



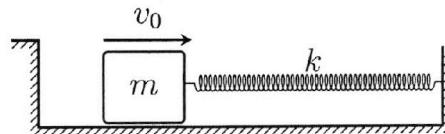
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-06



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

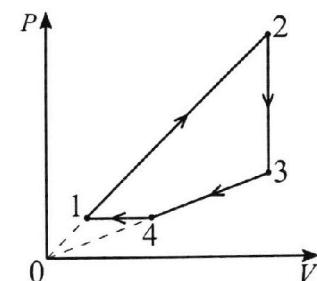
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой  $m$  прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью  $k$  (см. рис.). Уступ находится на таком расстоянии от тела, что если тело прижать к уступу и отпустить без начальной скорости, то положение равновесия тело пройдёт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

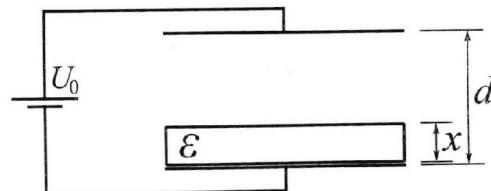
В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

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  $T_2/T_3 = 12/5$ .

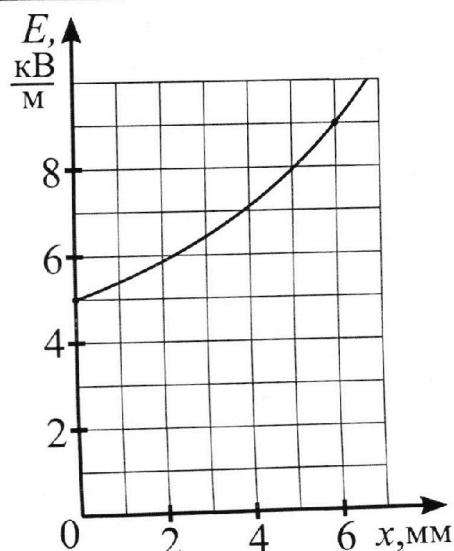


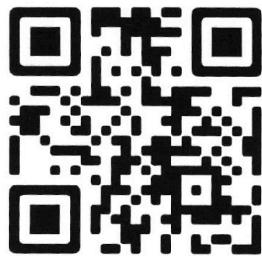
- 1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 2-3.
- 2) Найти работу газа за цикл.
- 3) Найти КПД цикла.

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.





# Олимпиада «Физтех» по физике,

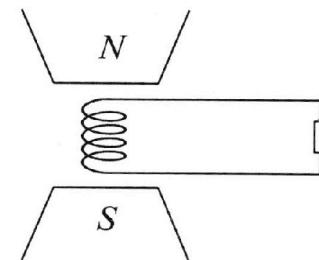
февраль 2025



## Вариант 11-06

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

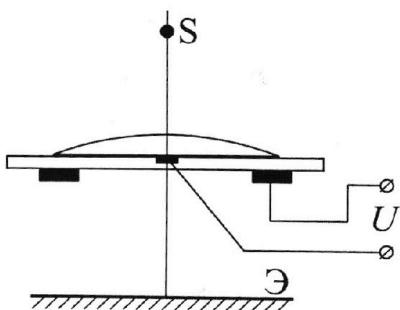
4. Катушка индуктивностью  $L$  с числом витков  $n$  и площадью каждого витка  $S_1$  находится во внешнем однородном магнитном поле, направленном перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением  $R$ . Внешнее поле выключают в течение времени  $\tau$ . 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  $U_2/U_1$ .
- 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.



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  
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**. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

$$v_0$$

$$v_1 = \frac{23 v_0}{9}$$

$$v_2 = \frac{7 v_0}{3}$$

$$k \quad m$$

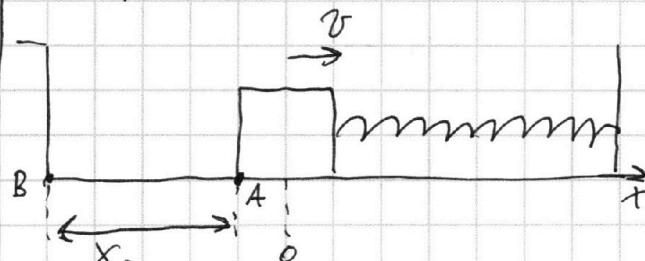
Найти:

$$1) x_{\max} - ?$$

$$2) v_3 - ?$$

$$3) t_1 - ?$$

Решение:



1) По закону ~~изменения~~ об изменении кинетической энергии

Кинетической энергии

$$\Delta E_K = \sum \Delta E_i = A_{\text{пр}}$$

•  $E_K$  - изменение кин. энергии

тела

Апр - работа по сжатию пружины

$$0 - \frac{m v_0^2}{2} \cdot \frac{(23)^2}{9} = -K x_{\max}^2$$

$$0 - \frac{m v_0^2}{2} = -K x_{\max}^2 \Rightarrow \text{для нашего случая } 0 - \frac{m v_0^2}{2} \left(\frac{23}{9}\right)^2 = -K x_{\max}^2$$

$$\text{отсюда } x_{\max} = \frac{23 v_0}{9} \sqrt{\frac{m}{K}}, \text{ к слову цилиндрическая}$$

частота колебаний из-за ударов не меняется!  
(т.к. она зависит лишь от параметров пружины и массы тела)

2) По машину-те принципу определим начальное расстояние от пружины  $x_0$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{k x_0^2}{2} \Rightarrow x_0 = \sigma_0 \sqrt{\frac{m}{K}}$$

Кин. энергия тела перед 1 ударом:  $\left(\frac{23}{7}\right)^2 \cdot \frac{m v_0^2}{2} - \frac{k x_0^2}{2} = E_{K_1}$

Кин. энергия тела после 1 удара:  $\left(\frac{7}{3}\right)^2 \cdot \frac{m v_0^2}{2} - \frac{k x_0^2}{2} = E_{K_2}$

Кин. энергия тела перед 2 ударом:  $E_{K_2} = E_{K_1}$  (энергия не уходит)

Кин. энергия тела после 2 удара:  $E_{K_3} = \frac{m v_3^2}{2} - \frac{k x_0^2}{2}$

Изначально, во **всех** предположениях **масса** **сторонами**, одна направлена **вправо**, тогда **она** полностью **сжимает** пружину **вправо**.

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"/> | <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!

Кусок  $\frac{E_{K_0}}{E_{K_{\text{посл}}}} = \alpha$  (из условия), тогда

$\frac{E_{K_0}}{E_{K_1}} = \alpha$ , так же,  $\frac{Kx_0^2}{2} = \frac{m\vartheta_0^2}{2} \Rightarrow$  посчитали  $\alpha$

$$\alpha = \frac{\left(\frac{23}{9}\right)^2 \frac{m\vartheta_0^2}{2} - \frac{m\vartheta_0^2}{2}}{\left(\frac{7}{3}\right)^2 \frac{m\vartheta_0^2}{2} - \frac{m\vartheta_0^2}{2}} = \frac{\left(\frac{23}{9} - 1\right)\left(\frac{23}{9} + 1\right)}{\left(\frac{7}{3} - 1\right)\left(\frac{7}{3} + 1\right)} = \frac{14/9 \cdot 32/9}{4/3 \cdot 10/3} = \frac{14 \cdot 32 \cdot 3 \cdot 3}{40 \cdot 9 \cdot 9} =$$

$$= \frac{56}{45} \Rightarrow \frac{E_{K_2}}{E_{K_3}} = \alpha \Rightarrow E_{K_3} = \frac{E_{K_2}}{\alpha} \Rightarrow \frac{m\vartheta_3^2}{2} - \frac{m\vartheta_0^2}{2} = \frac{\left(\frac{7}{3}\right)^2 \frac{m\vartheta_0^2}{2} - \frac{m\vartheta_0^2}{2}}{56/45}$$

отсюда  $\vartheta_3^2 = \frac{49}{9} \vartheta_0^2 - 1 \cdot \vartheta_0^2 + \vartheta_0^2 = \frac{40 \vartheta_0^2 \cdot 45}{9 \cdot 56} + \vartheta_0^2 = \frac{32}{7} \vartheta_0^2$

$$\vartheta_3 = \vartheta_0 \sqrt{\frac{32}{7}} = 4\sqrt{\frac{2}{7}} \vartheta_0$$

3) При таком движении, ~~если сразу после удара~~ и до момента удара зависимость  $x(t) = x_{\max i} \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$   $(x_{\max i}$  - максимум после первого удара)  $x(t) = \frac{23}{9} \vartheta_0 \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$  стартует пружина в конкретном случае начнём,  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ , рассмотрим это уравнение при  $x(0) = 0$

$$0 = \frac{23}{9} \vartheta_0 \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \sin(0 \cdot \varphi_0) \Rightarrow \varphi_0 = 0 \Rightarrow x(t) = \frac{23}{9} \vartheta_0 \sqrt{\frac{m}{k}} \sin \omega t$$

До первого удара проходит время  $t_0 = \frac{T}{2} + t_2$ , где  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

~~и~~  $t_2$  - время движения вилла от положения равновесия до ~~самого~~ <sup>(период колеб.)</sup> конца  $x_0 = \frac{23}{9} \vartheta_0 \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \sin \omega t_2 \Rightarrow \vartheta_0 \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{23}{9} \vartheta_0 \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \sin t_2 \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}$  ~~удар~~

отсюда  $t_2 = \frac{\arcsin\left(\frac{9}{23}\right)}{\omega}$ , начнём  $\frac{T}{2} = \pi \sqrt{\frac{m}{k}}$



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**.

- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                                   | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input checked="" 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!

Когда 1 удара, зависимость  $x(t)$  имеет вид:

$$x(t) = x_{\max} \cdot \sin(\omega t + \varphi_1), \text{ где } \varphi_1 \text{ по аналогии с п. 1.}$$

$$\left(\frac{7}{3}\right)^2 m v_0^2 = \frac{k \Delta x_{\max}^2}{2} \Rightarrow \Delta x_{\max} = \frac{7}{3} v_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$$

предположим, что этой зависимости  $x(t)=0$  при  $t=0$ ,

$$\text{тогда, } 0 = \frac{7}{3} v_0 \sqrt{\frac{m}{k}} \sin(0 + \varphi_1) \Rightarrow \varphi_1 = 0 \quad (\text{также можно сделать, так как колебания начальны})$$

Поэтому, время достижения от  $A \leftarrow B$  такое же, как от  $B \leftarrow A$

$$x(t_B) = x_0 = \frac{7}{3} v_0 \sqrt{\frac{m}{k}} \sin \omega t_B \Rightarrow v_0 \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{7}{3} v_0 \sqrt{\frac{m}{k}} \sin \sqrt{\frac{k}{m}} t_B$$

$$\text{тогда } t_B = \sqrt{\frac{m}{k}} \arcsin\left(\frac{3}{7}\right)$$

$$\text{тогда } t_1 = t_0 + t_B = \pi \sqrt{\frac{m}{k}} + \arcsin\left(\frac{9}{23}\right) \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} + \arcsin\left(\frac{3}{7}\right) \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{m}{k}} \left( \pi + \arcsin\left(\frac{9}{23}\right) + \arcsin\left(\frac{3}{7}\right) \right)$$

$$\text{Ответ: для 1) } \Delta x_{\max} = \frac{23}{9} v_0 \sqrt{\frac{m}{k}}; \quad 2) v_3 = \frac{4\sqrt{2}}{7} v_0$$

$$3) t_1 = \sqrt{\frac{m}{k}} \left( \pi + \arcsin\left(\frac{9}{23}\right) + \arcsin\left(\frac{3}{7}\right) \right)$$



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"/> 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 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!

Дано:

$$a, A > 0$$

6127

$$C = \frac{1}{2} R$$

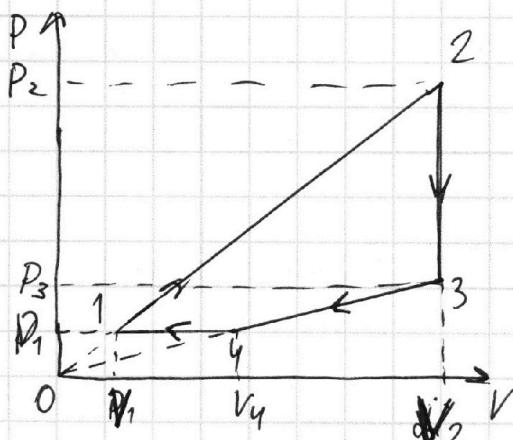
$$\frac{T_2}{T_3} = \frac{72}{5}$$

$$1) C_{23} - ?$$

$$2) A_g - ?$$

$$3) n - ?$$

Дем:



$$1-2: P \sim V$$

$$V_2 = V_3 \quad P_4 = P_1$$

пусть  $P = kV$  т.к.  
тогда  $P_2 = 2P_1$

$$V_2 = 2V_1$$

$$Q_{12} = C \cdot \Delta(T_2 - T_1) = \Delta U_{12} + A_{12}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{i}{2} \sqrt{R}(T_2 - T_1) \neq A_{12}$$

$$A_{12} = S_{\text{цир}_{12}} = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{2}$$

① Но уравнение Менделеева-Капельюговс.:  $PV = \sqrt{RT}$

$$A_{12} = \frac{\sqrt{R}T_2 - \sqrt{R}T_1}{2} = \frac{i}{2} \sqrt{R}(T_2 - T_1) \Rightarrow (\cdot \sqrt{T_2 - T_1}) = \left(\frac{i}{2} + \frac{1}{2}\right) \sqrt{R}(T_2 - T_1)$$

$$\text{тогда } C = \frac{i+1}{2} R = \frac{7}{2} R \Rightarrow i = 6 \Rightarrow \text{шестишаговый цикл}$$

$$1) |Q_{23}| = C_{23} \sqrt{R}T_{23}, \text{ при этом } V = \text{const} \Rightarrow Q_{23} = \Delta U_{23}$$

$$C_{23} \sqrt{R}T_{23} = \frac{i}{2} \sqrt{R}T_2 \Rightarrow C_{23} = \frac{i}{2} R = \frac{6}{2} R = 3R \quad (\text{термодинамич. процесс 23})$$

$$2) A_g = A_{12} + A_{23} + A_{34} + A_{41}$$

$$A_{23} = 0$$

$$A_{12} = \frac{\sqrt{R}(T_2 - T_1)}{2}$$

$$A_{34} = \frac{P_1 V_4 - P_3 V_2}{2}$$

$$A_{41} = P_1 (V_4 - V_1)$$

По закону газов Дальтона  $\frac{PV}{T} = \text{const}$ ,

тогда

$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_3 V_2}{T_3}$$

$$V_3 = V_2 \Rightarrow \frac{P_3 \cdot \Delta V_1}{T_3} = \frac{\Delta P_1 \cdot \Delta V_1}{T_2} \Rightarrow P_3 = \Delta P_1 \frac{T_3}{T_2}$$

$$P_3 = \Delta P_1 \cdot \frac{5}{72} = \frac{5 \Delta P_1}{72}$$

3-4- шестишаговый процесс ( $P \sim V$ ) пусть  $P = \beta V$

$$\text{тогда } \frac{P_3}{V_2} = \beta = \frac{5 \Delta P_1}{72 \Delta V_1} = \frac{5 \Delta P_1}{72 V_1} = \frac{5}{72} \Delta$$

$$\frac{P_3}{V_2} = \frac{P_1}{V_1}$$



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 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!

$$\frac{P_3}{V_2} = \frac{P_1}{V_4} \Rightarrow V_4 = \frac{P_1}{P_3} V_2 = \frac{P_1 \cdot 12}{5 \cdot P_1} \cdot 2V_1 = \frac{12}{5} V_1$$

Перенос в выражениях 2-3:  $Q = Q_{23} = \frac{6}{2} \sqrt{R(T_2 - T_3)}$  (взятое по модулю)  
 $Q = Q_{47} = \frac{6}{2} \sqrt{R(T_4 - T_7)} + P_1(V_4 - V_1) = \frac{6}{2} \sqrt{R(T_4 - T_7)} + \sqrt{R(T_4 - T_7)} =$   
 $= 4 \sqrt{R(T_4 - T_7)}$  используем ⑦ и взятое по модулю

тогда  $4(T_4 - T_7) = 3(T_2 - T_3)$ , т.е.  $T_3 = \frac{5}{12} T_2$

Хотим  $P_1 V_4 = \sqrt{R T_4} = P_1 \cdot \frac{12}{5} V_1$ ,  $P_1 V_1 = \sqrt{R T_1} \Rightarrow T_4 = \frac{12}{5} T_1$

тогда:  $4 \cdot T_1 \left( \frac{12}{5} - 1 \right) = 3 \left( \frac{5}{12} + 1 \right) T_2 \Rightarrow 4T_1 \cdot \frac{7}{5} = \frac{3}{12} \cdot \frac{7}{8} T_2$

отсюда  $T_1 = \frac{5}{36} T_2$   $T_1 = \frac{5}{16} T_2 \Rightarrow T_4 = \frac{12}{5} \cdot \frac{5}{16} T_2 = \frac{3}{4} T_2$

$$Q = 3 \sqrt{R \cdot T_2} \left( 7 + \frac{5}{12} \right) = \frac{7 \sqrt{R T_2}}{4} \cdot (-1)$$

$$A_{34} = \underbrace{\sqrt{R(T_4 - T_3)}}_2 \quad A_{47} = \sqrt{R(T_4 - T_7)} = \sqrt{R T_2} \left( \frac{5}{16} - \frac{3}{4} \right) = \frac{\sqrt{R T_2}}{16} \cdot (-7)$$

$$A_{43} = \frac{\sqrt{R}}{2} T_2 \left( \frac{3}{4} + \frac{5}{12} \right) = -\frac{\sqrt{R T_2}}{6}$$

$$A_{12} = \frac{\sqrt{R}}{2} T_2 \left( 1 - \frac{5}{16} \right) = \frac{11 \sqrt{R T_2}}{32}$$

тогда  $A_g = \frac{11 \sqrt{R T_2}}{32} + \frac{\sqrt{R T_2}}{6} - \frac{7}{16} \sqrt{R T_2} = \frac{\sqrt{R T_2}}{2} \left( \frac{11}{16} - \frac{1}{3} - \frac{7}{8} \right) =$   
 $= \frac{\sqrt{R T_2}}{2} \cdot \left( \frac{25}{48} \right)$ , а.м.к.  $\sqrt{R T_2} = -2Q$ , т.о.  $A_g = -\frac{2Q}{7} \cdot \left( \frac{25}{48} \right) =$   
 $= \frac{25Q}{168}$

$$3) \eta = \frac{A_g}{Q_X} = \frac{A_g}{Q_X + A_g} \quad Q_X = Q_{23} + Q_{34} + Q_{41}, \text{ т.е. } Q_{23} = Q_{41} = Q$$



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  
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!

$$Q_{34} = \frac{6}{2} \sqrt{R(T_4 - T_3)} + \frac{(P_1 V_4 - P_3 V_2)}{2} = \frac{6}{2} \sqrt{R(T_4 - T_3)} + \frac{\sqrt{RT_4} - \sqrt{RT_3}}{2}$$

(поменяли ①)

$$Q_{34} = 4 \sqrt{R(T_4 - T_3)} = 4 \sqrt{R T_2} \left( \frac{3}{4} - \frac{5}{12} \right) = \frac{4 \sqrt{RT_2}}{3}$$

$$\eta = \frac{25Q}{768 \cdot (2Q +$$

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

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

3. Дано:

$$d = 9 \text{ ми}$$

$$\varepsilon_0 = 1$$

$$E(x)$$

$$1) U_0 - ?$$

$$2) \varepsilon - ?$$

Задача:

$$E, \frac{\text{В}}{\text{ми}}$$

$$U_0 = ?$$

$$E(0) = 5$$

$$x, \text{ми}$$

$$2$$

$$4$$

$$6$$

$$8$$

$$x, \text{ми}$$



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  
7 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!

Дано:

L

n

S<sub>1</sub>

R

T

I<sub>1</sub>

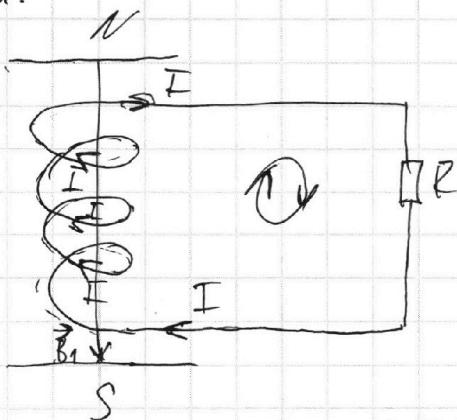
$$1) \frac{dI}{dt} ?$$

$$t = \frac{T}{4}$$

$$2) q_{\text{н}} ?$$

$$3) B_1 ?$$

Найти:



Когда виток вращается  
на  $\alpha$ , в катушке воз-  
никает эдс самоиндук-  
ции, которое определяет  
так в цепи.

$$\mathcal{E}_i = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{dB}{dt} \cdot n \cdot S_1$$

последим,  $\frac{dB}{dt} < 0 \Rightarrow \mathcal{E}_i > 0$  и

Направление создания тока, полученного избыточный  
ток, как показано на рисунке

~~$$\text{По 2 правилу Кулона} \Rightarrow \mathcal{E}_i = I \cdot R = - \frac{dB}{dt} \cdot n \cdot S_1$$~~

~~$$\text{но при этом, } U_L = L \frac{dI}{dt} = \mathcal{E}_i = - \frac{dB}{dt} \cdot n \cdot S_1$$~~

~~$$\text{получим } L \cdot dI = -dB \cdot n \cdot S_1 \text{ проинтегрируем от мгновения}$$~~

$$B_1 \int_0^I dI = -n S_1 \int_0^B dB \Rightarrow LI_1 = B_1 n S_1$$

*вращения  
поля*

$$\text{мгнов. } B_1 = \frac{LI_1}{nS_1}$$

1) Ток витка в катушке возрастает линейно, то

$$\frac{dI}{dt} = \frac{dI}{dt} = \text{const} = \frac{I_1}{T} \quad \text{в любой момент времени}$$

2) Когда поле вращалось, в цепи ток  $I_1$ , последим,  
напряжение на резисторе равно напряжению на ко-  
нцах -  $U_1 = U_2 \Leftrightarrow -L \frac{dI}{dt} = I \cdot R = \frac{dq}{dt} R$  (распишем  $I$  по опреде-  
лению)

$$U_1 = I \cdot R = \frac{dI}{dt} \cdot L - \text{напряжение на катушке}$$



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!

$$\text{множок } -L \int_{I_1}^{\theta} dI = R \int_0^{q_n} dq \Leftrightarrow LI_1 = Rq_n \Rightarrow q_n = \frac{LI_1}{R}$$

3) Запишем 2 правило Куликова для Катушечки:

$$\varepsilon_i = U_L + U_R \Leftrightarrow \text{здесь } -\frac{d\beta}{dt} nS_1 = L \frac{dI}{dt} + R \frac{dq}{dt}$$

множок  $-d\beta nS_1 = L dI + R dq$ , катушечка

$$-nS_1 \int_{B_1}^0 d\beta = L \int_0^{I_1} dI + R \cdot \int_0^{q_1} dq \quad \text{при этом, так как}\\ \text{так расстелить можно,}\\ \text{то } q_1 = \frac{I_1}{2} \cdot \tau$$

$$nS_1 B_1 = LI_1 + \frac{R I_1}{2} \tau \Rightarrow B_1 = \frac{I_1 (1 + \frac{R \tau}{2})}{n S_1}$$

Ответ: 1)  $\frac{dI}{dt} = \frac{I_1}{\tau}$ ; 2)  $q_n = \frac{LI_1}{R}$ ; 3)  $B_1 = \frac{I_1 (1 + \frac{R \tau}{2})}{n S_1}$

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

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

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

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} \left( \frac{1}{\Gamma} + 1 \right)$$

$$f = \text{const}$$

$$f = b \Rightarrow d = \frac{b}{\Gamma}$$

$$\Gamma = \frac{f}{d}$$

$$d = \frac{b}{\Gamma}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{\Gamma}$$

$$\Rightarrow F(\Gamma) = \frac{b}{1 + \Gamma}$$

$$F = \frac{R}{n(n-1)} = \frac{b}{1 + \Gamma} \Rightarrow R(\Gamma) = \frac{n(n-1)b}{1 + \Gamma} = R_0 + \alpha u$$

$$U(\Gamma) = \frac{(n^2 - n)b - R_0(1 + \Gamma)}{\alpha(1 + \Gamma)}$$

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{\left( (n^2 - n)b - R_0 \left( 1 + \frac{1}{3} \right) \right) \left( 1 + \Gamma_2 \right)}{\left( 1 + \frac{1}{3} \right) \left( (n^2 - n)b - R_0(1 + \Gamma_2) \right)} = \frac{\left( \frac{76}{3} - \frac{4}{3} \right) \cdot 24u - 2u \left( 1 + \frac{5}{3} \right) \left( 1 + \frac{1}{3} \right)}{\left( 1 + \frac{5}{3} \right) \left( \left( \frac{76}{3} - \frac{4}{3} \right) \cdot 24u - 2u \cdot \left( 1 + \frac{1}{3} \right) \right)}$$

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

$$\text{Ответ: 1) } F = \frac{R}{n^2 - n} ; 2) \frac{U_2}{U_1} = \frac{1}{3}$$

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

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



8. №7

Дано:

$$n = \frac{4}{3}$$

$$b = 24 \text{ см}$$

$R(U)$ -минимальный

$$R_0 = 2 \text{ см}$$

$$T_1 = \frac{5}{3} \quad U_1$$

$$T_2 = \frac{1}{3} \quad U_2$$

1)  $F(n, R)$ ?

2)  $U_2$ ?

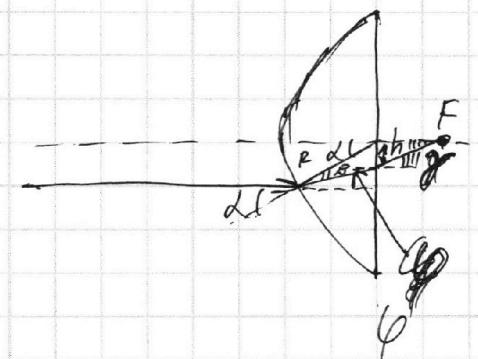
$$\overline{U_1}$$

3)  $E_1$ ?

$$\overline{E_2}$$

Решение:

1)



все чёрные - малые  
(из условия, что  
диаметр лучка  
значительно  
меньше расстояния  
от источника до  
линзы.)

Пусть на линзу падает лучок параллельный  
нейней главной оптической оси линзы.

Из рисунка, с учётом, что при малых  
углах:  $\sin \alpha \approx \tan \alpha$  и  $n \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$   
 $\alpha = n \beta$  ( $n \gg 1 \Rightarrow \beta \ll \alpha$ )

$$\varphi = 180^\circ - \beta - (180^\circ - \alpha) = \alpha - \beta$$

$$n \varphi = \gamma$$

$$h = F \sin \varphi = R \sin \alpha - R \sin \beta$$

$$h = F \sin \varphi = F$$

$$h = F \cdot \gamma = R \cdot \alpha - R(\alpha - \beta)$$

$$F \cdot n \cdot (\alpha - \beta) = R \cdot \beta = R \cdot \frac{\alpha}{n} \Leftrightarrow F \cdot (n\alpha - \alpha) = R \cdot \frac{\alpha}{n}$$

$$F = \frac{R}{n^2 - n}$$

$$2) R(U) = \text{минимальный при } U=0 \quad R=R_0 \Rightarrow R(U)=R_0 + dU$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{F} = \frac{1}{R} - \text{коэффициент толчковой линзы при этом } f = Td$$



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. Дано:

$m$

$K$

$\tau_0$

$\frac{23\tau_0}{g}$

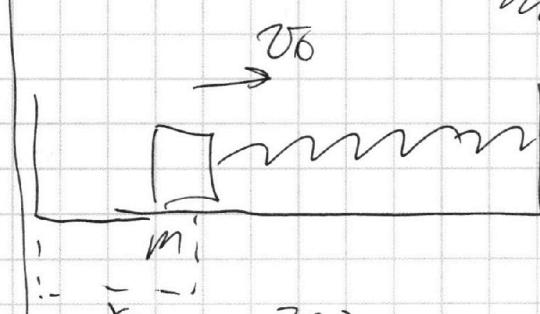
$\tau_1 = \frac{7\tau_0}{3}$

1)  $\Delta x_{\max}$ ?

2)  $\tau_2$ ?

3)  $t_1$ ?

Дано:



Задача:

$m$

1)  $\Delta x_{\max}$  при

$$\frac{23\tau_0}{9}$$

Задача:

$$\frac{m \cdot 23^2 \tau_0^2}{8 \cdot 9^2} = \frac{K X_{\max}^2}{R}$$

$$X_{\max} = \frac{23\tau_0}{9} \sqrt{\frac{m}{K}}$$

Через 1 уравнам:

$$\frac{m \cdot 23^2 \tau_0^2}{2 \cdot 9^2} - \frac{m \tau_0^2}{2} = \frac{m \tau_0^2}{2} \left( \frac{23^2}{9^2} - \frac{9^2}{9^2} \right) =$$

$$= \frac{m \tau_0^2 \cdot 14.32}{2 \cdot 9^2} = \frac{m 49 \tau_0^2}{9 \cdot 2} \cdot K$$

$$\frac{m \tau_0^2 \cdot 14.32}{2 \cdot 9^2} = \left( \frac{m \cdot 49 \tau_0^2}{2 \cdot 9} - \frac{m \tau_0^2}{2} \right) K = \frac{m \tau_0^2}{2} \left( \frac{40}{9} \right) K$$

$$K = \frac{14.32 \cdot 2 \cdot 9}{2 \cdot 9^2 \cdot 40} = \frac{56}{45}$$

$$\frac{m \tau_0^2}{2} \cdot \frac{40}{9} = \left( \frac{m \tau_0^2}{2} - \frac{m \tau_0^2}{2} \right) K = \frac{m}{2} \cdot \frac{56}{45} (\tau^2 - \tau_0^2)$$

$$\frac{40}{9} \tau_0^2 + \frac{56}{45} \tau_0^2 = \frac{56}{45} \tau^2 \Leftrightarrow \tau^2 = \frac{40}{9} \cdot \frac{45}{56} + \tau_0^2 = \frac{32}{7} \tau_0^2$$

$$\tau = \sqrt{\frac{32}{7}} \tau_0$$

$$3) T = 2\pi \sqrt{\frac{K}{m}}$$

const при ускорениях

$$\frac{E_k g_0}{E_k \text{ земле}} = K$$

$$(23-9)(23+9) \\ 14 \cdot 32$$

$$\frac{14.32 \cdot 2}{2 \cdot 9 \cdot 56} = \frac{56}{45}$$

$$\frac{5 \cdot 40 \cdot 9 \cdot 2}{2 \cdot 56} = \frac{25}{7} + 1 = \frac{32}{7}$$



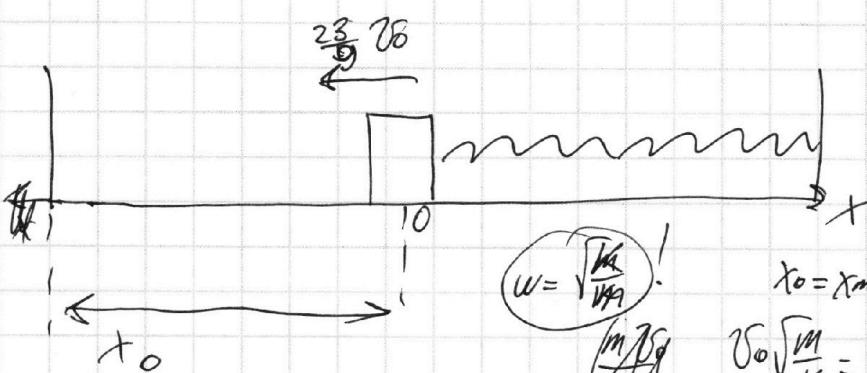
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

$$x(t) = x_{\max} \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$$



$$x(0) = 0 = x_{\max} \sin(\varphi_0) \Rightarrow$$

$\varphi_0 = 0$ !  
то 1 угадал

$$x(t_2) = x_0 = x_{\max} \sin \omega t_2$$

$$x_0 = x_{\max} \sin \omega t_2$$

$$v_0 \sqrt{\frac{m}{k}} = 20 \cdot \frac{23}{9} \sqrt{\frac{m}{k}} \sin \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot t_2$$

$$\sin t_2 \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{9}{23} \Rightarrow t_2 \sqrt{\frac{m}{k}} = \arcsin \frac{9}{23} = t_2 = \arcsin \frac{9}{23} \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$

наше 1 угадал:  $\frac{K x_{\max}^2}{2} = \frac{m \cdot 7^2 v_0^2}{2 \cdot 3^2}$   $\Rightarrow x_{\max} = \frac{7 v_0}{3} \sqrt{\frac{m}{k}}$

$$x(t) = x_{\max} \sin \omega t_3 = x_0 \quad \frac{7 v_0}{3} \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \sin \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot t_3 = 20 \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\sin \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot t_3 = \frac{3}{7} \Rightarrow t_3 = \arcsin \frac{3}{7} \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$t_1 = \pi \sqrt{\frac{m}{k}} + \arcsin \frac{9}{23} \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} + \arcsin \frac{3}{7} \sqrt{\frac{m}{k}} = \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \left( \pi + \arcsin \frac{9}{23} + \arcsin \frac{3}{7} \right)$$

2.

$$\frac{P_2}{V_2} = \frac{P_1}{V_1} = 2$$

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

$$7T_4 = 6T_2 + T_3 = \frac{72}{5} T_3 + T_3 = \frac{72}{5} T_3$$

$$T_4 = \frac{11}{5} T_3$$

$$Q_{23} = 3R \quad \Delta T_{23} = 3R \sqrt{T_2 - T_3}$$

$$Q_{43} = 3R \sqrt{T_4 - T_3} + P_1 V_4 - P_3 V_3 = \\ = 3R \sqrt{T_4 - T_3} + \sqrt{2R(T_4 - T_3)^2} = \\ = \frac{7}{2} R \sqrt{T_4 - T_3} = \frac{7}{2} R (T_2 - T_3)$$

$$7(T_4 - T_3) = 6(T_2 - T_3)$$

$$T_2 = \frac{72}{5} T_3$$



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!

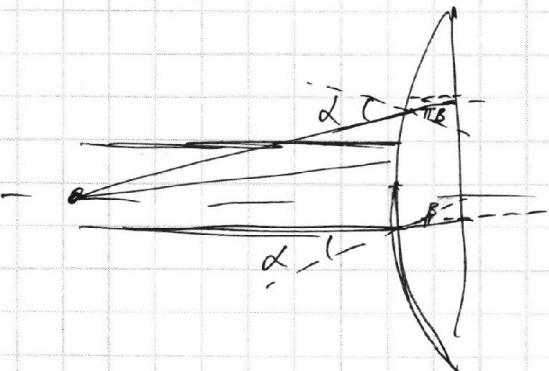


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

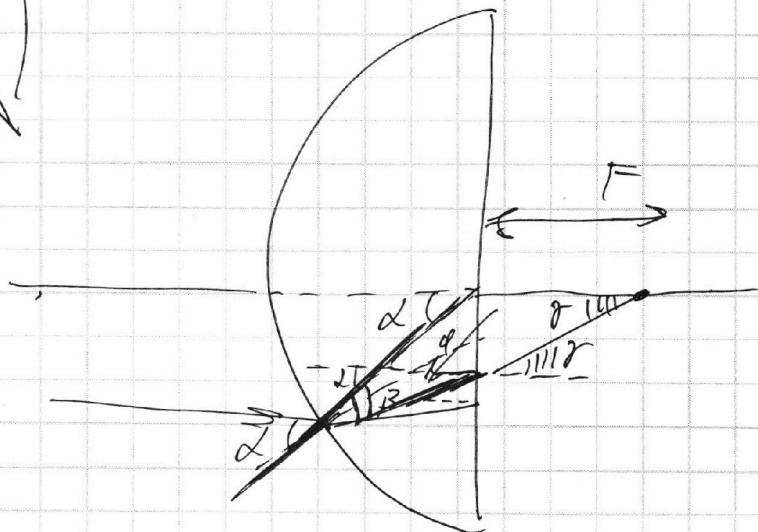
СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

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!



$$\alpha = n\beta$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$



$$\gamma + \beta = \alpha \Rightarrow \gamma = \alpha - \beta \quad \alpha = n\beta \quad \frac{\beta}{\alpha} = \frac{1}{n}$$

$$180^\circ - \beta - (180^\circ - \alpha) = \alpha - \beta = \gamma$$

$$n\gamma = \delta$$

$$F \cdot \sin \delta = R \sin \alpha - R \cdot \sin(\alpha - \beta)$$

$$F \cdot n \cdot (\alpha - \beta) = R (\alpha - \alpha + \beta) = R \beta = R n \alpha$$

$$\frac{4}{3} \left( \frac{4}{3} - 1 \right) = \frac{4}{3} \cdot \frac{1}{3} \cdot 24 \quad F = R \frac{\alpha}{\alpha - \beta} = R \frac{\alpha}{1 - \frac{\beta}{\alpha}} = R \frac{\alpha}{1 - \frac{1}{n}} = \frac{R n}{n - 1}$$

$$\frac{\left( \frac{4}{3} \cdot 24 - 2 \cdot \frac{8}{3} \right) \cdot \frac{8}{3}}{2 \frac{8}{3} \left( \frac{4}{3} \cdot 24 - 2 \cdot \frac{4}{3} \right)} = \frac{8}{3} \cdot \frac{4 \cdot 8}{3 \cdot 16} = \frac{8}{3} \cdot \frac{1}{3} = \frac{8}{9}$$

$$\frac{2 \frac{8}{3} \cdot 2}{8 \cdot \frac{8}{3} \left( \frac{8-2}{6} \right)} = \frac{2}{8} = \frac{1}{4}$$

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"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

$$Q_{14} = Q_{23} \quad Q = I^2 R_{\text{дат}} \quad \frac{12}{5} - 1 = \frac{12}{5} - \frac{5}{5} = \frac{7}{5} \quad 1 - \frac{5}{12} = \frac{12-5}{12} = \frac{7}{12}$$

$\downarrow$   
 $P = \text{const}$

$$Q_{14} = \frac{6}{2} \sqrt{R(T_1 - T_4)} + P_1(V_1 - V_4) = \sqrt{R(T_1 - T_4)} =$$

$$\frac{9T_1}{5} = \frac{3}{72} T_2$$

$$T_1 = \frac{5}{12} T_2$$

$$T_2 = 2^2 T_7$$

$$\Rightarrow T_7 = \frac{T_2}{2^2} = \frac{12 T_3}{5 \cdot 2^2}$$

$$U_L = I \cdot R$$

$$\frac{dI}{dt} \cdot L = \frac{dU}{dt}$$

$$P_1 V_1 = \sqrt{R T_1} \quad P_2 V_2 = \sqrt{R T_2} \quad P_3 V_3 = \sqrt{R T_3} \quad P_4 V_4 = \sqrt{R T_4}$$

$$\frac{P_3}{V_3} = \frac{P_1}{V_1}$$

$$\text{и } P_1 \frac{5 \cdot 2 \cdot P_1}{T_2 \cdot V_1} = \frac{P_1}{V_4} \Rightarrow V_4 = \frac{12 V_1}{5}$$

$$P_1 V_1 \cdot \frac{12}{5} = \sqrt{R T_4} = \frac{12}{5} \sqrt{R T_1} \Rightarrow T_4 = \frac{12}{5} T_1 = \frac{3}{5} \cdot \frac{3}{4} T_2 = \frac{9}{5} T_2$$

$$4 \left( \frac{12}{5} - 1 \right) T_1 = 3 \cdot \left( \frac{12}{5} - 1 \right) T_2$$

$$Q = 3 \sqrt{R} (T_2 - T_3) = 3 \sqrt{R} \cdot \frac{1}{2} \left( 1 - \frac{5}{12} \right) = \sqrt{R} T_2$$

$$4 \cdot \left( \frac{12}{5} - 1 \right) T_1 = 3 T_2 \left( 1 - \frac{5}{12} \right) = \frac{1}{4} T_2 \cdot 7 \Rightarrow T_1 = \frac{7}{12} T_2$$

$$T_4 = \frac{12}{5} T_1 = \frac{12 \cdot 7}{5 \cdot 12} T_2 = \frac{21}{20} T_2$$

$$\frac{dI}{dt} = \text{const} \Rightarrow \frac{I_1}{t^2} \quad t = \frac{17}{4}$$

$$\frac{11}{16} - \frac{1}{3} - \frac{7}{8} = \frac{11-14}{16} - \frac{1}{3} = \frac{3}{4} - \frac{5}{12} - \frac{9-5}{12} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3}$$

$$-\frac{3}{16} - \frac{7}{3} = -\frac{9-16}{48} = -\frac{25}{48}$$

$$\frac{1}{16} - \frac{7}{8}$$