

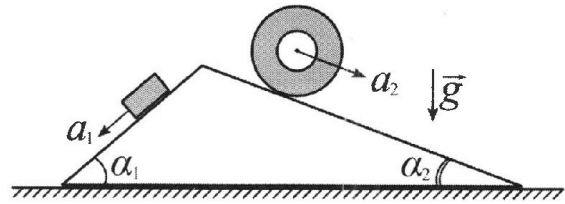
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 5/13$, $\cos \alpha_2 = 12/13$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

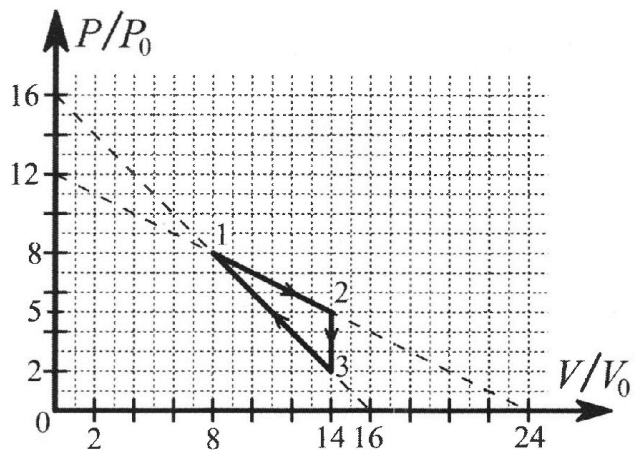


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ выразить 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 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

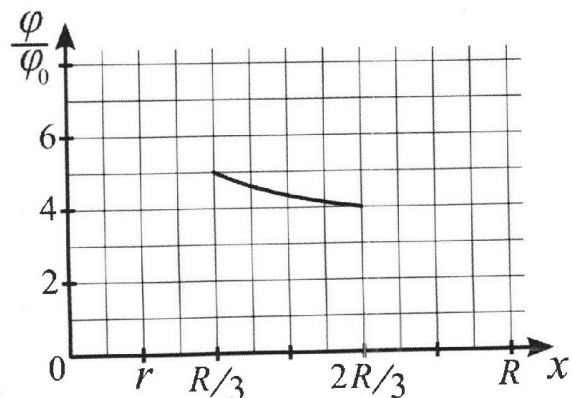
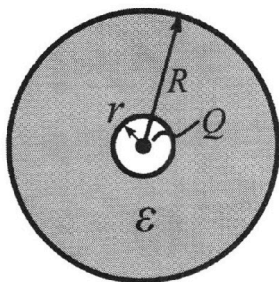


Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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 $x = 5R/6$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .





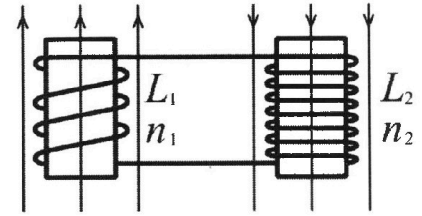
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03



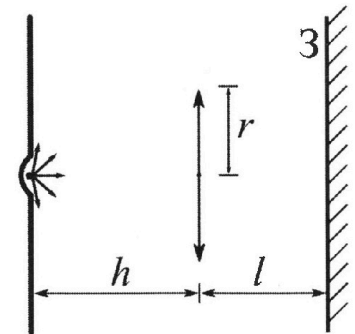
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ 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 и 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 $B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $3B_0$ до $9B_0/4$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись 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 $F = h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 5$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ расположено параллельно стене плоское зеркало 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

Ответы дайте в $[см^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.



1 2 3 4 5 6 7

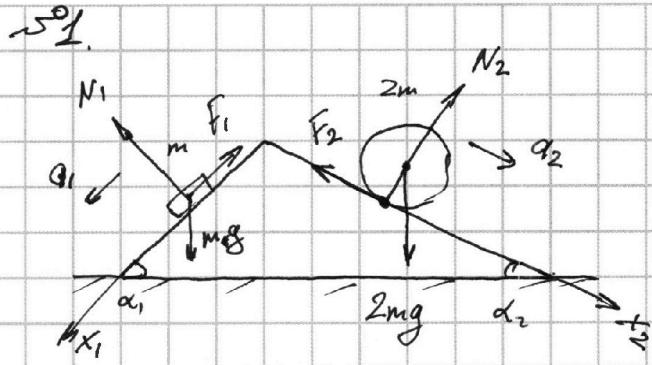
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!

Дано:

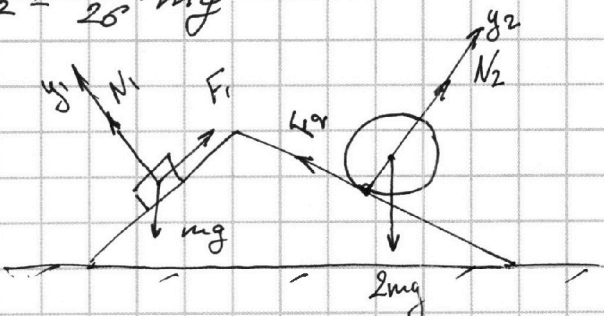
(m)
 $a_1 = \frac{6}{13}g$
 $2m$
 $a_2 = \frac{9}{13}g$
(2) ~~23Н~~
 $F_1 = ?$
 $F_2 = ?$
 $F_3 = ?$

23Н: брусок:
 $ox_1: ma_1 = mgs \sin \alpha_1 - F_1$
 $F_1 = mgs \sin \alpha_1 - ma_1$
 $F_1 = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right)$
 $F_1 = mg \frac{39 - 30}{65}$
 $F_1 = \frac{9}{65} mg$

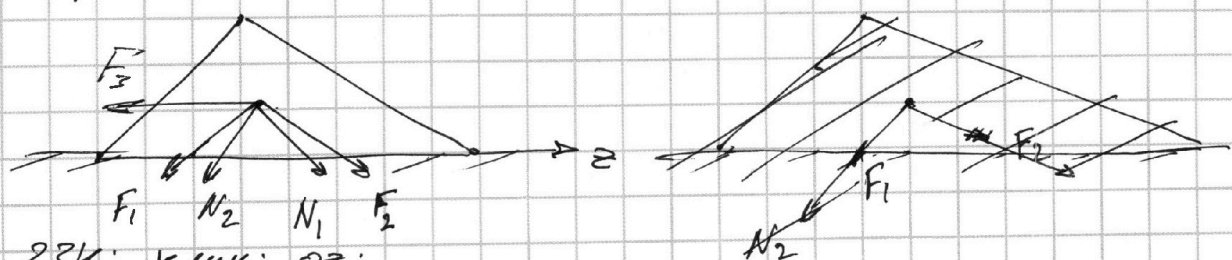


23Н: цилиндр: $ox_2: 2ma_2 = 2mgs \sin \alpha_2 - F_2$
 $F_2 = 2mgs \sin \alpha_2 - 2ma_2$; $F_2 = 2mg \left(\frac{5}{13} - \frac{1}{4} \right)$
 $F_2 = 2m \frac{20 - 13}{52}$; $F_2 = \frac{7}{26} mg$

23Н: брусок: $oy_1: N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$
23Н: цилиндр: $oy_2: N_2 = 2mg \cos \alpha_2 = \frac{24}{13} mg$



По 3-му 3-му закону на клин действуют силы $N_1; F_1; N_2; F_2$, равные по модулю, но противоположны по направлению тем, что приложены к брусу и цилиндру.



23Н: клин: $oz: 0 = F_2 \cos \alpha_2 + N_1 \cos \left(\frac{\pi}{2} - \alpha_1 \right) - F_1 \cos \alpha_1 - N_2 \cos \left(\frac{\pi}{2} - \alpha_2 \right) - F_3$
 $F_3 = F_2 \cos \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 - F_1 \cos \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2$
 $F_3 = \frac{7}{26} mg \cdot \frac{12}{13} + \frac{4}{5} mg \cdot \frac{3}{5} - \frac{9}{65} mg \cdot \frac{4}{5} - \frac{24}{13} mg \cdot \frac{5}{13}$
 $F_3 = \left(\frac{14 \cdot 12}{2 \cdot 13 \cdot 13} - \frac{24 \cdot 5 \cdot 2}{13 \cdot 13 \cdot 2} \right) mg + \left(\frac{4 \cdot 3 \cdot 13}{5 \cdot 5 \cdot 13} - \frac{4 \cdot 9 \cdot 5}{5 \cdot 13 \cdot 5} \right) mg$
 $F_3 = \left(\frac{14 \cdot 12 - 20 \cdot 72}{13 \cdot 13 \cdot 2} + \frac{12 \cdot 13 - 9 \cdot 9 \cdot 4}{25 \cdot 13} \right) mg$



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.

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!

~~$$F_3 = \left(-\frac{6}{13} + \frac{111}{13 \cdot 25} \right) \text{mg} = -\frac{150 + 111}{13 \cdot 25} \text{mg} = -\frac{3}{25} \text{mg}$$~~

~~Знак минус означает, что все направлено в ту сторону.~~

~~Ответ: 1) $F_1 = \frac{9}{65} \text{mg}$~~

~~2) $F_2 = \frac{4}{26} \text{mg}$~~

~~3) $F_3 = \frac{3}{25} \text{mg}$~~

$$F_3 = \left(\frac{4 \cdot 12}{26 \cdot 13} + \frac{4 \cdot 3}{5 \cdot 5} - \frac{9 \cdot 4}{65 \cdot 5} - \frac{24 \cdot 5}{13 \cdot 13} \right) \text{mg}$$

$$F_3 = \left(\frac{4 \cdot 12}{13 \cdot 13 \cdot 2} - \frac{2 \cdot 5 \cdot 12}{13 \cdot 13} + \frac{4 \cdot 3}{5 \cdot 5} - \frac{9 \cdot 4}{5 \cdot 5 \cdot 13} \right) \text{mg}$$

$$F_3 = \left(\frac{4 \cdot 12 - 20 \cdot 12}{13 \cdot 13 \cdot 2} + \frac{12 \cdot 13}{5 \cdot 5 \cdot 13} - \frac{9 \cdot 4}{5 \cdot 5 \cdot 13} \right) \text{mg}$$

$$F_3 = \left(-\frac{6}{13} + \frac{156 - 36}{5 \cdot 5 \cdot 13} \right) \text{mg}$$

$$F_3 = \text{mg} \left(\frac{120}{25 \cdot 13} - \frac{150}{25 \cdot 13} \right) = -\frac{6}{65} \text{mg}$$

знак минус означает, что все направлено в ту сторону:

Ответ: 1) $F_1 = \frac{9}{65} \text{mg}$

2) $F_2 = \frac{4}{26} \text{mg}$

3) $F_3 = \frac{6}{65} \text{mg}$

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.



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!

Реш: 1) Сравнение Менделеева-Клапейрона для состояний 1 и 2:
 $p_1 V_1 = 2RT_1$; $p_2 V_2 = 2RT_2$
 $p_2 V_2 - p_1 V_1 = 2R(T_2 - T_1) \quad | \cdot \frac{3}{2 p_0 V_0}$
 $\frac{3}{2} \left(\frac{p_2 V_2}{p_0 V_0} - \frac{p_1 V_1}{p_0 V_0} \right) = \frac{\Delta U_{12}}{p_0 V_0}$

$$A_g = \int_{p_2}^{p_1} V dp \quad \text{или} \quad S^d = \frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_2 - V_1)$$

$$S^d = \frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_2 V_1 - p_1 V_2 + p_1 V_1) \quad \frac{+}{-}$$

$$\frac{A_g}{p_0 V_0} = \frac{S^d}{p_0 V_0}; \quad \frac{A_g}{p_0 V_0} = \frac{1}{2} \left(\frac{p_2 V_2}{p_0 V_0} - \frac{p_2 V_1}{p_0 V_0} - \frac{p_1 V_2}{p_0 V_0} + \frac{p_1 V_1}{p_0 V_0} \right)$$

$$\frac{p_2 V_2}{p_0 V_0} = 14.5 = 40; \quad \frac{p_1 V_1}{p_0 V_0} = 64; \quad \frac{p_2 V_1}{p_0 V_0} = 40; \quad p_1 V_2 = 28$$

$$\frac{p_1 V_1}{p_0 V_0} = 16$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{p_0 V_0} \cdot \frac{p_0 V_0}{A_g} = \frac{3(40 - 64)}{2(40 - 40 - 28 + 16)}$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_g} = \frac{3 \cdot 6}{30 - 28 + 16} = \frac{18}{2 + 16} = 1.$$

2) Рассмотрим прямую, на кот. лежат точки 1 и 2:

Ур. прямой по двум точкам:

$$\frac{p - p_1}{p_0 - p_1} = \frac{V - V_1}{V_0 - V_1}; \quad \frac{p - 8}{p_0 - 8} = \frac{V - 8}{V_0 - 8} \Rightarrow 24 - 2 \frac{p}{p_0} = \frac{V}{V_0}$$

Ур-не Менделеева-Клапейрона для средней точки на отрезке 1-2:

$$pV = 2RT \quad | : p_0 V_0; \quad \frac{p}{p_0} \frac{V}{V_0} = \frac{2R}{p_0 V_0} T$$

$$T = \frac{p_0 V_0}{2R} \frac{p}{p_0} (24 - 2 \frac{p}{p_0}), \quad \text{возьмем производную}$$

$$T' = \frac{p_0 V_0}{2R} \left(24 \frac{p}{p_0} - 2 \frac{p^2}{p_0^2} \right) = \frac{p_0 V_0}{2R} \left(\frac{24}{p_0} - \frac{4}{p_0^2} p \right)$$

Найдем максимум: $T' = 0 \Leftrightarrow$

$$\frac{p_0 V_0}{2R} \left(\frac{24}{p_0} - \frac{4}{p_0^2} p \right) = 0; \quad p \frac{4}{p_0^2} = \frac{24}{p_0} \Rightarrow \frac{p}{p_0} = 6$$

$$\frac{V}{V_0} = 24 - 12 = 12$$



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

Упр-ие Мекгассева - Клапейрона для точки e T_{12M} :

$$\frac{p}{p_0} = 6, \frac{V}{V_0} = 12; \quad pV = 2R T_{12M} \quad | : p_0 V_0$$

$$\frac{pV}{p_0 V_0} = 2R T_{12M} \frac{1}{p_0 V_0} \quad ; \quad \frac{2R T_{12M}}{p_0 V_0} = 42$$

Упр-ие Мекгассева - Клапейрона для точки 3:

$$p_3 V_3 = 2R T_3 \quad | : p_0 V_0 \Rightarrow \frac{p_3 V_3}{p_0 V_0} = \frac{2R}{p_0 V_0} T_3$$

Отметим, что $\frac{p_3 V_3}{p_0 V_0} = 28 \Rightarrow T_3 \cdot \frac{2R}{p_0 V_0} = 28.$

$$\frac{\frac{2R}{p_0 V_0} \cdot T_{12M}}{\frac{2R}{p_0 V_0} \cdot T_3} = \frac{42}{28} \quad ; \quad \frac{T_{12M}}{T_3} = \frac{18}{7}$$

Отв-ет: 1) $\frac{\Delta U_{12}}{A_3} = 1$

2) $\frac{T_{12M}}{T_3} = \frac{18}{7}$

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



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 1

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

Дано:
 κR
 $Q \epsilon$
 $\varphi(\frac{5}{6}R) = ?$
 2) $\epsilon = ?$

1) Разобьем пометку ^{ср} потенциала $\varphi(\frac{5}{6}R)$ на два этапа:

$\varphi(\frac{5}{6}R) = \Delta\varphi_1 + \Delta\varphi_2$, где $\Delta\varphi_1$ — потенциал

$\Delta\varphi_1 = \varphi_{\kappa} - 0 = \frac{kQ}{\kappa}$ (потенциал в области, где $\epsilon = 0$)

$\Delta\varphi_2 = \varphi(\ell) - \varphi(\kappa)$ (потенциал, как будто всё пространство во ϵ вокруг заряда задано диэлектриком ϵ)

$\varphi(\ell) = \frac{kQ}{\epsilon\ell}$

$\varphi(\kappa) = \frac{kQ}{\epsilon\kappa}$

$\Delta\varphi_2 = \frac{kQ}{\epsilon\ell} - \frac{kQ}{\epsilon\kappa}$, $\Delta\varphi_2 = \frac{kQ}{\epsilon}(\frac{1}{\ell} - \frac{1}{\kappa})$, где $\ell = \frac{5}{6}R$

$\varphi(\frac{5}{6}R) = \frac{kQ}{\kappa} + \frac{kQ}{\epsilon}(\frac{1}{\ell} - \frac{1}{\kappa})$

$\varphi(\frac{5}{6}R) = kQ(\frac{1}{\kappa} + \frac{1}{\epsilon\ell} - \frac{1}{\epsilon\kappa})$

$\varphi(\frac{5}{6}R) = kQ(\frac{\epsilon-1}{\kappa\epsilon} + \frac{6}{5R} \cdot \frac{1}{\epsilon})$

2) $\frac{\varphi(\frac{R}{2})}{\varphi_0} = \frac{1}{\varphi_0}(\frac{kQ}{\kappa} + \frac{kQ}{\epsilon}(\frac{3}{R} - \frac{1}{\kappa}))$; $\frac{\varphi(\frac{R}{2})}{\varphi_0} = 5$

$\frac{\varphi(\frac{2R}{3})}{\varphi_0} = \frac{1}{\varphi_0}(\frac{kQ}{\kappa} + \frac{kQ}{\epsilon}(\frac{3}{2R} - \frac{1}{\kappa}))$; $\frac{\varphi(\frac{2R}{3})}{\varphi_0} = 4$

$\frac{\varphi(\frac{R}{2})}{\varphi_0} \cdot \frac{\varphi_0}{\varphi(\frac{2R}{3})} = \frac{\frac{kQ}{\kappa} + \frac{kQ}{\epsilon}(\frac{3}{R} - \frac{1}{\kappa})}{\frac{kQ}{\kappa} + \frac{kQ}{\epsilon}(\frac{3}{2R} - \frac{1}{\kappa})}$

$\frac{5}{4} = \frac{\frac{1}{\kappa} + \frac{1}{\epsilon}(\frac{3}{R} - \frac{1}{\kappa})}{\frac{1}{\kappa} + \frac{1}{\epsilon}(\frac{3}{2R} - \frac{1}{\kappa})}$; $\frac{5}{4} = \frac{5}{\kappa} + \frac{5}{\epsilon}(\frac{3}{2R} - \frac{1}{\kappa}) = \frac{4}{\kappa} + \frac{4}{\epsilon}(\frac{3}{R} - \frac{1}{\kappa})$

$\frac{1}{\kappa} = \frac{4}{2\epsilon R} + \frac{1}{\epsilon\kappa}$; $\frac{1}{\epsilon} = \frac{1}{\epsilon}(\frac{4}{2R} + \frac{1}{\kappa})$

$\epsilon = \frac{4\kappa}{2R} + 1$

Ответ: 1) $\varphi(\frac{5}{6}R) = kQ(\frac{\epsilon-1}{\kappa\epsilon} + \frac{6}{5R} \cdot \frac{1}{\epsilon})$

2) $\epsilon = \frac{4\kappa}{2R} + 1$



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.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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

Дано:
 $L_1 = L$
 $L_2 = 18L$
 $n_1 = n$
 $n_2 = 4n$
 $S \rightarrow 0$
 $I_0 = 0$
 $\frac{\Delta B_0}{\Delta t} = \alpha$
 1) $\dot{I}_1 = ?$
 2) $I = ?$

1) т.к. $\mu \rightarrow 0$ то магнитный поток в катушке сохраняется:

$$\Phi_1 + \Phi_2 = \Phi_{1к} + \Phi_{2к} - L_1 I_1 - L_2 I_1$$

$$\Phi_2 = \Phi_{2к}; \quad \Delta \Phi_1 = (L_1 + L_2) \Delta I_1; \quad \dot{\Phi}_1 = \dot{B}_1 S n_1$$

$$\frac{\Delta \Phi_1}{\Delta t} = (L_1 + L_2) \frac{\Delta I_1}{\Delta t}; \quad \frac{\Delta \Phi_1}{\Delta t} = \dot{\Phi}_1; \quad \dot{\Phi}_1 = \dot{B}_1 S n_1$$

$$\frac{\Delta I_1}{\Delta t} = \dot{I}_1; \quad \dot{B}_1 S n_1 = (L_1 + L_2) \dot{I}_1; \quad \dot{B}_1 = \frac{\Delta B}{\Delta t} = \alpha$$

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{B}_1 S n_1}{L_1 + L_2}; \quad \dot{I}_1 = \frac{\alpha S n}{17L}$$

2) Стационар сохраняется магнитного потока:

$$\Phi_1 + \Phi_2 = \Phi_{1к} + \Phi_{2к} + L_1 I + L_2 I$$

$$\Phi_1 = B_0 S n_1; \quad \Phi_{1к} = \frac{1}{3} B_0 S n_1$$

$$\Phi_2 = 3 B_0 S n_2; \quad \Phi_{2к} = \frac{9}{4} B_0 S n_2$$

$$B_0 S n_1 + 3 B_0 S n_2 = \frac{1}{3} B_0 S n_1 + \frac{9}{4} B_0 S n_2 + (L_1 + L_2) I$$

$$\frac{2}{3} B_0 S n_1 + \frac{3}{4} B_0 S n_2 = (L_1 + L_2) I$$

$$B_0 S \left(\frac{2}{3} n + \frac{3}{4} \cdot 4n \right) = 17L I; \quad I = \frac{B_0 S \left(\frac{2}{3} n + 3n \right)}{17L}$$

$$I = \frac{11 B_0 S n}{51}$$

Ответ: 1) $\dot{I}_1 = \frac{\alpha S n}{17L}$

2) $I = \frac{11}{51} B_0 S n$



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!

$$\frac{1}{f_1} = \frac{15}{5h} - \frac{6}{5h}; \quad f_1 = \frac{5}{9}h$$

$$X_1G = h - \frac{5}{9}h = \frac{4}{9}h; \quad \triangle X_1GH \sim \triangle GAO \text{ (по двум углам)}$$

$$k_3 = \frac{AO}{X_1H} = \frac{GO}{GX_1}; \quad X_1H = \frac{GX_1 \cdot AO}{GO}; \quad X_1H = \frac{\frac{4}{9}h \cdot r}{\frac{5}{9}h} = \frac{4}{5}r.$$

$$S_3 = \pi X_1H^2; \quad S_3 = \frac{16}{25} \pi r^2$$

$$\triangle X_2OA \sim \triangle X_2X_1I; \quad k_4 = \frac{IX_1}{OA} = \frac{X_2X_1}{X_2O}$$

$$IX_1 = \frac{AO \cdot X_2X_1}{X_2O}; \quad IX_1 = \frac{r \cdot \frac{5}{3}h}{\frac{2}{3}h} = \frac{5}{2}r.$$

$$S^{**} = \pi \cdot \frac{25}{4} r^2$$

$$S_2 = S^{**} - S_3 = \frac{25}{4} \pi r^2 - \frac{16}{25} \pi r^2$$

$$S_2 = \frac{625-16}{100} \pi r^2 = \frac{609}{100} \pi r^2; \quad S_2 = \frac{609}{4} \pi a^2$$

$$\text{Ответ: } 1) \quad S_1 = \frac{200}{3} \pi a^2$$

$$S_2 = \frac{609}{4} \pi a^2$$

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

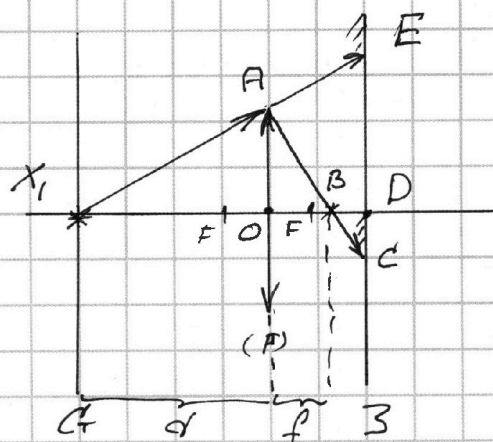


1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!

55
Дано: 1) т.ч. $d > F \Rightarrow$ изображение действительное.
 h
 $F = \frac{h}{3}$
 $r = 5cm$
 $l = \frac{2}{3}h$
 $S_0 = ?$
 $S_1 = ?$
Формула тонкой линзы:
 $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}; d = h$
 $\frac{1}{h} + \frac{1}{f} = \frac{3}{F}$
 $\frac{1}{f} = \frac{2}{h}; f = \frac{h}{2}$
 $BD = \frac{2}{3}h - \frac{h}{2} = \frac{h}{6}$



Все лучи, проходя через линзу, попадают в изображение, проходя через взор. попадают на зеркало.

$\triangle AOB \sim \triangle BDC$ (по двум углам)

$$k_1 = \frac{AO}{DC} = \frac{OB}{BD}; DC = \frac{AO \cdot BD}{OB} = \frac{h \cdot \frac{h}{6}}{h} = \frac{h}{6}$$

$$S_0 = \pi DC^2; S_0 = \frac{1}{9} \pi h^2 \text{ (часть зеркала, освещ. лучами, проходящими через линзу.)}$$

$\triangle X_1ED \sim \triangle X_1OA$ (по двум углам)

$$k_2 = \frac{X_1D}{X_1O} = \frac{ED}{AO}; ED = \frac{AO \cdot X_1D}{X_1O}; ED = \frac{h \cdot \frac{5}{3}h}{h} = \frac{5}{3}h$$

$$S^* = \pi ED^2; S^* = \frac{25}{9} \pi h^2 \text{ (часть зеркала, освещ. лучами, не попавшими в линзу.)}$$

$$S_1 = S^* - S_0; S_1 = \frac{25}{9} \pi h^2 - \frac{1}{9} \pi h^2 = \frac{24}{9} \pi h^2$$

$$S = \frac{24}{9} \cdot \pi \cdot 25 = \frac{600}{9} \pi = \frac{200}{3} \pi \text{ м}^2$$

2) Изобр. X_2 - предмет для зеркала,

X_2 - изобр. предмета в B.

X_2 - предмет для линзы.

Отсюда, что $BD = DX_2$

$$OX_2 = \frac{h}{6} + \frac{2}{3}h = \frac{5}{6}h$$

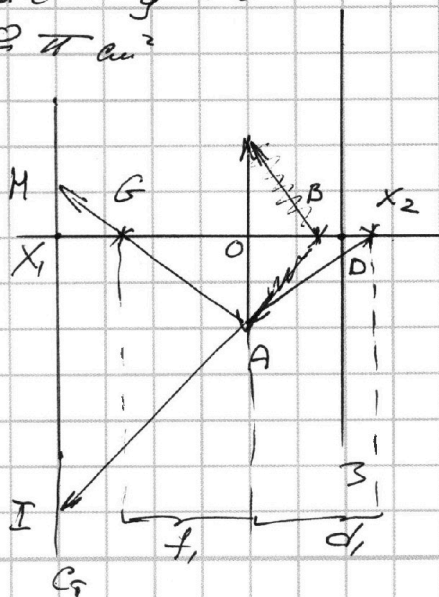
$OX_2 > F \Rightarrow$ изобр. действительное.

Формула тонкой линзы:

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}$$

$$d_1 = OX_2 = \frac{5}{6}h$$

$$\frac{6}{5h} + \frac{1}{f_1} = \frac{3}{h}$$





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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

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

$$\frac{4 \cdot 12}{2 \cdot 43} - \frac{7 \cdot 12}{2 \cdot 13 \cdot 13} + \frac{4 \cdot 3}{5 \cdot 5} - \frac{9 \cdot 4}{65 \cdot 5} - \frac{24 \cdot 5}{13 \cdot 13}$$

$$\frac{4 \cdot 12}{2 \cdot 13 \cdot 13} + \frac{4 \cdot 3}{5 \cdot 5} - \frac{9 \cdot 4}{13 \cdot 5 \cdot 5} - \frac{24 \cdot 5 \cdot 2}{13 \cdot 13 \cdot 2}$$

$$\frac{7 \cdot 12 - 4 \cdot 5 \cdot 12}{13 \cdot 13 \cdot 2} - \frac{9 \cdot 4}{13 \cdot 5 \cdot 5} + \frac{13 \cdot 4 \cdot 3}{13 \cdot 5 \cdot 5}$$

$$\frac{13 \cdot 26}{13 \cdot 5 \cdot 5}$$

$$\frac{6}{13} - \frac{9 \cdot 4 - 13 \cdot 4 \cdot 3}{13 \cdot 5 \cdot 5}$$

$$\frac{6 \cdot 5 \cdot 5 - 9 \cdot 4 - 13 \cdot 4 \cdot 3}{13 \cdot 5 \cdot 5}$$

$$\frac{17 \cdot 25}{13 \cdot 5} - \frac{36 - 13 \cdot 12}{13 \cdot 5}$$

$$\frac{6 \cdot 25 - 19 \cdot 12}{13 \cdot 25 \cdot 5}$$

$$\frac{30 - 36}{13 \cdot 5}$$

$$\frac{6}{13 \cdot 5}$$

$$\frac{6}{13 \cdot 5}$$

$$\frac{6 \cdot 25}{13 \cdot 25} - \frac{36}{13 \cdot 25} - \frac{6 \cdot 5}{25}$$

$$-\frac{6}{13}$$

$$\frac{9 \cdot 4}{13 \cdot 5 \cdot 5} + \frac{156}{13 \cdot 5 \cdot 5}$$

$$\begin{array}{r} \times 13 \\ 12 \\ \hline 26 \\ 13 \\ \hline 156 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 13 \\ 12 \\ \hline 26 \\ 13 \\ \hline 156 \\ - 36 \\ \hline 120 \end{array}$$



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!

Упр-ие

МК 3:

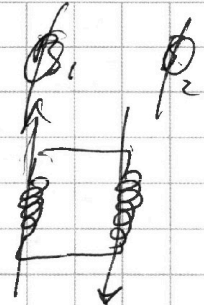
$$P_N = 2R T_{\text{max}}$$

$$\frac{42}{6} \sqrt{2} = 7\sqrt{2}$$

$$\frac{36}{14}$$

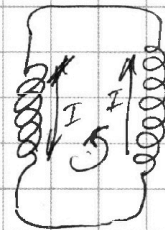
$$\frac{18}{4}$$

$$\frac{36}{16}$$



$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{1}{\varphi_0} \left(\frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\varepsilon} \left(\frac{3}{R} - \frac{1}{r} \right) \right)$$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{1}{\varphi_0} \left(\frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\varepsilon} \left(\frac{3}{2R} - \frac{1}{r} \right) \right)$$



$$\Phi_1 + \Phi_2 = \Phi_0 + L I_1 I_2$$

$$\frac{4}{\varepsilon} + \frac{5}{\varepsilon} \left(\frac{3}{2R} - \frac{1}{r} \right) = \frac{4}{r} + \frac{4}{\varepsilon} \left(\frac{3}{R} - \frac{1}{r} \right)$$

$$\frac{1}{r} + \frac{15}{2R\varepsilon} - \frac{4}{\varepsilon r} = \frac{4}{r} + \frac{4}{\varepsilon r}$$

$$\frac{1}{r} = \frac{9}{2\varepsilon R} + \frac{1}{\varepsilon r}$$

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{\varepsilon} \left(\frac{9}{2R} + \frac{1}{r} \right)$$

$$\varepsilon = \frac{9R}{2R} + 1$$

$$\frac{5}{4} = \frac{\varepsilon - 1}{2\varepsilon} + \frac{3}{\varepsilon R}$$

$$\frac{\varepsilon - 1}{2\varepsilon} + \frac{3}{2\varepsilon R}$$

$$\frac{\varepsilon - 1}{2\varepsilon} + \frac{15}{2\varepsilon R} = \frac{9}{2\varepsilon R} + \frac{1}{\varepsilon r}$$

$$\frac{\varepsilon - 1}{2\varepsilon} = \frac{9}{2\varepsilon R}$$

$$\varepsilon = \frac{9R}{2R}$$

$$0.51$$

$$0.25 \times$$

$$5$$

$$\Phi_1 + \Phi_2$$



$$\frac{9.51}{1.2} = 7.925$$

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.

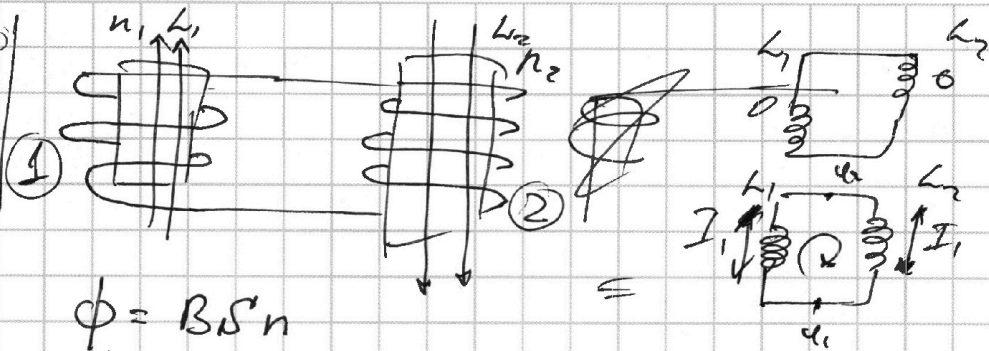


1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ 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!

Дано: $L_1 = \Phi$
 $h_2 = 1 \text{ м}$
 $h_1 = h$
 $h_2 = 2h$
 S



$\vec{B} \parallel \vec{H}$
 $\mu \rightarrow 0$
 $I_0 = 0$

$$\Phi = BS n$$

$$\Phi_1 = B_1 S n_1 \quad \Phi_2 = B_2 S n_2$$

ЭДС самоиндукции

1) $B_1 = a - h_1$
 $B_2 = \text{const} \cdot h_2$
 2)

$$\dot{\Phi} = \mathcal{E}_{ii} \quad (\text{всё берётся за счёт } \dot{\Phi} \text{ по закону})$$

$$\mathcal{E}_{ii} = L_0 \dot{I}_1$$

$$BS n_1 = h_0 \dot{I}_1$$

по ур. Кирхгофа:

~~$$0 = L_1 \dot{I}_1 + L_2 \dot{I}_2$$~~
~~$$h_1 \dot{I}_1 = h_2 \dot{I}_2$$~~

~~$$\Phi_1 = \Phi_2 = h_1 \dot{I}_1$$~~
~~$$\Phi_1 = \Phi_2 = h_2 \dot{I}_2$$~~
~~$$h_1 \dot{I}_1 = h_2 \dot{I}_2$$~~

~~$$BS \Phi_1 + \Phi_2 = \Phi_1 + \Phi_2 + h_1 \dot{I}_1 + h_2 \dot{I}_2$$~~

~~$$a \Phi_1 = L_1 \dot{I}_1 + h_2 \dot{I}_2$$~~

~~$$a \Phi_1 = (h_1 + h_2) \dot{I}_1$$~~

~~$$a \Phi_2 = (h_1 + h_2) \dot{I}_1$$~~

$$\boxed{\dot{I}_1 = \frac{BS n_1}{h_1 + h_2}}$$

2) Принцип сохранения магнитного потока:

$$\Phi_1 + \Phi_2 = \Phi_{1к} + \Phi_{2к} + L_1 \dot{I}_1 + L_2 \dot{I}_2$$

$$\Phi_1 = B_0 S n_1; \quad \Phi_{1к} = \frac{B_0}{3} S n_1$$

$$\Phi_2 = 3 B_0 S n_2; \quad \Phi_{2к} = \frac{9}{4} B_0 S n_2$$

$$B_0 S n_1 + 3 B_0 S n_2 = \frac{1}{3} B_0 S n_1 + \frac{9}{4} B_0 S n_2 + (h_1 + h_2) \dot{I}_1$$

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.



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!

9 $\triangle FED \sim \triangle FOA$ (по $\angle F$; $\triangle FOA \sim \triangle FDE$);

$$k = \frac{FO}{FD} = \frac{ED}{AO}; \quad ED = \frac{AO \cdot FD}{FO}$$

$$ED = \frac{4 \cdot \frac{5}{3}h}{h} = \frac{5}{3}h$$

$$S^* = \pi \frac{25}{9} r^2$$

$$S_1 = S^* - S^{\circ}; \quad S_1 = \frac{25}{9} \pi r^2 - \frac{16}{9} \pi r^2$$

$$S_1 = \frac{24}{9} \pi r^2$$

10

$$OX_2 = \frac{h}{6} + \frac{2}{3}h = \frac{h}{6} + \frac{4}{6}h = \frac{5}{6}h$$

$OX_2 > F \Rightarrow$ выпукл. линза

Формула тонкой линзы:

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}$$

$$d_1 = OX_2 = \frac{5}{6}h;$$

$$\frac{6}{5h} + \frac{1}{f_1} = \frac{3}{h}; \quad -\frac{6}{5h} + \frac{15}{5h} = \frac{1}{f_1}; \quad \frac{1}{f_1} = \frac{9}{5h}$$

$$f_1 = \frac{5}{9}h$$

$$c = h - \frac{5}{9}h = \frac{4}{9}h; \quad \triangle X_1GH \sim \triangle GAO;$$

$$k = \frac{AO}{X_1H} = \frac{GO}{GX_1}; \quad X_1H = \frac{GX_1 \cdot AO}{GO}$$

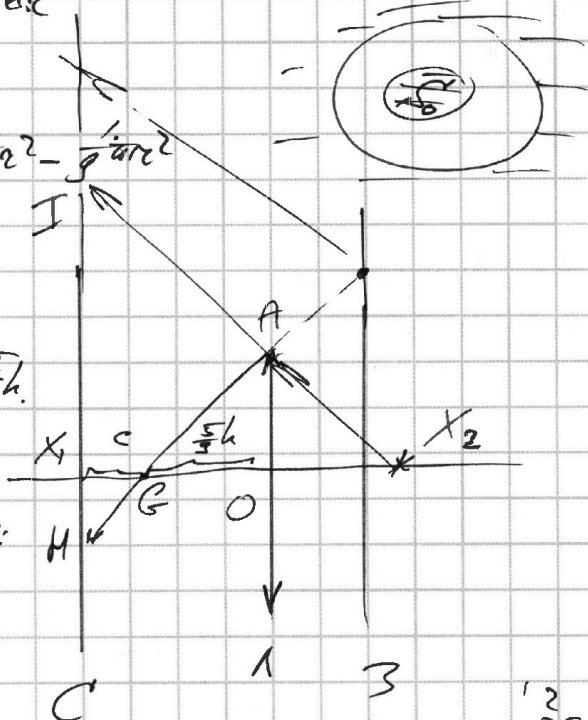
$$X_1H = \frac{\frac{4}{9}h \cdot h}{\frac{5}{9}h} = \frac{4}{9}h \cdot \frac{9}{5} = \frac{4}{5}h$$

$$S_{23} = \pi X_1H^2 = \frac{16}{25} \pi r^2$$

$$\triangle X_2OA \sim \triangle X_2X_1I; \quad k = \frac{IX_1}{AO} = \frac{X_2X_1}{X_2O}; \quad IX_1 = \frac{AO \cdot X_2X_1}{X_2O}$$

$$IX_1 = \frac{4 \cdot \frac{5}{3}h}{\frac{2}{3}h} = \frac{4 \cdot 5h}{2h} = \frac{5}{2}r; \quad S^* = \pi \frac{25}{4} r^2$$

$$S_2 = S^* - S_{23} = \frac{25}{4} \pi r^2 - \frac{16}{25} \pi r^2 = \frac{625 - 16}{100} \pi r^2 = \frac{609}{100} \pi r^2$$



12
25
+25
125
50
625

$\frac{5}{2} \cdot \frac{5}{2}$
 $\frac{25}{4}$

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

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!

Дано:

(M) (R)
(Q) (S)
 $\varphi_0 = ?$ ($x = \frac{SR}{6}$)

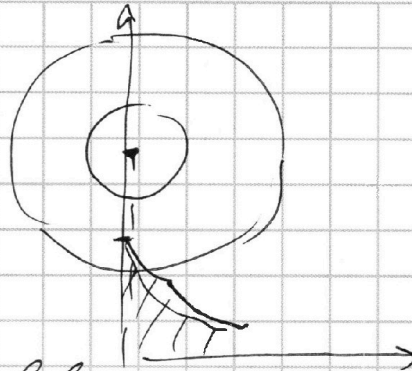
$\varphi = \frac{SR}{SRB}$

$\varphi' = E$

от 0 до φ :

$E = \frac{kq}{l}$

~~$(\varphi_0 - \varphi_0) = kq \int_0^{\varphi} d\theta = kq l \alpha \frac{1}{l}$~~



Дано:

(1)
 $F = \frac{h}{3}$
 $n = 5 \text{ см.}$

Формула тонкой линзы:

$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$

$d = h$; $d > F$

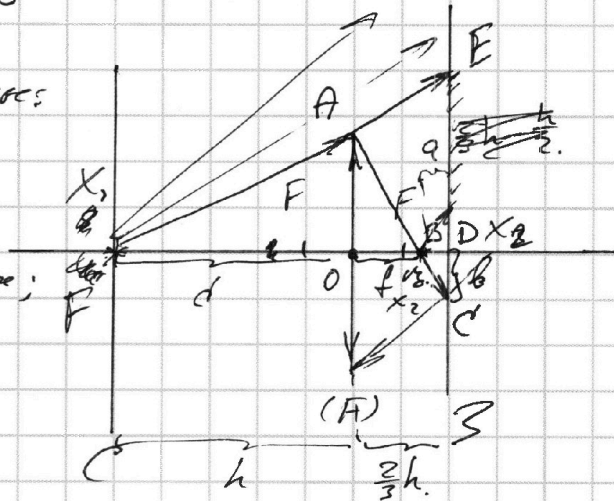
Условно действует так:

$\frac{1}{h} + \frac{1}{f} = \frac{1}{\frac{h}{3}}$

$\frac{1}{f} = \frac{2}{h}$

$f = \frac{h}{2}$

$a = \frac{2}{3}h - \frac{h}{2} = \frac{4-3}{6}h = \frac{h}{6} = BD$



Все лучи, проходя через центр линзы, попадают в изображение; проходя через фокус, попадают на экран.

$\triangle AOB \sim \triangle BDC$ (по углам $\angle OBA = \angle CBD$, $\angle AOB = \angle BDC$)

$k = \frac{AO}{DC} = \frac{OB}{BD}$; $DC = \frac{AO \cdot BD}{OB} = \frac{n \cdot \frac{h}{2}}{6 \cdot h} = \frac{n}{3}$

$S_0 = \pi \cdot DC^2$; $S_1 = \pi \frac{h^2}{9} = \frac{100}{9} \pi \text{ см}^2$

Изобр. Изобр X_1 - предмет для зеркала; X_2 - Нас.

Изобразим X_1 в зеркале; $BD = DX_2$

X_2 - пре предмет для линзы;

$\frac{200}{3}$

225
+225
1000
1500
600



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!

Класс: (м)
 $a_1 = \frac{6}{13}g$
 $2m$
 $a_2 = \frac{9}{4}g$
 класс 6
 номер.

① ЗК: блок:
 ось: $ma_1 = mgsin\alpha_1 - F_1$
 ось: $N = mg\cos\alpha_1$
 $F_1 = ma_1$
 $F_1 = m(gsin\alpha_1 - a_1)$

② ЗК: блок:
 $F_1 = mg(\frac{3}{5} - \frac{6}{13}) = mg(\frac{13 \cdot 3 - 30}{13 \cdot 5}) = \frac{39 - 30}{65}mg = \frac{9}{65}mg$

③ ЗК: блок:
 ось: $2mgsin\alpha_2 - F_2 = 2ma_2$
 $2mg sin\alpha_2 - 2ma_2 = F_2$
 $2mg(\frac{5}{13} - \frac{1}{4}) = F_2; F_2 = 2mg \frac{20 - 13}{52}$
 $F_2 = mg \frac{7}{26}$

③ ЗК: блок:
 ось: $N_1 = mg\cos\alpha_1 = \frac{4}{5}mg$
 ЗК: блок:
 ось: $N_2 = 2mg\cos\alpha_2 = \frac{24}{13}mg$

ЗК: блок: ось:
 $0 = (F_2 + N_1)\cos\alpha_2 - (F_1 + N_2)\cos\alpha_1 - F_3$
 $F_3 = (\frac{7}{26}mg + \frac{4}{5}mg)\frac{12}{13} - (\frac{9}{65}mg + \frac{24}{13}mg)\frac{4}{5}$
 $F_3 = (\frac{7 \cdot 12}{13 \cdot 13 \cdot 2} + \frac{4 \cdot 12}{5 \cdot 13} - \frac{9 \cdot 4}{13 \cdot 5 \cdot 5} - \frac{24 \cdot 4}{13 \cdot 5})mg$
 $F_3 = \frac{58 \cdot 12}{13 \cdot 13 \cdot 10} - \frac{4 \cdot 12 - 12 \cdot 2 \cdot 4}{13 \cdot 5} - \frac{36}{13 \cdot 5 \cdot 5} + \frac{7 \cdot 12}{13 \cdot 13 \cdot 2} mg$
 $F_3 = (\frac{12 \cdot 4 \cdot 5 - 36}{13 \cdot 5 \cdot 5} + \frac{7 \cdot 12}{13 \cdot 13 \cdot 2})mg =$

13	5
65	1
13	4
52	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!

$$\frac{2}{3} B_0 S n_1 + \left(\frac{12}{4} - \frac{9}{4}\right) B_0 S n_2 = (L_1 + L_2) I$$

$$\frac{2}{3} B_0 S \left(\frac{2}{3} n_1 + \frac{3}{4} n_2\right) = (L_1 + L_2) I$$

$$I = \frac{B_0 S (2n_1 + 3n_2)}{12(L_1 + L_2)}$$

① $\varphi(r) = \frac{kq}{r}$ $E(0-r) = \frac{kq}{r^2}$ $E(r-R) = \frac{kq}{8r^2}$

$$\Delta\varphi_1 = \varphi_r - 0 = \frac{kQ}{r}$$

$$\Delta\varphi_2 = \varphi_R - \varphi_r = \frac{kQ}{8R^2} - \frac{kQ}{8r^2} = \frac{kQ}{8} \left(\frac{1}{R^2} - \frac{1}{r^2}\right)$$

$$\varphi\left(\frac{5}{6}R\right) = \varphi_R = \varphi_1 + \Delta\varphi_2 = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{8} \left(\frac{1}{R^2} - \frac{1}{r^2}\right)$$

$$\varphi\left(\frac{5}{6}R\right) = kQ \left(\frac{1}{5R} + \frac{1}{8R^2} \cdot \frac{1}{5} - \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{5R}\right)$$

$$\varphi\left(\frac{5}{6}R\right) = kQ \left(\frac{1}{5R} + \frac{1}{40R^2}\right)$$

② $\varphi\left(\frac{R}{2}\right) = \frac{5}{4}$ $\varphi\left(\frac{R}{2}\right) = \frac{5}{4}$

$$\frac{\varphi\left(\frac{R}{2}\right)}{\varphi_0} = 4$$

$$\varphi\left(\frac{R}{2}\right) = \frac{5}{4} \varphi\left(\frac{R}{2}\right)$$

$$\varphi\left(\frac{R}{2}\right) = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{8} \left(\frac{1}{R^2} - \frac{1}{r^2}\right)$$

$$\frac{2}{51}$$

$$\frac{2+3}{7} = \frac{5}{7}$$



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

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!

$$20 - 13 = 7$$

$$\frac{2652}{26} = 102$$

$$45 \times \frac{13}{12} = 48.75$$

$$13 \cdot 13 \cdot 2 = 338$$

$$13 \cdot 13 \cdot 2 = 338$$

$$25 \cdot 6 = 150$$

$$\frac{111}{25 \cdot 13} = \frac{111}{325}$$

$$150 - 111 = 39$$

$$\frac{39}{25 \cdot 13} = \frac{39}{325} = \frac{3}{25}$$



Упр-ие № 4:

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$2: p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$\frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$\frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \Delta U_{12}; \quad \frac{3}{2} \left(\frac{p_2 V_2}{p_0 V_0} - \frac{p_1 V_1}{p_0 V_0} \right) = \frac{\Delta U_{12}}{p_0 V_0}$$

$$A = \oint p dV = \int_1^2 p_2 dV + \int_2^3 p_3 dV + \int_3^4 p_4 dV + \int_4^1 p_1 dV = \int_1^2 p_2 dV + \int_2^3 p_3 dV + \int_3^4 p_4 dV + \int_4^1 p_1 dV$$

$$A = \frac{1}{2} \left(\frac{p_2 V_2}{p_0 V_0} - \frac{p_1 V_1}{p_0 V_0} - \frac{p_2 V_2}{p_0 V_0} + \frac{p_3 V_1}{p_0 V_0} \right)$$

$$\frac{p_2 V_2}{p_0 V_0} =$$

$$pV = \nu RT$$

$$\frac{p}{p_0} \cdot \frac{V}{V_0} = \frac{\nu R T}{p_0 V_0}$$

$$\frac{p}{p_0} (2 \frac{p}{p_0} + p) = \frac{\nu R T}{p_0 V_0}$$

$$\frac{p}{p_0} (2 \frac{p}{p_0} - p) = \frac{\nu R T}{p_0 V_0}$$

$$\frac{p_0 V_0}{\nu R} \left(\frac{2p^2}{p_0^2} + \frac{p}{p_0} \right) = T$$

$$T = 0 = \frac{p_0 V_0}{\nu R} \left(\frac{4}{p_0^2} p - \frac{p}{p_0} \right) \quad \frac{4}{p_0^2} p = \frac{p}{p_0} \quad ; \quad p = 2p_0$$

$$\frac{p}{p_0} - \frac{p_1}{p_0} = \frac{V}{V_0} - \frac{V_1}{V_0}$$

$$\frac{p}{p_0} - \frac{p_2}{p_0} = \frac{V}{V_0} - \frac{V_2}{V_0}$$

$$\frac{p}{p_0} - p = \frac{V}{V_0} - 8$$

$$p - 5p = \frac{V}{V_0} - 8$$

$$-4p = \frac{V}{V_0} - 8$$

$$2p + 16 = \frac{V}{V_0}$$

$$2p + 16 = \frac{V}{V_0}$$

$$-2 \frac{p}{p_0} + 16 = \frac{V}{V_0}$$

$$18 - 2 \frac{p}{p_0} = \frac{V}{V_0}$$

$$2 \frac{p}{p_0} + 16 = \frac{V}{V_0}$$

$$-2 \frac{p}{p_0} + 18 = \frac{V}{V_0}$$