



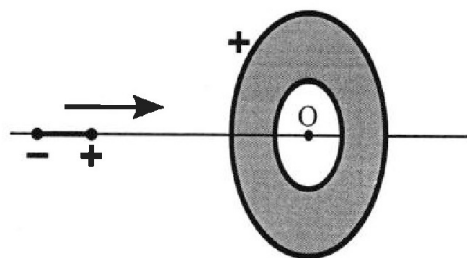
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

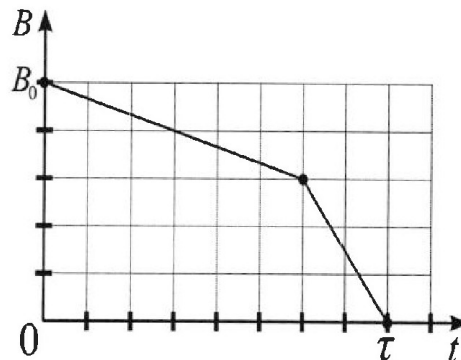
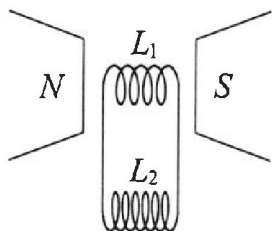


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется с некоторой начальной скоростью из бесконечно удаленной точки вдоль оси симметрии диска и пролетает через отверстие. Заряды диполя находятся на маленьких шариках, на диполь действуют только силы электрического поля диска, диск закреплен, при пролете диполь не отклоняется от оси диска. Минимальная начальная скорость диполя, необходимая для пролета, равна V_0 . Заряды диполя уменьшают по модулю в 3 раза и сообщают диполью начальную скорость V_0 .



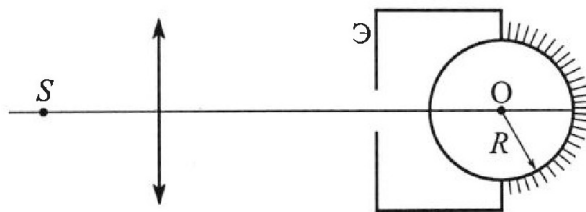
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

4. Катушка индуктивностью $L_1 = 5L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 8L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени τ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



- 1) Найти ток I_0 через катушку L_2 в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку L_2 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы расположены центр O прозрачного шара радиуса R и точечный источник S , удаленный от линзы на расстояние $a = 4,5R$ (см. рис.). На поверхность шара, противоположную поверхности входа лучей, нанесено идеально отражающее зеркальное покрытие. С шаром жестко скреплен непрозрачный экран $\mathcal{E}$ с небольшим круглым отверстием. Если шар расположен так, что расстояние от центра линзы до ближайшей к нему точки шара равно $b = 8R$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти фокусное расстояние линзы F .

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы уменьшилось на $\Delta = 3R$, изображение источника снова совпало с самим источником.

- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

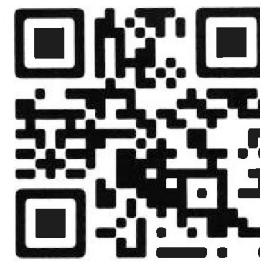
Отражение света от наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран $\mathcal{E}$ обеспечивает малость углов α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.



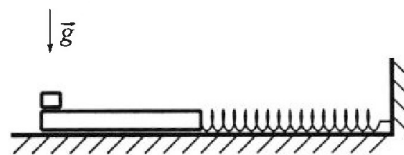
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Длинную доску массой $M = 4$ кг удерживают на горизонтальной гладкой поверхности. На одном конце доски лежит небольшой брусок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью $k = 100$ Н/м, прикрепленная к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,4$. Доску отпускают, она начинает движение, а брусок начинает двигаться относительно доски. Начальное сжатие пружины подобрано так, что в момент, когда ускорение доски почти достигает нуля первый раз, относительное движение бруска по доске прекращается. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

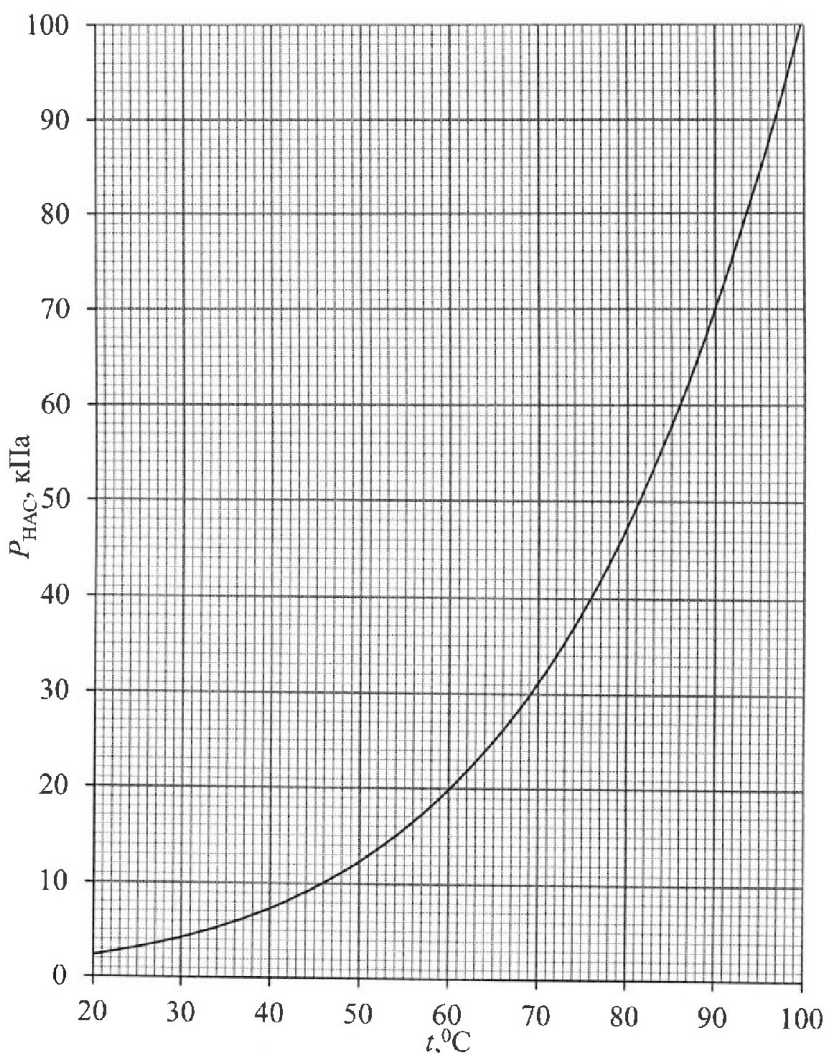


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °C и жидкая вода. Масса жидкой воды в 7 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 90$ °C. В результате вся вода превращается в пар. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти отношение масс пара в конце и в начале нагревания.
- 2) Найти температуру t^* , при которой прекратится испарение воды.
- 3) Найти относительную влажность ϕ в конце нагревания.

Объёмом жидкости по сравнению с объёмом г газа можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.





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 4

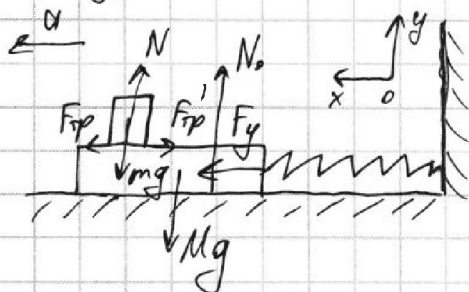
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1) Д: $M = 4 \text{ кг}$; $m = 1 \text{ кг}$; $k = 100 \text{ Н/м}$; $\mu = 0,4$; $g = 10 \text{ м/с}^2$

$\bar{II} \approx 3$

И: 1) Δx ; 2) a ; 3) v

Д: Если относительное ускорение равно нулю, то ускорения тел равны



$\bar{II}$ } М: $o_y: N = mg$

$o_x: ma = F_{Tp}$

$Ma = F_y - F_{Tp}'$

$\bar{III}$ } М: $F_{Tp} = F_{Tp}'$

Тела движутся, значит $F_{Tp} = \mu N$

$F_y = k \Delta x$

В итоге получаем:

$M \cdot \frac{\mu mg}{m} = k \Delta x - \mu mg$

$\Delta x = \frac{\mu g}{k} (m + M) = 20 \text{ см}$

По условию, когда ускорение доски почти 0, относительно доски брусок покоится, значит скорости равны (обозначим эту скорость как 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

2 из 4

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

Движение доски от начального момента до момента, когда её ускорение $= 0$, это гармонические колебания под действием внешней постоянной силы ($F_{\text{гр}}$). Тогда, т.к. ускорение в конце $= 0$, то v_0 - максимальная скорость, а колебания длятся четверть периода ($T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}$). Всё это время на брусок действовала постоянная $F_{\text{гр}}$.

из М. в диф. ф.:

$$F_{\text{гр}} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

$$\mu mg = \frac{mv_0}{\frac{T}{4}}$$

$$v_0 = \frac{\mu g T}{4} = \frac{\mu \pi g}{2} \sqrt{\frac{M}{k}}$$

Соответственно, ускорение в начальный момент - максимально.

$$a_0 = \omega v_0, \text{ где } \omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$$

$$a_0 = \frac{\mu \pi g}{2} \approx 6 \text{ м/с}^2$$

Найдём начальное смещение Δx_0 как $\Delta x_0 = A + \Delta x_p$, где

A - амплитуда колебаний, а Δx_p - смещение

пружин в положении равновесия.



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

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
3 ИЗ 4

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

$$\text{II. } F_{\text{гп}} = F_{\text{уп}} \Rightarrow \mu mg = k \Delta x_p \Rightarrow \Delta x_p = \frac{\mu mg}{k}$$

$$A = \frac{v_0^2}{\omega^2} = \frac{\mu \pi M g}{2k}$$

$$\Delta x_0 = A + \Delta x_p = \frac{\mu g}{k} \left(\frac{\pi M}{2} + m \right)$$

Вернёмся в начало и найдём α :

$$\alpha = \mu g$$

Ускорение изменяется по закону:

$$a = a_0 \cos \omega t$$

$$\mu g = \frac{\mu \pi g}{2} \cos \sqrt{\frac{k}{m}} t$$

$$\cos \sqrt{\frac{k}{m}} t = \frac{2}{\pi}$$

$$t = \sqrt{\frac{m}{k}} \arccos \frac{2}{\pi}$$

III. к. брусок движется равноускоренно

$$\cos \omega t = \frac{a}{a_0} = \frac{2}{\pi}$$

Скорость бруска изменяется по закону:

$$v = v_0 \sin \omega t$$

$$\sin \omega t = \frac{v}{v_0} = \frac{2v}{\mu \pi g \sqrt{\frac{k}{m}}}$$

Основное триг. тождество

$$\sin^2 \omega t + \cos^2 \omega t = 1$$



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

4 ИЗ 4

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

$$\frac{4}{\pi^2} + \frac{4V^2}{\mu^2 g^2} \cdot \frac{k}{M} = 1$$

$$\frac{V^2}{\mu^2 g^2} = \frac{M}{k} \left(\frac{\pi^2}{4} - 1 \right)$$

$$V = \mu g \sqrt{\frac{M}{k} \left(\frac{\pi^2}{4} - 1 \right)} = \frac{2\sqrt{5}}{5} \text{ м/с}$$

$$\text{Ответ: } \Delta x = 20 \text{ см}; a_0 = 6 \text{ м/с}^2; V = \frac{2\sqrt{5}}{5} \text{ м/с}$$



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 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!

2) Д: $t_0 = 27^\circ\text{C}$; $t = 90^\circ\text{C}$; $m_b = 7m_{n1}$; $V = \text{const}$

И: $\frac{m_{n2}}{m_{n1}}$; t^* ; φ

Д: П.к. в конце нагревания вся вода превращается в пар, то

$$m_{n2} = m_b + m_{n1} = 8m_{n1}$$

$$\frac{m_{n2}}{m_{n1}} = 8$$

~~Закон Шерля для начального манометра и манометра, когда вся вода испарится.~~

~~Модельев-Клайперон для начального манометра и манометра, когда вся вода испарится.~~

$$\begin{cases} p_0 V = \frac{m_{n1}}{\mu} R T_0 \\ p^* V = \frac{m_{n2}}{\mu} R T^* \end{cases}$$

Делим одно на другое

$$\frac{p_0}{p^*} = \frac{m_{n1}}{m_{n2}} \cdot \frac{T_0}{T^*}$$

В обоих случаях пар насыщенный $\Rightarrow p_0 = p_n$ и $p^* = p_n^*$

$$\frac{p_n^*}{T^*} = \frac{m_{n2}}{m_{n1}} \cdot \frac{p_{n0}}{T_0} \approx 8 \cdot \frac{3500}{300} \approx 95$$

$$\frac{p_n^*}{t^* + 273} \approx 95$$



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!

Подбираем по графику примерное значение t^*
 $t^* \approx 71^\circ\text{C}$

Запишем Менделеева-Клапейрона для начального и конечного состояний:

$$\begin{cases} p_0 V = \frac{m_{\text{п1}}}{\mu} R T_0 \\ p V = \frac{m_{\text{п2}}}{\mu} R T \end{cases}$$

Велии одно на другое. Также $p_0 = p_{\text{н0}}$ и $p = p_{\text{н}}$

$$\frac{p_{\text{н0}}}{p_{\text{н}}} = \frac{m_{\text{п1}}}{m_{\text{п2}}} \cdot \frac{T_0}{T}$$

$$\varphi = \frac{m_{\text{п2}}}{m_{\text{п1}}} \cdot \frac{T}{T_0} \cdot \frac{p_{\text{н0}}}{p_{\text{н}}} = 8 \cdot \frac{363}{300} \cdot \frac{3600}{70000} = 48,4\%$$

$$\text{Ответ: } \frac{m_{\text{п2}}}{m_{\text{п1}}} = 8; \quad t^* \approx 71^\circ\text{C}; \quad \varphi = 48,4\%$$



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.

1
☐

2
☐

3
☒

4
☐

5
☐

6
☐

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!

3) Д: v_0 ; $q = \frac{q_0}{3}$

Н: v ; $\frac{v_2}{v_1}$

Д:

П.к. центр диполя находится в центре диска, то заряды этого диполя симметричны относительно диска, а значит они находятся в точках с равными потенциалами, а так как заряды диполя равны по модулю и противоположны по знаку $W_2 = 0$ (по формуле $W_2 = q\varphi$)

ЗЦД:

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + W_2, \text{ где } m - \text{масса диполя}$$

$$v = v_0$$

Чтобы диполь прошёл через диск, его положительный заряд должен достигнуть центра диска (из-за малости расстояния между зарядами диполя можно считать, что в этот момент времени равнодействующая сил обращается в нуль). (это "I момент")

По симметрии, в момент, когда отрицательный заряд



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 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!

диполь проходит через центр диска равнодействующая
точке ноль. (это в "I" момент)

III. к диполь сначала замедляется, потом ускоряется и
снова замедляется, минимальная и
максимальная скорости будут именно в эти
моменты соответственно.

ЗСЭ для диполя из одинаковыми зарядами в
начальный и в I момент времени:

$$\frac{mV_0^2}{2} = W, \text{ где } W - \text{энергия в I момент (скорость тогда } = 0)$$

ЗСЭ для диполя с уменьшенными зарядами в
II начальный, I и II моменты времени:

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + W_1 = \frac{mV_2^2}{2} + W_2 \quad (1)$$

$$\text{III. к. } q = \frac{q_0}{3}, \text{ то } W_1 = \frac{W}{3} \quad (2)$$

Теперь заметим, что в I и II моменты диполь
симметричен относительно центра диска (за исключением
зарядов). Это означает, что $|W_1| = |W_2|$. Но, т.к. заряды
по сути поменялись местами, то $W_1 = -W_2 \quad (3)$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА

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!

Из ①, ② и ③ найдем:

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{W}{3} = \frac{m v_2^2}{2} - \frac{W}{3}$$

$$\begin{cases} \frac{m v_1^2}{2} = \frac{m v_0^2}{3} \\ \frac{m v_2^2}{2} = \frac{2}{3} m v_0^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_1 = v_0 \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \\ v_2 = \frac{2 v_0}{\sqrt{3}} \end{cases}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{2}$$

Ответ: $v = v_0$; $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{2}$



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
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!

4) Д: $L_1 = 5L$; n ; S_1 ; B_0 ; $L_2 = 8L$; $\mathcal{E}$

Н: I_0 ; q

Р: П.к. катушки соединены последовательно, так в них будет одинаковый.

При изменении магнитного потока через первую катушку

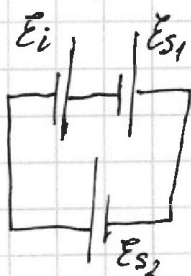
$$\text{возникнет } \mathcal{E}_i = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -\frac{n S_1 \Delta B}{\Delta t}$$

Значит появится ток $\Rightarrow$ возникнут $\mathcal{E}_{S1}$ и $\mathcal{E}_{S2}$

$$\mathcal{E}_{S1} = -L_1 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E}_{S2} = -L_2 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

Перисуем цепь.



Вход контура

$$\mathcal{E}_i + \mathcal{E}_{S1} + \mathcal{E}_{S2} = 0$$

$$-\frac{n S_1 \Delta B}{\Delta t} = (L_1 + L_2) \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\Delta I = \frac{-n S_1 \Delta B}{L_1 + L_2}$$

$$I_0 - 0 = \frac{-n S_1 (0 - B_0)}{L_1 + L_2}$$



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.



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!

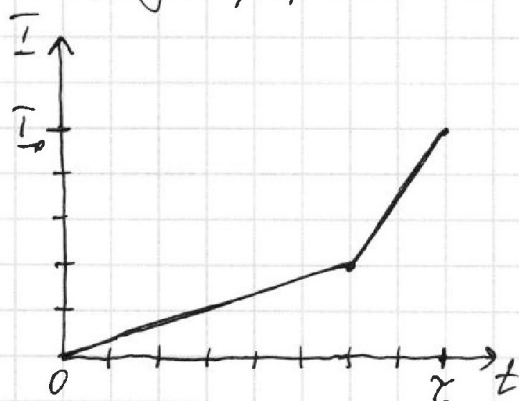
$$\bar{I}_0 = \frac{nB_0 S_1}{L_1 + L_2} = \frac{nB_0 S_1}{13L}$$

Найдём $\bar{I}$ в момент времени $\frac{6}{8}\tau$ так же:

$$\bar{I} - 0 = \frac{-nS_1}{L_1 + L_2} \left(\frac{3}{5}B_0 - B_0 \right)$$

$$\bar{I} = \frac{2nB_0 S_1}{5(L_1 + L_2)} = \frac{2}{5}\bar{I}_0$$

Нарисуем график $\bar{I} - t$:



Протёкший заряд = площади под графиком:

$$q = \frac{\frac{2}{5}\bar{I}_0 \cdot \frac{6}{8}\tau}{2} + \frac{\frac{2}{5}\bar{I}_0 + \bar{I}_0}{2} \cdot \frac{2}{8}\tau = \frac{13}{40}\bar{I}_0\tau = \frac{nB_0 S_1 \tau}{40L}$$

$$\text{Ответ: } \bar{I}_0 = \frac{nB_0 S_1}{13L}; \quad q = \frac{nB_0 S_1 \tau}{40L}$$



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
☐

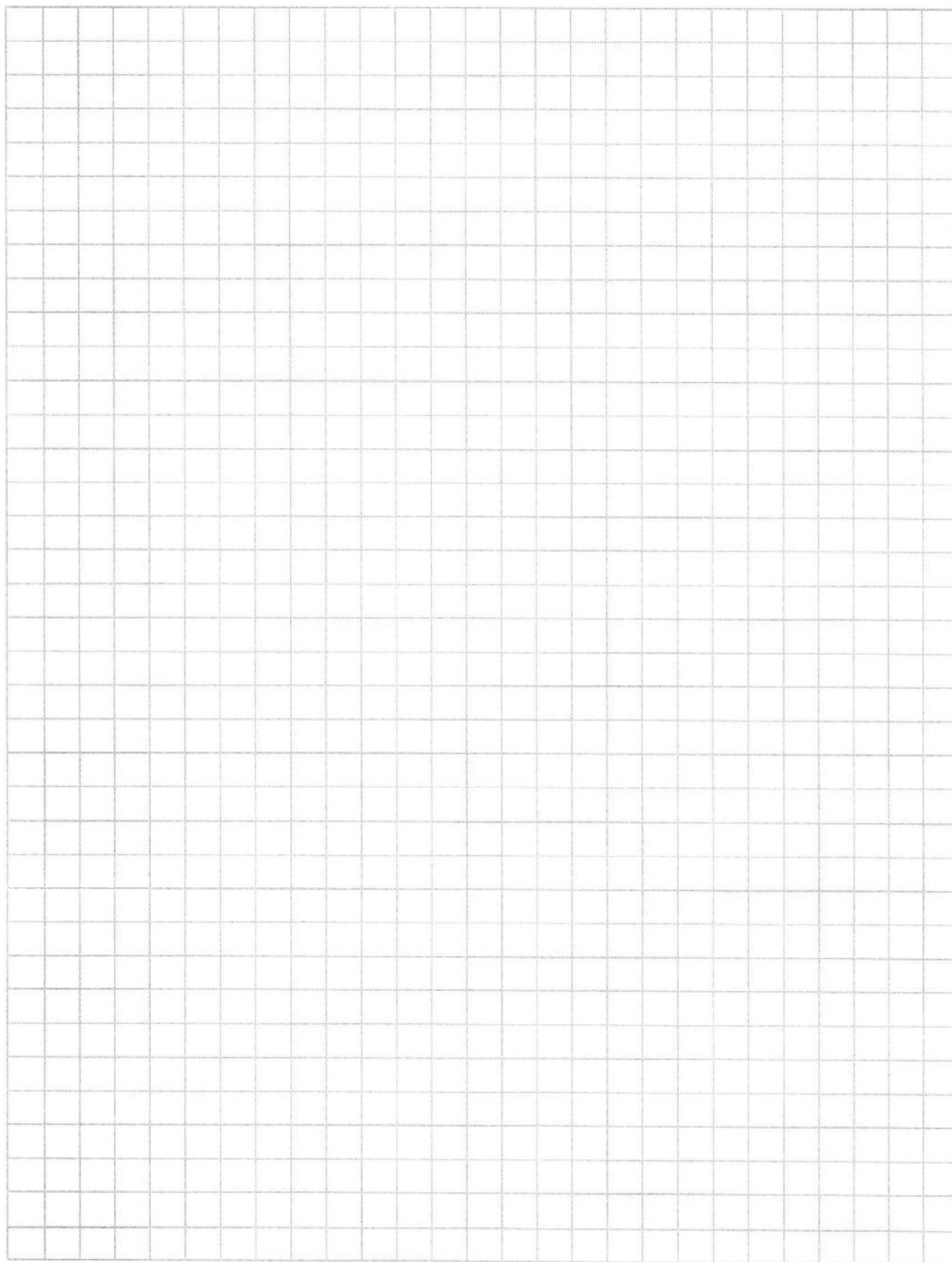
5
☐

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!

$$3) \frac{mv^2}{2} = W_0$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = W_0$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV^2}{2} + \frac{W_0}{3} = \frac{mV^2}{2} + \frac{mV_0^2}{6}$$

$$\frac{V_0^2}{3} = \frac{V^2}{2}$$

$$V = V_0 \sqrt{\frac{2}{3}} = \frac{V_0}{3} \sqrt{6}$$

$$V = V_0 \text{ на } 30^\circ$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{W_0}{3} = \frac{mV_1^2}{2} - \frac{W_0}{3}$$

$$\frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2}$$

$$\frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV_0^2}{3} \Rightarrow V_1 = V_0 \sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$\frac{mV_2^2}{2} = \frac{2}{3} mV_0^2$$

$$V_2 = \cancel{2V_0} \frac{2V_0}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}$$

$$4 \sqrt{\frac{4}{100} \cdot \frac{5}{4}} = \cancel{0.4} \frac{2\sqrt{5}}{5}$$

$$1) V = V_m \sin \omega t$$

$$kx_0 = \mu mg$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}} \Rightarrow \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M}{k}}$$

$$x_0 - x = A$$

$$mV = \mu mg \frac{T}{4}$$

$$V_m = \mu g \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M}{k}}$$

$$a_m = \omega V_m = \frac{\mu g}{2} \quad A = \frac{V_m}{\omega} = \frac{\mu \pi g M}{2k}$$

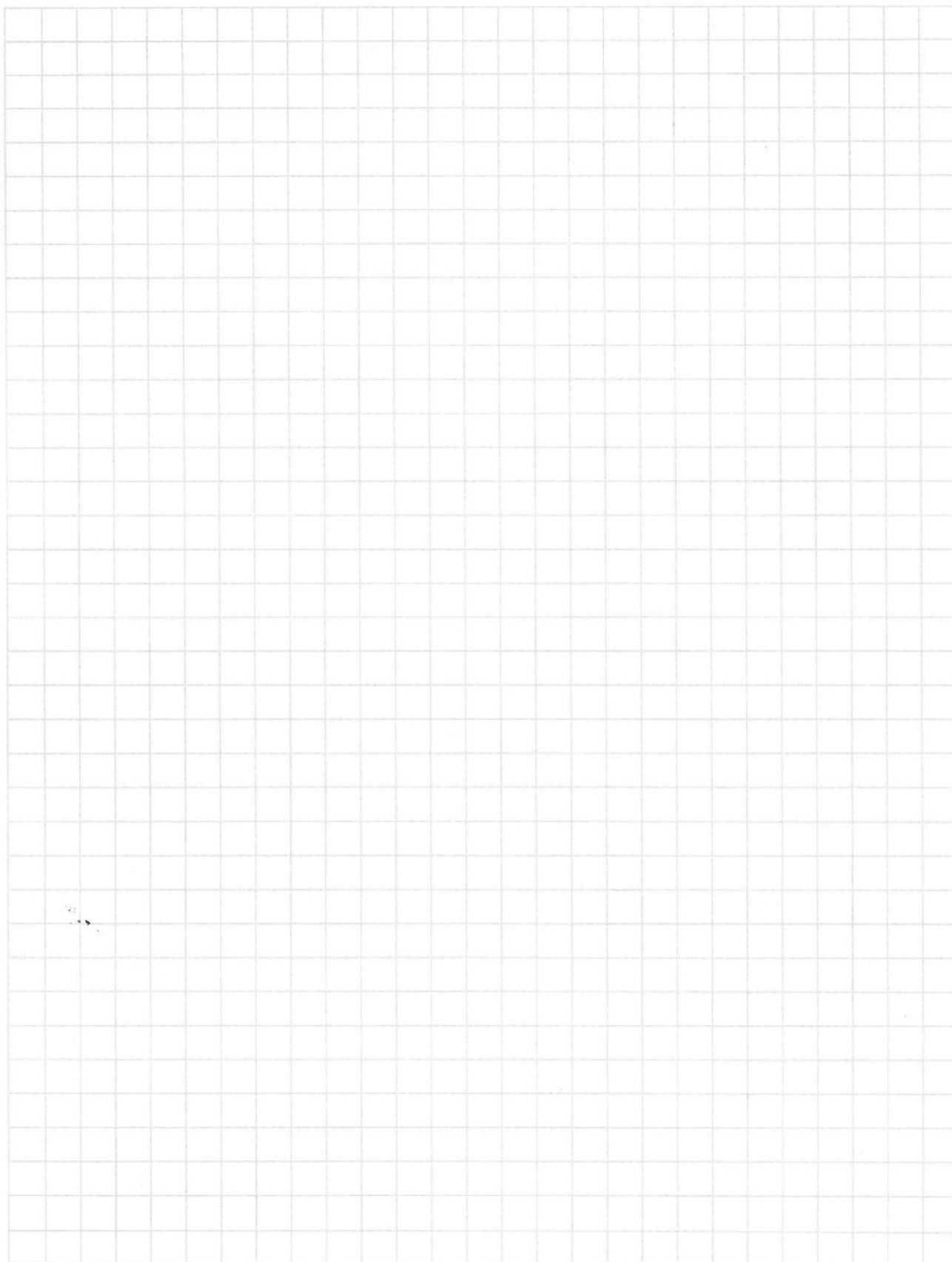


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!

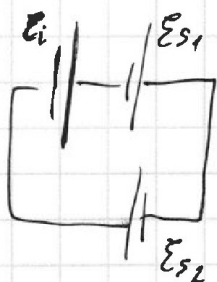
$$1) \text{ ~~Ma~~ } \rightarrow ma = \mu mg$$

$$Ma = kx - \mu mg$$

$$kx = \mu mg + \mu Mg$$

$$\Delta x = \frac{\mu g}{k} (m + M)$$

$$4) \mathcal{E}_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{n \cdot \frac{2}{5} B_0 S_1}{\frac{1}{5} \tau} = \frac{12 n B_0 S_1}{5 \tau} = \frac{n (10 - B_0) S_1}{\tau} = \frac{n B_0 S_1}{\tau}$$



$$\mathcal{E}_i + \mathcal{E}_{S1} + \mathcal{E}_{S2} = 0$$

$$\frac{n B_0 S_1}{\tau} = L_1 \frac{\bar{I}_0 - 0}{\tau} + L_2 \frac{\bar{I}_0 - 0}{\tau}$$

$$\bar{I}_0 = \frac{n B_0 S_1}{L_1 + L_2}$$

$$\text{т.к. } n B_0 S_1 = (L_1 + L_2) \bar{I}'$$

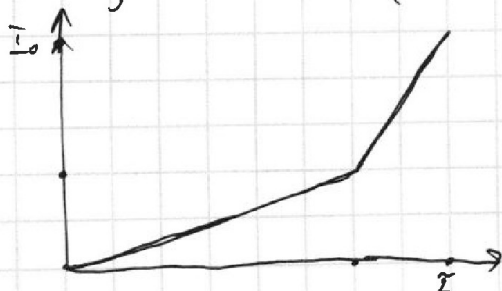
т.к. $B' = \text{const}$, на двух магнитниках, то тогда и $\bar{I}' = \text{const}$ на

этих магнитниках

$$n \cdot \frac{2}{5} B_0 S_1 = (L_1 + L_2) \bar{I}$$

$$\bar{I} = \frac{2 n B_0 S_1}{5 (L_1 + L_2)}$$

$$n \cdot \frac{3}{5} B_0 S_1 = (L_1 + L_2) (\bar{I}_0 - \bar{I}) \Rightarrow \bar{I}_0 = \frac{n B_0 S_1}{L_1 + L_2}$$



$$\begin{aligned} q &= \frac{2 \bar{I}_0}{5} \cdot \frac{6 \tau}{8} + \frac{2 \bar{I}_0 + \bar{I}_0}{5} \cdot \frac{2}{8} \tau = \\ &= \frac{3 \bar{I}_0 \tau}{20} + \frac{4 \bar{I}_0 \tau}{40} = \frac{13 \bar{I}_0 \tau}{40} \end{aligned}$$



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.

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!

$$2) m_6 = 7m_{H_1} \Rightarrow m_{H_2} = m_6 + m_{H_1} \Rightarrow \frac{m_{H_2}}{m_{H_1}} = 8$$

$$T_1 = T_2$$

$$\frac{p_1 T_1}{m_{H_1}} = \frac{p_2 T_2}{m_{H_2}} \Rightarrow \frac{p_1 T_1}{m_{H_1}} = \frac{p_2 T_1}{m_{H_2}}$$

$$\frac{m_{H_1} R T_1}{\mu p_{H_1}} = \frac{m_{H_2} R T_1}{\mu p_{H_2}}$$

$$\frac{p_{H_2}}{T} = \frac{m_{H_2}}{m_{H_1}} \cdot \frac{p_{H_1}}{T_1} = 8 \cdot \frac{3500}{300} \approx 95$$

$$\frac{42000}{350} = \frac{6000}{500} = 120$$

$$\frac{30000}{340} = \frac{28000}{340} = \frac{1400}{17}$$

$$\frac{34000}{273+12} = \frac{34000}{345} = \frac{6800}{69}$$

$$95 \cdot 69 = 6810$$

$$95 \cdot 69 = 6900 - 300 - 45$$

$$\frac{30000}{273+69} = \frac{30000}{342} = \frac{10000}{102}$$

$$9500$$

$$\frac{31000}{343} = 34300 - 1500 - 215 =$$

$$\frac{32500}{344}$$

$$344 \cdot 95 = 34400 - 1500 - 220 = 32900 - 220 = 32680$$

$$2) t \approx 71^\circ \text{C}$$

$$3) \frac{p_1 T_1}{p_{H_1}} = \frac{p_2 T_2}{p_{H_2}}$$

$$\gamma = \frac{m_{H_2}}{m_{H_1}} \cdot \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{p_{H_1}}{p_{H_2}} = 8 \cdot \frac{363}{300} \cdot \frac{40000}{36000} = \frac{8 \cdot 121 \cdot 5}{10^4} = \frac{484}{10^3} = 48,4\%$$