



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

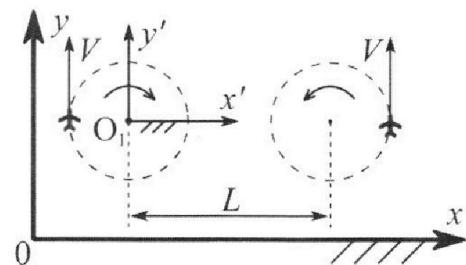
Вариант 10-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

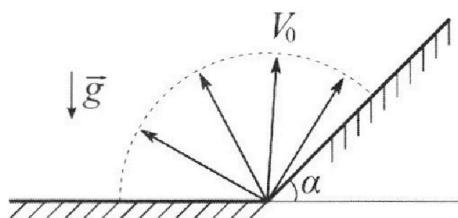
1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями $V = 70 \text{ м/с}$ (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолёт, $R=700 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

1. Определите отношение $\frac{P}{mg}$, где 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 $L=2,1 \text{ км}$. Вектор скорости каждого самолета показан на рис.

2. Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x' O_1 y'$, 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 $S_1 = 160 \text{ м}$, упавших на склон, $S_2 = 120 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

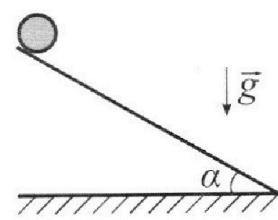
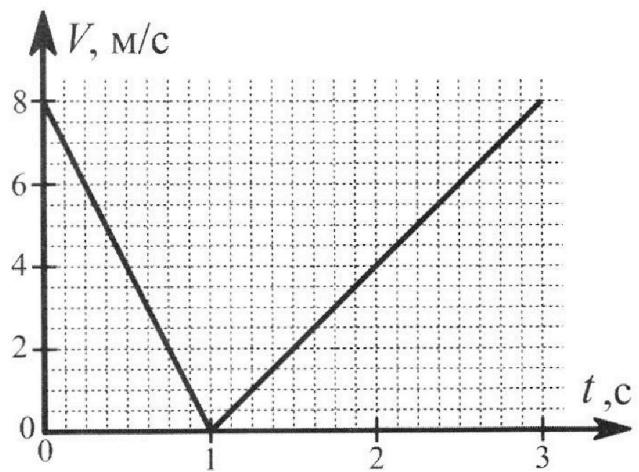


1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.

1. Найдите $\sin \alpha$, где α – 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 $L=0,6 \text{ м}$?
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 10-02

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 А 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 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.



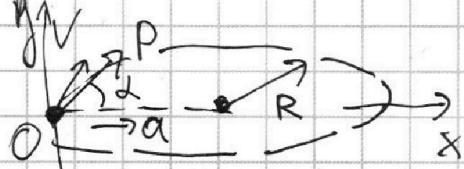
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

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 з-ку Ньютона по модулю сила действия кресла на лётчика будет равна P .



Запишем 2-ой з-к Ньютона для лётчика в осах YOX :

$$\begin{aligned} & \text{v}^2 \\ & \left(\frac{mv^2}{RP}\right)^2 + \left(\frac{mg}{P}\right)^2 = 1 \quad \left\{ \begin{array}{l} P \cos \alpha = ma \\ P \sin \alpha - mg = 0 \end{array} \right. \\ & (\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) = 1 \quad \left\{ \begin{array}{l} a = \frac{v^2}{R} \\ P = \frac{mg}{\cos \alpha} \end{array} \right. \end{aligned}$$

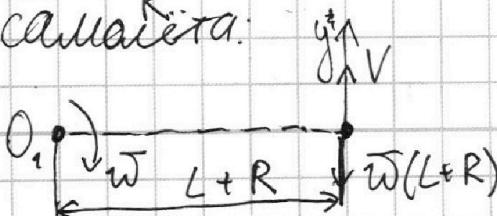
$$B = \frac{P}{mg} - \text{мы ищем} \Rightarrow \left(\frac{v^2}{R B g}\right)^2 + \left(\frac{1}{B}\right)^2 = 1$$

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

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

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

2). CO xO_1y , связанная с 1-ым самолётом, вращается с угловой скоростью $\omega = \frac{V}{R}$ по часовой стрелке \Rightarrow Задача 2-го самолёта:



$$\text{Oy: } u = V - \omega(L + R) = V - V \frac{L}{R} -$$

$$- V = - V \frac{L}{R} \quad \text{и}$$



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

$$|U| = 70 \frac{m}{s} \cdot \frac{2,1 \cdot 10^{12} \text{ A}}{700 \text{ M}} = 210 \frac{m}{s}$$

Ответ: 1) $\frac{P}{mg} = \sqrt{\left(\frac{V^2}{g R}\right)^2 + 1} = \cancel{2,122} = \frac{\sqrt{149}}{10} \approx 1,22$

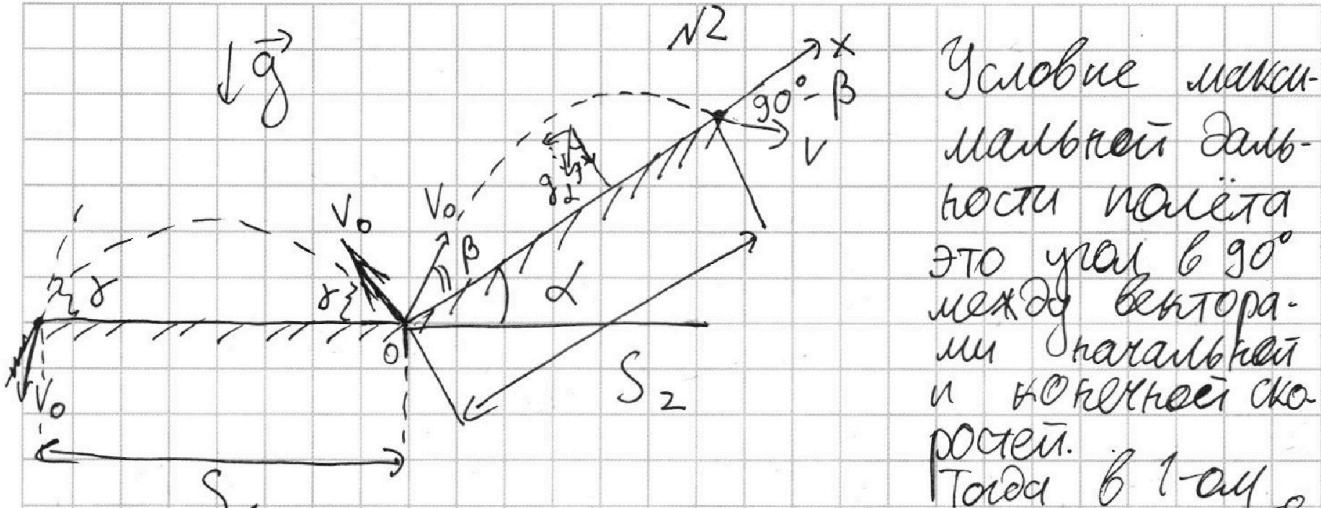
2) $|U| = 210 \frac{m}{s}$ и направлена вертикально вниз.



- 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!



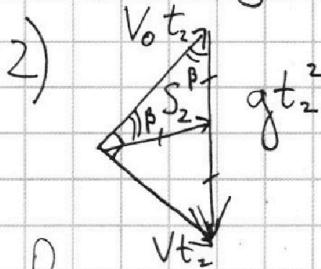
$$1) S_1 = V_0 t_1 \cos \gamma$$

$$V_0 \sin \gamma = g t_1$$

$$V_0 = \sqrt{g S_1}$$

$$S_1 = \frac{V_0^2 \sin \gamma}{g} = \frac{V_0^2}{g}$$

$$V_0 = \sqrt{10 \frac{m}{s^2} \cdot 160 m} = 40 \frac{m}{s}$$



$$S_2 = \frac{gt_2^2}{2} \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2S_2}{g}}$$

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

Рассмотрим движение вдоль Ох:

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

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

$$\frac{S_1 - S_2}{S_2} = \sin \alpha \Rightarrow$$

$$\sin \alpha = \frac{160 m - 120 m}{120 m} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3}$$

$$\alpha = \arcsin \frac{1}{3}$$

Ответ: 1) $V_0 = 40 \frac{m}{s}$; 2) $\alpha = \arcsin \frac{1}{3}$

Условие максимумной дальности полёта
это угол в 90°
между векторами начальной
и конечной скороствей.

Тогда в 1-ой
случае $\gamma = 45^\circ$

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 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!

$V_0 = 8 \frac{m}{s}$

$t_1 = 1s$

$t_2 = 2s$

из графика

$\bar{F}_{tp} = \bar{F}_{tp_2} = \mu N = \mu mg \cos \alpha = \mu F_{np}$

$2mg \sin \alpha = m \left(\frac{V_0}{t_1} + \frac{V_0}{t_2} \right)$

1) $\sin \alpha = \frac{V_0}{2g} \left(\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} \right)$

$\sin \alpha = \frac{8}{2 \cdot 10} \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2} \right) = \frac{8 \cdot 3}{2 \cdot 2 \cdot 10} = 0,6$

\Rightarrow Запишем 2-ой
з-к Канотона:

($Ox: \bar{F}_{tp} + mg \sin \alpha = ma_1$)

$mg \sin \alpha - \bar{F}_{tp} = ma_1$

$-V_0 + a_1 t_1 = 0$

$a_2 t_2 = V_0$

2) M - масса доски, тогда $2M$ - масса воды
в ней. Запишем з-к сохранения энергии при
перемещении на $L = 0,6 \text{ м}$ с учётом теоремы
Кинни для доски (вода брызгается не будет)
(поскольку забывания нет) (чтобы):

$$\frac{2MV^2}{2} + \frac{MV^2}{2} + \frac{MV^2}{2} = 3MgL \sin \alpha$$

$$2 \frac{MV^2}{2} = 3MgL \sin \alpha \Rightarrow V = \sqrt{\frac{3}{2} g L \sin \alpha}$$

$$V = \sqrt{\frac{3}{2}} \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \left(\frac{\mu \cdot \mu}{c^2 \cdot c} \right) = 0,6 \sqrt{15} \left(\frac{\mu}{c} \right) \approx 2,34 \left(\frac{m}{s} \right)$$

3) $\int at = V$ (+ время разгона доски) с водой \Rightarrow

$$\frac{1}{2} a t^2 = L \quad \frac{V \cdot V}{2a} = L \Rightarrow a = \frac{V^2}{2L} \quad a = \frac{39,48 \text{ м}}{2 \cdot 2,34} = 17,28 \text{ м/с}^2$$

$$a = \frac{3}{4} g \sin \alpha$$

4) $\bar{F}_{tp} \leq \mu N$
 ~~$\bar{F}_{tp} = 3Mg \cos \alpha$~~

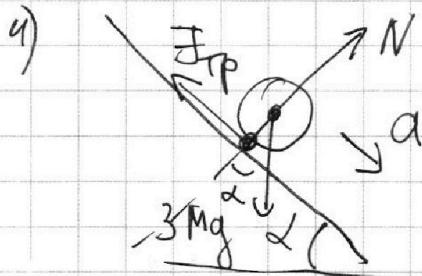


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!



$$\begin{cases} 3Ma = 3Mg \sin \alpha - F_p \\ F_p \leq \mu N \end{cases}$$

$$F_p \leq 3\mu Mg \cos \alpha$$

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

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

$$\boxed{\mu \geq \frac{1}{4} + \tan \alpha}$$

$$\tan \alpha = \frac{3}{4}$$

$$\boxed{\mu \geq \frac{3}{16}}$$

— при ^{скольжения} таких коэффициентах трения проскальзывания не будет

Ответ: 1) $\sin \alpha = 0,6$; 2) $V = 0,6 \sqrt{15} \left(\frac{m}{s}\right) \approx 2,34 \left(\frac{m}{s}\right)$; 3) $a = 9,5 \left(\frac{m}{s^2}\right)$; 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.



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

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 ^{✓ 4} - азот 6-6

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

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

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

1) $V = \text{const}$

2) $P = \text{const}$

1) $\mathcal{H} = ?$ (Вспоминаем, что при $P = \text{const}$)

2) $C_p = ?$

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

$\frac{5}{2} \sqrt{2} RT - \text{внешняя азота}$

$\frac{3}{2} \sqrt{1} RT - \text{внешн. энергия гелия}$

Запишем 1-ое начало термодинамики:

$-Q = \frac{5}{2} \sqrt{2} R \Delta T_1 + \frac{3}{2} \sqrt{1} R \Delta T_2$
или 60 ббд

$-Q = \frac{7}{2} \sqrt{2} R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \sqrt{1} R \Delta T_2$

$-Q = \frac{5}{2} \sqrt{2} R \Delta T_2 + \frac{3}{2} \sqrt{1} R \Delta T_2 - \mathcal{H}$

$C_p = \frac{-Q}{(\sqrt{1} + \sqrt{2}) \Delta T_2}$

$N_1 = N_A \cdot \sqrt{1}$

$N_2 = N_A \cdot \sqrt{2}$

$\mathcal{H} = Q + \frac{R \Delta T_2}{2} (5\sqrt{2} + 3\sqrt{1})$

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

$7\sqrt{2} + 5\sqrt{1} = -\frac{2Q}{R \Delta T_2}$ (2)

$C_p = -\frac{Q}{(\sqrt{1} + \sqrt{2}) \Delta T_2}$

$\frac{N_1}{N_2} = \frac{\sqrt{1}}{\sqrt{2}}$

$\mathcal{H} = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right)$

$\mathcal{H} = 780 \left(\text{Дж} \right) \left(1 - \frac{(-20 \text{ K})}{(-31,2 \text{ K})} \right) =$

$= 780 \cdot \frac{112}{312} \left(\text{Дж} \right) = 280 \text{ Дж}$

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.



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

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!

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

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

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

$$\boxed{C_p = \frac{+31,2(k)}{-20(k) - (-31,2(k))} \cdot R = \frac{312}{112} R = \frac{39}{14} R}$$

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

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

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

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

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{7(-20(k)) - 5(-31,2(k))}{3(-31,2(k)) - 5(-20(k))} =$$

$$= \frac{156 - 140}{100 - 93,6} = \frac{16}{6,4} = \frac{160}{64}$$

$$= \frac{10}{4} = \frac{5}{2} = \boxed{2,5}$$

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

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

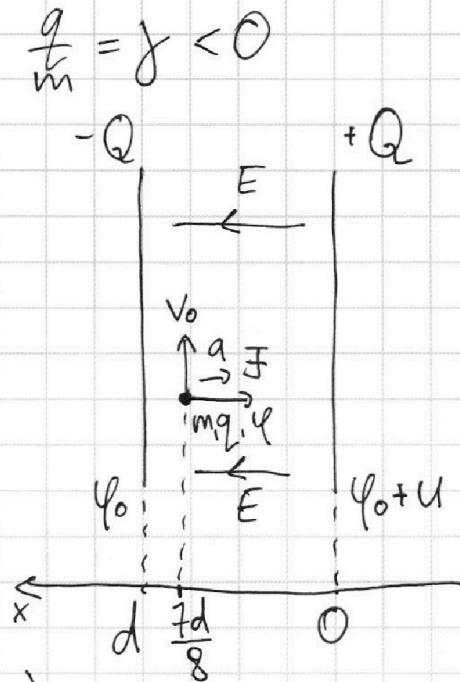


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$1) \quad -F = ma$$

$$a = \frac{V_0^2}{R}$$

$$F = -Eq$$

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

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

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

$$(\gamma > 0)$$

2) Запишем 3-й закон сохранения энергии учитывая, что в 3-й точке потенциал равен нулю:

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

$$\frac{V^2}{2} = \frac{V_0^2}{2} + \frac{2q}{d} \cdot \frac{U}{4} = \frac{U\gamma}{4} - \frac{U\gamma R}{d}$$

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

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

N5

За обкладками конденсатора поля нет \Rightarrow
 \Rightarrow там же лежит потенциал, поэтому примем $\varphi_0 = 0$.

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

внутри конденсатора

$$-\Delta\varphi = E_0 x$$

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

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

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

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

$$E = \frac{u}{d} \quad \varphi = \frac{u}{8}$$

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!



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

$$mg = P \sin \alpha$$

$$\omega(L+R)$$

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

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

$$U = \omega(L+R) -$$

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

$$(mgR)^2 + (mV^2)^2$$

$$\frac{mg}{P} = \frac{1}{L} \quad -V = V \frac{L}{R} + V \cdot V$$

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

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

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

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

$$\begin{array}{r} \times 12,1 \\ \times 12,1 \\ \hline 121 \\ + 242 \\ \hline 14641 \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 12,2 \\ \times 12,2 \\ \hline 122 \\ + 244 \\ \hline 14884 \end{array}$$

$$12,2^2 \approx 149$$

$$\left(\frac{70 \cdot 40}{10 \cdot 700}\right)^2 + 1 =$$

$$\frac{12,2^2}{10,22} = \frac{49}{100} + 1 = \frac{149}{100} \approx \frac{12,2^2}{10}$$

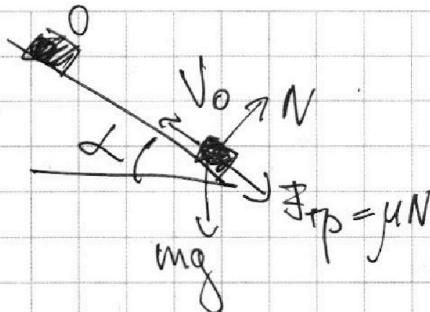


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



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

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

$$V_0 - a_1 t_1 = 0 \quad a = \frac{V^2}{L} =$$

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

$$a_2 t_2 = V_0 \quad \frac{at^2}{2} = L$$

$$\frac{V_0}{gt_1} + \frac{V_0}{gt_2} = 2 \sin \alpha \quad at = V$$

$$\frac{MV^2}{2} = Mg L \sin \alpha \quad \frac{V \cdot V}{2a} = L$$

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

$$F_r \leq \mu Mg \cos \alpha$$

$$-F_r + Mg \sin \alpha = Ma$$

$$V_0 = g t_2 (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$\sin \alpha = \frac{V_0}{\sqrt{2g}} \left(\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} \right) =$$

$$= \frac{8,4}{\sqrt{2 \cdot 10}} \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2} \right) = \frac{9^2 \cdot 3}{10 \cdot 2} = 0,6$$

~~$$F_r = M(g \sin \alpha - a)$$~~

$$V = \sqrt{2}$$

$$\frac{2m}{2} V^2 + \frac{2mV^2}{2} =$$

$$= 3mg \sum \sin \alpha$$

~~$$B \quad (g \sin \alpha - a) \leq \mu \sqrt{mg \cos \alpha} \quad m_i (\bar{\omega}_i R)^2 \quad \frac{sm_i V^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$$~~

$$V = \sqrt{\frac{3}{2} g L \sin \alpha} = 0,6 \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot 10 \cdot 6}{8}} = 0,6 \cdot 1,5 =$$

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

$$\times \frac{3,9}{6} \quad \frac{780+54}{234} \quad \times \frac{3,9}{117} \quad 3,9 \cdot 0,6$$

$$\frac{3,8}{3,8} \quad \frac{3,9}{3,9} \quad \frac{3,87}{5,1} \quad \frac{3,9}{3,9}$$

$$+ \frac{304}{141} \quad - \frac{351}{141} \quad \frac{117}{141} \quad \times \frac{0,6}{234}$$

$$\frac{119}{141} \quad \frac{117}{141} \quad \frac{117}{141} \quad \frac{0,6}{234}$$



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!

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!

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{\sin \alpha}{2 \cos \frac{\alpha}{2}} \quad \text{Diagram: A projectile moves from point } V_1 \text{ to } V_2 \text{ at an angle } \alpha \text{ to the horizontal. The angle between the initial velocity vector and the horizontal is } 90^\circ - \beta. \quad \frac{\sqrt{3}}{2} \left(\cos \frac{\alpha}{2} + \sin \frac{\alpha}{2} \right) = 1$$

$$S_1 = V_0 t_1 \cos \alpha \quad S_2 = V_0 t_2 \cos \beta - g \frac{t_2^2}{2} \geq S_1$$

$$\cos \frac{\alpha}{2} + \sin \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{160}{120}} = \frac{4}{\sqrt{3}} \quad (gt_2)^2 = V_2^2 + V_0^2$$

$$V_0 \cos \beta - g \sin \alpha t_2 = V_2 \sin \beta \quad 2\beta + \alpha = 90^\circ$$

$$S_1 = V_0 t_1 \cos \frac{\alpha}{2} = \frac{2}{\sqrt{3}}$$

$$V_0 t_2 \cos(\alpha + \beta) = S_2 \cos \alpha$$

$$V_0 \frac{1}{\sqrt{2}} - g \frac{t_1}{\sqrt{2}} = 0$$

$$t_1 = \frac{\sqrt{2} V_0}{g} \quad S_1 = \frac{s_2 V_0}{g} \cdot \frac{V_0}{\sqrt{2}} = \frac{V_0^2}{g}$$

$$V_0 t_2 \cos \beta \sin \alpha = \frac{1}{2} \cos \alpha \quad V_0 = \sqrt{g S_1} = \sqrt{10 \cdot 16 \cdot 10} = 40 \text{ m/s}$$

$$\beta = 90^\circ - \alpha$$

$$\sqrt{\frac{2 \cdot 160}{3}} = \frac{2}{\sqrt{3}}$$

$$\sqrt{S_1} \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \sin \left(45^\circ - \frac{\alpha}{2} \right) = S_2 \cos \alpha \quad \frac{S_1}{S_2} =$$

$$\frac{\alpha}{2} = 45^\circ$$

$$\sqrt{\frac{S_1}{S_2}} \left(\cos \frac{\alpha}{2} \sin \frac{\alpha}{2} \right) = \cos \frac{\alpha}{2} \left(\cos^2 \frac{\alpha}{2} - \sin^2 \frac{\alpha}{2} \right) = \cos \alpha$$

$$\sqrt{\frac{S_1}{S_2}} \left(\cos \frac{\alpha}{2} \sin \frac{\alpha}{2} \right) = \cos \frac{\alpha}{2} \left(\cos^2 \frac{\alpha}{2} - \sin^2 \frac{\alpha}{2} \right) \left(\cos \frac{\alpha}{2} + \sin \frac{\alpha}{2} \right)$$

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.

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

$\cos(\alpha) \cos(\beta + \alpha) = \frac{\sqrt{2}}{3} \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3} - \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2\sqrt{3}} = \frac{4}{9} - \frac{1}{6\sqrt{3}} + V_0 = V$

$\sin(\alpha) \sin(\beta + \alpha) = \frac{1}{3\sqrt{3}} V = V_0 + \frac{U}{4}$

$-\Delta\varphi = E \Delta x \quad \cos(\alpha + \beta) = \sin \beta$

$-U(\varphi_a - \varphi_0 - U) = E \cdot d$

$\varphi_0 + u \quad \varphi_0 + u$

$k \frac{q}{r} = -\frac{U}{d} = E \quad V_0 = -\frac{U}{d} R$

$|E| = \frac{U}{d} \quad V = \frac{U^2}{4} - \frac{U^2 R}{d}$

$\frac{-U}{d} q g k = m \frac{V_0^2}{R} \quad \varphi = \frac{U}{8} \quad U = \frac{U}{8} \frac{d - 4R}{d}$

$\frac{q}{m} = \gamma \quad = \frac{U}{d} R = V_0$

$\frac{m V^2}{2} = \frac{m V_0^2}{2} + q g \quad V_0 = \sqrt{-\frac{U}{d} R}$

$-(\varphi - \varphi_0) = -\frac{U}{d} \cdot \frac{d}{8} \quad V = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{U}{d} (d - 4R)}$

$-(\varphi - \varphi_0 - U) = \frac{U}{d} \cdot \frac{7d}{8} \quad \times \frac{12}{12} \frac{2}{2}$

$\varphi_0 - \varphi = -\frac{U}{8} \quad \varphi_0 + U - \varphi = \frac{7}{8} U \quad \oplus + \frac{24}{24} \frac{4}{4}$

$\varphi_0 + U - \varphi = \frac{7}{8} U \quad \frac{122}{248,84}$

$U = U$

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!

$$\begin{aligned}
 & P_0 = \frac{39}{2} \cdot \frac{14}{28} = Q = \frac{3}{2} (P_{N_2} - P_{\text{ок}}) V_1 + \frac{3}{2} (P_{\text{оке}} - P_{\text{оке}}) V_1 \\
 & C_p = \frac{120}{20+31,2} \\
 & P_0 = \frac{2 \cdot 3 \cdot 13}{2 \cdot 7} \cdot \frac{39}{28} R \\
 & Q = \frac{1}{2} J_{N_2} R \Delta T_1 + \frac{3}{2} J_{\text{оке}} R \Delta T_1 \\
 & C_p = - \frac{Q R \Delta T_1}{Q (\Delta T_2 - \Delta T_1) \cdot \Delta T_1} = \frac{5}{2} J_{N_2} R \Delta T_2 + \frac{3}{2} J_{\text{оке}} R \Delta T_2 - \\
 & = - \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} R - \text{допн.} \quad \frac{N_1}{N_2} = \frac{52-7}{5-32} \\
 & A_{6\text{H}} = \frac{5}{2} J_{N_2} R \Delta T_2 + \frac{3}{2} J_{\text{оке}} R \Delta T_2 + Q = R \Delta T_2 \left(\frac{5}{2} J_{N_2} + \frac{3}{2} J_{\text{оке}} \right) + \\
 & + Q = \frac{R \Delta T_2}{2} \left(- \frac{2Q}{R \Delta T_1} \right) + Q = Q \left(1 - \frac{2 \Delta T_2}{\Delta T_1} \right) \\
 & - Q = \frac{R \Delta T_1}{2} \left(\frac{5}{2} J_{N_2} + \frac{3}{2} J_{\text{оке}} \right) \\
 & \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} = \frac{7 \sqrt{N_2} + 5 \sqrt{\text{оке}}}{5 \sqrt{N_2} + 3 \sqrt{\text{оке}}} = \frac{-2Q}{Q} \\
 & 5 \sqrt{N_2} \cdot \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} + 3 \sqrt{\text{оке}} \cdot \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} = 7 \sqrt{N_2} + 5 \sqrt{\text{оке}} R \Delta T_1 \\
 & C_p = \frac{Q}{(\sqrt{N_2} + \sqrt{\text{оке}}) \Delta T_1} \cdot \frac{43}{26} = \frac{J_{N_2} + J_{\text{оке}}}{200} \cdot \frac{31,2}{31,2-3 \cdot 13} = \frac{31,2}{31,2-3 \cdot 13} = \frac{12 \cdot 13}{100} = \frac{156}{100} = 1,56 \\
 & -2Q = \left(7 \sqrt{N_2} + 5 \sqrt{\text{оке}} \right) R \Delta T_2 \quad A_{6\text{H}} = 780 \cdot \frac{112}{280} = 280 \text{ (д)} \\
 & R \Delta T_2 = 5 N_2 \Delta T_2 + 3 N_1 \Delta T_2 = 7 N_2 + 5 N_1 \quad (52-7) = \frac{N_1}{N_2} (5-32) = \frac{4 \cdot 3 \cdot 13}{31,2-23} = \frac{12 \cdot 13}{100} = \frac{156}{100} = 1,56 \\
 & -2Q = \frac{5}{R \Delta T_1} \left(\sqrt{N_2} + \sqrt{\text{оке}} \right) \cdot \frac{52+3 \frac{N_1}{N_2}}{52+3 \frac{N_1}{N_2}} = \frac{52+3 \frac{N_1}{N_2}}{52+3 \frac{N_1}{N_2}} \cdot 2 \cdot 2 \cdot 13 = \frac{112}{2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot \frac{24}{31,2}} = \frac{112}{24} = 4,6 \\
 & \frac{2Q}{R \Delta T_1} - \frac{2Q}{R \Delta T_2} = 2 \sqrt{N_2} + 2 \sqrt{\text{оке}} = 10 \cdot 4 \cdot 7 = 280 \\
 & \frac{2Q}{R \Delta T_1} = \frac{2Q}{R \Delta T_2} = \frac{2Q}{756,0} = \frac{2 \cdot 280}{28 \cdot 3 \cdot 13} = \frac{40 \cdot 7}{40 \cdot 7} = 1
 \end{aligned}$$