



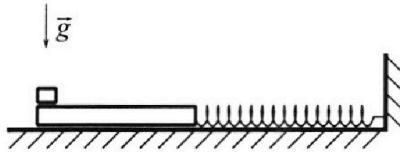
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-04



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Длинную доску массой $M = 4$ кг удерживают на горизонтальной гладкой поверхности. На одном конце доски лежит небольшой брускок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью $k = 100$ Н/м, прикреплённая к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,4$. 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.

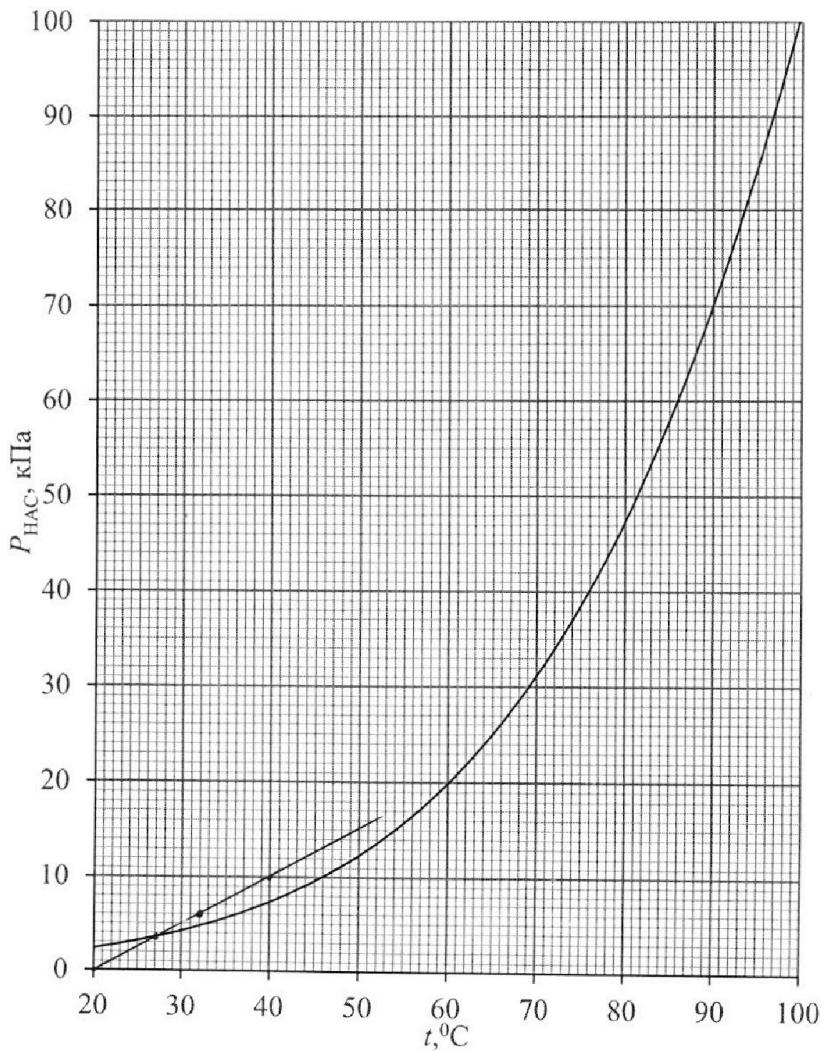


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27^\circ\text{C}$ и жидкую воду. Масса жидкой воды в 7 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 90^\circ\text{C}$. 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 ϕ в конце нагревания.

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





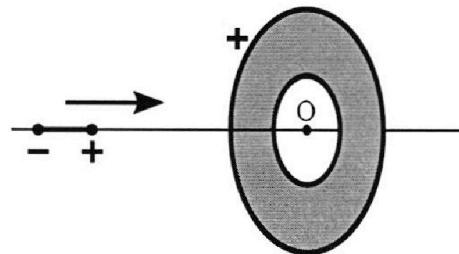
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025



Вариант 11-04

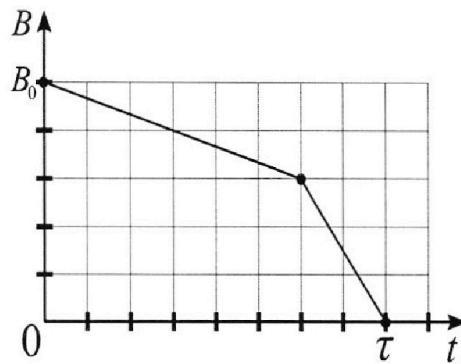
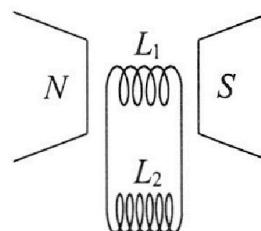
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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



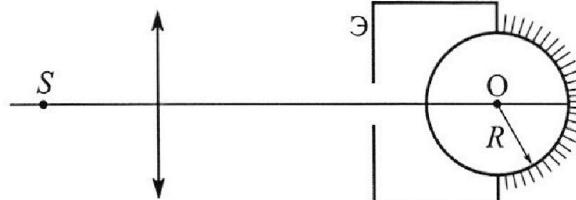
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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



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

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



- 1) Найти фокусное расстояние линзы F .

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

- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

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

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 |
| <input checked="" 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!

Пока пружина тянется доску, брускок др. от доски вправо. После отрыва от доски пружина доска исч. зан., а брускок др. влево от доски \Rightarrow в момент отрыва сила пр. от доски $= 0$ и ~~все равно что~~

в момент отрыва от др. $\frac{1}{2}U = U_D = U_S$

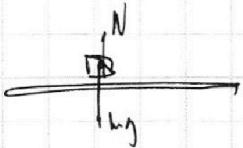
$$\frac{(M+m)U^2}{2} = \frac{kx_0^2}{2}$$

$$kx_0a_{on} = 0 \quad a_S = a_D = a$$

$$\text{III: } ma_S = F_{TP} \quad M a_D = kx_0 - F_{TP} \Rightarrow kx_0 = (M+m)a$$

$$\text{в нач. момент } Ma_0 = kx_0 - \mu N$$

* ~~Энергия сист. пр.+
брюшок доска сохр.
до отр. от пр.~~
насле отрыва от пр.
сохр. энергия бр+доска



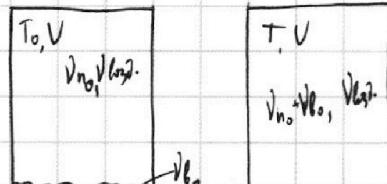
$$N = mg \\ F_{TP} \leq \mu mg$$

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

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!



V - объём сосуда

нужно T_0 - нач. темп. в K ($T_0 = t_0 + 273K =$

$= 300K$), T - кон. темп. в K ($= 90 + 273K =$
 $= 363K$)
 V_{ho} - кол-во молей пара в начале, V_{fo} - кол-во
молей твдк. воды в начале, V_{ho} - кол-во молей
 воздуха (m_{ho} и m_{fo} - соотв. массы пары и м. воды)

$$\text{В нач. момент } \frac{m_{ho}}{m_{fo}} = \frac{1}{7} = \frac{m_{ho}}{\mu(H_2O)} \cdot \frac{\mu(H_2O)}{m_{fo}} = \frac{V_{ho}}{V_{fo}} \Rightarrow V_{fo} = 7V_{ho} \quad (1)$$

В конце все вода испарилась $\Rightarrow V_h = V_{ho} + V_{fo} = 8V_{ho}$ (2) (здесь V_h - кол-во пара
в кон. со всем кол-вом m_{ho} в сосуде)

$$\frac{m_h}{m_{ho}} = \frac{V_h}{V_{ho}} = \frac{8V_{ho}}{V_{ho}} = 8$$

$$T^* = t^* + 273K$$

Начало пары при t^*

при t^* все вода пары только что испарились $\Rightarrow p_{par}^* = p_{un}(t^*) \Rightarrow$

$$\text{уп-е К.-У. : } p_{un}(t^*) \cdot V = V_h RT^* \quad (3)$$

$$\text{в нач. мом. : } p_{un}(t_0) \cdot V = V_{ho} RT_0 \Rightarrow V = \frac{V_{ho} RT_0}{p_{un}(t_0)} \quad (4)$$

$$\text{из (3) и (4): } p_{un}(t^*) \frac{V_{ho} RT_0}{p_{un}(t_0)} = V_h RT^* \quad (5)$$

$$\text{из (2) } \Rightarrow 8 p_{un}(t^*) T_0 = p_{un}(t_0) T^* \quad (6)$$

В кон. момент $p_{par} V = V_h RT$ (7). Найдем V :

$$p_{par} \cdot \frac{V_{ho} RT_0}{p_{un}(t_0)} = V_h RT \Rightarrow p_{par} = \frac{8T \cdot p_{un}(t_0)}{V_{ho} RT_0}$$

$$\text{из графика } p_{un}(t_0) = \frac{6kPa}{(32-20)^{\circ}C} = \frac{6kPa}{12^{\circ}C} = 500kPa \Rightarrow$$

$$= \frac{6kPa}{12} \cdot 7 = 3,5kPa \quad \text{Проделано через } 404,1000 \text{ п.д. и интерес. нас точку}$$

$$p_{par} = \frac{7kPa \cdot p_{un}(t_0)}{8T} = \frac{300K}{8 \cdot 363K} \cdot \frac{8 \cdot 363 - 3,5}{300} kPa = \frac{28 \cdot 121}{100} kPa \approx$$

10 kPa



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!

$$\varphi = \frac{p_{\text{нр}}}{p_{\text{н.н}}(t)} = \frac{28 \cdot 121}{100 \cdot 70} = \frac{4 \cdot 121}{1000} = 0,484$$

$p_{\text{н.н}}(t)$ из практики - 70 кПа

$$\Rightarrow 6 \quad \frac{8 p_{\text{н.н}}(t^*)}{T^*} = \frac{p_{\text{н.н}}(T_0)}{T_0} \Rightarrow \frac{p_{\text{н.н}}(t^*)}{T^*} = \frac{3,5 \text{ кПа}}{300 \text{ К} \cdot 8}$$

Ответ: 1) 8

8

3) 0,484



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**.

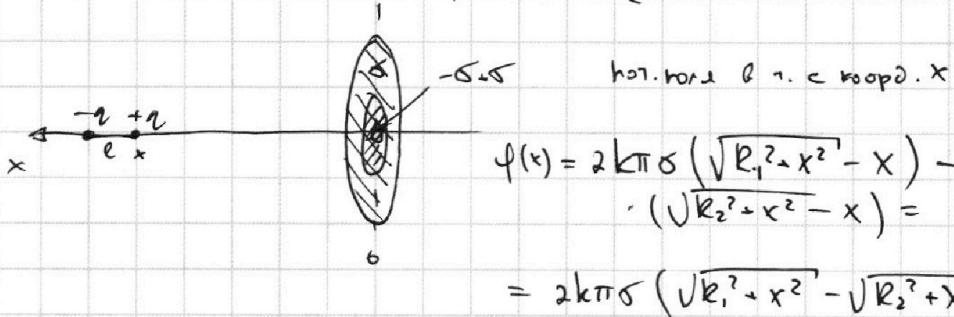
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

СТРАНИЦА
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!

По принципу суперпозиции и т. о единственности решения тела диска с отверстием находящимся тоже диска с радиусом заряда σ и диска внешнего радиуса R_2 с радиусом $-R_2$

Радиус большого диска — R_1 , радиус — R_2



Тогда пот. энергия диполя с пол. зарядами в т. x :

$$\begin{aligned}E &= 2k\pi\sigma \left(\sqrt{R_1^2 + x^2} - \sqrt{R_2^2 + x^2} \right) q - 2k\pi\sigma \left(\sqrt{R_1^2 + (x+\ell)^2} - \sqrt{R_2^2 + (x+\ell)^2} \right) q = \\ &= 2k\pi\sigma q \left(\sqrt{R_1^2 + x^2} - \sqrt{R_1^2 + (x+\ell)^2} - \left(\sqrt{R_2^2 + x^2} - \sqrt{R_2^2 + (x+\ell)^2} \right) \right) = \\ &= 2k\pi\sigma q \left(\sqrt{R_1^2 + x^2} - \sqrt{R_1^2 + x^2 + 2x\ell + \ell^2} - \left(\sqrt{R_2^2 + x^2} - \sqrt{R_2^2 + x^2 + 2x\ell + \ell^2} \right) \right) = \\ &= 2k\pi\sigma q \left(\frac{1 - \sqrt{1 + \frac{2x\ell}{R_1^2 + x^2}}}{\sqrt{R_1^2 + x^2}} - \frac{1 - \sqrt{1 + \frac{2x\ell}{R_2^2 + x^2}}}{\sqrt{R_2^2 + x^2}} \right) = \\ &\quad \left. \begin{array}{l} \ell \ll x, R_1, R_2 \\ \frac{2x\ell}{R_1^2 + x^2} \ll 1 \end{array} \right\} \text{если} \\ &\approx 2k\pi\sigma q \left(\frac{1 - \left(1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{2x\ell}{R_1^2 + x^2} \right) - \left(1 - \left(1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{2x\ell}{R_2^2 + x^2} \right) \right)}{\sqrt{R_1^2 + x^2} \sqrt{R_2^2 + x^2}} \right) = \\ &\quad \left. \begin{array}{l} \frac{2x\ell}{R_2^2 + x^2} \ll 1 \\ \frac{2x\ell}{R_1^2 + x^2} \ll 1 \end{array} \right\} \\ &= 2k\pi\sigma q \frac{\frac{x\ell}{R_2^2 + x^2} - \frac{x\ell}{R_1^2 + x^2}}{\sqrt{(R_1^2 + x^2)(R_2^2 + x^2)}} = 2k\pi\sigma q \ell X \frac{R_1^2 - R_2^2}{\left((R_1^2 + x^2)(R_2^2 + x^2) \right)^{\frac{3}{2}}} \\ \frac{dE}{dx} &= 2k\pi\sigma q \ell \frac{R_1^2 - R_2^2}{\left((R_1^2 + x^2)(R_2^2 + x^2) \right)^{\frac{3}{2}}} - \frac{3}{2} \cdot 2k\pi\sigma q \ell X \frac{(R_1^2 - R_2^2)}{\left((R_1^2 + x^2)(R_2^2 + x^2) \right)^{\frac{5}{2}}} \cdot \\ &\quad \cdot \left(2X(R_2^2 + x^2) + 2X(R_1^2 + x^2) \right) = 0 \quad \text{и получаем сначала пот. эн.}\end{aligned}$$

$$(R_1^2 + x^2)(R_2^2 + x^2) - 3X^2(R_2^2 + x^2 + R_1^2 + x^2) = 0$$

тогда

т. б. +

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

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!

$$t^2(R_1^2 + R_2^2) - 6t^2 - 3t(R_1^2 + R_2^2) = 0$$

$$5t^2 + 2t(R_1^2 + R_2^2) - R_1^2 R_2^2 = 0$$

$$t = \frac{-2(R_1^2 + R_2^2) \pm \sqrt{(R_1^2 + R_2^2)^2 - 4(5R_1^2 R_2^2)}}{10} =$$

$$\frac{1}{2}(R_1^2 + R_2^2) \pm \sqrt{R_1^4 + R_2^4 + 4R_1^2 R_2^2 + 5R_1^2 R_2^2}$$

Две ветви при Ω . Движение сокр., т.к. ф. сил нет

при прохождении центра диска через центр отверстия $\varphi = 0$ т.к.

расл. от любого конца одинаково до $+\frac{\pi}{3}$ и $-\frac{\pi}{3} \Rightarrow$

$$\frac{2mv^2}{z} = \frac{2mv_0^2}{z} \Rightarrow v = v_0 \quad m - \text{масса диска}$$

*

Нач. E_{\max} - макс. энергия во время прохождения диска с зар. $+q$ и $-q$

$$v_0 - \text{нек. конс. ск-р} \Rightarrow \frac{2mv_0^2}{z} = E_{\max} \quad \text{интенциал} \\ (\text{Кот. не изменился})$$

Для зеркала из. диска E_{\max} ун. в 3 раза, т.к. т.к. это из. - заряд

$$1. \Rightarrow E_{\max}^1 = \frac{E_{\max}}{3}$$

$$\frac{2mv_0^2}{z} = E_{\max}^1 + \frac{2mv_{\min}^2}{z} \Rightarrow mv_0^2 + \frac{mv_0^2}{3} + mv_{\min}^2 \Rightarrow$$

$$v_{\min}^2 = \sqrt{\frac{2}{3}} v_0^2$$

$E_{\min}^1 = -E_{\max}^1$, т.к. при прохождении через зерк. можно считать что

Нач. диска $-\frac{q}{3}$ и $\frac{q}{3}$ консервативные величины, т.к. поле отл. м-ти диска симм.

$$\frac{2mv_0^2}{z} = -E_{\min}^1 + \frac{2mv_{\max}^2}{z} \Rightarrow mv_0^2 = -\frac{mv_0^2}{3} + mv_{\max}^2 \Rightarrow$$



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

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!

$$U_{\max} = \sqrt{\frac{4}{3}} U_0$$

$$\frac{U_{\max}}{U_{\min}} = \frac{\sqrt{\frac{2}{3}} U_0}{\sqrt{\frac{4}{3}} U_0} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

* эн. постоянна $\Rightarrow U_{\min}$ достигается в точке с макс. потенц. энергией, а U_{\max} — с мин. пот. энергии

Ответ:

- 1) $U = U_0$
- 2) $\frac{U_{\max}}{U_{\min}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$

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

СТРАНИЦА
1 из 1

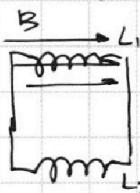
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\Sigma_1 = -\Phi_{L_1} + L_1 I$$

Σ_1 - эдс инд. В 1 кат., Σ_2 - эдс инд. во 2 кат.

$$\Sigma_2 = -L_2 I$$

$\Sigma_1 = \Sigma_2$ т.к. во 2-й катодогенереаторе



$$\Phi_L = BS, h \Rightarrow \Phi_L = B S, h \text{ Тогда:}$$

$$BS, h + L_1 I = L_2 I \Rightarrow I = -\frac{BS, h}{L_1 + L_2} = -\frac{BS, h}{13L} \text{ на отр. } [0; \frac{3}{4}\tau]$$

$$\text{на отрезке } B_1 \text{ от } 0 \text{ до } \frac{3}{4}\tau \quad B = \frac{\frac{2}{3}B_0}{\frac{3}{4}\tau} = -\frac{8}{15} \frac{B_0}{\tau} \Rightarrow (I)_1 = \frac{8}{15} \frac{B_0 S, h}{13L\tau}$$

$$\text{на отрезке } B_2 \text{ от } \frac{3}{4}\tau \text{ до } \tau \quad B = \frac{-\frac{2}{3}B_0}{\frac{1}{4}\tau} = -\frac{12}{5} \frac{B_0}{\tau} \Rightarrow (I)_2 = \frac{12}{5} \frac{B_0 S, h}{13L\tau} \text{ на отр. } [\frac{3}{4}\tau, \tau]$$

$$\Delta I = \int_0^{\frac{3}{4}\tau} \frac{8}{15} \frac{B_0 S, h}{13L\tau} dt + \int_{\frac{3}{4}\tau}^{\tau} \frac{12}{5} \frac{B_0 S, h}{13L\tau} dt = \frac{8}{15} \frac{B_0 S, h}{13L\tau} \cdot \frac{3}{4}\tau +$$

$$+ \frac{12}{5} \frac{B_0 S, h}{13L\tau} \cdot \frac{1}{4}\tau = \frac{2}{5} \frac{B_0 S, h}{13L} + \frac{3}{5} \frac{B_0 S, h}{13L} = \frac{B_0 S, h}{13L} = I_0 - 0 \Rightarrow$$

$$I_0 = \frac{B_0 S, h}{13L}$$

Для I отрезка I $\frac{3}{4}\tau < t$: $I = \frac{8}{15} \frac{B_0 S, h}{13L\tau} \cdot t$

Для II отрезка $t > \frac{3}{4}\tau$: $I = \frac{2}{5} \frac{B_0 S, h}{13L} + \frac{12}{5} \frac{B_0 S, h}{13L} (t - \frac{3}{4}\tau)$

Тогда $I_0 = I(\tau)$, т.к. через τ втор. катодогенератор:

$$q = \int_0^{\frac{3}{4}\tau} \frac{8}{15} \frac{B_0 S, h}{13L\tau} t \cdot dt + \int_{\frac{3}{4}\tau}^{\tau} \left(\frac{2}{5} \frac{B_0 S, h}{13L} + \frac{12}{5} \frac{B_0 S, h}{13L} (t - \frac{3}{4}\tau) \right) dt =$$

$$= \frac{8}{15} \frac{B_0 S, h}{13L\tau} \frac{t^2}{2} \Big|_0^{\frac{3}{4}\tau} + \left(-\frac{B_0 S, h}{5 \cdot 13L} \right) t \Big|_{\frac{3}{4}\tau}^{\tau} + \frac{12}{5} \frac{B_0 S, h}{13L} \frac{t^2}{2} \Big|_{\frac{3}{4}\tau}^{\tau} =$$

$$= \frac{8}{15} \frac{B_0 S, h}{13L} \frac{\frac{9}{16}\tau^2}{2} + \frac{B_0 S, h}{5 \cdot 13L} \cdot \frac{1}{4}\tau + \frac{12}{5} \frac{B_0 S, h}{13L} \cdot \frac{(1 - \frac{9}{16})\tau}{2} = \frac{B_0 S, h}{13L} \cdot$$

$$\cdot \left(\frac{3}{20} - \frac{1}{20} + \frac{21}{40} \right) = \frac{25}{40} \frac{B_0 S, h}{13L} = \frac{5 B_0 S, h}{104L}$$

Ответ: 1) $I_0 = \frac{B_0 S, h}{13L}$
2) $q = \frac{5 B_0 S, h}{104L}$

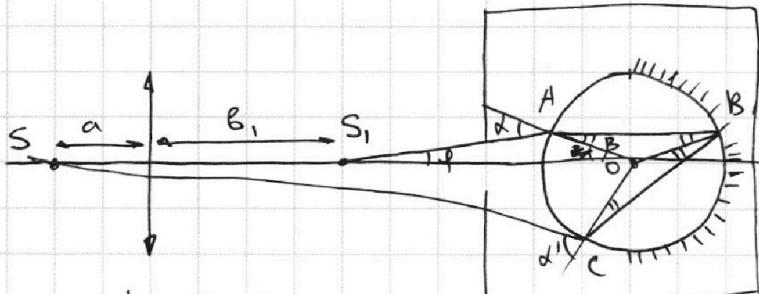


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 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!

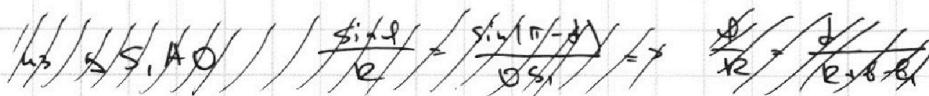


$$\text{по ПТЛ: } \frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b'} \Rightarrow$$

$$b' = \frac{aF}{a-F} \quad (1)$$

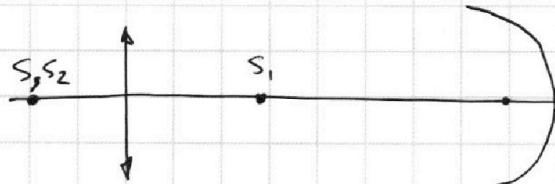
по 3-му След (для мал. углов):

$$\begin{aligned} d &= h\beta \\ d' &= h\beta \Rightarrow d' = d \end{aligned}$$



$$\frac{1}{R} = \frac{1}{d} - \frac{1}{d'} \quad * \quad \text{и } \frac{1}{R} = \frac{1}{d} - \frac{1}{d'}$$

При любом нак. h изобр. источника соотв с нак. \Rightarrow угол $h = 1$. Тогда:



Формула с пр. зеркал:

$$\frac{1}{a'} - \frac{1}{b'} = -\frac{2}{R}$$

$$\frac{1}{b'-b_1+2R} - \frac{1}{a+b+2R} = -\frac{2}{R} \quad (2)$$

$$\frac{1}{8R-b_1+2R} - \frac{1}{4,5R+2R+8R} = -\frac{2}{R}$$

$$\frac{1}{10R-b_1} = \frac{1}{14,5R} - \frac{2}{R} \Rightarrow 10R-b_1 = \frac{14,5R^2}{R-2,5R} \Rightarrow$$

$$b_1 = +\frac{14,5R}{2,5} + 10R = \frac{294,5}{2,5} R = \frac{aF}{a-F}$$

$$F = \frac{294,5+4,5}{28,45+294,5} R = \frac{294,5+4,5}{420,5} R = \frac{589,45}{841} R = \frac{5301}{1684} R$$



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

1

1

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!

~~Из внешних гор. сил. на систему брусков + доска действует только одна сила упра кручения \Rightarrow для у.с. система движется как твердый ~~тело~~ $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ мальчик~~

~~В момент когда от. ус-е бруска = 0 $a_B = a_D \Rightarrow a_B = a_D = a_{\text{сп.м.}}$~~

$$a_{\text{сп.м.}} = \frac{kx}{M+m}$$

$$a_B = \frac{F_{\text{тр}}}{m}$$

~~В мом., когда от. движ. бруска бруск. $\dot{x}_{\text{бруск.}} = 0 \Rightarrow F_{\text{тр}} \leq \mu N$, т.к. оно только круч. $F_{\text{тр}} = \mu N$~~

$$Ma_2 = kx_1 - F_{\text{тр}} = kx_1 - \mu N \quad (\text{обозн. } s < v_1)$$

~~В этот момент ск-р доски и груза одинак. и равен $v_{\text{ус-е}}$ \Rightarrow~~

$$\text{т.к. упр. эн. сохр: } \frac{kx_0^2}{2} = \frac{(M+m)v_1^2}{2} + \frac{kx_1^2}{2}$$

~~В мом. когда от. движ. бруска только круч. $F_{\text{тр}} = \mu N$. т.к. II зв. и. др. доски~~

~~$Ma_2 = kx_1 - F_{\text{тр}} = kx_1 - \mu N = 0$~~

~~Когда $a_{\text{сп.м.}} = 0: a_B = a_D = a$~~

$$ma_F = F_{\text{тр}} \quad Ma_2 = kx_1 - F_{\text{тр}} \quad kx_1 = (M+m)a$$

~~I зв. и. др. бруск~~

~~II зв. и. др. доски~~

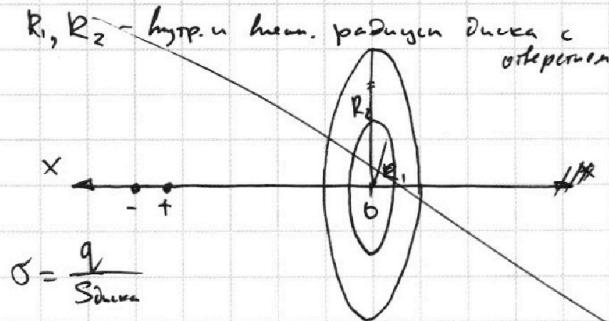


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи** отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!



$$\sigma = \frac{q}{S_{\text{disk}}}$$

Найдем пот. энергии диполю δ точке с коорд. x (x -коорд. кон. зор. диполя)

По принципу суперпозиции поле от диска с отверстием равно сумме полей точек

$$dE = \frac{k \delta dq x}{(r^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{k \cdot 2\pi r dr \delta x}{(r^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} - \text{поле от тонкого кольца радиуса } r \text{ в точке } x.$$

$$E = \int_{R_1}^{R_2} \frac{k \cdot 2\pi \delta x r dr}{(r^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} = 2\pi k \delta x \cdot \frac{1}{2} \int_{R_1}^{R_2} \frac{d(r^2 + x^2)}{(r^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} = \pi k \delta x \left(\frac{2}{3} \frac{1}{(r^2 + x^2)^{\frac{1}{2}}} \Big|_{R_1}^{R_2} \right) =$$

$$= -2\pi k \delta x \frac{1}{\sqrt{R_2^2 + x^2}} + 2\pi k \delta x \frac{1}{\sqrt{R_1^2 + x^2}} = 2\pi k \delta x \frac{\sqrt{R_2^2 - x^2} - \sqrt{R_1^2 - x^2}}{\sqrt{(R_2^2 - x^2)(R_1^2 - x^2)}}$$



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

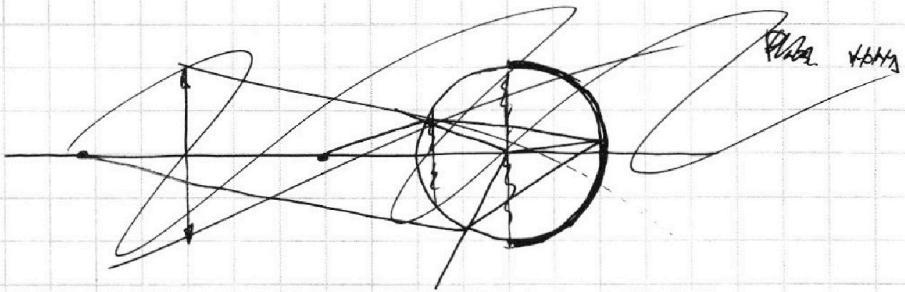
5

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!





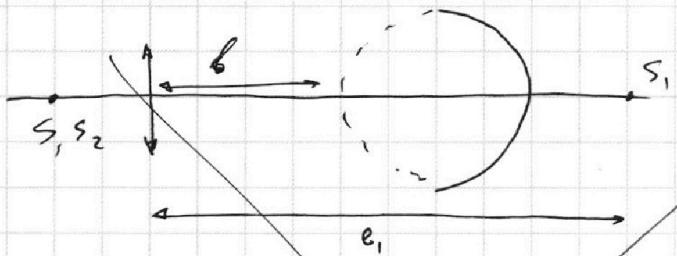
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!

При любом полож. зеркал. h изобр. с изображением \Rightarrow будь $h=1$. Тогда:



если изобр. в лице
точк., то
если S_1 ближе полусторон
то расст. до изобр. в стор.
заркале > до изобр. - такого
не бывает \Rightarrow
 S_1 за зеркалом

$$\text{РТА: } \frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b_1} \Rightarrow b_1 = \frac{aF}{a-F}$$

Р-ие соп. зеркала:

$$-\frac{2}{R} = -\frac{1}{l_1 - l - 2R} - \frac{1}{2R + b_1}$$

$$\frac{1}{l_1 - l - 2R} = \frac{2}{R} - \frac{1}{2R + b_1} \Rightarrow \frac{1}{b_1 - 10R} = \frac{2}{R} - \frac{1}{14,5R}$$

$$b_1 = 10R + \frac{14,5R^2}{28R - R} = \frac{280 + 14,5}{28} R = \frac{294,5}{28} R = \frac{aF}{a-F}$$

$$294,5R (14,5R - F) = 28 \cdot 4,5 FR \Rightarrow F = \frac{294,5 \cdot 4,5}{28 \cdot 4,5 + 294,5} R =$$

$$= \frac{294,5 \cdot 4,5}{420,5} R =$$

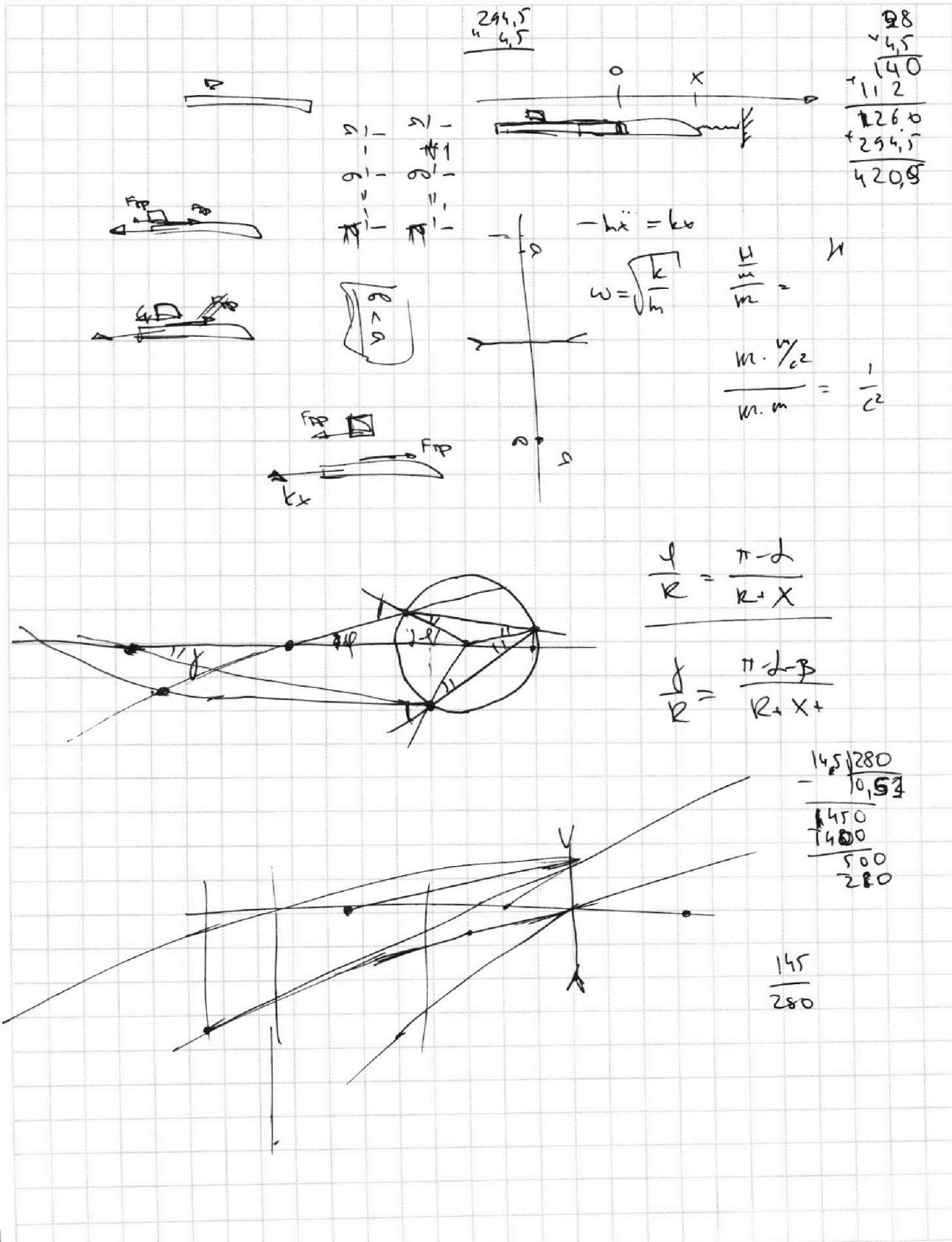


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!

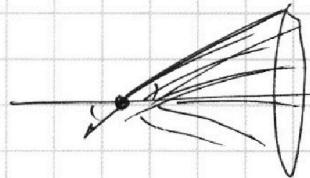




На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

 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!



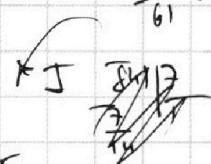
$$\begin{array}{r} \overline{841117} \\ -68 \quad 4 \\ \hline 16 \end{array}$$

$$E_x = \frac{kq}{(\sqrt{x^2 + r^2})^{\frac{1}{2}}} \cdot \frac{x}{\sqrt{v}}$$

$$4705 = 5 \cdot 841$$

$$\begin{array}{r} \overline{841113} \\ -78 \quad 6 \\ \hline 61 \end{array}$$

$$\varphi = \frac{kq}{(\sqrt{x^2 + r^2})^{\frac{1}{2}}}$$



$$\begin{array}{r} \overline{4705} \\ -40 \quad 5 \\ \hline 20 \end{array}$$

$$\delta |w$$

$$E_d = -\frac{kqq'}{(\sqrt{r^2 + x^2})^{\frac{1}{2}}} + \frac{kqq'}{(\sqrt{r^2 + (x-l)^2})^{\frac{1}{2}}} = kqq' \left(\frac{-1}{(\sqrt{r^2 + x^2})^{\frac{1}{2}}} + \frac{1}{(\sqrt{r^2 + x^2 - 2xl + l^2})^{\frac{1}{2}}} \right)$$

$$\Phi = B \cdot S = B \cdot S \cdot n$$

$$\begin{array}{r} \cancel{4705} \\ \cancel{4705} \end{array}$$

$$\left(\frac{\pi}{2} \right) \frac{R}{2} \frac{\delta}{n}$$

$$LI = BS \cdot n$$

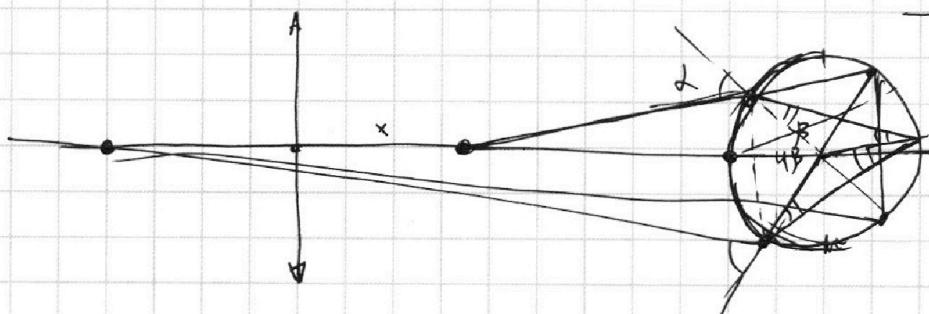
$$\begin{array}{r} \cancel{841119} \\ \cancel{841119} \end{array}$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{x} = \frac{1}{R}$$

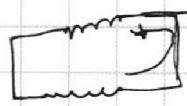
$$-8LI - 5LI = 0$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{x} = \frac{1}{R}$$

$$f = nB$$



$$\begin{array}{r} 5 \cdot 2 \\ 16 \end{array}$$



$$LI = BHS$$

$$\cancel{3888}$$

$$\begin{array}{r} 10 \\ 50 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 841119 \\ 5301 \end{array}$$



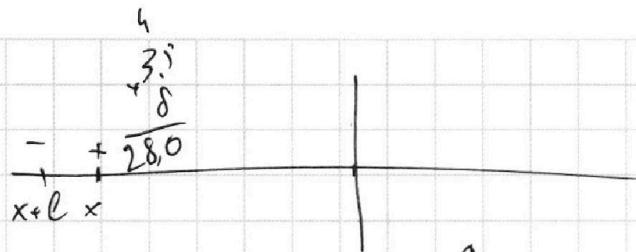
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
ИЗ

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



$$(1 + 0.25)^2$$

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$$

$$(1 + 0.1)^2 = 1.21$$

$$\sqrt{R^2 + (x + l)^2}$$

$$(1 + x)^h = 1 + hx$$

$$\sqrt{1+x} = 1 + \frac{x}{2}$$

$$E' = 2k\pi\rho_2 \left(\frac{1}{2} \frac{1}{\sqrt{R_1^2 + x^2}} \right)$$

$$\frac{1.25}{1.25}$$

$$\begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \end{array}$$

$$\begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \end{array}$$

$$(1-x)^h = \frac{1}{h+1} (h+1)(1-x) \cancel{\times} \frac{h+1}{1} (1+x)$$

$$\frac{dE'}{dx} = 2k\pi\rho_2 \frac{\cancel{R_2^2 - R_1^2}}{\cancel{(R_1^2 + x^2)} \cancel{(R_2^2 + x^2)}} \frac{3}{2} = 2k\pi\rho_2 x \cdot \frac{\cancel{R_2^2 + R_1^2}}{\cancel{(R_1^2 + x^2)} \cancel{(R_2^2 + x^2)}} \cancel{\frac{3}{2}} =$$

$$(2x(R_2^2 + x^2) + 2x(R_1^2 + x^2)) = 0$$

$$(R_2^2 - R_1^2)(R_2^2 + x^2)(R_1^2 + x^2)^\frac{1}{2} - 3x(R_2^2 + x^2 + R_1^2 + x^2)$$

$$\sqrt{AB} = 3x(A+B)$$

$$HBS = 2\pi^2 (A^2 + B^2 + 2AB)$$

