



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-05



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Две материальные точки движутся по одной прямой навстречу друг другу. В момент времени $t = 0$ скорости материальных точек $V_1 = 12 \text{ м/с}$ и $V_2 = 8 \text{ м/с}$. В процессе сближения ускорения материальных точек $a_1 = 1,5 \text{ м/с}^2$ и $a_2 = 0,5 \text{ м/с}^2$ постоянны и направлены противоположно соответствующим начальным скоростям.

- При каком наименьшем начальном расстоянии L между точками не произойдет столкновение точек в процессе движения?
- Найдите показание T часов в тот момент, когда расстояние между точками будет наименьшим, если при $t = 0$ расстояние между точками было равно L .
- Найдите длину S_1 пути, пройденного первой материальной точкой к моменту времени T , когда расстояние между точками будет наименьшим.

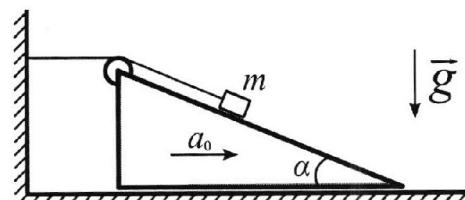
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через $\tau = 3 \text{ с}$ мяч падает на площадку на расстоянии $S = 60 \text{ м}$ от точки старта.

- Найдите $t g \alpha$, здесь α – угол, который вектор начальной скорости мяча образует с горизонтом.
- Найдите модуль V_0 начальной скорости мяча. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

Футболист наносит удар по мячу и сообщает ему начальную скорость V_0 , направленную под углом α к горизонту (V_0 и α найдены Вами при ответах на вопросы 1 и 2). Мяч летит навстречу ветру, дующему вдоль поверхности земли с постоянной горизонтальной скоростью. Через некоторое время мяч возвращается в точку старта со скоростью $0,6V_0$.

- Найдите продолжительность T такого полета. Силу сопротивления, с которой воздушный поток действует на мяч, считайте пропорциональной относительной скорости $\vec{F}_{\text{сопр}} = -k \cdot \vec{V}_{\text{отн}}$, здесь k – коэффициент пропорциональности, постоянная величина, $\vec{V}_{\text{отн}}$ – скорость мяча относительно воздушного потока.

3. Клин с углом $\alpha = 30^\circ$ при вершине движется с ускорением $a_0 = 2 \text{ м/с}^2$ по горизонтальному столу (см. рис.). По гладкой наклонной плоскости клина скользит брускок массы $m = 0,4 \text{ кг}$, скрепленный с легкой нерастяжимой нитью, которая перекинута через гладкий блок на клине и прикреплена к вертикальной стенке. Отрезок нити от стенки до блока считайте горизонтальным, отрезок нити от блока до бруска считайте параллельным наклонной плоскости клина.



- За какое время τ после начала движения брускок переместится по вертикали на $H = 18 \text{ см}$? Начальные скорости всех тел нулевые. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.
- Найдите модуль a ускорения бруска в лабораторной системе отсчета.
- Найдите модуль T силы натяжения нити.



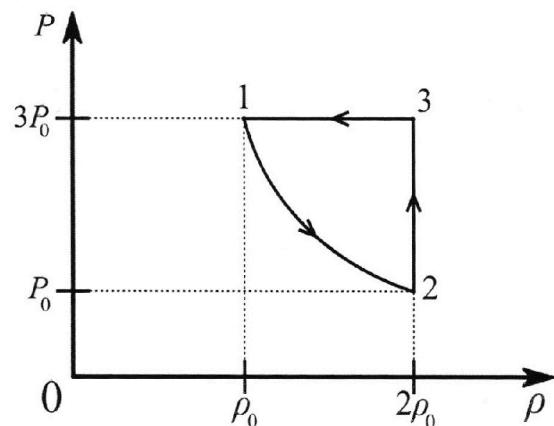
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 10-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- 4.** Циклический процесс, проводимый с одноатомным идеальным газом, представлен на графике в координатах (P, ρ) , где P – давление, ρ – плотность газа. Количество вещества – один моль. В процессе 1-2 давление газа изменяется по закону $P = a + \frac{b}{\rho}$, где a и b – постоянные. Максимальная внутренняя энергия газа в процессе $U_{MAX} = 4986$ Дж.

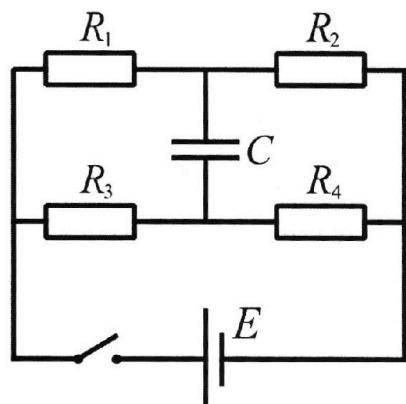


1. Постройте график процесса в координатах (P, V) . В состоянии 1 объем газа V_0 , давление газа $3P_0$.

2. Найдите работу A газа за цикл.

3. Какое количество $|\Delta Q|$ теплоты будет отведено от газа в начале процесса сжатия при уменьшении температуры на $|\Delta T| = 1$ К? Универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).

- 5.** В цепи, схема которой показана на рисунке, все элементы можно считать идеальными, ЭДС батареи $E = 50$ В, сопротивления резисторов $R_1 = 6$ Ом, $R_2 = 24$ Ом, $R_3 = 18$ Ом, $R_4 = 12$ Ом. Внутреннее сопротивление батареи пренебрежимо мало. До замыкания ключа заряд конденсатора нулевой. Ключ замыкают.



1. Найдите силу I тока, текущего через источник сразу после замыкания ключа.
2. На каком резисторе рассеивается наименьшая мощность сразу после замыкания ключа? Найдите эту мощность P_{MIN} .
3. С какой скоростью $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ будет расти заряд конденсатора сразу после замыкания ключа?

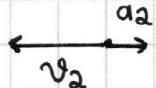
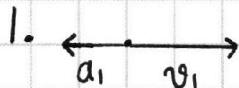


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи **отдельно**.

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

СТРАНИЦА
1 из 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!



Перейдем в СО 2-ого тела,
тогда 1-ый едет с ускорением

$a_1 + a_2$ и нач. скорость $v_1 + v_2$. Запишем уравнение дви-
жения этого тела:

$X = (v_1 + v_2)t - \frac{(a_1 + a_2)t^2}{2}$. Так как $L \rightarrow \min$, то это тело
должно остановиться прямо перед столкновением, то есть

$X_{\max} = L$ ($X=0$ в нач. момент времени):

$$L = (v_1 + v_2)T - \frac{(a_1 + a_2)T^2}{2}, \quad v_1 + v_2 = (a_1 + a_2)T$$

$$\text{Тогда } L = \frac{(v_1 + v_2)^2}{2(a_1 + a_2)} = \frac{20 \text{ м/c} \cdot 20 \text{ м/c}}{2(1,5 \text{ м/c}^2 + 0,5 \text{ м/c}^2)} = 100 \text{ м}$$

$$2. T = \frac{v_1 + v_2}{a_1 + a_2} = \frac{12 \text{ м/c} + 8 \text{ м/c}}{1,5 \text{ м/c}^2 + 0,5 \text{ м/c}^2} = 10 \text{ с}$$

3. Заметим, что тело останавливается через $\frac{v_1}{a_1} = t_1 = 8 \text{ с}$

после начала движения (в исходной СО, то есть никаких
не переходов). Тогда S_1 складывается из путей L_1 и L_2 —
до остановки и после остановки (пути).

$$L_1 = v_1 t_1 - \frac{a_1 t_1^2}{2} = \frac{v_1^2}{2a_1} = \frac{12 \text{ м/c} \cdot 12 \text{ м/c}}{2 \cdot 1,5 \text{ м/c}^2} = 48 \text{ м}$$

$$L_2 = \frac{a_1(T - t_1)^2}{2} = \frac{1,5 \text{ м/c}^2 \cdot 4 \text{ с}^2}{2} = 3 \text{ м}$$

$$\text{Тогда } S_1 = L_1 + L_2 = 51 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } L = 100 \text{ м}, T = 10 \text{ с}, S_1 = 51 \text{ м}$$



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 checked="" 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!

Запишем закон изменения импульса:

$$\Delta p_x = -|F_x| \cdot \Delta t, \quad \Delta p_y = -|F_y| \cdot \Delta t - mg\Delta t$$

$$\Delta p_x = -k v_x \Delta t - k u \Delta t = -k \Delta x - k u \Delta t$$

$$\Delta p_y = -k v_y \Delta t - mg \Delta t = -k \Delta y - mg \Delta t$$

$$\Delta p_y = -0,6 m v_0 \sin \beta \cdot h \beta - m v_0 \sin \alpha d = -k \cdot 0 - mgT \quad (\beta - \text{угол, под которым упал мяч на землю, когда скорость была } 0,6 v_0)$$

Тогда $0,6 v_0 \sin \beta + v_0 \sin \alpha = mgT$ ~~известно~~

Аналогично для Δp_x :

$$\Delta p_x = -0,6 m v_0 \cos \beta - m v_0 \cos \alpha = -k \cdot 0 - k u T$$

$$0,6 v_0 \cos \beta + v_0 \cos \alpha = k u T$$

$$v_0 \cos \beta \cdot 0,6 = u \quad (u - \text{скорость ветра})$$

$$\text{Ответ: } v_0 = 25 \text{ м/с}, \quad \tan \alpha = \frac{3}{4}.$$

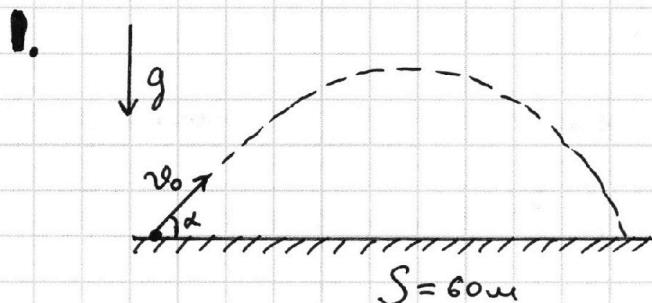


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input 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!



Так как сопротивление воздуха нет, то $S = v_0 \cos \alpha t$.

$v_{y0} = v_0 \sin \alpha$ - нач. проекция v_0 на вертикаль

$$v_{y0} - 0 = g \frac{t}{2} \Rightarrow v_0 \sin \alpha = \frac{gt}{2}, \quad v_0 = \frac{gt}{2 \sin \alpha}$$

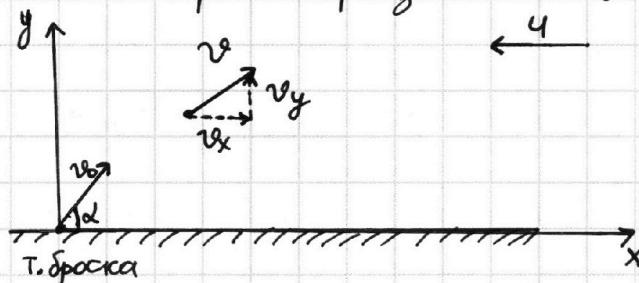
$$S = \frac{gt}{2 \sin \alpha} \cdot \cos \alpha t = \frac{gt^2}{2 + gt \tan \alpha} \Rightarrow tg \alpha = \frac{gt^2}{2S} = \frac{10 \text{ м/c}^2 \cdot 3 \text{ c}}{2 \cdot 60 \text{ м}} = \frac{3}{4}$$

$$2. \quad tg \alpha = \frac{3}{4} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \Rightarrow \sin \alpha \cdot \frac{4}{3} = \cos \alpha, \quad \left(\frac{4}{3}\right)^2 \sin^2 \alpha = 1 - \sin^2 \alpha$$

$$\left(\frac{16}{9} + 1\right) \sin^2 \alpha = 1 \Rightarrow \sin \alpha = \frac{3}{5}, \quad \cos \alpha = \frac{4}{3} \sin \alpha = \frac{4}{5}$$

$$\text{Тогда } v_0 = \frac{gt}{2 \sin \alpha} = \frac{10 \text{ м/c}^2 \cdot 3 \text{ c}}{2 \cdot 0,6} = 25 \text{ м/c}$$

3. Рассмотрим произвольный момент времени:



v - скорость в этот момент, v_x и v_y - проекции этой скорости

на Ox и Oy .

Пусть $\chi_{отнх}$ и $\chi_{отну}$ - проекции этой

на Ox и Oy . Тогда:

$$v_{отнх} = v_x + u, \quad v_{отну} = v_y$$

$|F_x| = k(v_x + u), \quad |F_y| = k v_y$ - проекции силы сопротивления (модули)



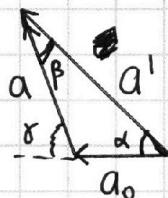
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 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. В CO книга бруска едет по нему, запишем это:



a' - отн. ускорение бруска

$$\frac{a_0}{\sin \beta} = \frac{a}{\sin \alpha} \Rightarrow \sin \beta = \frac{a_0}{a} \sin \alpha$$

Так как $\gamma = \alpha + \beta$, то:

$$\frac{a_0 t^2}{2} = a \cos \beta \cdot \frac{t^2}{2} = a \sqrt{1 - \frac{a_0^2 \sin^2 \alpha}{a^2}} = \sqrt{a^2 - a_0^2 \sin^2 \alpha}$$

$$a_0^2 = a^2 - a_0^2 \sin^2 \alpha \Rightarrow a = a_0 \sqrt{1 + \sin^2 \alpha} = \frac{\sqrt{5}}{2} a_0 = \sqrt{5} \text{ м/с}^2$$

$H = \frac{a y t^2}{2}$, где a_y - проекция a на вертикальную ось:

$$a_y = a \sin \gamma, \gamma = \alpha + \beta \Rightarrow \sin \gamma = \sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta = \\ = \frac{1}{2} \cdot \frac{2\sqrt{5}}{5} + \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\sqrt{5}}{5} = \frac{\sqrt{5}}{5} \left(1 + \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

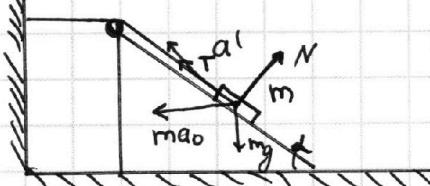
$$a_y = \frac{\sqrt{5}}{2} a_0 \cdot \frac{\sqrt{5}}{5} \left(1 + \frac{\sqrt{3}}{2}\right) = a_0 \left(\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{4}\right)$$

$$\text{Тогда } T = \sqrt{\frac{2M}{a_0 \left(\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{4}\right)}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,18 \text{ кг}}{\left(1 + \frac{\sqrt{3}}{2}\right) \cdot \text{м/с}^2}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,18}{2 + \sqrt{3}}} = \\ = 0,6 \cdot \sqrt{\frac{2}{2 + \sqrt{3}}} \text{ с}$$

$$2. a = \frac{\sqrt{5}}{2} a_0 = \sqrt{5} \text{ м/с}^2$$

3.

В НЕУКО книга:



$$ma' = T + ma_0 \cos \alpha - mg \sin \alpha$$

$$T = m(a' - a_0 \cos \alpha + g \sin \alpha)$$

$$a' = \frac{a_0}{\sin \beta} \cdot \sin \gamma = \sqrt{5} a_0 \cdot \frac{\sqrt{5}}{5} \left(1 + \frac{\sqrt{3}}{2}\right) =$$

$$\text{Отвем: } T = 0,6 \sqrt{\frac{2}{2 + \sqrt{3}}} \text{ с}, a = \sqrt{5} \text{ м/с}^2, T = 2,8 \text{ Н} = a_0 \left(1 + \frac{\sqrt{3}}{2}\right) \Rightarrow T = m(a_0 + g \sin \alpha) = 2,8 \text{ Н}$$



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 3

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

1. Запишем, что $p = \frac{PM}{RT}$ ($pV = \frac{m}{M} RT \Rightarrow p = \frac{MP}{RT}$)

Так как газ идеальный, то $pV = kRT \Rightarrow RT = \frac{PV}{k}$

$$\text{Тогда } p = \frac{PM}{pV} \cdot k = \frac{Mk}{V}$$

В процессе 2-3 $p = 2p_0 = \text{const} \Rightarrow V = \text{const}$ - объем постоянный

В процессе 1-3 $p = 3p_0 = \text{const} \Rightarrow V \propto T$

В процессе 1-2 $p = a + \frac{b}{T}$, определим a и b , подставив

такие данные в условия ($p_1 = 3p_0$, $V_1 = V_0$, $p_1 = p_0$, $p_2 = p_0$, $p_2 = 2p_0$)

(Угдекс 1,2,3 у величин соответствует начальному состоянию)

$$3p_0 = a + \frac{b}{p_0}, p_0 = a + \frac{b}{2p_0} \Rightarrow 2p_0 = \frac{b}{2p_0} \Rightarrow b = 4p_0 p_0$$

$a = -p_0$, тогда:

$$p = \frac{4p_0 p_0}{p} - p_0 \Rightarrow p = \frac{4p_0 p_0}{p+p_0} = \frac{Mk}{V} \Rightarrow 4p_0 p_0 V = M/p + M/p_0$$

$p = \frac{4p_0 p_0}{M} V - p_0$. Так как $p_1 = 3p_0$ и $V_1 = V_0$, то:

$$3p_0 = \frac{4p_0 p_0}{M} \cdot V_0 - p_0 \Rightarrow M = \frac{3}{2} p_0 V_0$$

$$\text{Тогда } V_2 = \frac{M}{4p_0 p_0} (p_2 + p_0) = \frac{M}{2p_0} \cdot \frac{p_0 V_0}{2p_0 p_0} = \frac{1}{2} V_0$$

$$V_3 = V_2 = \frac{1}{2} V_0$$

Начертим линии в координатах (p, V):

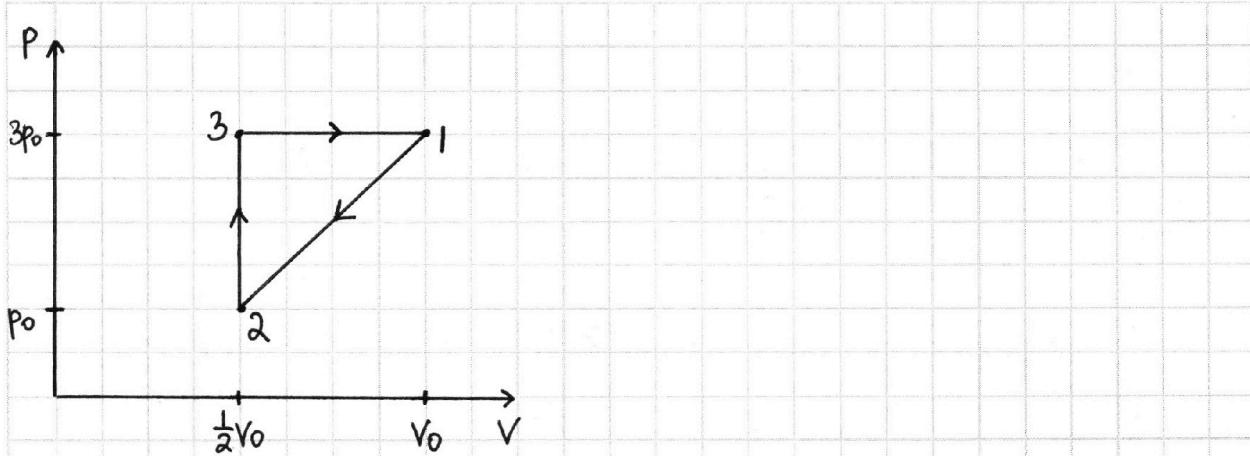


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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 3

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. А - получим под графиком, тогда:

$$A = \frac{1}{2}(3P_0 - P_0) \cdot (V_0 - \frac{1}{2}V_0) = \frac{1}{2} \cdot 2P_0 \cdot \frac{1}{2}V_0 = \frac{1}{2}P_0V_0$$

Теперь заметим, что $U = \frac{3}{2}\nu RT = \frac{3}{2}\nu \cdot \frac{P_M}{P} = \frac{3}{2}P_0V_0 \cdot \frac{P}{P}$

Тогда $U \rightarrow \max$, если $\frac{P}{P} \rightarrow \max$. $\frac{P}{P} = \frac{3P_0}{P_0}$ - максимальное

отношение P/P в цикле, так как в процессе 1-2 $\frac{P}{P}$

Уменьшается ($P \downarrow, P \uparrow$), в процессе 2-3 увеличивается

то $\frac{3P_0}{2P_0} < \frac{3P_0}{P_0}$ ($P \uparrow, P = \text{const}$) и в процессе 3-1 достигает

максимального значения $\frac{3P_0}{P_0}$ ($P = \text{const}, P \downarrow$)

Тогда $U_{\max} = \frac{3}{2}P_0V_0 \cdot \frac{3P_0}{P_0} = \frac{9}{2}P_0V_0 \Rightarrow P_0V_0 = \frac{2}{9}U_{\max}$

$$A = \frac{1}{2}U_{\max} = 554 \text{ Дж}$$

3. Так как $\Delta T = 1 \text{ K}$ - маловажно, то $\Delta P \cdot \Delta V \approx 0$ (ΔP - изменение давления от состояния 1, а ΔV - изменение объема)



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

СТРАНИЦА
3 из 3

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!

$$\sqrt{R(T_1 - \Delta T)} = (p_1 - \Delta p)(V_1 - \Delta V) \approx p_1 V_1 - \Delta p V_1 + p_1 \Delta V$$

$$\text{Тогда } \sqrt{R \Delta T} = p_1 \Delta V + V_1 \Delta p, p_1 = 3p_0, V_1 = V_0$$

$$\text{Так как } p = \frac{4p_0 p_0}{M} V - p_0 = \frac{4p_0 V}{V_0} - p_0, \text{ то } \Delta p = \frac{4p_0 \Delta V}{V_0}$$

$$\text{Тогда: } \sqrt{R \Delta T} = p_1 \Delta V + V_0 \cdot \frac{4p_0 \Delta V}{V_0} = 3p_0 \Delta V + V_0 \cdot \frac{4p_0 \Delta V}{V_0} = 7p_0 \Delta V$$

$$p_0 \Delta V = \frac{1}{7} \sqrt{R \Delta T} \Rightarrow A' = p_1 \Delta V = 3p_0 \Delta V = \frac{3}{7} \sqrt{R \Delta T}$$

$$\Delta Q = \frac{3}{2} \sqrt{R \Delta T} + \frac{3}{7} \sqrt{R \Delta T} = \frac{27}{14} \sqrt{R \Delta T} \approx 16 \text{ Дж}$$

Ответ: $A = 554 \text{ Дж}$, $\Delta Q = 16 \text{ Дж}$



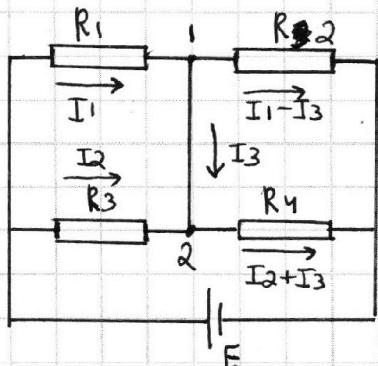
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
1 из 1

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

1. Так как конденсатор не заряжается цепочками, то сразу после замыкания ключа напряжение на нем будет 0 (между обкладками), то есть можно заменить на провод. Тогда:



Введем токи I_1, I_2, I_3 (см. рис.)

Тогда:

$$\varphi_1 - \varphi_2 = 0 = -I_1 R_1 + I_2 R_3 \quad (R_3 = 3R_1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_1 = 3I_2$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = 0 = (I_1 - I_3) R_2 - (I_2 + I_3) R_4 \quad (R_2 = 2R_4)$$

$$\Rightarrow 2I_1 - 2I_3 = I_2 + I_3 = 6I_2 - 2I_3 \Rightarrow I_2 = \frac{3}{5}I_3 = 0,6I_3$$

$$I_1 = 1,8I_3, \quad E = I_1 R_1 + (1,8I_3 - I_3) R_2 = 1,8I_3 R_1 + 0,8I_3 \cdot 3R_1 =$$

$$= 5I_3 R_1 \Rightarrow I_3 = \frac{E}{5R_1} = \frac{50}{5 \cdot 60} = \frac{10}{6} A, \text{ тогда } I_2 = 1A, I_1 = 3A$$

Значит, искомый ток I равен: $I = I_1 + I_2 = 4A$

$$2. P_1 = I_1^2 R_1 = 3^2 \cdot 60 = 54 BT, \quad P_3 = I_2^2 R_3 = 1^2 \cdot 18 =$$

$$= 18 BT, \quad P_2 = (I_1 - I_3)^2 R_2 = \frac{128}{3} BT < 18 BT, \quad P_4 = (I_2 + I_3)^2 R_4 =$$

$= \frac{256}{3} BT$. Тогда минимальная мощность на резисторе

$$3, \quad P_{min} = P_3 = 18 BT$$

$$3. \quad \frac{\Delta Q}{\Delta t} = I_3 = \frac{10}{6} A$$

$$Ответ: \quad I = 4A, \quad P_{min} = 18 BT, \quad I_3 = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{10}{6} A$$

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!

$$p = \frac{PM}{RT} = \frac{\mu M}{RV} \cdot 1 = \frac{\mu M}{V}, \quad p = a + \frac{bV}{M} \Rightarrow p = a + bV$$

$$p = \frac{PM}{RT} \Rightarrow RT = \frac{PM}{\frac{p}{\mu}}, \quad \frac{3}{2} / RT = \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot \frac{PM}{p} \quad (p/p \rightarrow \max)$$

$$p = a + \frac{b}{p}, \quad a + \frac{b}{p} = \frac{pa+b}{p}, \quad \left(\frac{pa+b}{p^2}\right)' = 0$$

$$a \cdot p^2 - (pa+b) \cdot 2p = 0, \quad pa - 2pa - 2b = 0$$

$$3p_0 = a + \frac{b}{p_0}, \quad pa = 2b, \quad p = \frac{-2b}{a}$$

$$p_0 = a + \frac{b}{2p_0}, \quad 2p_0 = \frac{b}{2p_0}, \quad b = 4p_0 p_0, \quad a = -p_0$$

$$p = \frac{4p_0 p_0}{p} - p_0 \quad p = \frac{2 \cdot 4p_0 p_0}{-p_0} (-1) = 8p_0$$

$$\frac{8p_0 \cdot (-p_0) + 4p_0 p_0}{(8p_0)^2} = \frac{-8p_0^2}{64p_0^2}$$

$$U_{max} = \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot \frac{PM}{p} = \frac{3}{2} \cdot M \cdot \frac{3p_0}{p_0} = \frac{9}{2} \frac{p_0 M}{p_0} = \frac{110800}{831} \frac{1831}{133,3333}$$

$$p = -p_0 + \frac{4p_0 p_0 V}{M}, \quad 3p_0 = -p_0 + \frac{4p_0 p_0 \sqrt{V}}{M} \frac{400}{2770}$$

$$M = \frac{4p_0 V_0}{W}, \quad V_0 = \frac{M}{p_0} \frac{108}{3324}$$

$$p = \frac{p_0 V_0}{V}, \quad 2p_0 = \frac{p_0 V_0}{V_2}, \quad V_2 = \frac{1}{2} V_0 = V_3 \frac{332400}{3324} \frac{1831}{4}$$

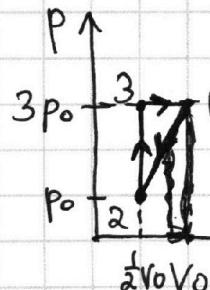
$$U_{max} = \frac{3}{2} M \cdot \frac{p}{p_0} = \frac{3p_0}{2}$$

$$= \frac{3p_0}{2} \cdot \frac{3}{2} \cdot R_0 V_0 =$$

$$\frac{3 \cdot 1108}{1 \cdot 831} = \frac{9}{2} R_0 V_0$$

$$p = -p_0 + \frac{4p_0 V}{V_0}$$

$$p_0 V_0 = \frac{2}{3} U_{max} = 11080 K$$



$$A = \frac{1}{2} \cdot (2p_0) \cdot \frac{1}{2} V_0 = \frac{1}{2} p_0 V_0 = 5540 K$$

$$3p_0 V_0 = 1 R T_0$$

$$T_0 = \frac{3p_0 V_0}{R} = 400 K$$



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**.

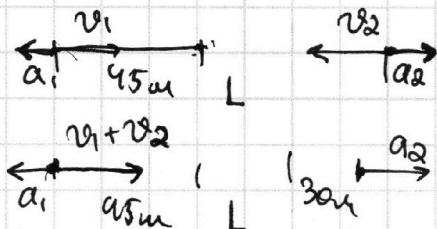
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 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!

$$1-2. \Delta Q = \frac{3}{2} R \Delta T + A^1,$$

$$\left(\frac{4p_0 V}{V_0} - p_0 \right) V = \frac{1}{R} (T_0 - \Delta T)$$



$$(v_1 + v_2)t - \frac{a_1 t^2}{2} = x_1, \quad x_2 = L + \frac{a_2 t^2}{2}$$

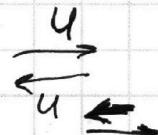
$$x_1 = x_2, \quad (v_1 + v_2)t - \frac{a_1 t^2}{2} = L + \frac{a_2 t^2}{2} \quad L = 20 \cdot 10 - \frac{2 \cdot 100}{2} = 100 \text{ м}$$

$$L = (v_1 + v_2)t - \frac{(a_1 + a_2)t^2}{2}, \quad v_1 + v_2 = \frac{(a_1 + a_2)t \cdot 2}{2}$$

$$v_1 t - \frac{a_1 t^2}{2} = 12 \cdot 10 - \frac{1,5 \cdot 100}{2} = \quad t = \frac{v_1 + v_2}{a_1 + a_2} = \frac{20}{2} = 10 \text{ с}$$

$$= 120 - 75 = 45 \text{ м}$$

$$v_2 t - \frac{a_2 t^2}{2} = 80 - \frac{0,5 \cdot 100}{2} = 30 \text{ м} \quad 80 - 25 = 55 \text{ м}$$



$$T = 10 \text{ с}$$

$$v_2 t_1 = 80, \quad L_1 = v_2 t_1 - \frac{a_2 t_1^2}{2} = 12 \cdot 8 - \frac{1,5 \cdot 64}{2} = \frac{32}{2} = \frac{96}{48}$$

$$\frac{a_1 t_1^2}{2} = \frac{1,5 \cdot 64}{2} = 48 \text{ м}$$

$$L_2 = \frac{a_1 (\frac{T}{2} - t_1)^2}{2} = \frac{1,5 \cdot 2^2}{2} = 3 \text{ м}, \quad L = 51 \text{ м}$$

$$v_2 (0,6 s \cdot h \beta + s_i n_2) = g T$$

$$U = 0,8 v_0 \cos \beta \Rightarrow$$

$$k(v_x + u)$$

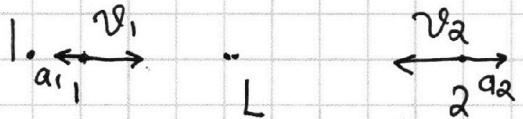
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.



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



$$v_1 = a_1 t_1, \quad t_1 = \frac{v_1}{a_1} = \frac{12}{1,5} = 8 \text{ c}$$

$$v_2 = a_2 t_2, \quad t_2 = \frac{v_2}{a_2} = \frac{8}{0,5} = 16 \text{ c}$$

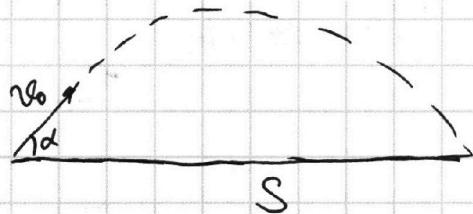
$$x_1 = v_1 t - \frac{a_1 t^2}{2}$$

$$x_2 = L - v_2 t + \frac{a_2 t^2}{2} = v_1 t - \frac{a_1 t^2}{2}$$

$$L = (v_1 + v_2) t - \frac{a_1 + a_2}{2} t^2, \quad \frac{a_1 + a_2}{2} t^2 - (v_1 + v_2) t + L = 0$$

$$t^2 - 20t + L = 0$$

2.



$$S = v_0 \cos \alpha t$$

$$t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}, \quad v_0 = \frac{gt}{2 \sin \alpha}$$

$$S = \frac{gt}{2 \sin \alpha} \cdot \cos \alpha t = \frac{gt^2}{2 \sin \alpha} = S$$

$$\tan \alpha = \frac{gt^2}{2S} = \frac{10 \cdot 3}{2 \cdot 60} = \frac{3}{4}$$

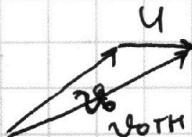
$$v_0 = \frac{gt}{2 \sin \alpha}, \quad \tan \alpha = \frac{3}{4} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}, \quad \sin \alpha = \frac{3}{4} \cos \alpha$$

$$v_0 = \frac{gt}{2 \cdot \frac{3}{5}} = \frac{5gt}{6} = \frac{5 \cdot 10 \cdot 3}{2} = 25 \text{ м/c}$$

$$\sin^2 \alpha \cdot \frac{16}{9} = \cos^2 \alpha = 1 - \sin^2 \alpha$$

$$\frac{25}{9} \sin^2 \alpha = 1, \quad \sin^2 \alpha = \frac{9}{25}$$

U



$$\cos \alpha = 0,8$$

$$0,8 v_0$$



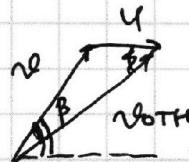
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

$$F_{\text{внеш}} = \frac{dp}{dt}, F_x = \frac{dp_x}{dt}, F_y = \frac{dp_y}{dt}$$



$$v_{0x} = v_0 \cos \beta, v_{0y} = v_0 \sin \beta$$

$$F_y = k v_0 \sin \beta, F_x = k (v_0 \cos \beta + u)$$

$$p_{0x} = v_0 \cos \alpha \cdot m$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ 27 \\ \hline 175 \\ + 175 \\ \hline 350 \\ + 50 \\ \hline 675 \end{array}$$

$$\frac{25}{3} \cdot \frac{27}{14}$$

$$\begin{array}{r} 675 \\ 42 \\ \hline 255 \\ - 252 \\ \hline 3 \end{array}$$

$$(k v_0 y + m g b t = dp_y, k v_0 y dt + m g dt = k dy + m g dt = dp_y)$$

$$\Rightarrow k v_0 \cos \beta dt + k u dt = dp_x, dp_x = k dx + k u dt$$

$$p_{0y} = v_0 \sin \alpha \cdot m, p_{0x} = v_0 \cos \alpha \cdot m, p_{0x} = v_0 \cos \alpha \cdot m$$

$$0 + m v_0 \cos \alpha = k \Delta x + k u t_1$$

$$0 + m v_0 \sin \alpha = k \Delta y + m g t_1$$

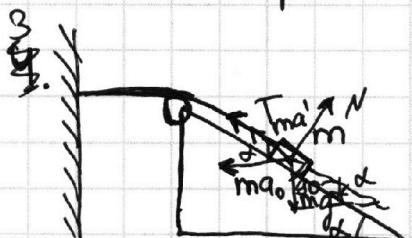
$$m g dt - k dy = dp_y$$

$$\Delta p_y = m \cdot 0,6 v_0 \sin \beta = m g t_2 - k \Delta y$$

$$m \cdot 0,6 v_0 \cos \beta =$$

$$m v_0 (0,6 \sin \beta + \sin \alpha) = m g T$$

$$\frac{27}{14} \cdot 8,31 = \frac{27}{14} \cdot \frac{831}{100}$$



$$m g' = T + m a_0 \cos \alpha - m g \sin \alpha$$

$$\frac{3}{2} + \frac{3}{7} = \frac{3 \cdot 7 + 3 \cdot 2}{14} = \frac{21 + 6}{14} = \frac{27}{14}$$

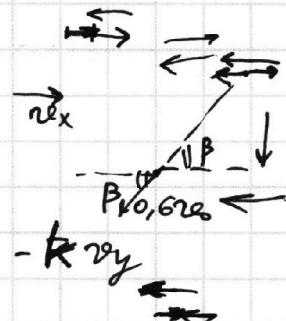
$$4. \quad \cancel{\beta = \frac{PM}{RT}}, \cancel{\beta = \text{const}} \Rightarrow P = \alpha T \Rightarrow V = \text{const}$$

$$P = \text{const} \Rightarrow \cancel{\beta = \text{const}}, T = \frac{P}{\beta} \Rightarrow V = \beta T$$

$$\cancel{\beta = \left(a + \frac{b}{P} \right) \frac{M}{RT}} = \frac{a M}{R T} + \frac{b M}{P R T}$$

$$P V = \cancel{RT}, \left(a + \frac{b}{P} \right) V = \cancel{RT}, RT = \frac{PV}{\cancel{P}}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ 27 \\ \hline 175 \\ + 175 \\ \hline 350 \\ + 50 \\ \hline 675 \end{array}$$



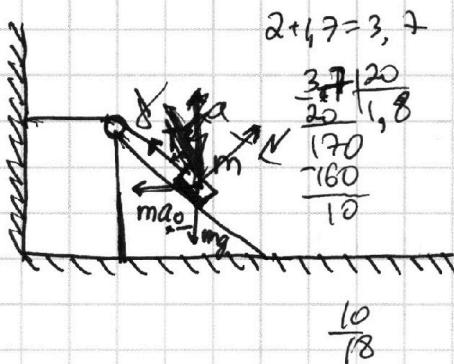


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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



$$2+1=3, 7$$

$$\begin{array}{r} 37 \\ \times 20 \\ \hline 740 \\ 32 \\ \hline 1,8 \end{array}$$

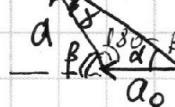
$$\frac{10}{18}$$

$$\Delta x = \frac{a_0 \Delta t^2}{2}$$



треугольник

0,6 м въ съвр



$$k \Delta x + k u \Delta t$$

$$k u t_1 + k u t_2 = k u T$$

$$\frac{a_0}{\sin \delta} = \frac{a}{\sin \alpha}$$

$$a \cos \gamma = a_0, a \sin \gamma = a_0 \sin \alpha$$

$$\sin \delta = \frac{a_0 \sin \alpha}{a}, \cos \delta = \sqrt{1 - \frac{a_0^2 \sin^2 \alpha}{a^2}} = \frac{\sqrt{a^2 - a_0^2 \sin^2 \alpha}}{a}$$

$$\sqrt{a^2 - a_0^2 \sin^2 \alpha} = a_0, \quad a^2 = a_0^2(1 + \sin^2 \alpha)$$

$$a^2 = a_0^2(1 + \sin^2 \alpha) = \frac{5}{4} a_0^2$$

$$a = \frac{\sqrt{5}}{2} a_0$$

$$180 - \beta = 180 - \alpha - \delta, \beta = \alpha + \delta$$

$$\sin(\alpha + \delta) = \sin \alpha \cos \delta +$$

$$+ \cos \alpha \sin \delta, \sin \delta = \frac{a_0 \sin \alpha}{a} = \frac{a_0 \cdot \frac{\sqrt{5}}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{\sqrt{5} a_0} = \frac{\sqrt{3}}{5}$$

$$\cos \delta = \frac{2\sqrt{5}}{5}$$

$$\sqrt{1 - \frac{\sqrt{3}}{5} \cdot \frac{\sqrt{3}}{5}} = \sqrt{\frac{4}{5}}$$

$$= \frac{2\sqrt{5}}{5}$$

$$\sin(\alpha + \delta) = \frac{1}{2} \cdot \frac{2\sqrt{5}}{5} + \frac{\sqrt{5}}{5} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{5}}{5} \left(\frac{2 + \sqrt{3}}{2} \right) \cdot \frac{\sqrt{5}}{2 a_0} =$$

$$\frac{a_0 (2 + \sqrt{3})}{4} \cdot \frac{1}{2} = H$$

$$R_1 \rightarrow I_2 \quad R_2 \rightarrow I_2 - I_3$$

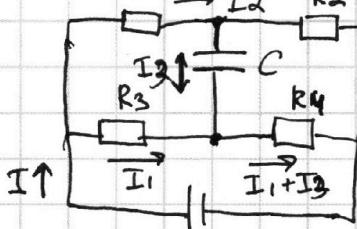
$$I = I_1 + I_2$$

$$\frac{24}{42}$$

$$I_3 = 0, \quad I_2 (R_1 + R_2) = E$$

$$\frac{42 + 18}{42 \cdot 18}$$

$$I_1 (R_3 + R_4) = E \quad I_1 = \frac{E}{R_3 + R_4} + \frac{E}{R_1 + R_2} = E \cdot \left(\frac{1}{R_1 + R_2} + \frac{1}{R_3 + R_4} \right)$$



$$\frac{E}{R_3 + R_4} = \frac{50}{30} \text{ A}$$

$$I_2 = 60 \text{ A}$$

$$\frac{30 + 18}{30 \cdot 18}$$

$$\frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{50}{15} \text{ A}$$

$$I_1 = 60 \text{ A}$$

$$\frac{42 + 18}{42 \cdot 18}$$

$$P_{min} = \left(\frac{1}{2} I \right)^2 \cdot R_1 = \frac{1}{4} I^2 \cdot 6 = \frac{3}{2} I^2 = \frac{3}{2} \cdot \frac{100}{3} = \frac{100}{6} \text{ Вт}$$



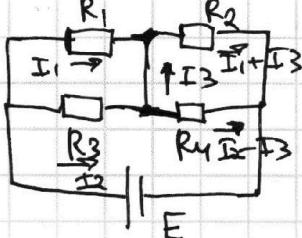
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 \Rightarrow I_1 = I_2 = I_3$$



$$I_1 R_1 = I_2 R_3 \Rightarrow I_1 = 3I_2$$

$$(I_2 - I_3) \cdot R_2 = 24 \cdot (I_1 + I_3)$$

$$2I_1 + 2I_3 + I_3 = I_2 \Rightarrow 3I_2 = 6I_3 \Rightarrow I_2 = 2I_3$$

$$I_2 = -\frac{3}{5}I_3 = 0,6I_3 \Rightarrow I_1 = -1,8I_3$$

$$E = I_2 R_3 +$$

$$+ (I_2 - I_3) R_4 = 3I_2 R_1 + (I_2 - I_3) \cdot 2R_1 = 5I_2 R_1 - 2I_3 R_1 = -5I_3 R_1$$

$$I_3 = -\frac{E}{5R_1} = -\frac{10}{6}A, I_2 = -\frac{10}{6}A \cdot -\frac{1}{10} = 1A, I_1 = 3A$$

$$\frac{20}{6} / \frac{2}{6} = \frac{16}{6} \cdot 4 / \frac{16}{6} \cdot 12 = \frac{8}{6} \cdot 24 \quad I = 4A$$

$$3 \cdot 6 + 8 \cdot \frac{8}{6} \cdot \frac{4}{24} = 50B, P_1 = 9 \cdot 6 = 54BT$$

Будем

$$-256 \mid 3 \\ -24 \quad \quad \quad 185 \\ \quad \quad \quad 16 \\ \quad \quad \quad 15$$

$$P_3 = 1 \cdot 18 = 18BT = P_{min}$$

$$P_2 = \left(\frac{8}{6}\right)^2 \cdot 24 = \frac{64 \cdot 24}{36} = \frac{128}{3}$$

$$P_4 = \left(\frac{16}{6}\right)^2 \cdot 12 = \frac{16^2 \cdot 12}{36} = \frac{256}{3} \approx 85BT$$

$$\sqrt{R\Delta T} = \frac{4p_0\Delta V}{V_0} \cdot V_0 + 3p_0\Delta V =$$

$$T_1 = 400K, \Delta Q = \frac{3}{2}\sqrt{R\Delta T} + A^1 \quad p_0\Delta V = \frac{\sqrt{R\Delta T}}{7} = 7p_0\Delta V$$

$$\sqrt{RT_1} = 3p_0V_0, \sqrt{R(T_1 - \Delta T)} = (p - \Delta p)(V - \Delta V) \approx pV - \Delta pV - p\Delta V$$

$$\sqrt{R\Delta T} = \Delta pV + p\Delta V, \sqrt{R\Delta T} = \Delta p \cdot V_0 + 3p_0 \cdot \Delta V$$

$$A = \frac{p + (p - \Delta p)}{2} (\Delta V) = (p - \frac{1}{2}\Delta p)\Delta V = p\Delta V = 3p_0\Delta V = \frac{3}{2}\sqrt{R\Delta T}$$

$$p = \frac{4p_0V_0}{3} - p_0, \quad p = \frac{4p_0V_0}{3V_0} - p_0, \quad p = p_0 \left(\frac{4V}{V_0} - 1 \right)$$

$$\Delta p = \frac{4p_0\Delta V}{V_0}$$