



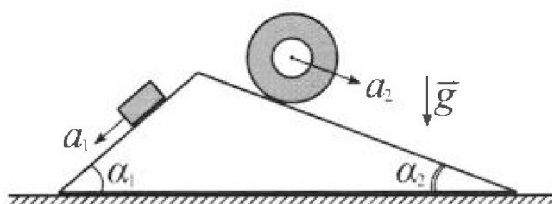
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $4m$ с ускорением $a_2 = 5g/24$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту 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.

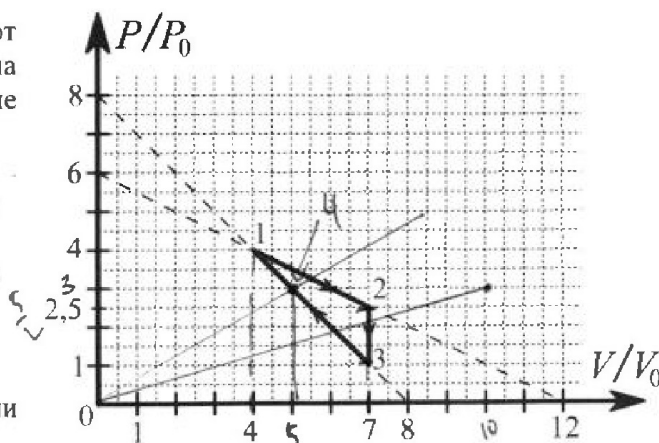


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

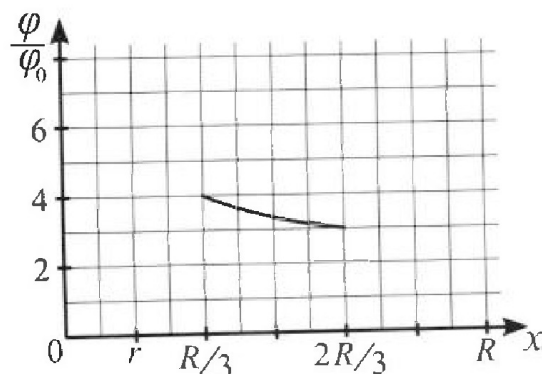
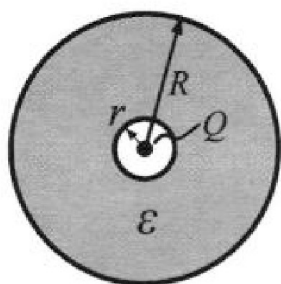
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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

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





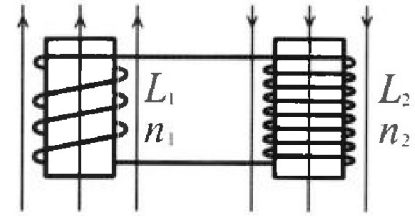
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

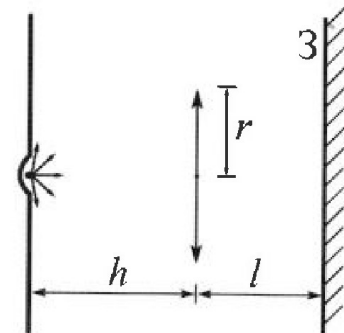


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки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



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $B_0/2$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $2B_0$ до $2B_0/3$, не изменив направления. Внешние поля в катушках 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 $F = h/2$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 3$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ расположено параллельно стене плоское зеркало 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.

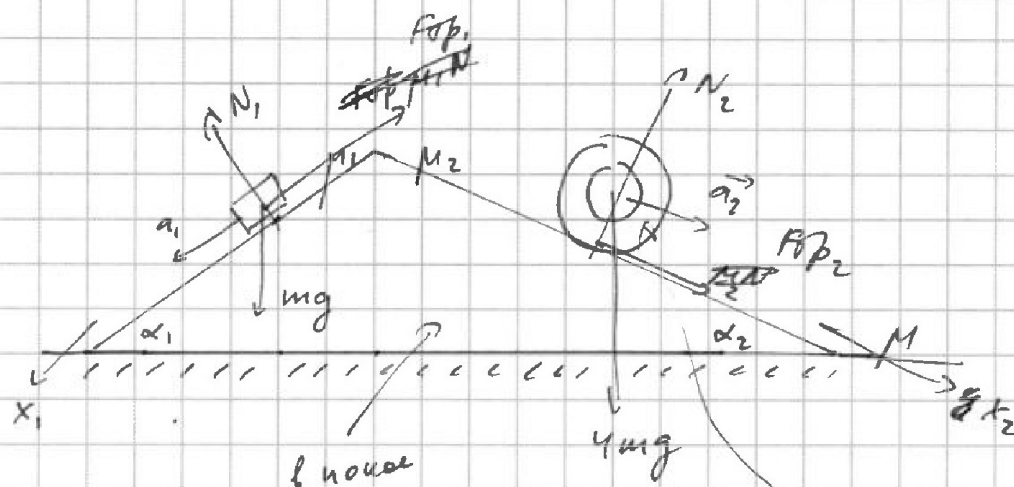


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\begin{aligned} a_1 &= \frac{5}{13} g \\ a_2 &= \frac{5}{24} g \\ \sin \alpha_1 &= \frac{5}{13} \\ \sin \alpha_2 &= \frac{5}{13} \end{aligned}$$

II з.к. для блока:

$$m \vec{a}_1 = \vec{N}_1 + m \vec{g} + \vec{F}_{op1}$$

$$m a_{x_1} = m a_1 = m g \sin \alpha_1 - F_{op1} = \frac{5}{13} m g - F_{op1}$$

$$\begin{aligned} \frac{5}{13} m g &= \frac{5}{13} m g - F_{op1}; \quad F_{op1} = \frac{5}{13} m g - \frac{5}{13} m g = \\ &= \frac{39 - 25}{65} m g = \frac{14}{65} m g \end{aligned}$$

для цилиндра

$$4m \vec{a}_2 = \vec{N}_2 + 4m \vec{g} + \vec{F}_{op2}$$

$$4m a_{x_2} = 4m a_2 = 4m g \sin \alpha_2 + F_{op2}$$

$$\begin{aligned} F_{op2} &= \frac{5}{24} m g - 4 \cdot \frac{5}{13} m g = 20 m g \left(\frac{1}{24} - \frac{1}{13} \right) = - \frac{20 \cdot 11}{12 \cdot 24 \cdot 13} m g = \\ &= - \frac{110}{156} m g \end{aligned}$$

ω - угл. скорость ун

v - скор. центра цилиндра

r - радиус цилиндра

$$v = \omega r \quad (\text{уч. при вычислениях})$$

знак, для
напр. F_{op2}
друго скорост.
напр. -
напр.



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!

правило моментов: (ош. у. угла)ра)

$$M = \gamma B$$

$$M = F \rho_2 \cdot r$$

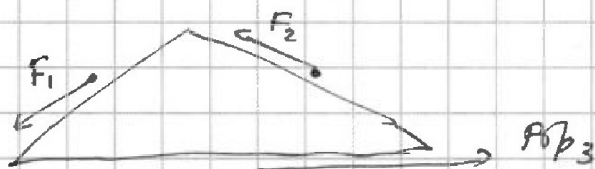
Р-и описи и ман, действ. на него:

(описи не описи) $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_{\rho_3} = \vec{0}$

$$\vec{F}_{\rho_1} = -\vec{F}_1$$

$$\vec{F}_{\rho_2} = -\vec{F}_2$$

направление



$$F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 = F_{\rho_3}$$

$$F_{\rho_3} = \frac{4}{5} F_1 + \frac{12}{13} F_2 = \left(\frac{4}{5} \cdot \frac{14}{65} + \frac{12}{13} \cdot \frac{110}{156} \right) \text{ н} = \left(\frac{4 \cdot 14}{25 \cdot 13} - \frac{110}{13^2} \right) \text{ н} =$$

$$= \frac{2}{13} \left(\frac{28}{25} - \frac{11 \cdot 55}{13} \right) \text{ н} = \frac{2(384 - 1375)}{13 \cdot 25 \cdot 13} \text{ н} = \frac{2 \cdot 991}{13 \cdot 15 \cdot 13} \text{ н}$$

$$\begin{array}{r} 28 \\ \cdot 13 \\ \hline 94 \\ 201 \\ \hline 361 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1375 \\ - 384 \\ \hline 991 \end{array}$$

$$= \frac{2 \cdot 991}{13^2 \cdot 5^2}$$

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!

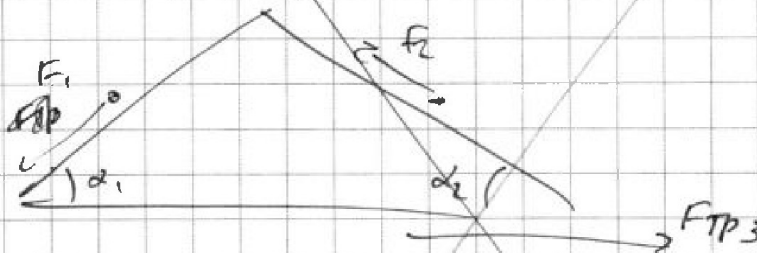


$$\frac{4mg_2}{2} = 4mg \cdot \frac{5}{13} + F_{op2}$$

$$F_{op2} = \frac{4mg}{2} \cdot \frac{5}{13} - \frac{20}{13} mg = \frac{20}{12} - \frac{20}{13} mg =$$

$$= \frac{(13-12) \cdot 20}{13 \cdot 12} mg = \frac{5}{39} mg$$

по формуле
умень на
вправо. $g \sin \alpha$.



[1] 5.4.

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_{op1}$$

$$\vec{F}_2 = -\vec{F}_{op2}$$

$$0 = F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 - F_{op3}$$

$$\frac{4}{5} F_1 + \frac{12}{13} F_2 = F_{op3}$$

$$F_{op} = \frac{4}{5} \cdot \frac{14}{65} mg + \frac{12}{13} \cdot \frac{5}{13} mg = \frac{4}{13} \left(\frac{14}{25} - \frac{5}{13} \right) mg$$

$$= \frac{4 \cdot (13 \cdot 14 - 5 \cdot 25)}{13 \cdot 13 \cdot 25} mg = \frac{4(182-125)}{13 \cdot 13 \cdot 25} mg = \frac{4 \cdot 57}{13 \cdot 13 \cdot 25} mg$$

$$\begin{array}{r} 13 \\ 14 \\ \hline 52 \\ 13 \\ \hline 182 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 182 \\ -125 \\ \hline 57 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13 \cdot 5 \\ 65 \\ 169 \\ 25 \\ \hline 845 \\ 52 \end{array}$$



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
1 из 4

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!

$$1) \frac{|\Delta U_{23}|}{A} - ?$$

$$\Delta U_{23} = \sum_{i=3}^2 \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) =$$

$$= \frac{3}{2} (7 p_0 V_0 - \frac{35}{2} p_0 V_0) = \frac{3}{2} p_0 V_0 \left(\frac{14 - 35}{2} \right) =$$

$$= -\frac{3}{2} \cdot \frac{21}{2} p_0 V_0 = -\frac{63}{4} p_0 V_0$$

$$A = S_{123} = \frac{1}{2} \cdot 3 V_0 \cdot 1,5 p_0 = \frac{3 \cdot 3}{2} p_0 V_0 = \frac{9}{2} p_0 V_0$$

$$\frac{|\Delta U_{23}|}{A} = \frac{+\frac{63}{4} p_0 V_0}{\frac{9}{2} p_0 V_0} = \frac{63}{9} = 7$$

$$pV = \nu RT$$

$$0) 4 p_0 \cdot 4 V_0 = \nu RT_1,$$

$$16 p_0 V_0 = \nu RT_1,$$

$$2,5 p_0 \cdot 7 V_0 = \nu RT_2$$

$$\frac{35}{2} p_0 V_0 = \nu RT_2$$

$$p_0 \cdot 7 V_0 = \nu RT_3$$

$$7 p_0 V_0 = \nu RT_3$$

2) Запишем ур-е, дающее искомую 1-2:

$$p = 6 p_0 - \frac{6 p_0}{12 V_0} V = 6 p_0 - \frac{p_0}{2 V_0} V$$

$$pV = \nu RT; \quad T \rightarrow \max, \text{ когда } pV \rightarrow \max$$

$$pV = \left(6 p_0 - \frac{p_0}{2 V_0} V \right) V = \left(6 p_0 \right) V - \left(\frac{p_0}{2 V_0} \right) V^2 \rightarrow \max$$

парабола ветвится вниз,
а значит максимум в верш.

$$V_{\text{верш}} = -\frac{b}{2a} = -\frac{-6 p_0}{-\frac{p_0}{V_0}} = 6 V_0$$

$$pV_{\text{max}} = \left(6 p_0 - \frac{p_0}{2 V_0} \cdot 6 V_0 \right) \cdot 6 V_0 = \left(6 p_0 - 3 p_0 \right) \cdot 6 V_0 = 3 p_0 \cdot 6 V_0 = 18 p_0 V_0$$

$$p(6 V_0) = 6 p_0 - \frac{p_0}{2 V_0} \cdot 6 V_0 = 6 p_0 - 3 p_0 = 3 p_0$$



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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 4

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

$$p_{T_{\max}} V_{T_{\max}} = 3p_0 \cdot 6V_0 = 18p_0V_0 = 2RT_{\max}$$

т.е. точка $(3p_0, 6V_0, 3T_0)$ лежит на 1-2, все ок

$$\left| \frac{T_{\max}}{T_1} \right| = \frac{2RT_{\max}}{2RT_1} = \frac{12p_0V_0}{18p_0V_0} = \left| \frac{9}{8} \right|$$

$$3) \quad \eta = \frac{A}{Q_{\text{non}}} = \frac{A}{A + |Q_{\text{reg}}|}$$

$$\text{или } \frac{p}{p_0} = \frac{V}{V_0}$$

$$Q_{23} < 0 \quad (\Delta T_{23} < 0; A = 0)$$

$T_{\max} = T_1$ (из сообр. того, что изохорический процесс, т.е. $V = \text{const}$, а точка (1) лежит на $y=x$)

на всем процессе только выделяет тепло

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = 0 + \Delta U_{12} = \frac{3}{2} (2RT_3 - 2RT_2) = -\frac{63}{4} p_0 V_0$$

(искали U_{12})

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = -\frac{1}{2} \cdot 3V_0 \cdot (18p_0 + 4p_0) + \frac{3}{2} (2RT_3 - 2RT_1) =$$

$$= -\frac{3}{2} \cdot 22p_0V_0 + \frac{3}{2} p_0V_0 (7-16) =$$

$$= -\frac{3}{2} p_0V_0 \left(\frac{44}{2} + 9 \right) = -\frac{3}{2} p_0V_0 \left(\frac{58}{2} \right) = -\frac{3 \cdot 29}{4} p_0V_0 = -\frac{87}{4} p_0V_0$$

$$= -\frac{5}{2} \cdot 14 p_0V_0 = -21 p_0V_0$$

$$Q_{\text{reg}} = -\frac{63+87}{4} p_0V_0 = -\frac{150}{4} p_0V_0 = -\frac{37.5}{1} p_0V_0 = -\frac{147}{4} p_0V_0$$

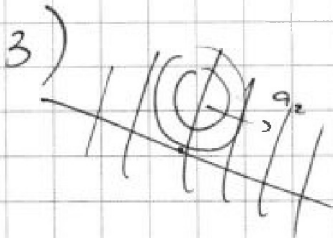


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
3 из 4

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!



На полном участке может
им. ~~физ~~ ~~на~~ ~~физ~~ процесс получения
тепла на работу (или наоборот) в точке
касания с дугой

$$\gamma = 3; \quad \gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{5}{3}$$

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

$$dp \cdot V^{\frac{5}{3}} + \frac{5}{3} V^{\frac{2}{3}} dV \cdot p = 0$$

где 1-2

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

$$\frac{dp}{dV} = -\frac{6}{12} = -\frac{1}{2}$$

$$p dV = -\frac{3}{5} V dp$$

$$\frac{p}{V} = +\frac{3}{5} \cdot \frac{1}{2} = \frac{3}{10}$$

$$\frac{p}{V} = -\frac{3}{5} \left(\frac{dp}{dV} \right)_{\text{пр. изот.}}$$

$$p = \frac{3}{10} V$$

пересек. и изотерм. с 1-2 -
- упр

значит, процесс 1-2 - только получ. тепла.

$$\text{где 3-1: } \frac{dp}{dV} = -1$$

$$\frac{p}{V} = +\frac{3}{5}$$

$$p = \frac{3}{5} V$$

пересек. с 3-1 в точке (5, 3)

3p₀, 5V₀ - точка 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
4 из 4

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!

$$Q_{12} = A_{12} + \alpha U_{12} = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot \frac{13}{2} p_0 V_0 + \frac{3}{2} \left(\frac{35}{2} - \frac{32}{2} \right) p_0 V_0 =$$

$$= \frac{3}{4} (13 + 3) p_0 V_0 = 12 p_0 V_0$$

4 - та же как 13 с добавлением $15 p_0 V_0 = 2 R T_4$

или

$$Q_{34} = A_{34} + \alpha U_{34} = -\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot (3 + 1) p_0 V_0 +$$

$$+ \frac{3}{2} (2 R T_4 - \frac{1}{2} 2 R T_3) = -4 p_0 V_0 + \frac{3}{2} \cdot (15 - 7) p_0 V_0 =$$

$$= (12 - 4) p_0 V_0 = 8 p_0 V_0$$

$$Q_{\text{нон}} = Q_{12} + Q_{34} = 12 p_0 V_0 + 8 p_0 V_0 = 20 p_0 V_0$$

$$A = \frac{9}{4} p_0 V_0 \text{ (см. ранее)}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{\text{нон}}} = \frac{\frac{9}{4} p_0 V_0}{20 p_0 V_0} = \frac{9}{80}$$



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!

2) Из графика: $2r = \frac{R}{3}$; ~~$R = 6r$~~

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

$$\varphi_0 = \frac{3kQ}{2R\varepsilon} = \frac{3kQ}{12r\varepsilon} = \frac{kQ}{4r\varepsilon}$$

$$4\varphi_0 = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\varepsilon} \left(\frac{2}{2r} - \frac{1}{2r} \right) = \frac{2kQ}{2r} + \frac{kQ}{\varepsilon} \cdot \frac{1}{2r} = \frac{kQ}{2r} \left(2 + \frac{1}{\varepsilon} \right)$$

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

~~$\frac{3kQ}{4r\varepsilon} = \frac{kQ}{2r} \left(2 + \frac{1}{\varepsilon} \right)$~~

$$\frac{1}{\varepsilon} = \frac{1}{2} \left(2 + \frac{1}{\varepsilon} \right) = \cancel{1}$$

$$\cancel{\frac{1}{\varepsilon}} = 2 + \frac{1}{\varepsilon}$$

$$\varepsilon = \frac{1}{2}$$



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.

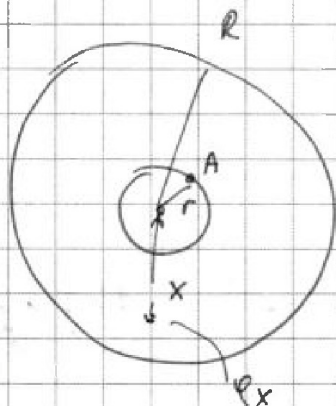
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

1)



в диэлектрике

$$\varphi_A = \frac{kQ}{r} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$$

$$d\varphi = E dx = \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx = \frac{kQ}{\epsilon} \frac{dx}{x}$$

$$\varphi_x = \varphi_A + \int_r^x \frac{kQ}{\epsilon} \frac{dx}{x}$$

$$\varphi_x = \varphi_A + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{x} \right)$$

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

$$4\varphi_0 = \varphi_A + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{4}{2R} \right)$$

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{3}{2R} = \frac{3kQ}{2\epsilon R} \quad ; \quad 4\varphi_0 = \frac{4 \cdot 3kQ}{2\epsilon R} = \frac{6kQ}{\epsilon R}$$

$$\text{при } x = \frac{R}{4}$$

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

$$\varphi - 4\varphi_0 = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{4}{R} - \frac{1}{r} + \frac{3}{R} \right) = -\frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{1}{R}$$

$$\varphi = 4\varphi_0 - \frac{kQ}{\epsilon R} = \frac{6kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{\epsilon R} = \frac{5kQ}{\epsilon R}$$

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

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



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

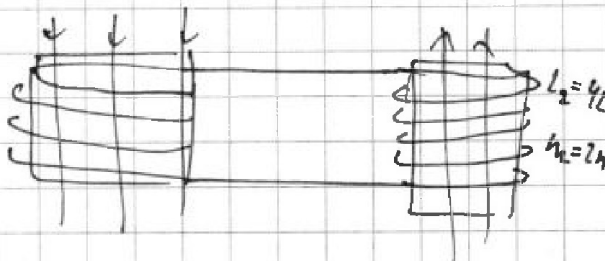
СТРАНИЦА
1 из 1

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!

$$1) \frac{d\Phi_1}{dt} = \cancel{B} \frac{dS}{dt} = \alpha S$$

$$L_1 = L$$

$$n_1 = n$$



$$\frac{d\Phi_1}{dt} = L_1 \frac{dI_1}{dt} = L_1 \frac{dI}{dt}$$

$$\alpha S = L_1 \frac{dI}{dt} \Rightarrow \boxed{\frac{dI}{dt} = \frac{\alpha S}{L_1} = \frac{\alpha S}{L}}$$

$$2) \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d\Phi_1}{dt} + \frac{d\Phi_2}{dt} = S \left(\frac{dB_1 + dB_2}{dt} \right)$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt} = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$d\Phi = \frac{S(dB_1 + dB_2)}{d(B_1 + B_2)} = (L_1 + L_2) dI$$

$$dB_1 = \alpha dt$$

$$\int_{B_0}^{B_1} dB_1 + \int_{B_0}^{B_2} dB_2 = (L_1 + L_2) I_K = 5L dI$$

$$\int_{B_0}^{B_1} dB_1 + \int_{B_0}^{B_2} dB_2 = \frac{5L}{S} \int_0^{I_K} dI$$

$$\left(\frac{B_0}{2} - B_0 \right) + \left(\frac{2}{3} B_0 - B_0 \right) = \frac{5L}{S} I_K$$

$$-\frac{1}{2} B_0 - \frac{1}{3} B_0 = \frac{5L}{S} I_K$$

$$I_K = -\frac{11}{6} \frac{B_0 S}{5L} = -\frac{11}{30} \frac{B_0 S}{L}$$

$$\left(\frac{3}{5} + \frac{2}{5} \right)^2 = \frac{11}{6}$$

модуль

(знак не важен)

$$\boxed{I = \frac{11}{30} \frac{B_0 S}{L}}$$

образом в германе: $s^* \rightarrow s'$; $s'z = s^*z = f^* - l = \frac{1}{3}h$



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
3 из 4

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) Как освещается?

111 - осв.

(1) Часть лучей не проходит через линзу и просто отраж.

на расст. $2D$ от источника все освещено

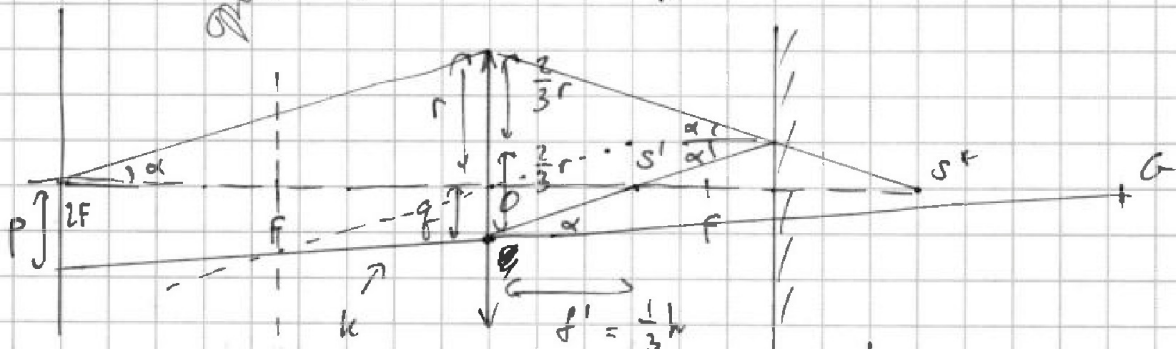
(2) Часть преломл, обр, преломл

найдем эту область, рассмотрим крайний луч

освещена всегда (1)

уг. пад. = уг. отр.

значит $k=2D$ от источника



k - прямая проходящая через луч, кон. фокус. ст. линз

$k \cap \Gamma O O = G$; $OG = g$

ф. токи. линзы:

из подобия: $g = \frac{1}{3}r$

$$\frac{1}{f'} + \frac{1}{g} = \frac{1}{f}$$

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

$$\frac{1}{g} = \frac{1}{\frac{1}{3}h} + \frac{1}{h} = \frac{4}{h}$$

$$g = h; s' = G$$



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

4 из 4

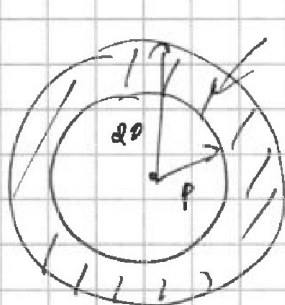
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{3p}{r} = \frac{h+h}{h} = 2$$

$$p = \frac{2r}{3}$$

лучи, уходящие из угла < крайнего будут иметь меньш. p , т.е. меньш. g .

стена выг. так:



нечет. = 111

$$\begin{aligned} S_{\text{нечет. ч. секции}} &= \pi(20)^2 - \pi p^2 = \\ &= \pi(20-p)(20+p) = \\ &= \pi\left(\frac{10}{3}r - \frac{2}{3}r\right)\left(\frac{10}{3}r + \frac{2}{3}r\right) = \\ &= \pi r^2 \cdot \frac{8}{3} \cdot \frac{14}{3} = \frac{32}{3} \pi r^2 = \\ &= \frac{32}{3} \cdot \pi \cdot 3^2 = 96\pi \end{aligned}$$

12
86

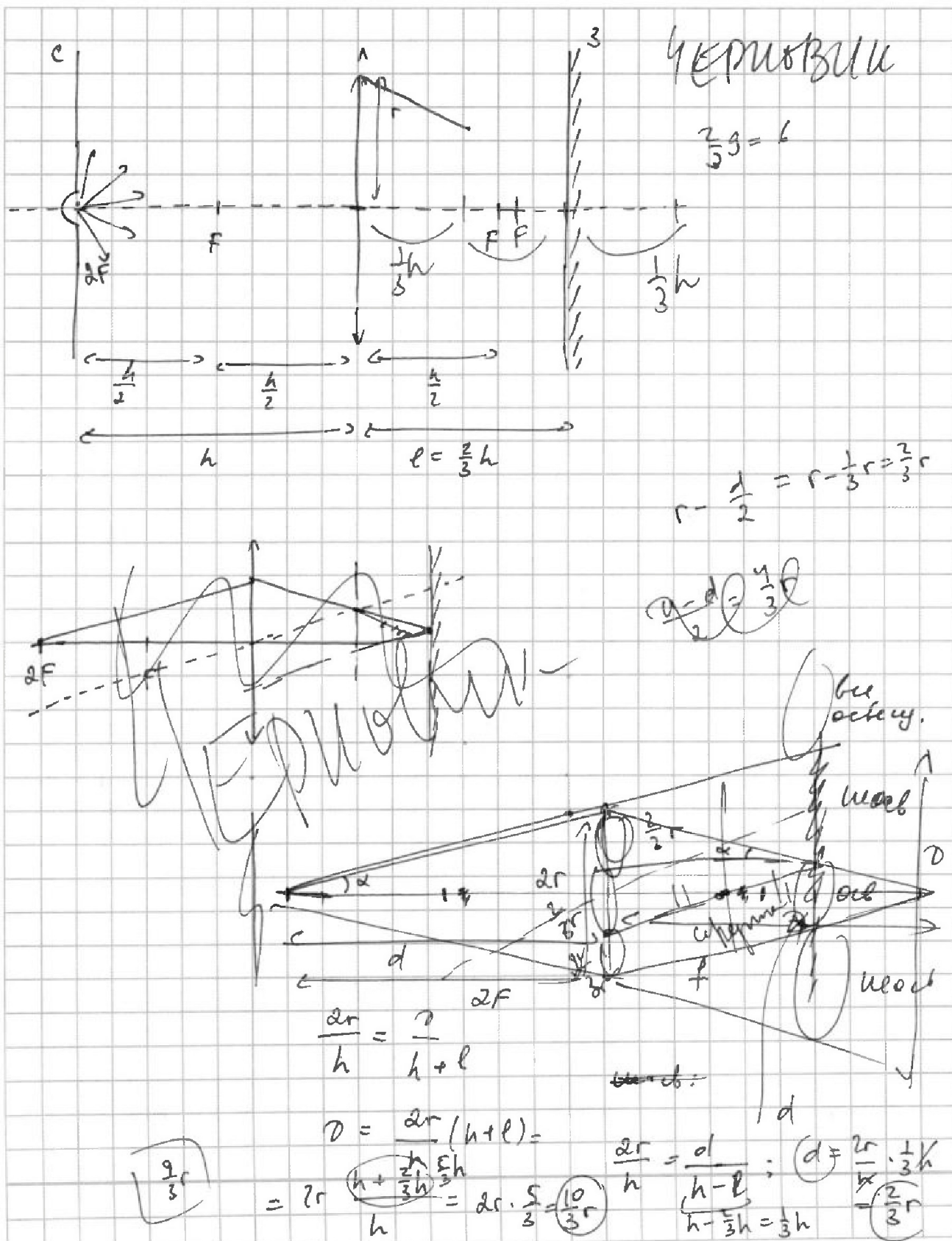


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!





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!

$$\eta = \frac{A}{A \cdot (Q_{\text{огр}})} \quad \text{---}$$

$$A = \frac{9}{4} p_0 V_0 \quad (\text{читаем формулу})$$

$$\eta = \frac{\frac{9}{4} p_0 V_0}{\frac{9}{4} p_0 V_0 + \frac{156}{4} p_0 V_0} = \frac{9}{9 + 156} = \frac{9^3}{165^3} = \frac{3}{55}$$

$$\eta = \frac{\frac{9}{4} p_0 V_0}{\frac{9}{4} p_0 V_0 + \frac{156}{4} p_0 V_0} = \frac{9}{9 + 156} = \frac{9}{165} = \frac{3}{55}$$

$Q_{\text{огр}}$ — куски 1-2 по $T_{\text{max}} \rightarrow T_2$

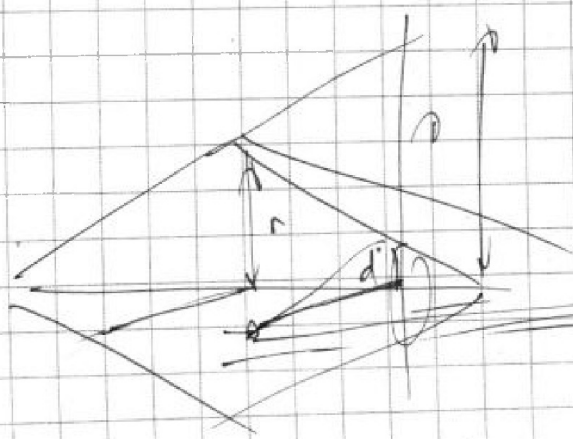
$Q_{12} = A =$

$$\frac{1}{2} (2 p_0 T_2 - 2 p_0 T_1)$$

$$Q_{\text{огр}} = Q_{12} = A_{12} \cdot \Delta T_{12} = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot \frac{13}{2} p_0 V_0 + \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{2} p_0 V_0 =$$

$$= \frac{3}{4} (13 + 3) p_0 V_0 = 12 p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{\text{огр}}} = \frac{\frac{9}{4} p_0 V_0}{12 p_0 V_0} = \frac{9^3}{4 \cdot 12^3} = \frac{3}{16}$$



$$\frac{0}{r} = \frac{\frac{5}{3} h}{h} = \frac{5}{3}$$

$$\frac{3}{h} - \frac{1}{r} = \frac{2}{h}$$

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{h}$$

$$r = h$$

$$\pi (r-d)(r+d)$$

$$\frac{5}{3} - \frac{1}{3} = \frac{4}{3}$$

$$\frac{d}{r} = \frac{1}{3} r$$

$$\frac{4}{3} = \frac{8 \pi r^2}{3}$$

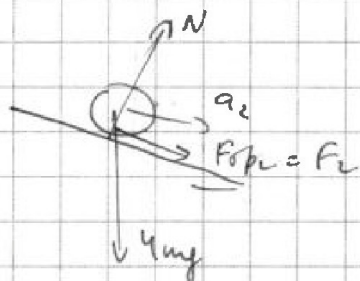


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

☐☐☐☐☐☐☐

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!



$$4ma_2 = F_2 + 4mg \sin \alpha_2 =$$

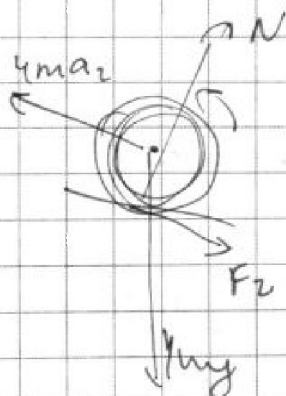
$$\Rightarrow F_2 = 4m(a_2 - g \sin \alpha_2) =$$

$$= 4mg \left(\frac{5}{24} - \frac{5}{13} \right) =$$

$$= 20mg \left(\frac{13-24}{13 \cdot 24} \right) = \frac{20 \cdot 11}{13 \cdot 24} mg$$

a_y

6 косо у. шар





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!

$$L_1 = L$$

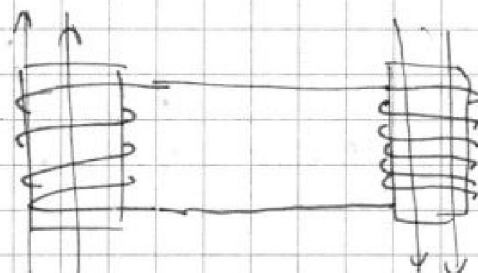
$$L_2 = 4L$$

$$n_1 = n$$

$$n_2 = 2n$$

S

$$\begin{pmatrix} L \\ n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} L_1 \\ n_1 \end{pmatrix}$$



$$\begin{pmatrix} L_2 \\ n_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 4L \\ 2n \end{pmatrix}$$

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d\Phi_1}{dt} = S \frac{dB_1}{dt}$$

$$\frac{dB_1}{dt} = +S \frac{dB_1}{dt} = +\mathcal{E}S$$

$$L = \Phi/I$$

$$\Phi = NBS = NS \left(\frac{\mu_0 I N}{2r} \right) = \frac{\mu_0 I N^2 S}{2r}$$

$$L = \frac{\mu_0 I N^2 S}{2r}$$

$$\mathcal{E} = IR$$

$$\mathcal{E}S = IR$$

$$\frac{d\Phi_1}{dt} = S \frac{dB_1}{dt} = L \frac{dI}{dt}$$

$$\mathcal{E}S = L \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{d\Phi_1}{dt} = B$$

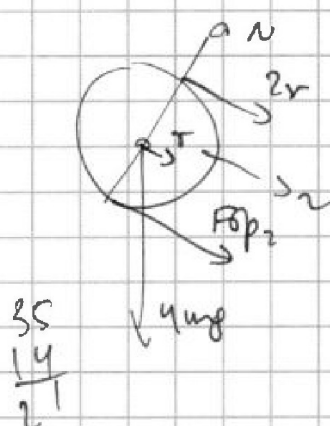


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

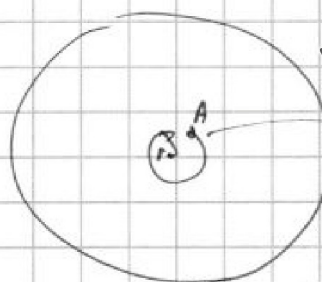
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!



$$\mu_{\text{ш}A_2} = F + \mu_{\text{ш}y} \cdot \frac{5}{24} \cdot \frac{5}{13}$$
$$4 \cdot \frac{5}{24} \mu_y - \frac{20}{13} \mu_y$$



$$\frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} = kx$$
$$\frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} = kx$$
$$\frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} = kx$$
$$\frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} = kx$$

$$y = 6\rho_0 x - \frac{\rho_0}{2v_0} x^2$$

$$0 - y' = 6\rho_0 - \frac{\rho_0}{v_0} x$$

$$(6V_0 = x)$$

$$\varphi_A = \frac{kq}{r} \cdot \frac{kq}{r}$$
$$d\varphi = \frac{kq}{\epsilon r^2} dr = \frac{kq}{\epsilon} \frac{dr}{r^2}$$

$$\varphi = \varphi_A + \int_r^{R_i} \frac{kq}{\epsilon} \frac{dr}{r^2} = \varphi_A + \frac{kq}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R_i} \right)$$
$$= \frac{kq}{r} + \frac{kq}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R_i} \right)$$

$$3\varphi_0 = \frac{kq}{r} + \frac{kq}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} + \frac{3}{2R} \right)$$

$$4\varphi_0 = \frac{kq}{r} + \frac{kq}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} + \frac{3}{R} \right)$$

$$\varphi_0 = \frac{kq}{\epsilon} \left(\frac{3}{2R} - \frac{3}{2R} \right) = \frac{3kq}{2R\epsilon}$$

$$\varphi_0 = \frac{kq}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) = k\varphi_0 x - \varphi_0$$
$$\varphi_0 = \frac{kq}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) = k\varphi_0 x - \varphi_0$$
$$\varphi_0 = \frac{kq}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) = k\varphi_0 x - \varphi_0$$



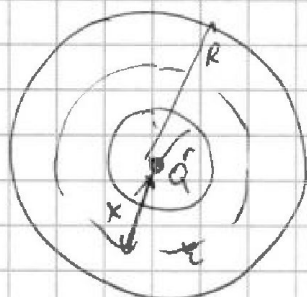
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



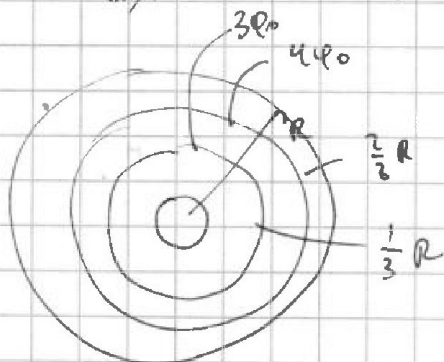
$$E = \frac{kQ}{\epsilon r^2} = \frac{Q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2}$$

или $x < r$ (внутри сферы)

$$\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x^2}$$

или $r < x < R$ (в сферической оболочке)
восп. т. Гаусса для сферы радиуса x :

$$E \cdot 4\pi x^2 = 4\pi E(x) \cdot x^2 = \frac{Q}{\epsilon_0}$$



$$4\varphi_0 - 3\varphi_0 = E \cdot \frac{1}{3}R$$
$$\int E dr$$

$$E = \frac{kQ}{\epsilon R^2}$$

$$\varphi_0 = \int_{\frac{1}{3}R}^{\frac{2}{3}R} E dr = \int_{\frac{1}{3}R}^{\frac{2}{3}R} \frac{kQ}{\epsilon R^2} dr = \frac{kQ}{\epsilon} \int_{\frac{1}{3}R}^{\frac{2}{3}R} \frac{dr}{r^2} =$$

$$= \frac{kQ}{\epsilon} - \frac{1}{R} \Big|_{\frac{1}{3}R}^{\frac{2}{3}R} = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{3}{2} - \frac{3}{2R} + \frac{3}{2R} \right) =$$

$$= \frac{3}{2R} \cdot \frac{kQ}{\epsilon} = \frac{3kQ}{2R\epsilon}$$

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