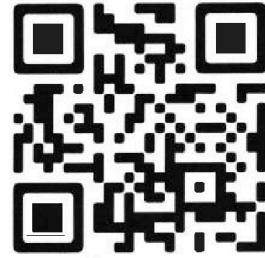




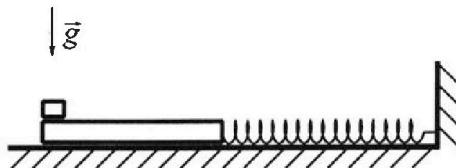
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## 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 брускок массой  $m = 1$  кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью  $k = 50$  Н/м, прикреплённая к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске  $\mu = 0,3$ . Доску отпускают, она начинает движение, а брускок начинает двигаться относительно доски. Начальное сжатие пружины подобрано так, что в момент, когда ускорение доски почти достигает нуля первого раз, относительное движение бруска по доске прекращается. Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Число «пи» в расчётах можете считать равным  $\pi \approx 3$ . Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

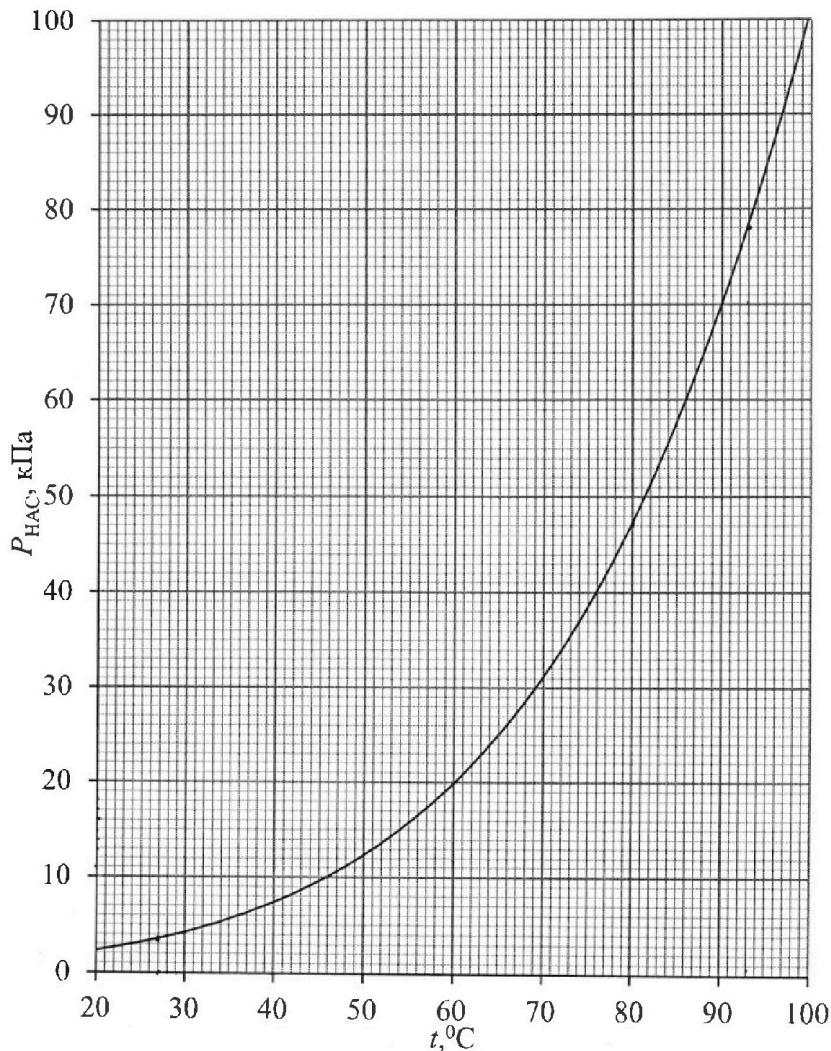


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным 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  $t^*$ , при которой прекратится испарение воды.
- 3) Найти относительную влажность  $\phi$  в конце нагревания.

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





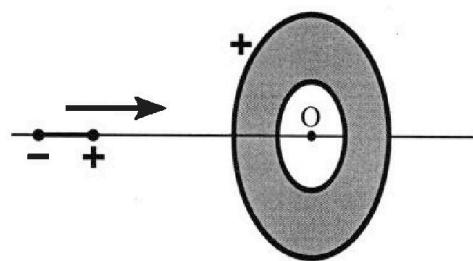
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**



**Вариант 11-02**

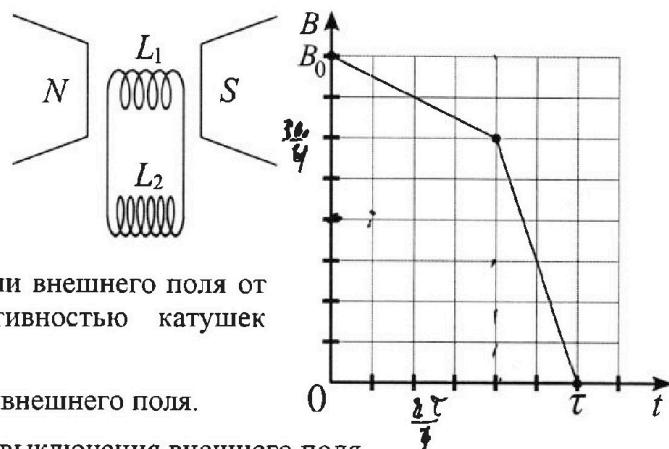
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

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 диполю начальную скорость  $V_0$ .



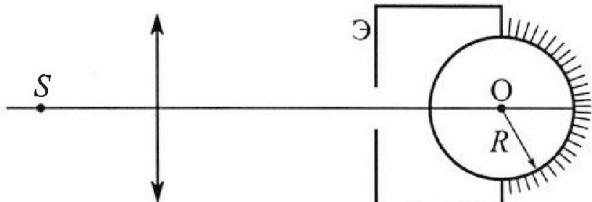
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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  $t$ . 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  $\alpha$  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, решения 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!

23н где труска

$$Kx - F_{fr} = Ma$$

$$F_{fr} = \mu mg = ma \quad \text{асимпт}$$

$$Kx - \mu mg = M_{fr}$$

$$Kx = (M + m) / \mu g$$

$$x = \frac{3 \cdot 0,3 \cdot 10}{50} = \frac{9}{50} = \frac{18}{100} = 0,18(\text{м})$$



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

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
1 из 2

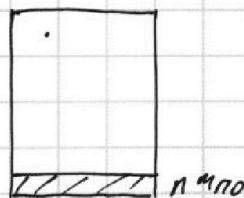
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N2

$$t_0 = 27^\circ\text{C}$$

$$t = 97^\circ\text{C}$$

$$n = 11$$



$$1) \frac{m_{\text{по}}}{m_{\text{возд}}} - ?$$

$v_{B0}$  - кол-во воздуха в началь

$$2) t^* - ?$$

$v_0, m_{\text{по}}$  - нач-во пара и масса воды в нач

$$3) \varphi - ?$$

$n m_{\text{по}}$  - масса воды в началь

В конце все вода испарится, ~~а упарка в~~ конечная масса

пара равна  $m_n = (n+1)m_{\text{по}}$

$$\text{Отношение: } \frac{m_{\text{возд}}}{m_{\text{по}}} = \frac{(n+1)m_{\text{по}}}{m_{\text{по}}} = n+1 = 12$$

$$2) \text{Пока } t < t^* \quad p_{\text{пара}} = p_{\text{н.н.}}$$

Когда  $t = t^*$   $\rightarrow$  вся вода испарилась:  $v_n = (n+1)v_{B0}$ ,

а также  $p_{\text{пара}} < p_{\text{н.н.}}$  при одной температуре.

$$p_{\text{пара}}(t^*) = p_{\text{н.н.}}(t^*)$$

$$p_{\text{пара}} V = v_n \cdot R \cdot T^*$$

$$p_{\text{пара}} = \frac{(n+1)v_{B0}R}{V} T^*$$

$$\text{В нач. маш: } p_{\text{н.н.}}^{(t_0)} V = v_{B0} R T_0$$

$$\frac{p_{\text{н.н.}}^{(t_0)}}{T_0} = \frac{v_{B0} R}{V}$$

$$p_{\text{пара}} = (n+1) \frac{\frac{p_{\text{н.н.}}}{T_0}}{T^*} T^*$$



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

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

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

По условию:  $P_{n.m.}(t_0) = 35 \text{ кН/м}^2$

$T_0 = 300 \text{ K}$

~~Из условия~~

Из уравнения:  $t^* \approx 80^\circ\text{C}$

3)  ~~$P_{n.m.} V = n_0 R T$~~

для сж. газа:

$$P_n \cdot V = (n+1) V_0 R T$$

$$P_n = (n+1) T \left( \frac{V_0 R}{V} \right) = (n+1) T \cdot \frac{P_{n.m.}(t_0)}{T_0}$$

$$\frac{P_n}{P_{n.m.}(T)} = \frac{(n+1) T}{T_0} \frac{P_{n.m.}(t_0)}{P_{n.m.}(T)}$$

$$P_{n.m.}(T) = 78 \text{ кН/м}^2$$

$$\varphi = \frac{\frac{P_n}{P_{n.m.}(T)}}{\frac{T_0}{T}} = \frac{(n+1) T}{T_0} \frac{P_{n.m.}(t_0)}{P_{n.m.}(T)} = \frac{7 \cdot 37}{5 \cdot 78} = \frac{7 \cdot 37}{75 \cdot 10} = 0,7$$

Ответ: 1)  $\frac{m_{n.m.}}{m_{n.n.}} = 12$

2)  $t^* = 80^\circ\text{C}$

3)  $\varphi = 0,7$



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

СТРАНИЦА  
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!

N3V<sub>0</sub>

$$q \rightarrow \frac{q}{2}$$

1)  $\mathcal{E}_c - ?$ 2)  $\Delta_{\max} - \Delta_{\min}$ 

1) Найдём кинетическую энергию диска  $W_1$

$$W = q\varphi(x+l) - q\varphi(x) \approx -q\ell \frac{d\varphi}{dx} = -q\ell E_x \quad (1)$$

~~$$\approx q\ell \frac{d\varphi}{dx} = -q\ell E_x \quad (1)$$~~

~~Бл.~~~~дл.~~

2) Рассмотрим движение с общей скоростью  $\mathcal{V}_0$ . Тогда условие того, что он проходит четверть пути ~~затраченной~~ может быть выражено так:  $E_k > 0$  в любой момент до притяж

$$\frac{mv^2}{2} = E_k - W$$

$$\frac{mv^2}{2} - W > 0$$

$$W < \frac{mv^2}{2}$$

$$W_{\max} < \frac{mv^2}{2}$$

Тогда при  $\mathcal{V} = \mathcal{V}_0$ :  $W_{\max} = \frac{mv_0^2}{2}$ .

$W_{\max}$  - макс. пот. энергии диска в поле диполя + с двумя точками.

3) Из того, что поле диска симметрично и описывается (1) ясно, что  $W_{\min} = -W_{\max}$ .

~~Бл.~~



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

- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
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!

ч) Теперь рассмотрим движение, где  $\omega = \vartheta$   $\dot{\vartheta} = \frac{q'}{2}$ .

При прохождении  $\vartheta_0$  зеркала  $W=0 \Rightarrow \vartheta_c = \vartheta_0$  (\*)  
~~заряд~~

Прим (\*). Заряд <sup>записал</sup> уменьшился, поэтому сила вращения уменьшилась с началом движения, ~~затем~~ при этом движении с ~~затем~~ зеркалом сила вращения уменьшилась с ~~затем~~ движением вправо, уменьшилась с ~~затем~~ движением вправо.

Новый момент силы. В силу симметрии можно

предположить, что движение симметрично движению обратному

ко движению на  $\vartheta$ , т.е. ~~на оси от зеркала~~ начиная с ~~затем~~

$$3C): \frac{m\dot{\vartheta}_0^2}{2} = \frac{m\dot{\vartheta}_{min}^2}{2} + W_{min} = \frac{m\dot{\vartheta}_{max}^2}{2} + W_{max} \quad (2)$$

~~$$\frac{m\dot{\vartheta}_{max}}{2} = \frac{m\dot{\vartheta}_{min}}{2} + 2W_{max}$$~~

~~$$\frac{m\dot{\vartheta}_0^2}{2} = \frac{m\dot{\vartheta}_{min}^2}{2} + \frac{m\dot{\vartheta}_{max}^2}{2} - \frac{m\dot{\vartheta}_{min}^2}{2}$$~~

~~$$2\dot{\vartheta}_0^2 = 2\dot{\vartheta}_{min}^2 + \dot{\vartheta}_{max}^2 - \dot{\vartheta}_{min}^2$$~~

~~$$2\dot{\vartheta}_0^2 = \dot{\vartheta}_{max}^2 - \dot{\vartheta}_{min}^2$$~~

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  
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!

5) Вернёмся к диску  $\vartheta$ . В начальном нач. мом. энергии нет, т.к.  $I_0$  - крит. скорость. Итак  $E_k = 0$

$$W_{\max} = \frac{m I_0^2}{2}$$

У диска  $\vartheta$  есть в силу (1) две энергии  
Судорога  $\frac{I^2}{2}$  при малые  
 $W_{\max} = \frac{m I_0^2}{4}$

Вернемся к (2) :

$$\frac{m I_0^2}{2} = \frac{m I_{\min}^2}{2} + \frac{m I_0^2}{4}$$

$$\frac{m I_0^2}{4} = \frac{m I_{\min}^2}{2}$$

$$\cancel{m I_0^2} = \cancel{2 I_{\min}^2}$$

$$m I_0^2 = 2 m I_{\min}^2$$

$$I_{\min} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{m I_{\max}^2}{2} = \frac{m I_{\min}^2}{2} + 2 W_{\max} = \frac{m I_0^2}{4} + \frac{m I_0^2}{2} = \frac{3 m I_0^2}{4}$$

$$I_{\max}^2 = \frac{3}{2} I_0^2$$

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{3}{2}} I_0$$

$$I_{\max} - I_{\min} = \left( \sqrt{\frac{3}{2}} - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) I_0$$

Ответ: 1)  $I_c = I_0$   
2)  $I_{\max} - I_{\min} = \sqrt{\frac{3}{2}} - \frac{1}{\sqrt{2}} I_0$



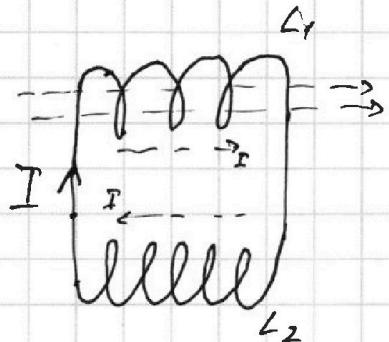
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

СТРАНИЦА  
1 из 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!

$$\begin{array}{l}
 \text{NY} \\
 L_1 = L \\
 L_2 = 6L \\
 n, S_1 \\
 \hline
 1) \mathcal{I}_0 \\
 2) q
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 \text{Wiedemann-Franz-Lindemann Law} \\
 \frac{1}{2} 2 \pi R \cdot 60 \text{ Kupfercoppa} : \\
 E_{\text{ind}, 1} + E_{\text{ind}, 2} = 0 \\
 E_{\text{ind}, 2} = - \frac{L}{2} \dot{T} \\
 E_{\text{ind}, 1} = - \dot{\Phi}_{\text{extern}} - L_1 \dot{T}
 \end{array}$$



$$-(I_1 + L_1)I - P_{\text{over}} = 0$$

$$(L_1 + L_2) I + \Phi_{\text{ внеш}} = 0 \quad \text{Применяя закон:} \\ \left\{ \begin{array}{l} (L_1 + L_2)(I - 0) + (\Phi_{\text{ внеш}} - B_0 n_0 S_1) = 0 \\ (L_1 + L_2) I + \Phi_{\text{ внеш}} - B_0 n_0 S_1 = 0 \end{array} \right. \quad (1)$$

~~2) B lange Gummihandschuhe~~

$$\frac{B_0}{B_{00}} = \frac{6/8 B_0}{\frac{2}{3} \frac{3}{4} B_0} = \frac{\frac{3}{4} B_0}{\frac{1}{4} B_0} = \frac{3}{1} = 3$$

$$\text{Ober} = \text{Basis} \cdot n \cdot B$$

2) B motyle :

$$\rho_{\text{new}} = D$$

$$(L_1 + L_2) I_o - R_{0NS_1} = 0$$

$$I_0 = \frac{B_0 n S_1}{L_1 + L_2} = \frac{B_0 n S_1}{7L}$$



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

- |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
2 из 2

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

3) Планиграфикация (1):

$$(L_1 + L_2) q + nS_1 \int_0^T B dt - B_0 nS_1 T = 0$$

~~7L~~  $\cancel{q} \rightarrow$  найдём значение из уравнения:

$$\begin{aligned} \int_0^T B dt &= \frac{1}{2} \cdot \frac{B_0}{4} \cdot \frac{\pi T}{3} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{3B_0}{4} + \frac{3B_0}{8} \cdot \frac{\pi T}{3} = \\ &= \frac{B_0 T}{12} + \frac{B_0 T}{8} + \frac{B_0 T}{2} = \left( \frac{2}{24} + \frac{3}{24} + \frac{12}{24} \right) B_0 T = \\ &= \frac{17}{24} B_0 T \end{aligned}$$

$$7L q + nS_1 \cdot \frac{17}{24} B_0 T - nS_1 B_0 T = 0$$

$$7L q - nS_1 B_0 T \cdot \frac{7}{24} = 0$$

$$L q - \frac{nS_1 B_0 T}{24} = 0$$

$$q = \frac{nS_1 B_0 T}{24 L}$$

Ответ:

- 1)  $I_0 = \frac{B_0 n S_1}{7L}$
- 2)  $q = \frac{n S_1 B_0 T}{24 L}$



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.

- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
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

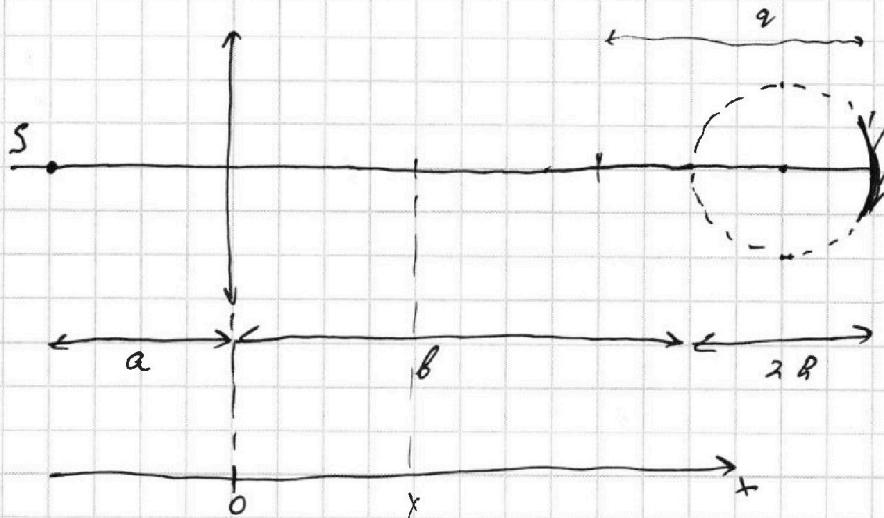
$$a = 2R$$

$$b = 7R$$

$$\Delta = 4R$$

$$1) F - ?$$

$$2) n - ?$$



1) В п. 1. изображение совпадает с источником при

<sup>в этом случае</sup>

Чтобы  $n$ , поэтому будем считать, что  $n = 1$ .

Тогда линза представляет собой только сферическое зеркало.

2) Формула линз:

(Х РД. Зад)

$\frac{1}{a} + \frac{1}{x} = \frac{1}{f}$  (1), где  $x$  - координата изображения, которая даёт мин.

( $x$  может быть  $< 0$ )

Реальное расстояние сферическое зеркало равно  $\frac{R}{2}$ :

$\frac{1}{P} + \frac{1}{Q} = \frac{2}{R}$ , где  $P$  - расстояние от источника (шабр. 6 шагов) до зеркала

$$P = b + 2R - x \quad \text{здесь}$$

$Q$  - расстояние от зеркала до шабр. в зеркале

~~$x'$  - новая коор~~

~~$x$  - то~~

$x'$  - координата изображения после отражения в зеркале

$$x' = b + 2R - q ; q = b + a - x'$$



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!

Формула поглощенной массы после отр. б гравия:

$$\frac{1}{x'} + \frac{1}{a} = \frac{1}{F}$$

~~без~~ (учи, что изображение  
изображаем с начальной ячейкой).

Сравнивая с (8) получаем, что  $x' = k$

$$\begin{cases} \frac{1}{a} + \frac{1}{k} = \frac{1}{F} \\ \frac{1}{b+2R-x} + \frac{1}{b+2R-x} = \frac{2}{R} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{a} + \frac{1}{k} &= \frac{1}{F} \\ b+2R-x &= R \quad ; \quad x = b+R = 8R \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{2R} + \frac{1}{8R} &= \frac{1}{F} \\ \frac{5}{8R} &= \frac{1}{F} \end{aligned}$$

$$F = \frac{8R}{5}$$



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

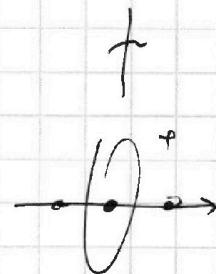
СТРАНИЦА  
ИЗ

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!

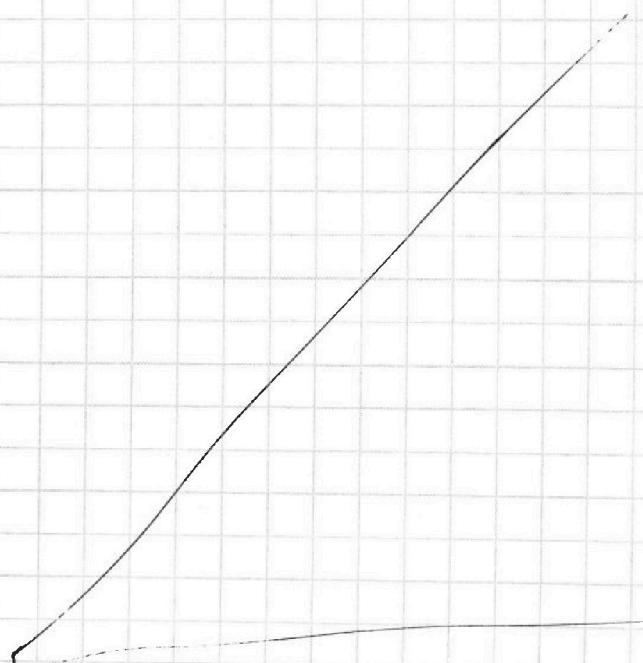
$$d\varphi = \frac{k dQ}{r}$$

$$\frac{d\varphi}{dr} = -\frac{k Q}{r^2}$$

$$\frac{\mu I_0^2}{2} = q l W_c = q l \left( \frac{d\varphi}{dr} \right) C$$



$$m = W_{\text{нагр}} =$$





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

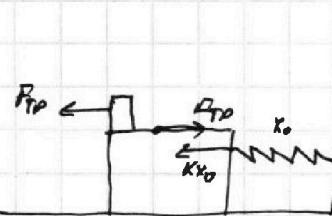
- |                            |                            |                                       |                                       |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
ИЗ

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

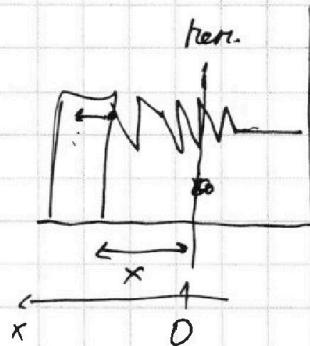
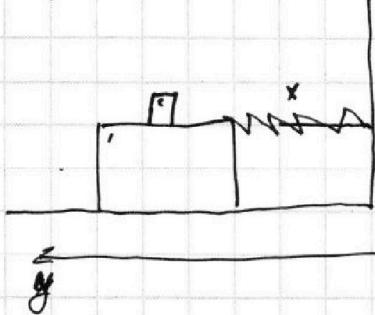
$$\begin{matrix} M, m \\ k \\ \mu \end{matrix}$$

1)  $x_1 - ?$



2)  $a_1 - ?$

3)  $\dot{x}_1 - ?$



$$Kx - F_{TP} = Ma_1 \\ F_{TP} = ma_2 g \quad * = \mu mg \quad a = \mu g$$

$$Kx - Ma_2 g = M a_2 g \\ Kx = (M + m) a_2 g = (M + m) \mu g$$

~~$\frac{K}{M}$~~   $\frac{K}{m}$

$$K\ddot{x} = F_{TP} = \mu mg$$

$$\ddot{x} = \frac{\mu mg}{K} \leftarrow \text{отн. гл-е уравн.}$$

$$\frac{K\ddot{x}}{F_{TP}} = \frac{M}{m}$$

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

$$a_2 g = \mu g$$

$$\frac{a_{1x}}{a_{2x}} = \frac{m}{M} \frac{Kx - F_{TP}}{F_{TP}}$$



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.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

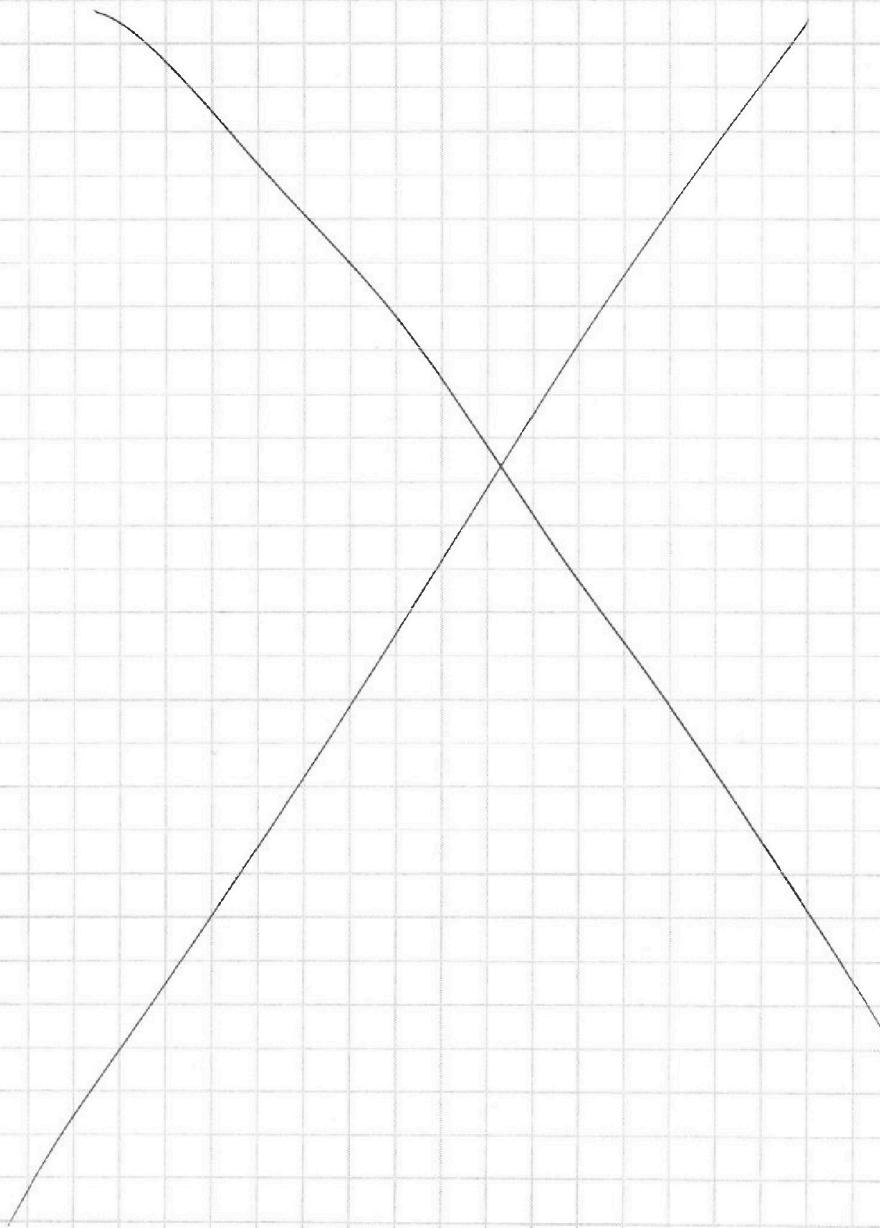
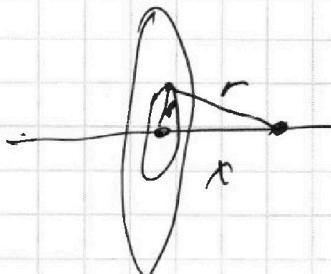
СТРАНИЦА  
ИЗ

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

Логарифм. Белк ионного канала

$$d\varphi = \frac{KdQ}{r} = \frac{KdQ}{\sqrt{R^2 + x^2}}$$

$$\frac{d\varphi}{dx} = \cancel{\frac{KdQ}{x^2}} = KdQ (R^2 + x^2)^{-\frac{3}{2}} \cdot 2x$$



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



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

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!

$$\frac{N^3}{V_0}$$

1)  $Q$  - заряд шарика ( $q > 0$ )

$l$  - плечо ;  $m$  - масса шарика ;  $\vartheta$  - угол отвеса

1) Для того, чтобы от пружины  $q/l$  земной шарика не было и достаточно:

$E_K > 0$  в любой момент времени:

ЗС):  $E_K$  (стабильность)

$$\frac{m\omega^2}{2} = \frac{m\omega^2}{2} + W$$

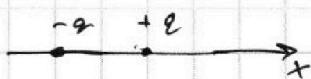
$$E_K = \frac{m\omega^2}{2} - W > 0$$

$$W < \frac{m\omega^2}{2} \Leftrightarrow W_{\max} < \frac{m\omega^2}{2}$$

2) Найдём зависимость пот. энергии  $W$  от распределения потенциала:

$$W = q\varphi(0+l) - q\varphi(x) \approx$$

$$\approx ql \frac{d\varphi}{dx}$$



3) Теперь определим точку в которой система шариков даёт ~~наибольшее~~ наибольшее  $W$

$$W = W_{\max} \Leftrightarrow \frac{d\varphi}{dx} = \left(\frac{d\varphi}{dx}\right)_{\max}.$$



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 7СТРАНИЦА  
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!

$$\alpha \varphi = 2\pi k x_0 \left( \frac{1}{\cos \omega_0} - \frac{1}{\cos \omega} \right) = 2\pi k x_0 \left( \frac{\sqrt{x^2 + r^2}}{x} - 1 \right) = \\ = 2\pi k \sigma \left( \sqrt{x^2 + r^2} - x \right)$$

4) Диск с винтом

$$\varphi = 2\pi k \sigma \left( \sqrt{x^2 + R_1^2} - R_1 - \sqrt{x^2 + R_2^2} + R_2 \right)$$

$$\varphi = 2\pi k \sigma \left( \sqrt{x^2 + q_1^2} - \sqrt{x^2 + R_2^2} \right) + 2\pi k \sigma (R_2 - \omega_1)$$

$$\frac{d\varphi}{dx} = 2\pi k \sigma \left( \frac{2x}{2\sqrt{x^2 + R_1^2}} - \frac{2x}{2\sqrt{x^2 + R_2^2}} \right) =$$

 $\text{No}$ 

$$\frac{m J_0^2}{2} = \sigma P$$

$$\frac{Q}{P} =$$

$$W = q l E_x = \frac{m J_0^2}{2}$$

 $W =$ 

$$W = -q l E_x$$



$$W = q l / (P/P + d)$$

~~Максимум~~ ~~Минимум~~

$$W_{\min} = -W_{\max}, \quad dP = -E_x dP$$

$$\frac{m J_0^2}{2} = \frac{m J_{\max}^2}{2} + W_{\min} = \frac{m J_{\max}^2}{2} - W_{\max}$$

 $2$  $\dots$



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

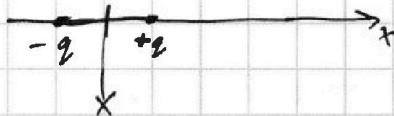
- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
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!

N3

1) Найдём зависимость заряда диполя от потенциала:



$$E = q \frac{1}{(x+l)^2} - q \frac{1}{x^2}$$

$$\cancel{\nabla E} = q \left( \frac{1}{(x+l)^2} - \frac{1}{x^2} \right) \approx q l \frac{d\varphi}{dx}$$

2) Мин. скорость, необходимая для пролёта сообр. сквозь, найдёт в точке, где  $\frac{d\varphi}{dx}$  - наибольшая скорость, потому равна 0.

$$3C3: \frac{m v_0^2}{2} = q l \left( \frac{d\varphi}{dx} \right)_{\text{найд}}$$

3) Найдём зависимость  $\varphi(x)$  для диска.

$$d\varphi = \frac{K \cdot Q}{R} \sin \alpha$$

$$\frac{dQ}{dS} = 0$$

$$dQ = 0 \cdot 2\pi R dR$$

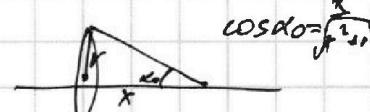
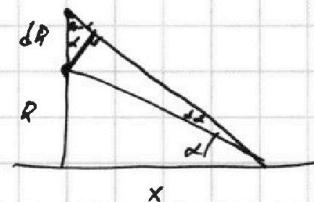
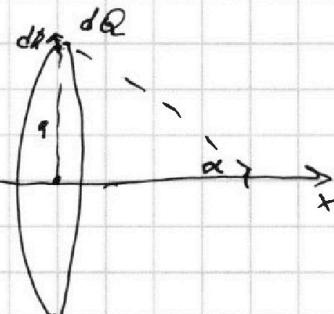
$$d\varphi = \frac{K \cdot 0 \cdot 2\pi R dR \cdot \sin \alpha}{R} = 2\pi K \Gamma dR \sin \alpha$$

$$dR \cos \alpha = \frac{R}{\sin \alpha} \cdot d\alpha$$

$$dR \sin \alpha \quad dR = \frac{R d\alpha}{\sin \alpha \cos \alpha}$$

$$\varphi = \int_0^{\alpha_0} 2\pi K \frac{6}{\cos^2 \alpha} d\alpha = \int_0^{\alpha_0} 2\pi K \tilde{G} \frac{R d\alpha}{\cos^2 \alpha} = 2\pi K \int_0^{\alpha_0} \frac{x d\alpha}{\cos^2 \alpha} =$$

$$= 2\pi K \times \tilde{G} \int_0^{\alpha_0} \frac{\sin \alpha}{\cos^3 \alpha} d\alpha = \left[ -2\pi K \times \tilde{G} \int_0^{\alpha_0} \frac{1}{\cos^2 \alpha} d(\cos \alpha) \right] =$$



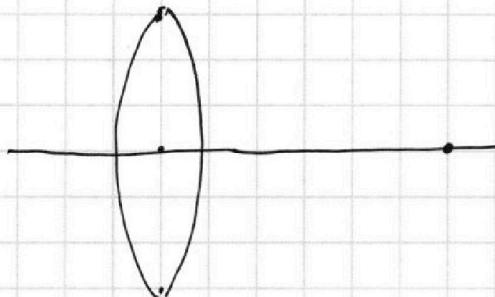


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

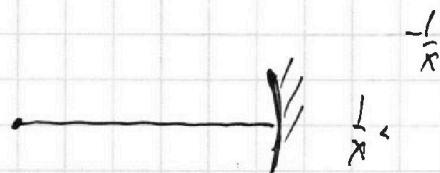
- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
ИЗ

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



$$\psi(c) \approx \psi(a)$$

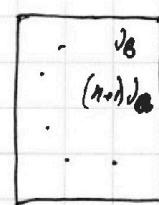
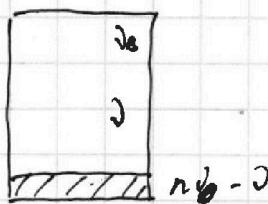
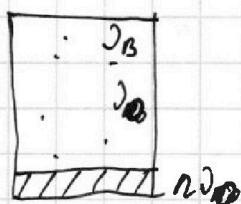


$$\cos \theta d\alpha = \frac{R}{x}$$

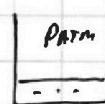
$$R = x \tan \alpha$$

$$\frac{\tan \alpha - 0}{\cos \alpha} = \frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha} d\alpha =$$

=



$$\rho_{n,n}^{(t_0)} V = J_0 R T_0$$



$$\rho_{n,n} \rightarrow \rho_n$$

$$\rho_{B_0} V = J_B R T_0$$

$$\rho \neq \rho_n \quad \rho_n(t^*) \leq \rho_n(t^*)$$

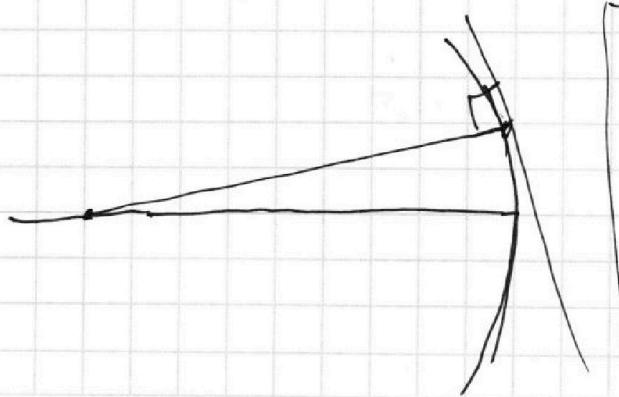
$$\rho_n(t^*) \cdot V = (n+1) J_0 R T^*$$

$$\rho_n(t^*) = (n+1) \frac{\rho_{n,n}(t_0)}{T_0} T^*$$

$$\varphi = \frac{\rho_n}{\rho_{n,n}}$$

$$\rho_n - ?$$

Р



$$\star E_k > 0$$

$$E_k + W = \frac{m J_0^2}{2}$$

$$\frac{m J_0^2}{2} - W > 0$$

$$W < \frac{m J_0^2}{2}$$

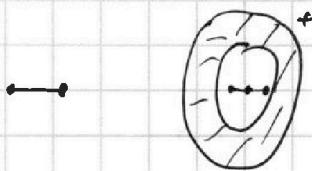


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

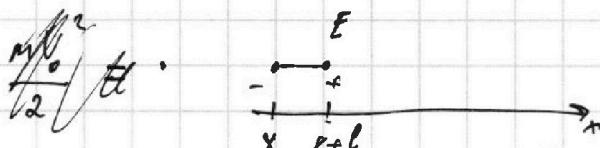
- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
ИЗ

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



• • ?

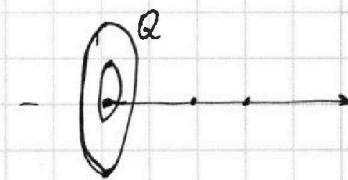
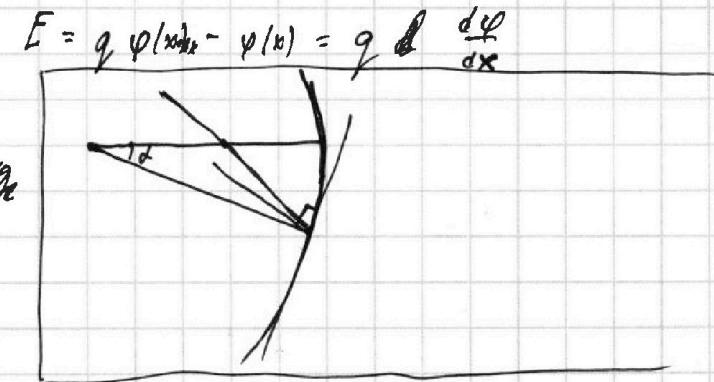


$$F_x = q \frac{E}{x+} - q \frac{E}{x-} = q(E_{x+} - E_{x-}) =$$

$$F_x = q E(x+l) - q E(x) = q(E(x+l) - E(x)) = q l \frac{dE}{dx} = \\ = \rho \cdot \frac{dE}{dx}$$

~~$\frac{dE}{dx} = f$~~

\* \*

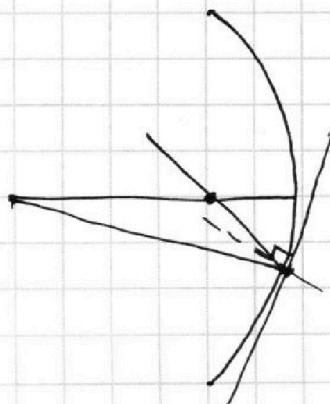


$$\psi = \frac{kQ}{\sqrt{r^2 + R^2}}$$

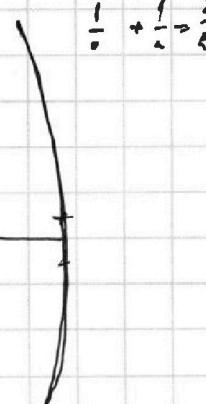
$$\sigma = \frac{Q}{\pi \cdot 2R dR}$$

$$dQ = \sigma \pi \cdot 2R dR$$

$$\psi = \frac{k \sigma \pi \cdot 2R dR}{\sqrt{r^2 + R^2}}$$



$$\frac{R}{x} = \alpha \ln \alpha \quad F = \frac{q}{2} \cdot \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\alpha} = \frac{2}{\alpha}$$

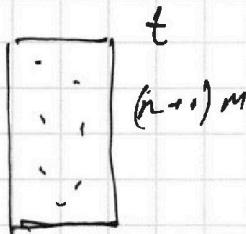
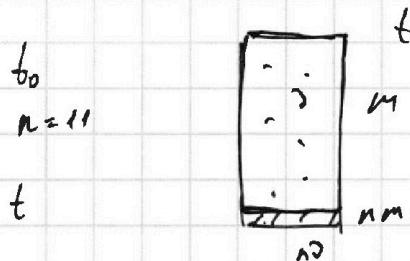


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                                       |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
ИЗ

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



\* \*

п.н.д.р. д.в. варенье

~~п.н.д.р.~~ ~~д.в.~~

~~д.в. варенье~~

$$(p_{\text{н.д.}}(t_0) + p_B) V = (J_{B0} + J_{\text{в.в.}}) R T_0$$

$$p_{\text{н.д.}}(t_0) \cdot V = J_B R T_0$$

Чел: ~~p.н.д.р.~~  $p_{\text{н.д.}} \geq p_{\text{в.в.}}$

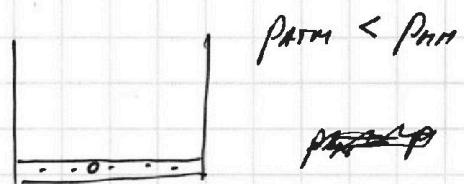
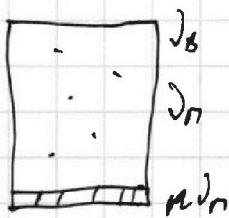
$$p_{\text{н.д.}}(t^*) \geq p_{\text{в.в.}} =$$

~~п.н.д.р.~~

$$p_{\text{н.д.}} V = J_n R t^*$$

$$p_{\text{н.д.}}(t^*) = \cancel{J_B} \cancel{R}$$

$$p_{\text{н.д.}}(t^*) = \frac{(J_B + (n+1)J_B) R t^*}{V} = \left( \frac{J_B}{V} + (n+1) \frac{J_B}{V} \right) R t^*$$



~~p.н.д.р.~~  $V = (J_B + J_B) R T_0$

$$(p_{\text{н.д.}} + p_{\text{н.д.}}(t_0)) V =$$

\* \*

$$J_{\text{н.д.}} = J_{B0} + (n+1) J_B$$



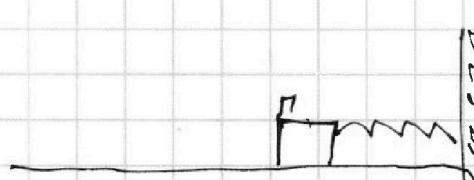


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                                       |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
ИЗ

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



$$Kx - F_{\text{тр}} = Ma_1,$$

$$F_{\text{тр}} = ma_1,$$

$$\mu mg = ma_1$$

$$\mu mg = ma_1,$$

$$a_1 = \mu g$$

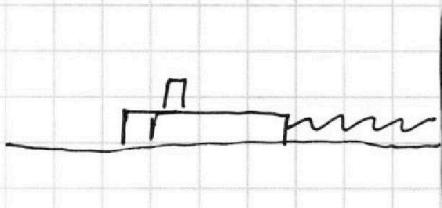
$$Kx = M_1 a_1 + \mu mg.$$



$$Kx_0 - F_{\text{тр}0} = Ma_0,$$

$$F_{\text{тр}0} = \mu mg$$

$K$

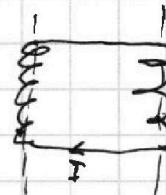


$$F_0 \cdot \cancel{\mu mg} = Kx$$

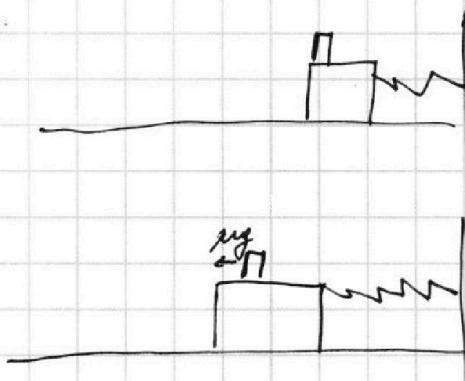
$$\mu mg = Kx$$

$$Kx = (m+M)a_0$$

$\cancel{Kx}$



$\cancel{3}$



$$\mu mg = ma_2,$$

$$a_2 = \mu g$$

$$Kx - \mu mg = Ma_2$$

$$12 \cdot \frac{7}{2} = 42$$

$\cancel{280}$

$$273 \quad 70$$

$$97 \quad 340$$

$$350 \quad 70$$

$\cancel{350}$

$$P = \frac{12 \cdot 3,5}{300} \cdot T^* = \frac{42}{300} T^* = \frac{7}{50} T^*$$

$$= \frac{21}{150} = \frac{7}{50} T^* = \frac{7}{50} (t^* + 273)$$

$$t^* = 70$$

$$t^* = 80$$

$$P = \frac{7}{50} \cdot 340 = 49$$

$$P = 49 \text{ кн}$$

$$P = 80$$

$\cancel{350}$

