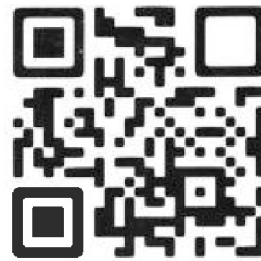




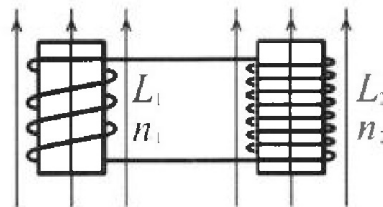
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

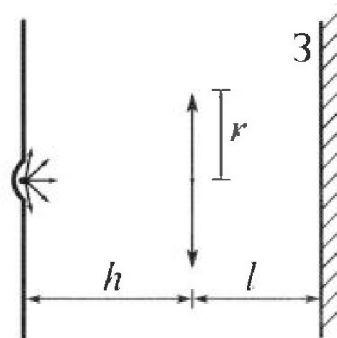


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. В начале 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 $2B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $B_0/3$ до $B_0/12$, 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 $F = 2h$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 2$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h$ 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 $[\text{см}^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.



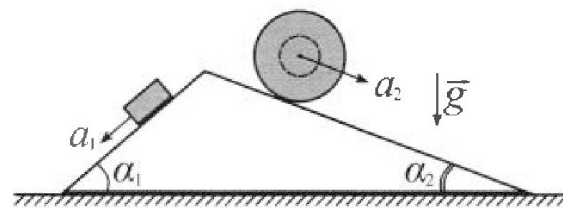
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 7g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $5m$ с ускорением $a_2 = 8g/25$ (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.

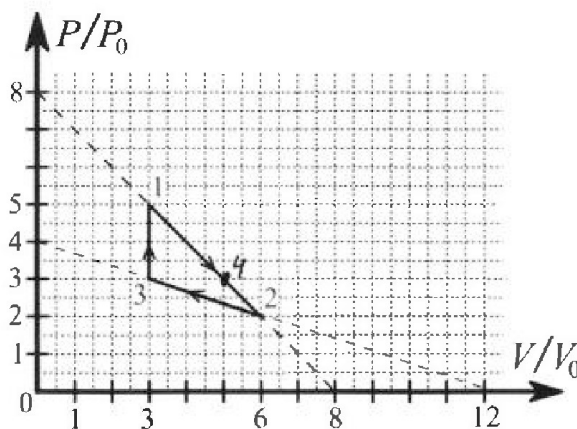


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

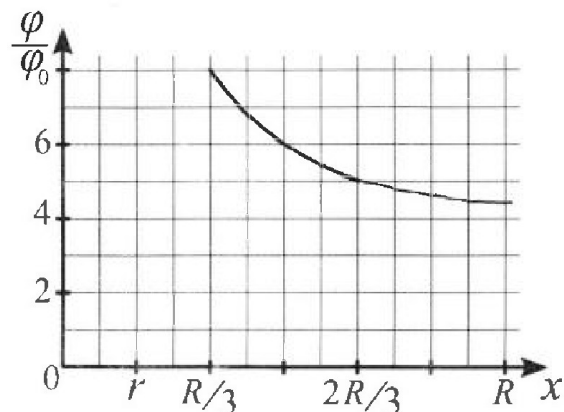
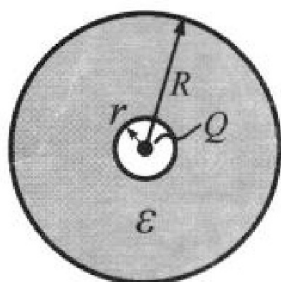
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 $x = 3R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



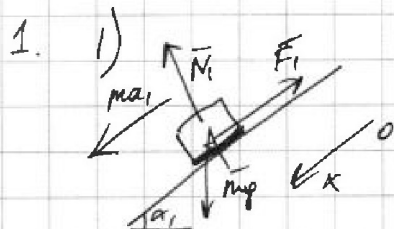


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

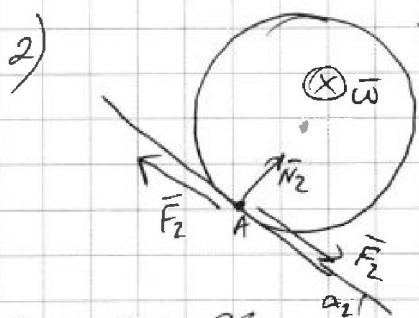
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



|| 3. Н. на ОХ:

$$ma_1 = \frac{7}{17}mg = mg \sin \alpha_1 - F_1 = \frac{3}{5}mg - F_1$$

$$F_1 = \left(\frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right) mg = \frac{16}{85} mg$$



5ma_2 (т.к. точка А неподвижна, она является мгновенным центром вращения, значит $v_R = (\omega R + v) \cdot 2R$, где ω - мгновенная угловая скорость шара относительно центра шара $\Rightarrow \dot{v} = a_2 = -\frac{1}{2}\dot{\omega}R$)

Определим F_2 :

Знаем $F_2 = Ma_2$ по правилу моментов.

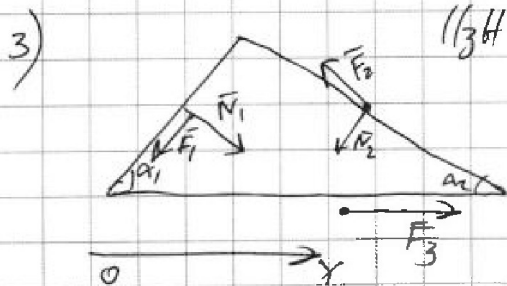
Для точки А справедливо:

$$mR\dot{a}_2 = (F_2 - F_{\text{тяг}})R$$

Знаем правило моментов относительно центра $\Rightarrow$

$$mR\dot{a}_2 = F_2 - ma_2$$

$$F_2 = \frac{5 \cdot 8}{25} mg = \frac{8}{5} mg$$



|| 3. Н. на осн ОУ:

$$F_3 = F_1 \cos \alpha_1 - N_1 \sin \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 + N_2 \sin \alpha_2$$

$$N_1 = mg \cos \alpha_1 \text{ (из 1 пункта)}$$

$$N_2 = 5mg \cos \alpha_2 \text{ (из 2 пункта)}$$

$$F_3 = \left(\frac{16}{85} \cdot \frac{4}{5} - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} + \frac{8}{5} \cdot \frac{3}{17} + \frac{5 \cdot 15}{17} \cdot \frac{8}{17} \right) mg =$$

$$= \left(\frac{1}{5} \left(\frac{64}{85} - \frac{12}{5} \right) + \frac{1}{17} \left(24 + \frac{600}{17} \right) \right) mg = \left(-\frac{140}{85 \cdot 5} + \frac{1008}{289} \right) mg =$$

$$= \frac{1}{17} \left(\frac{1008}{17} - \frac{140}{25} \right) mg = \frac{1}{17} \cdot \frac{4564}{17 \cdot 5} mg = \frac{4564}{1445} mg$$

Ответ: 1) $\frac{16}{85} mg$; 2) $\frac{8}{5} mg$; 3) $\frac{4564}{1445} mg$.



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!

$$2. 1) \Delta U_{31} = \frac{3}{2}(\nu R T_2 - \nu R T_3) = \frac{3}{2}(15p_0 V_0 - 9p_0 V_0) = 6p_0 V_0 \cdot \frac{3}{2}$$

$$A = \int_{123} = \frac{2p_0 \cdot 3V_0}{2} = 3p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{\Delta U_{31}}{A} = \frac{6 \cdot 3}{2 \cdot 3} = 3.$$

$$2) \nu R T_{12} = pV = (8p_0 - \frac{p_0}{V_0} V) V = 8p_0 V - \frac{p_0}{V_0} V^2 -$$

$$- \text{парабола, } x_0 = -\frac{b}{2a} = \frac{8p_0 \cdot V_0}{2p_0} = 4V_0, \nu R T_{2\max} = 8p_0 \cdot 4V_0 - \frac{p_0}{V_0} \cdot 16V_0 = 16p_0 V_0$$

$$\nu R T_2 = 12p_0 V_0 \Rightarrow x_2 = \frac{16}{12} = \frac{4}{3}.$$

$$3) \delta Q = \frac{3}{2}(pdV + Vdp) + pdV = \frac{5}{2}pdV + \frac{3}{2}Vdp \Rightarrow$$

$$5pdV + 3Vdp > 0 \text{ если процессу подходит}$$

$$\delta Q = 0 \text{ для 1-2:}$$

$$p_{12}(V) = 8p_0 - \frac{p_0}{V_0} V$$

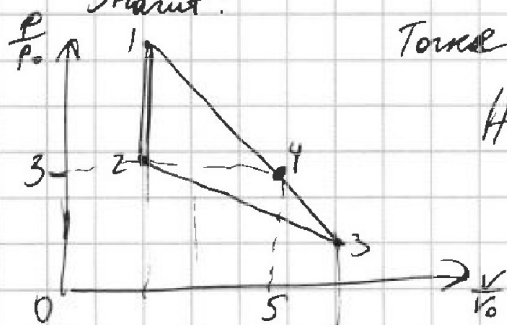
$$\delta Q_{12} = 5(8p_0 - \frac{p_0}{V_0} V)dV - \frac{3Vp_0}{V_0} dV = 0 \Rightarrow V = 5V_0$$

$$\delta Q = 0 \text{ для 2-3:}$$

$$p_{23}(V) = 4p_0 - \frac{p_0}{3V_0} V$$

$$\delta Q_{23} = 5(4p_0 - \frac{p_0}{3V_0} V)dV - \frac{3Vp_0}{3V_0} dV = 0 \Rightarrow V = \frac{15}{2}V_0$$

Значит:



Точка 4 соответствует $V = 5V_0$, $p = 3p_0$.

На участке 2-4 $\delta Q > 0$, на 4-2 $\delta Q < 0$.

$$\eta = \frac{Q_-}{Q_+} = \frac{A}{Q_+}$$



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!

$$Q_+ = \Delta U_{43} + A_{43}^{S_0} = \frac{3}{2}(VRT_4 - VRT_3) + \frac{(3p_0 + 5p_0) \cdot 2V_0}{2} =$$
$$= \frac{3}{2}(15p_0V_0 - 9p_0V_0) + p_0V_0 = \frac{3}{2} \cdot 6p_0V_0 + p_0V_0 = 17p_0V_0$$

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{17p_0V_0}{3p_0V_0} = \frac{17}{3}$$

Order: 1) 3
2) 4/3
3) 17/3

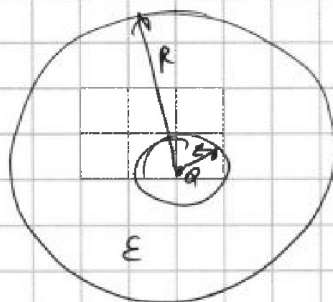


1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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)



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

(внешнее поле в диэлектрике уменьшается в ϵ раз)

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

$$\varphi\left(\frac{3R}{4}\right) = \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} \right) + \frac{4kQ}{\epsilon \cdot 3R}$$

$$2) \begin{cases} \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 8\varphi_0 \Rightarrow 8\varphi_0 = A + \frac{3\alpha}{R} \\ \varphi\left(\frac{R}{2}\right) = 6\varphi_0 \Rightarrow 6\varphi_0 = A + \frac{2\alpha}{R} \end{cases} \Rightarrow 6A + \frac{18\alpha}{R} = 8A + \frac{16\alpha}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2A = \frac{2\alpha}{R} \Rightarrow AR = \alpha \Rightarrow \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} \right) = \frac{kQ}{\epsilon} \Rightarrow \epsilon = 2.$$

Ответ: 1) ~~$\frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} \right) + \frac{4kQ}{3\epsilon R}$~~ $\varphi\left(\frac{3R}{4}\right) = \frac{kQ}{R} \frac{(3\epsilon + 1)}{3\epsilon}$

2) $\epsilon = 2.$



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.

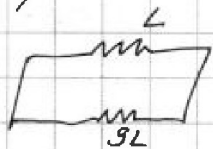
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 из 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) Закон Э-М. инд.: $\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{dB_n S}{dt} = A S n$



Затем обход: $LI + 9LI = 10LI = ASn$
 $\dot{I} = \frac{ASn}{10L}$

2) Для первой катушки:

$$-\frac{d\Phi_1}{dt} = -\frac{dB_1 S n}{dt} = \frac{L \Delta I_1}{dt} \Rightarrow -\Delta B_1 S n = L \Delta I_1$$

Аналогично для второй: $-\Delta B_2 \cdot S \cdot 3n = 9L \Delta I_2$

Т.к. внешнего тока нет, то: $I_K = \Delta I_1 + \Delta I_2 = -\left(\frac{\Delta B_1 S n}{L} + \frac{\Delta B_2 \cdot 3S n}{9L}\right)$

где I_K - общий ток в катушках
 $-\Delta B_1 = \frac{2B_0}{3} - B_0 = -\frac{B_0}{3}$

$$-\Delta B_2 = \frac{4B_0}{3} - B_0 = \frac{B_0}{3}$$

$$I_K = \frac{B_0 S n}{3L} + \frac{B_0 S n}{4 \cdot 3L} = \frac{B_0 S n}{L} \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{12}\right) = \frac{5}{12} \frac{B_0 S n}{L}$$

Ответ: $\frac{5 B_0 S n}{12 L}$

1) $\frac{ASn}{10L}$

2) $\frac{5 B_0 S n}{12 L}$



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) По формулам точной линии $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$, где a - расстояние до предмета, b - до изображения.

$a_1 = h$, $F = 2h$: $\frac{1}{h} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{2h} \Rightarrow b_1 = -2h$.

Лучи сойдутся в точке A:

неосвещенные области

$\frac{r_2}{z} = \frac{2h}{h}$

$\frac{r_1}{z} = \frac{3h}{2h}$

подобие треугольников

S , освещенной части зеркала: $S_1 = \pi r_2^2 - \pi r_1^2 = \pi \left(4 - \frac{9}{4} \right) z^2 =$

$= \pi \left(\frac{7}{4} \right) z^2 = \frac{7}{4} \pi z^2 = \frac{7}{4} \cdot 4 \pi \text{ см}^2 = 7 \pi \text{ см}^2$

2) ~~Отразил стену в стену*, т.е. имел зеркало. Изображение A в A*.~~



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

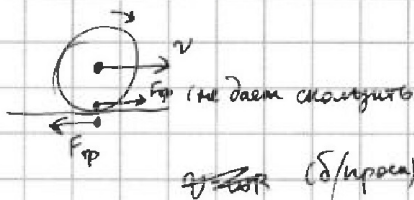
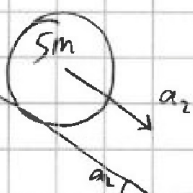
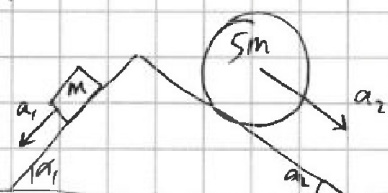


СТРАНИЦА

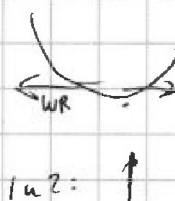
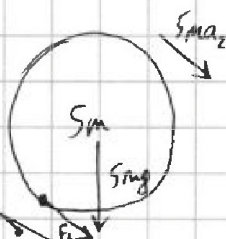
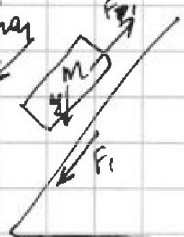
___ ИЗ ___

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!

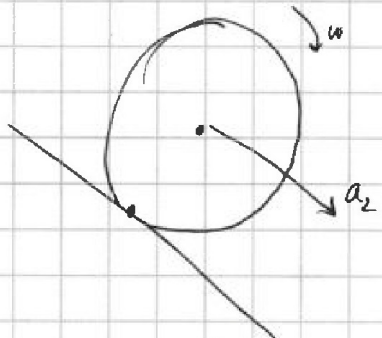
$$\frac{3}{5} - \frac{7}{17} = 16$$



$$\begin{array}{r} \times \frac{17}{5} \\ 51 \\ - 35 \\ \hline 16 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} \times \frac{17}{5} \\ 51 \\ - 35 \\ \hline 16 \end{array}$$



$$\begin{aligned} V \cdot R &= \omega R + v R \cdot 2 \\ 2 \omega R^2 + v R &= 0 \\ \dot{v} &= -2 \dot{\omega} R \\ a_2 &= -2 \dot{\omega} R \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Уравнения: } m R^2 \dot{\omega} &= F_{\phi 2} \\ 2 m R^2 \dot{\omega} &= -F_2 = 2 m R^2 \frac{a_2}{2 R} \\ F_{\phi 2} &= F_2 = 5 m a_2 \end{aligned}$$

$$\frac{3}{5} - \frac{7}{17}$$

$$a_2 = -2 \dot{\omega} R$$

$$\dot{\omega} = \frac{-a_2}{2 R}$$

$$\begin{aligned} \text{Отсюда: } 0 \cdot a_2 + m R^2 \dot{\omega} &= F_2 \\ F_2 &= \frac{m R a_2}{2 R} \end{aligned}$$



$$F_2 =$$



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
 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!

$$pV^{\frac{5}{3}} = \text{const}$$

$$p_{12} = p_0 - \frac{p_0}{V_0} V$$

$$p_{23} = 4p_0 - \frac{p_0}{3V_0} V$$

$$5pdV + 3Vdp = 0$$

$$\text{Кас: } (pV^{\frac{5}{3}})' = -p'V^{\frac{5}{3}} + \frac{5}{3}V^{\frac{2}{3}}pV' = 0$$

$$p' = (cV^{\frac{5}{3}})' = c \cdot (-\frac{5}{3}) V^{-\frac{2}{3}} = -\frac{5}{3} \frac{c}{V^{\frac{2}{3}}}$$

$$1-2: 5(p_0 - \frac{p_0}{V_0} V) dV = \frac{3p_0}{V_0} dV V$$

$$2-3: 5(4p_0 - \frac{p_0}{3V_0} V) dV = \frac{3p_0}{3V_0} V dV$$

$$40p_0 - \frac{5p_0}{3} V = \frac{p_0}{3} V$$

$$5V_0 = V$$

$$20p_0 - \frac{5p_0}{3} V = \frac{p_0}{3} V$$

$$5V_0 = \frac{2}{3} V$$

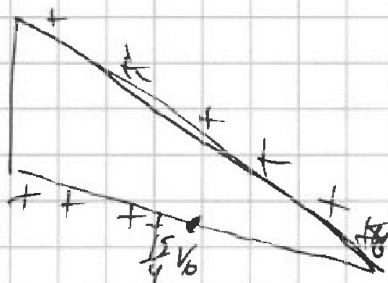
$$15V_0 = V$$

$$20 = \frac{2}{3} V$$

$$V = \frac{15}{4} V_0$$

$$1-2: 5pdV + 3Vdp = 5(p_0 - \frac{p_0}{V_0} V) dV + 3 \frac{p_0}{V_0} V dV$$

$$2-3: 20p_0 - \frac{5}{3} p_0 - 3p_0 = 0$$



$$Q_+ = \frac{3}{2} p_0 V_0$$

$$\Delta U$$

$$\Delta U$$

$$40p_0 - \frac{5p_0}{3} V = \frac{3p_0}{3} V$$

$$8p_0 V = 40p_0 V_0$$

$$V = 5V_0$$

$$20p_0 - \frac{5p_0}{3} V = \frac{p_0}{3} V$$

$$\frac{20p_0}{3} = \frac{2p_0}{3} V$$

$$V = 10V_0$$

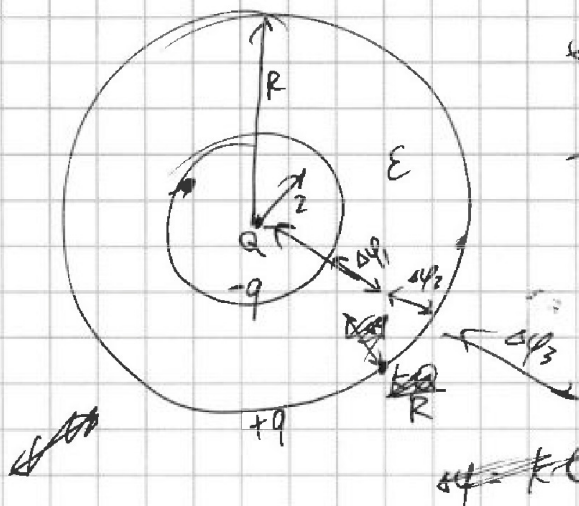
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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.



$$\varphi(x) = D = \epsilon \epsilon_0 E$$

$$\frac{kQ}{x^2} - \frac{kq}{x^2} \quad E = \frac{D}{\epsilon \epsilon_0}$$

$$\frac{k(Q-q)}{x^2} \quad D = \frac{kQ}{x^2}$$

$$E = \frac{k(Q-q)}{x^2}$$

$$Q = \epsilon(Q-q) \\ q = \frac{Q(\epsilon-1)}{\epsilon}$$

$$\Delta\varphi_1 = kQ \left(-\frac{1}{2} \right) + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{x} \right)$$

$$\Delta\varphi_2 = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{R} \right)$$

$$\Delta\varphi_3 = kQ \left(\frac{1}{R} \right)$$

$$\Delta\varphi_1 + \Delta\varphi_2 + \Delta\varphi_3$$

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

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{kQ}{3R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} \right) + \frac{kQ}{\epsilon \cdot \frac{R}{3}} = \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} \right) + \frac{kQ \cdot 3}{\epsilon R}$$

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{R} A + \frac{3kQ}{\epsilon R}$$

$$6\varphi_0 = A + \frac{3kQ}{R}$$

$$8\varphi_0 = A + \frac{3kQ}{R}$$

$$2\varphi_0 = \frac{kQ}{R}$$

$$8A + \frac{16kQ}{R} = 6A + \frac{18kQ}{R}$$

$$2A = \frac{2kQ}{R}$$

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

$$1 = \frac{2}{\epsilon} \quad \epsilon = 2$$



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!

$$1) \Delta U_{31} = \frac{3}{2} (pRT_1 - pRT_3) \approx \frac{3 \cdot 12}{2} = 18$$

$$pRT_1 = 5p_0 V_0 \approx 15p_0 V_0$$

$$pRT_3 = 9p_0 V_0$$

$$X_1 = 6$$

$$A_y = \frac{2 \cdot 3}{2} = 3$$

$$2) p(V) = p_0 - p_0 \frac{V}{V_0} \quad p_0 - p_0 \frac{V}{V_0}$$

$$pRT = \int (p_0 - \frac{p_0}{V_0} V) V = p_0 V - \frac{p_0}{2V_0} V^2$$

$$\text{верш: } \frac{-b}{2a} = \frac{-p_0}{\frac{p_0}{V_0} \cdot 2} = 4V_0$$

$$pRT_2 = 12p_0 V_0$$

$$pRT_{\max} = p_0 \cdot 4V_0 - \frac{p_0}{2V_0} \cdot 16V_0 = 16V_0 p_0$$

$$X_2 = \frac{16}{12} = \frac{4}{3}$$

3) Какиме адиабата:

$$C_p = C_v + R$$

$$\frac{C_p}{C_v} = \frac{5}{3}$$

$$\delta Q = p dV + \frac{3}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp = 0$$

$$5p dV + 3V dp = 0 \quad pV^{\frac{5}{3}}$$

$$1-2: \frac{5}{2} (p_0 - \frac{p_0}{V_0} V) dV + 3V \cdot (-\frac{p_0}{V_0}) = 0$$

$$5(p_0 - \frac{p_0}{V_0} V) dV = 3V \frac{p_0}{V_0}$$

$$(\frac{5}{2} p_0 - \frac{5p_0}{2V_0} V) V^{\frac{5}{3}} = \frac{3p_0}{2V_0} V^{\frac{5}{3}}$$

$$\frac{5}{2} p_0 V_0 (1 - \frac{5}{3}) = \frac{3p_0}{2} V$$

$$2-3: (4p_0 - \frac{p_0}{3V_0} V) V^{\frac{5}{3}} = 3p_0 (3V_0)^{\frac{5}{3}}$$

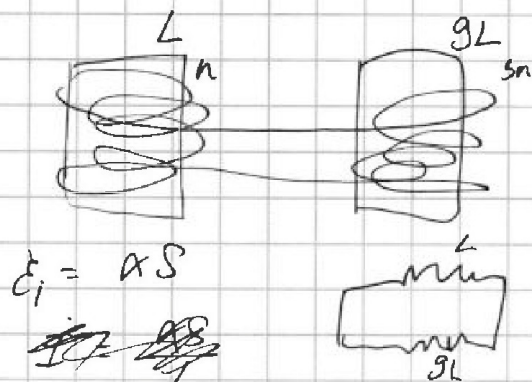


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

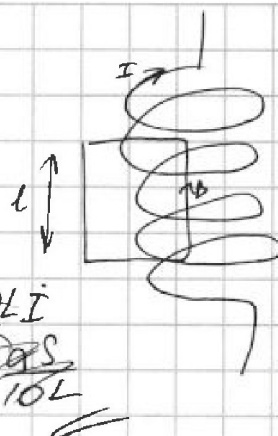
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!



$$\mathcal{E} = 10LI \dot{I}$$

$$\dot{I} = \frac{\mathcal{E}}{10L}$$



$$B = \mu I n$$

$$dB = \mu I n$$

$$\oint B \cdot d\mathbf{l} = \mu I n$$

$$B l = \mu I n$$

$$\mathcal{E} = \frac{dB}{dt} S = \frac{\mu n I S}{l}$$

$$L: B_0 \rightarrow \frac{2B_0}{3} \quad (\text{неравномерно})$$

$$9L: \frac{4B_0}{3} \rightarrow \frac{B_0}{12}$$

$$3B_0: \mathcal{E} = \frac{dB}{dt} S$$

$$I_k - ?$$

$$\Phi = \mu B S$$

$$\Phi_1 = \mu$$

$$10LI = \mathcal{E} = \alpha S n$$

$$\mathcal{E} = \alpha S n$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = L \dot{I}_1 = \frac{dB_1}{dt} S n$$

$$\frac{d\Phi_2}{dt} = 9L \dot{I}_2$$

$$\frac{d\Phi}{dt} \text{ обч} = (\Delta B_1 + 3\Delta B_2) S n$$

$$10L \Delta I = (\Delta B_1 + 3\Delta B_2) S n$$

$$10L \Delta I = \frac{4B_0}{3} S n$$

$$I = \frac{4B_0 S n}{30L} = \frac{2B_0 S n}{15L}$$

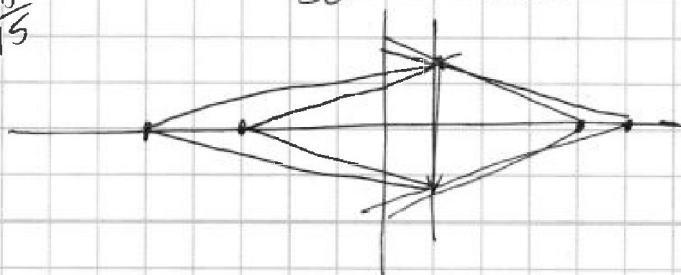
$$L \Delta I_1 = \Delta B_1 S n$$

$$9L \Delta I_2 = 3\Delta B_2 S n$$

$$L \Delta I_1 = \frac{B_0}{3} S n$$

$$9L \Delta I_2 = \frac{B_0}{9} S n$$

$$\frac{289}{1445}$$



$$\begin{array}{r} \times 25 \\ 49 \\ \hline 225 \\ 100 \\ \hline 1225 \\ 576 \\ \hline 649 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 36 \\ 16 \\ \hline 216 \\ 36 \\ \hline 576 \end{array}$$

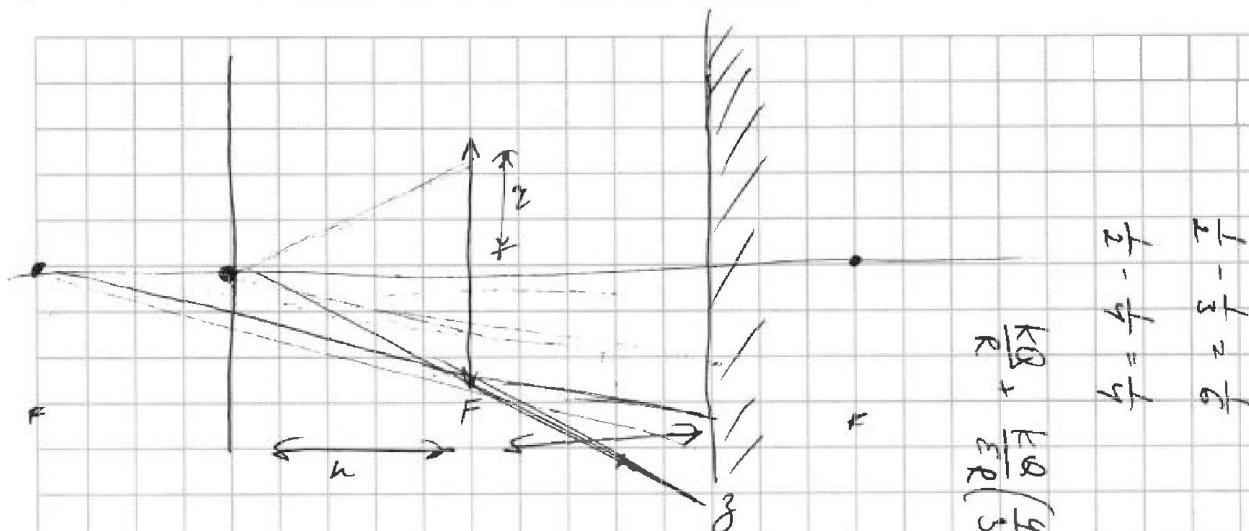
$$\begin{array}{r} \times 49 \\ 16 \\ \hline 294 \\ 49 \\ \hline 1784 \\ 196 \\ \hline 196 \end{array}$$

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!



$$\frac{1}{2} - \frac{1}{3} = \frac{1}{6}$$

$$\frac{1}{2} - \frac{1}{4} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{KQ}{R} + \frac{KQ}{ER} \left(\frac{4}{3} - 1 \right) = \frac{KQ}{R} + \frac{KQ}{3ER} = \frac{KQ}{R} \left(1 + \frac{1}{3E} \right) = \frac{KQ}{R} \frac{(3E+1)}{3E}$$

$$= \frac{KQ}{R} \frac{(3E+1)}{3E}$$

$$a_2 = \frac{2}{3} F$$

$$a_2 = 2F$$

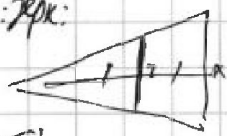
$$\frac{1}{2F} + \frac{1}{6} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{6} = \frac{1}{2F}$$

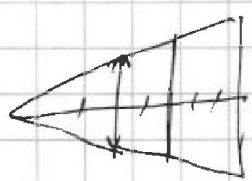
$$6 = 2F$$

Еще вариант: $\frac{2}{F} + \frac{1}{6} = \frac{1}{F}$ $a = -F$
 $a = -\frac{F}{2}$

Несовмещ. перем.

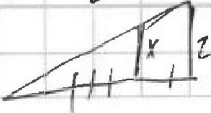


$$x = 2z$$



$$x = 4z$$

$$x = 3z$$



$$3z \downarrow \quad 4z \downarrow$$

назад

осле