



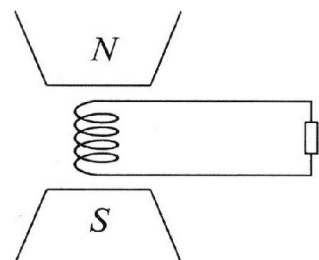
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 11-06

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



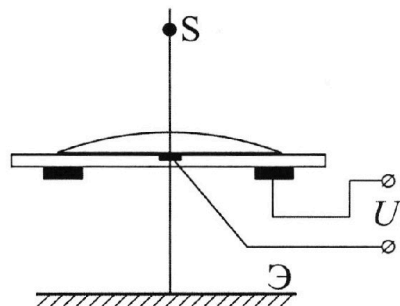
4. Катушка индуктивностью L с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле, направленном перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ . За время выключения ток в катушке возрастает линейно от нуля до I_1 .



- 1) Найти скорость возрастания тока через время $\tau/4$ от начала выключения.
- 2) Найти заряд q , протекший через катушку от момента, когда ток в катушке был I_1 , до момента, когда ток через катушку станет нулевым.
- 3) Найти начальную индукцию B_1 внешнего магнитного поля.

Сопротивлением катушки и соединительных проводов пренебречь.

5. Капля электропроводящей прозрачной жидкости с показателем преломления $n = 4/3$ покоится на тонкой смачиваемой прозрачной горизонтальной диэлектрической подложке (см. рис.). Капля используется в качестве тонкой плосковыпуклой линзы для получения изображения маленького светящегося шарика-светодиода S на экране $\mathcal{E}$. Источник S можно перемещать вдоль главной оптической оси линзы. Плоскость экрана перпендикулярна оси и находится на расстоянии $b = 24$ см от линзы. Расстояние от источника до линзы значительно больше диаметра пучка света, проходящего через линзу. Если под каплей соосно расположить два электрода, так что небольшой центральный электрод непосредственно контактирует с жидкостью, а периферийный (кольцо) изолирован от неё, то можно изменять радиус R кривизны верхней поверхности линзы по линейному закону в зависимости от напряжения U , прикладываемого к электродам. При нулевом напряжении радиус кривизны $R_0 = 2$ см. При напряжении U_1 на экране получено изображение светодиода с увеличением $\Gamma_1 = 5/3$, а при напряжении U_2 получено изображение с увеличением $\Gamma_2 = 1/3$.



- 1) Выведите формулу для фокусного расстояния F плосковыпуклой тонкой линзы в зависимости от радиуса кривизны R и показателя преломления n .
- 2) Определите U_2/U_1 .
- 3) Считая, что светодиод излучает одинаковую световую мощность по всем направлениям, определите отношение средних освещённостей E_1/E_2 первого и второго изображений. Поглощением света в подложке пренебречь. Освещённость — энергия света, падающего на единицу площади в единицу времени.



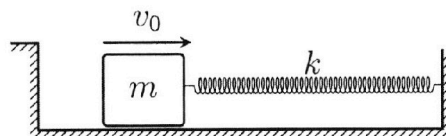
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-06

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



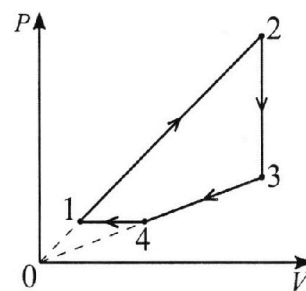
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k (см. рис.). Уступ находится на таком расстоянии от тела, что если тело прижать к уступу и отпустить без начальной скорости, то положение равновесия тело пройдет со скоростью v_0 . В момент времени $t_0 = 0$ телу в положении равновесия придают скорость $23v_0/9$, направленную к стене. После первого удара тела о уступ тело проходит положение равновесия со скоростью $7v_0/3$. Все удары о уступ считать частично упругими, при которых отношение кинетических энергий после удара и до удара можно считать постоянным. Каждая точка тела движется вдоль одной горизонтальной прямой.



- 1) Определите максимальное сжатие пружины до первого удара.
- 2) Определите скорость прохождения телом положения равновесия после второго удара.
- 3) В какой момент времени t_1 тело пройдет положение равновесия после первого удара?

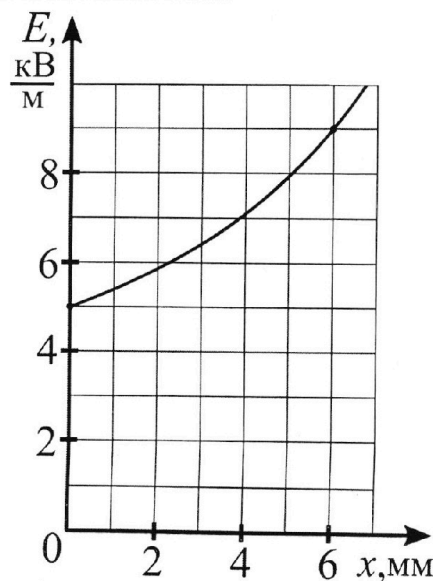
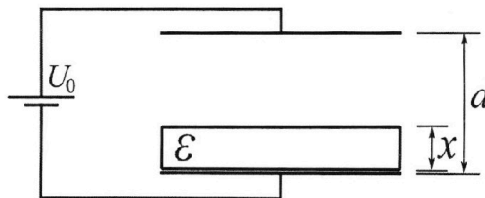
В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

2. Рабочим телом тепловой машины, работающей по циклу 1-2-3-4-1, является идеальный газ (см. рис.). Участки цикла 1-2 и 3-4 лежат на прямых, проходящих через начало координат, 2-3 – изохора, 4-1 – изобара. На каждом из участков 2-3 и 4-1 от газа было отведено количество теплоты Q ($Q > 0$). Молярная теплоёмкость газа в процессе 1-2 равна $C = 7R/2$, R – универсальная газовая постоянная. Отношение температур $T_2/T_3 = 12/5$.



- 1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 2-3.
- 2) Найти работу газа за цикл.
- 3) Найти КПД цикла.

3. Плоский конденсатор подсоединен к источнику постоянного напряжения. Расстояние между обкладками $d = 9$ мм (см. рис.). В конденсатор вставляется пластина из диэлектрика толщиной x (пластина занимает часть объема конденсатора, равную x/d). Известна часть графика зависимости напряженности электрического поля в воздушном зазоре от толщины пластины x (см. рис.). Диэлектрическую проницаемость воздуха принять равной единице.



- 1) Найти напряжение U_0 источника.
- 2) Найти диэлектрическую проницаемость ϵ диэлектрика.



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 4

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) по ЗС от t_0 до первой остановки тела.

$$\frac{m \left(\frac{23}{9} v_0 \right)^2}{2} = \frac{k x_0^2}{2},$$

где x_0 — исконое

максимальное смещение

$$x_0 = \frac{23}{9} v_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Ответ: $\sqrt{\frac{m}{k}} \frac{23}{9} v_0$

в удары частично упругие

какая-то часть энергии уходит, деформируется тело, нагревается

кабинет

2) ЗС от первой остановки до момента перед ударом

$$\frac{k x_0^2}{2} = \frac{m v_x^2}{2} + \frac{k \ell^2}{2}, \text{ где } \ell \text{ — расстояние между упругой и потенциальной равновесия}$$

ЗС от момента, когда тело без кат. колеса оторвалось от упругой до момента равновесия

$$\frac{k \ell^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2}$$

$$\ell = \sqrt{\frac{m}{k}} v_0$$

$$23^2 = 529$$

$$\frac{k x_0^2}{2} = \frac{\left(\frac{23}{9} v_0 \right)^2 m}{2} = \frac{m v_x^2}{2} + \frac{m v_0^2}{2}$$

$$v_x^2 = \left(\frac{529}{81} - 1 \right) v_0^2 = \frac{448}{81} v_0^2$$

ЗС от момента сразу после первого удара до момента равновесия:

$$\frac{m v_1^2}{2} + \frac{k \ell^2}{2} = \frac{m \left(\frac{47}{36} v_0 \right)^2}{2}, \text{ где } v_1 \text{ — скорость сразу после 1 удара}$$



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 4

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!

по условию,

$$\frac{m v_1^2}{2} - \frac{m v_x^2}{2} = \text{const} = k$$

$$\frac{v_1^2}{v_x^2} = k = \frac{\frac{40}{9} v_0^2}{\frac{448}{81} v_0^2} = \frac{30}{112}$$

$$m v_1^2 = \frac{49}{9} m v_0^2 - k l^2 = \frac{40}{9} m v_0^2$$

ЗСЭ от момента равновесия после первого удара до момента перед вторым ударом:

$$\frac{49}{9} \frac{m v_0^2}{2} = \frac{k l^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2}, \text{ где } v_2 - \text{скорость перед вторым ударом}$$

$$m v_2^2 = \frac{40}{9} m v_0^2$$

v_3 - скорость сразу после второго удара:

$$\frac{v_3^2}{v_2^2} = k = \frac{90}{112}$$

$$v_3^2 = \frac{90}{112} \cdot \frac{40}{9} v_0^2 = \frac{5}{14} v_0^2$$

ЗСЭ от момента сразу после 2-го удара до момента равновесия:

$$\frac{k v_3^2}{2} + \frac{k l^2}{2} = \frac{m v_x^2}{2}, \text{ где } v_x - \text{искомая скорость}$$

$$v_x = \sqrt{v_3^2 + v_0^2} = v_0 \sqrt{\frac{19}{14}}$$

Ответ: $\sqrt{\frac{19}{14}} v_0$



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.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
3 из 4

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!

3) для пружинного маятника $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

для колебания от 0 до первого удара $A(\text{ампл}) = x_0$

$x = x_0 \sin \omega t$ x — расстояние от положения равновесия до положения тела в момент времени t

$x_0 = x_0 \sin \omega t_{0x}$, где t_{0x} — время до первой остановки тела.

$$\sin \omega t_{0x} = 1 \quad \omega t_{0x} = \frac{\pi}{2} \quad t_{0x} = \frac{\pi}{2} \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$l = x_0 \sin \omega t_2$, где t_2 — время от 0, за которое тело пройдет l

$$\omega t_2 = \arcsin \frac{l}{x_0} = \arcsin \left(\frac{9l}{23x_0}, \sqrt{\frac{k}{m}} \right)$$

$$t_2 = \arcsin \left(\frac{9l}{23x_0}, \sqrt{\frac{k}{m}} \right) \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$

для колебаний от $2t_x + t_2$: ~~$A = l$~~

~~$$x = l \sin \omega t$$~~

~~$$l = l \sin \omega t_3$$~~

~~$$\omega t_3 = \frac{\pi}{2} \quad t_3 = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}} = t_x$$~~

~~$$\frac{m v_3^2}{2} = \frac{k l_1^2}{2}$$~~

~~$$l_1 = \sqrt{\frac{m \cdot 5}{k \cdot 14}} \cdot v_0$$~~

~~$$x = l_1 \sin \omega t$$~~

~~$$l = l_1 \sin \omega t_3$$~~

~~$$\omega t_3 = \arcsin \left(\frac{l \sqrt{k \cdot 14}}{v_0 \sqrt{5m}} \right) \quad t_3 = \arcsin \left(\frac{\sqrt{14 k l}}{v_0 \sqrt{5m}} \right) \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$~~

t_3 такое, что $t_1 - 2t_x - t_2 = t_3$

где l_1 такое, что $l_1 + l = A$

и амплитуда новых колеб.



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
4 из 4

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!

$$t_1 = 2t_x + t_2 + t_3 = \pi \sqrt{\frac{m}{k}} + a \cos \left(\frac{9}{23} \right) \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} +$$
$$+ a \cos \left(\sqrt{\frac{14}{5}} \right) \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\text{Ответ: } \pi \sqrt{\frac{m}{k}} \left(1 + a \cos \left(\frac{9}{23} \right) + a \cos \left(\sqrt{\frac{14}{5}} \right) \right)$$



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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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) процесс 1-2: P_2, V_2, T_2 — давление, объем, темп. в 2.
 P_1, V_1, T_1 — в 1.
прямая 1-2 из нач. коорд. $\Rightarrow P(V) = \frac{P_1}{V_1} V$

$$|A_{1-2}| = \oint p S_{1-2}$$

↑ работа по
зад. в 1-2 графика 1-2 (прямая)
↑ площадь

$$S_{1-2} = \frac{1}{2} (P_1 + P_2) (V_2 - V_1) = \frac{1}{2} (P_1 V_2 + P_2 V_2 - P_2 V_1 - P_1 V_1)$$

↑ площадь трапеции

$$P_1 V_2 = P_2 V_1 \quad \leftarrow \text{изм. внутр. Э}$$

$$Q_{1-2} = \frac{i}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1) =$$

$$= \nu R (T_2 - T_1) \left(\frac{i}{2} + \frac{1}{2} \right) = C \nu (T_2 - T_1)$$

$$C = R \left(\frac{i}{2} + \frac{1}{2} \right) = \frac{5}{2} R$$

$$C_{2-3} = C_V = \frac{i}{2} R = 3 R \Rightarrow \text{Ответ: } 3 R$$

↑ работа
↑ площадь
↑ работа по зад. 3-4

$$2) A = S_{2p} = S_{1-2} - S_{1-4} - S_{3-4}$$

↑ работа
↑ площадь
↑ работа по зад. 4-1
↑ площадь
↑ работа по зад. 3-4
↑ площадь
↑ работа по зад. 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**.

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!

$$S_{14} = P_1 (V_4 - V_1)$$

$$S_{34} = \frac{1}{2} (P_4 + P_3) (V_3 - V_4)$$

$\uparrow$
абсолютно аналогично процессу 1-2

$$P(V) = \frac{P_3}{V_3} V \Rightarrow S_{34} = \frac{1}{2} (P_3 V_3 - P_4 V_4)$$

$$S_{12} - S_{14} - S_{34} = \left(\frac{1}{2} 2R(T_2 - T_1) - P_1(V_4 - V_1) \right)$$

$$= \frac{1}{2} P_2 V_2 - \frac{1}{2} P_1 V_1 - P_1 V_4 + P_1 V_1 - \frac{1}{2} P_3 V_3 + \frac{1}{2} P_4 V_4 \quad \textcircled{2}$$

$$P_1 = P_4 \text{ (изобар)}$$

$$V_3 = V_2 \text{ (изохора)}$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{1}{2} P_2 V_3 + \frac{1}{2} P_1 V_1 - \frac{1}{2} P_4 V_4 - \frac{1}{2} P_3 V_3 \quad \textcircled{3}$$

$$C_{14} = C_p = \frac{5}{2} R + R = 4R \Rightarrow Q = C_{14} \Delta(T_4 - T_1) =$$

$\uparrow$
полн.
мол.

в процессе
1-4

$$= C_{23} \Delta(T_2 - T_3) =$$

$$= \frac{4}{5} 3R \Delta T_3$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$\frac{T_2}{T_3} = \frac{12}{5} = \frac{P_2}{P_3}$$

$$P_2 = \frac{12}{5} P_3 \quad T_2 = \frac{12}{5} T_3$$

$$P_3 V_3 = \nu R T_3$$

$$\textcircled{3} \quad \frac{1}{2} V_3 (P_2 - P_3) + \frac{1}{2} (P_1 V_1 - P_4 V_4) =$$

$$= \frac{1}{2} - \frac{4}{5} P_3 V_3 - \frac{1}{2} \nu R (T_4 - T_1) = \frac{Q}{6} - \frac{Q}{8} = \frac{1}{24} Q$$

$$\text{Ответ: } \frac{1}{24} Q$$



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

1
☐

2
☐

3
☒

4
☐

5
☐

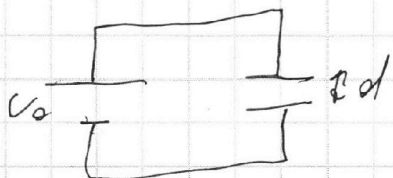
6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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

1) при $x=0$:

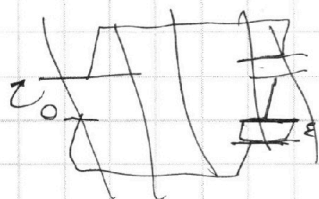


по графику $E(0) = \frac{5 \text{ кВ}}{\text{м}}$

$$U_0 = E(0)d = \frac{5000 \cdot 9}{1000} = 45 \text{ В}$$

Ответ: 45 В

2) когда вставляем маленький кусочек x диэлектрика:



$$U_0 = E(x) \cdot (d - d(x)) + E(x) \cdot d(x)$$

$$\Rightarrow U_0 = E(x) \cdot (d - d(x)) + E(x) \cdot d(x)$$

$$\text{при } x=6 \text{ см } E = \frac{9 \text{ кВ}}{\text{м}}$$

$$45 = 9 \cdot 3 + \frac{9 \cdot 6}{E}$$

$$E = \frac{54}{18} = 3$$

Ответ: 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 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) $\alpha I = I_0$ ← насколько возраст тока со временем
↑ ~ время и линейными законами возраст.
когда протекет. ———— ток не меняется

$$\alpha I = I_1, \quad \alpha = \frac{I_1}{I}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{d(\alpha I)}{dt} = \alpha \frac{dI}{dt} = \alpha = \text{const}$$

В моменты времени
 $t/4$ скорость убывания
тока тоже $\alpha = \frac{I_1}{I}$

Ответ: $\frac{I_1}{I}$



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!

2) $P = \frac{P_1}{V_1} V_x$ $Q = \frac{1}{\theta_2} \Delta R (T_2 - T_1)$

$P_2 = \frac{P_1}{V_1} V_2$

$P_1 V_1 = P_2 V_2$

$A_{12} = \frac{1}{2} (P_1 + P_2) (V_2 - V_1) =$

$= \frac{1}{2} P_1 V_2 - \frac{1}{2} P_1 V_1 + \frac{1}{2} P_2 V_2 - \frac{1}{2} P_2 V_1 =$

$= \frac{1}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) =$

$= \frac{1}{2} \Delta R (T_2 - T_1)$

$\Delta R (T_2 - T_1) \left(\frac{P_1}{2} + \frac{P_2}{2} \right)$

$R \left(\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \right) = \frac{4R}{2}$

$\frac{1}{2} = 3$

$i = 6$

1) $C_V = \frac{1}{2} R = 3R$

$P_4 = \frac{P_3}{V_3} V_4$

2) $\frac{1}{2} \Delta R (T_2 - T_1) = A_{34} - A_{14}$

$A_{14} = \frac{1}{2} (P_1 V_4 - P_4 V_1)$ $A_{34} = \frac{1}{2} (P_4 + P_3) (V_4 - V_3) =$

$= -\frac{1}{2} P_4 V_4 + \frac{1}{2} P_3 V_3$

$\frac{1}{2} \Delta R (T_2 - T_1) = -\frac{1}{2} P_4 V_4 + \frac{1}{2} P_3 V_3$

$\frac{1}{2} P_2 V_2 - \frac{1}{2} P_1 V_1 - \frac{1}{2} P_3 V_2 + \frac{1}{2} P_1 V_1$ $A_{34} = - \left(\frac{1}{2} P_3 V_3 - \frac{1}{2} P_4 V_4 \right)$

$\frac{1}{2} V_2 (P_2 - P_3)$ $A_{14} = P_1 (V_4 - V_3)$

$P_3 V_2 = \Delta R T_3$ $\frac{12}{5} = \frac{P_2}{P_3}$ $\frac{6}{5} \frac{12}{2.5} P_3 V_2 - \frac{1}{2} P_3 V_2$

$\frac{1}{2} P_2 V_2 - \frac{1}{2} P_1 V_1 - P_1 V_4 + P_1 V_1 - \frac{1}{2} P_3 V_2 + \frac{1}{2} P_1 V_4$

$\frac{1}{2} P_2 V_2 + \frac{1}{2} P_1 V_1 - \frac{1}{2} P_3 V_2 - \frac{1}{2} P_3 V_2$



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!

$$\begin{aligned} & \cancel{kx^2} = \frac{mv_0^2}{2} \\ & x = x_0 \sin \sqrt{k} t \\ & 1) \frac{23^2 v_0^2 m}{9^2 \cdot 2} = \frac{k x_0^2}{2} \quad \frac{23^2 m v_0^2}{9^2 \cdot 2} - \frac{m v_0^2}{2} = \text{const} \\ & \quad \frac{40}{9} \cdot \frac{81}{448} \quad \frac{360}{448} \quad \frac{m v_x^2}{2} \\ & 2) \frac{k x_0^2}{2} = \frac{m v_x^2}{2} + \frac{k x^2}{2} \\ & \quad \frac{m v_1^2}{2} + \frac{k x^2}{2} = \left(\frac{7}{3} \right)^2 \frac{m v_0^2}{2} \\ & \quad \cancel{v_1^2} = \frac{49}{9} m v_0^2 - m v_0^2 = \frac{40}{9} v_0^2 \\ & \quad \cancel{v_x^2} = \frac{23^2}{81} v_0^2 - v_0^2 = \frac{23^2 - 81}{81} v_0^2 \\ & \quad k = \frac{40}{9} \cdot \frac{81}{23^2 - 81} = \frac{360}{538} = \frac{180}{269} = \frac{90}{134.5} \\ & \quad \frac{49}{9} m v_0^2 = k x_2^2 = k x^2 + m v_3^2 \\ & \quad \frac{40}{9} v_0^2 = v_3^2 \\ & \quad m v_3^2 + k x^2 = m v_x^2 \\ & \quad \frac{5}{14} m v_3^2 + m v_0^2 = m v_x^2 \\ & \quad \frac{19}{14} v_0^2 = v_x^2 \\ & 3) \cancel{kx} = m a \\ & \quad kx = m \ddot{x} \\ & \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \\ & \quad x = A \cos \omega t \quad \sqrt{k} x = m \\ & \quad \ddot{x} = -\omega^2 x \quad x = \frac{m}{\sqrt{k}} \end{aligned}$$



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!

$$Q_x = 3 R D (T_4 - T_3) + \frac{1}{2} (P_3 V_3 - P_4 V_4)$$

$$3 P_4 V_4 - 3 P_3 V_3 - \frac{1}{2} P_3 V_3 - \frac{1}{2} P_4 V_4$$

$$3,5 (P_4 V_4 - P_3 V_3) \quad 3,5 D R (T_2 - T_1)$$

$$P_4 = \frac{P_3 V_4}{V_3} \quad T_4 - T_3 = ? \quad L d = \pi R$$

$$-Q = 4 D R (T_4 - T_1) = 3 D R (T_3 - T_2) \quad \frac{P_4}{V_4} = \frac{P_3}{V_3}$$

$$4 T_4 - 4 T_1 = 3 T_3 - 3 T_2$$

$$4 T_4 - 3 T_3 = 4 T_1 - 3 T_2$$

$$R S = Q D = L \pi V_2$$

$$\frac{R S}{L} = \pi = \frac{Q D}{L}$$

$$R = \pi L \quad \text{от } P_2 V_1 = P_3 V_4$$

$$Q_{\text{от}} = 3,5 D R (T_2 - T_1) - Q_x = \frac{Q}{2,4} \quad P_1 = \frac{P_2 V_1}{V_2}$$

$$3,5 D R (T_2 - T_1 - T_3 + T_4)$$

$$3,5 D R (T_4 - T_1) + 3,5 D R (T_2 - T_3) = Q_{\text{от}}$$

$$R S = L \pi \quad \frac{Q D}{L} = \pi R$$

$$P_2 V_4 - P_3 V_3$$

$$Q = 4 D R (T_4 - T_1)$$

$$Q = 3 D R (T_2 - T_1)$$

$$P_1 V_1 \left(\frac{T_4}{T_1} - \frac{T_3}{T_1} \right)$$

$$Q_x = 3,5 D R (T_4 - T_3)$$

$$P_2 V_4 - P_1 V_1 = \frac{Q}{4}$$

$$P_2 V_2 - P_3 V_3 = \frac{Q}{3}$$



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
__ 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!

$$Q = 4 \nu R (T_4 - T_1) \quad \frac{d\sigma}{dt} = \frac{x}{\tau} = P_1 = \frac{1}{2} \frac{P_2}{V_2} V_1$$

$$Q = 3 \nu R (T_2 - T_3) \quad \frac{d\sigma}{dt} = \frac{x}{\tau} = P_3 = \frac{P_1}{V_4} V_3$$

$$A = \frac{Q}{24} \quad P_4 = \frac{P_3}{V_3} V_4 - \frac{1}{12} Q = P_1 V_4 - P_2 V_2 - P_1 V_1 + P_3 V_2$$

$$\frac{P_3 V_3 = \frac{P_3}{V_1} \tau_1}{P_1 V_1} \quad P_1 V_1 = \nu R T_1 \quad \frac{V_4}{V_1} = \frac{\tau_4}{\tau_1} P_1 (V_4 - V_1) = \frac{Q}{9} \quad x \tau = I$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2 \quad V_2 (P_2 - P_3) = \frac{Q}{3} \quad x \tau = \tau_1$$

$$P_3 V_2 = \nu R T_3 \quad P_3 V_2 - P_1 V_1 = \nu R (T_3 - T_1)$$

$$P_4 V_4 = \nu R T_4 \quad P_4 V_4 = \frac{1}{6} \frac{P_3}{V_3} V_4$$

$$3, 5 \nu R (T_4 - T_2) \quad P_3 = \frac{P_4}{V_4} V_3$$

$$3, 7 (\nu R P_1 V_4 - P_2 V_2) \quad \frac{T_4}{T_2} = \frac{P_4 V_4}{P_2 V_2}$$

$$T_2 - T_3 = \frac{4}{3} (T_4 - T_1)$$

$$\frac{1}{5} T_3$$

$$P_2 = \frac{P_1}{V_1} V_2$$

$$P_4 = \frac{P_3}{V_3} V_4$$

$$T_3 = \frac{29}{21} T_4 - \frac{20}{21} T_1 \quad P_3 \cdot V_4^2$$

$$P_2 V_2 - P_3 V_3 = \frac{Q}{3} P_2 V_2^2$$

$$3 \nu R \frac{4}{3} = 3 \nu R$$

$$\frac{V_4}{V_1} = \frac{\tau_4}{\tau_1}$$

$$3 \nu R (T_4 - T_3) =$$

$$\frac{P_4 V_4}{P_3 V_3} = \frac{\tau_4}{\tau_3}$$

$$\nu R (T_2 - T_3) = \frac{Q}{3}$$

$$P_4 V_4 - P_1 V_1 = \frac{Q}{3}$$

$$\nu R (T_2 - T_1) = x$$



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!

$$\frac{A}{Q_H}$$

$$Q_H = \frac{2R}{2} (T_2 - T_1)$$

$$1 - \frac{Q_H}{Q_H} \times \frac{1}{2} 3,5DR(T_4 - T_3) \quad P_1 = \frac{P_2}{V_2} \cdot V_1$$

$$P_1 V_1 = \gamma R T_1$$

$$P_2 V_2 = \gamma R T_2$$

$$P_3 V_3 = \gamma R T_3$$

$$P_4 V_4 = \gamma R T_4$$

$$\frac{Q_H - Q_X}{Q_H}$$

$$A = Q_H - Q_X \quad Q_H = A + Q_X$$

$$Q_X = 2Q + Q_{34} \quad \gamma R (T_4 - T_1)$$

$$\frac{P_3}{V_2} = \frac{P_4}{V_4}$$

$$Q = 4\gamma R (T_4 - T_1)$$

$$3R(T_4 - T_3) + \frac{P_3}{V_2} \int_{V_2}^{V_4} V dV =$$

$$\frac{P_1 V_4 - P_3 V_2}{V_2} = \frac{P_3}{V_2} \left(\frac{V_4^2}{2} - \frac{V_2^2}{2} \right) = \frac{1}{2} (P_4 V_4 - P_3 V_2) \quad 9 \cdot 3 + 8 \cdot 9 \cdot 1,6^2 = 55 \frac{J}{e}$$

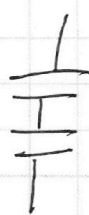
$$T_4 - T_3 = ? \quad \frac{1}{2} \gamma R (T_4 - T_3) \quad 18 = 54$$

$$U_0 = Ed = 5000 \cdot \frac{9}{1000} = 45 B \quad \epsilon = \frac{54}{1,8} = 30$$

$$U = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{d} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 d}$$

$$\sum d_1 = \frac{\epsilon_0 q d}{\epsilon_0 d}$$

$$\frac{q d}{\epsilon_0 d} + \frac{q d}{\epsilon_0 d} = \frac{2q d}{\epsilon_0 d}$$





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!

$$\frac{1}{2} P_2 V_2 - \frac{1}{2} P_1 V_1 - \frac{1}{2} P_3 V_3 + \frac{1}{2} P_4 V_4 - P_1 V_4 + P_1 V_1$$

$$\frac{1}{2} P_2 V_2 + \frac{1}{2} P_1 V_1 - \frac{1}{2} P_3 V_3 - \frac{1}{2} P_4 V_4 \quad P_4 = \frac{P_3}{V_3} V_4$$

$$\frac{1}{2} P_2 V_2 + \frac{1}{2} P_1 V_1 - \frac{1}{2} P_1 V_4 - \frac{1}{2} P_3 V_3 \quad P_4 V_4 - P_3 V_3$$

$$\frac{1}{2} (P_4 V_3 - P_4 V_4 + P_3 V_3 - P_3 V_4)$$

$$\frac{P_2}{P_3} = \frac{12}{5} \quad P_2 = \frac{12}{5} P_3 \quad Q = 3 P V / (T_3 - T_2) = \frac{1}{2}$$

$$= 90 R (T_1 - T_4) = \frac{21}{5} R T_3 = Q$$

$$\frac{1}{2} P_3 \left(\frac{12}{5} - 1 \right) \quad P_2 = \frac{P_1}{V_1} \cdot V_2 \quad P_4 = \frac{P_3}{V_3} V_4 \quad T_2 = \frac{12}{5} T_3$$

$$\frac{1}{2} P_1 V_2 \quad T_2 = \frac{12}{5} T_3 \quad - \frac{1}{2} P_1 V_3 \quad (Q_4)$$

$$\frac{1}{2} P_3 V_2 \left(\frac{12}{5} - 1 \right) \quad 40 R (T_1 - T_4) = 30 R (T_1 - T_4) + A_{14}$$

$$A_{14} = 10 R (T_1 - T_4)$$

$$\frac{4}{10} P_3 V_3 \quad \frac{4}{10} R T_3 + \frac{1}{2} R T_1 - \frac{1}{2} R T_4$$

$$30 R (T_3 - T_2) = A_{14} = P_1 = \frac{P_2}{V_2} V_1$$

$$\frac{1}{2} (P_1 + P_2) (V_2 - V_1) = \frac{1}{2} (P_1 V_2 + P_2 V_2 - P_1 V_1 - P_2 V_1) =$$

$$\frac{1}{2} (P_1 V_2 + P_2 V_2 - P_1 V_1 - P_2 V_1) = \frac{1}{2} (P_1 V_2 + P_2 V_2 - P_1 V_1 - P_2 V_1)$$

$$\frac{1}{2} P_1 V_2 - \frac{1}{2} P_1 V_1 - \frac{1}{2} P_2 V_2 + \frac{1}{2} P_2 V_1 = \frac{1}{2} P_1 V_2 - \frac{1}{2} P_1 V_1 - \frac{1}{2} P_2 V_2 + \frac{1}{2} P_2 V_1$$

$$\frac{4}{10} R T_3 + \frac{1}{2} R T_1 - \frac{1}{2} R T_4$$

$$\frac{4}{10} + \frac{5}{21} Q - \frac{1}{2} \cdot \frac{Q}{4} = \left(\frac{1}{6} - \frac{1}{8} \right) Q = \frac{1}{24} Q$$