



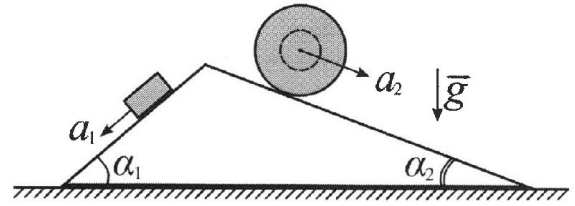
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-04



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

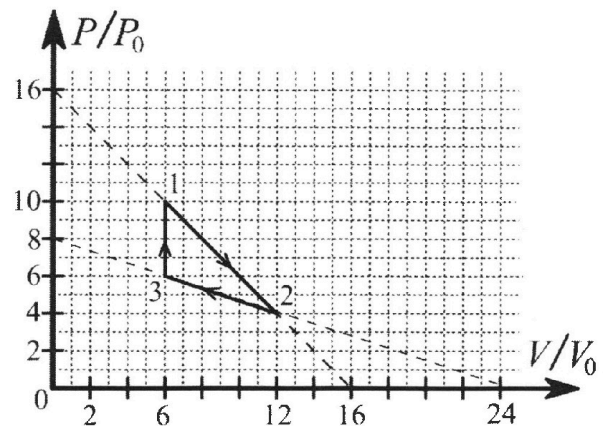
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $9m/4$ с ускорением $a_2 = 8g/27$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 8/17$, $\cos \alpha_2 = 15/17$). 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 шаром 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.

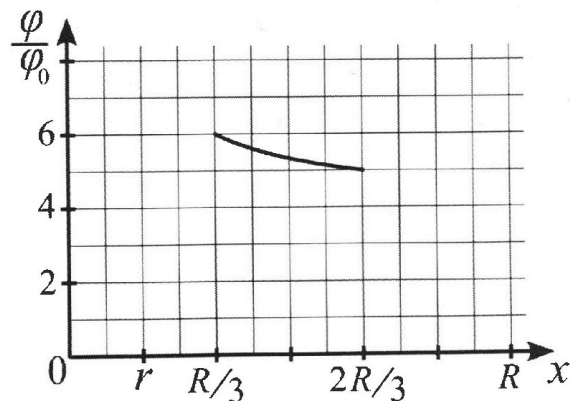
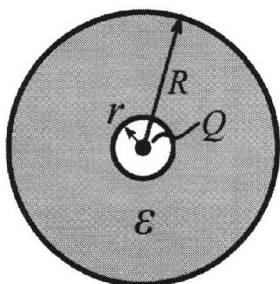


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 $x = 11R/12$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .





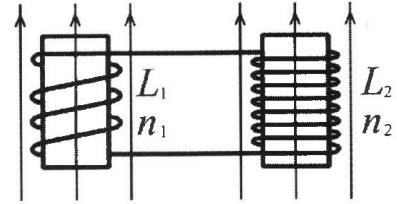
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024



Вариант 11-04

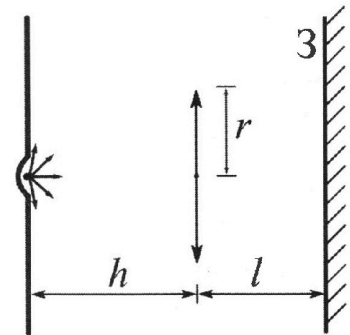
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L/4$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n/2$ 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 уменьшаться 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 $3B_0/4$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $4B_0$ до $8B_0/3$, 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 $F = 2h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 4$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h/2$ 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 неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

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

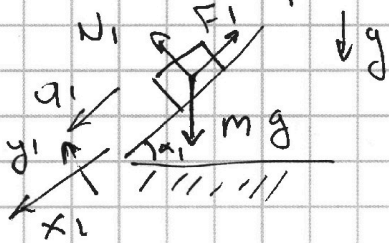


1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 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!

1) Рассмотрим спуском:



По второму закону Ньютона:

$$m\vec{a}_1 = \vec{N}_1 + \vec{F}_1 + m\vec{g}$$

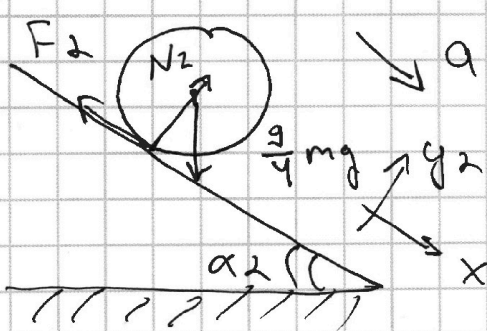
$$y_1: N_1 = mg \cos \alpha_1$$

$$x_1: ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1$$

$$\frac{5}{12} mg = mg \cdot \frac{3}{5} - F_1$$

$$F_1 = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{12} \right) = mg \left(\frac{36 - 25}{60} \right) = \frac{11}{60} mg$$

2) Рассмотрим шар



По второму закону Ньютона:

для шарика

целой массы:

$$\frac{9}{4} m a_2 = N_2 + F_2 + \frac{9}{4} m g$$

$$y_2: N_2 = \frac{9}{4} mg \cos \alpha_2$$

$$x_2: \frac{9}{4} m a_2 = \frac{9}{4} mg \sin \alpha_2 - F_2$$

$$\frac{9}{4} \cdot \frac{8^2}{203} mg = \frac{9}{4} \cdot \frac{8^2}{12} mg - F_2$$

$$\frac{8}{27} mg = \frac{16}{12} mg - F_2$$



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

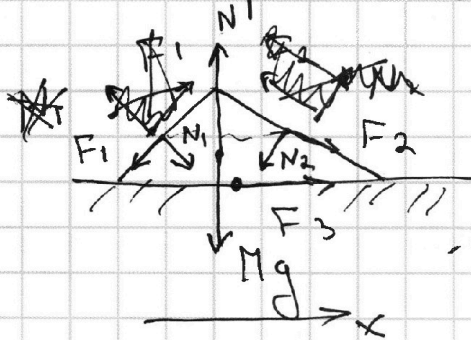
СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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!

$$F_2 = mg \left(\frac{8}{12} - \frac{8}{22} \right) = 8mg \cdot \frac{10}{12 \cdot 22} = \frac{80}{17 \cdot 22} mg =$$
~~$$= \frac{80}{459} mg$$~~

$$F_2 = \frac{20}{51} mg$$

3) Рассчитаем клин:



$\downarrow g$ Mg - сила тяжести клина.
 N - реакция опоры со стороны пола.

По третьему закону Ньютона: на клин будут действовать такие же силы, какие действует на шар и на брусок, направленные в противоположную сторону.

По 1 условию равновесия клина:

$$\vec{N}_1 + \vec{F}_1 + \vec{N}_2 + \vec{F}_2 + \vec{Mg} + \vec{N} + \vec{F}_3 = \vec{0}$$

$$X: -F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 + F_3 = 0 \Rightarrow F_3 = F_1 \cos \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 - F_2 \cos \alpha_2 -$$

$$N_1 \sin \alpha_1 = \frac{26}{35} \cdot \frac{4}{5} mg + mg \cdot \frac{9}{4} \cdot \frac{15}{12} \cdot \frac{8}{12} + mg \cdot \frac{5}{4} \cdot \frac{15}{12} \cdot \frac{2}{12} -$$

$$- \frac{20}{51} mg \cdot \frac{15}{12} - mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} = mg \left(\frac{26 \cdot 4}{17 \cdot 25} + \frac{9 \cdot 15 \cdot 8^2}{17 \cdot 12 \cdot 4} - \frac{20 \cdot 15^5}{12 \cdot 12 \cdot 8} - \frac{4 \cdot 3}{25} \right) =$$



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
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!

$$= mg \left(\frac{104}{12 \cdot 25} + \frac{10 \cdot 15}{12 \cdot 12} - \frac{150}{12 \cdot 12} - \frac{12}{25} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{120}{12 \cdot 12} + \frac{104}{12 \cdot 25} - \frac{204}{12 \cdot 25} \right) = mg \left(\frac{120}{12 \cdot 12} - \frac{100}{25 \cdot 12} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{120}{12 \cdot 12} - \frac{60}{12 \cdot 12} \right) = \frac{52}{269} mg$$

$$= mg \left(\frac{104}{12 \cdot 25} + \frac{10 \cdot 15}{12 \cdot 12} - \frac{150}{12 \cdot 12} - \frac{12}{25} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{104}{12 \cdot 25} + \frac{10}{12} - \frac{12}{25} \right) = \left(\frac{104}{12 \cdot 25} - \frac{204}{12 \cdot 25} + \frac{10}{12} \right) mg =$$

$$= \left(\frac{10}{12} - \frac{4}{12} \right) mg = \frac{6}{12} mg$$

Ответ: 1) $F_1 = \frac{26}{25} mg$; 2) $F_2 = \frac{20}{51} mg$

3) $F_3 = \frac{6}{12} mg$.



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 5

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

$$1) A_{\text{ушица}} = S_{\text{электрики}} = \frac{1}{2} \cdot 6V_0 \cdot 4\rho_0 = 12\rho_0 V_0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (12V_0 \cdot 4\rho_0 - 10\rho_0 \cdot 6V_0) =$$

$$= \frac{3}{2} (48\rho_0 V_0 - 60\rho_0 V_0) = -12\rho_0 V_0 \cdot \frac{2}{3} =$$

$$= -8\rho_0 V_0$$

$$\frac{|\Delta U_{12}|}{A_{\text{ушица}}} = \frac{8\rho_0 V_0}{12\rho_0 V_0} = \frac{2}{3}$$

2) Системным зависимостью $T_{12}(V)$ в процессе

1-2:

$$p_{12}(V) = 16\rho_0 - \frac{\rho_0}{V_0} V$$

Сво гр-но менг. - квант:

$$p_{12}(V) \cdot V = \nu R T_{12}(V)$$

$$T_{12}(V) = \frac{p_{12}(V) \cdot V}{\nu R} = \frac{16\rho_0 \cdot V - \frac{\rho_0}{V_0} \cdot V^2}{\nu R}$$

$$T'_{12}(V) = \frac{16\rho_0}{\nu R} - 2V \frac{\rho_0}{V_0 \nu R}$$

$$T'_{12}(V) = 0 \Rightarrow \frac{16\rho_0}{\nu R} = 2V \frac{\rho_0}{V_0 \nu R} \Rightarrow V = 8V_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p = 8\rho_0 \Rightarrow T_{12\text{max}} = \frac{64\rho_0 V_0}{\nu R} ;$$

$$T_3 = \frac{36\rho_0 V_0}{\nu R} \Rightarrow \frac{T_{12\text{max}}}{T_3} = \frac{64}{36} = \frac{16}{9}$$



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 из 9

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) Найти экстремум зав-ты $Q_{12}(V)$ и $Q_{23}(V)$
(возвращаемое количество материала от объема)

$$Q_{12}(V) = \Delta U_{12}(V) + A_{12}(V)$$

$$\Delta U_{12}(V) = \frac{3}{2} (p_{12}(V)V - 60 p_0 V_0) +$$

$$A_{12}(V) = \frac{p_{12}(V) + 10 p_0}{2} \cdot (V - 6V_0)$$

$$Q_{12}(V) = \frac{3}{2} \left(16 p_0 V - \frac{p_0}{V_0} V^2 - 60 p_0 V_0 \right) +$$

$$+ \left(13 p_0 - \frac{p_0}{2 V_0} V \right) \cdot (V - 6V_0) =$$

$$= \frac{3}{2} \left(p_0 V - \frac{p_0}{V_0} V^2 - 60 p_0 V_0 \right) + \left(13 p_0 V - \frac{p_0}{2 V_0} V^2 - 6 \cdot 13 p_0 V_0 + 3 p_0 V \right)$$

$$Q'_{12}(V) = \frac{3}{2} \left(p_0 - \frac{2 p_0}{V_0} V \right) + \left(13 p_0 - \frac{p_0}{V_0} V + 3 p_0 \right) =$$

$$= \frac{3}{2} p_0 - \frac{3 p_0}{V_0} V + 16 p_0 - \frac{p_0}{V_0} V =$$

$$= \frac{35}{2} p_0 - \frac{4 p_0}{V_0} V; Q'_{12}(V) = 0 \Rightarrow$$

$\Rightarrow V = \frac{35}{8} V_0 \Rightarrow$ на участке 1-2
материал возвращается.

$$p_{23}(V) = 6 p_0 - \frac{p_0}{2 V_0} V$$

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.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 из 5

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!

$$Q_{23}(V) = \Delta U_{23}(V) + A_{23}(V)$$

~~В задаче~~ Будем считать изохорно зав-ть $Q_{23}(V)$ с точки зрения 3, т.е. будем рассматривать обратный процесс

$$\Delta U_{23}(V) = \frac{3}{2} (p_{23}(V) \cdot V - 36p_0V_0)$$

~~$$A_{23}(V) = \left(\frac{6p_0 + p_{23}(V)}{2} \right) \cdot (V - 6V_0) = A_{23}(V)$$~~

$$Q_{23}(V) = \frac{3}{2} (6p_0V - \frac{p_0}{2V_0} V^2 - 36p_0V_0) +$$

$$+ \left((2p_0 - \frac{p_0}{4V_0} V) (V - 6V_0) \right) =$$

$$= \frac{3}{2} (6p_0V - \frac{p_0}{2V_0} V^2 - 36p_0V_0) +$$

$$+ (2p_0V - \frac{3}{2} p_0V - \frac{p_0}{4V_0} V^2 - 42p_0V_0)$$

$$Q'_{23}(V) = \frac{3}{2} (6p_0 - \frac{p_0}{V_0} V) + (2p_0 - \frac{3}{2} p_0 -$$

$$- \frac{p_0}{2V_0} V) = 12p_0 - \frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} V + \frac{11}{2} p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V =$$

$$= \frac{35}{2} p_0 - 2V \frac{p_0}{V_0}; Q'_{23}(V) = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2V = V_0 \frac{35}{2} \Rightarrow V = \frac{35}{4} V_0 \Rightarrow$$

\Rightarrow в процессе 2-3 температура, начальная с дией точки, остаются



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
5 ИЗ 5

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!

$Q_{\text{погв}} = Q_{23} + Q^*$, где Q^* - менно-
ма, поглощаемая в 2-25.

$$Q_{23} \left(\frac{35}{4} V_0 \right) =$$

Ответ: 1) $\frac{2}{3}$; 2) $\frac{15}{9}$



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 9

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) Суммируем выведенные кон-во
мембран выведенные за уми:

$$Q_{\text{выб}} = Q_{31} + Q^*$$

Q^* - мембрана, выведенная в
части процесса 2-3.

Суммируем Q^* :

$$- Q^* = \frac{3}{2} (p(\frac{35}{4} V_0) \cdot \frac{35}{4} V_0 - 48 p_0 V_0) +$$

$$+ \left(- \frac{p(\frac{35}{4} V_0) + 12 p_0}{2} \cdot (12 V_0 - \frac{35}{4} V_0) \right)$$

$$p(\frac{35}{4} V_0) = 8 p_0 - \frac{p_0}{2 V_0} \cdot \frac{35}{4} V_0 = \frac{8 p_0 \cdot 2 - 35}{8} p_0 =$$

$$= \frac{29}{8} p_0; \quad Q^* = \frac{3}{2} \left(\frac{29 \cdot 35}{32} - 48 \right) p_0 V_0 +$$

$$+ \left(- \frac{\frac{29}{8} p_0 + 12 p_0}{2} \cdot V_0 \left(\frac{13}{4} \right) \right) =$$

$$= \left(\frac{3}{2} \left(\frac{29 \cdot 35 - 32 \cdot 48}{32} \right) - \frac{125 \cdot 13}{16 \cdot 4} \right) p_0 V_0 =$$

$$= \left(\frac{3 \cdot 29 \cdot 35 - 3 \cdot 32 \cdot 48 - 125 \cdot 13}{64} \right) p_0 V_0 =$$

$$= \left(\frac{3045 - 1625 - 1536}{64} \right) p_0 V_0 = \frac{116}{64} p_0 V_0$$

Ответ: 1) $\frac{2}{3}$; 2) $\frac{16}{9}$



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!

1) Диэлектрики не дают всегда во
в векторное поле вне себя.
Значит, $\varphi(x) = \frac{kQ}{x}$, при $x \geq R$.

2) Вспомните, что потенциал —
непрерывная функция.

3) Рассмотрим потенциал внутри
диэлектрика; перенесем пробный
заряд внутри диэлектрика от
заряда Q до радиуса диэлектрика:

$$\frac{\Delta\varphi_{эл}}{q} = \int E(x) dx = - \frac{kQ}{\epsilon \cdot x} \Big|_r^R =$$

$$= \frac{kQ}{\epsilon \cdot r} - \frac{kQ}{\epsilon \cdot R}$$

Значит вспомните,

что $E(x) = -\varphi'(x)$

$$\frac{kQ}{\epsilon x^2} = -\frac{d\varphi}{dx} \Rightarrow \varphi = \frac{kQ}{\epsilon x} + C$$

$$\varphi(R) = \frac{kQ}{R} \Rightarrow \varphi = \frac{kQ}{\epsilon R} = \frac{kQ}{\epsilon \cdot R} + C \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C = \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) \Rightarrow \varphi(x) = \frac{kQ}{\epsilon x} + \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)$$

внутри диэлектрика $\Rightarrow \varphi(r) = \frac{kQ}{\epsilon \cdot r} + \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)$

$$\varphi\left(\frac{11}{12}R\right) = \frac{12}{11} \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) = \frac{kQ}{R} + \frac{1}{12} \frac{kQ}{\epsilon R} =$$

$$= \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{1}{12\epsilon}\right)$$



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
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!

4) Найдем наименьшее значение ε :

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{3kQ}{\varepsilon R} + \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right) = 6\varphi_0 \quad (1)$$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{3kQ}{2\varepsilon R} + \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right) = 5\varphi_0 \quad (2)$$

(1) : (2) :

$$\frac{6}{5} = \frac{\frac{kQ}{R} \left(\frac{3}{\varepsilon} + 1 - \frac{1}{\varepsilon}\right)}{\frac{kQ}{R} \left(\frac{3}{2\varepsilon} + 1 - \frac{1}{\varepsilon}\right)} = \frac{\left(\frac{2}{\varepsilon} + 1\right)}{\left(\frac{1}{2\varepsilon} + 1\right)}$$

$$\frac{6}{2\varepsilon} + 6 = 5 \cdot \frac{3}{\varepsilon} + 5$$

$$1 = \frac{10}{\varepsilon} - \frac{3}{\varepsilon} \Rightarrow \underline{\varepsilon = 7}$$

Ответ: 1) $\varphi\left(\frac{11}{12}R\right) = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{1}{11\varepsilon}\right)$;

2) $\varepsilon = 7$.



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 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!

1) Определим, что $U_L = -\mathcal{E}_i = \Phi'_1(t)$

2) Если ток течёт через катушку, то течёт он в одном направлении. А значит, $U_{L1} = -U_{L2}$.

$$U_{L1} = \Phi'_1(t)$$

$\Phi_1(t)$ — полный магнитный поток через катушку 1, U_{L1} — напряжение на катушке 1.

$$\Phi_1(t) = L_1 I(t) + \Phi_{внеш1}, \quad \Phi_{внеш1} = n_1 S_1 B_1(t),$$

где $B_1(t)$ — внешнее магнитное поле, пронизывающее катушку 1. Аналогично с катушкой 2

3) Из п. 2) $U_{L1} + U_{L2} = 0 \Rightarrow \Phi'_1(t) + \Phi'_2(t) = 0 \Rightarrow \Phi_1 + \Phi_2 = \text{const}, (*)$

~~4) Φ_1 вначале равен $B_1(0) \cdot n_1 \cdot S_1$, ток через катушку не течёт, значит, $\Phi'_1(0) = U_{L1}(0) = L_1 I'_1(0)$~~

~~Определим, что $I'_1(0) = I'_2(0)$~~

~~$n_1 S_1 (-\alpha) = L \cdot I'_1(0) \Rightarrow$~~

~~$\Rightarrow |I'_1(0)| = \frac{\alpha n S}{L}$~~

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



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!

4) Рассчитаем первую сумму из условия.

$$B_1(0) \cdot n \cdot S + B_2(0) \cdot n \cdot \frac{3}{2} \cdot S =$$

$$= B_1(\Delta t) \cdot n \cdot S + B_2(\Delta t) \cdot n \cdot \frac{3}{2} \cdot S +$$

$$\cancel{I(\Delta t) \cdot L} + I_1(\Delta t) \cdot L + I_2(\Delta t) \cdot \frac{9}{4} L$$

$$B_2(\Delta t) = B_2(0)$$

$$I_1(\Delta t) = I_2(\Delta t) = I(\Delta t) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -\frac{5}{4} I(\Delta t) L = (B_1(0) - B_1(\Delta t)) \cdot n \cdot S$$

$$-\frac{5}{4} I(\Delta t) \cdot L = -\Delta B \cdot n \cdot S \quad | : \Delta t$$

$$-\frac{5}{4} I'(0) \cdot L = \alpha \cdot n \cdot S \Rightarrow$$

$$\Rightarrow |I'(0)| = \frac{4 \alpha \cdot n \cdot S}{5 L}$$

5) Рассчитаем вторую сумму из условия: B_2 не меняется (*), как в пункте (4); B_1 меняется линейно.

$$S \cdot n \cdot B_0 + \frac{3}{2} n \cdot S \cdot \frac{3}{2} B_0 = S \cdot n \cdot \frac{3}{4} B_0 + \frac{3}{2} n \cdot S \cdot \frac{3}{2} B_0 +$$

$$+ L \cdot I - \frac{9}{4} L \cdot I \Rightarrow \frac{9}{4} n B_0 S = -\frac{5}{4} L I \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{max} \text{ магн в направлении } I = \frac{9 n B_0 S}{5 L}$$

Ответ: 1) $I' = \frac{4 \alpha n S}{5 L}$; 2) $I = \frac{9 n B_0 S}{5 L}$

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



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 ИЗ 3

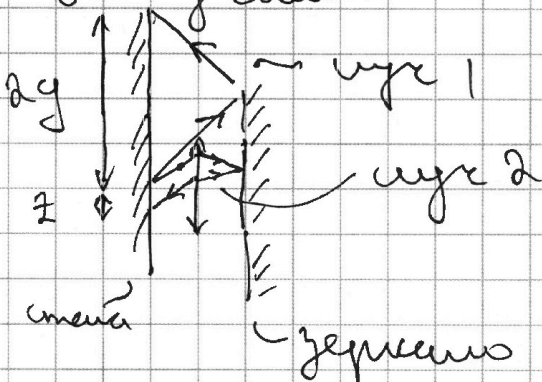
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Из подобия Δ' :

$$\frac{x_1}{\frac{6}{13}h} = \frac{z}{h - \frac{6}{13}h} \Rightarrow \frac{x_1}{6} = \frac{z}{7} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow z = \frac{7}{6} x_1 = \frac{7}{3} \text{ см.}$$

Поэтому:



S_2 - площадь освещенной части зеркала

$$S_2 = \pi (2y)^2 - \pi z^2 =$$

$$= \pi (4y^2 - z^2) =$$

$$= \pi \left(4 \cdot 36 - \frac{49}{9} \right) = \pi \left(\frac{36^2 - 49}{9} \right) =$$

$$= \pi \cdot \frac{29 \cdot 43}{9} = \frac{1247}{9} \pi \text{ см}^2$$

Ответ: 1) $S_1 = 27 \pi \text{ см}^2$; 2) $S_2 = \frac{1247}{9} \pi \text{ см}^2$

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 решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

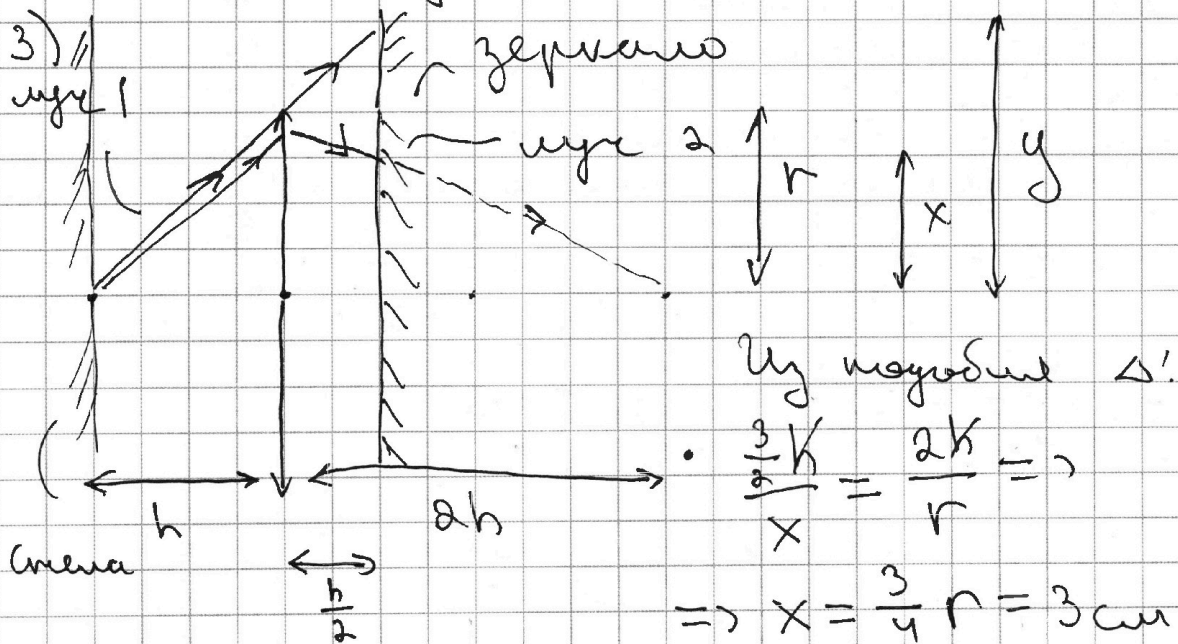
СТРАНИЦА
1 из 3

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!

1) Найти площадь невысвеченной части зеркала. Найти расстояние от центра до изображения без учета зеркала. По формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{d \cdot F}{d - F} = \frac{h \cdot \frac{2}{3}h}{\frac{1}{3}h} = 2h.$$

2) Очевидно, что невысвеченные области как на зеркале, так и на стене — это линза.



$$\frac{\frac{3}{2}h}{y} = \frac{h}{r} \Rightarrow y = \frac{3}{2}r = 6 \text{ см.}$$

S_1 — площадь невысвеченной части зеркала

$$S_1 = \pi y^2 - \pi x^2 = \pi (36 - 9) = 27\pi \text{ см}^2$$



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 решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 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!

Отметим, что лучи 1, 2 - критичные, то есть они будут попадать на границу световод усаживаясь.

4) Проведем за внутренним зрением лучи до монодамии на стене.

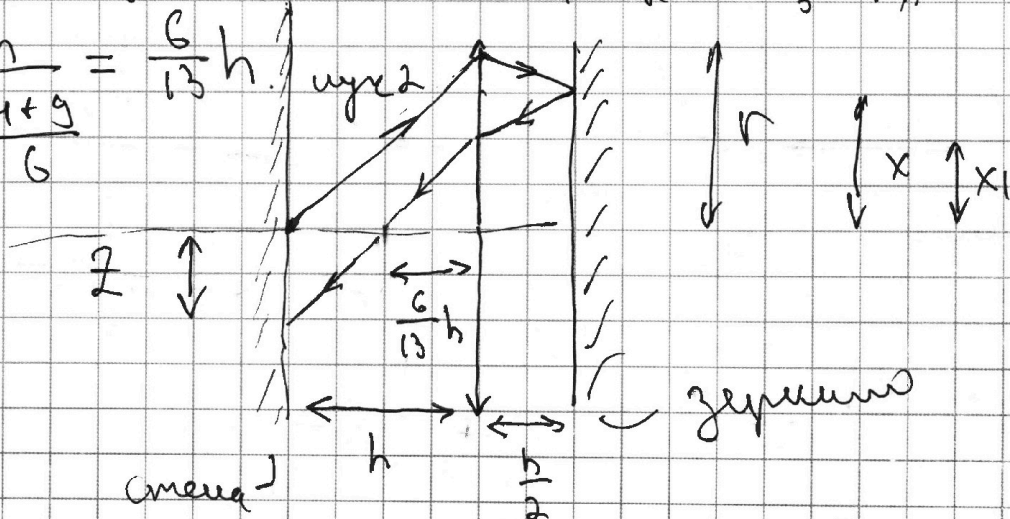
Рассмотрим луч 1: Очевидно, что он пройдет одинаковое расстояние от источника, пока "идет" от стены до зеркала и от зеркала - до стены.

Рассмотрим луч 2: После его отражения в зеркале и после отражения от зеркала, пройдет через линзу. Он пойдет так, будто собирает на расстоянии $\frac{3}{2}h$ за линзой \Rightarrow мы получаем мнимый предмет в линзе.

По формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = -\frac{1}{\frac{3}{2}h} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{F \cdot \frac{3}{2}h}{F + \frac{3}{2}h} = \frac{\frac{2h}{3} \cdot \frac{3}{2}h}{\frac{2h}{3} + \frac{3}{2}h} =$$

$$= \frac{h}{\frac{6}{3} + \frac{9}{2}} = \frac{6}{13}h$$



Очевидно, что $x_1 = r - 2(r - x) = 2x - r = 2 \text{ см.}$



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!

$$\varphi' = U_k$$

$$\varphi(0) =$$

$$\varphi(0) = U_k$$

$$\frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \rightarrow 0$$

$$\varphi_1(0) = L I'(0) + \frac{5}{4} L I =$$

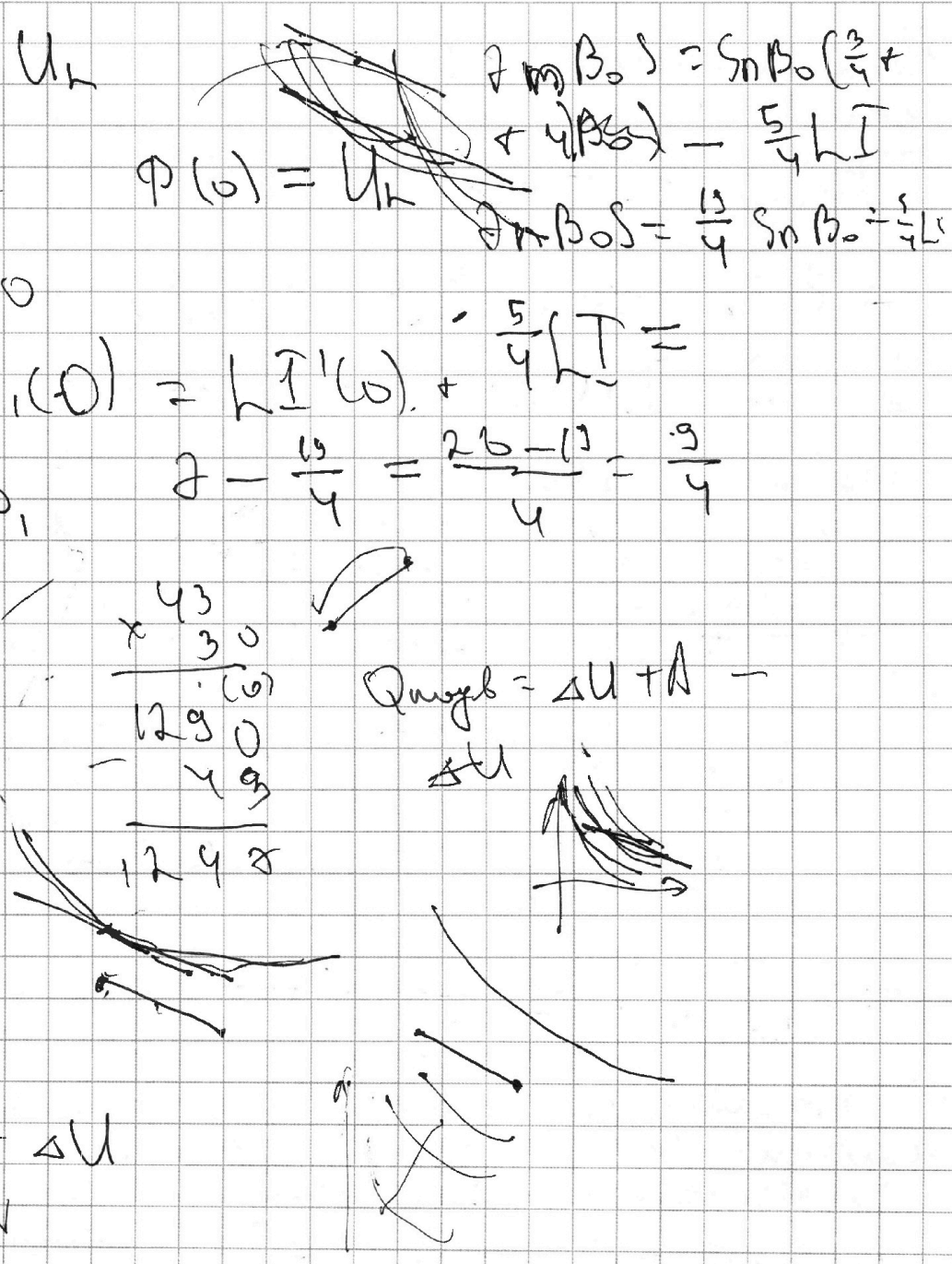
$$\varphi_1 \quad 2 - \frac{19}{4} = \frac{20 - 19}{4} = \frac{1}{4}$$

$$\begin{array}{r} \times 43 \\ 30 \\ \hline 1290 \\ - 49 \\ \hline 1248 \end{array}$$

$$Q_{\text{изг}} = \Delta U + A - \Delta U$$

$$Q = A + \Delta U$$

$$A = p \Delta V$$



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.

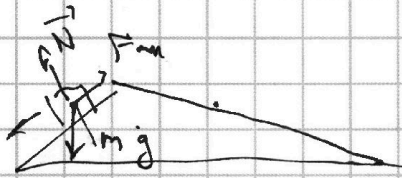


1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

1)



$$N = mg \cos \alpha_1$$

$$F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha_1$$

$$510 - 51 =$$

$$= 500 - 41 =$$

$$= 460 - 1 =$$

$$= 459$$

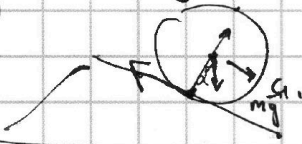
$$m a_{11} = mg \sin \alpha_1 - \mu mg \cos \alpha_1$$

$$m a_1 = A_{\text{тр}} - m g \sin \alpha_1$$

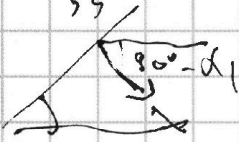
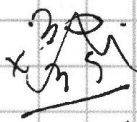
$$m a_c = \vec{N} + \vec{m g} + \vec{F}_L$$

1015

3045



2) ~~1050~~ 1050
~~30~~ 35



$$\frac{g}{4} \cdot \frac{2}{2} = \frac{1}{2} mg = \frac{18}{10} mg - F_{\text{тр}}$$

$$F_2 = \frac{18}{10} mg - \frac{2}{3} mg$$

$$F_L = \frac{54 - 34}{51} mg = \frac{20}{51} mg$$

$$V \cdot (600^2)$$

$$V + 600^2$$

$$20 \cdot 15 - 30 = 280 \quad 12 \cdot 17 = 240 - 36 =$$

$$80 - 12 = 68$$

$$\frac{2}{3} mg = \frac{18}{10} mg - F_{\text{тр}}$$

$$\frac{54 - 34}{51} =$$

$$= \frac{20}{51}$$

$$F_2 = \left(\frac{18}{10} - \frac{2}{3} \right) mg = \left(\frac{54 - 34}{51} \right) mg$$