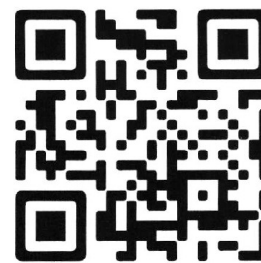




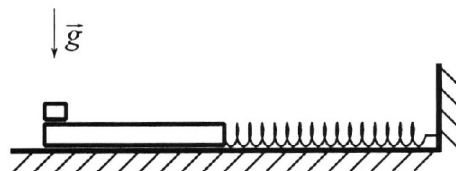
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

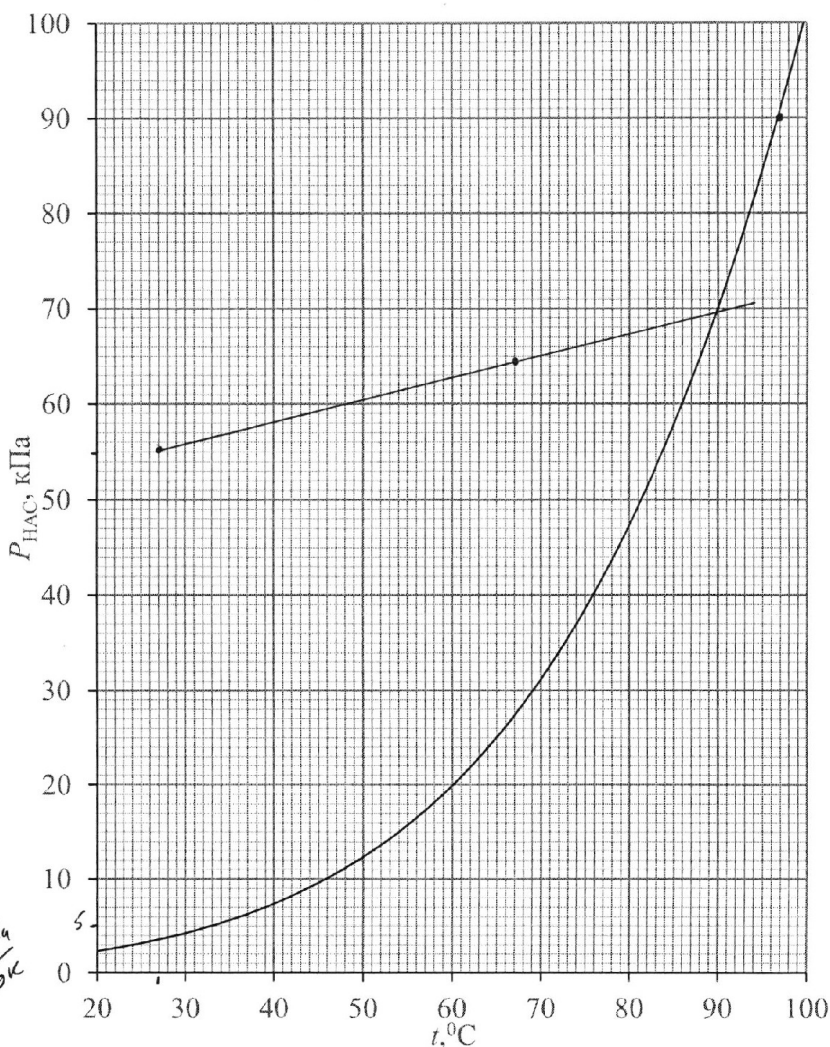


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27^\circ\text{C}$ и жидкая вода. Масса жидкой воды в 11 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 97^\circ\text{C}$. 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^* , ^{$\approx 90^\circ\text{C}$} при которой прекратится испарение воды.
- 3) Найти относительную влажность φ в конце нагревания.

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



$$p_{\text{нас}} \cdot V = \nu R T_1$$

$$p V = \nu R T_2$$

$$p_{\text{нас},1} \cdot V = \nu R T_1$$

$$\frac{p_{\text{нас},1}}{T_1} = \frac{\nu R}{V}$$

$$p = 11 \cdot \frac{p_{\text{нас},1}}{T_1} \cdot p_{\text{нас},1}$$

$$\frac{4,6 \text{ атм}}{300 \text{ К}}$$

$$\varphi =$$



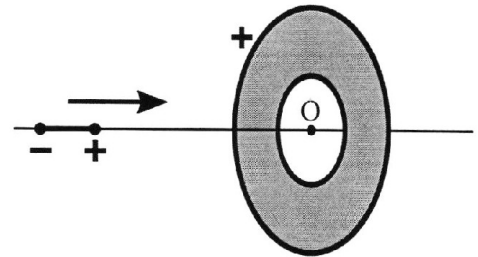
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



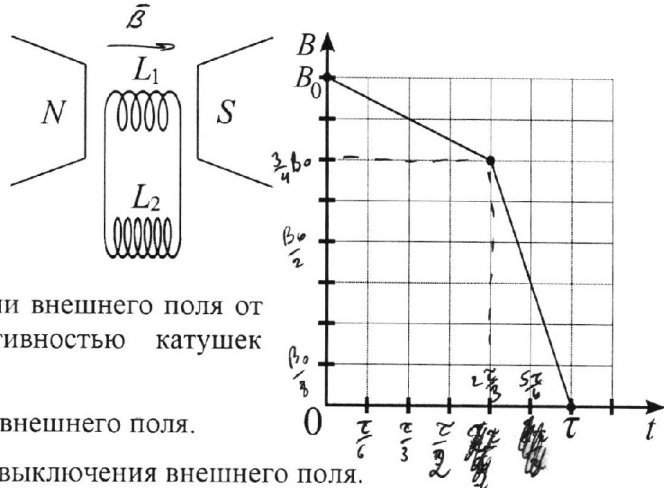
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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

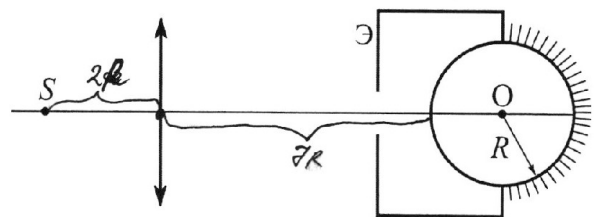
4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 6L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



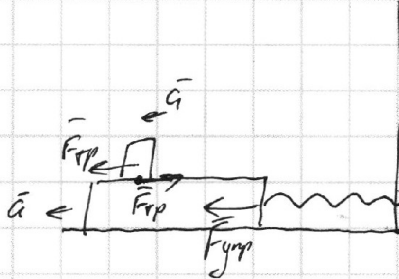
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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.



Ка брусок действует сила трения $F_{fr} = \mu mg$ влево, а на доску, согласно 3-му закону Ньютона, такая же $F_{fr} = \mu mg$ вправо. Если пружинка сломана, то $F_{spr} = Kx$ действует влево.

1) III.к. относительное ускорение бруска и доски ноль, т.к. у бруска и доски равные ускорения, направленные в одну сторону. (Допустим, влево вдоль оси x)

Затем второй закон Ньютона в проекции на ось x для бруска и доски:

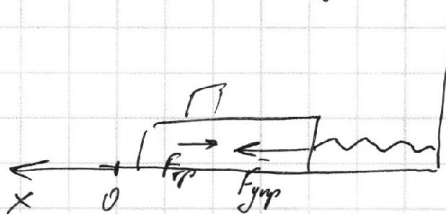
$$\begin{cases} F_{spr} - F_{fr} = Ma \\ F_{fr} = m\ddot{x} \end{cases} \Rightarrow \ddot{x} = \frac{\mu mg}{m} = g\mu$$

$$F_{spr} - \mu mg = M\ddot{x} \Rightarrow Kx = (m+M)g\mu$$

$$\Delta x = \frac{(1\text{кг} + 2\text{кг}) \cdot 10\text{м/с}^2 \cdot 0,3}{50 \frac{\text{Н}}{\text{м}}}$$

$$\Delta x = 0,18\text{м} = 18\text{см}$$

2) Рассмотрим движение доски в произвольный момент времени:



Направим ось x влево, и отметим 0 в точке, где пружинка не сломана.

2-й закон Ньютона:

$$-Kx - \mu mg = M\ddot{x}$$

$\ddot{x}$ - ускорение доски

Замена: $x = z - \frac{\mu mg}{K}$

$$-Kz = M\ddot{z}$$

$$z = z_{\max} \cdot \cos(\omega t + \varphi_0), \text{ где } \omega = \sqrt{\frac{K}{M}}$$

сила трения на доску влево, т.е. рассматривали момент до того как первый раз ~~отск~~ отск. скорость бруска и доски стала равна 0, т.к. они двигались влево



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

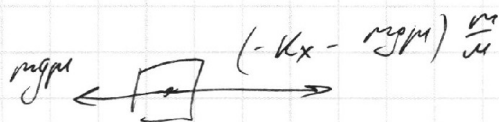
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

касательная скорость доски $\dot{z}(0) = 0$, з.к. $\dot{z}(0) = z_{\max} \cdot \omega \cdot \sin(\omega t + \varphi_0) = 0$
откуда $\varphi_0 = 0$

$$z = z_m \cdot \cos(\omega t)$$

$$z(0) = x_0 + \frac{mg\mu}{k} = z_m, \text{ где } x_0 - \text{касательная координата доски, и касательное статическое трение}$$

Перейдём в СО
доски:



ускорение бруска в СО доски

$$ma_2 = mg\mu + \frac{m^2 g \mu}{m} + kx \frac{m}{m}$$

$$a_2 = g\mu \left(\frac{m+m}{m} \right) + \frac{kx}{m}$$

изменение скорости

$$\int_0^t dv_2 = g\mu \int_0^t \frac{m+m}{m} dt + \frac{k}{m} \int_0^t x dt \quad (3)$$

Ускорение доски почти достигает нуля, когда $kx = mg\mu$
лишь значит, что пружина всё ещё растянута

$$\ddot{z} = -z_m \omega^2 \cdot \cos(\omega t) \approx 0, \text{ з.к. } \omega t = 2\pi \text{ (т.к. } \ddot{z} = 0 \text{ в первой п.п.)}$$

$$x + \frac{mg\mu}{k} = \left(x_0 + \frac{mg\mu}{k} \right) \cos(\omega t)$$

$$\int x dt = \left(x_0 + \frac{mg\mu}{k} \right) \int_0^{2\pi} \cos(\omega t) dt - \int_0^{2\pi} \frac{mg\mu}{k} dt = -\left(x_0 + \frac{mg\mu}{k} \right) \frac{1}{\omega} \cdot 0 - \frac{2\pi mg\mu}{k\omega}$$

(3):

$$0 = g\mu \frac{m+m}{m} \frac{2\pi}{\omega} - \frac{k}{m} \cdot \frac{2\pi mg\mu}{k\omega}$$

Ответ: 1) $\Delta x = 18 \text{ см}$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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!

~22

1) Пусть в начале масса пара m , а по условию масса воды $11m$.

После нагрева, т.е. вся вода превратилась в пар, т.е. испарилась, а масса пара ~~стала~~ ~~стала~~ в конце нагревания $12m$, значит отношение массы пара ~~стала~~ в конце нагревания к массе пара в начале нагревания $\left[n = \frac{12m}{m} = 12 \right]$

2) В момент, когда прекратится испарение воды, и значит вся вода испарится, давление водяных паров будет равно давлению насыщенного водяного паров при температуре t^* (т.е. нагрев проводился медленно и можно считать, что в любой момент между водой и паром было равновесие, т.е. пар был насыщенным)

$p_{\text{нас.1}} \cdot V = \nu R T_0$ (1), где $p_{\text{нас.1}}$ — давление насыщенного пара при T_0 , а $T_0 = t_0$ в Кельвинах

$$n = 12 = \frac{\nu_{\text{в конце}}}{\nu} = \frac{\text{кол-во вещ-ва пара в конце}}{\text{кол-во вещ-ва пара в начале}}$$

(это также равно кол-ву пара когда вода перестала испаряться)

$$\nu_{\text{в конце}} = 12 \nu$$

(2) $p_{\text{нас.2}} \cdot V = 12 \nu R T'$, где $p_{\text{нас.2}}$ — давление насыщенного пара при t^* , а $T' = t^*$ в Кельвинах

из (1): $\frac{\nu R}{V} = \frac{p_{\text{нас.1}}}{T_0}$, подставим в (2):

$$p_{\text{нас.2}} = 12 \frac{p_{\text{нас.1}}}{T_0} \cdot T', \quad p_{\text{нас.1}} \approx 4,6 \text{ кПа (из графика)}$$

Чтобы найти значение T' , найдем пересечение прямой $p_{\text{нас.2}}(T')$ с графиком зависимости давления насыщенного пара от температур.

Построим прямую по двум точкам:



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!

$p_{\text{кас},2}$, кПа	55,2	64,4
T , К	300	350
t^* , °C	27	77

Пересечение этой прямой с графиком зависимости давления пара от температуры при $t^* \approx 90^\circ\text{C}$

3) Найти зависимость ~~массы~~ пара в конце кипения:

$$p \cdot V = 12 R T, \text{ где } p - \text{давление в конце кипения}$$

$$(1): p_{\text{кас},1} \cdot V = 9 R T_0 \quad T = t \text{ в Кельвинах}$$

$$p = 12 \frac{p_{\text{кас},1}}{T_0} \cdot T; \quad p = 12 \cdot \frac{4,6 \text{ кПа}}{300 \text{ К}} \cdot 370 \text{ К} = 72,08 \text{ кПа}$$

давление насыщ. пара при $t = 97^\circ\text{C}$ из графика 99 кПа

$$\varphi = \frac{p}{p_{\text{кас},3}} \cdot 100\%, \text{ где } p_{\text{кас},3} = 91 \text{ кПа} - \text{давление насыщ. пара при } t$$

$$\varphi \approx 85,71\%$$

Ответ: 1) $n = 12$; 2) $t^* = 90^\circ\text{C}$; 3) $\varphi = 85,71\%$



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.

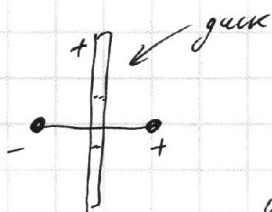
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

№3

1) Рассмотрим диполь, когда его центр пролетает через центр отверстия:



Итак, оба маленьких шарика находятся в симметричных положениях отн. диска, то из изображений симметрии видно, что потенциалов шариков равно по модулю, а так как заряды шариков противоположны, то потенциалы шариков противоположны по знаку. $W_1 = -W_2$, где

W_1 - потенц. энергии $\oplus$ шарика

W_2 - потенц. энергии $\ominus$ шарика

ЗЗЗ:

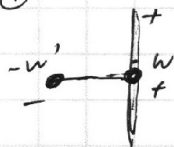
$$\frac{mv_0^2}{2} = W_1 + W_2 + \frac{mv^2}{2} \quad \left(\begin{array}{l} \text{потенциальная энергия в} \\ \text{бесконечно удаленной точке 0} \end{array} \right)$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = -W_2 + W_2 + \frac{mv^2}{2} \quad , \text{ тк } \boxed{v = v_0}$$

$$v_0^2 = v^2$$

2) Рассмотрим такое положение диполя в диске:

①

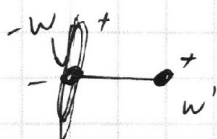


Пусть потенц. энергия $\oplus$ W , а $\ominus$ $-W'$, $W' > 0$

$|W| > |W'|$, т.к. потенциальная энергия в электрическом поле обратнопропорц. расстоянию.

Другое положение:

②



Из изображений симметрии, видно, что у $\ominus$ шарика потенц. энергия $-W$, а у $\oplus$ шарика $W' > 0$

При приближении к положению ② суммарная потенциальная энергия увеличивается, достигая макс значения в положении ① (т.к. при дальнейшем движении энергии $\oplus$ будет уменьшаться, а энергии $\ominus$ с учётом знака тоже будет уменьшаться). Далее потенц. энергия будет уменьшаться, достигнув min в положении ②. При дальнейшем движении энергия будет снова увеличиваться, достигая 0 на бесконечности (т.е. в положении ② отрицательная потенц. энергия).



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!

Там же образом, согласно закону сохранения энергии, $\min$ скорость будет в положении ①, где максимальная потенц. энергия, а $\max$ скорость будет в положении ② (где минимальная потенц. энергия)

① положение ЗСЭ: $\leftarrow$ минимальная скорость при покое

$$\frac{mv_0^2}{2} = W - W' + \frac{mv_{\min}^2}{2}$$

② положение ЗСЭ:

$$\frac{mv_0^2}{2} = W' - W + \frac{mv_{\max}^2}{2} \leftarrow \text{максимальная скорость при покое}$$

Для диполя с зарядом не ускоренного в 2 раза в этом положении минимальная скорость $0 \frac{m}{s}$, отвечает мин скорости $0 \frac{m}{s}$, необходимой чтобы перелететь через галк

$$\frac{mv_0^2}{2} = 2W - 2W' + 0$$

$$W - W' = \frac{mv_0^2}{4}, \text{ тогда}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_0^2}{4} + \frac{mv_{\min}^2}{2} \rightarrow \frac{mv_{\min}^2}{2} = \frac{mv_0^2}{4} \rightarrow v_{\min} = \frac{v_0}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = -\frac{mv_0^2}{4} + \frac{mv_{\max}^2}{2} \rightarrow \frac{mv_{\max}^2}{2} = \frac{3mv_0^2}{4} \rightarrow v_{\max} = \frac{v_0\sqrt{3}}{\sqrt{2}}$$

$$\text{таким образом: } v_{\max} - v_{\min} = \frac{v_0}{\sqrt{2}}(\sqrt{3} - 1)$$

$$\text{Ответ: } 1) v = v_0, \quad 2) v_{\max} - v_{\min} = \frac{v_0(\sqrt{3} - 1)}{\sqrt{2}}$$



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 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!

~4

1) При включении внешнего поля в цепи возникает ЭДС индукции $\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{dB}{dt} S_1 \cdot n$, где $d\Phi$ - изменение магнитного потока, dB - изменение индукции поля.

При этом $\mathcal{E}_i = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$, где $\frac{dI}{dt}$ - скорость изменения тока в цепи.

$$(1) -\frac{dB}{dt} S_1 \cdot n = \mathcal{E}_i = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$-\int_{B_0}^0 dB S_1 \cdot n = \mathcal{E}_i \int_0^{I_0} dI$$

Катушки соединены последовательно, значит через них течет одинаковый ток.

$$B_0 S_1 \cdot n = \mathcal{E}_i \cdot I_0 \rightarrow I_0 = \frac{B_0 S_1 \cdot n}{\mathcal{E}_i}$$

2) Вернёмся к поруче (1):

$$-\frac{dB}{dt} S_1 \cdot n = \mathcal{E}_i = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$\int_{B_0}^0 -dB S_1 \cdot n = \int_0^{I_0} \mathcal{E}_i dI \rightarrow (B_0 - B) S_1 \cdot n = \mathcal{E}_i I, \text{ представим } I, \text{ как } \frac{dQ}{dt},$$

получаем:

$$(B_0 - B) S_1 \cdot n = \mathcal{E}_i \frac{dQ}{dt}$$

$$\int_0^{\tau} B_0 S_1 \cdot n dt - S_1 \cdot n \int_0^{\tau} B dt = \int_0^{\tau} \mathcal{E}_i dQ$$

это площадь под графиком $B(t)$

Найдём площадь под графиком $B(t)$:

$$\frac{1}{2} (B_0 - \frac{3}{4} B_0) \cdot \frac{2}{3} \tau + \frac{3}{4} B_0 \cdot \frac{2}{3} \tau + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} B_0 \left(\tau - \frac{2}{3} \tau \right) = \frac{B_0 \tau}{12} + \frac{B_0 \tau}{2} + \frac{B_0 \tau}{8} =$$

$$= \frac{2 B_0 \tau + 12 B_0 \tau + 3 B_0 \tau}{24} = \frac{17 B_0 \tau}{24}$$

$$B_0 S_1 \cdot n \tau - \frac{17}{24} B_0 S_1 \cdot n \tau = \mathcal{E}_i Q$$

где Q - заряд, протекающий через катушку L_2

$$\frac{7}{24} \frac{B_0 S_1 \cdot n \tau}{\mathcal{E}_i} = Q = \frac{B_0 S_1 \cdot n \tau}{24 \mathcal{E}_i}$$

Ответ: 1) $I_0 = \frac{B_0 S_1 \cdot n}{\mathcal{E}_i}$
2) $Q = \frac{B_0 S_1 \cdot n \tau}{24 \mathcal{E}_i}$



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 ☐

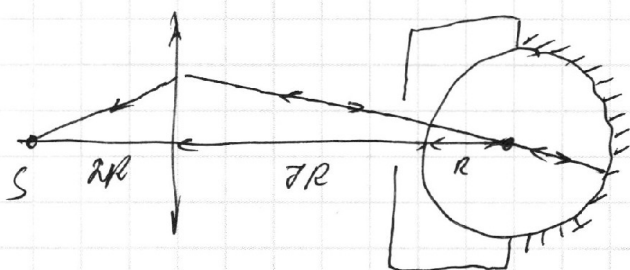
СТРАНИЦА

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.

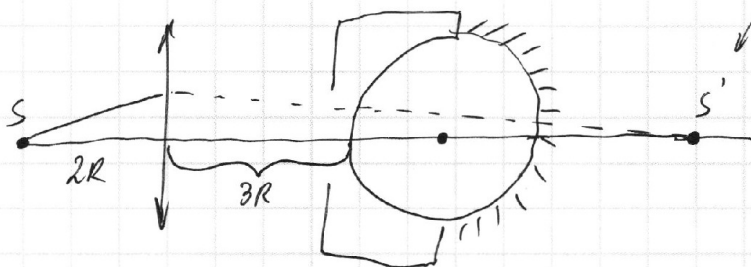
- 1) Так как, это изображение в шлеме совпадает с источником вне зависимости от показателя преломления возможно, если лучи падают нормально на поверхность ~~шара~~ в результате чего не преломляются, отражаются от зеркальной пов-ти не меняя направления, т.е. луч идет вдоль диаметра и отразившись выходит из сферы таким же преломляясь. И, согласно обратности хода светового луча, ~~образ~~ дает изображение в точке, в которой находится источник:



Таким образом, изображение в шлеме источника линза фокусируется в центре сферы, т.е. на расстоянии $6R = 8R - 2R$ от линзы.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{8R} = \frac{4}{8R} + \frac{1}{8R} = \frac{5}{8R} \rightarrow \boxed{F = \frac{8}{5}R = 1,6R}$$

- 2) Рассмотрим ход луча, после того, как шар переместили на $\Delta = 4R$:



здесь должно было быть изображение (если бы не сфера)

Рассмотрим преломление и отражение от зеркальной сферической поверхности.



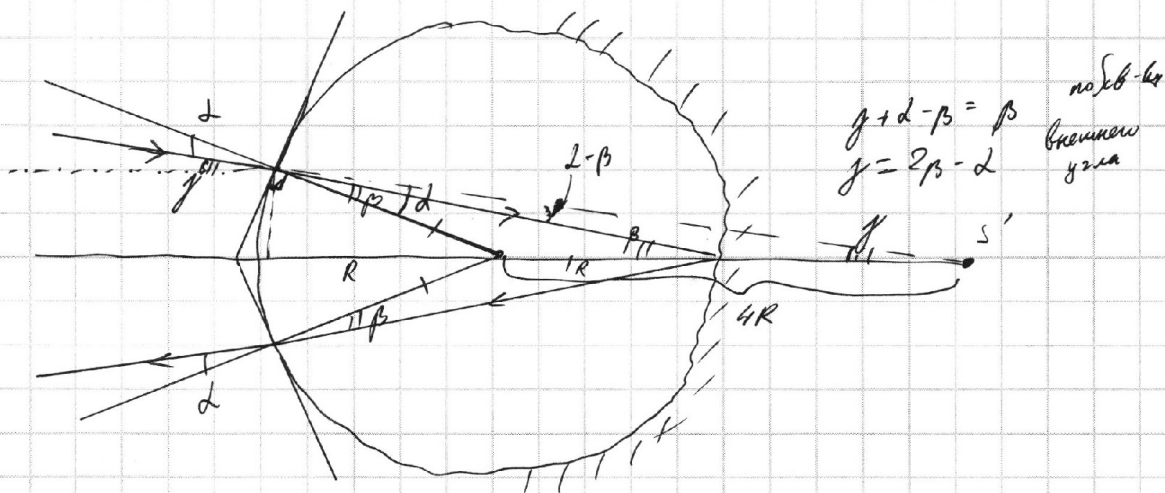
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Должно происходить такое симметричное отн. от системы отражение, чтобы лучи вернулись и сфокусировались в точке, где находится источник.

С учётом малости углов ($\sin \alpha \approx \alpha$)

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n \rightarrow \frac{\alpha}{\beta} = n \rightarrow \alpha = \beta \cdot n \quad \begin{matrix} \text{т.к. } \beta \approx \beta \\ \text{т.к. } \gamma \approx \gamma \end{matrix}$$

$$\text{т.к. } \beta \cdot 2R = \text{т.к. } \gamma \cdot 5R$$

$$2\beta = 5\gamma$$

$$2\beta = 5(2\beta - \alpha)$$

$$2\beta = 10\beta - 5\alpha$$

$$5\alpha = 8\beta$$

$$5\beta \cdot n = 8\beta \rightarrow n = \frac{8}{5} = 1,6$$

Ответ: 1) $F = 1,6R$; 2) $n = 1,6$



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
☐

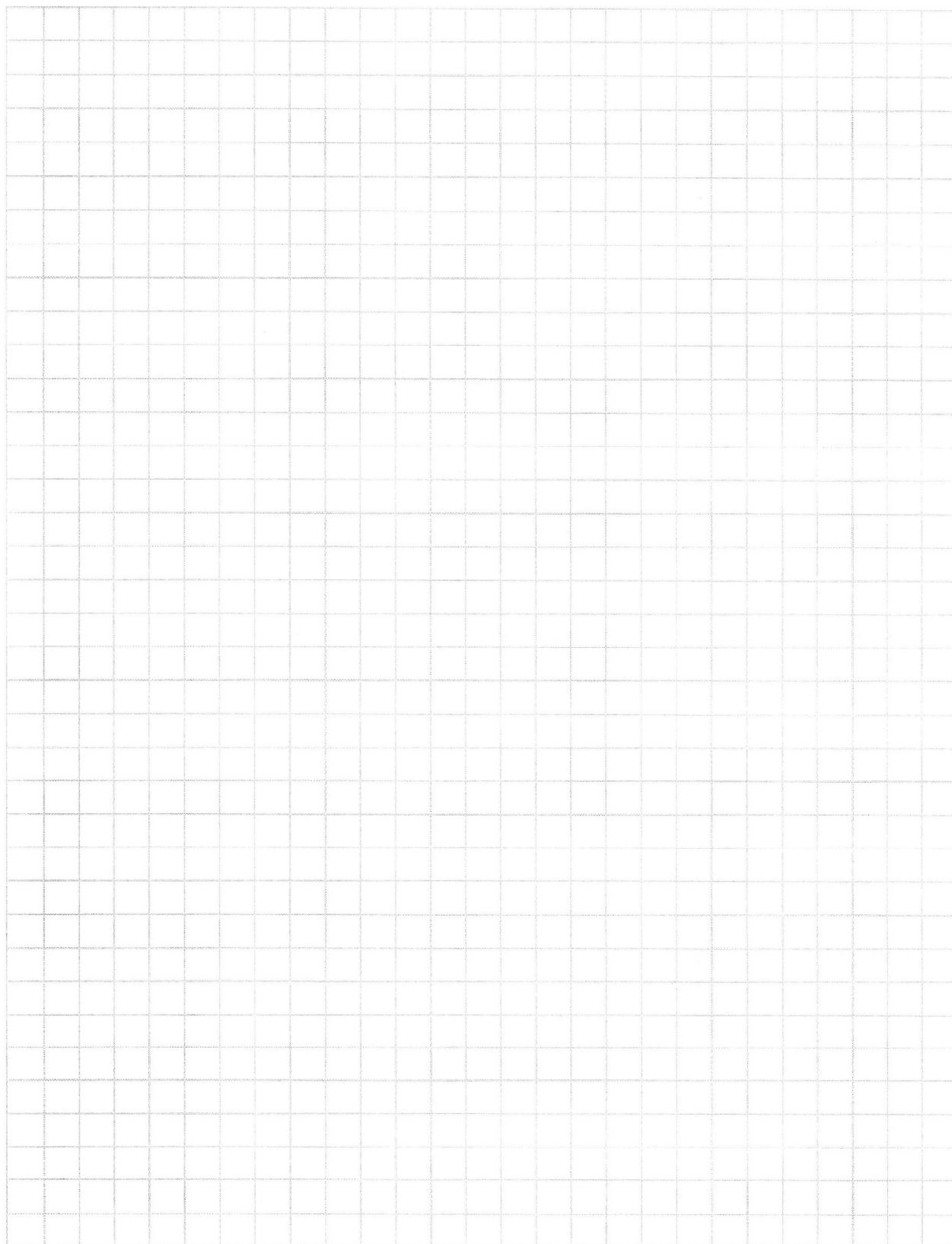
5
☐

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!

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{f}$$

$$\begin{array}{r} 18,4 \\ \times 3,7 \\ \hline 1288 \\ 552 \\ \hline 78,08 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 280 \overline{) 91} \\ 228 \overline{) 0,8521} \\ \hline 520 \\ 455 \\ \hline 650 \\ 638 \\ \hline 130 \\ 91 \\ \hline 39 \end{array}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{f}$$
$$\frac{2R \cdot F}{F \cdot 2R} = \frac{1}{F}$$
$$\frac{2RF}{2R \cdot F}$$

$$g\beta = \frac{h}{2R}$$

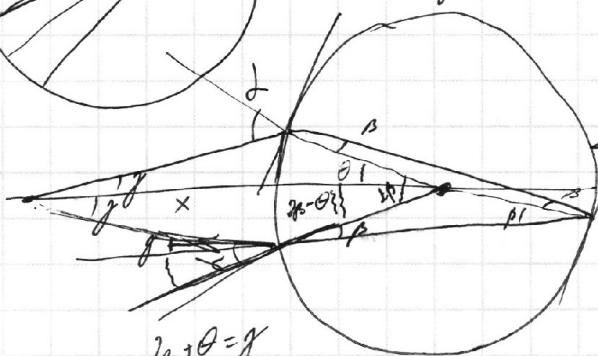
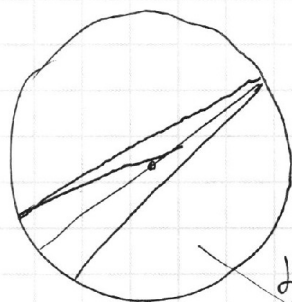
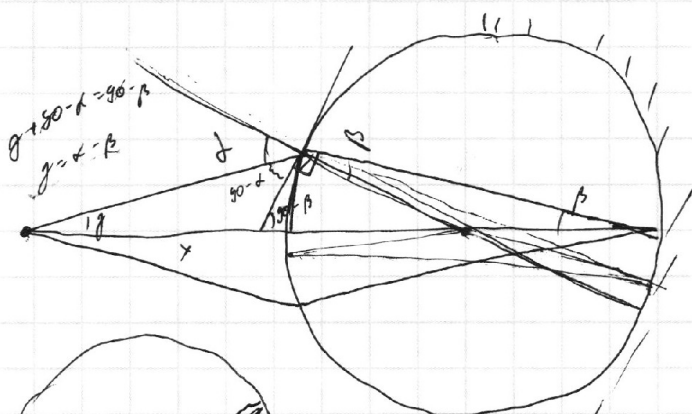
$$h = x \cdot g\beta$$

$$h = x \cdot g$$

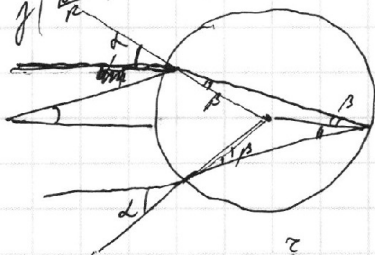
$$\beta = \frac{x \cdot g}{2R}$$

$$\beta = \frac{x}{2R} \cdot (n-1)\beta$$

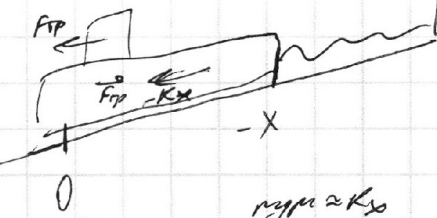
$$(n-1) \cdot 2R = x$$



$$\beta \cdot n - 2\beta + \frac{g}{R}x = 1$$
$$\beta(n-2) = g\left(\frac{R-x}{R}\right)$$
$$R_x = \mu g \mu$$



$$\int_0^x dt \mu g \mu \frac{\mu \mu \mu}{\mu} = \frac{\mu \mu}{\mu} \int_0^x x \cdot dt = \int_0^x dv$$



$$- \frac{\mu g \mu + kx}{\mu} \approx 0$$

$$\mu g \mu + (\mu g \mu + kx) \frac{\mu}{\mu} = a_2$$

$$\mu g \mu \left(\frac{\mu + \mu}{\mu} \right) - \frac{\mu g \mu}{\mu} = a_2$$

$$\mu g \mu \frac{\mu \mu}{\mu} - \frac{kx \mu}{\mu} = \frac{dv}{dt}$$

$$- \frac{kx - \mu g \mu}{\mu} = \ddot{x}$$
$$\frac{kx}{\mu} - \frac{\mu g \mu}{\mu} = \ddot{x}$$
$$x(t) = X_m \cos(\omega t + \varphi_0)$$
$$v(t) = X_m \omega \sin(\omega t + \varphi_0)$$
$$x(t) = X_m \cos \omega t$$

$$x = \frac{\mu g \mu}{k}$$



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!

$F_{xp} + F_{yp} = Ma_x$
 $F_{xp} = ma_x$
 $-m\mu + K\Delta x = Ma$
 $m\mu = ma \quad a = g\mu$
 $K\Delta x = m\mu + Ma$
 $K\Delta x = m\mu + M\mu$
 $\Delta x = \frac{m\mu(m+M)}{K}$

$4,6 \cdot \frac{12}{100} = \frac{4}{100} \quad 4,6 \cdot \frac{13,4}{100}$
 $m\mu$

$q_1 = \frac{K\Delta x - m\mu}{M}$
 $4,6 \cdot \frac{12}{100} = \frac{4}{100} \quad 4,6 \cdot \frac{13,4}{100}$
 $m\mu$

$p_{max} = \frac{12 \cdot p_{max}}{S_1} \cdot \frac{1}{S_1}$
 $\frac{K(\Delta x)^2}{2}$
 $p_{max} = 12 \cdot \frac{p_{max}}{S_1}$
 $p_{max} = 12 \cdot \frac{p_{max}}{S_1}$

$-\frac{d\Phi}{dt} = \frac{dB}{dt} \cdot S_1 n = \mathcal{E}_i = (L_1 + L_2) I$
 $\frac{dB}{dt} \cdot S_1 n = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$
 $\int_0^B dB \cdot S_1 n = (L_1 + L_2) \int_0^I dI$
 $B_0 S_1 n = (L_1 + L_2) \cdot I_0$
 $\frac{1}{24} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} + \frac{B_0 \tau}{2}$
 $\frac{24}{12} = \frac{1}{2}$
 $\frac{mv^2}{2} = 0 + W_{11}$

$-F_{xp} + F_{yp} = Ma_x$
 $F_{yp} = m\mu$
 $-m\mu + K\Delta x = Ma$
 $m\mu = ma \quad a = g\mu$
 $K\Delta x = m\mu + Ma$
 $K\Delta x = m\mu + M\mu$
 $\Delta x = \frac{m\mu(m+M)}{K}$

$p_{max} = \frac{12 \cdot p_{max}}{S_1} \cdot \frac{1}{S_1}$
 $\frac{K(\Delta x)^2}{2}$
 $p_{max} = 12 \cdot \frac{p_{max}}{S_1}$
 $p_{max} = 12 \cdot \frac{p_{max}}{S_1}$

$-\frac{d\Phi}{dt} = \frac{dB}{dt} \cdot S_1 n = \mathcal{E}_i = (L_1 + L_2) I$
 $\frac{dB}{dt} \cdot S_1 n = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$
 $\int_0^B dB \cdot S_1 n = (L_1 + L_2) \int_0^I dI$
 $B_0 S_1 n = (L_1 + L_2) \cdot I_0$
 $\frac{1}{24} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} + \frac{B_0 \tau}{2}$
 $\frac{24}{12} = \frac{1}{2}$
 $\frac{mv^2}{2} = 0 + W_{11}$

$F_{yp} = m\mu$
 $-m\mu + K\Delta x = Ma$
 $m\mu = ma \quad a = g\mu$
 $K\Delta x = m\mu + Ma$
 $K\Delta x = m\mu + M\mu$
 $\Delta x = \frac{m\mu(m+M)}{K}$

$p_{max} = \frac{12 \cdot p_{max}}{S_1} \cdot \frac{1}{S_1}$
 $\frac{K(\Delta x)^2}{2}$
 $p_{max} = 12 \cdot \frac{p_{max}}{S_1}$
 $p_{max} = 12 \cdot \frac{p_{max}}{S_1}$

$-\frac{d\Phi}{dt} = \frac{dB}{dt} \cdot S_1 n = \mathcal{E}_i = (L_1 + L_2) I$
 $\frac{dB}{dt} \cdot S_1 n = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$
 $\int_0^B dB \cdot S_1 n = (L_1 + L_2) \int_0^I dI$
 $B_0 S_1 n = (L_1 + L_2) \cdot I_0$
 $\frac{1}{24} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} + \frac{B_0 \tau}{2}$
 $\frac{24}{12} = \frac{1}{2}$
 $\frac{mv^2}{2} = 0 + W_{11}$