



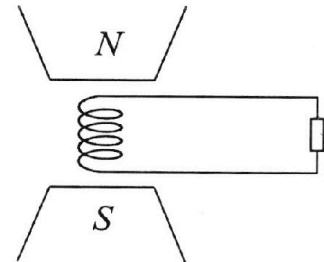
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-06

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



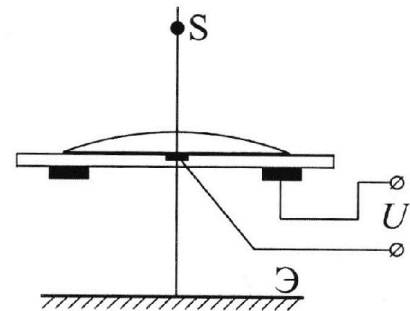
4. Катушка индуктивностью L с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле, направленном перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ . За время выключения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



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

Сопротивлением катушки и соединительных проводов пренебречь.

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



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



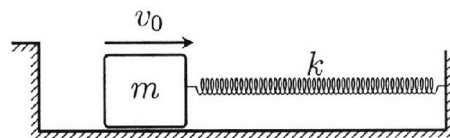
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-06

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



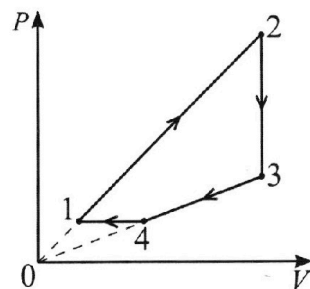
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k (см. рис.). Уступ находится на таком расстоянии от тела, что если тело прижать к уступу и отпустить без начальной скорости, то положение равновесия тело пройдет со скоростью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



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

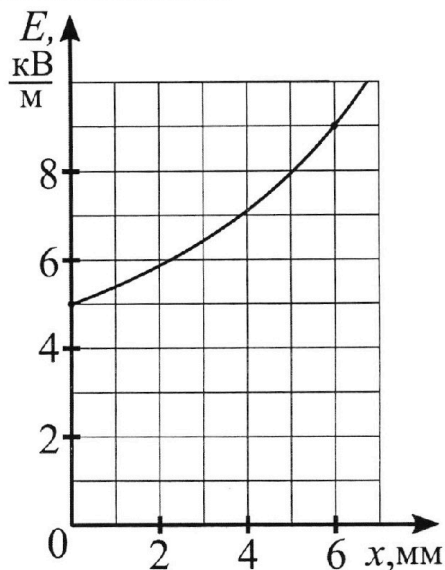
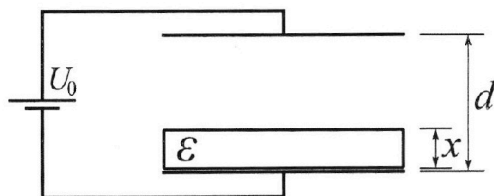
В ответе е допустимы обратные тригонометрические функции.

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



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

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



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



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

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

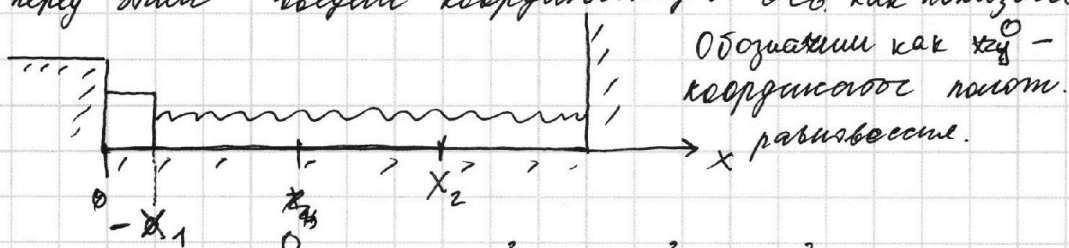
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Так как длина пружины постоянна $k = \text{const}$.

1.) Когда тело отпускают без начальной скорости от

упруга тело проходит положение равновесия со скоростью v_0 .

П.к. поверхность гладкая можно легко написать ЗСЭ: перед этим введем координатную ось, как показано!



Тогда по ЗСЭ
$$\frac{k(x_1 - 0)^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} = \frac{kx_1^2}{2} \Rightarrow x_1 = v_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Аналогично рассм. когда тело соед. соед. со скоростью $\frac{23}{9}v_0$

в пункт равновесия. Обозначим как x_2 - координата где скорость станет нулем. по ЗСЭ

$$\left(\frac{23}{9}\right)^2 \frac{mv_0^2}{2} = \frac{kx_2^2}{2} = \frac{k(x_2 - 0)^2}{2} = \frac{kx_2^2}{2} \Rightarrow x_2 = \frac{23}{9}v_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Очевидно видно что $x_2 > x_1 \rightarrow x_{\text{max}} = \frac{23}{9}v_0 \sqrt{\frac{m}{k}} = \text{до первого удара.}$

Тогда максимальное отклон до первого удара $x_{\text{max}} = x_2$.

2. К моменту удара тело будет иметь энергию.

$$\frac{mv_0^2 \frac{23^2}{9}}{2} = \frac{kx_1^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2}$$

v_1 - скорость с которой будет иметь тело прямо перед ударом.

Обозначим $\frac{mv_1^2}{2}$ как E_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.

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!

После удара будет иметь энергию

$$\frac{kx_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2} = \left(\frac{7}{3}\right)^2 \frac{mV_0^2}{2}$$

V_2 - скорость которую будет иметь тело сразу после удара.

Обозначим $\frac{mV_2^2}{2}$ как E_2

по условию отношение кинет. энергий до и после удара не изменяется обозначим это как k . Тогда

$$k = \frac{E_2}{E_1}$$

$$E_1 = \frac{23^2}{g^2} \cdot \frac{mV_0^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = \frac{23^2 - g^2}{g^2} \cdot \frac{mV_0^2}{2} = \frac{32 \cdot 14}{g^2} \cdot \frac{mV_0^2}{2}$$

$$E_2 = \left(\frac{7}{3}\right)^2 \frac{mV_0^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = \frac{7^2 - 3^2}{3^2} \cdot \frac{mV_0^2}{2} = \frac{4 \cdot 10}{3^2} \cdot \frac{mV_0^2}{2}$$

$$k = \frac{4 \cdot 10 \cdot g^2}{32 \cdot 14 \cdot 3^2} = \frac{4 \cdot 10 \cdot 3^2}{32 \cdot 14}$$

Пер выводим что перед вторым ударом тело будет иметь кин. энергию равную E_2 . Тогда найдем кин. энергию E_3 сразу после второго удара.

$$\frac{E_3}{E_2} = k \Rightarrow$$

$$E_3 = k \cdot E_2, \text{ а скорость } v$$

по теореме равновесия V_3 найдем из

$$E_3 + \frac{kx_1^2}{2} = \frac{mV_3^2}{2} \Rightarrow k \cdot E_2 + \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_3^2}{2} =$$

$$= k \cdot \frac{4 \cdot 10}{3^2} \cdot \frac{mV_0^2}{2} + \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} \Rightarrow V_3 = \sqrt{\frac{k \cdot 10}{3^2} + \frac{4 \cdot 10 \cdot 3^2}{4 \cdot 3^2 \cdot 14}} V_0 =$$

$$= \frac{5\sqrt{14}}{14} V_0$$

3.

Ответ: 1) $\frac{23}{9} V_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$ 2) $\frac{5\sqrt{14}}{14} V_0$



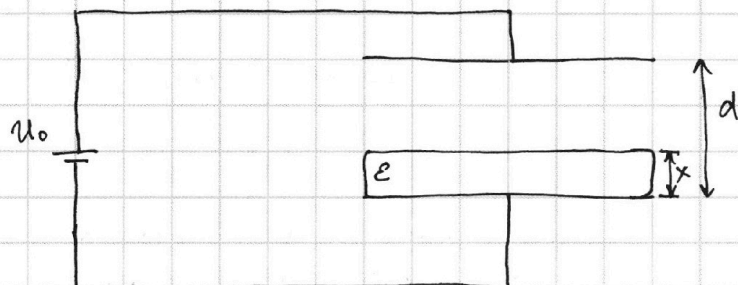
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи** отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 1

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



1. Чтобы найти U_0 решим когда $x=0$.

Тогда. $E \cdot d = U_0 \Rightarrow U_0 = 5 \cdot 10^3 \cdot 9 \cdot 10^{-3} = 45 \text{ В}$

2. Решим задачу и Разделим конденсатор на

2 части так же диэлектрическая проницаемость ϵ и E . И решим как две последовательно подключенные конденсатора. По графику видно что при $x_1=6$ мм

$E_1 = \frac{9 \text{ кВ}}{\text{м}}$. Здесь как E_2 напряженность конденсатора с диэлектриком проницаемость ϵ . Тогда

$$U_0 = E_1(d-x) + E_2 \cdot x$$

$E = \frac{q}{\epsilon \epsilon_0}$ где q - плотность заряда E - диэлектрик проницаемость.

$$E_1 = \frac{q}{\epsilon_0} \quad E_2 = \frac{q}{\epsilon \epsilon_0} \Rightarrow E_2 = \frac{E_1}{\epsilon}$$

$$U_0 = E_1(d-x) + \frac{E_1}{\epsilon} x \Rightarrow \epsilon = \frac{U_0 - E_1(d-x)}{E_1 x}$$

$$\epsilon = \frac{E_1 x}{U_0 - E_1(d-x)} = \frac{9 \cdot 10^3 \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{45 - 9 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^{-3}} = \frac{54}{45 - 27} = \frac{54}{18} = 3$$

Ответ: 1) 45 В 2) 3



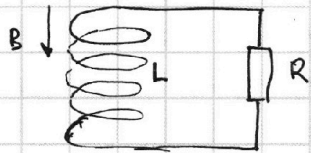
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи** отдельно.



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!



$\mathcal{E}_{si}$ - ЭДС самоиндукции

$$\mathcal{E}_{si} = -L \frac{dI}{dt} = -\frac{d\Phi}{dt} = IR \quad \text{где } I \text{ ток через резистор.}$$

~~Так как катушка находится во вращающемся однородном магнитном поле, можно считать~~

По условию в момент времени $t_0 = 0$ $I_0 = 0$,

а ток увеличивается линейно. Тогда $I(t)$ можно представить как

$$I(t) = kt + b, \quad \text{но при } t_0 = 0 \quad I_0 = 0 \Rightarrow b = 0.$$

Найдем как через $\mathcal{E}_1$ и ЭДС - скорость возрастания тока т.е. оно постоянно $k = \frac{\mathcal{E}_1}{t} = \text{const}$

Отсюда ответ на второй вопрос $k = \frac{\mathcal{E}_1}{t}$.

Далее: мы знаем что $\mathcal{E}_1$ - ЭДС магнитного поля

($d\Phi$) равна изменению магнитного потока
($d\Phi$) умноженная на постоянную (n - кол-во витков и S площадь)

Тогда
$$-L \frac{dI}{dt} = -\frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow -L dI = -d\Phi = -dBnS$$

Тогда
$$\int_0^{I_1} L dI = \int_{B_1}^0 dBnS \Rightarrow B_1 = -\frac{LI_1}{nS}$$

Найдем q :
$$-L \frac{dI}{dt} = IR = \frac{dq}{dt} R \Rightarrow -L \int_0^{I_1} dI = \int_0^q dq R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow q = \frac{LI_1}{R} \quad \text{Ответ: 1) } \frac{I_1}{t} \quad 2) q = \frac{LI_1}{R} \quad 3) B_1 = -\frac{LI_1}{nS}$$



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

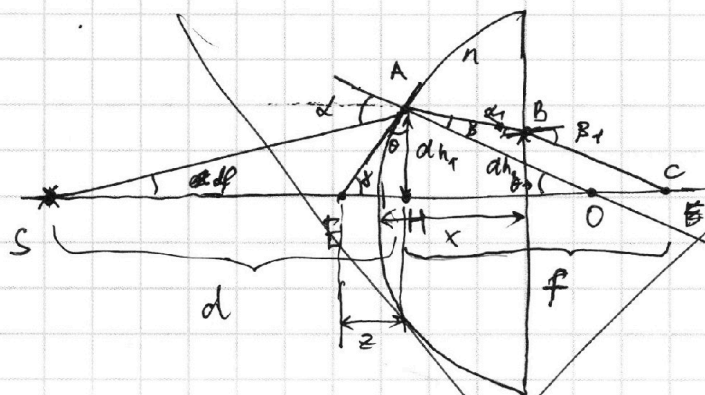
1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

СТРАНИЦА

1 из 2

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



Все углы которые используются в ходе решения показаны на рисунке. Будем считать что все углы малы.

Будем считать что линза достаточно тонкая $\Rightarrow x \rightarrow 0, \Rightarrow dh_1 = dh_2$.

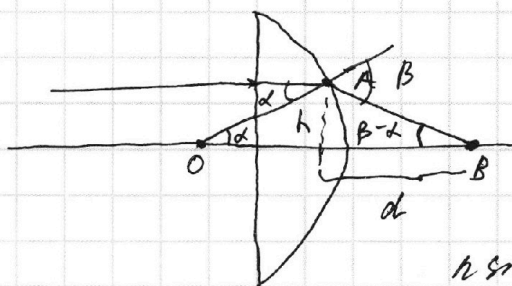
По закону Снеллиуса $\sin \alpha = n \sin \beta$, $n \sin \alpha_1 = \sin \beta_1$

$$\tan \beta_1 = \frac{dh_2}{f} \quad \alpha = \theta + \varphi$$

$$\tan \theta = \frac{B}{dh_1} \approx \sin \theta \approx \frac{R}{R+z}$$

Так как у линзы фокусы равны в обе

стороны равно раси лучи когда который показан на рисунке. угол падения луча падает на линзу.



Тогда угол падения равен $90^\circ \Rightarrow \Rightarrow$ оно не будет преломляться при заходе.

Далее по закону Снеллиуса.

$n \sin \alpha = \sin \beta$. Будем считать что все

$$\begin{aligned} \text{углы очень малы} \Rightarrow \alpha \approx \beta \quad \beta - \alpha = \alpha(n-1) \\ \tan \alpha = \sin \alpha = \frac{h}{R} \quad \frac{h}{d} = \tan(\beta - \alpha) \approx \sin(\beta - \alpha) \approx \beta - \alpha = \beta(n-1) = \alpha(n-1) \end{aligned}$$

$$\text{т.к.} \quad \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}, \text{ а } f \text{ в нашем случае } \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{d}$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} = \frac{\cancel{R(n-1)}}{R} = \frac{d(n-1)}{R} = \frac{\cancel{R}(n-1)}{R} = \frac{n-1}{R}$$

по условию $R(u) = ku + b$ - линейное $\Rightarrow$

$$R \sim u$$

$$\Gamma = \frac{f}{d} = f \cdot \frac{1}{d} \quad f = \text{const.} \quad \text{где } \frac{f}{d} - \text{расстояние от линзы до глаза}$$

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \quad / \cdot f \quad \frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} / \cdot d$$

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

Перепишем:

$$1 + \Gamma = \frac{f}{F} \quad \text{и} \quad \frac{d}{F} = 1 + \frac{1}{\Gamma} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{F^2 - 1}{F} = \frac{f - d}{F} = \frac{(f - d)(\Gamma + 1)}{\Gamma F} = \frac{f - d}{F} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{F+1}{F d} = \frac{1}{F} \quad \text{где } d = b = \text{стан.} = \text{const.}$$

$$\Rightarrow \frac{R}{n-1} \approx \frac{F+1}{F d} = \frac{n-1}{R} \Rightarrow R = \frac{(n-1) F d}{F+1} = ku + b$$

$$u_1 \sim \frac{5}{3} \quad \frac{5}{\frac{5}{3} + 1} = \frac{5}{8} \quad u_2 \sim \frac{1}{3} \quad \frac{1}{1 + \frac{1}{3}} = \frac{1}{4}$$

Ответ: 1) $\frac{1}{F} = \frac{n-1}{R} \Rightarrow F = \frac{R}{n-1}$

2) $\frac{u_2}{u_1} = \frac{\frac{1}{4}}{\frac{5}{8}} = \frac{2}{5}$

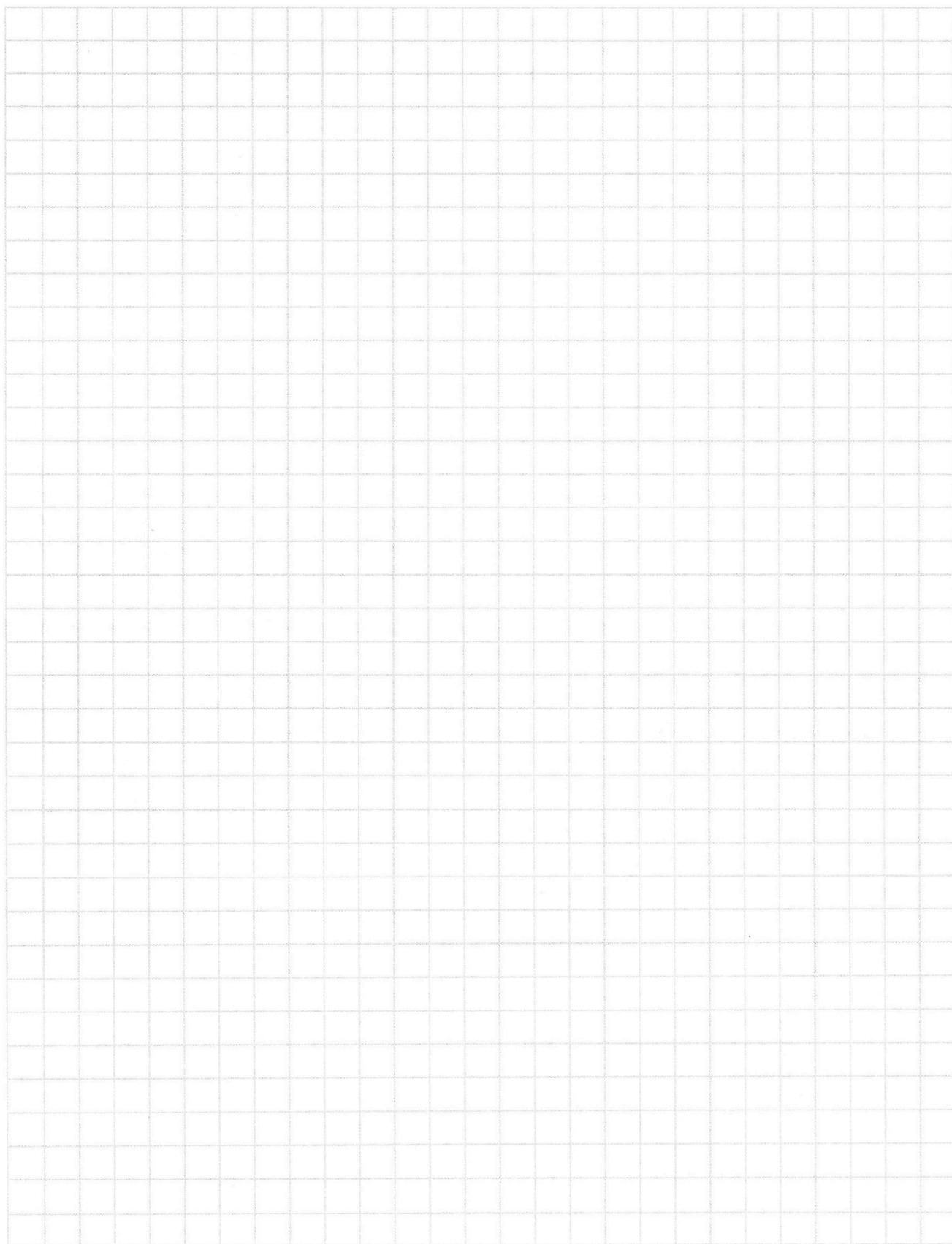


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



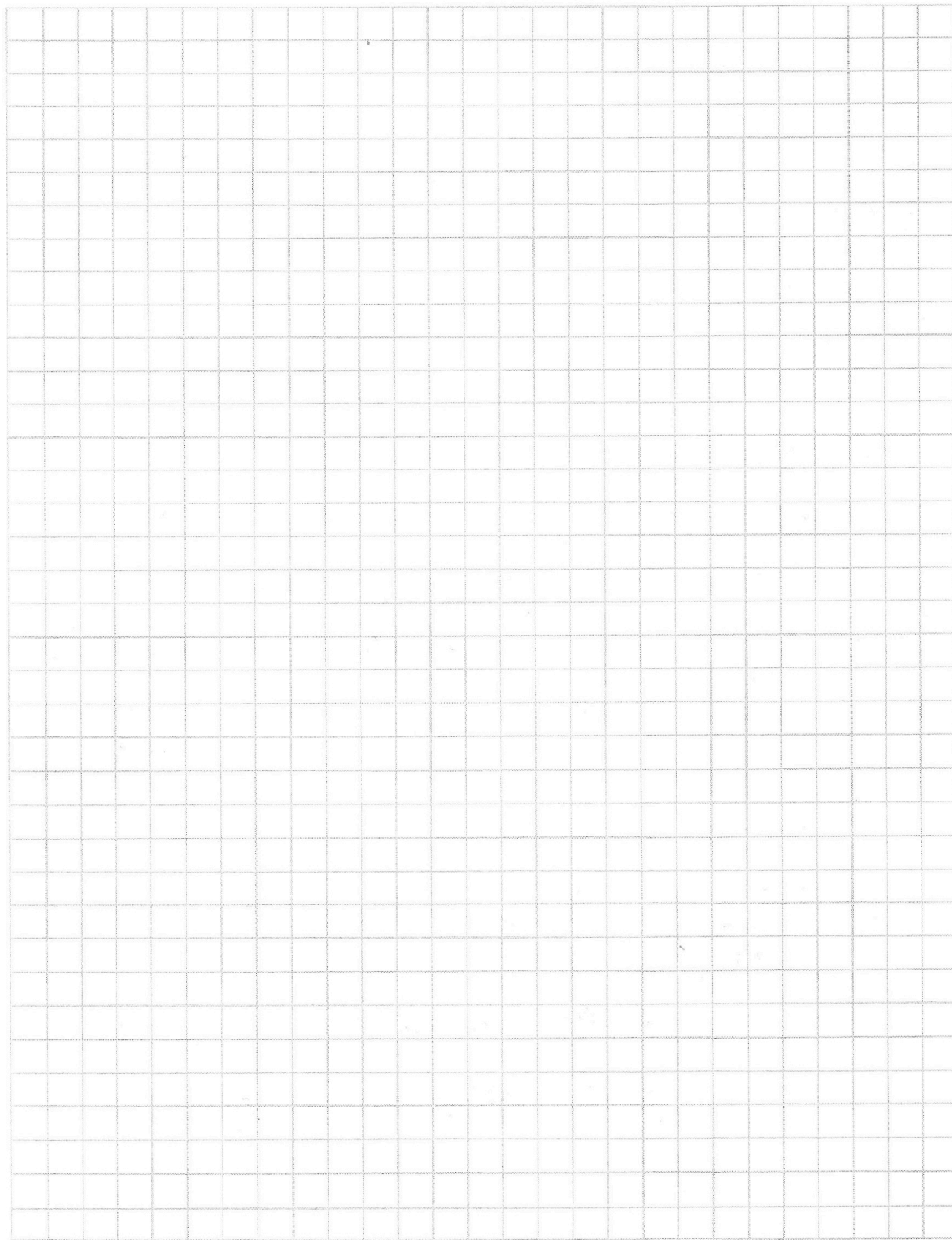


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

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!

Handwritten mathematical derivations and diagrams on grid paper.

Top right: Derivations of $\frac{f}{a}$ and $\frac{f}{a-1}$ using the chain rule.

Middle right: Derivations of $\frac{d}{f}$ and $\frac{d}{a}$ using the chain rule.

Left side: A diagram of a lens system with focal length f , object distance a , and image distance d . Below it, calculations for $\frac{d}{a}$ and $\frac{d}{f}$ are shown.

Bottom left: A diagram of a lens system with focal length f , object distance a , and image distance d . Below it, calculations for $\frac{d}{a}$ and $\frac{d}{f}$ are shown.

Bottom right: A diagram of a lens system with focal length f , object distance a , and image distance d . Below it, calculations for $\frac{d}{a}$ and $\frac{d}{f}$ are shown.



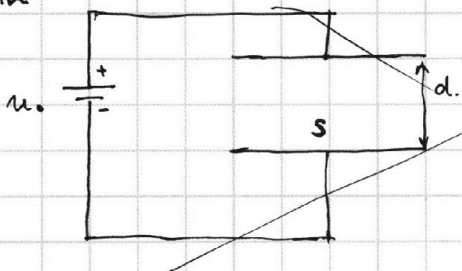
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!

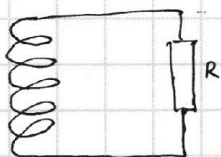
$\epsilon_2 = \infty$



$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$\epsilon_0 = \frac{q_s}{C}$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{d-x}{\epsilon_0 \cdot S} + \frac{x}{\epsilon \epsilon_0 \cdot S}$$



$$\mathcal{E}_{\text{си}} = L \frac{dI}{dt} = IR$$

$$I(t) = kt + b \rightarrow 0$$

$$BS = q$$

$$\mathcal{E}_{\text{си}} = \frac{d\varphi}{dt} = \frac{dBnS}{dt} = IR$$

$$\mathcal{E}_{\text{си}} = -L \frac{dI}{dt} = IR \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \ln I = \frac{R}{L} t$$

$$I_1 \cdot \frac{A}{L} =$$

$$\int \frac{dBnS}{dt} = L \frac{dI}{dt} \Rightarrow -B_1 nS = LI_1$$

$$B_1 = \frac{LI_1}{nS}$$

$$(B - B_1) nS = LI$$

$$I = BnS - B_1 nS = \frac{KRt^2}{2}$$

$$-L \frac{dI}{dt} = \frac{d\varphi}{dt} R \Rightarrow LI_1 = qR \quad q_1 = \frac{LI_1}{R}$$

$$I =$$

$$d\varphi = L dI$$

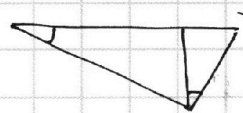
$$dBnS = L dI$$

$$F = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) u$$

$$F = \frac{R}{V} - u + \frac{R}{u}$$

$$\begin{aligned} \phi - \psi &= \\ \Rightarrow \psi + \phi &= \phi - \phi = 0 = 8 - 0.6 \\ \psi &= (\psi - 0.6 + 1) \end{aligned}$$



$$\frac{d\psi}{dt} = \frac{d\phi}{dt} = \frac{d\psi}{dt} = \frac{d\phi}{dt} = \frac{d\psi}{dt} = \frac{d\phi}{dt}$$

$$\frac{d\psi}{dt} = \frac{d\phi}{dt}$$



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.

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!

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$t_1 = \frac{T}{2} +$$

$$m\ddot{x} = -kx$$

$$m\ddot{x} + \frac{k}{m} \Delta x = 0$$

2. 1-2-3-4-1.

2-3 - изохора ($V = \text{const}$)

4-1 - изобара ($P = \text{const}$)

$\Delta Q > 0$

$1 \rightarrow 2$

$C = \frac{7}{2} R$

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

$C =$

$Q = e \cdot m \cdot c = \frac{\Delta x \cdot m}{\text{кг} \cdot \text{К}} = \frac{M \cdot c}{\text{кг}} [R] = \frac{M}{\text{кг}} [R]$

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

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

$PV = \nu RT$
 $P(T) = \frac{\nu R}{V} \cdot T$

$P_a \cdot M^3 = \text{моль} \cdot [R] \cdot K$

$[R] = \frac{P_a \cdot M^3}{\text{моль} \cdot K} = \frac{\Delta x \cdot m \cdot K}{\text{моль} \cdot K} = \frac{K \cdot \Delta x}{\text{моль} \cdot K}$

$G = \frac{3}{2} + \frac{5}{2} = \frac{8}{2}$

$\nu = \frac{M}{m} = \frac{M \cdot \text{масса}}{\text{кг}}$

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

$P_1 V_1 = \nu RT$ $C = \frac{V_m}{V} \cdot \frac{dU}{dT}$

$\frac{\Delta x \cdot m}{\text{кг} \cdot \text{К}} =$

1. $P_1 V_1 = \nu RT_1$

2. $P_2 V_2 = \nu RT_2$

3. $P_3 V_3 = \nu RT_3$

4. $P_4 V_4 = \nu RT_4$

2. $P_2 V_2 = \nu RT_2$

3. $P_3 V_3 = \nu RT_3$

4. $P_4 V_4 = \nu RT_4$

1. $P_1 V_1 = \nu RT_1$

$\frac{V_1^2}{V_2^2} = \frac{T_1}{T_2}$

$\frac{P_2}{P_3} = \frac{T_2}{T_3} = \frac{18}{5}$

$\frac{V_2^2}{V_4^2} = \frac{T_3}{T_4}$

$\frac{V_4}{V_1} = \frac{T_4}{T_1} = \frac{12}{5}$

$\frac{T_1}{T_3} = \frac{P_2}{P_3} \cdot \frac{V_1^2}{V_2^2} = \frac{V_1}{V_4} \cdot \frac{V_4^2}{V_2^2} = \frac{V_1 V_4}{V_2^2}$

$\frac{T_2}{T_3} = \frac{12}{5} = \frac{V_2^2}{V_4^2} \cdot \frac{V_4}{V_1} = \frac{T_3}{T_1} = \frac{V_1}{V_4}$

$C = [R]$

$C = \frac{7}{2} R$

$\frac{Q}{\omega} = \frac{K}{\text{см}^2}$

$E \cdot d = U$

$E \cdot d = U_0$

$E = U$

$E = \frac{Q}{C}$

$E =$

$\frac{4.5}{1.8} = \frac{2.5}{1.8}$

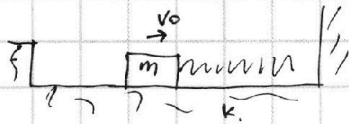


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи** отдельно.

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!



длина пружины в момент
вып. Закон Гука. $\Rightarrow$ k всегда одна и та же.

Затмиваем ЗСЭ: В начальный момент $t_0 = 0$ и

t_1 - время когда скорость стала 0 в первом раз.

$$\frac{23^2 m v_0^2}{2} = \frac{k x^2}{2} \Rightarrow x = \frac{23 v_0}{g} \sqrt{\frac{m}{k}} > v_0 \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow x_{\max} = \frac{23}{g} v_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$2. \quad \frac{23}{g} > \frac{23}{g} > 2 > \frac{7}{3} > 2 \quad \frac{23}{g} \cdot \frac{21}{g} > \sqrt{14} > 3$$

по ЗСЭ: $\left(\frac{23}{g}\right)^2 \frac{m v_0^2}{2} = \frac{k x_1^2}{2} + \frac{m v_1^2}{2}$

$$\frac{k x_1^2}{2} + \frac{m v_1^2}{2} = \left(\frac{7}{3}\right)^2 \frac{m v_0^2}{2} = E_1$$

- по Гука

- по ЗСЭ

$$\frac{23^2 - 7^2}{g^2} = \frac{14 \cdot 32}{g^2} = 7 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 8$$

$$E_1 = \frac{23^2 m v_0^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} = \frac{32 \cdot 14}{g^2} \frac{m v_0^2}{2}$$

$$E_2 = \frac{7^2 - 3^2}{3^2} \frac{m v_0^2}{2} = \frac{4 \cdot 10}{3^2} \frac{m v_0^2}{2}$$

$$k = \frac{E_1}{E_2} = \text{const} = \frac{32 \cdot 14 \cdot 8^2}{g^2 \cdot 4 \cdot 10} = \frac{4 \cdot 8 \cdot 7 \cdot 8}{3^2 \cdot 4 \cdot 10} = \frac{56}{45}$$

$$\left(\frac{7}{3}\right)^2 \frac{m v_0^2}{2} = E_3 = \frac{E_2}{k} = \frac{4 \cdot 10 \cdot 8^2 \cdot 5}{3^2 \cdot 8 \cdot 7} = \frac{25}{7} \left(\frac{m v_0^2}{2}\right)$$

$$\frac{25 + 7}{7} \frac{m v_0^2}{2} = \left(\frac{23}{g}\right)^2 \frac{m v_0^2}{2}$$