



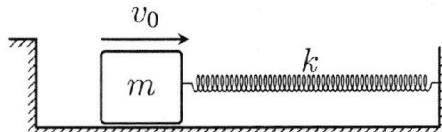
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## Вариант 11-06



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

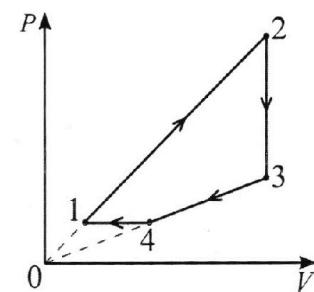
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой  $m$  прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью  $k$  (см. рис.). Уступ находится на таком расстоянии от тела, что если тело прижать к уступу и отпустить без начальной скорости, то положение равновесия тело пройдёт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

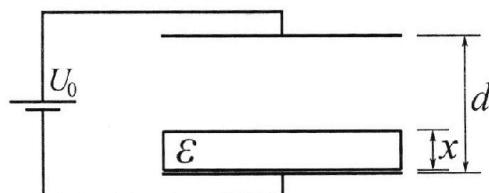
В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

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  $T_2/T_3 = 12/5$ .

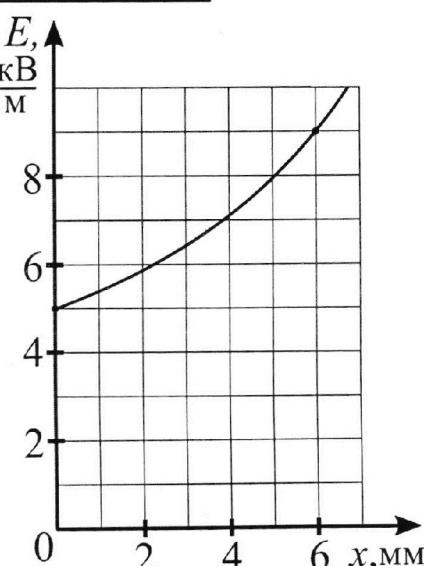


- 1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 2-3.
- 2) Найти работу газа за цикл.
- 3) Найти КПД цикла.

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



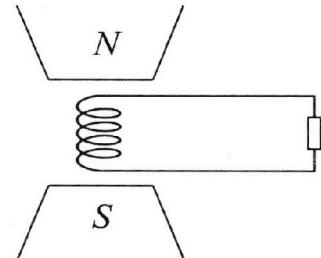
## Вариант 11-06

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

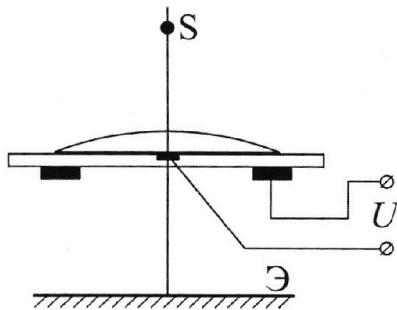
4. Катушка индуктивностью  $L$  с числом витков  $n$  и площадью каждого витка  $S_1$  находится во внешнем однородном магнитном поле, направленном перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением  $R$ . Внешнее поле выключают в течение времени  $\tau$ . 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) Выведите формулу для фокусного расстояния  $F$  плосковыпуклой тонкой линзы в зависимости от радиуса кривизны  $R$  и показателя преломления  $n$ .
- 2) Определите  $U_2/U_1$ .
- 3) Считая, что светодиод излучает одинаковую световую мощность по всем направлениям, определите отношение средних освещённостей  $E_1/E_2$  первого и второго изображений. Поглощением света в подложке пренебречь. Освещённость — энергия света, падающего на единицу площади в единицу времени.

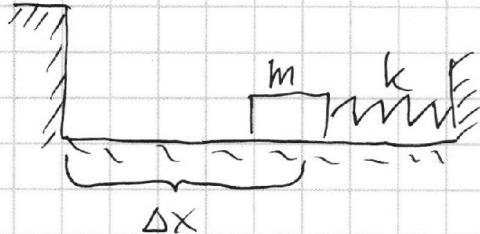


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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



Пусть  $\Delta x$  - расстояние от центра

го центра падения.

$$V_{10} = \frac{2}{3} V_0$$

$$V_{20} = \frac{2}{3} V_0$$

~~$V_1$  - скорость после 1 удара~~

~~$V_2$  - скорость после 2 удара~~

~~$V_3 < V_2$  - скорость после~~

7) а - максимальное сжатие ~~после~~ го первого удара

$$3(\text{?)}) \quad \frac{m V_{10}^2}{2} = \frac{k a^2}{2}$$

$$a^2 = \frac{m V_{10}^2}{k} = \frac{2^2}{9^2} \frac{m V_0^2}{k} = \frac{529}{81} \frac{m V_0^2}{k}$$

$$a = \frac{23}{9} V_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\text{Ответ: } \frac{23}{9} V_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$$

2) По условию задачи:  $\frac{m V_i^2}{m V_{i+1}^2} = \text{const}$ , где  $V_i$  - скорость перед <sup>каждым</sup> <sub>ударом</sub>  $i$ -<sup>м</sup> ударом

$$\text{Пусть } \frac{m V_i^2}{m V_{i+1}^2} = \eta$$

$$3(\text{?)}) \quad \frac{m V_1^2}{2} = \frac{m V_{10}^2}{2} - \frac{k \Delta x^2}{2}$$

$$\frac{m V_2^2}{2} = \frac{m V_{20}^2}{2} - \frac{k \Delta x^2}{2}$$

$$\frac{m V_3^2}{2} = \frac{m V_{30}^2}{2} - \frac{k \Delta x^2}{2}$$

Здесь  $V_{1,2,3}$  - скорость в месте удара го 1, го 2, <sup>составляющие</sup> го 3

$V_{30}$  - скорость в падении падением после 2 удара



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

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

$$k_{\Delta x^2} = m V_0^2 \text{ - исходя из условия}$$

$$\eta = \frac{m V_1^2}{m V_2^2} = \frac{m V_{10}^2 - m V_2 k_{\Delta x^2}}{m V_{10}^2 - k_{\Delta x^2}} = \frac{\frac{23^2}{g^2} - 1}{\frac{49}{g^2} - 1} = \frac{\frac{529 - 81}{81}}{\frac{40}{g}} = \frac{448}{40 \cdot g} = \frac{112}{90}$$

$$\frac{m V_3^2}{m V_2^2} = \eta \quad \frac{m V_2^2}{m V_3^2} = \eta \Rightarrow \frac{m V_1^2}{m V_3^2} = \eta^2 = \frac{112^2}{90^2}$$

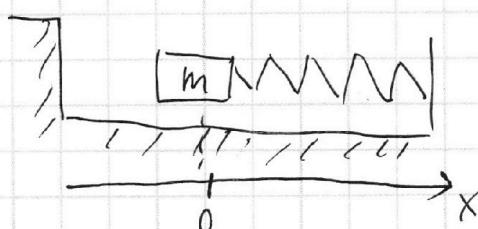
$$m V_3^2 = \frac{90^2}{112^2} m V_2^2 = \frac{90^2}{112^2} (m V_{10}^2 - k_{\Delta x^2}) = m V_0^2 \cdot \frac{448}{81} \cdot \frac{90^2}{112^2} = \\ = \frac{772 \cdot 4 \cdot 81 \cdot 100}{81 \cdot 112 \cdot 112} m V_0^2 = \frac{400}{112} \cdot m V_0^2$$

$$m V_{30}^2 = m V_3^2 + k_{\Delta x^2} = \frac{400}{112} m V_0^2 + m V_0^2 = \frac{572}{112} m V_0^2$$

$$V_{30}^2 = \frac{572}{112} V_0^2 = \frac{2^9}{2 \cdot 56} V_0^2 = \frac{2^8}{56} V_0^2 = \frac{2^8}{4 \cdot 2^2 \cdot 74} V_0^2 = \frac{2^6}{74} V_0^2 = \\ = \frac{64}{74} V_0^2 \Rightarrow V_{30} = V_0 \sqrt{\frac{64}{74}} \approx \frac{8}{4} V_0 = 2 V_0$$

Ответ:  $2 V_0$

3) Пусть  $\vec{x}$  - <sup>скорость</sup> координата траектории груза



До первого удара:  $\vec{x}(t) = a \sin(\omega t)$



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.

СТРАНИЦА  
7 ИЗ 7

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!

$$1) P_2 V_{23} = \sqrt{R} T_2$$

$$P_3 V_{23} = \sqrt{R} T_3$$

$$\frac{P_2 V_{23}}{P_3 V_{23}} = \frac{T_2}{T_3} = \frac{12}{5} \Rightarrow \frac{P_2}{P_3} = \frac{12}{5}$$

$$\cancel{C_{12}} = (T_2 - T_3) C_{23} = Q$$

$$C_{23} = \frac{Q}{T_2 - T_3}$$

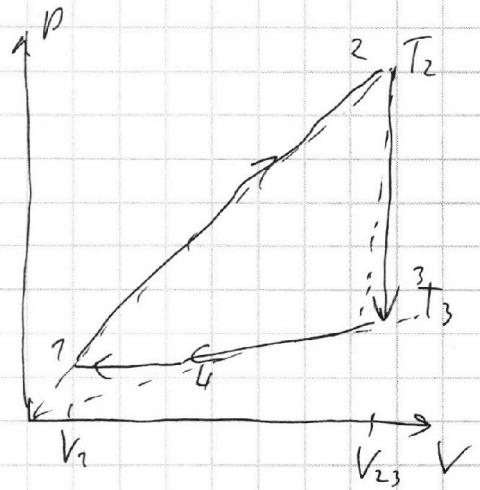
Так как  $\frac{P_2}{P_3} > 1$ , то можно

$$R \frac{i}{2} V_{23} (P_2 - P_3) = Q$$

$$C_{23} = \frac{\frac{i}{2} (V_{23} (P_2 - P_3)) \sqrt{R}}{V_{23} (P_2 - P_3)} = \frac{i}{2} \sqrt{R} \quad \cancel{C_{23}}$$

$$(T_2 - T_1) C = \frac{i}{2} (P_2 V_{23} - P_1 V_1) + (P_2 + P_1) (V_{23} - V_1)$$

$$\leftarrow \text{Ответ: } \frac{i}{2} \sqrt{R}$$



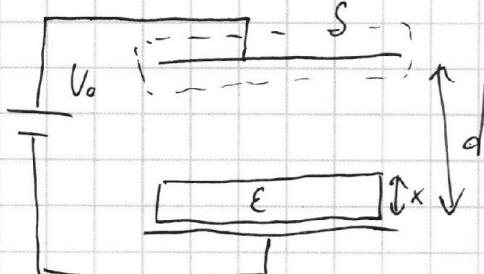


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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



Пусть  $S$  - площадь обкладок конденсатора,  $q$  - заряд на обкладках конденсатора

$E(x)$  поле в диэлектрике

$C(x)$  - ёмкость конденсатора

$E_D(x)$  поле в диэлектрике

1) Рассмотрим случай, когда  $x=0$ , тогда диэлектрика не будет, значит:  $V_0 = E(0) \cdot d = 5 \cdot 10^3 \cdot 9 \cdot 10^{-3} = 4545 \text{ В}$

$$\text{Однако: } V_0 = 45 \text{ В}$$

2) По теореме Гаусса:

$$\nabla \cdot E(x) S = \frac{q}{\epsilon_0} \quad E_D(x) S = \frac{q}{\epsilon_0 \epsilon}$$

Уч.  $q = V_0 C$  - такой заряд на обкладках

$$E(x) = \frac{V_0 C}{\epsilon_0 S} \quad E_D(x) = \frac{V_0 C}{\epsilon_0 \epsilon S}$$

$$V_0 = E(x)(d-x) + E_D(x) \cdot x = \frac{V_0 C}{\epsilon_0 S} \left( 1 + \frac{x}{\epsilon} \right) \cdot \left( (d-x) + \frac{x}{\epsilon} \right)$$

$$C(x) = \frac{\epsilon_0 S}{d-x + \frac{x}{\epsilon}}$$

$$E(x) = \frac{V_0}{d-x + \frac{x}{\epsilon}} \Rightarrow \left( d-x + \frac{x}{\epsilon} \right) E(x) = V_0$$

$$\text{Пусть } x = 6 \cdot 10^{-3} \text{ м, тогда: } E(6 \cdot 10^{-3}) = 9 \cdot 10^3 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$



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

1

2

3

4

5

6

7

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!

$$(9 \cdot 10^{-3} - 6 \cdot 10^{-3} + \frac{6 \cdot 10^{-3}}{\varepsilon}) g \cdot 10^3 = 45$$

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

$$\& \frac{54}{\varepsilon} = 45 - 27 = 18 \Rightarrow \varepsilon = \frac{54}{18} = 3$$

Ответ:  $\varepsilon = 3$

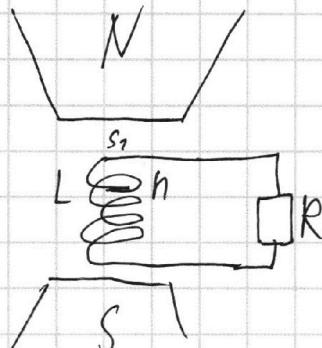


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 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 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) Исходя из условия ток в катушке во время откаткиания возрастал

линейно, значит скорость возрастания была постоянной.

№ 2) Пусть  $A$  - скорость возрастания при движении

$$A = \frac{I_1 - 0}{\tau} = \frac{I_1}{\tau} \text{ Когда ток достиг}$$

Когда внешнее поле исчезнет, тогда и достигнется  $I_1$

$$A = \frac{I_1}{\tau} \leftarrow$$

$$\text{Однако: } \frac{I_1}{\tau}$$

2) 2-ой <sup>алгебраично</sup> <sup>закон Курикоглу:</sup>

$$IR = -L \frac{dI}{dt}, \text{ же } I - \text{ток в некоторый момент времени}$$

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

$$R \frac{dq}{dt} = -L \frac{dI}{dt} \Rightarrow R dq = -L dI$$

$$R(q-0) = -L(I_1 - 0) - L(0 - I_1) \Rightarrow qR = I_1 L$$

$$q = \frac{I_1 L}{R}$$

$$\text{Однако: } q = \frac{I_1 L}{R}$$



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!

3) Пусть  $B$  - поток порождающий ток в катушке

$$\Phi = B h S_1 \text{ - поток}$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = h S_1 \frac{dB}{dt}$$

Закон Фарadays:  $-\frac{d\Phi}{dt} = L \frac{dI}{dt} + IR$

Так как ток растёт линейно, то  $I = At$

$$-h S_1 \frac{dB}{dt} = AL + A t R \quad \text{--- 2-ое уп.}$$

$$-h S_1 \cdot dB = AL dt + A R t dt$$

Интегрируем:  $\cancel{h S_1} \cdot B_1 = ALt + AR \frac{t^2}{2}$

$$B_1 = \frac{I_1 L}{h S_1} + \frac{I_1 \tau R}{2 h S_1} = \frac{I_1}{h S_1} \left( L + \frac{\tau R}{2} \right)$$

Ответ:  $\frac{I_1}{h S_1} \left( L + \frac{\tau R}{2} \right)$



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА

— 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.



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

$$\frac{mV_3^2}{mV_2^2} \approx 2,2$$

$$\frac{mV_i^2}{mV_{i+1}^2} = \eta =$$

$$\begin{array}{r} 64 \\ - 56 \\ \hline 80 \end{array}$$

$V_1$  - перед стартом

$$V_{10} = \frac{2^3}{9} V_0$$

$V_2$  - после 1 go 2

$$V_{20} = \frac{2^3}{3} V_0$$

$V_3$  - после 2 go 3

$$mV_1^2 + k\Delta x^2 = mV_{10}^2$$

~~$$mV_3^2 + k\Delta x^2 = mV_{10}^2$$~~

$$mV_2^2 + k\Delta x^2 = mV_{20}^2$$

$$\eta = \frac{mV_2^2}{mV_1^2} = \frac{mV_0^2 \frac{2^3}{g^2} - mV_0^2}{mV_0^2 \frac{8^3}{9} - mV_0^2} = \frac{\frac{529}{87} - 1}{\frac{40}{9}} =$$

$$= \frac{460}{468} = \frac{448}{40 \cdot 9} = \frac{712}{90}$$

$$18 \cdot 2 = 74 \cdot 4 = \\ = 7.8$$

$$\frac{mV_2^2}{mV_1^2} = \eta \quad mV_3^2 = \frac{mV_2^2}{\eta} = mV_{10}^2$$

$$\frac{mV_1^2}{mV_3^2} = \eta^2 \Rightarrow mV_3^2 = \frac{mV_1^2}{\eta^2} = \frac{mV_{10}^2 - k\Delta x^2}{\eta^2} =$$

$$= \frac{\left(\frac{529}{87} - 1\right) mV_0^2}{\eta^2} = \frac{mV_0^2 \frac{448}{87}}{712} \cdot \frac{g^2 \cdot 100}{712^2} = mV_0^2 \frac{448}{712} \frac{100}{712} =$$

$$= 4 \cdot \frac{100}{712} = \frac{100}{256} =$$

$$= \frac{100}{37} = 3 + \frac{7}{37} \approx 3 \times 3 + \frac{7}{4} \approx$$

$$\approx 3,25$$



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

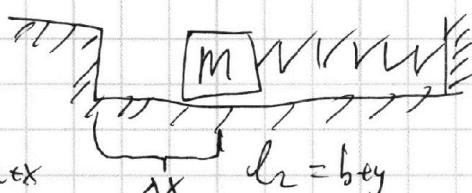
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой из задач** нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

№7)

$$\cancel{\frac{mV^2}{kx^2}} = \cancel{\frac{mV_0^2}{kx^2}} = \text{const} = \Delta h$$

- в баллах

23  
23  
69  
46



$$l_1 = a \cdot x$$

$$l_2 = b \cdot y$$

$$l_1 = 2 \cdot y = \frac{h}{a \cdot x} \quad 2 = \frac{h}{b + y}$$

$$V_1 = \frac{23}{9} V_0 \quad a - \text{ макс}$$

$$\frac{mV_1^2}{2} = \cancel{k \Delta x_{\max}^2} \frac{k a^2}{2}$$

$$a^2 = \cancel{\frac{k}{m}} \frac{m}{k} V_1^2 \quad a = \sqrt{\frac{m}{k}} V_1 = \frac{23}{9} V_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$$

2)  $V_{11}$  - первая ? удар

$$k \Delta x^2 = m V_0^2$$

$$l_1 = \frac{h}{2} =$$

$$V_{11} = \frac{23}{9} V_0 \quad V_{20} = \frac{2}{3} V_0$$

$$\frac{mV_{11}^2}{2} + \frac{k \Delta x^2}{2} = \frac{mV_{10}^2}{2}$$

$$\cancel{\frac{mV_{12}^2}{2} + k \Delta x^2}$$

$$mV_{11}^2 + k \Delta x^2 = mV_{10}^2$$

$$mV_{12}^2 + k \Delta x^2 = mV_{20}^2$$

$$\frac{mV_{12}^2 + k \Delta h}{2} = \frac{mV_{11}^2}{mV_{20}^2} = \frac{mV_{10}^2 - k \Delta x^2}{mV_{20}^2 - k \Delta x^2} =$$

$$= \frac{m \frac{23^2}{g^2} V_0^2 - m V_0^2}{m \frac{89}{g} V_0^2 - m V_0^2} = \frac{\frac{23^2}{g^2} - 1}{\frac{89}{g} - 1} = \frac{\frac{529 - 81}{81}}{\frac{89}{40}} = \frac{448}{40 \cdot 9} =$$

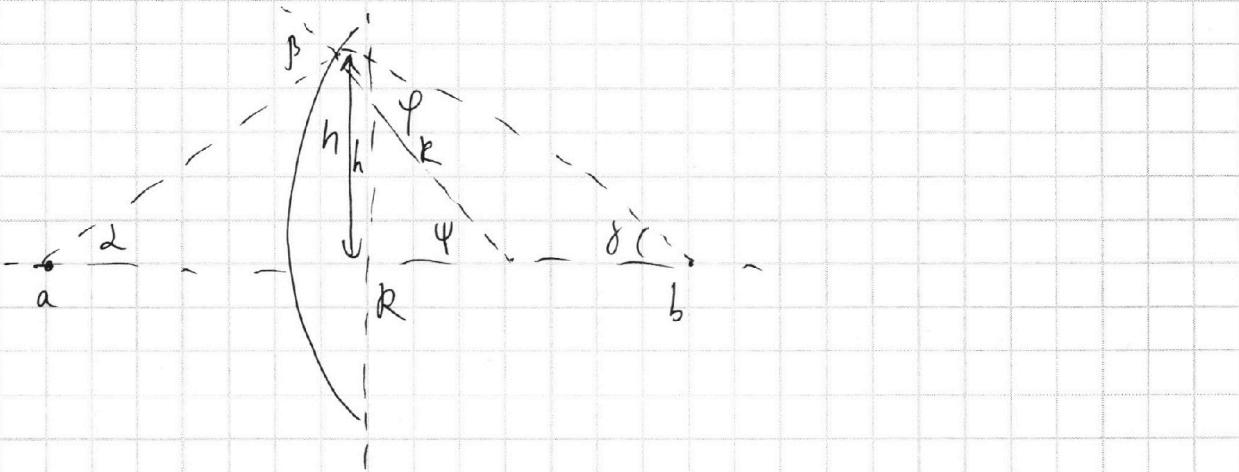
$$= \frac{224}{70 \cdot 9} = \frac{224}{90} \approx \frac{22}{9} \approx 2,2$$

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



$$\beta = n_1 \varphi - \text{закон преломления}$$

$$\beta = \alpha + \psi$$

$$\alpha = \operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{a} \Rightarrow \alpha = \frac{b}{a} \Rightarrow \varphi = \frac{b}{a} \alpha$$

$$\psi = \varphi + \gamma$$

$$\gamma = \operatorname{tg} \gamma = \frac{h}{b}$$

$$\beta = \alpha + \varphi + \gamma$$

$$n_1 \varphi = \alpha + \varphi + \gamma$$

$$n_1 \varphi = \gamma \left( \frac{b}{a} + 1 \right) + \varphi$$

$$\cancel{\times} \frac{R}{\gamma} = \frac{b-R}{\varphi} \Rightarrow \gamma = \frac{\varphi R}{b-R}$$

$$n_1 \varphi = \varphi \frac{R}{b-R} \left( \frac{b+a}{a} \right) + \varphi$$

$$h = \cancel{\times} \frac{R}{b-R} \left( \frac{b+a}{a} \right) + 1$$

$$h = \frac{R(b+a) + ab - aR}{a(b-R)} = \frac{Rb + ab}{a(b-R)}$$

$$h(ab - aR) = \cancel{\times} Rb + ab \quad | : ab$$

I-



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

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

$$h \left( 1 - \frac{R}{b} \right) = \frac{R}{a} + 1$$

$$h - h \frac{R}{b} = \frac{R}{a} + 1$$

$$h - \frac{R}{a} - 1 = \frac{R}{b} \Rightarrow b = \frac{h - 1 - \frac{R}{a}}{h - \frac{R}{a} - 1}$$



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!

Diagram illustrating the geometric setup for the problem:

Given: Two intersecting lines forming an angle  $\beta$ . A circle of radius  $R$  is tangent to both lines at points  $A$  and  $B$ . The distance between the points of tangency is  $d$ . The diagram shows various angles  $\alpha$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ , and  $\varphi$ , and segments  $x$ ,  $y$ ,  $h$ , and  $l$ .

Equations derived from the diagram:

$$\frac{R}{\varphi} = \frac{R}{\gamma}$$

$$\frac{R}{d} = \frac{a+R}{\cos \beta} = \frac{a+R}{\sqrt{1-\beta^2}}$$

$$\frac{R}{d} = \frac{a+R}{\sqrt{1-\beta^2}}$$

$$\gamma = \frac{R}{d} = \frac{b-R}{\varphi}$$

$$\varphi = \frac{R}{b-R} \varphi = \frac{R}{a+R} \sqrt{1-\beta^2}$$

$$\gamma = \frac{h}{b} \quad \delta = \frac{h}{a} \quad h = b\gamma +$$

$$\frac{\gamma}{2} = \frac{a}{b} \quad \delta = \frac{b}{a} \gamma \quad a+x+b+y$$

$$\frac{R}{a+R} \sqrt{1-\beta^2} = \frac{bR}{a(b-R)} \varphi$$

$$a+x+y+b = a+b+yh+xb$$



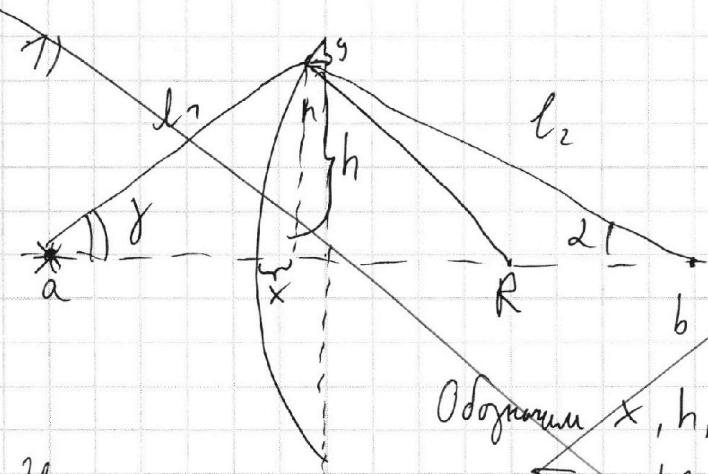
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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  
\_ 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!



Путь  $a$  - расстояние  
до источника,  $b$  - расстояние  
до изображения

$y$  - путь, который  
пройдет верхний луч  
без линзы

Обозначим  $x, h, \alpha, \beta, l_1, l_2$  на рисунке

Из принципа Ферма:  $\sum n_i dl_i = \min$

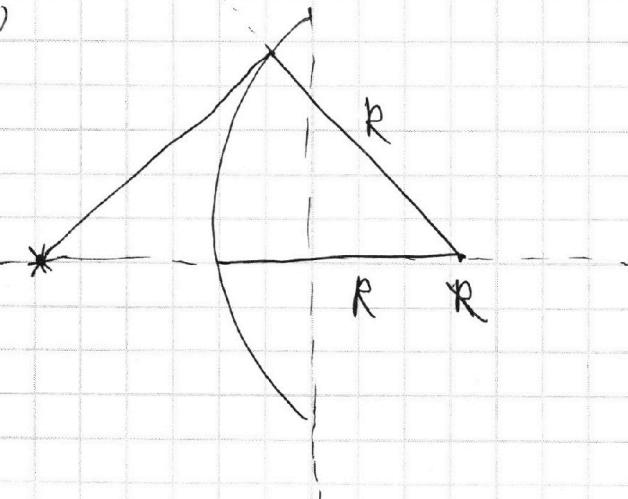
$$a + xh + yh + b = l_1 + l_2 + yh$$

Будем считать, что углы маленькие

$$\gamma = \frac{h}{a+x} \quad \alpha = \frac{h}{x} \quad \beta = \frac{h}{b}$$

$$b + a + xh = l_1 + l_2 *$$

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**.



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!

$$4) \quad \varphi = \beta s_n$$

$$-\frac{d\varphi}{dt} = -\frac{d\beta}{dt} \text{ Swh}$$

$$-\frac{d\varphi}{dt} = I \cdot R = -\frac{dB}{dt} \text{ S. h}$$

~~=d~~ ~~I.R~~

$$-\frac{d\beta}{dt} \Rightarrow At$$

$$I_1 R = A \sin x \quad A = I_1 R$$

$$I_2 = \frac{A \frac{T}{4} s_{1h}}{R} = \frac{I_1}{4} \quad (1)$$

$$\beta = \beta_{out} - \beta_{in}$$

$$T = \frac{6}{a}$$

$$\frac{dR}{dt} = \text{rate}$$

$$I(t) = \frac{A \sin t}{R} \quad T_p^p / T_p$$

$$\beta_{in} = \frac{T_c}{TL}$$

$$2) q = I \Delta t = \frac{A s_1 n t \Delta t}{R} = \frac{A s_1 n}{2R} t^2 \Big|_0^T = \frac{A s_1 n \omega^2}{2R} T^2$$

$$3) \quad dB = -A t dt$$

$$B_1 = A \frac{z^2}{z}$$

$$LI = qp \quad L \frac{dI}{dt} = \frac{d}{dt} qp$$

$$A = \frac{I_n}{C}$$

$$-LdI = dqR$$

$$dR = L$$

$$I = \frac{dQ}{dt} = \frac{LI^2}{2}$$

$$\frac{dI}{dt} = -\frac{dR^2}{dt}$$



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!

$$mV_3^2 = mV_{30}^2 + k\omega x^2 \quad P_2 V_2$$

$$mV_{30}^2 = k\omega x^2 + mV_3^2 = mV_0^2 + \cancel{mV_0^2} \frac{mV_0^2}{3,25}$$

Можно найти

$$W = \frac{LI^2}{2} \quad dW = Vdq = -L \frac{dI}{dt} dq = -LI dI \cdot W = \phi = I dt$$

$$dW = RI dq = R \frac{dq}{dt} dq$$

3)  $\phi = U_C$

$$D_s = q = U_C$$

$$E = -D_{\text{ext}} D_{\text{ext}}$$

$$D_s = U_C$$

$$D = \frac{U_C}{S}$$

$\cancel{D_s}$

$$E = \frac{U_C \epsilon_e}{S}$$

$E_{\cancel{\text{длинн}}}$

$$\beta_{\text{out}} \leftarrow \beta_{\text{in}} = \beta$$

$$E_D = \frac{U_C \epsilon_e}{S}$$

$$U_o = E_x + E_D(d-x) = \frac{U_C}{S} \epsilon_e (x + \epsilon_e(d-x))$$

$$I = \frac{C \epsilon_e}{S} (x \epsilon_e + \epsilon_e(d-x))$$

$$(C = \frac{S}{\epsilon_e} \frac{I}{\epsilon_e x + \epsilon_e(d-x)})$$

$$(C) = \frac{S}{\epsilon_e d}$$

$$E(0) = \frac{U_C S}{d}$$

$$U_o = 5 \cdot 9 \cdot 10^{-3} = 45 \cdot 10^{-3} \text{ В}$$

$$E(x) = \frac{U_C S \epsilon_e}{\epsilon_e S (\epsilon_e x + \epsilon_e(d-x))} = \frac{U_C}{\epsilon_e x + \epsilon_e(d-x)}$$

$$(\epsilon_e x + \epsilon_e(d-x)) E(x) = U_o$$

$$\epsilon = \frac{U_o - E(x)(d-x)}{= \frac{45 - 27}{6 \cdot 10^{-3}} = \frac{X \cdot 78}{6 \cdot 10^{-3}} = \frac{3}{10^{-3}} = 300}$$

$$= \frac{45 - 27}{6 \cdot 10^{-3}} = \frac{X \cdot 78}{6 \cdot 10^{-3}} = \frac{3}{10^{-3}} = 300$$