



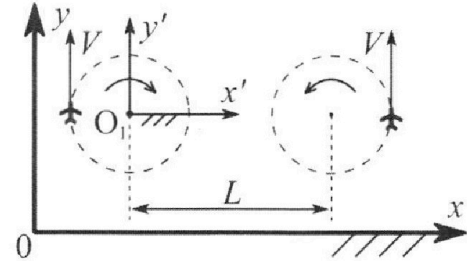
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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/с².

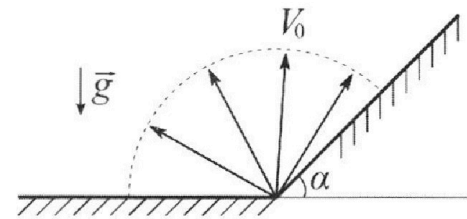


1. Определите отношение $\frac{P}{mg}$, здесь P – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.

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.

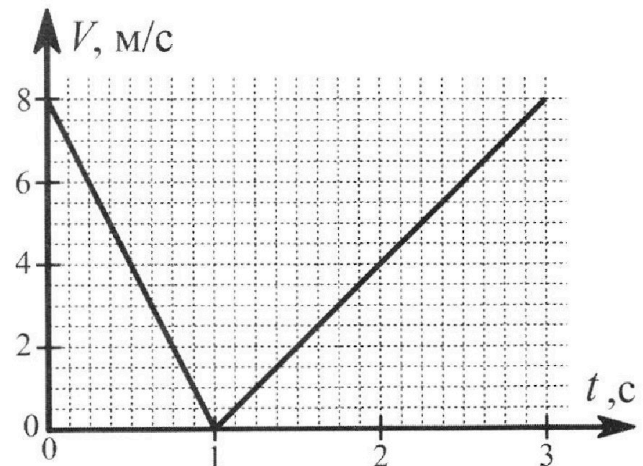
2. Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{U} .

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/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



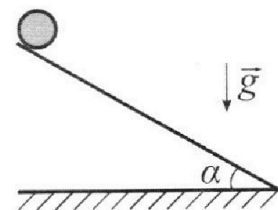
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

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 $g=10$ м/с².



1. Найдите $\sin \alpha$, здесь 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 $L=0,6$ 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 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.

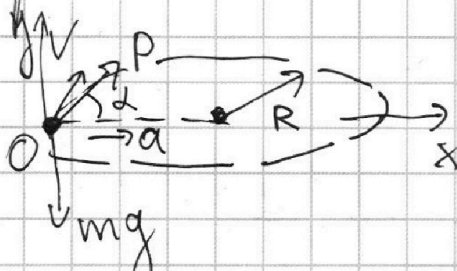
1 2 3 4 5 6 7

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 :

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

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

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

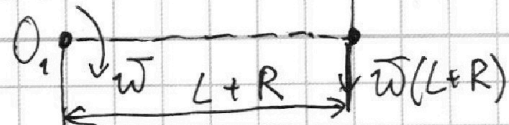
$$\frac{V^4}{g^2 R^2 B^2} + \frac{1}{B^2} = 1 \quad ; \quad \frac{V^4 + g^2 R^2}{(g R B)^2} = 1 \Rightarrow (g R B)^2 = V^4 + (g R)^2$$

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

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

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

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



$-V = -V \frac{L}{R} \cdot 2$



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
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.

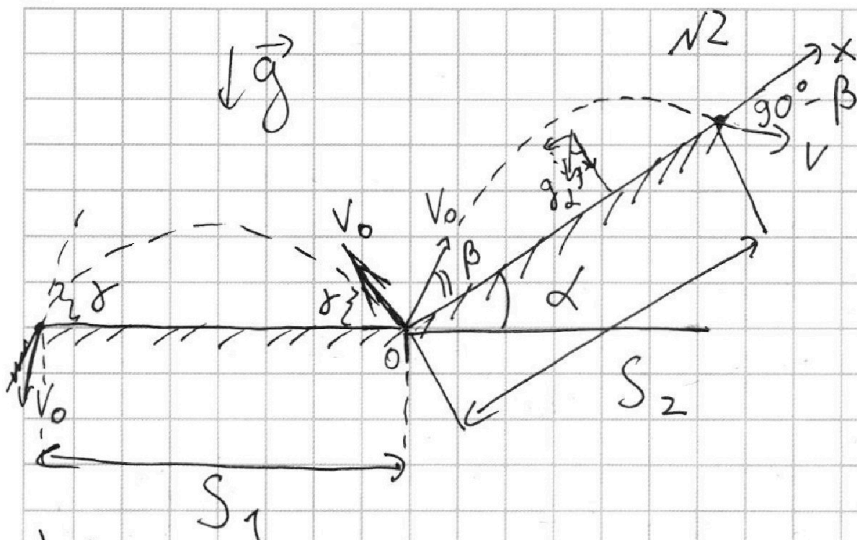


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 1

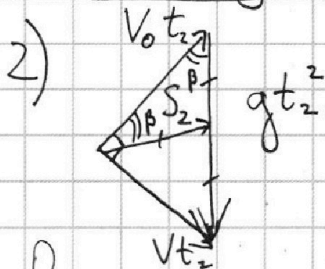
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



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

1) $S_1 = v_0 t_1 \cos \gamma$
 $v_0 \sin \gamma = g t_1$
 $v_0 = \sqrt{g S_1}$

$S_1 = \frac{2 v_0^2 \sin \gamma \cos \gamma}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\gamma}{g}$
 $v_0 = \sqrt{\frac{g}{\sin 2\gamma} S_1} = \sqrt{\frac{g}{\sin 90^\circ} 160 \text{ м}} = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$



2) $S_2 = \frac{g t_2^2}{2} \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2 S_2}{g}}$
 $\cos \beta = \frac{v_0 t_2}{g t_2^2} = \frac{\sqrt{g S_1} \cdot \sqrt{g}}{g \cdot \sqrt{2 S_2}} = \sqrt{\frac{S_1}{2 S_2}}$

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

Заменим 2-ой 3-й Ньютона:
 $\text{Ox: } F_{TP} + mg \sin \alpha = ma_1$
 $mg \sin \alpha - F_{TP} = ma_2$
 $-V_0 + a_1 t_1 = 0$
 $a_2 t_2 = V_0$
 $\sin \alpha = \frac{8}{2 \cdot 10} \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2} \right) = \frac{8 \cdot 3}{2 \cdot 2 \cdot 10} = 0,6$

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):

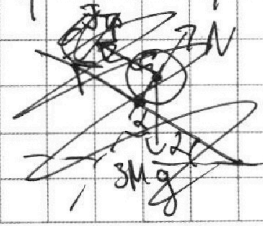
$$\frac{2MV^2}{2} + \frac{MV^2}{2} + \frac{MV^2}{2} = 3MgL \sin \alpha$$

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

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

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

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



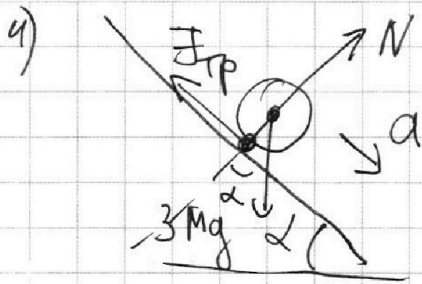
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



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

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

$$F_{tr} \leq 3\mu Mg \cos \alpha$$

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

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

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

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

при таких коэффициентах трения скольжения проскальзывания не будет

Ответ: 1) $\sin \alpha = 0,6$; 2) $V = 0,6 \sqrt{15} \left(\frac{m}{c}\right) \approx 2,34 \left(\frac{m}{c}\right)$; 3) $a = 4,5 \left(\frac{m}{c^2}\right)$; 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 ^{√4} - 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 качаю
термодинамики:

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

кач-во в-ва

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

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

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

$$N_1 = N_A \cdot \nu_1$$

$$N_2 = N_A \cdot \nu_2$$

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

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

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

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

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

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

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

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



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!

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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:

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

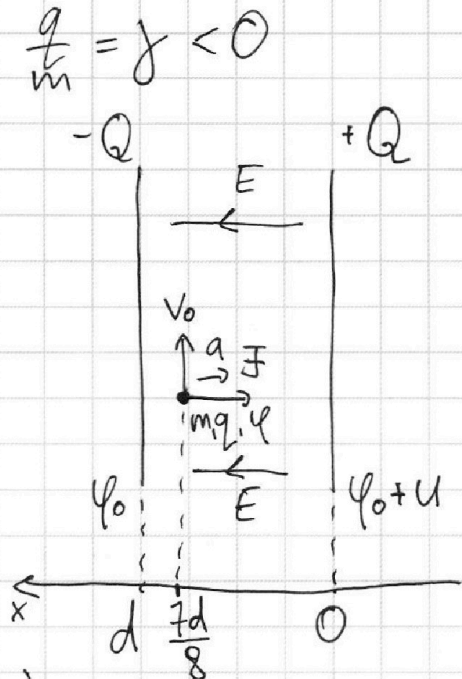
$V^2 = V_0^2 + \frac{2q}{m} \cdot \frac{u}{d} = \frac{u\gamma}{d} - \frac{u\gamma R}{d}$

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

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

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

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



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

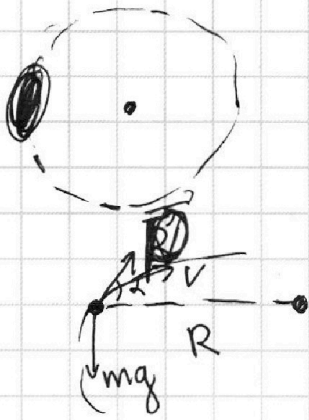


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

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

$$mg = P \sin \alpha$$

$$\omega(L+R)$$

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

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

$$U = \omega(L+R) - V = \frac{V}{R}(L+R) - V = V\left(\frac{L}{R} + 1 - 1\right) = V\frac{L}{R}$$

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

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

$$= V\frac{L}{R}$$

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

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

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

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

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

$$= \sqrt{\left(\frac{V^2}{gR}\right)^2 + 1} = \sqrt{\frac{4900}{10000} + 1} = \sqrt{1.49} \approx 1.22$$

$$\left(\frac{70 \cdot 70}{10 \cdot 100}\right)^2 + 1 =$$

$$\frac{12.2}{10}$$

$$= \frac{49}{100} + 1 = \frac{149}{100} \approx \frac{12.2^2}{10^2}$$

$$\begin{array}{r} \times 12.1 \\ 12.1 \\ \hline 12.1 \\ + 24.2 \\ \hline 146.41 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 12.2 \\ 12.2 \\ \hline 24.4 \\ + 24.4 \\ \hline 148.84 \end{array}$$

$$12.2^2 \approx 149$$

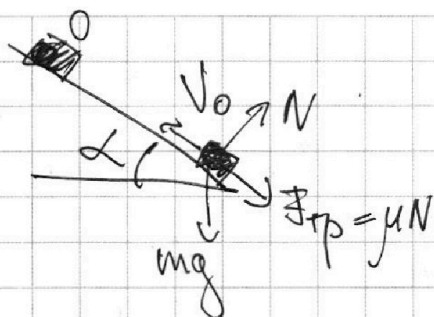


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\frac{v}{2} = \sqrt{2g L \sin \alpha} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot 0,6} = 0,6 \cdot 2 \cdot \sqrt{5} = 2,4 \sqrt{5}$$

$$F_{тр} \leq \mu Mg \cos \alpha$$

$$-F_{тр} + Mg \sin \alpha = Ma$$

$$v = \frac{2}{3} \sqrt{2g L \sin \alpha}$$

$$F_{тр} = M(g \sin \alpha - a)$$

$$\frac{2M}{3} \sqrt{2g L \sin \alpha} + \frac{2mV^2}{2} = 3mg L \sin \alpha$$

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

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

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

$\times 3g$	$\times 3g$	
$\frac{180 + 54}{6}$	$\frac{319}{3}$	$3,9 - 0,6$
$\frac{234}{2,34}$	$\frac{117}{1,17}$	
	$\frac{15,21}{15,21}$	

$\frac{38}{2}$	$\frac{39}{2}$	$\frac{387}{2}$
$\frac{304}{2}$	$\frac{351}{2}$	$\frac{39}{2}$
$\frac{114}{2}$	$\frac{117}{2}$	$\frac{0,6}{2}$
$\frac{14,4}{2}$	$\frac{15,21}{2}$	$\frac{2,34}{2}$

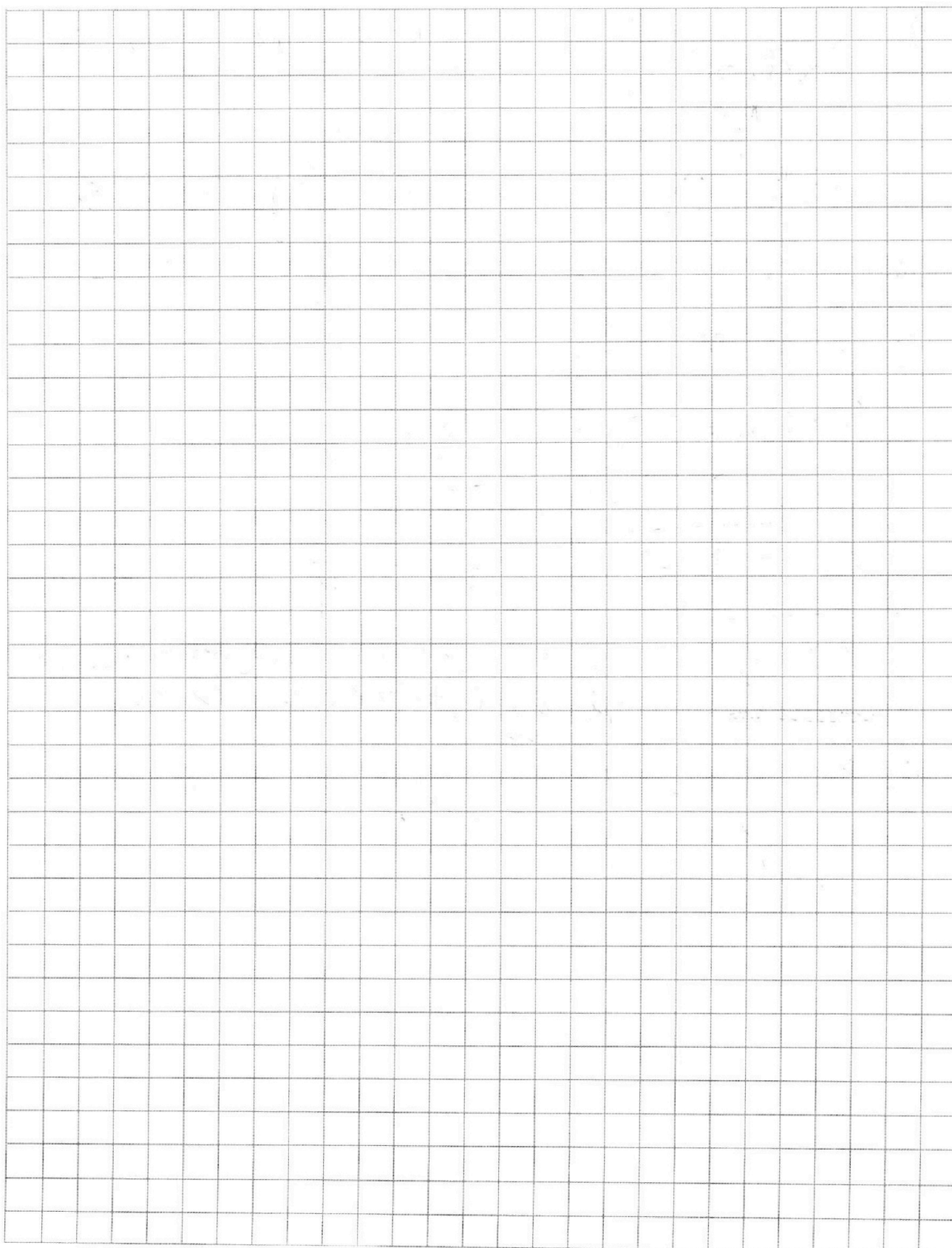


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<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!

$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{\sin \alpha}{2 \cos \frac{\alpha}{2}}$

$\frac{\sqrt{3}}{2} (\cos \frac{\alpha}{2} + \sin \frac{\alpha}{2}) = 1$

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

$S_1 = V_0 t_1 \cos \alpha$

$\cos \frac{\alpha}{2} + \sin \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{260}{30}} = \frac{\sqrt{26}}{\sqrt{3}}$

$(g t_2)^2 = V_2^2 + V_0^2$

$2\beta + \alpha = 90^\circ$

$V_0 \cos \beta - g \sin \alpha t_2 = V_2 \sin \beta$

$S_1 = V_0 t_1 \cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{3}}$

$t_1 = \frac{\sqrt{2} V_0}{g}$

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

$\frac{V_0}{\sqrt{2}} = g \frac{t_1}{2}$

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

$V_0 t_2 \cos \beta = g \cos \alpha$

$V_0 = \sqrt{g S_1} = \sqrt{10 \cdot 16 \cdot 10}$

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

$\sqrt{\frac{29 \cdot 160}{3}} = \sqrt{\frac{2}{3}}$

$\sqrt{\frac{S_1}{S_2}} =$

$\sqrt{g S_1} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \sin(45^\circ - \frac{\alpha}{2}) = \sqrt{S_2} \cos \alpha$

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

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

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

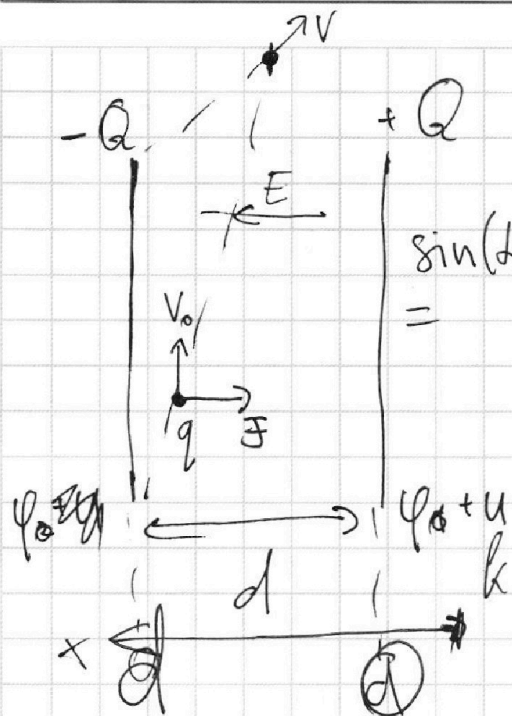


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\cos(\alpha) \cos(\alpha + \beta) = \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3} - \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{2\sqrt{2}}{3} - \frac{1}{3\sqrt{3}}$$

$$-\frac{d\varphi}{dx} = E \cos(\alpha) = \frac{U}{d} \cos(\alpha)$$

$$\sin(\alpha + \beta) = \frac{dy}{dx} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow V^2 = V_0^2 + \frac{U}{d} y$$

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

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

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

$$V^2 = V_0^2 - \frac{U}{d} y$$

$$|E| = \frac{U}{d} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{U}{d} (d - y)}$$

$$\varphi = \frac{U}{8} \sqrt{\frac{d - yR}{4d}}$$

$$Eq = F$$

$$F = ma$$

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

$$\frac{-U}{d} q = m \frac{V_0^2}{R}$$

$$\frac{q}{m} = \gamma \quad \frac{-U}{d} R = V_0^2$$

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + q\varphi \quad \varphi_0 = 0 \quad V_0 = \sqrt{\frac{U}{d} R}$$

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

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

$$-(\varphi - \varphi_0) = -\frac{U}{d} \cdot \frac{7d}{8} \quad V = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{U}{d} (d - 4R)}$$

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

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

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

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

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

$$U = U$$

$$\begin{array}{r} \times 12,2 \\ 12,2 \\ \hline 244 \\ \oplus 244 \\ \hline 122 \\ \hline 248,84 \end{array}$$

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



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!

$$Q = \frac{5}{2} (P_{N_2} - P_{He}) V_1 + \frac{3}{2} (P_{He} - P_{N_2}) V_1$$

$$C_p = \frac{39}{120} R = \frac{20 + 31,2}{2 \cdot 3 \cdot 13} R$$

$$C_p = \frac{39}{74} R$$

$$Q = \frac{5}{2} \nu_{N_2} R \Delta T_1 + \frac{3}{2} \nu_{He} R \Delta T_1$$

$$Q = \frac{7}{2} \nu_{N_2} R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \nu_{He} R \Delta T_2$$

$$C_p = - \frac{Q R \Delta T_1 \Delta T_2}{Q (\Delta T_2 - \Delta T_1) \Delta T_1}$$

$$Q = \frac{5}{2} \nu_{N_2} R \Delta T_2 + \frac{3}{2} \nu_{He} R \Delta T_2 - \frac{N_1}{N_2} = \frac{5d-7}{5-3d}$$

$$A_{\text{вн}} = \frac{5}{2} \nu_{N_2} R \Delta T_2 + \frac{3}{2} \nu_{He} R \Delta T_2 + Q = R \Delta T_2 (5 \nu_{N_2} + 3 \nu_{He}) + Q = \frac{2Q}{R \Delta T_1} + Q = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right)$$

$$-Q = \frac{R \Delta T_1}{2} (5 \nu_{N_2} + 3 \nu_{He})$$

$$\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} = \frac{7 \nu_{N_2} + 5 \nu_{He}}{5 \nu_{N_2} + 3 \nu_{He}}$$

$$5 \nu_{N_2} \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} + 3 \nu_{He} \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} = 7 \nu_{N_2} + 5 \nu_{He}$$

$$C_p = \frac{Q}{(\nu_{N_2} + \nu_{He}) \Delta T} = \frac{\nu_{N_2} + \nu_{He}}{R} \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\Delta T_1 \Delta T_2}$$

$$\frac{-2Q}{R \Delta T_2} = \frac{7 \nu_{N_2} + 5 \nu_{He}}{5 \nu_{N_2} + 3 \nu_{He}}$$

$$\frac{-2Q}{R \Delta T_1} = 5 \nu_{N_2} + 3 \nu_{He}$$

$$\frac{2Q}{R \Delta T_1} - \frac{2Q}{R \Delta T_2} = 7 \nu_{N_2} + 5 \nu_{He}$$

$$A_{\text{вн}} = 780 \cdot \frac{11,2}{31,2} = 280$$

$$(5d-7) = \frac{N_1}{N_2} (5-3d) \Rightarrow 4 \cdot 3 \cdot 13 = \frac{31,2 N_1}{31,2 N_2} = \frac{700}{100}$$

$$\frac{31,2}{200} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 13}{3 \cdot 104} = 3 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 13$$

$$112 = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 7$$

$$780 = 2 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 13$$

$$5d + 3 \frac{N_1}{N_2} d = 7 \nu_{N_2} + 5 \nu_{He}$$

$$5d + 3 \frac{N_1}{N_2} d = 7 + 5 \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 7 = 39,2$$

$$\frac{2Q}{R \Delta T_1} - \frac{2Q}{R \Delta T_2} = 7 \nu_{N_2} + 5 \nu_{He} = 10 \cdot 4 \cdot 7 = 280$$