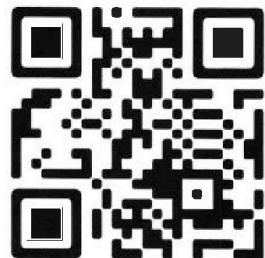


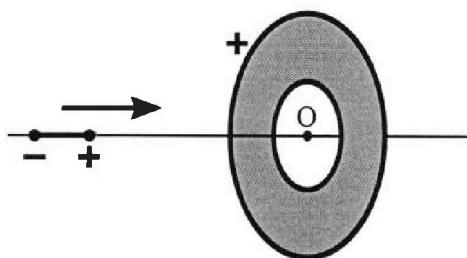
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

Вариант 11-03



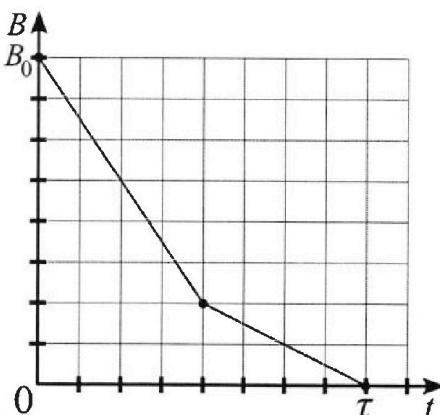
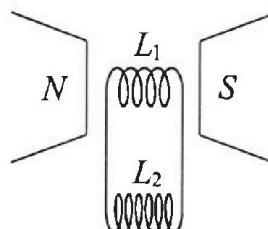
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 . Диполю сообщают начальную скорость $\frac{3}{2}V_0$.



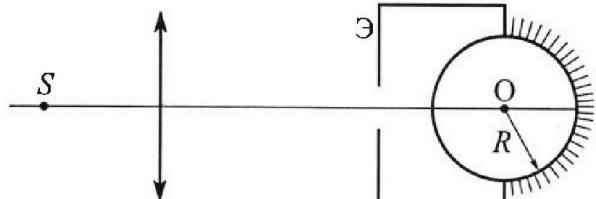
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ 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 $L_2 = 3L$ 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_1 в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку L_1 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F расположены центр O прозрачного шара и точечный источник S , удалённый от линзы на расстояние $a = 1,1F$ (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 $b = 10,5F$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти радиус R шара.

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы увеличилось на $\Delta = 5,5F$, изображение источника снова совпало с самим источником.

- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

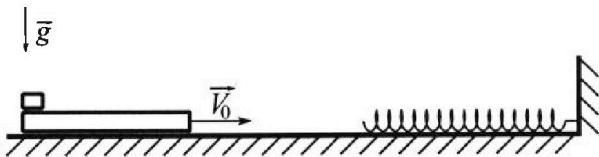
Отражение света от наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран \mathcal{E} обеспечивает малость углов α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.

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

Вариант 11-03

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

1. Длинная доска массой $M = 2$ кг, на одном конце которой лежит небольшой брускок массой $m = 1$ кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью $V_0 = 1$ м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости $k = 36$ Н/м, которая одним концом упирается в стенку (см. рис.). Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. 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.

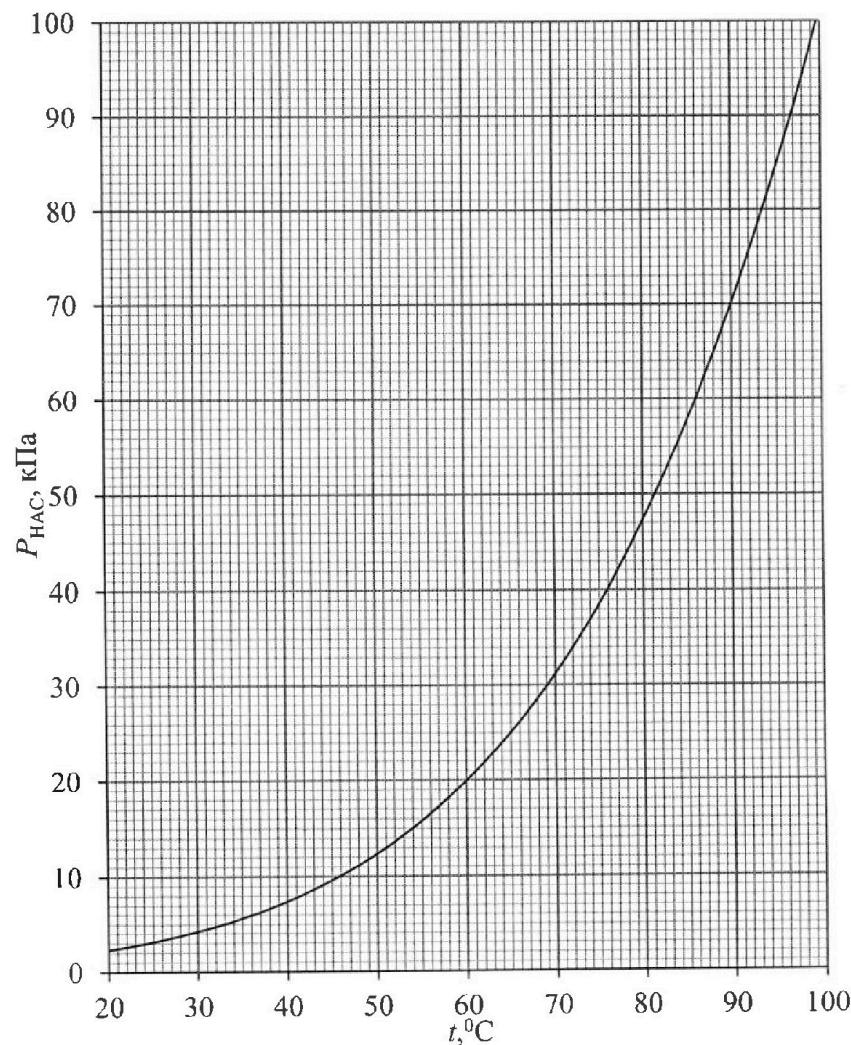


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении $p_0 = 105$ кПа, температуре $t_0 = 97$ °C и относительной влажности $\varphi_0 = 1/3$ (33,3%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры $t = 33$ °C. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти парциальное давление пара P_1 при 97 °C.
- 2) Найти температуру t^* , при которой начнётся конденсация пара.
- 3) Найти отношение объёмов содержимого цилиндра V/V_0 в конце и в начале остывания.

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

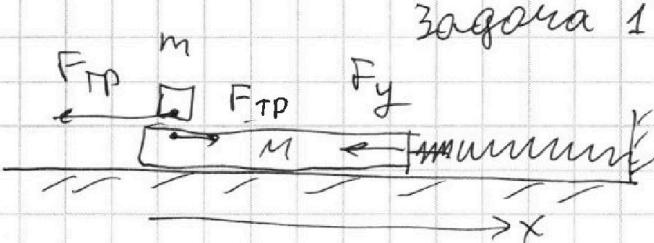


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!



II 3-4 Н:

$$Ma = F_y - F_{TP}$$

$$ma = F_{TP}$$

$$\ddot{x} (M+m) + kx = 0 \quad F_{TP} \leq \mu mg$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}} = \sqrt{\frac{36}{3}} = \frac{6}{\sqrt{3}} \text{ c}^{-1} = 2\sqrt{3} \text{ c}^{-1}$$

$$x = -A \cos(\omega t + \phi_0)$$

$$\text{Н.у.: } x(0) = 0$$

$$\dot{x} = \omega A \sin(\omega t + \phi_0)$$

$$\phi_0 = \frac{\pi}{2}$$

$$\dot{x}(0) = v_0$$

$$\ddot{x} = \omega^2 A \cos(\omega t + \phi_0)$$

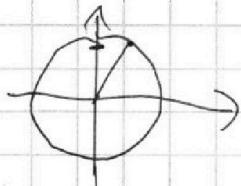
$$A = \frac{v_0}{\omega} = \frac{1}{2\sqrt{3}} \text{ м}$$

$$\text{В справедливо при } ma \leq \mu mg \quad \Rightarrow \quad a = \mu g = 3 \text{ м/с}^2$$

$$a = v_0 \omega \cdot \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) \Rightarrow \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = \frac{a}{v_0 \omega}$$

$$\sin(\omega t) = \frac{a}{v_0 \omega} = \frac{3 \text{ м/с}^2}{1 \text{ м/с} \cdot 2\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \omega t = \frac{\pi}{3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \frac{\pi}{3\omega} \approx \frac{\pi}{3 \cdot 2\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{6} \text{ с}$$



$$|x| = A \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = \frac{1}{2\sqrt{3}} \cos\left(\frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{2}\right) =$$

$$= \frac{1}{2\sqrt{3}} \cdot \frac{-\sqrt{3}}{2} = -\frac{1}{4} \text{ м} \approx 0,25 \text{ м}$$

мл. гл. СП.



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
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!

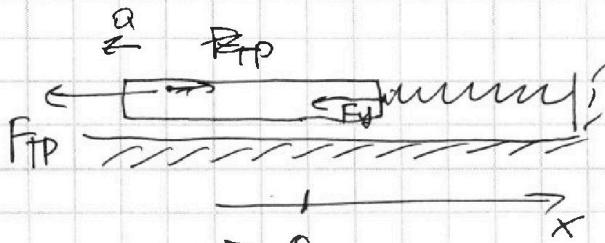
Ответ: 1) $x_1 = 25 \text{ см}$

2) $t = \frac{\sqrt{3}}{6} \text{ с}$

Т.к. длина длинная то груз не скользит по
последовательно

После того как груз начнет скользить

F_{TP} станет const: $F_{TP} = \mu mg$



$$a = -\ddot{x}$$

не допр. пружина

II Задача:

~~Масса~~ $Ma = F_y - F_{TP}$ const

$$M\ddot{x} + kx - \mu mg = 0$$

$$M\ddot{y} + ky = 0$$

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{k}{M}}$$

$$y = -A \cos(\omega_2 t + \varphi_0)$$

$$x = \frac{\mu mg}{k} + A \cos(\omega_2 t + \varphi_0)$$

$$\ddot{x} = -\omega_2^2 A \cos(\omega_2 t + \varphi_0)$$

$$y = x - \frac{\mu mg}{k}$$

$$\ddot{y} = \ddot{x}$$

из прошлой части задачи

$$x(0) = x_1 = \frac{a}{\omega_2} \cdot \frac{\pi}{\omega} = \frac{\mu g}{\omega^2}$$

$$\ddot{x}(0) = \mu g$$

м-сл. СР



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
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!

М.у. такие, потому что "второе" движение начинется, когда закончится "первое"

$$\frac{mg}{\omega_2^2} = \frac{m\omega_2^2}{k} + A \omega s (\cancel{\omega_2 t} + \varphi_0) \quad t=0$$

$$mg = -\omega_2^2 A \omega s (\cancel{\omega_2 t} + \varphi_0)$$

$$\cancel{\omega_2 s (\omega_2 t + \varphi_0)} = mg \left(\frac{1}{k} - \frac{A}{\omega^2} \right)$$

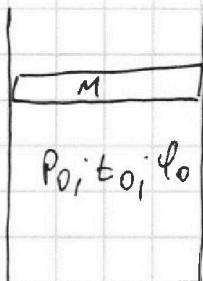
$$mg = mg \left(\frac{1}{k} - \frac{A}{\omega^2} \right)$$



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



Задача 2
давление нал. пара

$$P_{H.P.1} \text{ при } T_0 = 97^\circ C : P_{H.P.1} \approx 91 \text{ кПа}$$

$$P_{\Pi} \text{ при } \varphi_0 = \frac{1}{3} : \frac{P_{\Pi}}{P_{H.P.1}} = \varphi_0 \Rightarrow P_{\Pi} = \varphi_0 P_{H.P.1} =$$

\Rightarrow парциальное давление пара

$$P_{B,1} = P_0 - P_{\Pi} \approx 64,7 \text{ кПа}$$

Ответ: 1) $P_{\Pi} = 30,3 \text{ кПа}$

Т.к. смесь газов находится под горизонте, то

$$P_0 = P_{\text{атм}} + \frac{Mg}{S} = \text{const} \Rightarrow \text{процесс изобарический пока не конденсируется вода}$$

давление внешнее от парника

По графику $P_{\Pi}(t)$ из условия найдем t^* ,

чтобы $P_{\Pi} = P_i$ (Пар час насыщенным, $\varphi = 100\%$, при дальнейшем охлаждении вода конденсируется в воду)

$$t^* \approx 69^\circ C \quad \text{Ответ: 2) } t^* = 69^\circ C \quad T_0 = 273 K + 97 K = 370 K$$

$$P = \text{const} \Rightarrow V \sim T \quad T = 273 K + 33 K = 306 K$$

$$(начало конденсации пара) \quad T^* = 273 K + 69 K = 342 K$$

Процесс $0 \rightarrow *$ упр-тие цпл. соисн:

$$P_0 V_0 = (J_B + J_{\Pi,0}) R T_0 \Rightarrow \frac{V_0}{V^*} = \frac{T_0}{T^*} \Rightarrow V^* = V_0 \frac{T^*}{T_0}$$

$$P_0 V^* = (J_B + J_{\Pi,0}) R T^* \Rightarrow V^* = V_0 \cdot \frac{342}{370} \Rightarrow$$

вл. вл. стр.

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!

После того как пар начнет конденсироваться, его давление останется равным давлению нал. пара \Rightarrow

$$\Rightarrow P_{\text{н.п.2}} \text{ при } t = 33^\circ\text{C} : P_{\text{н.п.2}} = 5 \text{ kPa}$$

Пр-е $\oplus \rightarrow ①$
уп-ние ост. пара:

$\mathcal{J}_{\text{н.п.2}}$ - кол-во пара в конде

$$P_{\text{н.п.1}} P_1 V^* = J_{\text{н.п.0}} R T^* \quad (\because \frac{J_{\text{н.п.2}}}{J_{\text{н.п.0}}} \cdot \frac{T}{T^*} = \frac{V}{V^*} \cdot \frac{P_{\text{н.п.2}}}{P_1})$$

$$P_{\text{н.п.2}} V = J_{\text{н.п.2}} R T$$

$$\frac{J_{\text{н.п.1}}}{J_{\text{н.п.0}}} = \frac{V P_{\text{н.п.2}} T^*}{V^* P_1 T} = \frac{V \cdot 5 \text{ kPa} \cdot 342 \text{ K}}{V_0 \cdot \frac{342}{370} \cdot 30 \text{ kPa} \cdot 306 \text{ K}} = \frac{V}{V_0} \cdot \frac{370}{6 \cdot 306}$$

(округлено до целых)

Пр-е $\oplus \rightarrow ①$
уп-ние ост. шлам:

$$P_0 V^* = (J_B + J_{\text{н.п.0}}) R T^* \quad \Rightarrow \frac{V_0}{V^*} = \frac{J_B R T}{J_B R T^*} + \frac{J_{\text{н.п.0}} R T}{J_{\text{н.п.0}} R T^*}$$

$$P_0 V_0 = (J_B + J_{\text{н.п.1}}) R T \quad \Rightarrow \frac{V_0}{V^*} = \frac{J_B R T}{J_B R T^*} + \frac{J_{\text{н.п.1}} R T}{J_{\text{н.п.0}} R T^*}$$

$$\frac{V}{370} = \frac{306}{342} + \frac{V}{V_0} \cdot \frac{370}{6 \cdot 306} \cdot \frac{306}{342} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{V}{V_0} \left(\frac{370}{342} - \frac{306}{6 \cdot 306} \right) = \frac{306}{342}$$

$$\frac{370}{306} \frac{V}{V_0} \left(\frac{5}{6} \right) = 306 \Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{6}{5} \cdot \frac{306}{370} = \frac{918}{925}$$

Ответ: $\frac{V}{V_0} = \frac{918}{925}$



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

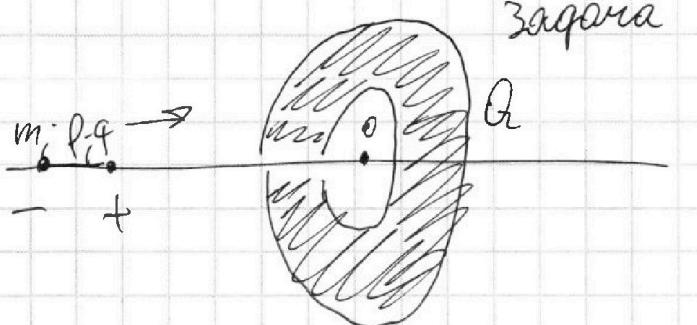
5

6

7

СТРАНИЦА
1 из 2

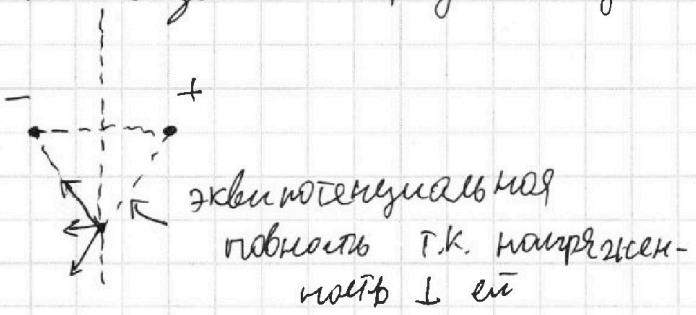
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



I) потенциал
поля комара в центре

φ_0 , а на бесконеч-
ности $\varphi_\infty = 0$

Потенциал середины длины $\varphi_c = 0$



II) потенциал поля
комара на симметрической
расстоянии r от
центра ("длинна" длины)

φ_r

Задача: ~~Энергия "внутри"~~

$$\frac{m v_0^2}{2} + W_g = \varphi_0 \cdot (-q) + \varphi_r q + W_g \Rightarrow$$

Энергия "внутри"
длины

длины не расщепляется
его энергия исчезает

$$\Rightarrow (\varphi_r - \varphi_0) = \frac{m v_0^2}{2q}$$

Задача:

$$\frac{9m v_0^2}{8} + W_g = (\varphi_r - \varphi_0) q + W_g + \frac{m v_1^2}{2}$$

и. и. ср.



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!

$$\frac{m v_1^2}{2} = \frac{\frac{9}{4} m v_0^2 - \frac{m v_0^2}{2}}{2} = \frac{m v_0^2}{2} \left(\frac{9}{4} - 1 \right) = \frac{5}{4} \frac{m v_0^2}{2}$$

$$v_1^2 = \frac{5}{4} v_0^2 \Rightarrow v_1 = \frac{v_0 \sqrt{5}}{2} \text{ и максимальная скорость}$$

$$z = \frac{\frac{3}{2} v_0}{v_1} = \frac{\frac{3}{2} \times 2}{\frac{v_0 \sqrt{5}}{2}} = \frac{3 \cdot 2}{\sqrt{5}} = \frac{6 \sqrt{5}}{5}$$

$$\text{Ответ: 2) } \frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \frac{6 \sqrt{5}}{5}$$

$\frac{3}{2} v_0$ - max т.к. приближаясь увеличивается
энергия взаимодействия \Rightarrow К.энергии уменьшается.

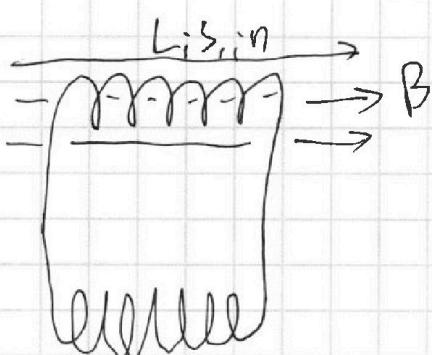
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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



Задача 4

$$R \rightarrow 0$$

т.к. конгур верх предыдущей
то $\Phi_{общ} = const$

т.к. $R \rightarrow 0$, то токи через катушки равны

$$\text{зл}$$

$$\Phi_{общ0} = \Phi_{10} + \Phi_{20}$$

одинаковых катушек

внизу

через L_1

через L_2

$$\Phi_{20} = 0 \quad (\text{посл нет, пока нет}) \quad \Phi_{10} = BS, n$$

$$\Phi_{общ1} = \Phi_{общ0} = \Phi_{11} + \Phi_{21}$$

через L_1 вонце

через L_2 вонце

$$|\Phi_{11}| = I_0 L ; \quad |\Phi_{21}| = 3 I_0 L \quad (\text{по модулю, т.к. не зная направления магнитов катушек, т.к. взято индукции пренебрегаем, то - "б" означает } \Phi = -L)$$

не зная направления магнитов катушек,
т.к. взято индукции пренебрегаем, то - "б"
означает только направление

~~$$BSn = 4I_0 L \Rightarrow I_0 = \frac{BSn}{4L}$$~~

~~$$S = I_0 L \Rightarrow I_0 = \frac{BSn}{4L}$$~~

~~$$BSn/4 = 4 I_0 L \Rightarrow BSn = 4 I_0 L = ?$$~~
~~$$I_0 = \frac{BSn}{4L}$$~~

м.в. ср.

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

$$BS_1n = 4I_0L \Rightarrow I_0 = \frac{BS_1n}{4L} \quad \text{Ответ: 1) } I_0 = \frac{BS_1n}{4L}$$

$$\Phi = \text{const}$$

Вариационный метод. ∫ ток I

$$\Phi = B(t)S_1n - 4Lq = \text{const} \quad | \quad I = q' \quad dt$$

$$\int_0^q 4L dq = \left(B(t) dt - B_0 dt \right) S_1n \quad | \quad \int_0^t B(t) dt \approx 6$$

$$|4Lq| = \left(\frac{3B_0T}{16} - B_0T \right) S_1n$$

метод
ног графиков

$$|4Lq| = \frac{13}{16} B_0 T S_1 n$$

Ответ:

$$\Rightarrow 24 \cdot \frac{B_0}{8} \cdot \frac{T}{8} = \frac{3B_0T}{16}$$

$$q = \frac{(13B_0T S_1 n)}{16 \cdot 4 L} = \frac{13B_0TS_1n}{64L}$$

$$\frac{16}{3} \quad \frac{4}{2}$$



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 checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 4

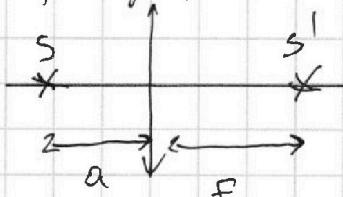
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 5

Если изображение источника в шаре, "шара-шар", совпадает с источником, то в каждом "шаре-пространстве", создаваемом шаром это бывает всегда:

изображение источника в шаре совпадает с его изображением в шаре.

1) Изображение источника в шаре

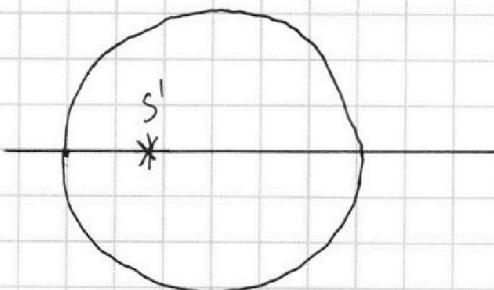


Ф (ФТН):

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow f = \frac{Fa}{F-a}$$

$$a = 1,1F \Rightarrow f = \frac{1,1F^2}{0,1F} \Rightarrow f = 11F$$

2) Правое полу-пространство шара:



S' тоже внутри шара

т.к. $f > b \Rightarrow$ он

меньший источник для

шара.
при этом S' и S''

$S'' \leftarrow$ изображение
в шаре и зеркале

~~Последовательные
расстояния превышают
длину, изображение в шаре~~

М.С. СР.



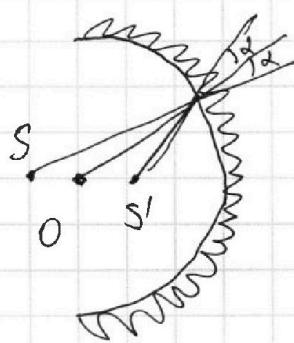
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
2 из 4

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

Аналогично первому бы скажи ванилью изображение источника в шаре до преобразования зеркальной во поверхности и после должны совпадать



S' и S будут совпадать

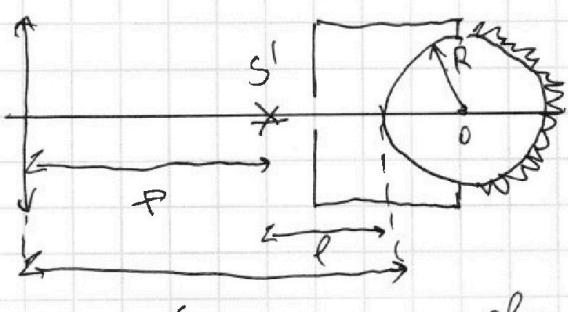
только если они оба совпадают с O (центром) при $\lambda \ll 1$

чтобы при любой λ , после преобразования лучей поверхности шара они исходили из центре S' должен совпадать с O (центром шара)

$$\Rightarrow f - b = R = 0,5F$$

$$\text{Ответ: } R = 0,5F$$

Проведем прямые линии изображения источника в движущуюся поверхность



$$\text{при этом } c = b + \Delta = F(10,5 + 5,5) = 16F$$

т.к. источник и плоскость не движутся, то S' останется на $f = 11F$ от плоскости

При этом S' должен совпадать с S'' (и. возможное решение)

$$f = c - b = 5F$$

и.сл. спр.

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

СТРАНИЦА
3 ИЗ 4

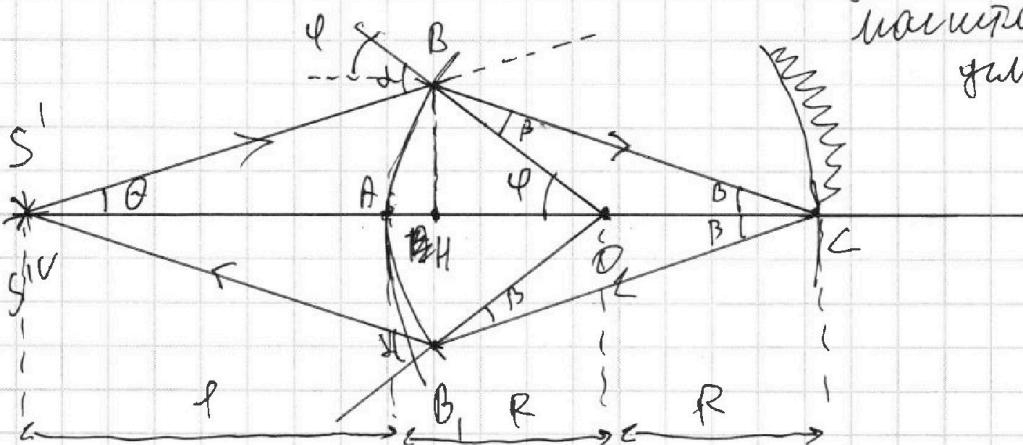
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Т.к. шар был симметрич, то мы не можем
попасть в центр, значит есть еще под, который
и $s' \rightarrow s''$

Мы видим - электрона частная волна, а
значит справедлива теорема о единстве решения

Рассмотрим шар который так преобразует
прич, что $s' \rightarrow s''$

Прямоугольник не в
нормальне, все
углы малы



также это справедливо, потому что любой
бесконечный в шар имеет угол при вершине - 210°
углы к нормали что и задача (т.к. треугольник
 $\Delta ABC = \Delta BOC$
 $\angle ABC = \angle BOC$
(s' и s'')
то они совпадают только при таком
угле между

т.к. углы малы, то AH - второй порядок малости \Rightarrow

$$\beta = \delta - \varphi; BH = R \quad \Rightarrow \quad \beta = \frac{\delta}{2} - \varphi \Rightarrow \beta = \frac{\delta}{2}; \varphi = 2\beta$$

3-й способ: $\delta = n\beta \neq$

$$\delta(\delta - 2\beta) = 2R\beta \Rightarrow \delta(n-2) = 2R\beta \Rightarrow n-2 = \frac{2R}{\delta} \Rightarrow n = \frac{2R}{\delta} + 2$$

и.сл. ср.



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА

4 из 4

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

$$n = \frac{2R}{P} + 2 = \frac{2 \cdot 0,8\cancel{F}}{\cancel{5} F} + 2 = 2,2$$

Ответ: $n = 2,2$



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.

1

2

3

4

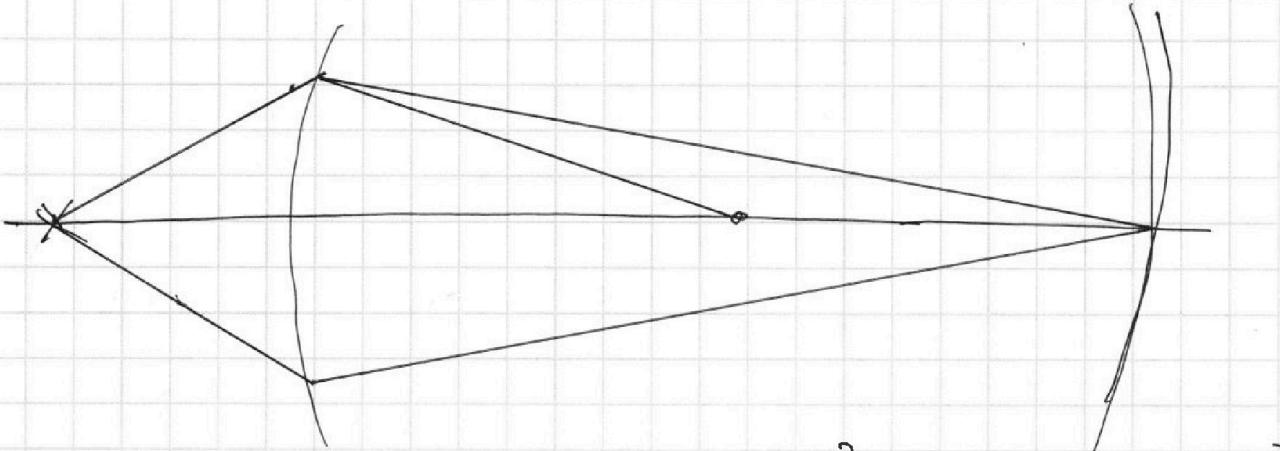
5

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!



$$\varphi = \frac{K A}{c}$$

$$\frac{K A^2}{c^2} = [H] = \left[\frac{K \Gamma \cdot M}{c^2} \right]$$

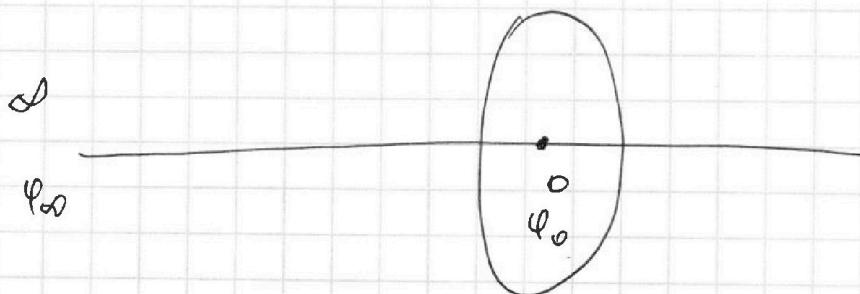
$$\varphi = \frac{K \Gamma \cdot M^3}{K \Lambda^2 \cdot c^2} \cdot \frac{K A}{\Lambda K} = \frac{K \cdot [K \Lambda^2]}{[M^2]} \cdot \frac{K \Gamma \cdot M}{c^2}$$

$$= \frac{K \Gamma \cdot M^2}{K \Lambda \cdot c^2}$$

$$K = \frac{K \Gamma \cdot M^3}{K \Lambda^2 \cdot c^2}$$

$$\varphi \cdot \varphi \cdot \frac{K \Gamma \cdot M^3}{c^2}$$

$$mgh = \left[K \Gamma \cdot \frac{M}{c^2} \cdot m \right]$$





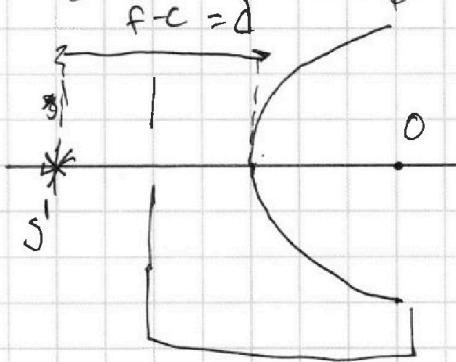
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
3 из _____

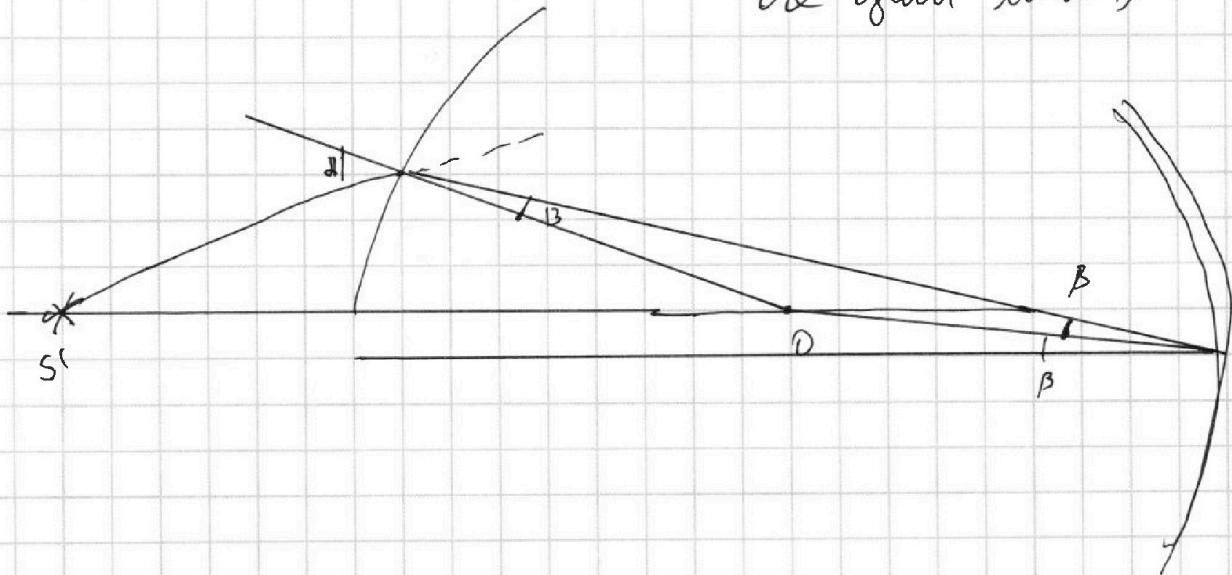
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Ничья QR-кода недопустима!

Мы видимо что изображение получилось в 5 раз больше
изображения предмета, зеркало и линия
отображают, а зеркало изображает (ст. 3)
значит 5 изображение предмета зеркально
изображение предмета в 5 раз



$$d = f - c = 16F - 11F = 5F$$

(рисунок не в масштабе,
все числа малы)





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!

$$\Phi = \text{const}$$

$$\stackrel{\circ}{\nearrow} 4$$

$$\Phi = \mu_0 S_1 n + 4L I = \text{const} = \mu_0 S_1 n$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = S_1 n - 4L \frac{dq}{dt} = \mu_0 S_1 n$$

$$\int_0^t 4L dq = \int_0^t \mu_0 S_1 n - \mu_0 S_1 n dt$$

Решение

$$4L q = \mu_0 S_1 n - \mu_0 S_1 n C$$

$$\mu_0 S_1 n - 4L \dot{q} = \mu_0 S_1 n$$

$$4L dq = \mu_0 S_1 n dt - \mu_0 S_1 n dt$$



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

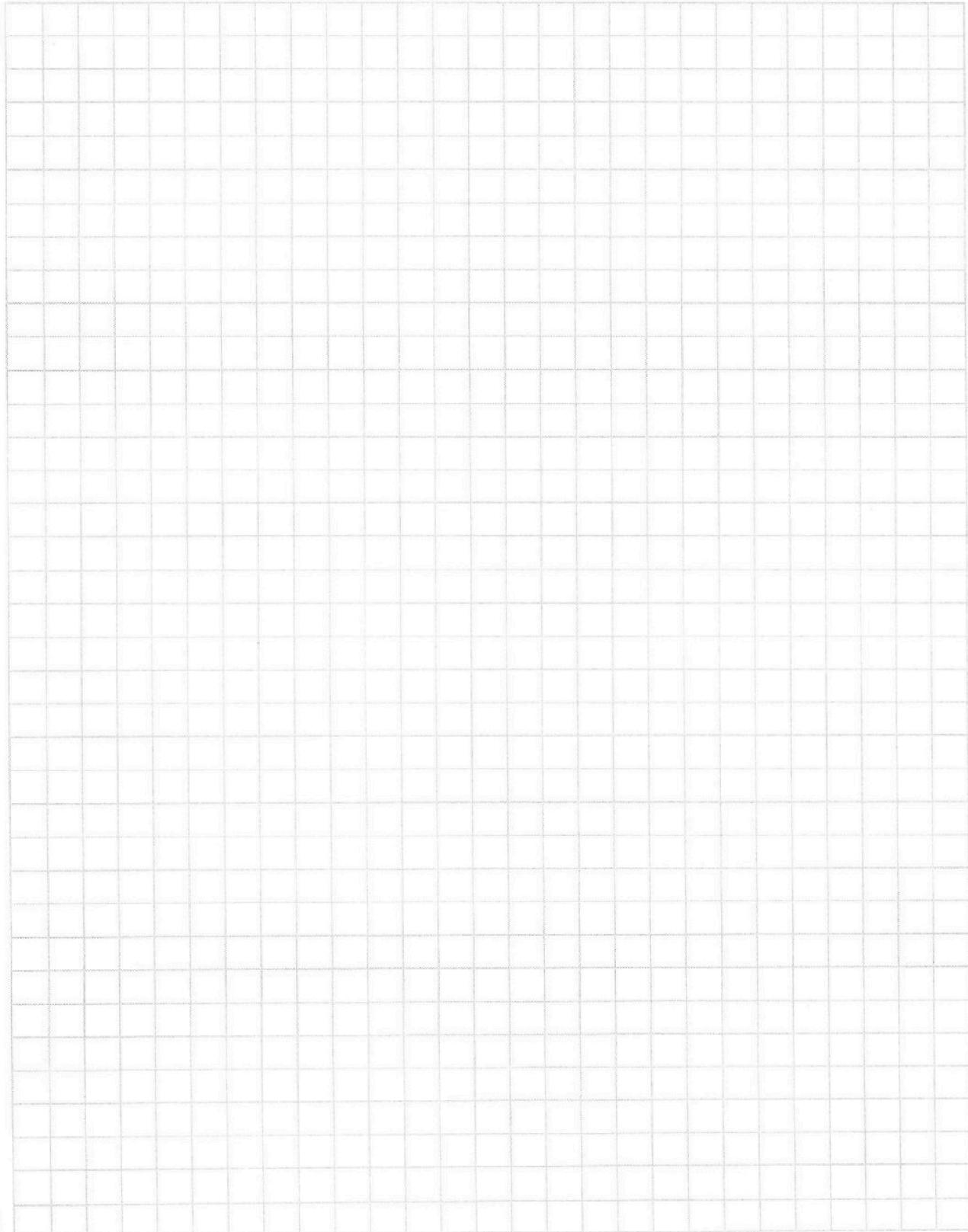
5

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

$$\frac{(R-1)L_0}{L_0-R} = L_1$$

$$L_2 = R + L_1$$

$$L_2 = (2R - L_1) \quad \frac{306}{3}$$

$$\frac{3}{918}$$

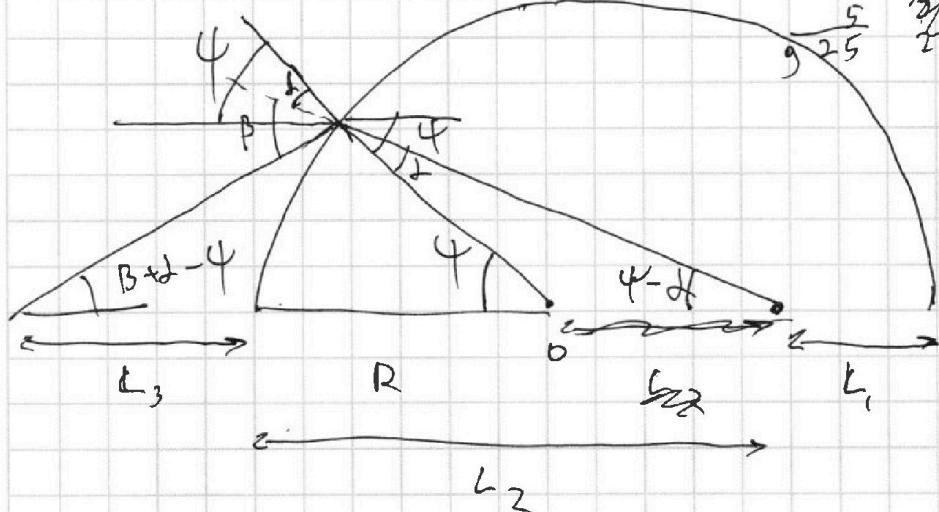
$$\frac{185}{185}$$

$$\frac{37}{25}$$

$$273 + 69 = \\ = 342$$

$$273 + 33 = \\ = 306$$

$$273 + 97 = \\ = 370$$



$$(4-\alpha)L_2 = 4R \Rightarrow 2L_2 = 4(L_2 - R) \Rightarrow 4 = 2 \frac{L_2}{L_2 - R}$$

$$4R = L_3 (\beta + \alpha - 4) \Rightarrow \frac{L_2 R}{L_2 - R} = L_3 \left(\beta(n+1) - \frac{L_3}{(L_2 - R)} \right)$$

$$L_3 = \frac{L_2 R (L_2 - R)}{(L_2 - R)((n+1)(L_2 - R) - L_2)} = \frac{L_2 R}{(n+1)(L_2 - R) - L_2} \quad \frac{5}{185}$$

$$L = \frac{n \ell R}{(n-1) \ell + R} \Rightarrow L_0 = R - L \Rightarrow L_1 = \frac{(R-1)L_0}{L_0 - R} \Rightarrow L_2 = 2R - L$$

$$\Rightarrow L_3 = \frac{L_2 R}{(n+1)(L_2 - R) - L_2}$$

$$\frac{342}{370} = \frac{171}{180}$$

$$\frac{36 \cdot 306}{5 \cdot 370} = \frac{3 \cdot 306}{5 \cdot 185} = \frac{306}{918} \quad \frac{306}{925} \quad \frac{370}{925}$$

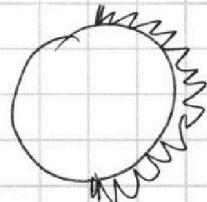


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
ИЗ

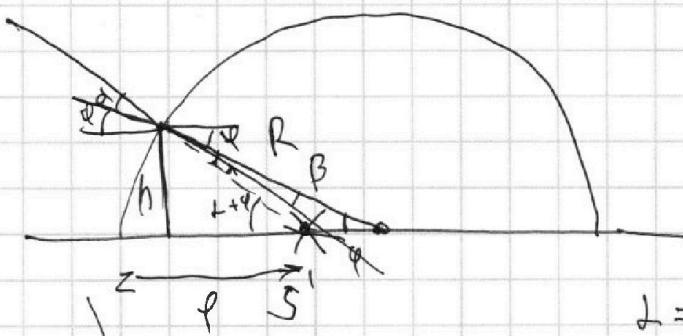
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\frac{1}{\theta_0} + \frac{1}{\theta_1} = \frac{1}{F}$$

$$f_1 = \frac{Fa}{a-F} = \frac{1,1F}{0,1R} = \frac{11}{1} F$$

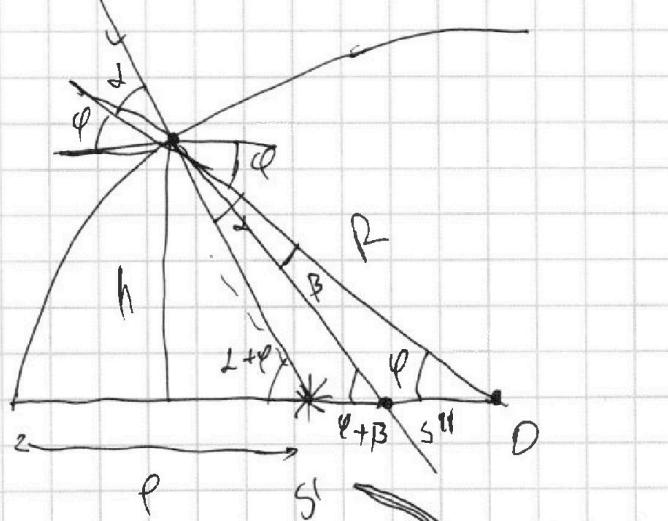
$$l = \theta_1 - f = 0,5F$$



$$l(\lambda + \varphi) = R \varphi$$

$$\lambda = \varphi \frac{(R-l)}{l}$$

$$\lambda = n \beta$$



$$R \varphi = L(\lambda + \beta)$$

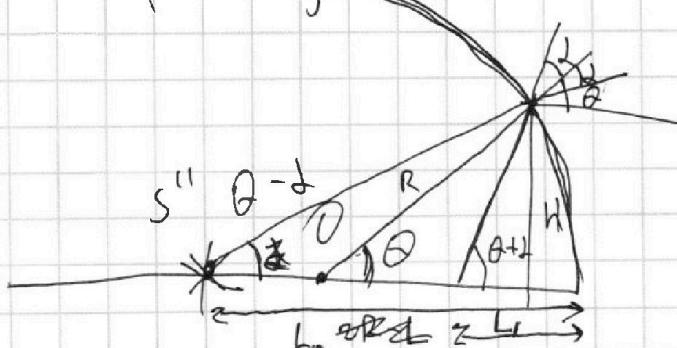
$$L = R \frac{\varphi}{\varphi + \frac{\lambda}{n}} = R \frac{\varphi}{\varphi + \frac{R-l}{n l}} =$$

$$= \frac{n l R}{(n-1)l + R} \quad L_0 = R - L$$

$$(\theta - \lambda) \cancel{f(\lambda + \beta)} = \theta R - (\theta + \lambda) L$$

$$\lambda = \frac{\theta (L_0 - R)}{L_0}$$

$$R = 1 + \left(\frac{L_0 - R}{L_0} \right) L_1$$





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

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

$$P = \sqrt{x^2 + R^2}$$

$$E = k \frac{q}{P^2} \cdot \cos \varphi = k \frac{q}{P^2} \cdot \frac{x}{P} =$$

$$= \frac{k q x}{(x^2 + R^2)^{\frac{3}{2}}} \quad \frac{x}{(x^2 + R^2)^{\frac{1}{2}}} = \frac{A}{}$$

$$E = \int_0^R \frac{k q x}{(x^2 + R^2)^{\frac{3}{2}}} dx =$$

$$\frac{q}{kR} \int_{\infty}^0 E dx = \cancel{\frac{q}{kR} \int_{\infty}^0} \int \frac{x dx}{(x^2 + R^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$\frac{mV^2}{2} \neq \varphi_0 q + \varphi_f q = (\varphi_0 - \varphi_f) q$$

$$-\varphi_0 q + \varphi_f q = (\varphi_f - \varphi_0) q$$

$$(\varphi_f - \varphi_0) = \frac{mV^2}{2q}$$



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 checked="" type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input checked="" type="checkbox"/> 6 | <input checked="" 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!

$$L = \frac{0,5FnR}{(n-1)0,5F+R} \Rightarrow L_0 = R \left(1 - \frac{0,5Fn}{(n-1)0,5F+R} \right) = \\ = R \left(\frac{(n-1)0,5F+R - 0,5Fn}{(n-1)0,5F+R} \right) =$$

$$L_1 = \frac{(R-1)R \left(\frac{R-0,5F}{(n-1)0,5F+R} \right)}{R \left(\frac{R-0,5F}{(n-1)0,5F+R} - 1 \right)} = \frac{(R-1)(R-0,5F)}{R-0,5F - (n-1)0,5F+R} = \\ = \frac{(R-1)(R-0,5F)}{2R-0,5nF}$$

$$L_2 = 2R - L_1 *$$

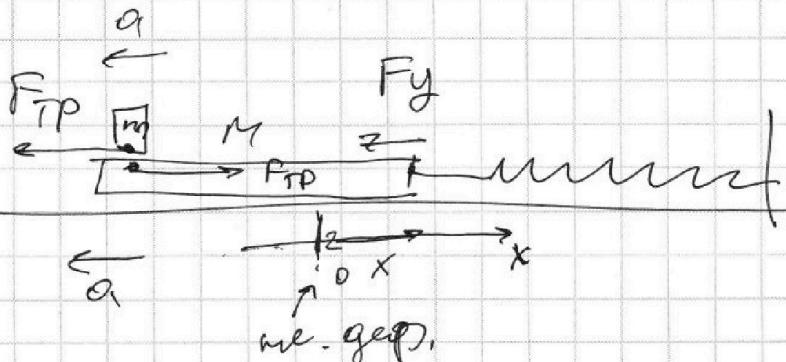
$$L_3 = \frac{(2R - L_1)R}{(n+1)(2R - L_1 - R) - 2R + L_1} = \\ = \frac{\left(2R - \frac{(R-1)(R-0,5F)}{2R-0,5nF} \right) R}{(n+1) \left(R - \frac{(R-1)(R-0,5F)}{2R-0,5nF} \right) - 2R + \frac{(R-1)(R-0,5F)}{2R-0,5nF}}$$

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"/> |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|

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_{Tp} < μmg

$$-Ma = -Kx + F_{TP}$$

$$\ddot{x} + \frac{K}{m}x + m\ddot{x} = 0$$

$$\ddot{x}(M+m) + Kx = 0$$

$$\ddot{x} + \frac{K}{m+M}x = 0$$

$$x = A \cos(\omega t + \phi_0)$$

$$\dot{x} = -A\omega \sin\left(\omega t + \frac{3\pi}{2}\right)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{m+M}} \approx \frac{6}{\sqrt{37}}$$

$$\phi_0 = \frac{3\pi}{2}$$

$$x(0) = 0$$

$$\dot{x}(0) = V_0$$

$$A\omega = V_0$$

$$A = \frac{V_0}{\omega}$$

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

$$\ddot{x} = \mu g$$

$$\ddot{x} = -A\omega^2 \cos\left(\omega t + \frac{3\pi}{2}\right) = -V_0 \omega \cos\left(\omega t + \frac{3\pi}{2}\right) \text{ из } g$$

$$\cos\left(\omega t + \frac{3\pi}{2}\right) = \frac{\mu g}{-A\omega} = \frac{3}{-1 \cdot 2\sqrt{37}} = -\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\omega t + 60^\circ = \frac{\pi}{3} \Rightarrow t = \frac{\pi}{3 - 2\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{6}$$