

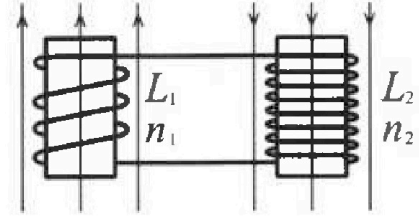
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

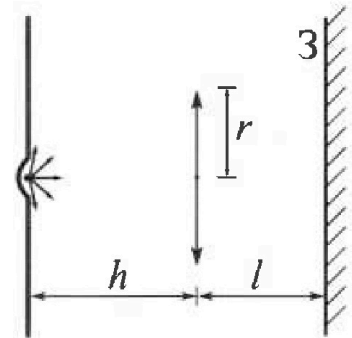


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. 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 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 Z . 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 $[\text{см}^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.



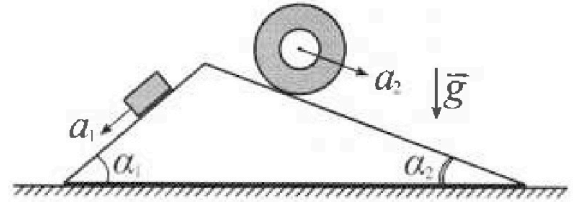
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

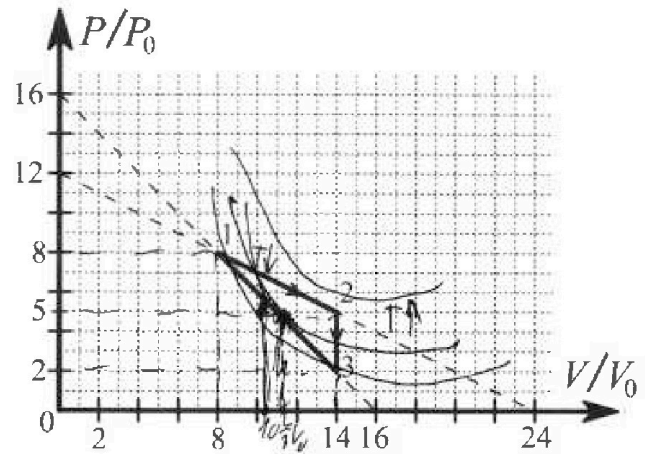


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

К 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.

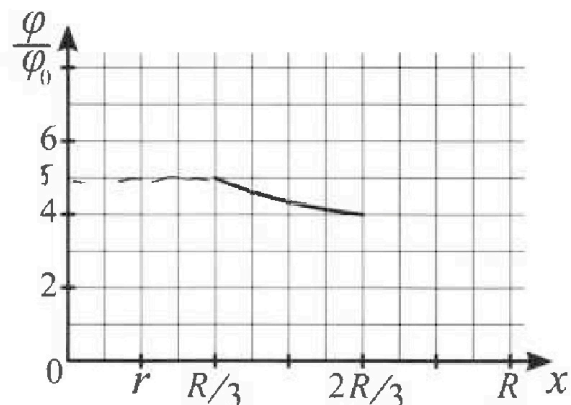
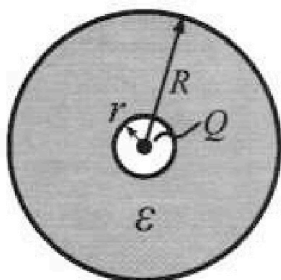
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .





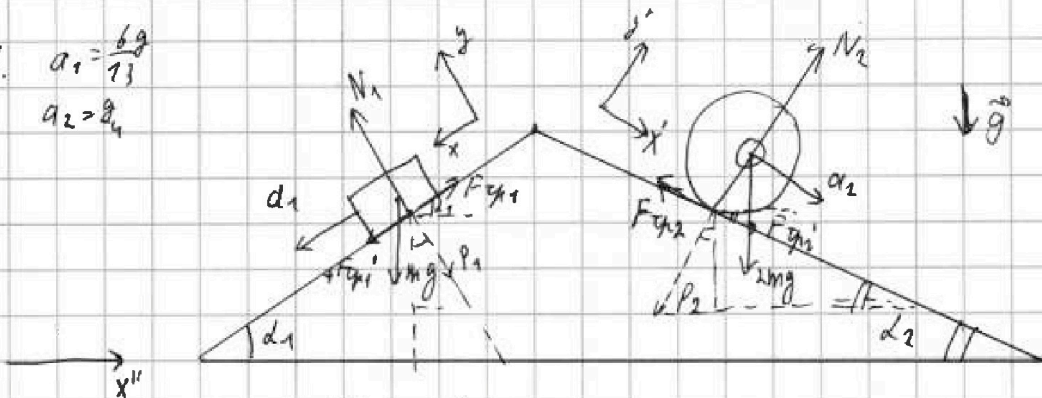
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

1. $a_1 = \frac{6g}{13}$
 $a_2 = \frac{2g}{5}$



1) 2 3H гиря движется по обоим угл:

$$\text{ок! } m a_1 = m g \sin \alpha_1 - F_{cp1} \Rightarrow F_{cp1} = m g \sin \alpha_1 - m a_1 = m g \frac{3}{5} - m \frac{6g}{13} = m g \frac{9}{65} = \frac{3}{20} m g$$

2) условие отсутствия скольжения выполняется. $v_{\text{центр колеса}} = 0 \Rightarrow$

вращается $v_{\text{касания}} = v \cdot R$; центр цилиндра движется с ускорением $a_2 \Rightarrow$
 $\Rightarrow v_{\text{кас}} = f_{cp2} \cdot dt$. δ — это же сила трения, направляет "цилиндр" отн-но углу: $F_{cp2} = 2m \frac{dv}{dt} \cdot R$. $\delta \cdot R = f_{cp2} dt \Rightarrow \delta = a_2 dt \cdot \frac{1}{R}$

$$F_{cp2} = 2m R \frac{1}{dt} a_2 dt \cdot \frac{1}{R} = 2m a_2 = 2m \cdot \frac{2}{5} = \frac{4}{5} m g$$

3) Заменим углы радиусами гиря к углу по обоим.

$$F_{cp1} \cos \alpha_1 - F_{cp2} \cos \alpha_2 + 2m g \cos \alpha_2 \cdot \sin \alpha_2 - m g \cos \alpha_1 \cdot \sin \alpha_1 + F_{cpk} = 0$$

$|N_2| = |R|$ $|N_1| = |P_1|$

$$F_{cpk} = \left| \frac{3}{20} m g \cdot \frac{4}{5} - \frac{m g}{2} \cdot \frac{12}{13} \cdot \frac{2m g}{13} \cdot \frac{5}{13} - m g \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} \right| =$$

$$= \left| \frac{3}{25} m g - \frac{6}{13} m g + \frac{120}{169} m g - \frac{12}{25} m g \right| = \left| \frac{42}{169} m g - \frac{9}{25} m g \right| =$$

$$= \frac{671}{4225} m g$$

3) Ответ: 1) $\frac{3}{20} m g$; 2) $\frac{4}{5} m g$; 3) $\frac{671}{4225} m g$.



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!

2. 1) $\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \int R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (64 p_0 V_0 + 70 p_0 V_0) = \frac{3}{2} \cdot 8 p_0 V_0 = 12 p_0 V_0$

$A_{\text{чист}}$ минимизируем затраты $(T_2 = A_{\text{чист}})$

$A_{\text{чист}} = \frac{5 p_0 + 8 p_0}{2} \cdot 6 V_0 = 39 p_0 V_0 - (2 + 8) p_0 \cdot 6 V_0 = 39 p_0 V_0 - 30 p_0 V_0 = 9 p_0 V_0$

$k = \frac{\Delta U_{12}}{A_{\text{чист}}} = \frac{12 p_0 V_0}{9 p_0 V_0} = \frac{12}{9} = \frac{4}{3}$

2) $pV = \int R T$; процесс 1-2 задан таким уравнением состояния (p, V) .

$p = -\frac{p_0}{2V_0} V + 12 p_0 \Rightarrow -\frac{p_0}{2V_0} V^2 + 12 p_0 V = \int R T \rightarrow T_{\text{макс}}$, когда $dT = 0$ (или макс.)

$\frac{d}{dV} (-\frac{p_0}{2V_0} V^2 + 12 p_0 V) = 0$ - находим, куда dV , макс в вершине.

$V_0 = -\frac{12 p_0}{-p_0} \cdot V_0 = 12 V_0$

$T_{\text{макс}} = \frac{-p_0 \cdot 144 V_0^2}{2 V_0 R} + 144 p_0 V_0 = \frac{72 p_0 V_0}{R}$

$\int R T_2 = 28 p_0 V_0$

$\eta = \frac{T_{\text{макс}}}{T_2} = \frac{72 p_0 V_0 / R}{28 p_0 V_0} = \frac{54}{7}$

3) $\eta = \frac{A_{\text{чист}}}{Q_{\text{под}}} = \frac{A_{\text{чист}}}{A_{12} + A_{23}}$ $\delta A = \int R dT + p dV$ 1-2: $p(V) = -\frac{p_0}{2V_0} V + 12 p_0$

2-1: $p(V) = -\frac{p_0}{10} V + 16 p_0$

$\frac{dA_{12}}{dV} = \frac{dA_{23}}{dV} = -\frac{p_0}{2V_0} dV$ $\delta A_{12} = -\frac{p_0}{2V_0} V$

$\delta A_{\text{чист}} = \frac{3}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp + p dV = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp$

$\int \delta A_{\text{чист}} = -\frac{5}{2} \frac{p_0}{V_0} \int V dV + 30 p_0 \int dV + \frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} \int V dV = \int (-\frac{13}{4} \frac{p_0}{V_0} V dV + 30 p_0 dV) = -\int dT = 0$

$\delta A_{12} = -\frac{13}{8} \frac{p_0}{V_0} V^2 + 30 p_0 V$ - находим, куда dV $-p(T_{\text{макс}})$

$V_{\text{чист}} = -\frac{30 p_0 \cdot 4 V_0}{-13 p_0} = \frac{120}{13} V_0 = 9 \frac{3}{13} V_0$
 $-\frac{13}{2} \frac{p_0}{V_0} V + 30 p_0 = 0 \Rightarrow -\frac{13}{4} \frac{V}{V_0} = -30 \Rightarrow V = \frac{120 V_0}{13}$

$p(\frac{120}{13} V_0) = -\frac{p_0}{13} \frac{120 V_0}{V_0} + 12 p_0 = 12 p_0 - \frac{60 p_0}{13} = \frac{156 - 60}{13} p_0 = \frac{96}{13} p_0$

$p(10 V_0) = -\frac{p_0}{10} 10 V_0 + 16 p_0 = 6 p_0$

$\Delta U_{12} = \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \int R dT = \frac{3}{2} R (\frac{120}{13} V_0 - 6 V_0) = 64 p_0 V_0$

$A_{12} = \int p dV = \int (-\frac{p_0}{2V_0} V + 12 p_0) dV = \frac{120}{2} p_0 - \frac{96}{13} p_0 = 30 p_0 - \frac{96}{13} p_0 = \frac{390 - 96}{13} p_0 = \frac{294}{13} p_0$

4) $\delta A_{\text{чист}}$ процесс 1-3:

$\delta A_{\text{чист}} = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp = \frac{5}{2} \frac{p_0}{V_0} V dV + 30 p_0 dV + \frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} V dp = 0 \Rightarrow \frac{5}{2} \frac{p_0}{V_0} V dV + 30 p_0 dV + \frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} V dp = 0$
 $V = 10 V_0$

$A_{13} = \Delta U_{13} + A_{13} = \frac{3}{2} (60 p_0 V_0 - 28 p_0 V_0) + 6 V_0 \int \frac{3 p_0}{2} = \frac{3}{2} \cdot 32 p_0 V_0 - 9 p_0 V_0 = 39 p_0 V_0$

$\eta = \frac{39 p_0 V_0}{294 p_0 V_0} = \frac{13}{98}$ $\eta = \frac{13}{98} \approx 13.2\%$



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
<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 во каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

2. 3) $Q_{12} = 9 p_0 V_0$

$$\int Q_{12} = \int \frac{1}{2} p dV + \frac{1}{2} V dp = -\frac{6}{4} \frac{p_0}{V_0} V dV + 3 p_0 dV + \frac{3}{4} \frac{p_0}{V_0} V = 0$$

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

$$V = 1.5 V_0 - \text{эка точка не имеет на нашей графике} \Rightarrow Q_{12} \text{ не берется}$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} |7 p_0 V_0 - 6 p_0 V_0| + \frac{3 p_0 \cdot 6 V_0}{2} = 1.5 p_0 V_0 + 9 p_0 V_0 = 10.5 p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A_{12}}{Q_{12} + Q_{312}} = \frac{9 p_0 V_0}{9 p_0 V_0 + 9 p_0 V_0} = \frac{1}{2} = 0.5$$

Ответ: 1) $\frac{4}{3}$, 2) $\frac{18}{7}$, 3) 0.5



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!

3

1) Внутренняя часть шара радиуса r только хранит заряд Q .
При $x > r$ напряженность зависит как от точечного заряда Q в центре шара, но диэлектрическая проницаемость ϵ раз.

$\forall \epsilon \text{ раз } E_{\text{вн}}(x > R) = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$. При R напряженность убывает как от точечного заряда: $E_{\text{вн}}(R) = \frac{kQ}{R^2}$

2) $-\frac{d\varphi}{dx} = E_x$

1) $\int_{\varphi_R}^{\varphi_x} d\varphi = \int_R^x E dx = \int_R^x \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx$

$$\varphi_R - \varphi_0 = \frac{kQ}{R}$$

$$\varphi_R = \frac{kQ}{R}$$

2) Внутренний: φ_R

$$\int_{\varphi_x}^{\varphi_R} d\varphi = \int_x^R E dx = \int_x^R \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx$$

$$\varphi_x - \varphi_R = -\frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ}{\epsilon x}$$

$$\varphi_x = \varphi_R + \frac{kQ}{\epsilon x} - \frac{kQ}{\epsilon R} = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon x} - \frac{kQ}{\epsilon R}$$

$$\varphi\left(\frac{R}{5}\right) = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{5\epsilon R} - \frac{kQ}{\epsilon R} = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{5\epsilon R} = \frac{kQ}{R} \left(\frac{5\epsilon + 1}{5\epsilon} \right)$$

3) $\varphi\left(\frac{R}{5}\right) = 4\varphi_0 = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{5\epsilon R} - \frac{kQ}{\epsilon R}$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 5\varphi_0 = \frac{kQ}{R} + \frac{3kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{\epsilon R} \quad | \cdot \frac{4}{3}$$

$$\frac{kQ}{R} + \frac{3kQ}{2\epsilon R} - \frac{kQ}{\epsilon R} = \frac{4kQ}{3R} + \frac{12kQ}{5\epsilon R} - \frac{4kQ}{3\epsilon R}$$

$$\frac{1kQ}{3R} + \frac{kQ}{2\epsilon R} = \frac{8}{3} \frac{kQ}{\epsilon R} \quad | \cdot \frac{\epsilon R}{kQ} \cdot 5$$

$$\epsilon + \frac{5}{2} = 8 \rightarrow \epsilon = 5,5$$

Ответ: 1) $\frac{kQ}{R} \left(\frac{5\epsilon + 1}{\epsilon} \right)$; 2) 5,5.



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!

5.

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

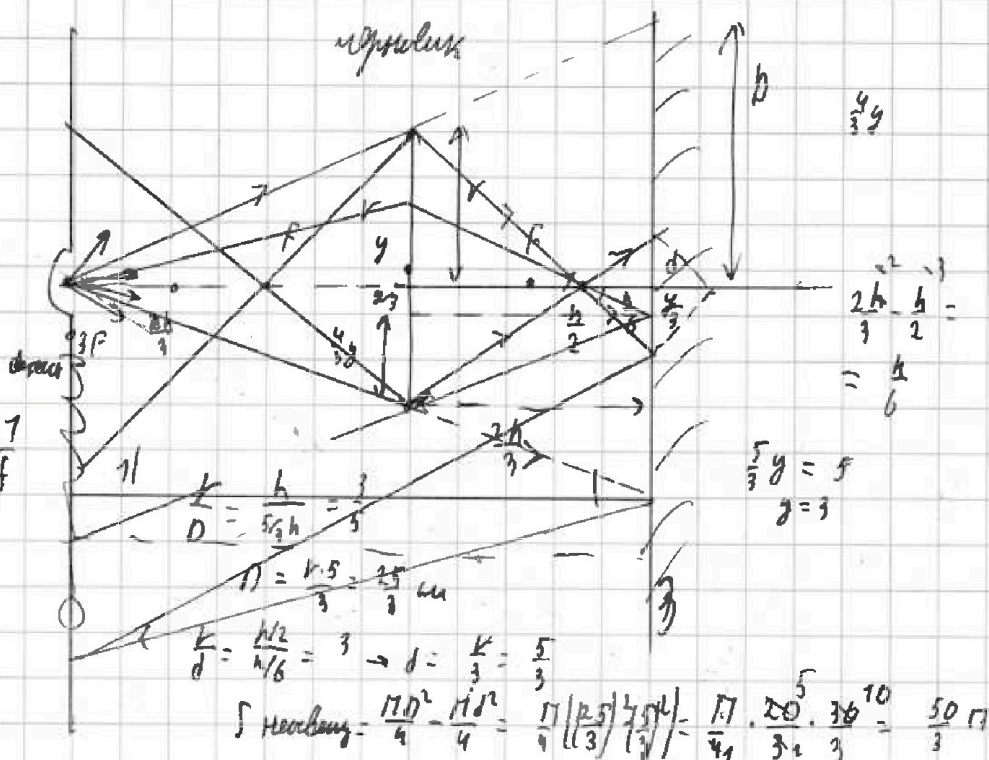
$$V = 56 \text{ м}$$

$$L = \frac{2h}{3}$$

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

$$\frac{1}{f} = \frac{2}{3} F$$

$$f = \frac{3F}{2}$$



$$\frac{k}{D} = \frac{h}{5h} = \frac{1}{5}$$

$$D = 5h = \frac{25}{3} \text{ м}$$

$$\frac{k}{d} = \frac{h/2}{h/6} = 3 \rightarrow d = \frac{k}{3} = \frac{5}{3}$$

$$\int \text{Насколько} = \frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi}{4} \left(\frac{25}{3} \right)^2 - \frac{\pi}{4} \left(\frac{5}{3} \right)^2 = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{20 \cdot 20 \cdot 36}{3} = \frac{50 \pi}{3}$$

$$2) \frac{1}{F} = \frac{1}{2h/3} + \frac{1}{d} = \frac{3F}{2h} + \frac{1}{d} \Rightarrow d = 2F \quad d' = \frac{2h}{3}$$



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!

4. 1) Уменьшение магнитного потока в проводящем контуре приводит к появлению ЭДС индукции: $\Phi = B S_n$; $\mathcal{E}_i = \left| \frac{d\Phi}{dt} \right| = \frac{dB}{dt} S_n$
- Касательная скорость поперечного сечения: $\mathcal{E}_i = L \frac{dI}{dt} + 16L \frac{dI}{dt}$ (при этом магнитный поток сохраняется) $R=0$
- $$2 S_n = 17L \frac{dI}{dt} \rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{2 S_n}{17L} \quad \left(\frac{d\Phi}{dt} = 0 = \frac{d\Phi_{ext}}{dt} + \frac{d\Phi_{ind}}{dt} \right)$$
- 2) При изменении внешнего М.П. ЭДС индукции будут направлены в одну сторону $\Rightarrow \mathcal{E}_z = |\mathcal{E}_{i2} - \mathcal{E}_{i1}|$ $\mathcal{E}_{i1} = \left| S_n \frac{dB_1}{dt} \right|$; $\mathcal{E}_{i2} = \left| S_n \frac{dB_2}{dt} \right|$
- $$\mathcal{E}_z = L \frac{dI}{dt} + 16L \frac{dI}{dt} \quad (R=0, \text{ ЭДС направлены в одну сторону})$$
- $$S_n \left(4 \left| \frac{dB_1}{dt} \right| - \left| \frac{dB_2}{dt} \right| \right) = 17L \frac{dI}{dt} \quad | \cdot dt$$
- $$\Rightarrow I \cdot 17L = S_n \left(4 \cdot \frac{3}{4} B_0 - \frac{2}{3} B_0 \right) = \frac{7}{3} B_0 S_n$$
- $$I = \frac{7 B_0 S_n}{51 L}$$
- Ответ: 1) $\frac{2 S_n}{17 L}$; 2) $\frac{7 B_0 S_n}{51 L}$.



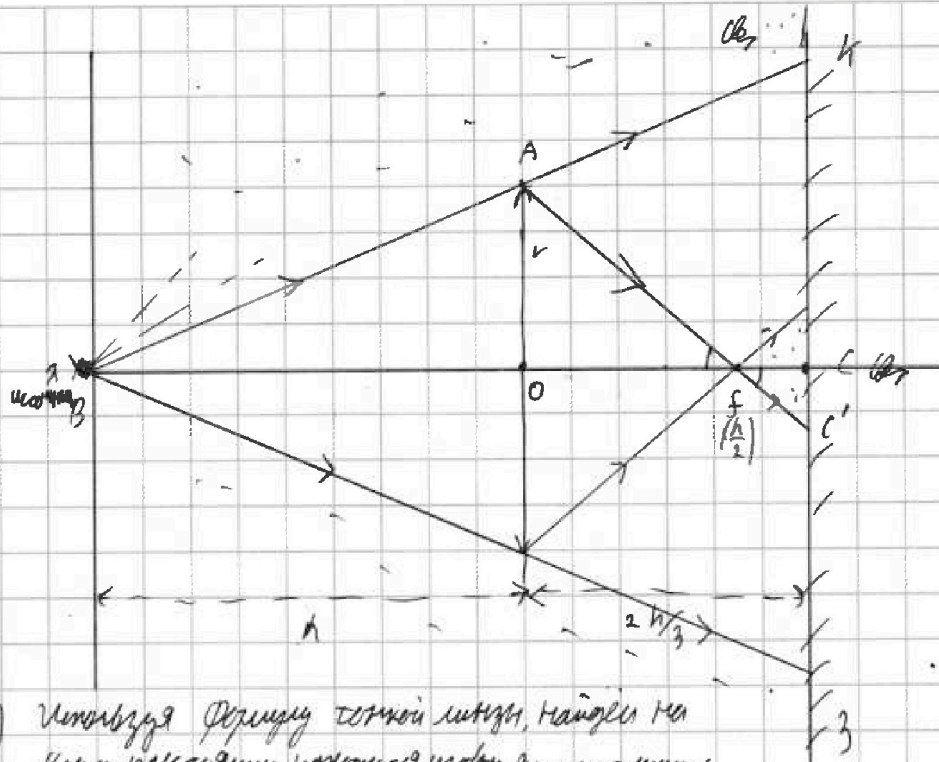
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

5.



- 1) Используя формулу тонкой линзы, найдем на каком расстоянии находится изображение источника:

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

- 2) Присланный луч, проходящий через фокусную линзы. Т.к. это параллельный луч, то часть пройдет не преломившись, а другая пойдет в изображение. Все лучи, идущие ниже, доходят в фокус C, C' .

Нарисовка симметрична оси ON по OC . $fC = \frac{h}{2} + \frac{2h}{3} = \frac{h}{6}$

- 3) Из подобия $\triangle AOD$ и $\triangle C'OC$: $\frac{h/2}{h/6} = \frac{r}{OC'} \Rightarrow OC' = \frac{r}{3}$

Решение задачи 1) Объем конуса $S_1 = \frac{\pi r^2}{9}$

- 4) Из подобия $\triangle BAO$ и $\triangle AKC$:

$$\frac{h}{5/3h} = \frac{r}{KC} \Rightarrow KC = \frac{5}{3}r \Rightarrow S_2 = \frac{\pi 25r^2}{9}$$

$$S_{\text{конуса}} = S_2 - S_1 = \frac{24\pi r^2}{9} = \frac{24 \cdot 25 \pi r^2}{9} = \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2$$



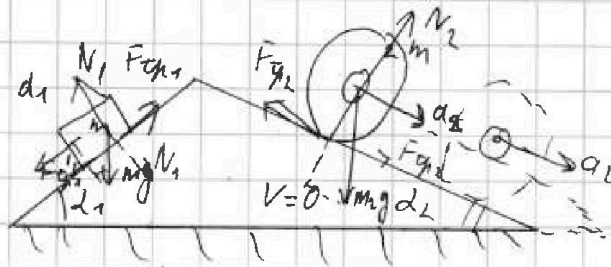
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ 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!

$\sin \alpha_1 = \frac{4}{5}$
 $\sin \alpha_2 = \frac{3}{5}$



$d_2 = \frac{9}{4}$
 черновик

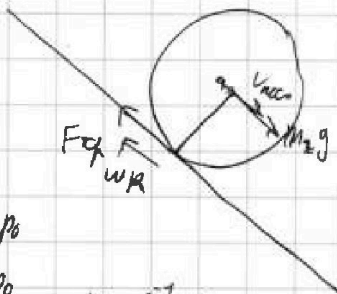
$ma_1 = mgsin\alpha_1 - F_{cp1}$

1) $F_{cp1} = mgsin\alpha_1 - ma_1 = mg \cdot \frac{4}{5} - m \cdot \frac{9}{4} = mg \frac{16-5}{20} = mg \frac{11}{20}$

2) Число точек соприкосновения $\Rightarrow A_{cp} = 0$ или $V_{соедин} = 0$

$-F_{cp2} + mgsin\alpha_2 = ma_2$ $N_2 = m_2 g \cos \alpha_2$

$F_{cp} = m_1 a_1 + 2ma = mgsin\alpha_2 - F_{cp1}$



$V_{соед} = v_{соед} + \omega R$
 $v_{соед} = at$

$v_{соед} = \omega R$
 $at = \omega R$ $a = \frac{14}{8t} R$
 $F_{cp2} = 2m \frac{dv}{dt} R = 2md = 2m \cdot \frac{9}{4} = \frac{mg}{2}$

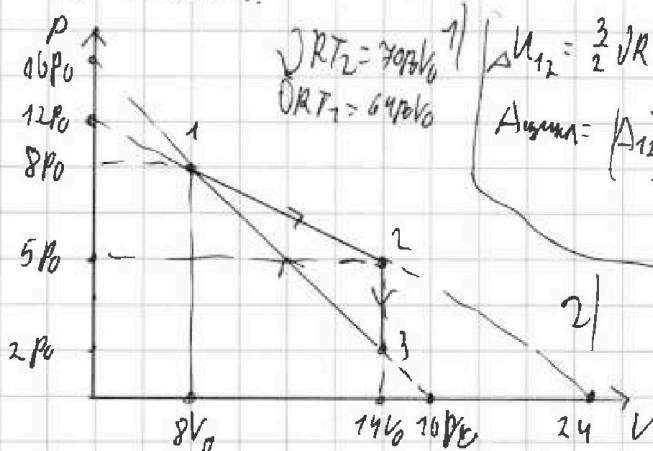
Вопросы 1-2

$P = -\frac{3}{4} P_0 \cdot V + 12 P_0$

$P = -\frac{1}{2} P_0 \cdot V + 12 P_0$

3) Термический эффект

- 2.
- 1) $\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}}$
- 2) T_{max12}
- 3) η



$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \cdot 6 P_0 V_0 = 9 P_0 V_0$
 $A_{12} = (P_1 + P_2) \Delta V = (8P_0 + 10P_0) \cdot 6V_0 = 96 P_0 V_0$

$\nu R T_3 = 28 P_0 V_0$

$T_3 = \frac{28 P_0 V_0}{\nu R}$

$\frac{T_1}{T_2} = \frac{64}{28} = \frac{16}{7}$

$(-\frac{1}{2} P_0 \cdot V + 12 P_0) \cdot V = \nu R T$

$T_{max} = T_1 = 64 P_0 V_0 / \nu R$

$T(V) = -\frac{P_0}{2\nu R} V^2 + \frac{12 P_0 V}{\nu R}$ - парабол, вершина (V_{max}, T_{max})

$T_{max} \text{ при } T = T_{max} \text{ } V_{max} = \frac{b}{2a} = \frac{12 P_0 \nu R}{\nu R \cdot 2 P_0} = 6 V_0 \Rightarrow \text{значение } T_{max}$

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.

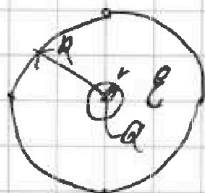
1 2 3 4 5 6 7

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!

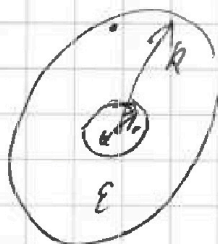


3.



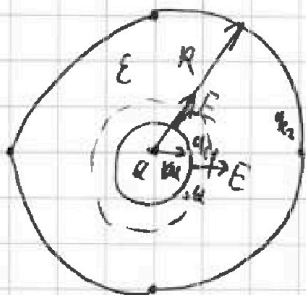
черновик

$$\varphi = \frac{kQ}{r}$$



Аналогично:
$$\varphi = \frac{kQ}{r}$$

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



$$\varphi_1 + \varphi_2 = 0$$

$$E = \frac{kQ}{r^2}$$

$$E' = \frac{kq}{\epsilon r^2}$$

$$\left(\frac{1}{r}\right)' = \left(r^{-1}\right)' = -\frac{1}{r^2}$$

$$-d\varphi = E$$

$$d\varphi = E dx$$

$$d\varphi = -E \cdot dr$$

$$\int_{R-r}^R d\varphi = - \int_{R-r}^R \frac{kQ}{\epsilon r^2} dr$$

$$\Delta\varphi = -\int_{R-r}^R \frac{kQ}{\epsilon r^2} dr = \frac{kQ}{\epsilon} \left[\frac{1}{r} \right]_{R-r}^R$$

$$\varphi_{R-r} - \varphi_R = \frac{kQ}{\epsilon} \left[\frac{1}{R-r} - \frac{1}{R} \right] + \frac{kQ}{\epsilon R} =$$

$$= \frac{kQ}{\epsilon} \left[\frac{1}{R-r} - \frac{1}{R} - \frac{1}{R} \right] =$$

$$= -\frac{kQ}{\epsilon R} \frac{2r}{R-r}$$

$$\begin{array}{r} 42 \\ \times 25 \\ \hline 210 \\ 84 \\ \hline 1030 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 71 \\ \times 6 \\ \hline 426 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 169 \\ \times 9 \\ \hline 1521 \\ 169 \\ \hline 1521 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 169 \\ \times 25 \\ \hline 845 \\ 338 \\ \hline 4225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 677 \\ \times 58 \\ \hline 4225 \end{array}$$

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!

Для процесса 1-2: $\frac{5}{8}V_0 = \frac{5}{8} \cdot 24 = 15 \Rightarrow R$ *подобрана*

$$V_0 \cdot \frac{18 \cdot 5}{81} = 10$$

$$\delta Q_{12} = \nu R dT + p dV$$

$$p = -\frac{1}{2} p_0 \frac{V}{V_0} + 12 p_0$$

$$\nu R dT = p dV + V dp$$

$$\delta Q_{12} = 2 p dV + V dp$$

$$dp = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} dV$$

$$= 2 \left[-\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V + 12 p_0 \right] dV + V \cdot -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} dV = -\frac{p_0}{V_0} V dV + 24 p_0 dV - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V dV =$$

$$= -\frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} V dV + 24 p_0 dV$$

$$Q_{12} = -\frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} \frac{1}{2} V^2 + 24 p_0 V = -\frac{3}{4} \frac{p_0}{V_0} V^2 + 24 p_0 V$$

$$N = \frac{A}{Q_H}$$

$$p_H = -\frac{p_0}{V_0} V + 12 p_0$$

$$Q' = 0 = -\frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} V + 24 p_0 \rightarrow V = \frac{2 \cdot 24 V_0}{3} = 16 V_0 - \text{поиск}$$

$$dp = -\frac{p_0}{V_0} dV$$

$Q_{23} - 100\%$ *оолог*
 $Q_{31} - \text{нежно}$

$$\delta Q_{31} = \nu R dT + p dV = 2 p dV + V dp = -2 \frac{p_0}{V_0} V dV + 32 p_0 dV - \frac{p_0}{V_0} V dV$$

$$Q_{31} = -\frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} V^2 + 32 p_0 V$$

$$Q_{31} = 0 \Rightarrow -\frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} V + 32 p_0 = 0 \Rightarrow V = V_0 \cdot \frac{32}{3} = V_0 \cdot 10 \frac{2}{3} - \text{снова}$$

знаю ответ

$$\Rightarrow \text{от } 14 V_0 \text{ до } 10 \frac{2}{3} V_0 - \text{снова поиск}$$

$$Q_{31} = A_{31} + A_{32}$$

$$\begin{array}{r} 200 \overline{) 3} \\ 18 \overline{) 100} \\ \underline{20} \\ 18 \\ \underline{2} \\ 66 \frac{2}{3} \end{array}$$