



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-05

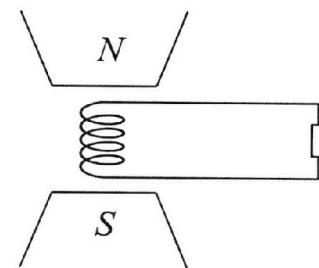


В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

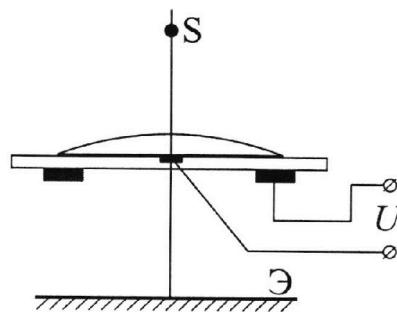
4. Катушка с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля направлены перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ . За время выключения ток в катушке возрастает линейно от нуля до I_1 .

- 1) Найти скорость возрастания тока через время $\tau/3$ от начала выключения.
- 2) Найти заряд q , протекший через резистор от момента начала выключения поля до момента, когда ток через резистор станет нулевым.
- 3) Найти индуктивность L катушки.

Сопротивлением катушки и соединительных проводов пренебречь.



5. Капля электропроводящей прозрачной жидкости с показателем преломления $n = 1,4$ покоятся 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 $b = 6$ 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. Если светодиод на высоте $a_1 = 12$ см над каплей, то изображение на экране при $U_1 = 1$ В. Если светодиод на высоте $a_2 = 18$ см, то изображение на экране при напряжении $U_2 = 2$ В.



- 1) Выведите формулу для фокусного расстояния F плосковыпуклой тонкой линзы в зависимости от радиуса кривизны R и показателя преломления n .
- 2) Определите радиус кривизны R_0 капли при нулевом напряжении.
- 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.



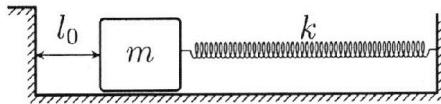
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-05



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

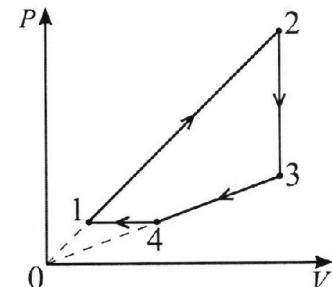
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k . На расстоянии l_0 от тела находится вертикальный уступ, как показано на рисунке. Сжимая пружину на $11l_0/4$, тело придвигают к стене и отпускают без начальной скорости. После первого удара тела о уступ максимальное сжатие пружины оказалось $5l_0/2$. 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 скорость тела при прохождении положения равновесия перед первым ударом.
- 2) Определите величину максимального сжатия пружины после второго удара.
- 3) Сколько времени прошло между моментом отпускания тела и моментом максимального сжатия пружины после первого удара?

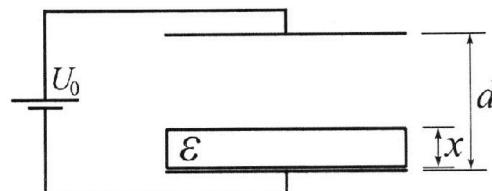
В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

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 3-4 равна $C = 3R$, R – универсальная газовая постоянная. Отношение температур $T_4/T_1 = 5/2$.

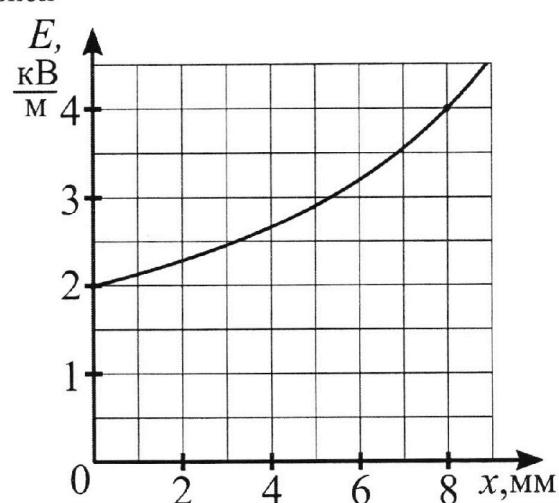


- 1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 4-1.
- 2) Найти работу газа за цикл.
- 3) Найти КПД цикла.

3. Плоский конденсатор подсоединен к источнику постоянного напряжения. Расстояние между обкладками $d = 12$ 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.



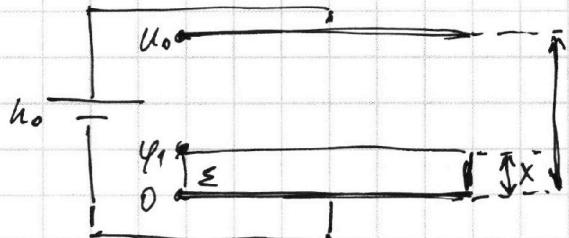
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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

13 Задача



$$U_0 - \varphi_1 = E(d-x)$$

$$\varphi_1 - 0 = \frac{E}{\varepsilon} x$$

$$U_0 = E(d-x) + \frac{E}{\varepsilon} x$$

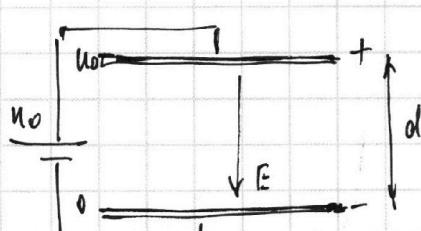
Рассмотрим потенциалы
но. 41, 0

Используеме формулу
 $E = \frac{U}{d}$ - в общем виде!

$$U_0 = (U_0 - \varphi_1) + (\varphi_1 - 0)$$

напряженность в изолированной
ровна $\frac{E}{\varepsilon}$, т.к. напряженность
менее в ε изолирована в ε
раз меньше, чем в воздухе

1) рассмотрим случай $x=0$:



$$(U_0 - 0) = U_0 = E_1 \cdot d$$

$$U_0 = 0,012 \cdot 2 \cdot 10^3 = \\ = 2 \cdot 12 = 24 \text{ В}$$

E_1 - напряжение
надр. при $x=0$
 $E_1 = 2 \cdot 10^3 \frac{\text{В}}{\text{м}}$

2) U_0 - постоянное величина, не зависит от
 x и ε

$$U_0 = E(d-x) + \frac{Ex}{\varepsilon} \cdot Ed - Ex + \frac{Ex}{\varepsilon} \Rightarrow Ed + Ex \frac{1}{\varepsilon}$$

$$\Rightarrow \frac{Ex}{\varepsilon} = U_0 - Ed + Ex \Rightarrow \varepsilon = \frac{Ex}{U_0 - Ed + Ex} \cdot \frac{1}{\frac{Ex}{\varepsilon} - \frac{d}{x} + 1}$$

Возьмем тот же из граничные $E(x)$, где оде величина
не нулевое ($4 \cdot 10^3 \frac{\text{В}}{\text{м}} ; 8 \cdot 10^{-3} \text{ м}$)

$$\varepsilon = \frac{1}{\frac{24}{4.8} - \frac{412}{8} + \frac{32}{8}} = \frac{32}{24 - 48 + 32} = \frac{32}{8} = 4$$

Ответ: 1) $U_0 = 24 \text{ В}$ 2) $\varepsilon = 4$



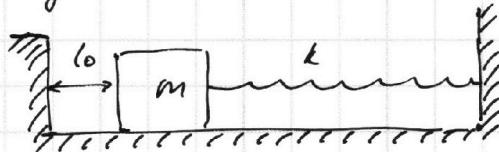
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

Задача 17



м; к; л

рассмотрим 2 положения
массы.

1 - пружину сжали на $\frac{11l_0}{4}$ 2 - тело бросили
вдруг и
масса стала l_0 ,
в 2 положении 2 пружина растянула на l_0
зад:

$$\frac{121}{16 \cdot 2} k l_0^2 = \frac{k l_0^2}{2} + \frac{m \omega_1^2}{2} \quad \frac{121}{16} k l_0^2 - k l_0^2 = m \omega_1^2$$

$$\frac{105}{16} k l_0^2 = m \omega_1^2 \Rightarrow \omega_1^2 = \frac{105}{16} \frac{k l_0^2}{m} \quad E_{k1} = \frac{m \omega_1^2}{2} = \frac{105}{32} k l_0^2 -$$

использовалась энергия
до того удара

1) Зад: $\underbrace{\frac{121}{16 \cdot 2} k l_0^2}_{\text{стационарное положение пружины}} = \underbrace{\frac{m \omega_0^2}{2}}_{\text{стационарное положение равновесия}}$

стационарное положение равновесия
называемое $E_{k1} = 0$ - энергия пружин
состоит из $E_{k1} = 0$

$$\frac{221}{16} k l_0^2 = m \omega_0^2 \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{121}{16} \frac{k l_0^2}{m}} = \frac{11 l_0}{4} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

2) Зад: $E_{k2} + \underbrace{\frac{k l_0^2}{2}}_{\text{стационарное}} \neq \underbrace{\frac{25}{4 \cdot 2} k l_0^2}_{\text{максимальное}}$

стационарное
после удара

после удара $E_k = 0$

$$E_{k2} = \frac{21}{8} k l_0^2$$

$$\frac{E_{k1}}{E_{k2}} = \frac{5 \cdot 105}{32 \cdot 21} = \frac{5}{4}$$

отношение кинетической
энергии до и после удара.
постоянное величина

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 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!

$$3C7: \frac{25}{4 \cdot 2} \cdot k l_0^2 = E_{k3} + \frac{k l_0^2}{2}$$

макс. сжатие
пружинки после
того удара

$$E_{k3} = \frac{25}{8} k l_0^2 - \frac{9/4 k l_0^2}{2} = \frac{21}{8} k l_0^2 = E_{k2}$$

$$\frac{E_{k3}}{E_{k4}} = \frac{5}{4} \Rightarrow E_{k4} = \frac{4}{5} E_{k3} = \frac{4 \cdot 21}{5 \cdot 82} k l_0^2 = \frac{21}{10} k l_0^2 -$$

- кинетическая энергия сразу после этого
удара

$$3C7: E_{k4} + \frac{k l_0^2}{2} = \frac{k l_1^2}{2}$$

сразу после
того удара

макс. сжатие после этого
удара

$$\frac{k l_1^2}{2} = \frac{5 k l_0^2}{2} + \frac{21}{10} k l_0^2 = \frac{26}{10} k l_0^2$$

$$l_1^2 = \frac{26}{5} l_0^2$$

$$l_1 = l_0 \sqrt{\frac{26}{5}} - \text{макс. сжатие пружинки после}
того удара$$

$$3) x = x_0 \cdot \cos \omega t \quad \text{здесь} \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

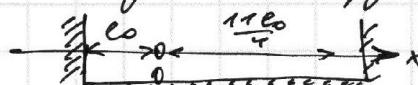
$$\cos \omega t = \frac{x}{x_0}$$

$$\omega t = \arccos \frac{x}{x_0} \Rightarrow t = \frac{\arccos \frac{x}{x_0}}{\omega}$$

x - координата тела в момент t
 x_0 - начальное положение координаты

расстояние пролета тела в
исходном состоянии тела до того удара

$$x_0 = \frac{11}{4} l_0 \quad x = -l_0$$

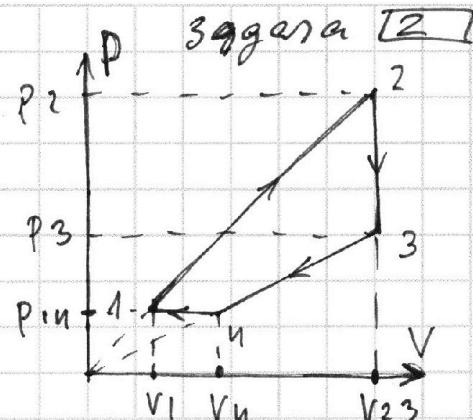


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

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



$$\alpha_{23} = -\alpha \quad \alpha_{41} = -\alpha \quad \frac{T_4}{T_1} = \frac{5}{2}$$

отсюда $\alpha = \text{const}$

$$\begin{aligned} \alpha_{41} &= -\alpha = \Delta U_{41} + A_{41} = \\ &= \frac{5}{2} \partial R \Delta T_{41} \Rightarrow = \frac{5}{2} \partial R (T_1 - T_4) \\ \alpha &= \frac{5}{2} \partial R (T_4 - T_1) = \frac{5}{2} p_{1u} (v_4 - v_1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (2-3) \quad -\alpha &= \alpha_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}^{\circ} \quad |A_{23}| = p_{1u} (v_4 - v_1) = \frac{2}{5} \alpha \\ -\alpha &= \frac{3}{2} \partial R (T_3 - T_2) \end{aligned}$$

$$\alpha = \frac{3}{2} \partial R (T_2 - T_3) = \frac{3}{2} (p_2 v_{23} - p_3 v_{23}) = \frac{9}{4} p_3 v_{23} \Rightarrow p_3 v_{23} = \frac{4}{9} \alpha$$

(1-2) $p = \alpha V$ α -установленный коэффициент пропорциональности

$$\begin{aligned} p_{1u} = v_1 \cdot \alpha &\Rightarrow \frac{p_{1u}}{p_2} = \frac{v_1}{v_{23}} \Rightarrow p_{1u} v_{23} = p_2 v_1 \quad (1) \\ p_2 = \alpha v_{23} & \end{aligned}$$

(3-4) $p = \beta V$ β -установленный коэффициент пропорциональности

$$\begin{aligned} p_{1u} = \beta v_4 &\Rightarrow \frac{p_{1u}}{p_3} = \frac{v_4}{v_{23}} \Rightarrow p_{1u} v_{23} = p_3 v_4 \quad (2) \\ p_3 = \beta v_{23} & \end{aligned}$$

$$p_2 v_1 = p_3 v_4 \quad \leftarrow \text{из } (1) \text{ и } (2) \quad \frac{v_4}{v_1} = \frac{p_2}{p_3} = \frac{5}{2}$$

$$\frac{p_{1u} v_1}{T_1} = \frac{p_{1u} v_4}{T_4} \quad \frac{v_4}{v_1} = \frac{T_4}{T_1} = \frac{V_4}{V_1} = \frac{5}{2}, \text{ т.к. } \frac{PV}{T} = \text{const}$$

2) $A_y = |A_{12}| - |A_{34}| - |A_{41}|$ - площадь под графиком

$$|A_{34}| = \frac{p_3 + p_{1u}}{2} (v_{23} - v_4) = \frac{p_3 v_{23}}{2} - \frac{p_3 v_4}{2} + \frac{p_{1u} v_{23}}{2} - \frac{p_{1u} v_4}{2}$$

$$= \frac{p_3 v_{23}}{2} - \frac{p_{1u} v_4}{2} = \frac{1}{2} \partial R (T_3 - T_4) =$$

$$T_3 - \text{температура в состоянии 3} = \frac{1}{2} (p_3 v_{23} - \frac{5}{2} p_{1u} v_4) \quad \text{из } (2)$$

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

1 2 3

4 5 6 7

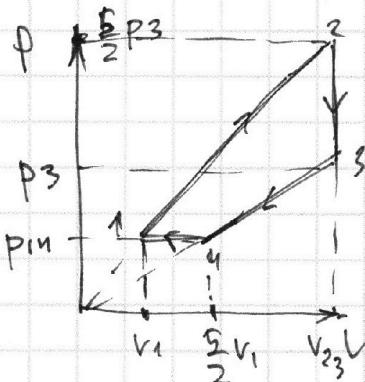
СТРАНИЦА
2 из 2

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

$$|A_{12}| = \left(\frac{p_{14}}{2} + \frac{p_2}{2} \right) (V_{23} - V_1) = \frac{p_{14}V_{23}}{2} - \frac{p_{14}V_1}{2} + \frac{p_2V_{23}}{2} - \frac{p_2V_1}{2}$$

и т.д. можно сообразить

$$|A_{12}| = \frac{1}{2} \partial R (T_2 - T_1) = \frac{1}{2} \left(\frac{5}{2} p_3 V_{23} - p_{14} V_1 \right)$$



$$\begin{aligned} |A_{12}| - |A_{34}| &= \frac{1}{2} \left(\frac{5}{2} p_3 V_{23} - p_{14} V_1 - p_3 V_{23} + \frac{5}{2} p_{14} V_1 \right) = \\ &= \frac{1}{2} \left(\frac{3}{2} p_3 V_{23} + \frac{3}{2} p_{14} V_1 \right) = \\ &= \frac{3}{4} (p_3 V_{23} + p_{14} V_1) = \\ &= \frac{3}{4} \left(\frac{4}{9} Q + \frac{4}{15} Q \right) = \frac{8}{9} Q - \frac{32}{45} Q = \frac{8}{15} Q \end{aligned}$$

$$p_{14}(V_n - V_1) = \frac{2}{5} Q = \frac{3}{2} p_{14} V_1 \Rightarrow p_{14} V_1 = \frac{4}{15} Q$$

$$A_y = \underbrace{|A_{12}|}_{\frac{8}{15} Q} - \underbrace{|A_{34}|}_{\frac{2}{5} Q} = \frac{8}{15} Q - \frac{3}{2} \frac{2}{5} Q = \frac{2}{15} Q$$

$$3) \eta = \frac{A_y}{Q_H} \quad A_y = \frac{2}{15} Q$$

В процессах 23 и 41 тепло отбирает.

В процессе 34 $A_2 < 0$ $\Delta U < 0 \Rightarrow Q_{34} < 0$

$$\Delta H = Q_{12}$$

$$\begin{aligned} Q_{12} &= \Delta H_{12} + A_{12} = \frac{3}{2} \partial R (T_2 - T_1) + A_{12} = \\ &= \frac{3}{2} (p_2 V_{23} - p_{14} V_1) + \frac{1}{2} (p_2 V_{23} - p_{14} V_1) = \\ &= 2 \left(\frac{5}{2} p_3 V_{23} - p_{14} V_1 \right) = 2 \left(\frac{5}{2} \cdot \frac{4}{9} Q - \frac{4}{15} Q \right) = 2Q \left(\frac{20}{18} - \frac{6}{15} \right) = \\ &= 2Q \cdot \frac{(100-24)}{90} = \frac{76}{45} Q = Q_H \end{aligned}$$

$$\eta = \frac{A_y}{Q_H} = \frac{\frac{2}{15} Q}{\frac{76}{45} Q} = \frac{6}{76} = \frac{3}{38} \quad \text{Ответ: 2) } A = \frac{2}{15} Q \quad 3) \eta = \frac{3}{38}$$



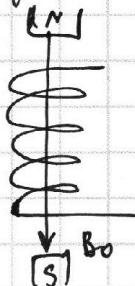
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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
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!

Задача 4)



$$1) \mathcal{E}_{\text{вих}} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(BS)}{dt} = -\frac{dB \cdot S_1}{dt}, \quad \frac{dB = B_0}{dt} = \pi$$

$$\mathcal{E}_{\text{вих}} = \frac{B_0 S_1}{t}$$

$$\mathcal{E}_k = n \cdot \mathcal{E}_{\text{вих}} = \frac{n B_0 S_1}{t}, \quad - \text{эдс индуцируемая в катушке за время вспомогательное}$$

$$\mathcal{E}_k = -\frac{dB}{dt} n S_1$$

$$\mathcal{E}_k = IR$$

$$3) U = I' L \Rightarrow L = \frac{U}{I'} = \frac{U dt}{dI}$$



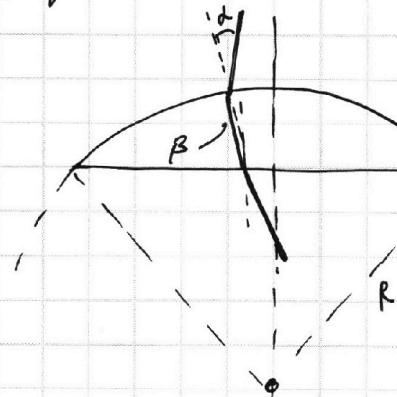
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" 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!

Задача 51

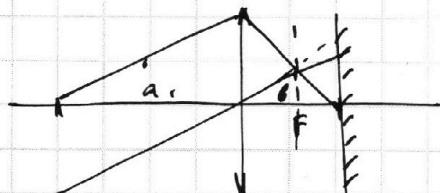


α - угол падения луча
не поглощается

β - угол преломления

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$$

если же приведено - радиус
окруженности, т.е. радиус кривизны
составляет с другим радиусом



$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$ характеристика линзы

$$f = \frac{ab}{a+b} \quad b = \text{const} - \text{расстояние об}$$

линзой от изображения

$R(u)$ - минимальное значение

радиуса линзы

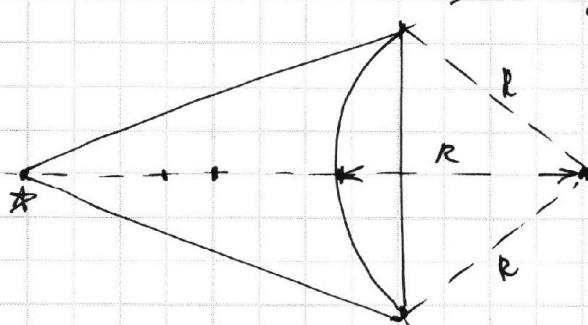
$$R = k u + m \quad k - \text{градиент крив.}$$

m - коэффициент

$$R_1 = k u_1 + m = k + m$$

$$R_2 = k u_2 + m = 2k + m = R_1 + k \quad \text{при } u_1, f_1 = \frac{a_1 b}{a_1 + b} = 4 \text{ см}$$

$$\text{при } u_2, f_2 = \frac{a_2 b}{a_2 + b} = 4,5 \text{ см}$$





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!

$$t_1 = \frac{\arcsin \frac{v_0}{\sqrt{k/m}} - \frac{\pi}{2}}{\sqrt{k/m}} \quad \begin{aligned} & \text{- время движения с} \\ & \text{моментом отпускания} \\ & \text{по горизонтали} \end{aligned}$$

расстояние пролета до горизонта
по горизонтали отпускается на $\frac{5}{2} l_0$

$$x_0 = \frac{5}{2} l_0 \quad x = -l_0 \quad \frac{x}{x_0} = \frac{-l_0}{\frac{5}{2} l_0} = -\frac{2}{5}$$

$$t_2 = \frac{\arccos \frac{2}{5}}{\sqrt{k/m}}$$

$$x = x_0 \cdot \cos(\omega t)$$

$$\omega t = \arccos \frac{x}{x_0} \quad t_2 = \frac{\arccos \frac{2}{5}}{\sqrt{k/m}}$$

$$t = t_1 + t_2 = \sqrt{\frac{m}{k}} \left(\arcsin \frac{4}{7} + \arccos \frac{2}{5} \right)$$

$$\text{решение: 1) } v_0 = \frac{11}{4} l_0 \sqrt{\frac{k}{m}} \quad 2) \quad l_2 = l_0 \sqrt{\frac{26}{5}}$$

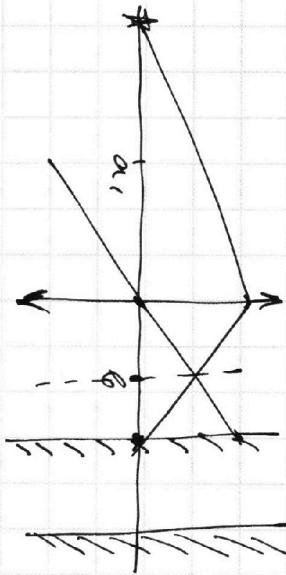
$$3) \quad t = \sqrt{\frac{m}{k}} \left(\arcsin \frac{4}{7} + \arccos \frac{2}{5} \right)$$



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 7СТРАНИЦА
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!



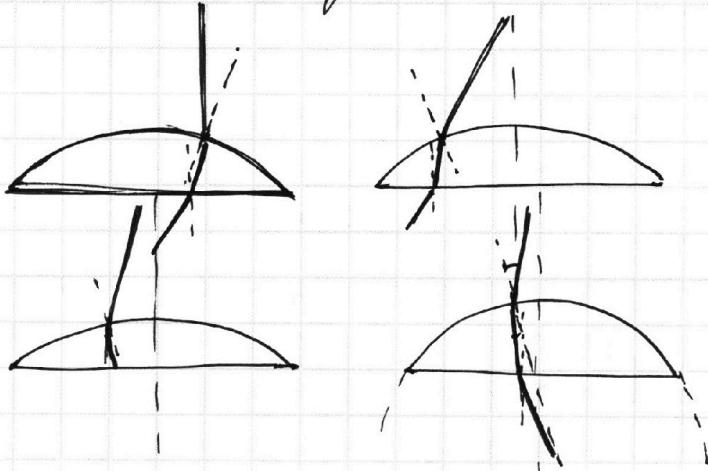
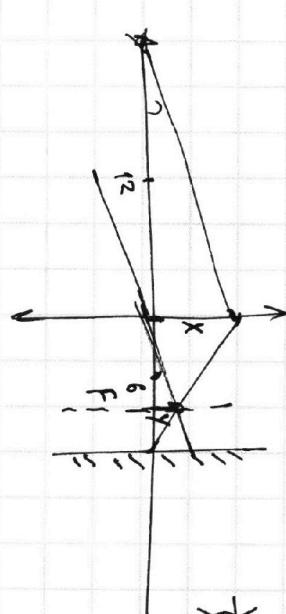
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \quad \rho = \frac{ab}{a+b} \quad \rho = \text{const}$$

$$R = d\mu + \rho \quad F_1 = \frac{a,b}{a+b} = \frac{4 \times 6}{18} = 4$$

$$R_1 = d\mu_1 + \rho = d\mu_1 \quad F_1 \text{ при } \mu_1 = 1B$$

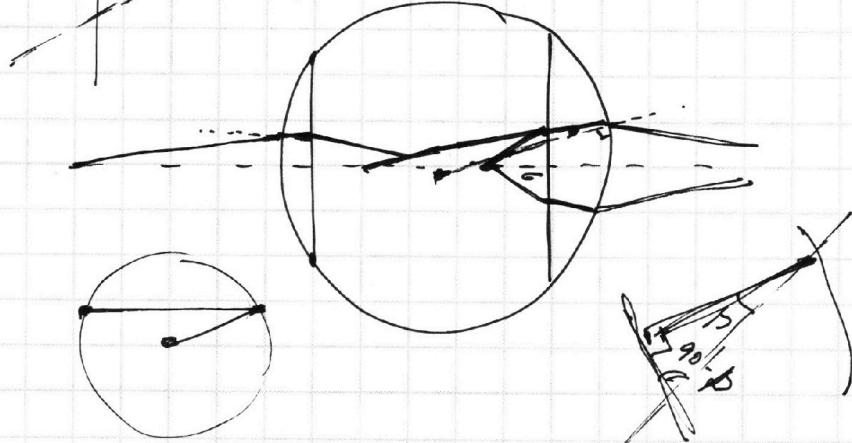
$$R_2 = d\mu_2 + \rho = \frac{a_2 b}{a_2 + b} = \frac{18 - 6}{24} = \frac{3}{2} = 1,5$$

$$F_2 \text{ при } \mu_2 = 2B \quad a \text{ зависит от } R$$



$$\frac{s_m d}{s_m \beta} = n$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{a}{d} + \frac{b}{d} = \frac{a+b}{d} \\ F &= \left(\frac{a}{d} + \frac{b}{d} \right)^{-1} = \frac{d}{a+b} \\ \frac{g}{F} - 1 &= \frac{g}{a+b} \end{aligned}$$





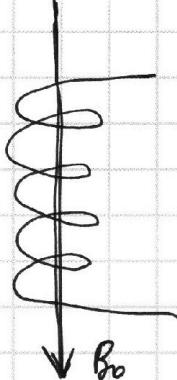
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

$$(4) \quad U = I'L = U_R = IR \quad L = \frac{IR}{I'} \quad Q = BScos\omega t$$



$$E_{\text{вихрь}} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d(Bt)}{dt} = \frac{B'Br}{dt} \cdot S \cdot 3$$

~~E_вихрь~~

$$E_{\text{вихрь}} = E_u = IR \quad I'R = E_u' = \frac{dE}{dt}$$

$$\frac{dI}{dt} - ? \quad E_u = IR \quad -\frac{dB}{dt} NS_1 = IR$$

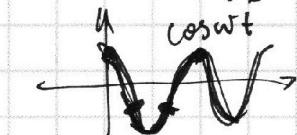
$$\frac{dB}{dt} S_1N = I \left(\frac{\pi}{3} \right) R \quad I \cdot (I')' = \frac{dI}{dt}$$

$$-\frac{dB}{dt} \cdot S_1 \cdot N = IR$$

$$-\frac{dB}{dt^2} \cdot S_1 \cdot N = \left(\frac{dI}{dt} \right) R$$

$$\frac{dI}{dt} = -\frac{S_1 \cdot N}{R} \frac{dB}{dt^2}$$

$$dt = \frac{I}{\frac{dI}{dt}}$$



$$E_u =$$

$$\frac{k \cdot 121k_0^2}{16 \cdot 2} = \frac{k k_0^2}{2} + \frac{m v^2}{2}$$

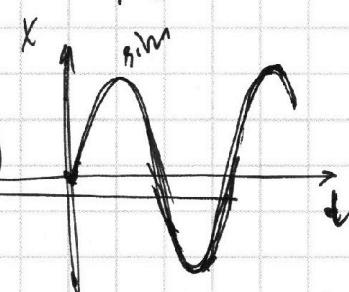
$$\frac{121}{16} k k_0^2 = k k_0^2 + m v^2$$

$$\frac{121}{16} k_0^2$$

$$\sin(X + \frac{\pi}{6}) \quad (\phi_0 = \frac{\pi}{6})$$

$$X = X_0 \cdot \cos(\omega t)$$

$$-l_0 = \frac{1}{2} l_0 \cdot \cos(\omega t)$$



E_{K2} - после того шага

$$E_{K2} + \frac{4/4 k k_0^2}{2} = \frac{25}{4} k k_0^2$$

$$E_{K2} = \frac{21}{8} k k_0^2$$

$$\frac{E_{K1}}{E_{K2}} = \frac{105 \cdot 8}{38 \cdot 21} = \frac{5}{4}$$

$$\frac{25}{4} \cdot k k_0^2 = E_{K3} + \frac{k k_0^2}{2}$$

$$\frac{E_{K1}}{E_{K2}} = \frac{v_1^2}{v_2^2} = \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^2 = \frac{5}{4}$$

$\therefore \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{5}{4}}$

$$\frac{x}{x_0} = \frac{-l_0 \cdot 4}{11 l_0} = -\frac{4}{11}$$



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!

$$\Delta = \Delta U + A$$

$$\Delta_{1,4} = \Delta U_{1,4} + A_{1,4}$$

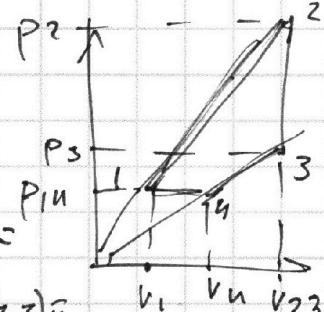
$$-\Delta = \Delta U_{4,1} + A_{4,1}$$

$$\frac{5}{2} \sigma R (T_4 - T_1) = \frac{5}{2} (\sigma R T_4 - \sigma R T_1) = \\ = \frac{5}{2} P_{1,4} (V_4 - V_1)$$

$$-\Delta = \Delta U_{2,3} + A_{2,3}$$

$$\Delta = \frac{3}{2} (P_2 V_{2,3} - P_3 V_{2,3}) = \\ = \frac{3}{2} \left(\frac{5}{2} P_3 V_{2,3} - P_3 V_{2,3} \right) = \\ = \frac{9}{4} P_3 V_{2,3}$$

$$A_{4,1} = (A_{1,2} + A_{2,3}) - |A_{4,1}| = A_{1,2} + A_{2,3} + A_{3,4}$$



$$1-2: \rho = \alpha V$$

$$P_{1,4} = V_1 d$$

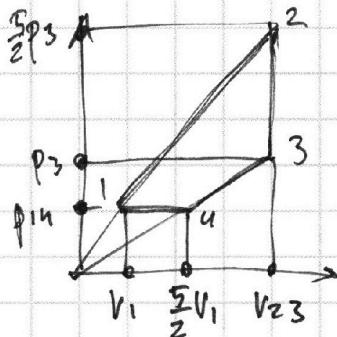
$$P_2 = d V_{2,3}$$

$$\frac{P_{1,4}}{P_2} = \frac{V_1}{V_{2,3}}$$

$$3-4: \rho = \beta V$$

$$P_2 V_1 = P_3 V_4$$

$$\frac{P_2}{P_3} = \frac{V_4}{V_1}$$



$$A_{1,2} = P_2 V_{2,3} - \frac{P_{1,4} + P_2}{2} \cdot (V_{2,3} - V_1)$$

$$A_{3,4} = \frac{P_3 + P_{1,4}}{2} (V_{2,3} - V_1) = \Delta_{1,2} = \Delta U_{1,2} + A_{1,2} =$$

$$= \frac{P_3 \cdot V_{2,3}}{2} + \frac{P_3 V_4}{2} + \frac{P_{1,4} \cdot V_{2,3}}{2} - \frac{P_{1,4} V_1}{2} =$$

$$= \frac{1}{2} (P_3 V_{2,3} - P_{1,4} V_1) = \frac{1}{2} \sigma R (T_3 - T_1)$$

$$|A_{1,2}| = \frac{1}{2} \left(\frac{5}{2} P_3 V_{2,3} - \frac{P_{1,4} V_1}{\cancel{2}} \right) \quad |A_{1,2}| \cdot |A_{3,4}| = \frac{1}{2} \left(\frac{9}{2} P_3 V_{2,3} + \frac{3}{2} P_{1,4} V_1 \right)$$

$$|A_{3,4}| = \frac{1}{2} \left(P_3 V_{2,3} + \frac{5}{2} P_{1,4} V_1 \right) = \frac{3}{4} (P_3 V_{2,3} + P_{1,4} V_1)$$

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 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!

$$\frac{p_{1u}V_1}{T_1} = \frac{p_{1u}V_4}{T_4}$$

$$\frac{3}{2} p_{1u} V_1 = \frac{2}{3} Q$$

$$p_{1u} V_1 = \frac{4}{15} Q$$

~~200~~ + 6 | 2

3-4:

$$\begin{array}{l} A < 0 \\ \Delta U < 0 \end{array} \quad \left. \begin{array}{l} \Rightarrow \\ \Rightarrow \end{array} \right. Q_{34} < 0$$

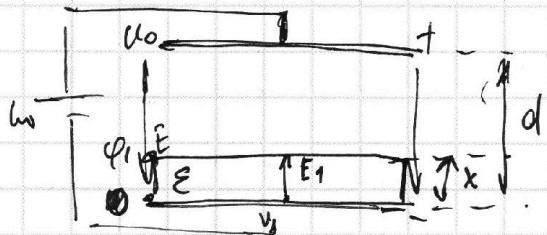
38

$$\frac{3}{2} DR(T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \left(\frac{5}{2} p_3 V_{23} - p_{1u} V_1 \right)$$

$$\begin{array}{r} u \\ 18 \\ \times 5 \\ \hline 90 \end{array} \quad \begin{array}{r} 3 \\ 15 \\ \times 6 \\ \hline 90 \end{array}$$

:

:



$$u_0 = (u_0 - \varphi_1) + (\varphi_1 - 0)$$

$$E = \frac{u}{d} \quad \text{6 общем случае}$$

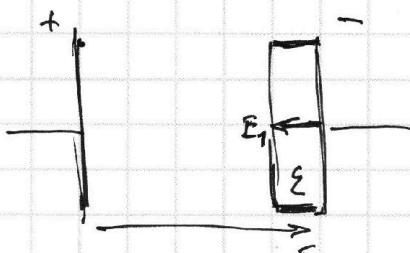
$$u_0 - \varphi_1 = E \cdot (d - x)$$

$$\varphi_1 = 0 = \frac{E}{\varepsilon} (x)$$

$$u_0 = E d - E x + \frac{Ex}{\varepsilon} = Ed + Ex \left(\frac{1}{\varepsilon} - 1 \right) = \text{дел}$$

$$= E \left(d + \frac{x}{\varepsilon} - 1 \right)$$

$$E = \frac{q}{\varepsilon_0 S}$$



$$E' = E - E_1 = \frac{E}{\varepsilon}$$

$$E_1 = E - \frac{E}{\varepsilon} = E \left(1 - \frac{1}{\varepsilon} \right)$$

~~24~~
~~56~~
~~56~~
~~48~~
8

$$\varepsilon = \frac{1}{\frac{24}{4 \cdot 8} - \frac{4 \cdot 12}{8} + \frac{32}{8}} = \frac{32}{24 - 48 + 32} = \frac{32}{8} = 4$$