



# Олимпиада «Физтех» по физике,

февраль 2025



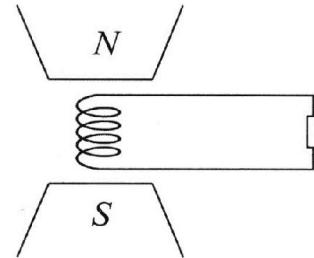
## Вариант 11-06

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

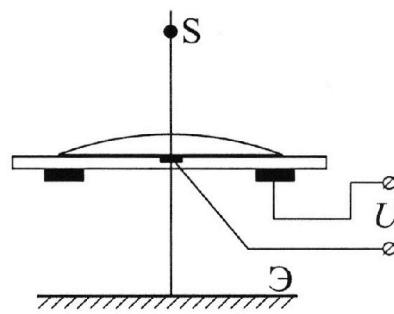
4. Катушка индуктивностью  $L$  с числом витков  $n$  и площадью каждого витка  $S_1$  находится во внешнем однородном магнитном поле, направленном перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением  $R$ . Внешнее поле выключают в течение времени  $\tau$ . 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) Выберите формулу для фокусного расстояния  $F$  плосковыпуклой тонкой линзы в зависимости от радиуса кривизны  $R$  и показателя преломления  $n$ .
- 2) Определите  $\frac{U_2}{U_1}$ .
- 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.

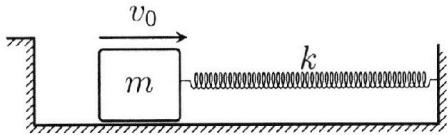


**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**  
**Вариант 11-06**



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

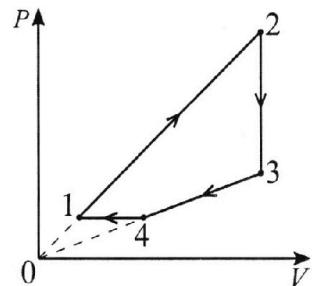
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой  $m$  прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью  $k$  (см. рис.). Уступ находится на таком расстоянии от тела, что если тело прижать к уступу и отпустить без начальной скорости, то положение равновесия тела пройдёт 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?

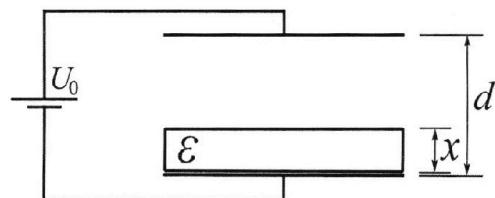
В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

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  $T_2/T_3 = 12/5$ .

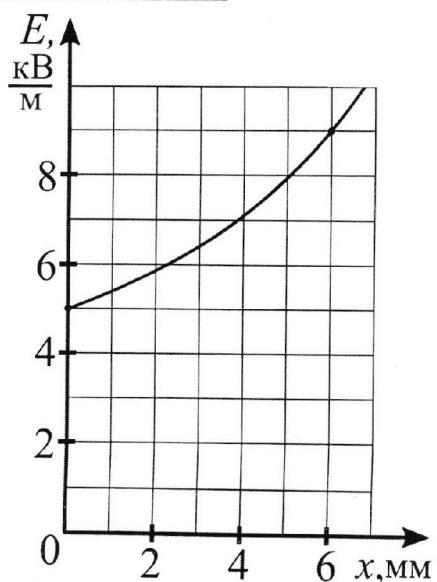


- 1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 2-3.
- 2) Найти работу газа за цикл.
- 3) Найти КПД цикла.

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  $\epsilon$  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                        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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) Рассчитать омегу первой ступени маятника.

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

здесь  $x_0$  - исходное

максимальное смещение

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

на удары ~~затрачено~~ упругое

какая-то единица  
~~затраченный~~ ~~удар~~, получив  
вспомогательную  
координату

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

2) Задано первоначальное до момента первого  
удара

$$\frac{k x_0^2}{2} = \frac{m \dot{x}_0^2}{2} + \frac{k l^2}{2}, \text{ где } l - \text{расстояние}$$

между центром  
и концом маятника

Задано максимальная когда маятник без нач. скорости  
отклоняется от положения до момента равновесия

$$\frac{k l^2}{2} = \frac{m \dot{x}_0^2}{2} \quad l = \sqrt{\frac{m}{k}} v_0 \quad 23^2 = 529$$

$$\frac{k x_0^2}{2} = \frac{\left( \frac{23}{9} v_0 \right)^2 m}{2} = \frac{m \dot{x}_0^2}{2} + \frac{m \dot{x}_0^2}{2}$$

$$\dot{x}_0^2 = \left( \frac{529}{81} - 1 \right) m \dot{x}_0^2 = \frac{448}{81} m \dot{x}_0^2$$

Задано максимальная скорость после первого удара до момента

$$\frac{m \dot{x}_0^2}{2} + \frac{k l^2}{2} = \frac{m \left( \frac{4}{3} v_0 \right)^2}{2}, \text{ где } v_0 - \text{скорость}$$

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 checked="" 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  
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,

$$\frac{m \omega_1^2}{2} = \text{const} = k$$

$$\frac{m \omega_x^2}{2}$$

$$m \omega_1^2 = \frac{49}{9} m \omega_0^2 - k l^2 = \\ = \frac{40 m \omega_0^2}{9}$$

$$\frac{\omega_1^2}{\omega_x^2} = k = \frac{\frac{40}{9} \omega_0^2}{\frac{448}{81} \omega_0^2} = \frac{50}{112}$$

Задача решена после первого удара  
до момента перед вторым ударом:

$$\frac{49}{9} \frac{m \omega_0^2}{2} = \frac{k l^2}{2} + \frac{m \omega_2^2}{2}, \quad \text{здесь } \omega_2 - \text{скорость} \\ \text{перед вторым} \\ m \omega_2^2 = \frac{40}{9} m \omega_0^2 \quad \text{ударом}$$

$\omega_3$  - скорость сразу же после второго удара.

$$\frac{\omega_3^2}{\omega_2^2} = k = \frac{90}{112}$$

$$\omega_3^2 = \frac{90}{112} \cdot \frac{40}{9} \omega_0^2 = \frac{5}{14} \omega_0^2$$

Задача решена сразу же после 2-го удара до момента  
рассеяния:

$$\frac{m \omega_3^2}{2} + \frac{k l^2}{2} = \frac{m \omega_x^2}{2}, \quad \text{здесь } \omega_x - \text{исходная скорость}$$

$$\omega_x = \sqrt{\omega_3^2 + \omega_0^2} = \omega_0 \sqrt{\frac{19}{14}}$$

Ответ:  $\sqrt{\frac{19}{14}} \omega_0$



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

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) Дела пружинного маятника  $W = \sqrt{\frac{k}{m}}$

Дела колебания от  $x_0$  до первого удара  $A(x_0) = x_0$

$x = x_0 \sin \omega t$   $x$  - расстояние от положения равновесия до маятника  
после  $t$  момента времени +

$x_0 = x_0 \sin \omega t_0$ , где  $t_0$  время до первой остановки маятника.

$$\sin \omega t_0 = 1 \quad \omega t_0 = \frac{\pi}{2} \quad t_0 = \frac{\pi}{2} \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$\ell = x_0 \sin \omega t_2$ , где  $t_2$  - время, за которое  
маятник прошел  $\ell$

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

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

Дела колебаний от  $2t_0 + t_2$ .

~~$x = \ell \sin \omega t$~~   
 ~~$\ell = \ell \sin \omega t_3$~~  ~~время, котороешло  
после  $t_2$~~   
 ~~$\omega t_3 = \frac{\pi}{2}$~~   ~~$t_3 = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}} = t_0$~~

$$\frac{m v_3^2}{2} = \frac{k \ell_1^2}{2}$$

$$v_3 = \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \ell_1$$

$$x = \ell \sin \omega t$$

$$\ell = \ell_1 \sin \omega t_3$$

$$\omega t_3 = \arcsin \left( \frac{\ell \sqrt{\frac{m}{k}}}{\sqrt{5m}} \right)$$

$$\ell_1 + \ell = A$$

\* максимальные  
кальб.

~~также  $\ell_1$  можно, что~~

$$\ell_1 + \ell = A$$

\* максимальные  
кальб.



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!

$$t_1 = 2t_x + t_2 + t_3 = n\sqrt{\frac{n}{k}} + \arcsin\left(\frac{9}{23}\right) \cdot \sqrt{\frac{n}{k}} + \arcsin\left(\frac{\sqrt{14}}{5}\right) \sqrt{\frac{n}{k}}$$

Ответ:  $10\sqrt{\frac{n}{k}} \left( n + \arcsin\left(\frac{9}{23}\right) + \arcsin\left(\frac{\sqrt{14}}{5}\right) \right)$

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**.



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

СТРАНИЦА  
1 из 2

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

1) процессы 1-2:  $P_2, V_2, \tau_2$  — заданные, свободные, числ. в 2.  
 $P_1, V_1, \tau_1$ , числ. в 1.

процесс 1-2 из ког. коорд.  $\Rightarrow P(V) = \frac{P_1}{V_1} V$

$$|A_{T_{1-2}}| = A_3 S_{1-2}$$

работа под  
гнет в 1-2  
изменение  
зарядки 1-2 (правило)

$$S_{1-2} = \frac{1}{2} (P_1 + P_2)(V_3 - V_1) = \frac{1}{2} \left( \frac{P_1 V_3 + P_2 V_3}{2} - \frac{P_2 V_1 + P_1 V_1}{2} \right)$$

изменение площади трапеции  $\rightarrow \frac{1}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$

$$P_1 V_3 = P_2 V_1$$

по Менделееву-  
Клодьею

$$Q_{1-2} = \frac{1}{2} \Delta R (\tau_2 - \tau_1) + \frac{1}{2} \Delta R (\tau_2 - \tau_1) =$$

$$\text{работа} = \Delta R (\tau_2 - \tau_1) f(R(\frac{1}{2} + \frac{1}{2})) = C(\tau_2 - \tau_1)$$

$$C = R(\frac{1}{2} + \frac{1}{2}) = \frac{4R}{2}$$

$$C_{2-3} = C_V = \frac{1}{2} R = 3R \Rightarrow \text{Омбета: } 3R$$

работа  
изменения  
температуры

$$2) A = S_{23} = S_{1-2} - S_{14} - S_{34}$$

работа  
изменения  
температуры  
закончил прямой  
1-2, 2-3, 3-4, 4-1

изменение  
площади  
под 3-4  
закон 4-1

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  
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!

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

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

$\swarrow$   
аналогично прошшу 1-2

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

$$S_{12} - S_{14} - S_{34} = \cancel{\int dR(T_2 - T_1)} - P_1 (V_4 - V_1)$$

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

$$P_1 = P_4 \quad (\text{чтобы})$$

$$V_3 = V_2 \quad (\text{чтобы})$$

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

$$C_{14} = C_p = \frac{1}{2} R + R = 4R \Rightarrow Q = C_{14} D (T_4 - T_1) =$$

показ.

макс.

в процессе

1-4

$$= C_{23} D (T_2 - T_3) =$$

$$= \frac{4}{5} \frac{3R}{C_{23}} D T_3$$

$$P_2 V_2 = JR T_2$$

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

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

$$P_3 V_3 = JR T_3$$

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

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

$$\text{Ответ: } \frac{1}{24} Q$$

I-



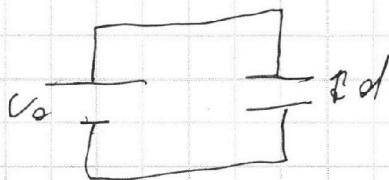
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                                   | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input 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) при  $x = 0$ :



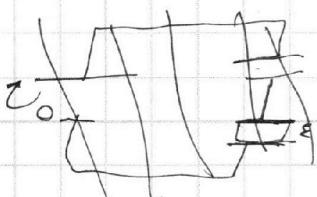
по графику  $E(0) = \frac{5\pi B}{4}$

$$V_0 = \Sigma d \cdot E(0) \cdot d = \frac{5000 \cdot 9}{1000} =$$

$$\approx 45 \text{ B}$$

Ответ: 45 B

2) когда вспомогательный катушка  $\Sigma$  имеет:



$$C_0 = \Sigma(x) \cdot d(x) + \Sigma(x) \cdot \frac{d(x)}{(d - d(x))} \cdot \Sigma$$

$$\Rightarrow V_0 = \Sigma(x) (d - d(x)) + \Sigma(x) / d(x)$$

$$\text{при } x = 6 \text{ мкн} \quad \Sigma = \frac{9\pi B}{4}$$

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

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

Ответ: 3

I-

I-

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.

- |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" 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)  $\frac{d}{dt} I = \Gamma_0$   $\leftarrow$  *всегда*  $\frac{d}{dt}$  *то же время*  
 $I = \Gamma_0 t + C$   $\leftarrow$  *из начального условия* *всегда*  
*кажд. прокор.*  $\leftarrow$  *также всегда*

$$\alpha I = \Gamma_0, \quad \alpha = \frac{\Gamma_0}{t}$$

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

*Важно! Время*  
*1/4 сколько убывает*  
*значение*  $\alpha = \frac{\Gamma_0}{t}$

Отв:  $\frac{\Gamma_0}{t}$

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!

$$\begin{aligned}
 & \text{(2)} \quad P_x = \frac{P_1}{V_1} V_x \quad Q = \frac{i}{\Delta T} \Delta R (\tau_2 - \tau_1) \\
 & P_2 = \frac{P_1}{V_1} V_2 \\
 & \rho V_1 = \rho V_2 \\
 & A_f = \frac{1}{2} (P_1 + P_2)(V_2 - V_1) = \frac{1}{2} \rho (V_2 - V_1)^2 \\
 & = \frac{1}{2} \rho (V_2 - V_1) \left( \frac{P_1}{\rho V_1} + \frac{P_2}{\rho V_2} \right) = \frac{1}{2} \rho (V_2 - V_1) \left( \frac{P_1}{V_1} + \frac{P_2}{V_2} \right) \\
 & = \frac{1}{2} \rho (V_2 - V_1) \left( \frac{P_1}{V_1} + \frac{P_2}{V_2} \right) = \frac{1}{2} \rho (V_2 - V_1) \left( \frac{P_1}{V_1} + \frac{P_2}{V_2} \right) \\
 & = \frac{1}{2} \rho (V_2 - V_1) \left( \frac{P_1}{V_1} + \frac{P_2}{V_2} \right) = \frac{1}{2} \rho (V_2 - V_1) \left( \frac{P_1}{V_1} + \frac{P_2}{V_2} \right) \\
 & = \frac{1}{2} \rho (V_2 - V_1) \left( \frac{P_1}{V_1} + \frac{P_2}{V_2} \right) = \frac{1}{2} \rho (V_2 - V_1) \left( \frac{P_1}{V_1} + \frac{P_2}{V_2} \right) \\
 & = \frac{1}{2} \rho (V_2 - V_1) \left( \frac{P_1}{V_1} + \frac{P_2}{V_2} \right) = \frac{1}{2} \rho (V_2 - V_1) \left( \frac{P_1}{V_1} + \frac{P_2}{V_2} \right)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \Delta R (\tau_2 - \tau_1) = \frac{1}{2} \rho (V_2 - V_1) \left( \frac{P_1}{V_1} + \frac{P_2}{V_2} \right) = \frac{1}{2} \rho (V_2 - V_1) \left( \frac{P_1}{V_1} + \frac{P_2}{V_2} \right) \\
 & R \left( \frac{i}{2} \times \frac{1}{2} \right) = \frac{\rho R}{2} \\
 & \frac{i}{2} = 3 \\
 & i = 6
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & i \leftarrow \frac{i}{2} R = \frac{3R}{2} \\
 & P_4 = \frac{P_3}{V_3} \cdot V_4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & 2) \quad \frac{1}{2} \Delta R (\tau_2 - \tau_1) = A_{34} - A_{14} \\
 & A_{14} = \frac{1}{2} (P_4 V_4 - P_1 V_1) \\
 & A_{34} = \frac{1}{2} (P_4 + P_3)(V_4 - V_3) = \\
 & = \frac{1}{2} P_3 V_3 + \frac{1}{2} P_4 V_4 \\
 & \frac{1}{2} \Delta R (\tau_2 - \tau_1) = \frac{1}{2} P_3 V_3 + \frac{1}{2} P_4 V_4 \\
 & \frac{1}{2} P_2 V_2 - \frac{1}{2} P_1 V_1 - \frac{1}{2} P_3 V_3 + \frac{1}{2} P_4 V_4 \\
 & \frac{1}{2} V_3 (P_2 - P_3) \\
 & \frac{1}{2} P_2 V_2 - \frac{1}{2} P_1 V_1 - \frac{1}{2} P_3 V_3 + \frac{1}{2} P_4 V_4 \\
 & \frac{1}{2} P_2 V_2 + \frac{1}{2} P_1 V_1 - \frac{1}{2} P_3 V_3 - \frac{1}{2} P_4 V_4
 \end{aligned}$$

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**.



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

$$\cancel{t \frac{x^2}{2}} = \frac{-m v_0^2}{2}$$

$$x = x_0 \sin \sqrt{\frac{k}{m}} t$$

$$\frac{23^2 v_0^2 m}{92} = \frac{-k x_0^2}{2} \quad \frac{23^2 m v_0^2}{92} = \frac{-m v_0^2}{2} \quad \text{const}$$

$$1) \frac{23^2 v_0^2 m}{92} = \frac{-k x_0^2}{2} \quad \frac{180}{224} \frac{90}{112}$$

$$2) \frac{k x_0^2}{2} = \frac{m v_x^2}{2} + \frac{k x^2}{2} \quad \frac{v_x^2}{25^2} = \text{const}$$

$$\frac{m v_x^2}{2} + \frac{k x^2}{2} = \left(\frac{7}{3}\right) \frac{m v_0^2}{2} \quad \frac{-23}{69} - \frac{529}{81}$$

$$* v_x^2 = \frac{49}{9} m v_0^2 - m v_0^2 = \frac{40}{9} * v_0^2 \quad \frac{48}{529} \frac{81}{988}$$

$$* v_x^2 = \frac{23^2}{81} * v_0^2 - * v_0^2 = \frac{23^2 - 81}{81} v_0^2 \quad \frac{-112}{32} \frac{4}{28}$$

$$t = \frac{80}{9} \frac{81}{23^2 - 81} = \frac{360}{898} = \frac{180}{224} = \frac{90}{112}$$

$$\frac{99}{9} m v_0^2 = k x_0^2 = k x^2 + m v_3^2 \quad v_3^2 = \frac{80}{112} \frac{40}{9}$$

$$\frac{40}{9} * v_0^2 = 25^2 \quad v_3^2 = \frac{90}{112} \frac{40}{28} = \frac{10}{14}$$

$$\frac{m v_3^2}{2} - k x^2 = m v_x^2 \quad (3) \cancel{k x} = m a$$

$$\frac{5}{14} m v_3^2 - \cancel{k x^2} = m v_x^2 \quad k x = m a$$

$$\frac{19}{14} v_0^2 = v_x^2 \quad w = \sqrt{\frac{ek}{m}} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$v_x = \sqrt{\frac{19}{14}} v_0 \quad x = \sqrt{\frac{e}{m}} t \quad x = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$v_x = \sqrt{\frac{19}{14}} v_0 \quad x = \sqrt{\frac{e}{m}} t \quad x = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$$



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!

$$Q_x = 3 \text{JR} (\tau_4 - \tau_3) + \frac{1}{2} (P_3 V_3 - P_4 V_4)$$

$$3P_4V_4 - 3P_3V_3 - \frac{1}{2}P_3V_3 - \frac{1}{2}P_4V_4$$

$$3,5(P_4V_4 - P_3V_3) 3,5 \text{JR} (\tau_2 - \tau_1)$$

$$P_4 = \frac{P_3}{V_3} V_4 \quad \tau_4 - \tau_3 - ? \quad L \neq R$$

$$-Q = 4 \text{JR} (\tau_4 - \tau_1) = 3 \text{JR} (\tau_3 - \tau_2) \quad \frac{P_4}{V_4} = \frac{P_3}{V_3}$$

$$4\tau_4 - 4\tau_1 = 3\tau_3 - 3\tau_2 \quad BS = QD = L \text{I}^2 V_2$$

$$4\tau_4 - 3\tau_3 = 4\tau_1 - 3\tau_2 \quad \frac{BS}{E} = \frac{L}{E} = \frac{Q}{P_2 V_1} = \frac{Q}{P_3 V_3}$$

~~$$Q = 3,5 \text{JR} (\tau_2 - \tau_1) - Q_x = \frac{Q}{2} \quad P_1 = \frac{P_2 V_1}{B V_2} = \frac{P_2}{B} V_1$$~~

~~$$3,5 \text{JR} (\tau_2 - \tau_1 - \tau_3 + \tau_4) \quad Q = 3,5 \text{JR} (\tau_2 - \tau_3) = Q_x$$~~

~~$$\tau_3 \cancel{BS} \cancel{QD} \cancel{E} \cancel{L} \cancel{R} \cancel{Q}$$~~

$$P_4 V_4 - P_3 V_3 \quad Q = 4 \text{JR} (\tau_4 - \tau_1)$$

$$P_1 V_1 \left( \frac{\tau_4}{\tau_1} - \frac{\tau_3}{\tau_1} \right) \quad Q = 3 \text{JR} (\tau_2 - \tau_1)$$

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

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



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.



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

$$Q = \sigma J R (\tau_4 - \tau_1) \xrightarrow{x=t} P_1 = \frac{V_2 P_2}{V_1} V_1$$

$$Q = 3 \sigma J R (\tau_2 - \tau_3) \xrightarrow{x=\tau_1} P_3 = \frac{P_1}{V_4} V_3$$

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

$$\frac{P_3 V_3}{V_4} = \frac{\tau_3}{\tau_1} \quad P_1 V_1 = \sigma J R \tau_1 \frac{V_4}{V_1} = \frac{\tau_3}{\tau_1} P_1 (V_4 - V_1) = \frac{Q}{3} \quad x = \frac{\tau_1}{\tau}$$

$$P_2 V_2 = \sigma J R \tau_2 \quad V_2 (P_2 - P_3) = \frac{Q}{3} \quad x = \frac{\tau_1}{\tau}$$

$$P_3 V_2 = \sigma J R \tau_3 \quad P_3 V_2 - P_1 V_1 = \sigma J R (\tau_3 - \tau_1)$$

$$P_4 V_4 = \sigma J R \tau_4 \quad P_2 = \frac{P_3 V_3}{V_4} \cdot V_4$$

$$3, \cancel{\sigma J R (\tau_4 - \tau_2)} \quad P_3 = \frac{P_4 V_4}{V_3}$$

$$3, \cancel{\sigma J R (P_1 V_4 - P_2 V_2)} \quad \frac{\tau_4}{\tau_2} = \frac{P_4 V_4}{P_2 V_2}$$

$$\tau_2 - \tau_3 = \frac{4}{3} (\tau_4 - \tau_1)$$

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

$$\frac{4}{3} \tau_3$$

$$4 \quad P_4 = \frac{P_3}{V_3} \cdot V_4$$

$$\tau_3 = \frac{2}{21} \tau_4 - \frac{2}{21} \tau_1 \quad P_3 = \frac{V_4^2}{V_2^2}$$

$$P_2 V_2 - P_3 V_3 = \frac{Q}{3} \frac{P_3 \cdot V_4^2}{P_2 V_2^2}$$

$$3 \sigma J R = \sqrt{3} \sigma J R$$

$$3 \sigma J R (\tau_4 - \tau_3) = 6$$

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

$$\frac{V_4}{V_1} = \frac{\tau_4}{\tau_1} \quad \cancel{3 \sigma J R (\tau_4 - \tau_3) = 6}$$

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

$$\sigma J R (\tau_2 - \tau_1) = x$$

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

$$\sigma J R (\tau_2 - \tau_1) = x$$



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.

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

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

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

$$1 - \frac{Q_{H2}}{Q_H} \times \frac{1}{3,50R(T_3 - T_2)} = \frac{P_2}{V_2} \cdot V_1$$

$$P_1 V_1 = J R T_1$$

$$Q_H = Q_X$$

$$P_2 V_2 = J R T_2$$

$$P_3 V_2 = J R T_3 \quad P = \frac{P_3}{V_2} V \quad \frac{P_3}{V_2} = \frac{P_3}{V_4} \quad Q = 4 J R (T_4 - T_1)$$

$$P_1 V_4 - P_3 V_2$$

$$\leq \frac{P_3}{V_2} \left( \frac{V_4^2 - V_2^2}{2} \right) = \frac{1}{2} (P_4 V_4 - P_3 V_2) = \frac{1}{2} \cdot 3 + \frac{1}{2} \cdot 9 = \frac{12}{2} = 6$$

$$T_4 - T_3 = ? \quad \frac{1}{2} J R (T_4 - T_3) = 18 = 5 \times$$

$$V_2 = Ed = 5000 \cdot \frac{9}{7000} = 45 \text{ B} \quad \varepsilon = \frac{5}{2} = 2,5$$

~~тогда~~

$$V \cancel{\times} \frac{\varepsilon_0 S}{d} = \cancel{q}$$

$$\frac{1}{T}$$

$$\sum d_i s = \cancel{2d} \frac{\varepsilon_0 S}{d}$$

$$\frac{2d}{\varepsilon_0 S} \cancel{\times} \frac{2d}{\varepsilon_0 S} = (\cancel{2d}) \frac{\varepsilon_0 S}{d}$$

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**.



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

СТРАНИЦА  
ИЗ

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

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

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

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

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

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

$$= 9 DR (T_1 - T_4) \quad \frac{-2}{5} DR T_3 = 9$$

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

~~$\sum P_i V_i$~~   $T_2 = \frac{12}{5} T_3 - \frac{1}{2} P_1 V_3$

$$\frac{1}{2} P_3 V_2 \left( \frac{12}{5} - 1 \right) \quad 9 DR (T_1 - T_4) = 3 DR (T_1 - T_4) \times A_{14}$$

$$A_{14} = DR (T_1 - T_4)$$

~~$\sum P_3 V_3$~~   $\frac{4}{10} DR T_3 + \frac{1}{2} DR T_1 - \frac{1}{2} DR T_4$

~~$\sum P_4 V_4$~~   $A_{14} = \quad P_1 = \frac{P_2}{V_2} V_1$

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

~~$\sum P_1 D R (T_2 - T_1)$~~   $- DR (T_1 + T_4) - \frac{1}{2} DR (T_3 - T_4)$

$$\frac{1}{2} DR \frac{12}{5} T_3 - \frac{1}{2} DR T_1 - DR T_4 + DR T_1 - \frac{1}{2} DR T_3 + \frac{1}{2} DR T_4$$

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

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