

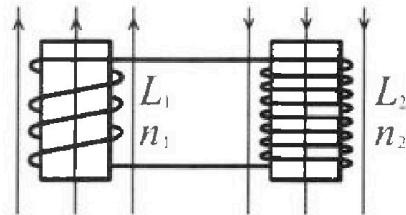
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01



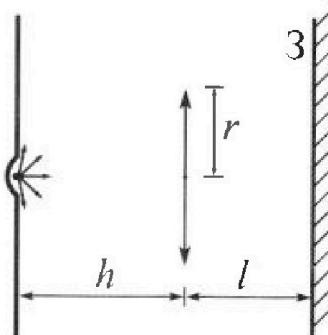
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $B_0/2$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $2B_0$ до $2B_0/3$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменились неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = h/2$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 3$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ расположено параллельно стене плоское зеркало З. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



- 1) Найдите площадь неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

Ответы дайте в [см²] в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

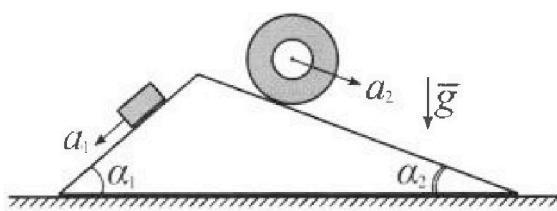
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**

Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой m с ускорением $a_1 = 5g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $4m$ с ускорением $a_2 = 5g/24$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту $\alpha_1 (\sin \alpha_1 = 3/5, \cos \alpha_1 = 4/5)$ и $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 5/13, \cos \alpha_2 = 12/13)$. Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

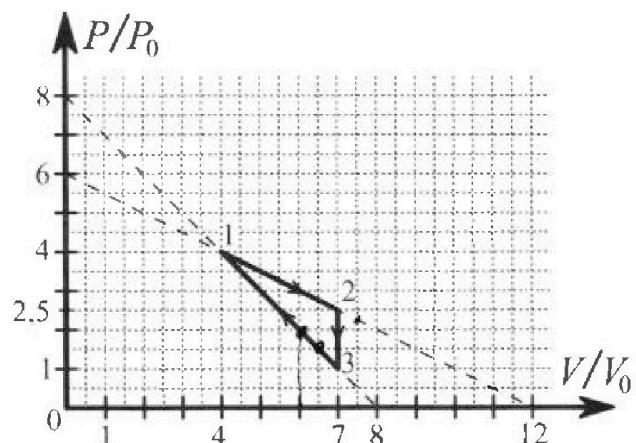


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ выразите через m и g с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость P/P_0 от V/V_0 . Здесь V и P - объем и давление газа, V_0 и P_0 - некоторые неизвестные объем и давление.

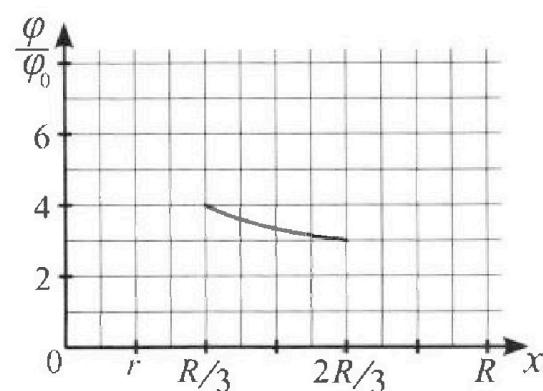
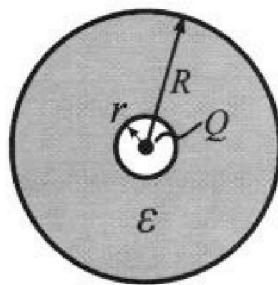
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь φ_0 — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .





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 инумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 3. Установка уравновешена силами тяжести и гравитации
(\vec{g} , с единственным направлением \vec{g}) $\vec{g} \cdot \vec{g} = 0$ $\vec{g} \cdot \vec{g} = +1$

$$\text{с у: } -(\vec{N}_1 + m\vec{N}_2 + \vec{F}_1 + \vec{F}_{62}) \cdot \vec{g} = 0$$

$$m(\vec{mg} - \vec{a}_1) + 4m(\vec{g} - \vec{a}_2) \cdot \vec{F}_3 \cdot \vec{g} = 0$$

$$m\vec{g} \cdot \vec{g} = 0$$

$$0 = (m\vec{a}_1 + 4\vec{a}_2 \cdot \vec{m}) \cdot \vec{g}$$

$$0 = (-\alpha_1 \cdot \cos \varphi_1 \cdot i + \alpha_2 \cos \varphi_2 \cdot j) - F_3 \cdot i$$

$$F_3 = m(4\alpha_2 \cos \varphi_2 - \alpha_1 \cos \varphi_1) = mg \left(4 \cdot \frac{5}{24} \cdot \frac{12}{13} - \frac{5}{13} \cdot \frac{4}{5}\right) =$$

$$= mg \left(\frac{5}{13} \cdot 2 - \frac{4}{13}\right) = mg \frac{6}{13}$$

$$F_3 = \frac{6}{13} mg$$

Решение: $F_1 = \frac{14}{615} mg$

$$F_2 = \frac{5}{39} mg$$

$$F_3 = \frac{6}{13} mg$$

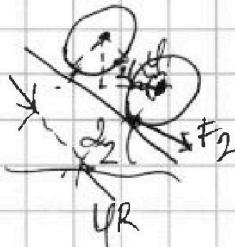


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" 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
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!



д) Рассчитайте силы трения между

$$\Delta \Pi = mg R \varphi \cdot \cos \alpha \cdot d_2 \quad \dot{\varphi} = \omega$$

тогда:

$$\Delta \Pi + \Delta T = \bullet A$$



$$\frac{d\Pi}{dt} + \frac{dT}{dt} = \frac{dA}{dt}$$

$$2 \cdot 4mg \sin \alpha \cdot d_2 - 4mg R \varphi \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = -R \omega \dot{F}_2$$

$$8mg d_2 \sin \alpha - 4mg \sin \alpha d_2 \dot{\omega}_{\text{пул}} = -\dot{\omega}_{\text{пул}} F_2 \quad ; \quad \dot{\omega}_{\text{пул}}$$

$$8mg d_2 - 4mg \sin \alpha d_2 = -F_2$$

$$F_2 = 4mg \left(\frac{8 \sin \alpha d_2 - 2d_2}{13} \right) = 4mg \left(\frac{5}{13} - 2 \frac{5}{24} \right) = \\ = 4mg \left(\frac{5}{13} - \frac{5}{12} \right) = 20mg \left(\frac{1}{13} - \frac{1}{12} \right) = \frac{20}{13 \cdot 12} (12 - 13) mg =$$

$$= -\frac{5}{13 \cdot 3} \pi mg = -\frac{5}{39} \pi mg$$

Получим с помощью знако- π F_2 ожидаем
в другом направлении. $F_2 = \frac{5}{39} \pi mg$

(3). Рассчитайте силы трения параллельно



из III закона Ньютона

силы трения параллельно
одинаково направлены
по обе стороны.

(N_1 и N_2 силы
реакции опоры из
свойства действительна
и 2 вектора на 3-м месте)

Второй закон Ньютона (II) заслуживает для диска
и норм T. о действ. из. м. для тела



$$4mg \vec{a}_1 = mg \vec{g} + \vec{F}_2 + \vec{N}_2$$

$$-\vec{F}_2 + \vec{N}_2 = m \vec{a}_1 + 4mg \left(\vec{g} - \vec{a}_1 \right) / m \left(\vec{g} - \vec{a}_1 \right)$$

одинаково для диска

$$-\left(\vec{F}_2 + \vec{N}_2 \right) = m \vec{a}_1 \left(\vec{g} - \vec{a}_1 \right)$$

а мы хотим отыскать и доказать силу
равную $-\left(\vec{F}_2 + \vec{N}_2 \right)$ и $-\left(\vec{F}_2 + \vec{N}_1 \right)$ (из 3 зак. Ньют.)
и следовательно получим то же



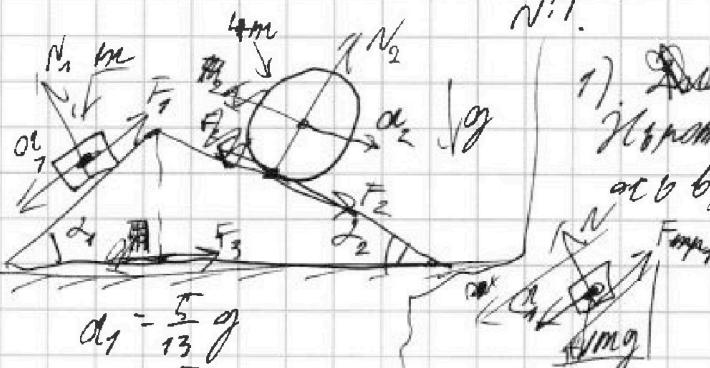


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
1 из 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!



$$\alpha_1 = \frac{5}{13} \varphi$$

$$\alpha_2 = \frac{5}{24} \varphi$$

$$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{5}{13}$$

н.1.

1) ~~Задачи для I злк~~
~~Напоминаем для броска ш~~
~~ас в волни бросок~~ $\vec{\alpha}_1$ (от против)

$$\alpha_1 m = mg \sin \alpha_1 - F_{\text{нр}} \alpha_1$$

($F_{\text{нр}}$ действует против отталкивания движущейся руки человека)

$$\frac{5}{13} m \varphi \alpha_1 - mg \frac{3}{5} = -F_{\text{нр}}$$

$$F_{\text{нр}} = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) = \left(\frac{14}{65} \right) mg =$$

$$= \frac{14}{65} mg$$

$$\boxed{F_{\text{нр}} = \frac{14}{65} mg}$$

2). ~~П.к. Человек движется~~
~~по прямой вправо и побежал~~
~~спиралью вправо~~

Человек движется вправо с угловой скоростью φ .
Это значит, что эта движущая сила вправо, и то, что сила F_2 — это сила инерции, то есть сила, действующая на него вправо (она же движущая сила).
Однако движение человека вправо не является движением вправо, а это движение вправо является движением вправо.

Если человек движется вправо с радиусом R , тогда это движение описывается со скоростью $v_{\text{чел}} = \varphi R$, а по теореме Кинематики кинематическая энергия T равна:

$$T = \frac{4m v_{\text{чел}}^2}{2} + \frac{4m (\varphi R)^2}{2} = 4m v_{\text{чел}}^2$$

$$v_{\text{чел}} = \alpha_2$$

Если человек движется вправо с углом φ то движение совершают вправо с силой F_2 равной:

$-R \varphi F_{\text{нр}} = A$ (предполагаем что F_2 действует против вправо). Человека это показано на рис.



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 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!

N:2.

1). Для каждого рабочего цикла - это изотермально-изобарные процессы 1-2-3.

$$A = S_{1-2-3} = \frac{V_0 \cdot (7-4)V_0 \cdot (2,5-1)P_0}{2} = \frac{3 \cdot 1,5 V_0 P_0}{2} = 2,25 V_0 P_0$$

i = 3; (коэффициент сжатия)

$$\Delta U = \frac{i}{2} pV \Delta T = \frac{i}{2} \cdot pV \quad (\text{где } p, V, T - \text{запоминанные значения; } i - \text{коэффициент})$$

$$U_{2-3} = \frac{i}{2} pV \cdot \Delta p$$

$$\Delta U_{2-3} = \frac{i}{2} pV \cdot \Delta p \quad U_{2-3} - \text{базовая эн. рабочего цикла 2-3} \\ (V_0 = 7V_0 = \text{const}).$$

$$\frac{\Delta U_{2-3}}{A} = \frac{\frac{3}{2} \cdot 7V_0 \Delta p}{(\frac{7}{2})^2 V_0 P_0} = \frac{7 \cdot 2 \Delta p}{3 P_0} = \frac{14}{3} \frac{\Delta p}{P_0}$$

$$\boxed{\frac{\Delta U_{2-3}}{A} = \frac{14}{3} \frac{\Delta p}{P_0}}$$

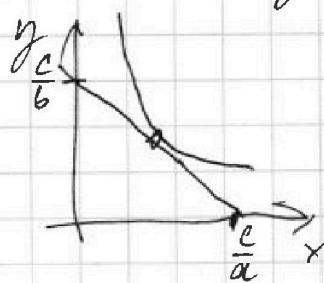
2). Для каждого бесконечного цикла 1-2-3-4 зайдем

$$P_0 = k \frac{V_0}{V_1} + b$$



$$\begin{cases} \cancel{P_1 = k \cdot 0.8 + b} \\ \cancel{P_2 = k \cdot 0.6 + b} \\ \cancel{P_3 = k \cdot 0.2 + b} \\ \cancel{P_4 = k \cdot 1.2 + b} \end{cases} \quad \left\{ \begin{array}{l} k = -\frac{b}{a} = -\frac{1}{2} \\ b = b \end{array} \right.$$

Все изотермы представляют собой прямые $a_1 x + b_1 y = c$ и являются, что $x y = \text{const}$ касаются в точке пересечения в начале.



$$\begin{aligned} x y &= \text{const} \\ d(x y) + d(y x) &= 0 \\ \frac{dy}{dx} &= -\frac{y}{x} = -\frac{b}{a} \\ x &= \frac{b}{a} y \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_1 x + b_1 y &= c \\ y &= \frac{c}{b_1}, \text{ что и} \\ &\text{есть вертикальная} \\ &\text{прямая проходящая} \\ &\text{через точку} (0; \frac{c}{b_1}) \\ &(0; \frac{c}{b_1}) \end{aligned}$$

н.н.о.

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
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!

Т - максимум близ адиабаты при идентичных изотермических процессах
или изотермической $\frac{pV}{P_0} = \text{const}$ при постоянстве температуры, исходя из
минимума энтропии при

$$\frac{p}{P_0} = \frac{6}{2} = 3 \quad \frac{V}{V_0} = \frac{12}{2} = 6$$

$$\text{следовательно: } n_{12,\max} = \frac{i}{2} R T = \frac{i}{2} \frac{3 P_0 \cdot 6 V_0}{\max} = 9 \cdot 3 P_0 V_0$$

$$n_1 = P \frac{i}{2} p_1 V_1 = \frac{i}{2} V_0 \cdot 4 P_0 = 3.8 P_0 V_0$$

$$\frac{n_1}{n_{12,\max}} = \frac{T_1}{T_{12,\max}} = \frac{6 P_0 V_0}{9 P_0 V_0} = \frac{6}{9}$$

$$\frac{T_1}{T_{\max}} = \frac{6}{9}$$

2). 3-1 Решение задачи с помощью ур. Правильные уп. т.2

$$3-1 \#; \frac{P}{P_0} + \frac{V}{V_0} = 8 \quad \frac{dP}{dV} = -1 \frac{P_0}{V_0} \quad dP = -\frac{P_0}{V_0} dV$$

$$1-2: \frac{P}{P_0} = -\frac{1}{2} \frac{V}{V_0} + 6 \quad \frac{dP}{dV} = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} \quad dP = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} dV$$

$$2-3: V = 7 V_0$$

Рассчитаем производящие Энталпии по I методу

$$dQ = dA + dN = P dV + \frac{i}{2} R T = P dV \left(1 + \frac{i}{2} \right) +$$

$$+ \frac{i}{2} dP V$$

~~$$dQ_{3-1} = P dV \left(\frac{2+i}{2} \right) + \frac{P_0 V dV}{V_0} \frac{i}{2}$$~~

$$dQ_{1-2} = P dV \left(\frac{i+2}{2} \right) - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V dV \frac{i}{2}$$

$$Q = \frac{2}{i} \frac{dQ_{3-1}}{dV} = P \left(\frac{2+i}{i} \right) - \frac{P_0}{V_0} V$$

$$0 = \frac{2}{i} \frac{dQ_{2-1}}{dV} = P \left(\frac{2+i}{i} - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V \right)$$

~~$$P = \frac{i}{2+i} \frac{P_0}{V_0} V$$~~

$$P = \frac{i}{2+i} \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V$$



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
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!

$$P_{3-1} = \frac{3}{5} \frac{P_0}{V_0} V_{3-1} = P_0 \left(\frac{V_0}{V_0} + 8 \right) \quad \left(1 + \frac{3}{5} \right) V_{3-1} = 8 V_0$$

$$P_{2-3-2} = \frac{3}{5} \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V_{2-2} = P_0 \left(6 - \frac{1}{2} \frac{V_{2-2}}{V_0} \right) = \left(\frac{3}{10} + \frac{1}{2} \right) V_0 = 6 V_0$$

$$V_{3-1} = 5 V_0$$

$$\frac{3}{10} + \frac{1}{2} V_0 = 6 V_0$$

$$* \frac{1}{5} V_{2-2} = 6 V_0$$

$$V_{1-2} = \frac{3}{2} \cdot 5 V_0 = \frac{15}{2} V_0$$

Найдены V_{3-1} и V_{1-2} - можно

найти $\frac{\partial Q}{\partial V}$ - производную

в соответствии с правилом дифференцирования обобщенного

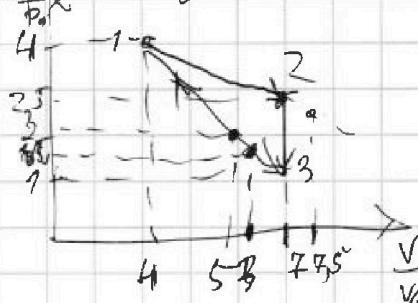
$Q_+ \text{ и } Q_-$; можно также пользоваться вспомогательными

$V \in [4V_0; 7V_0]$, т.к. $V_{1-2} > 7V_0$ - проходит 1-2 международный

с точкой зажигания Q , а остальная часть 3-1 проходит с 9 точкой

$V = 5V_0$ на 2 международных (также зажигание Q в 3-й точке; склонение

отложено).



$$Q_{12} = \frac{5}{2} P_0 \cdot 7 V_0 = 4 \cdot 4 P_0 V_0 + 3 P_0 \cdot \frac{2 \cdot 5 + 8}{2} V_0 = \\ = \frac{3}{2} \left(\frac{2}{3} + \frac{3}{2} \right) P_0 V_0 + \frac{13 \cdot 3}{4} P_0 V_0 = P_0 V_0 \left(\frac{3}{2} + \frac{9}{4} \right)$$

$$= P_0 V_0 (48) = 12 P_0 V_0$$

$$Q_{34} = \frac{3}{2} \left(6 \cdot \frac{3}{2} - 7 \cdot 1 \right) P_0 V_0 = P_0 V_0 \left(\frac{14}{2} \right)$$

$$Q_+ = Q_{12} + Q_{34} = P_0 V_0 \left(12 + \frac{3}{2} \right) = \\ = \frac{27}{2} P_0 V_0 \quad (\text{группировка}) \quad Q_{+(3-1)} = P_0 V_0 \left(\frac{3}{2} \left(5 \cdot 2 - 7 \cdot 1 \right) - 2 \cdot \frac{1}{2} \right) = \\ = P_0 V_0 \frac{9}{2} (3-2) = \frac{9}{2} P_0 V_0$$

$$A = \frac{9}{4} P_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{\left(\frac{27}{2} P_0 V_0 \cdot \frac{4}{9} \right)^{-1}}{\frac{9}{2} P_0 V_0} = \frac{2}{27} \cdot \frac{9}{4} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{6}$$

$$\boxed{\eta = \frac{1}{6}}$$

$$\text{Ответ: } \frac{dU_{2-3}}{A} = \frac{14}{3} \frac{dP}{P_0}; \quad \frac{T_1}{T_{\max}} = \frac{8}{9}; \quad \eta = \frac{1}{6}$$



- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 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

Для минимума потенциала имеем внешнюю пограничную точку наружу, внутри симметрическую и симметрическую внутрь:

$$\left. \begin{array}{l} \text{если } r < R : E(x) = \frac{kQ}{x^2} \\ \text{если } r > R : E(x) = \frac{kQ}{x^2} \\ \text{если } R > r > x : E(x) = \frac{kQ}{x^2} \end{array} \right\} r = \frac{R}{6} \text{ (из условия).}$$

также мы знаем $\psi_A - \psi_B = - \int_{B}^{A} E(x) dx$

ночка (точка A - симметрическая точка $x = \frac{1}{4}R$;
точка B - $x = \frac{1}{3}R$)

м. т.к. бесконечно удаленных от $\frac{1}{3}R$ до $\frac{1}{4}R$
существует между σ и R изолированное
искусственное 2-ое управление

$$\psi_A - \psi_B = - \int_{\frac{1}{3}R}^{\frac{1}{4}R} \frac{kQ}{x^2} dx = - \frac{kQ}{E} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{4R} \right) =$$

$$= \frac{kQ}{ER} \quad \psi_B = 4\psi_0$$

$$\psi_B - \sigma = - \int_{\frac{1}{3}R}^{\frac{2}{3}R} E(x) dx = - \int_R^{\frac{2}{3}R} E(x) dx - \int_{\frac{2}{3}R}^R E(x) dx$$

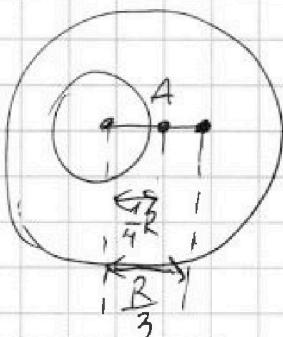
$$= - \int_R^{\frac{2}{3}R} \frac{kQ}{E x^2} dx - \int_{\frac{2}{3}R}^R \frac{kQ}{E x^2} dx = - \frac{kQ}{E} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{\frac{2}{3}R} + \frac{1}{R} - \sigma \right) =$$

$$= \frac{kQ}{R} \left(\frac{2}{E} + 1 \right) = \frac{kQ}{ER} \left(\frac{2}{E} + 1 \right) = 4\psi_0$$

$$\psi_A = \psi_A - \psi_B + \psi_B = \frac{kQ}{R} \left(\frac{1}{E} + \frac{2}{E} + 1 \right) = \frac{kQ}{R} \left(\frac{3+6}{E} \right)$$

График $\psi_A = \frac{kQ}{R} \left(\frac{3+6}{E} \right)$

$$\psi \left(\frac{2R}{3} \right) = \frac{3}{4} \frac{kQ}{R} \left(\frac{2+6}{E} \right) = \frac{kQ}{R} \left(\frac{26+12}{2E} \right)$$



2) из пред упр.

$$\psi_0 = \frac{1}{4} \frac{kQ}{R} \left(\frac{2+6}{E} \right)$$

$$\psi \left(\frac{2R}{3} \right) = 3\psi_0 \quad (\text{из уп.})$$

$$\psi \left(\frac{2R}{3} \right) = \int_{\infty}^{\frac{2R}{3}} E(x) dx =$$

$$= - \int_{\infty}^{\frac{2R}{3}} E(x) dx - \int_{\frac{2R}{3}}^{\frac{R}{2}} E(x) dx$$

$$= - \frac{kQ}{R} \left(-1 \right) \left(1 + \frac{1}{E} \left(\frac{3}{2R} - \frac{2}{2R} \right) \right)$$

$$= \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{1}{2E} \right) =$$

$$= \frac{kQ}{R} \left(\frac{2E+1}{2E} \right)$$

$$= \frac{kQ}{R} \left(\frac{2E+1}{2E} \right)$$



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

СТРАНИЦА
1 из 2

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

$$3 \frac{(2+6)}{6} = \frac{4}{26} (26+1) / \cdot 6; 6 \neq 0.$$

$$3(6+6) = 4(26+1)$$

$$6 + 36 = 46 + 2$$

$$6 = 6 - 2 = 4$$

$$6 = 4$$

Ошибки: $I_A = \frac{KQ}{R} \left(\frac{3+6}{6} \right)$
 $6 = 4$



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
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!

В результате статики

$$I(L_1 + L_2) + n_1 S \frac{B_0}{2} + n_2 S \frac{2B_0}{3} = \cancel{n_1 S B_0 + n_2 S \cdot 2 B_0}$$

$$I(L_1 + L_2) = n S \left(B_0 - \frac{B_0}{2} \right) + 2n \cdot S \left(\frac{2B_0}{3} - \frac{B_0}{2} \right) =$$

$$\cancel{4I} = \cancel{n S B_0} \left(\frac{1}{2} + 4 \cdot \frac{2}{3} \right) = \frac{n S B_0}{\cancel{L_1 + L_2}} \cdot \left(\frac{3}{6} + \frac{16}{6} \right) =$$

$$= \frac{n S B_0}{L} \frac{19}{30}$$

Ответ: 1). $|I| = \frac{2nS}{5L}$

2) $I = \frac{n S B_0}{L} \cdot \frac{19}{30}$



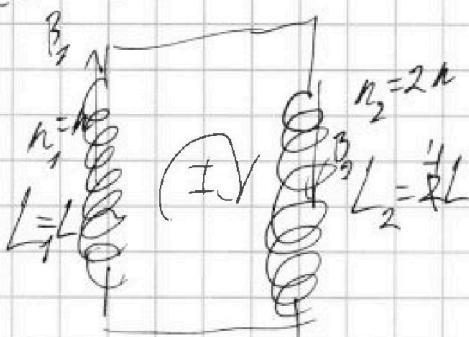
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

№4.

Дана катушка с двумя катушками намотки
(B_1 и B_2 - подключены последовательно, изолированы).
Пусть ток в первом катушке равен I , а во втором $I + \Delta I$.



Пусть ток в первом катушке равен I , а во втором $I + \Delta I$.
При этом ток в первом катушке изменяется со временем t , а во втором $I + \Delta I$ (взаимоизменяется время). Тогда магнитные потоки в катушках изменяются со временем:

$$1) \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d\Phi_1}{dt} = d$$

запишем выражение для

$$\Phi = (L_1 I + L_2 I + n_1 S B_1) \frac{dI}{dt}$$

$$I = \frac{n_1 L_1 S}{(L_1 + L_2)} \frac{dI}{dt} = (-1)$$

$$\frac{d\Phi_2}{dt} = 0 \quad (\text{т.к. } B_2 = \text{const})$$

$$2) \quad \Phi_1 + \Phi_2 = \text{const}$$

переисчислим Φ_2 - это для

намотки

$$\Phi_1 + \Phi_2 = \text{const} = \Phi_{10} + \Phi_{20} \quad (\Phi_{10}, \Phi_{20} - \text{записанные } \Phi_1 \text{ и } \Phi_2 \text{ в}$$

начальном моменте времени);

$$I_0 = 0; \text{ так в нач. мом. времени}$$

должна быть Φ_{10} и Φ_{20} (чтобы не было излишних)

$$\Phi_{10} = I_0 L_1 + n_1 S B_{10} = n_1 S B_0 + 0$$

$$\Phi_{20} = I_0 L_2 + n_2 S B_{20} = n_2 S \cdot 2 B_0$$



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.

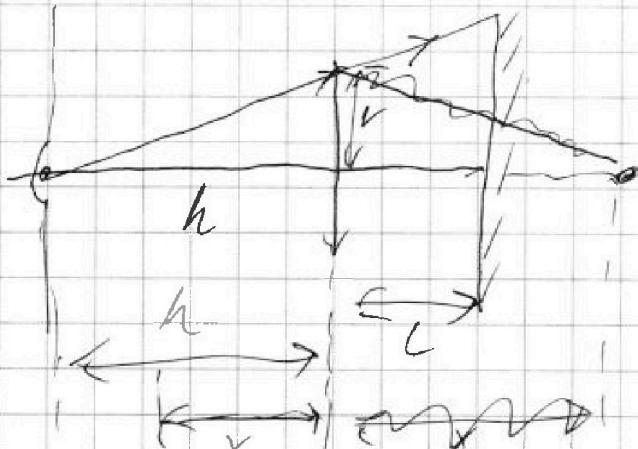
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

СТРАНИЦА
1 из 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!

N:5 -

$$v = 3 \text{ см}$$



x - расстояние от оправки до линзы
изображения из линзы,
отсчитанное на изображении:

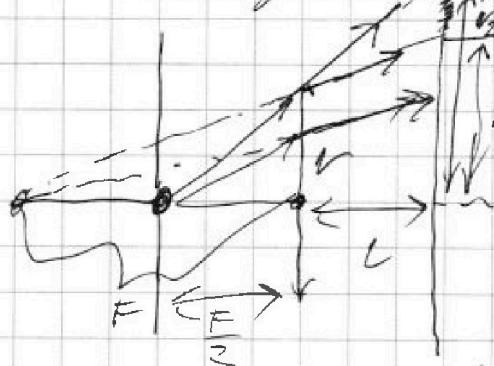
$$l = \frac{F}{2}$$

$$\text{т.ч. } l = \frac{2h}{3} = \frac{F}{3}$$

Лучи, исходящие из зрачка, когда попадают в линзу, собираются лучами из источника, засвечивающимися изображение.

$$\frac{1}{F} = -\frac{1}{x} + \frac{1}{h}$$

$$\text{т.ч. } x = \left(\frac{1}{h} - \frac{1}{F} \right)^{-1} = \left(\frac{2}{h} - \frac{1}{F} \right)^{-1} = F$$



Мы получаем изображение в форме, в которой будем обозначать это изображение как виртуальное - это означает, что оно не может быть получено на экране, это краиннее изображение (стопка).

v_2 - реальное; v_1 - виртуальное.

$$\text{известно } \frac{r_2}{h+l} = \frac{v}{h} \quad \frac{r_2}{F(\frac{1}{2} + \frac{1}{h})} = \frac{v}{F(\frac{1}{2})} \quad r_2 = v \frac{\frac{1}{2} + \frac{1}{h}}{\frac{1}{2}} = v \cdot \frac{5}{3}$$

$$\text{т.ч. } \frac{r_1}{F+l} = \frac{v}{F} \quad v_1 = v \frac{\frac{1}{2} + \frac{1}{h}}{\frac{1}{2}} = \frac{4}{3} v$$

$$\text{Площадь пеленки } S = \pi v (r_2^2 - r_1^2) =$$

$$= \pi v^2 \left(\frac{25}{9} - \frac{16}{9} \right) \cdot \frac{5}{3} = \pi v^2$$

$$\text{Ответ } S = 7 \cdot \pi v^2 = \pi \cdot 9 \text{ см}^2$$



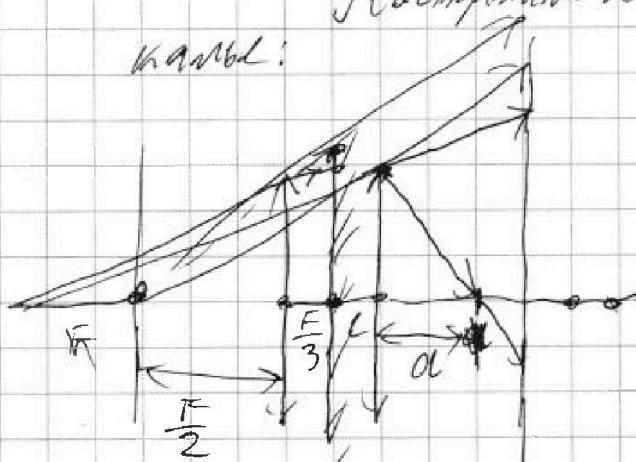
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

качалки:



Построим геод. характеристики линий в зазоре.
Найдем где срыв.

Линии приведены в разном

виде

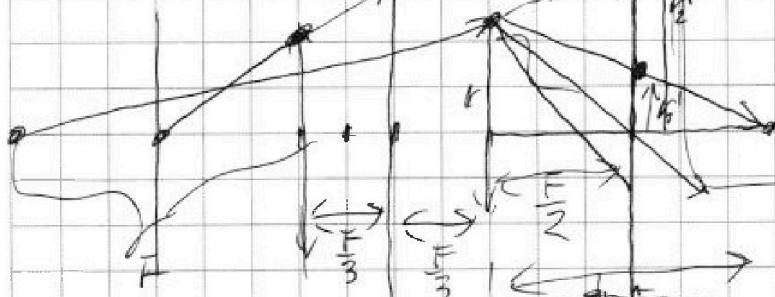
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{F+2 \cdot \frac{F}{3}} + \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{F(\frac{2}{3})} + \frac{1}{\alpha}$$

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{1}{F} \left(1 - \frac{3}{5} \right) = \frac{1}{F} \cdot \frac{2}{5}$$

$$\alpha = \frac{5}{2} \alpha F$$

(а рассмотрим эти линии
без задержки времени
захвата. Всего возможных
линий.)

Графиком б/з этого является



из которых

$$\frac{v_1'}{5F - \frac{F}{2}} = \frac{V}{\frac{5}{2}F} \quad v_1' = V \cdot \frac{\frac{5}{2}}{5} = V \cdot \frac{1}{5}$$

$$\frac{v_2'}{5F + \frac{2F}{3} + \frac{F}{2}} = \frac{V}{\frac{2}{3}F} \quad v_2' = V \cdot \frac{\frac{2}{3}}{\frac{13}{6}} = V \cdot \frac{13}{10} =$$

$$\frac{v_3'}{F + \frac{2F}{3} + \frac{F}{2}} = \frac{V}{F}$$

$$v_3' = V \cdot \frac{6+4+3}{6} = \frac{13}{6} V$$

$$\frac{v_4'}{F + \frac{2F}{3}} = \frac{V}{F} \quad v_4' = V \cdot \frac{5}{3}$$

$$v_3' > v_4'$$

~~$$\frac{v_3'}{F + \frac{2F}{3} + \frac{F}{2}} = \frac{V}{F} \quad v_3' = V \cdot \frac{\frac{5}{2}}{5} = V \cdot \frac{1}{2}$$~~

~~$$v_3' = V \cdot \frac{5}{3}$$~~

$$S = \sqrt{V^2(v_4'^2 - v_3'^2)} + \sqrt{V^2(v_2'^2 - v_1'^2)} =$$

~~$$= \sqrt{V^2 \left(\left(\frac{5}{3} \right)^2 - \left(\frac{13}{6} \right)^2 \right)} + \sqrt{V^2 \left(\left(\frac{13}{10} \right)^2 - \left(\frac{1}{5} \right)^2 \right)}$$~~

$$= \frac{\sqrt{V^2} \cdot 5 \cdot 2.5}{100} = \frac{\sqrt{V^2} \cdot 5}{4} = \frac{45}{4} \sqrt{V^2} \text{ см}^2$$



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
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!

Решение: $S = 9\pi \text{ см}^2$

$$S' = \frac{45}{4}\pi \text{ см}^2$$



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 решениях 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!