$$(2) - (1): 2J_2 + 2J_1 = \frac{2Q}{R\Delta T_1} - \frac{2Q}{R\Delta T_2}$$

$$J_1 + J_2 = \frac{Q(\Delta T_2 - \Delta T_1)}{R\Delta T_1\Delta T_2}$$

$$2) C_p = -\frac{Q}{(J_1 + J_2)\Delta T_2} = -\frac{Q \cdot R\Delta T_1\Delta T_2}{\Delta T_2 \cdot Q(\Delta T_2 - \Delta T_1)} = \boxed{-\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2 - \Delta T_1} R}$$

$$C_p = \frac{+31,2(\text{K})}{-20(\text{K}) - (-31,2(\text{K}))} \cdot R = \frac{31,2}{11,2} R = \frac{39}{14} R$$

$$(2) \div (1): \frac{7J_2 + 5J_1}{5J_2 + 3J_1} = \frac{2Q}{R\Delta T_2} \cdot \frac{R\Delta T_1}{2Q}$$

$$7 + 5 \frac{J_1}{J_2} = \left(5 + 3 \frac{J_1}{J_2}\right) \cdot \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}$$

$$7 - 5 \cdot \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} = \left(3 \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} - 5\right) \cdot \frac{N_1}{N_2}$$

$$3) \boxed{\frac{N_1}{N_2} = \frac{7\Delta T_2 - 5\Delta T_1}{3\Delta T_1 - 5\Delta T_2}}$$

$$\begin{aligned} \frac{N_1}{N_2} &= \frac{7(-20(\text{K})) - 5(-31,2(\text{K}))}{3(-31,2(\text{K})) - 5(-20(\text{K}))} = \\ &= \frac{156 - 140}{100 - 93,6} = \frac{-16}{6,4} = \frac{160}{64} = \\ &= \frac{10}{4} = \frac{5}{2} = \boxed{2,5} \end{aligned}$$

Ответ: 1)  $A = 280 \text{ Дж}$ ; 2)  $C_p = \frac{39}{14} R$ ;

$$3) \frac{N_1}{N_2} = 2,5.$$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 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!

N5

За обкладками конденсатора поля нет  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  там же находится потенциал, поэтому применим  $\varphi_0' = 0$ .

$-\frac{d\varphi}{dx} = E$ ;  $E = \text{const}$   
 внутри конденсатора

$-\Delta\varphi = E\Delta x$

$-(0 - u) = E(d - 0)$

$E = \frac{u}{d}$

$-Eq = m \frac{V_0^2}{R}$

$-\frac{u}{d} \cdot \gamma \cdot R = V_0^2 \Rightarrow$

$V_0 = \sqrt{\frac{-u\gamma R}{d}}$

( $-\gamma > 0$ )

2) Заменим  $z$ -н сохранения энергии учитывая, что в конечной точке потенциал равен нулю:

$\frac{mV^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + \varphi q$

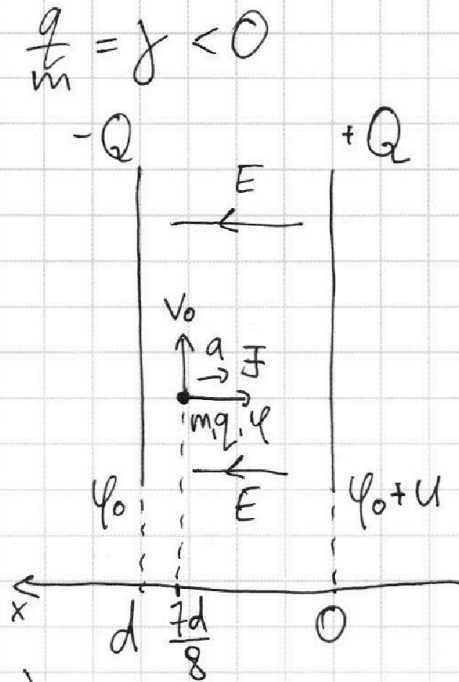
$V^2 = V_0^2 + \frac{2q}{m} \cdot \frac{u}{d} = \frac{u\gamma}{d} - \frac{u\gamma R}{d}$

$V = \frac{1}{2} \sqrt{u\gamma(d - 4R)}$   
 ( $d < 4R$ )

$-(\varphi - u) = E \cdot \frac{7d}{8}$

$E = \frac{u}{d}$

Ответы: 1)  $V_0 = \sqrt{\frac{-u\gamma R}{d}}$ ; 2)  $V = \frac{1}{2} \sqrt{u\gamma(d - 4R)}$



1)  $F = ma$   
 $a = \frac{V_0^2}{R}$   
 $F = -Eq$   
 $E = \frac{u}{d}$



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

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

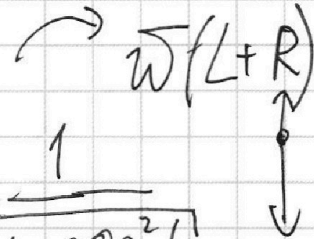
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\frac{mV^2}{R} = P \cos \alpha \quad \frac{V}{R} = \omega$$

$$mg = P \sin \alpha$$

$$\frac{P}{mg} = \frac{1}{\sin \alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}$$



$$\left(\frac{mg}{P}\right)^2 + \left(\frac{mV^2}{RP}\right)^2 = 1$$

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

~~$$(mgR)^2 + (mV^2)^2 = 1$$~~

~~$$\frac{mg}{P} = \frac{1}{\alpha}$$~~

~~$$-V = V\frac{L}{R} + V - V = V\frac{L}{R}$$~~

~~$$\left(\frac{1}{\alpha}\right)^2 + \left(\frac{R}{Rg\alpha}\right)^2 = 1$$~~

~~$$\frac{m}{P} = \frac{1}{g\alpha}$$~~

~~$$\frac{(Rg)^2 + V^4}{(Rg\alpha)^2} = 1$$~~

~~$$Rg\alpha = \sqrt{V^4 + Rg^2}$$~~

~~$$\alpha = \sqrt{\frac{V^4}{(Rg)^2} + 1} =$$~~

~~$$= \sqrt{\left(\frac{V^2}{gR}\right)^2 + 1} = \sqrt{\frac{4900}{10 \cdot 700} + 1}$$~~

~~$$\left(\frac{70 \cdot 70}{10 \cdot 700}\right)^2 + 1 =$$~~

$$\begin{array}{r} \times 12 \cdot 1 \\ 12 \cdot 1 \\ \hline 12 \cdot 1 \\ + 24 \cdot 2 \\ 12 \cdot 1 \\ \hline 146 \cdot 41 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 12 \cdot 2 \\ 12 \cdot 2 \\ \hline 24 \cdot 4 \\ + 24 \cdot 4 \\ 12 \cdot 2 \\ \hline 148 \cdot 84 \end{array}$$

$$12 \cdot 2^2 \approx 149$$

$$\frac{12 \cdot 2}{10} \approx 2,22$$

$$= \frac{49}{100} + 1 = \frac{149}{100} \approx \frac{12 \cdot 2^2}{10^2}$$

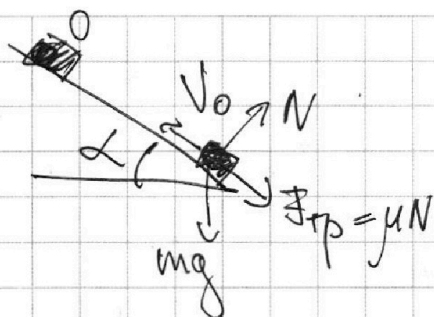


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$ma_1 = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$$

$$a_1 = g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

$$v_0 - a_1 t_1 = 0 \quad a = \frac{v^2}{2L} = \frac{0,3 \cdot 0,6 \cdot 15}{2 \cdot 0,6 \cdot 0,6} = 15$$

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

$$a_2 t_2 = v_0 \quad \frac{at^2}{2} = L$$

$$v_0 = g t_1 (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

$$v_0 = g t_2 (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$\frac{v_0}{g t_1} + \frac{v_0}{g t_2} = 2 \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{v_0}{2g} \left( \frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} \right) = \frac{84}{2 \cdot 10} \left( \frac{1}{1} + \frac{1}{2} \right) = \frac{42 \cdot 3}{10} = 12,6$$

$$\frac{Mv^2}{2} = Mg L \sin \alpha \quad \frac{v \cdot v}{2a} = L$$

$$\frac{v}{2} = \sqrt{2g L \sin \alpha} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot 0,6} = 0,6 \cdot 2 \cdot \sqrt{5} = 1,2 \sqrt{5}$$

$$F_{\text{тр}} \leq \mu Mg \cos \alpha$$

$$-F_{\text{тр}} + Mg \sin \alpha = Ma$$

$$v = \frac{2aL}{2} = aL$$

$$F_{\text{тр}} = M(g \sin \alpha - a)$$

$$\frac{2Ma v^2}{2} + \frac{2mv^2}{2} = 3mg L \sin \alpha$$

$$\mu M (g \sin \alpha - a) \leq \mu \frac{3}{2} mg \cos \alpha \quad \frac{m_i (\omega_i R)^2}{2} = \frac{m_i v^2}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{3}{2} g L \sin \alpha} = 0,6 \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot 10 \cdot 5}{2}} = 0,6 \sqrt{75}$$

$$\mu \geq \frac{g \sin \alpha - a}{g \cos \alpha}$$

$\times 3g$	$\times 3g$	
$\frac{180 + 54}{6}$	$\frac{319}{319}$	$3,9 - 0,6$
$\frac{234}{234}$	$\frac{117}{117}$	
	$\frac{15,21}{15,21}$	

$\frac{38}{38}$	$\frac{39}{39}$	$\frac{387}{387}$
$\frac{304}{304}$	$\frac{351}{351}$	$\frac{39}{39}$
$\frac{119}{119}$	$\frac{117}{117}$	$\frac{0,6}{0,6}$
$\frac{14,4}{14,4}$	$\frac{15,21}{15,21}$	$\frac{2,34}{2,34}$

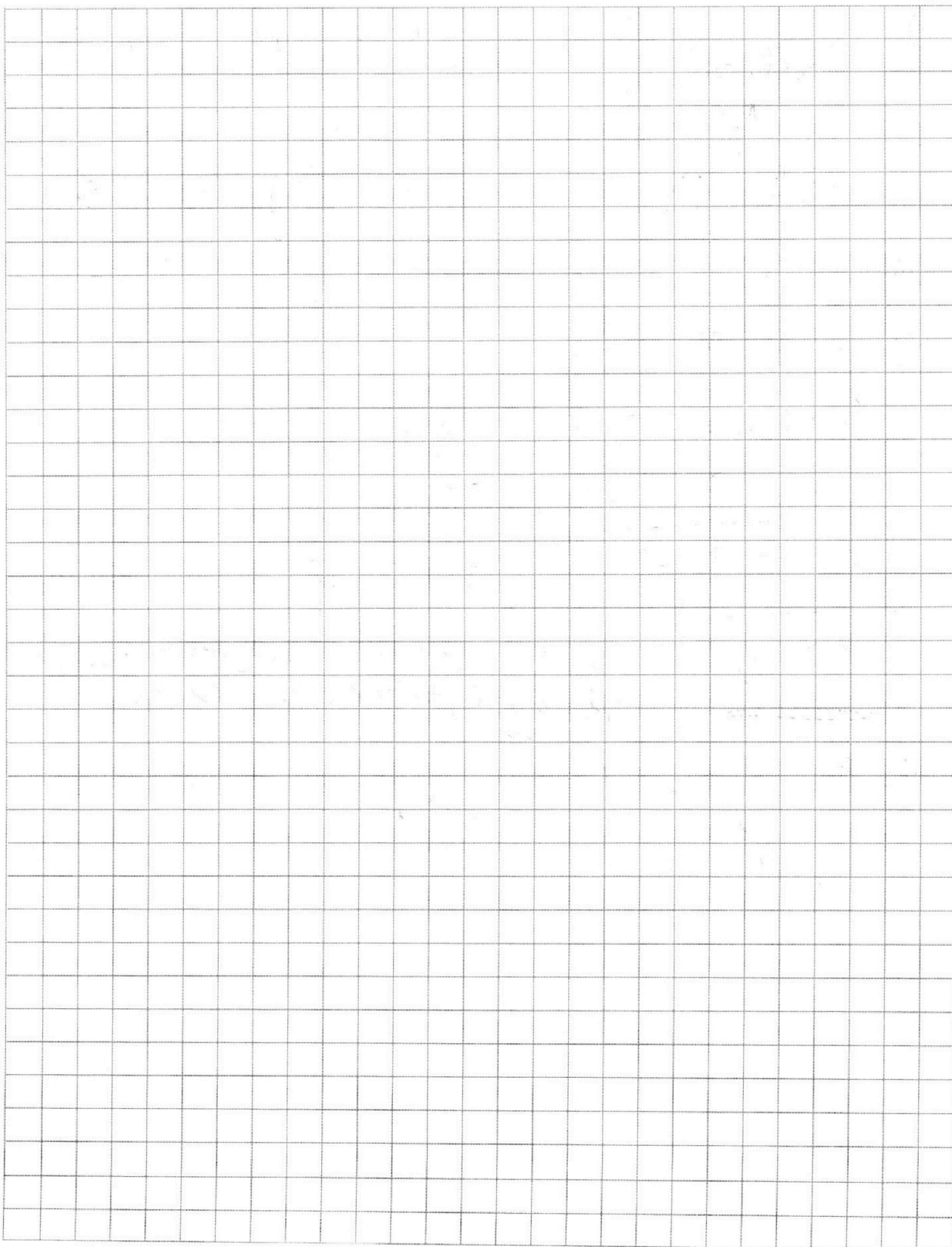


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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





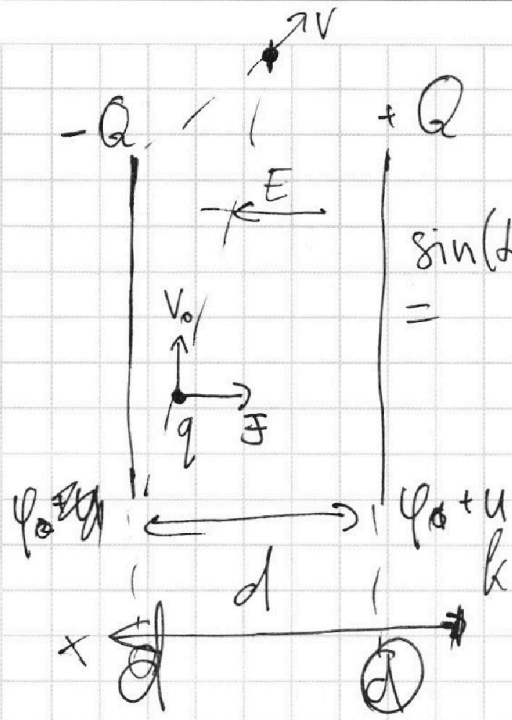


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{v_x}{v} = \frac{v_0}{v}$$

$$\sin(\alpha + \beta) = \frac{v_y}{v} = \frac{u}{v}$$

$$-\frac{d\varphi}{dx} = E = \frac{U}{d}$$

$$-\Delta\varphi = E \Delta x$$

$$-\varphi(\varphi_0 + U) = E \cdot d$$

$$Eq = F$$

$$F = ma$$

$$a = \frac{v_0^2}{R}$$

$$\frac{-u}{d} q = m \frac{v_0^2}{R}$$

$$\frac{q}{m} = \gamma$$

$$-\frac{u}{d} = E$$

$$v_0^2 = -\frac{u \gamma R}{d}$$

$$v = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{u \gamma (d - 4R)}{d}}$$

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + qU$$

$$-\Delta\varphi = E \Delta x$$

$$\Delta x = \frac{7d}{8}$$

$$E = \frac{u}{d}$$

$$\Delta\varphi = \varphi_0 + U - \varphi_0 - U$$

$$\varphi_0 = 0$$

$$V_0 = \sqrt{-\frac{u \gamma R}{d}}$$

$$-(\varphi - \varphi_0) = -\frac{u}{d} \cdot \frac{d}{8}$$

$$-(\varphi - \varphi_0 - U) = \frac{u}{d} \cdot \frac{7d}{8}$$

$$\varphi_0 - \varphi = -\frac{u}{8}$$

$$\varphi_0 + U - \varphi = \frac{7}{8}u$$

$$u = u$$

12 2  
12 2  
24 4  
+ 24 4  
12 2  
24 8 4

