



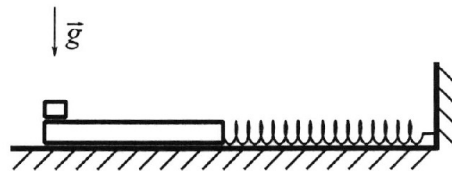
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Длинную доску массой $M = 2$ 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 $k = 50$ Н/м, прикрепленная к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. 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.

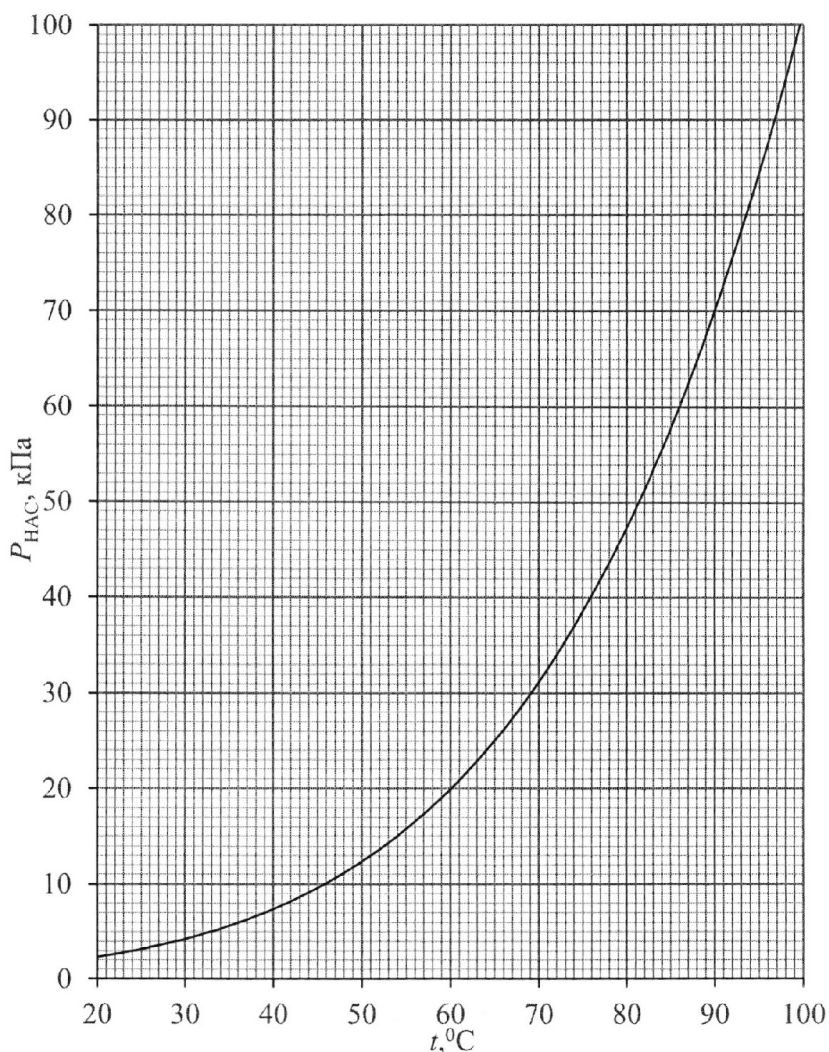


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °С и жидкая вода. Масса жидкой воды в 11 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 97$ °С. 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 газ а можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.





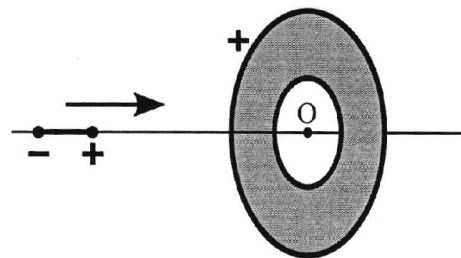
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

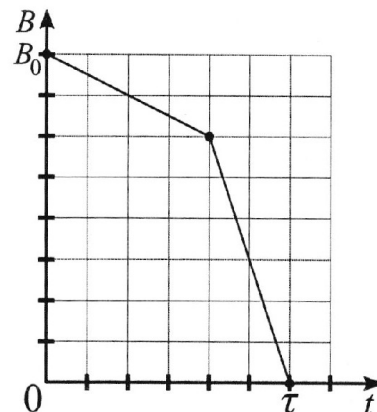
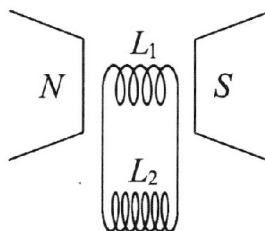


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется 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 2 раза и сообщают диполью начальную скорость V_0 .



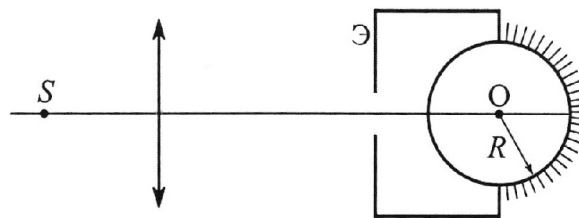
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ 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 $L_2 = 6L$ 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 (см. рис.). Расстояние между источником S и центром линзы $a = 2R$. 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 $b = 7R$, 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 $\Delta = 4R$, 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



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.

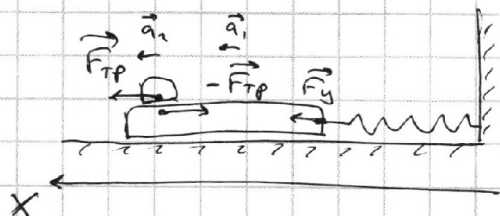
1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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. Сила трения скольжения $F_{\text{трmax}} = \mu mg$.



~~2-й закон Ньютона~~ 2-й 3. Ньютона OX:

брусok: $F_{\text{тр}} = m a_2$

доска: $F_y - F_{\text{тр}} = M a_1$

Когда $F_y > F_{\text{трmax}}$, брусok скользит по доске, $F_{\text{тр}} = F_{\text{трmax}}$, иначе $a_1 = a_2$:

$$\frac{F_{\text{тр}}}{m} = \frac{F_y - F_{\text{тр}}}{M}$$

$$F_{\text{тр}} = \frac{m}{m+M} \cdot F_y = \frac{1}{3} F_y$$

По условию, когда $F_y \approx F_{\text{трmax}} = F_{\text{трmax}} (a_1 = 0)$:

$$a_1 = a_2 \Rightarrow F_{\text{тр}} = \frac{1}{3} F_y$$



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!

2.1) В начале масса ^{жидкой} воды в 11 раз больше массы пара:

$m_b = 11m_n$, где m_b, m_n - массы воды и пара ~~в~~ при ~~начало~~, t_0 .

Т.к. вся вода ^{превратилась в пар,} ~~испарилась~~ масса пара в конце:

$$m_n^i = m_b + m_n = 12m_n$$

$$\frac{m_n^i}{m_n} = \boxed{12}$$

2) Испарение воды прекратится, когда она вся испарится. Ур-я ~~для~~ состояния для пара, который можно считать идеальным газом:

(1) При t_0 : $p_{\text{нас}}(t_0) \cdot V = \frac{m_n}{\mu} \cdot R T_0$, где V - объём сосуда, μ - молярная масса воды, T_0 - абсолютная температура ~~в~~ (t_0 в кельвинах).

(2) При t^* : $p_{\text{нас}}(t^*) \cdot V = \frac{m_n^i}{\mu} \cdot R T^*$, где $T^* - t^*$ в кельвинах.

Изначально пар насыщенный, т.к. он в равновесии с водой. При постепенном увеличении температуры это равновесие не нарушается, пока вода не испарилась полностью. Значит, при t^* пар ещё



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!

насыщенный.

$$\frac{(2)}{(1)}: \frac{p_{\text{нас}}(t^*)}{p_{\text{нас}}(t_0)} = \frac{m'_n}{m_n} \cdot \frac{T^*}{T_0} = 12 \cdot \frac{T^*}{T_0}$$

$$p_{\text{нас}}(t^*) = \frac{12 \cdot p_{\text{нас}}(t_0)}{T_0} \cdot T^* \quad - \text{ это уравнение прямой}$$

на графике $p_{\text{нас}}(t)$. Найду, где эта прямая

пересекает ось $p_{\text{нас}}$, подставив $t_1 = 20^\circ\text{C}$:

$$p_{\text{нас}}(t_1) \approx \frac{12 \cdot 3,5}{27 + 273} \cdot (20 + 273) \approx \frac{41}{35} \text{ кПа}$$

($p_{\text{нас}}(t_0) \approx 3,5 \text{ кПа}$ - из графика.)

Угловой коэффициент прямой: $k = \frac{12 \cdot p_{\text{нас}}(t_0)}{T_0} \approx$

$$\approx \frac{12 \cdot 3}{27 + 273} \approx 0,12 \frac{\text{кПа}}{\text{К}}$$

Построю эту прямую и найду точку её пересечения с графиком:

$$t^* \approx \boxed{81^\circ\text{C}}; \quad p_{\text{нас}}(t^*) \approx 49 \text{ кПа}$$

3) Ур-я состояния для пара:

$$\text{При } t^*: p_{\text{нас}}(t^*) \cdot V = \frac{m'_n}{\mu} R T^* \quad (3)$$

$$\text{При } t: p_{\text{пк}} \cdot V = \frac{m_n}{\mu} \cdot R T \quad (4)$$

где $p_{\text{пк}}$ - давление пара в конце процесса (он уже не насыщенный).



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!

$$\frac{(4)}{(3)}: \frac{p_{пк}}{p_{нас}(t^*)} = \frac{T^*}{T}$$

$$~~p_{пк}~~ p_{пк} = \frac{T^*}{T} \cdot p_{нас}(t^*) \approx \frac{273+81}{273+97} \cdot 49 \approx$$

$$\approx 47 \text{ кПа}$$

$$\varphi = \frac{p_{пк}}{p_{нас}(t)} \approx \frac{47}{91} \approx 0,52$$

хотн. влажность - это отношение давления пара к давлению насыщенного пара при данной температуре.

Ответ: 1) 12

2) $\approx 81^\circ\text{C}$

3) $\approx 0,52$



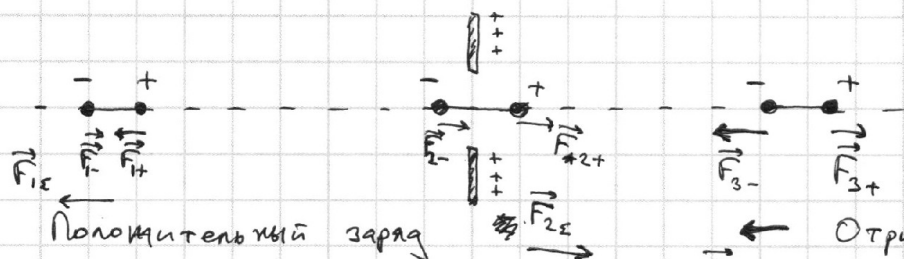
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

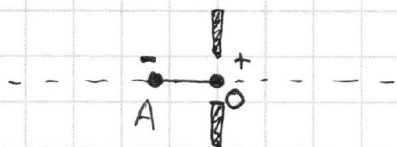
3. Пусть потенциал поля диска на бесконечности равен нулю. ~~Потенциал в точке 0~~ ~~потенциал~~
~~Рассмотрю~~ Рассмотрим три положения диполя:



Положительный заряд ближе к диску, $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ на него действует большая сила со стороны диска.
Диск отталкивает диполь.

Отрицательный заряд ближе к диску, на него действует большая сила.
Диск притягивает диполь.

~~Из~~ Из этого следует, что диполь необходимо и достаточно для пролёта достичь положения, при котором его положительный заряд находится в точке O:



q — начальный ~~заряд~~ ^{модуль} заряда шариков диполя.
 m — масса диполя.

ЗСЭ: ~~$\frac{mv_0^2}{2}$~~ $\frac{mv_0^2}{2} = q(\varphi_0 - \varphi_A)$



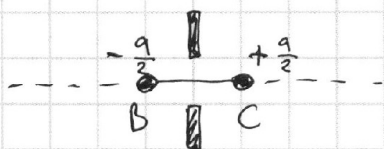
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!

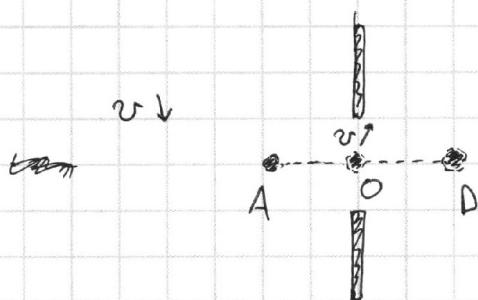
1) ЗСЭ: $\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{q}{2}(\varphi_C - \varphi_B)$



Потенциалы точек B и C равны, т.к. поле диска симметрично относительно его плоскости.

Значит: $\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} \Rightarrow \boxed{V_1 = V_0}$

- 2) Выше показано, что диполь ^{замедляется} ~~ускоряется~~, пока его пол. заряд не достигнет точки O, потом ускоряется до момента, когда отр. заряд достиг точки O.



$\varphi_A = \varphi_D$, т.к. поле диска симметрично отн. его плоскости.

Скорости на $\pm\infty$ равны V_0 , т.к. потенциал там равен 0.

Тогда минимальной может оказаться скорость в положении AO или 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.

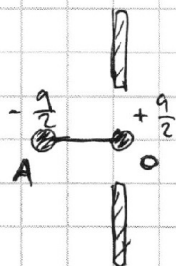
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

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!

В положении Ао:



$$\text{ЗСЭ: } \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_{A0}^2}{2} + \frac{q}{2} \cdot (\varphi_0 - \varphi_A)$$

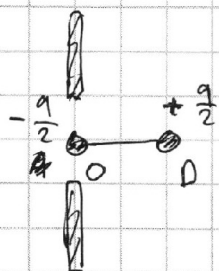
$$\frac{mV_{A0}^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} - \frac{q(\varphi_0 - \varphi_A)}{2} = \frac{mV_0^2}{2} - \frac{mV_0^2}{4} = \frac{mV_0^2}{4}$$

$$\Rightarrow V_{A0} = \frac{\sqrt{2}}{2} V_0 < V_0$$

Мин. скорость: $V_{\min} = V_{A0} = \frac{\sqrt{2}}{2} V_0$

Макс. скоростью $V_{\max}$ может оказаться скорость

V_0 или скорость в положении ВВ или V_{00} :



$$\text{ЗСЭ: } \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_{00}^2}{2} + \frac{q}{2} (\varphi_0 - \varphi_0) =$$

$$= \frac{mV_{00}^2}{2} + \frac{q(\varphi_A - \varphi_0)}{2} =$$

$$= \frac{mV_{00}^2}{2} - \frac{mV_0^2}{4}$$

$$\Rightarrow \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + \frac{mV_0^2}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{00} = \frac{\sqrt{6}}{2} V_0 > V_0 \Rightarrow V_{\max} = V_{00} = \frac{\sqrt{6}}{2} V_0$$



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
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!

$$V_{\max} - V_{\min} = \frac{\sqrt{6} - \sqrt{2}}{2} V_0 = \left(\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot (\sqrt{3} - 1) \right) V_0$$

Ответ: 1) V_0

2) $\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot (\sqrt{3} - 1) \cdot V_0$



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
☒

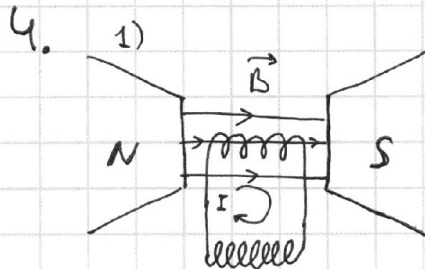
5
☐

6
☐

7
☐

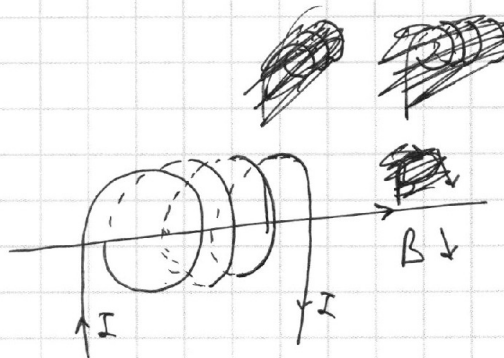
СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

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!



Ток в катушках
одинаковий по з.
сохранения заряда.

В первой катушке по правилу
Ленца:



Ток течёт от северного полюса
магнита к южному. ~~Магн.~~ Магн.
поток, создаваемый им,
складывается с потоком ~~внешнего~~
внешнего поля.

Тогда поток через первую катушку:

$$\Phi_1 = \underbrace{BnS_1}_{\text{поток внеш. поля}} + \underbrace{L_1 I}_{\text{собственный поток}}$$

Поток через вторую катушку:

$$\Phi_2 = L_2 I$$

Напряжения на катушках ~~одинаковы~~ и равны их
ЭДС индукции:

$$\mathcal{E}_{\text{инд1}} = \mathcal{E}_{\text{инд2}} \quad \text{з.з.}$$



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!

По 3. Фарадея: $\mathcal{E}_{\text{инд}1} = - \frac{d\Phi_1}{dt}$, $\mathcal{E}_{\text{инд}2} = - \frac{d\Phi_2}{dt}$
 $\uparrow$ ЭДС индукции катушек.

По 2-му пр. Кирхгофа:

$$\mathcal{E}_{\text{инд}1} + \mathcal{E}_{\text{инд}2} = 0$$

$$\dot{\Phi}_1 + \dot{\Phi}_2 = 0$$

~~$$\frac{d\Phi_1}{dt} = - \frac{d\Phi_2}{dt}$$~~

$$(\Phi_1 + \Phi_2) = \text{const}$$

$$\Phi_1 + \Phi_2 = \text{const} = \Phi_1(0) + \Phi_2(0) =$$

$$= B_0 n S_1 + 0 = B_0 n S_1,$$

$$B n S_1 + L_1 I + L_2 I = B_0 n S_1,$$

$$7 L I = (B_0 - B) n S_1,$$

В конце: $7 L I_0 = B_0 n S_1 \Rightarrow I_0 = \boxed{\frac{B_0 n S_1}{7 L}}$

2) ~~Исходный~~ Исходный заряд $q = \int_0^{\tau} I(t) dt$

$$I(t) = \frac{B_0 n S_1}{7 L} - \frac{n S_1}{7 L} B(t)$$

$$q = \int_0^{\tau} \frac{B_0 n S_1}{7 L} dt - \int_0^{\tau} \frac{n S_1}{7 L} B(t) dt = \frac{B_0 n S_1}{7 L} \cdot \tau - \frac{n S_1}{7 L} \cdot \int_0^{\tau} B(t) dt$$

$\int_0^{\tau} B(t) dt$ - площадь под графиком $B(t)$.

Посчитаю её как площадь треугольника и трапеции:



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
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!

$$S = \frac{B_0 + \frac{3}{4} B_0}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot \tau + \frac{3}{4} B_0 \cdot \frac{1}{3} \tau \cdot \frac{1}{2} = \frac{17}{24} B_0 \tau$$



$$q = \frac{n S_1}{7L} B_0 \tau \cdot \left(1 - \frac{17}{24}\right) = \left(\frac{1}{24} \cdot \frac{B_0 n S_1 \tau}{L}\right)$$

Ответ: 1) $\frac{B_0 n S_1}{7L}$

2) $\frac{1}{24} \cdot \frac{B_0 n S_1 \tau}{L}$



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!

5.

1) ~~Ф-ла~~ Ф-ла тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{f}, \text{ если } 2R > F$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{2R} - \frac{1}{f}, \text{ если } 2R < F$$

f - расстояние от линзы до изображения источника в ней.

Для малых углов падения лучей на шар можно записать инвариант Аббе:

$$-\frac{1}{7R-f} - \frac{1}{R} = \frac{n}{f_1} - \frac{n}{R}$$

Рассмотрю $n=1$. Тогда лучи на поверхности шара не преломляются, и можно его убрать.

Ф-ла сферического зеркала:

$$\frac{1}{7R-f} + \frac{1}{f_1} = \frac{2}{R}$$

Изображение в зеркале должно попасть в точку с ^{первым} изображением в линзе, иначе конечное изображение не попадёт в точку с источником. Тогда $7R-f = f_1 = R$



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!

$f = 6R$ - изображение в минзе действительное

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{6R} = \frac{2}{3R} \Rightarrow F = \frac{3}{2} R$$

Ответ: 1) $\frac{3}{2} R$

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
☐

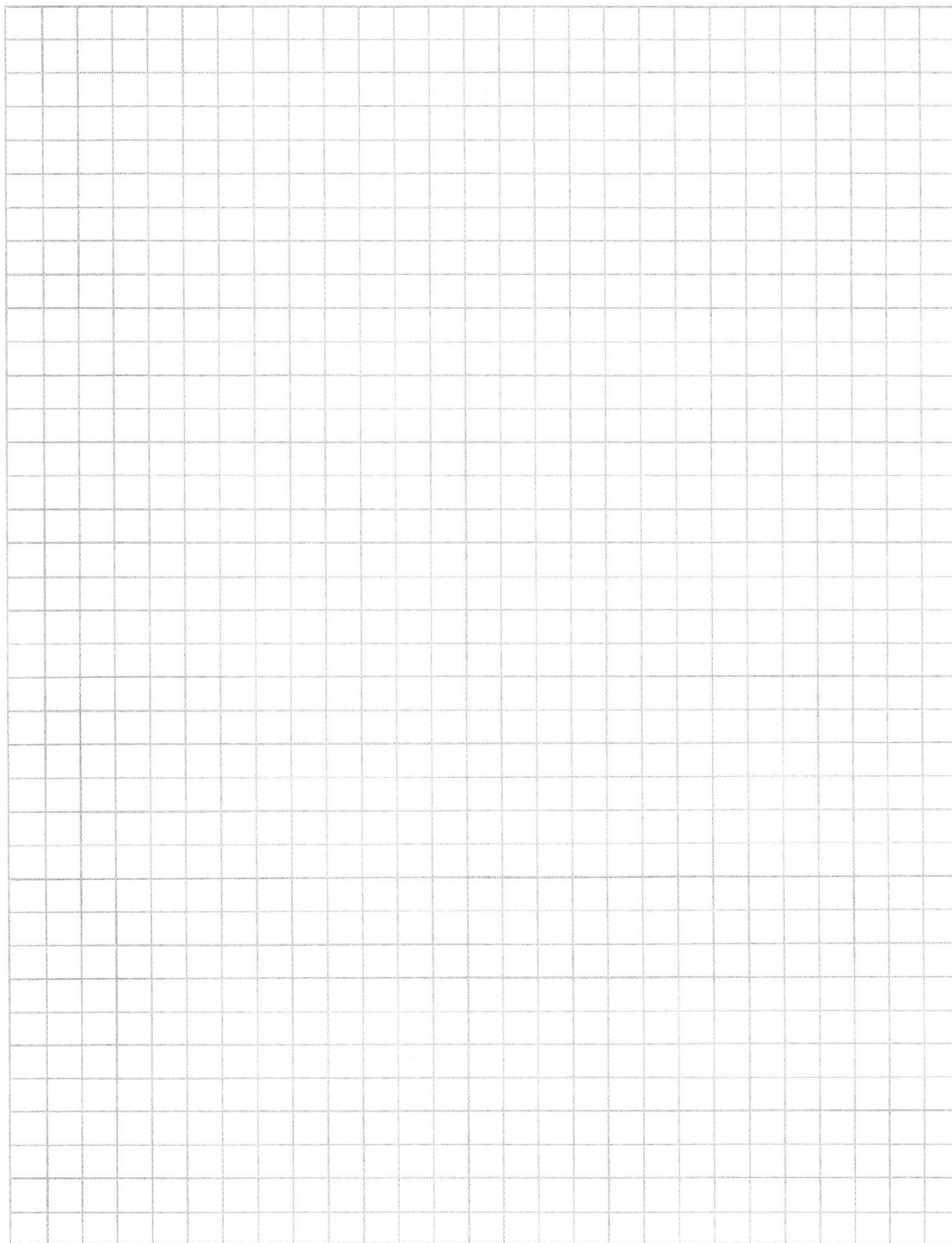
5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
__ 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!





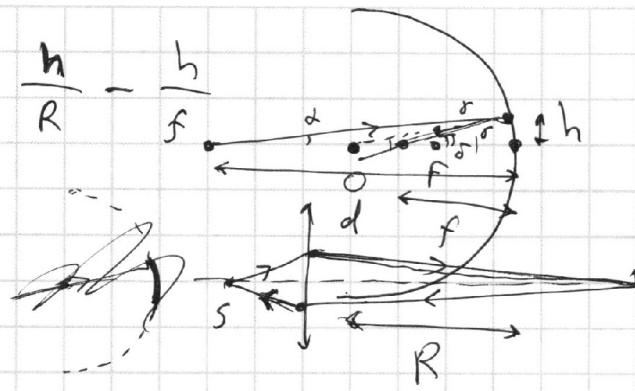
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!

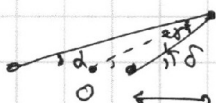
$$\frac{h}{d} = 2 \frac{h}{R} - \frac{h}{f}$$



$$\delta \approx \frac{h}{f}$$

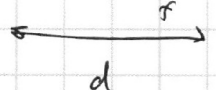
$$\alpha \approx \frac{h}{d}$$

$$\delta - \alpha = \frac{h}{R}$$



$$a = -\frac{kx}{m} - \frac{mng}{m}$$

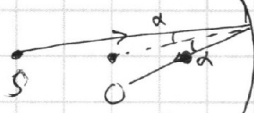
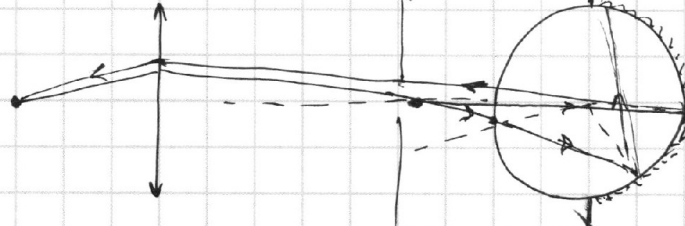
$$\alpha + 2\delta = 0$$



$$x + 2\delta = \delta$$

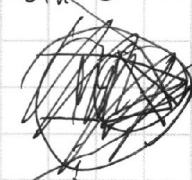
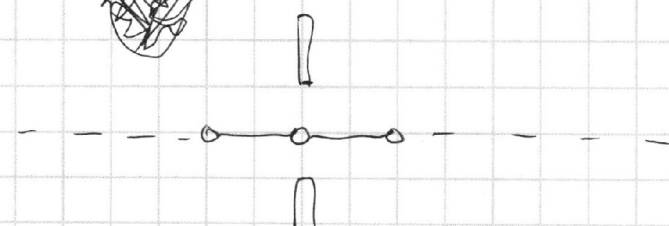
$$x = \delta - \delta = \frac{h}{R}$$

$$a = 0 \quad \alpha = \delta - 2\delta = \delta - \delta = 0$$

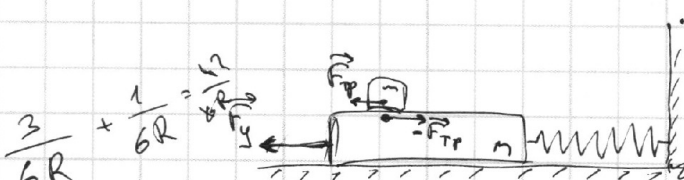


$$a_{\text{отн}} = 0 \Rightarrow F_{\text{тр}} = 0$$

$$v_{\text{отн}} = 0$$



$$\frac{h}{x} = \frac{h}{R}$$



$$F_y \approx \mu mg$$

$$\frac{F_y - F_{Tp}}{m} = \frac{F_{Tp}}{m}$$

$$F_y - F_{Tp} = 2F_{Tp}$$

$$F_y = 3F_{Tp}$$





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!

$$\begin{array}{r} 1 \quad 1 \\ 273 \\ + \quad 27 \\ \hline 300 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 293 \\ \hline 112 \\ + 586 \\ \hline 293 \\ + 293 \\ \hline 3516 \end{array}$$

$$B_{OT} \left(\frac{7 \cdot 82}{4 \cdot 823} + \frac{33}{1 \cdot 82} \right) = \frac{217}{21} B_{OT}$$
$$\frac{293}{300} \cdot 42 = 42 - 42 - \frac{7}{300} \approx 41$$
$$36 + 6 = 42$$
$$\frac{28 + 3 \cdot 17}{2 \cdot 3 \cdot 5}$$
$$2 \cdot 3 \cdot 4 = 24$$
$$\frac{6}{6}$$

$$80 \cdot 0,12 = 8 \cdot 12 \cdot 0,1 =$$

$$3 \cdot 2^5 = 32 - 3 = 29$$

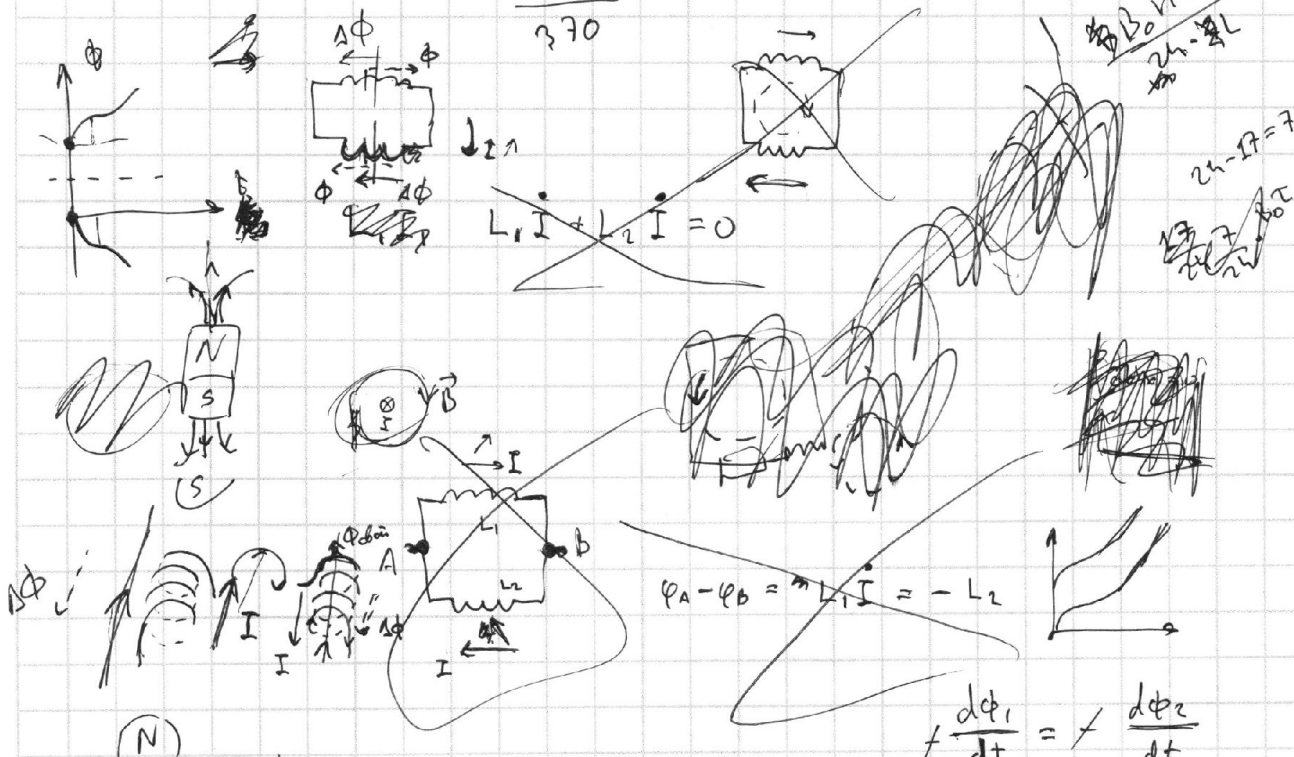
$$5 \cdot 31 = 5 + 45p$$

$$\begin{array}{r} 470 \overline{) 91} \\ 455 \overline{) 0,516} \\ \hline 150 \\ 0,91 \\ \hline 0,590 \\ 0,546 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 546 \\ + 273 \\ \hline 81 \\ \hline 354 \\ 11 \\ + 97 \\ \hline 370 \end{array}$$

$$\frac{354}{370} \cdot 49 = 49 - \frac{16}{370} \cdot 49$$

500
800



$$\Phi_1 = \Phi_{1\text{своб}} + \Phi_{1\text{сн}} = L_1 I + B n S_1$$

$$\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{6}}{2}$$

$$\oint \frac{d\Phi_1}{dt} = \oint \frac{d\Phi_2}{dt}$$
$$\int d\Phi_1 \cdot dt = \int d\Phi_2 \cdot dt$$
$$\Delta\Phi_1 = \Delta\Phi_2 + \Phi_c^{\text{const}}$$