



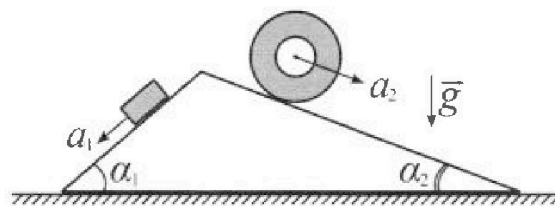
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

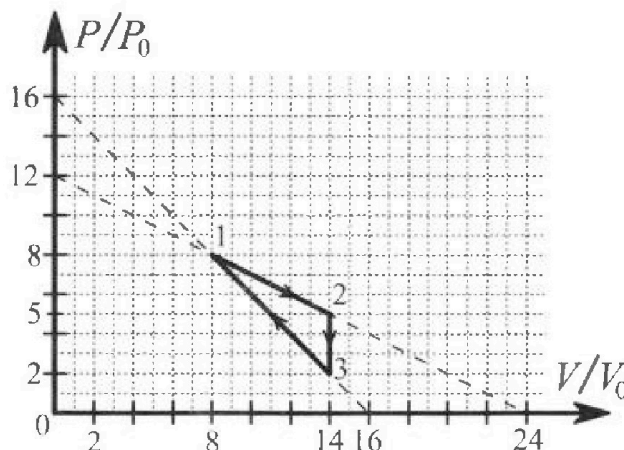


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ выразить через m и g с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость P/P_0 от V/V_0 . Здесь V и P - объем и давление газа, V_0 и P_0 - некоторые неизвестные объем и давление.

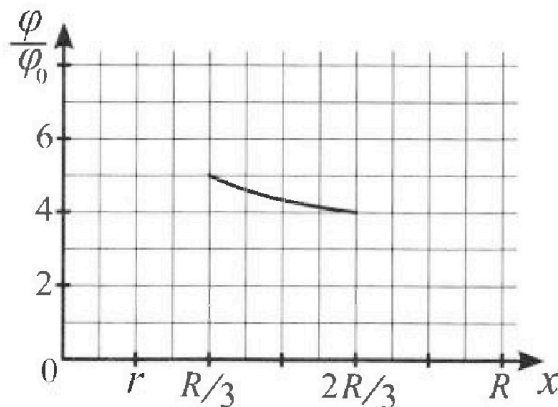
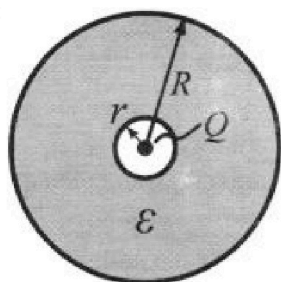
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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

- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = 5R/6$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



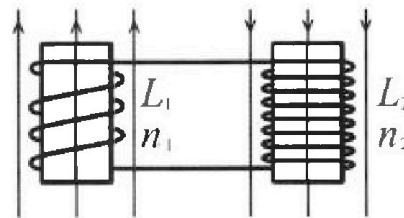
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

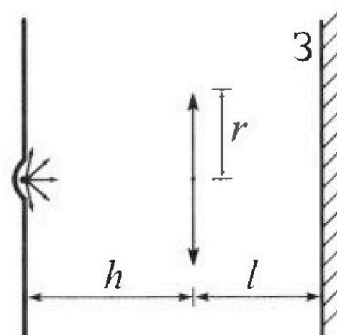


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. 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 возрастать со скоростью $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $3B_0$ до $9B_0/4$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 5$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ расположено параллельно стене плоское зеркало 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

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

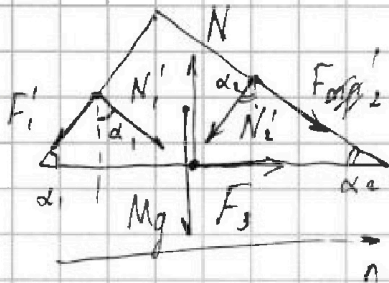


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!



По III з. Ньютона найдём силы,
с которыми тела g -юм кг
давят: $F_{g1} = F_{g2}$; $N_1 = N_2$
 $F_1 = F_2$; $N_2 = N_1$
(направлены как на рис.)

Введём ось Ox для левого. (M - масса тела)

По II з. Ньютона вдоль Ox : $0 = \cancel{M} - F_1 \sin(90 - \alpha_1) + N_1 \sin \alpha_1 -$
 $- N_2 \sin \alpha_2 + F_2 \sin(90 - \alpha_2) + F_{3n}$ $= -F_1 \cos \alpha_1 + N_1 \sin \alpha_1 -$
 $- N_2 \sin \alpha_2 + F_2 \cos \alpha_2 + F_{3n}$ проеция F_3 на Ox

$$F_{3n} = F_1 \cos \alpha_1 - N_1 \sin \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 - F_2 \cos \alpha_2 =$$

$$= mg \cdot \frac{9}{65} \cdot \frac{4}{5} - mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} + mg \cdot \frac{24}{13} \cdot \frac{5}{13} - mg \cdot \frac{7}{26} \cdot \frac{12}{13} =$$

$$= mg \frac{36 - 4 \cdot 3 \cdot 13}{65 \cdot 5} + mg \frac{24 \cdot 5 \cdot 2 - 7 \cdot 12}{26 \cdot 13} = -mg \frac{120}{65 \cdot 5} + mg \frac{156}{26 \cdot 13} =$$

$$= -mg \cdot \frac{24}{65} + mg \frac{78}{13 \cdot 13} = -mg \frac{24}{65} + mg \cdot \frac{6}{13}$$

$$= mg \cdot \frac{36 - 24}{65} = mg \cdot \frac{6}{65} \Rightarrow F_3 = \frac{6}{65} mg$$

Ответ: $F_1 = \frac{9}{65} mg$; $F_2 = \frac{7}{26} mg$; $F_3 = \frac{6}{65} mg$.

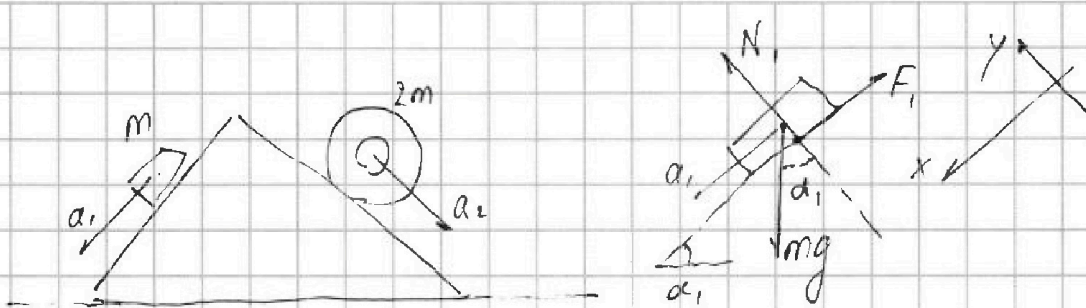


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

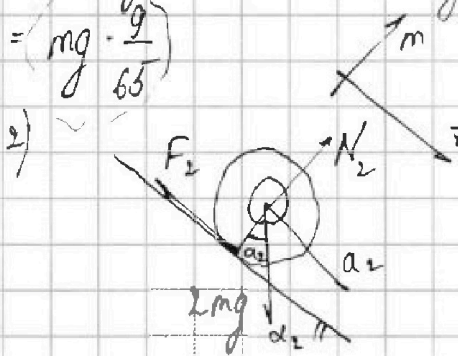


1) Введем две оси для блока и दूसая Ox и Oy :

по Ox поворачивая вдоль Ox : $ma_1 = mg \cdot \sin \alpha - F_1$

вдоль Oy : $N_1 - mg \cos \alpha = 0$

$F_1 = mg \sin \alpha - ma_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{6}{13} g = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) = mg \frac{39 - 30}{65}$
 $= mg \cdot \frac{9}{65}$



2) Введем для шара ось Oz и ось $O\tau$:
по Oz поворачивая вдоль оси Oz :

$2ma_2 = 2mg \sin \alpha_2 - F_2$

$F_2 = 2mg \sin \alpha_2 - 2ma_2 =$
 $= 2mg \cdot \frac{5}{13} - 2m \cdot \frac{g}{6} =$
 $= mg \left(\frac{10}{13} - \frac{1}{3} \right) = mg \frac{20 - 13}{26} = mg \cdot \frac{7}{26}$

по $O\tau$ поворачивая вдоль $O\tau$: $0 = N_2 - 2mg \cos \alpha_2$

3) Из предположений пунктов каждый $N_1 = mg \cos \alpha = mg \cdot \frac{12}{13}$
 $N_2 = 2mg \cos \alpha_2 = 2mg \cdot \frac{12}{13} = mg \frac{24}{13}$

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!

б) Найти уравнение прямой 1-3:

$$p(V) = dV + c$$

$$p(14V_0) = d \cdot 14V_0 + c = 2p_0$$

$$p(8V_0) = d \cdot 8V_0 + c = 8p_0$$

$$\begin{cases} 6V_0 = -6p_0 \Rightarrow d = -\frac{p_0}{V_0} \\ -\frac{p_0}{V_0} \cdot 14V_0 + c = 2p_0 \Rightarrow c = 16p_0 \end{cases} \Rightarrow p(V) = -\frac{p_0}{V_0}V + 16p_0$$

Воспользуемся теоремой на прямой 1-3: $p_4; V_4$, тогда:

$$\begin{aligned} \Delta U_{3-4} &= \frac{3}{2} R(T_4 - T_3) = \frac{3}{2} \cdot p_4 V_4 - \frac{3}{2} 2p_0 \cdot 14V_0 = \\ &= \frac{3}{2} p_4 V_4 - 42p_0 V_0 \end{aligned}$$

$$A_{3-4} = -S \cdot N = - (p_4 + 2p_0) \cdot \frac{1}{2} \cdot (V_0 - V_4) \Rightarrow$$

массовые массы

$$\Rightarrow Q_{3-4} = \frac{3}{2} p_4 V_4 - 42p_0 V_0 - \frac{1}{2} p_4 V_0 - \frac{1}{2} 2p_0 V_0 + \frac{1}{2} p_4 V_4 + 2p_0 \cdot \frac{1}{2} V_4 =$$

$$A_{3-4} + Q_{3-4} = 2p_4 V_4 - 43p_0 V_0 - \frac{1}{2} p_4 V_0 + p_0 V_4 =$$

$$= 2 \left(-\frac{p_0}{V_0} V_4 + 16p_0 \right) V_4 - 43p_0 V_0 - \frac{1}{2} \left(-\frac{p_0}{V_0} V_4 + 16p_0 \right) V_0 + p_0 V_4 =$$

$$= -\frac{2p_0}{V_0} V_4^2 + 32p_0 V_4 - 43p_0 V_0 + \frac{1}{2} p_0 V_4 - 8p_0 V_0 + p_0 V_4 =$$

$$= -\frac{2p_0}{V_0} V_4^2 + \left(33 + \frac{1}{2} \right) p_0 V_4 - 51p_0 V_0 = -\frac{2p_0}{V_0} V_4^2 + \frac{67}{2} p_0 V_4 - 51p_0 V_0$$

$$V_{4 \max} = \frac{-67p_0}{2 \cdot -4p_0} V_0 = \frac{67}{8} V_0 = 8 \frac{3}{8} V_0$$

парабола с ветвями
вверх
т.е. температура подводится до максимума,
когда объем равен $8 \frac{3}{8} V_0$



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!

$$\begin{aligned} \nu R T_3 &= p_3 \cdot V_3 = 2p_0 \cdot 14V_0 = 28p_0V_0 \Rightarrow \frac{T_{1-2 \text{ max}}}{T_3} = \frac{\nu R T_{\text{max}}}{\nu R T_3} = \frac{22p_0V_0}{28p_0V_0} \\ &= \frac{36}{14} = \left(\frac{18}{7}\right) \end{aligned}$$

4) Найдём промежуток, на котором Q прибавлялась к газу: выберем точку на графике на 1-2: с $p_x; V_x$

тогда A газа до этой точки $A_x = \frac{1}{2} (\delta p_0 + p_x) \cdot (V_x - 8V_0)$

$$\Delta U_{1-x} = \frac{3}{2} \nu R (T_x - T_1) = \frac{3}{2} (p_x V_x - 8p_0 \cdot 8V_0) =$$

По 1-2-му терм-су: $= \frac{3}{2} (p_x V_x) - \frac{3}{2} \cdot 64p_0V_0$

$$Q_x = \Delta U_{1-x} + A_x = \frac{3}{2} p_x V_x - 3 \cdot 32p_0V_0 + \frac{1}{2} \cdot 8p_0V_x + \frac{1}{2} p_x V_x -$$

$$- \frac{1}{2} \cdot 8p_0 \cdot 8V_0 - \frac{1}{2} p_x \cdot 8V_0 =$$

$$= \frac{3}{2} p_x V_x - 96p_0V_0 + 4p_0V_x + \frac{1}{2} p_x V_x - 32p_0V_0 - 4p_x V_0 =$$

$$= 2p_x V_x - 128p_0V_0 + 4p_0V_x - 4p_x V_0 =$$

$$= 2p_x \cdot 2 \left(-\frac{p_0}{2V_0} V_x + 12p_0 \right) V_x - 128p_0V_0 + 4p_0V_x - 4 \left(-\frac{p_0}{2V_0} V_x + 12p_0 \right) V_0 =$$

$$= -\frac{p_0}{V_0} V_x^2 + 24p_0V_x - 128p_0V_0 + 4p_0V_x + \frac{2p_0}{V_0} V_x V_0 - 48p_0V_0 =$$

$$= -\frac{p_0}{V_0} V_x^2 + (24p_0 + 4p_0 + 2p_0) V_x - 176p_0V_0 =$$

$$= -\frac{p_0}{V_0} V_x^2 + 30p_0V_x - 176p_0V_0 \quad (\text{график параболы найдём до какого момента возрастает - это и будет } Q_x)$$

$$V_{x \text{ max}} = \frac{-30p_0}{-2 \frac{p_0}{V_0}} = 15V_0 \Rightarrow \text{на 1-2-м этапе}$$

всего подведём



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!

6) ПТ.с на ~~иде~~ изохоре $A=0$, а температура падает \rightarrow
 \rightarrow на ней $Q_+ = 0$

$$Q_+ = Q_{1-2} + Q_{2-3} - 8 \frac{3}{8} V_0 = -\frac{p_0}{V_0} (14V_0)^2 + 90 p_0 \cdot 14V_0 - 176 p_0 V_0 +$$

$$+ \left(-\frac{2p_0}{V_0}\right) \left(8 \frac{3}{8} V_0\right)^2 + \frac{67}{2} p_0 \cdot \frac{8 \frac{3}{8} V_0}{\frac{67}{8}} - 51 p_0 V_0 =$$

$$= -196 p_0 V_0 + 420 p_0 V_0 - 176 p_0 V_0 - 51 p_0 V_0 + \frac{67 \cdot 67}{8 \cdot 2} p_0 V_0 =$$

$$= p_0 V_0 \frac{2 \cdot 67^2}{8^2} = 48 p_0 V_0 - 51 p_0 V_0 + \frac{4489}{16} p_0 V_0 - \frac{4489}{8 \cdot 4} p_0 V_0 =$$

$$= -3 p_0 V_0 + \frac{4489}{32} p_0 V_0 = \frac{4489 - 96}{32} p_0 V_0 =$$

$$= \frac{4393}{32} p_0 V_0$$

$$\begin{array}{r} 420 \\ -196 \\ \hline 224 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 224 \\ -176 \\ \hline 48 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 67 \\ \hline 67 \\ \hline 469 \\ \hline 402 \\ \hline 4489 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4489 \\ -96 \\ \hline 4393 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 31 \\ -9 \\ \hline 288 \end{array}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{9 p_0 V_0 - 32}{4393 p_0 V_0} = \frac{288}{4393}$$

Проблем: $\frac{0 U_{12}}{A} = 1; \frac{T_{max}}{T_3} = \frac{18}{7}; \eta = \frac{288}{4393}$



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) Найдём работу газа за цикл A , рас площадь на графике, умножив его на масштабной множитель:

$$A = (5p_0 - 2p_0) \cdot (14V_0 - 8V_0) \cdot \frac{1}{2} = 3p_0 \cdot 6V_0 \cdot \frac{1}{2} = 9p_0V_0$$

2) $\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R p_0 V_0 (70 - 64) = \frac{3}{2} p_0 V_0 \cdot 6 = 9p_0V_0$
приращение ΔU на 1-2

$$\nu RT_2 = 5p_0 \cdot 14V_0 = 70p_0V_0$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta U_{12}}{A} = \frac{9p_0V_0}{9p_0V_0} = 1$$

$$\nu RT_1 = 8p_0 \cdot 8V_0 = 64p_0V_0$$

3) Найдём уравнение прямой 1-2: $p(V) = aV + b$

$$p(8V_0) = a \cdot 8V_0 + b = 8p_0$$

$$p(14V_0) = a \cdot 14V_0 + b = 5p_0$$

$$(14-8)aV_0 = 5p_0 - 8p_0 = -3p_0$$

$$6aV_0 = -3p_0 \Leftrightarrow a = -\frac{3p_0}{6V_0} = -\frac{p_0}{2V_0}$$

$$-\frac{p_0}{2V_0} \cdot 8V_0 + b = 8p_0 \Rightarrow b = 12p_0$$

$$pV = \nu RT \Rightarrow \left(-\frac{p_0}{2V_0}V + 12p_0\right)V = \nu RT(V) = -\frac{p_0}{2V_0}V^2 + 12p_0V$$

$$V_{\max T} = -\frac{12p_0}{\left(-\frac{p_0}{2V_0}\right) \cdot 2} = \frac{12p_0}{p_0} V_0 = 12V_0$$

график парабола
вершина в $V = 12V_0$

$$\nu RT_{\max} = -\frac{p_0}{2V_0} \cdot (12V_0)^2 + 12p_0 \cdot 12V_0 = -\frac{144}{2} p_0V_0 + 144p_0V_0 = \frac{144}{2} p_0V_0 = 72p_0V_0$$

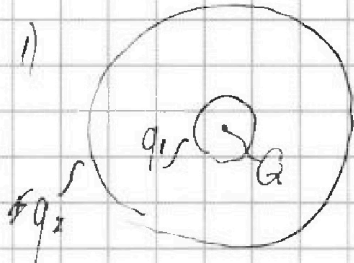


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!



~~По закону сохранения заряда, если на внутренней поверхности диэлектрика ϵ Пусть на внутренней~~

пов-ти диэлектрика конденцируется заряд q_1 , на внешней q_2 . По закону сохранения заряда $q_1 = -q_2 = q$

Тогда $q_2 = -q$

Найдём напряжённость внутри шара на расстоянии $x \in (r; R)$ от его центра:

$E = E_0 + E_q = E_q$ по принципу суперпозиции, причём $E_q = 0$ т.к. на внешней пов-ти

$$E = E_0 + E_q = k \frac{Q}{x^2} + k \frac{q}{x^2}$$

свободный заряд не входит на поле внутри шара

$$E = \frac{E_{\text{область}}}{\epsilon} = \frac{kQ}{x^2 \epsilon} \Rightarrow$$

$$k \frac{Q}{x^2 \epsilon} + k \frac{q}{x^2} = \frac{kQ}{x^2 \epsilon} \Rightarrow k \frac{q}{x^2} = \frac{kQ}{x^2 \epsilon} - \frac{kQ}{x^2} = \frac{(1-\epsilon)kQ}{x^2 \epsilon} \Rightarrow q = \frac{(1-\epsilon)Q}{\epsilon}$$

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

Потенциал в точке - суперпозиция потенциалов, созданных свободными зарядами

$$\varphi(x) \text{ при } x < r = k \frac{Q}{x} + k \frac{(\epsilon-1)Q}{\epsilon R} + k \frac{(\epsilon-1)Q}{\epsilon r}$$

$$\varphi(x) \text{ при } x \in (r; R) = k \frac{Q}{x} + k \frac{(\epsilon-1)Q}{\epsilon x} + k \frac{(\epsilon-1)Q}{\epsilon R} = \frac{kQ\epsilon}{\epsilon x} + \frac{kQ}{\epsilon x} - \frac{kQ\epsilon}{\epsilon x} + \frac{k(\epsilon-1)Q}{\epsilon R}$$

- аналитическое выражение



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!

$$\text{при } x = \frac{5}{6}R: \varphi\left(\frac{5}{6}R\right) = k \frac{Q_0}{e \cdot 5R} + k \frac{(e-1)Q_0^{15}}{eR} = \frac{6kQ_0 + 5keQ_0 - 5kQ_0}{5eR} =$$

$$= \frac{kQ_0 + 5kQ_0e}{5eR} = \frac{kQ_0(1+5e)}{5eR}$$

$$2) \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = k \frac{Q_0 \cdot 3}{eR} + k \frac{(e-1)Q_0}{eR} = \frac{3kQ_0 + keQ_0 - kQ_0}{eR} = \frac{kQ_0(2+e)}{R-e} = 5\varphi_0$$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = k \frac{Q_0 \cdot 3}{e \cdot 2R} + k \frac{(e-1)Q_0}{eR} = \frac{3kQ_0 + 2keQ_0 - 2kQ_0}{2eR} = \frac{kQ_0(2+2e)}{2eR} =$$

$$= \frac{kQ_0(1+2e)}{R-2e} = 4\varphi_0 \rightarrow \frac{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)}{\varphi\left(\frac{2R}{3}\right)} = \frac{5\varphi_0}{4\varphi_0} = \frac{(2+e) \cdot 2e}{e(1+2e)} = \frac{5}{4}$$

$$5e(1+2e) = 8e(2+e)$$

$$5e + 5 + 10e = 16 + 8e \Leftrightarrow 2e = 11 \Rightarrow e = \frac{11}{2}$$

$$\text{Ответ: } \varphi\left(\frac{5}{6}R\right) = \frac{kQ_0(1+5e)}{R \cdot 5e};$$

$$e = \frac{11}{2};$$



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.

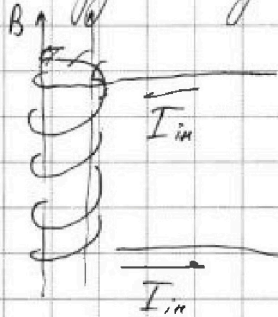
1 2 3 4 5 6 7

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!

1) Левая катушка будет источником напряжения, а правая наоборот будет - падением напряжения.

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = \alpha$$



$$\begin{aligned} \Phi_{\text{через } L_1} &= -(B + \alpha t) S n_1 = \\ &= -(B + \alpha t) S n \end{aligned}$$

экспрессия
отсюда
получим

$$U_{\text{ind}} = - \frac{d\Phi}{dt} = - (-\alpha S n) = \alpha S n \quad (\text{можно считать как катушку})$$

$$U_{\text{ind}} = \alpha S n = U_{\text{нагрузки}} = L \frac{dI_{\text{in}}}{dt}$$

по л. правому вращению

$$\frac{dI_{\text{in}}}{dt} = \frac{\alpha S n}{L_2} = \frac{\alpha S n}{16L}$$

$$2) E_0 = \frac{1}{2} \frac{B_0^2 V}{\mu_0} + \frac{1}{2} \frac{(3B_0)^2 V}{\mu_0} = \frac{1}{2} \frac{B_0^2 V}{\mu_0} + \frac{1}{2} \frac{9B_0^2 V}{\mu_0} = \frac{10B_0^2 V}{2\mu_0} = 5 \frac{B_0^2 V}{\mu_0}$$

$$E_c = \frac{1}{2} L_1 I^2 + \frac{1}{2} L_2 I^2 + \frac{1}{2} \frac{(B_0)^2 V}{\mu_0} + \frac{1}{2} \frac{(9B_0)^2 V}{\mu_0} = \frac{1}{2} (L_1 + L_2) I^2 + \frac{1}{2} \frac{745 B_0^2 V}{164 \mu_0}$$

$$LI = \Phi \Rightarrow \Phi = B \cdot S \cdot n = \frac{\mu_0 I n}{l} S n = \mu_0 \frac{I S n^2}{l} \Rightarrow L = \mu_0 \frac{S n^2}{l}$$

$$B \cdot l = \mu_0 I n \Rightarrow B = \frac{\mu_0 I n}{l}$$

$$\frac{B_0}{9} = \frac{81}{16} \frac{B_0}{16} = \frac{81}{729} \frac{B_0}{9}$$

то же число витков отним. в 4 раза S а l в 16 раз => диаметр и радиус катушки

$$l = l_2 = \frac{\mu_0 S n^2}{L}$$

$$E_c - E_0 = 0 \Rightarrow \frac{1}{2} (L_1 + L_2) I^2 = \left(\frac{5B_0^2}{\mu_0} - \frac{745 B_0^2}{16 \cdot 164 \mu_0} \right) V$$

$$V = V_1 = V_2 = \frac{\mu_0 S^2 n^2}{L}$$

Ответ: $\frac{dI_{\text{in}}}{dt} = \frac{\alpha S n}{16L}$

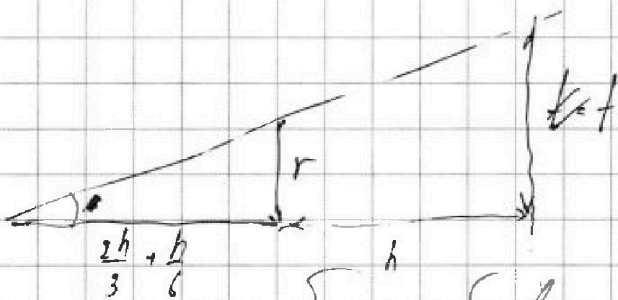


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!



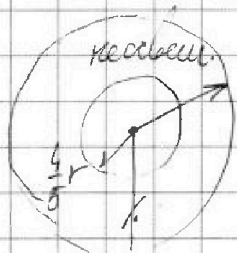
$$\frac{f}{r} = \frac{h + \frac{2h}{3} + \frac{h}{6}}{\frac{2h}{3} + \frac{h}{6}} = \frac{(6h + 4h + h) \cdot 6}{6(4h + h)} = \frac{11}{5} \Rightarrow f = \frac{11}{5}r$$

от $\frac{4}{3}r$ до $\frac{11}{5}r$ область освещена лучами через зеркало и мишуру

от $\frac{4}{3}r$ до ∞ область освещена лучами только через зеркало

от 0 до $\frac{4}{5}r$ область освещена через мишуру без зеркала

эта область освещенная: $[0; \frac{4}{5}r] \cup [\frac{11}{5}r; \infty)$



$$S_{\text{кольцо}} = \pi \left(\frac{11}{5}r\right)^2 - \pi \left(\frac{4}{5}r\right)^2$$

$$= \pi r^2 \cdot \left(\frac{11}{5} - \frac{4}{5}\right) \left(\frac{11}{5} + \frac{4}{5}\right) = \pi r^2 \cdot \frac{7}{5} \cdot \frac{15}{5}$$

$$= \pi \cdot 25 \cdot \frac{7 \cdot 15}{5 \cdot 5} (\text{см}^2) = \pi \cdot 7 \cdot 15 (\text{см}^2)$$

Ответ: $S_{\text{кольцо}} = \frac{200}{3} \pi (\text{см}^2)$

$S_{\text{кольцо}} = 105 \pi (\text{см}^2)$



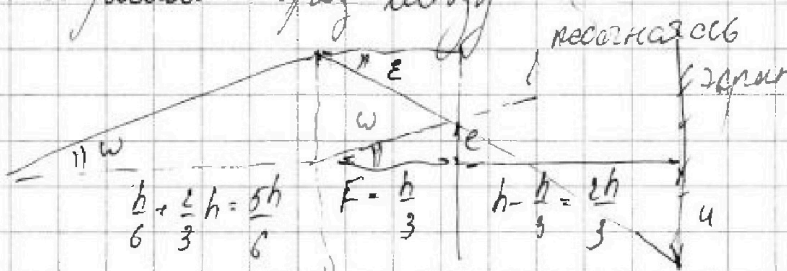
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

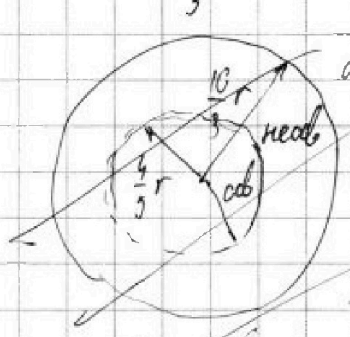
в зону освещенную лучами не через линзу без разрывов областей. Теперь найдем область, освещенную лучами двояко проходящими через линзу



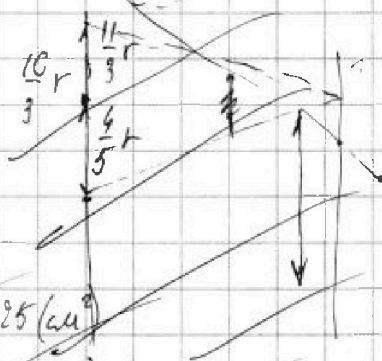
$$\begin{array}{r} 2356 \quad 3 \\ - 21 \quad 78 \\ \hline 25 \quad 78 \\ - 24 \quad 16 \\ \hline 16 \quad 2500 \\ - 144 \\ \hline 2356 \end{array}$$

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \omega &= \frac{r \cdot 6}{5h} = \frac{6}{5} \cdot \frac{r}{h} \Rightarrow e = \operatorname{tg} \omega \cdot \frac{h}{3} = \frac{6}{5} \cdot \frac{r}{h} \cdot \frac{h}{3} = \frac{2r}{5} \\ \operatorname{tg} \epsilon &= \frac{r-e}{h-5} = \frac{3}{5} \cdot \frac{3r}{h-5} = \frac{9}{5} \cdot \frac{r}{h-5} \Rightarrow u = \operatorname{tg} \epsilon \cdot h = r = \frac{9}{5} \frac{r}{h-5} \cdot h = r \end{aligned}$$

$$\frac{16}{9} = 144$$



$$S_{\text{необ.}} = \pi \left(\frac{10}{9} r \right)^2 - \pi \left(\frac{4}{5} r \right)^2 = \pi \left(\frac{100}{81} - \frac{16}{25} \right) r^2 = \pi \cdot \frac{2500 - 144}{2025} r^2$$



зона за $\frac{11}{3}r$ освещена двояко

зона от $\frac{10}{3}r$ до $\frac{11}{3}r$ освещена 1 раз

зона выше $10r$ и больше $\frac{4}{5}r$ не освещена

$$\pi \cdot \frac{2500 - 144}{9} (\text{см}^2) = \pi \cdot \frac{2356}{9} (\text{см}^2)$$

Ответ: $S_{\text{необ.}} \text{ зер.}$



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.

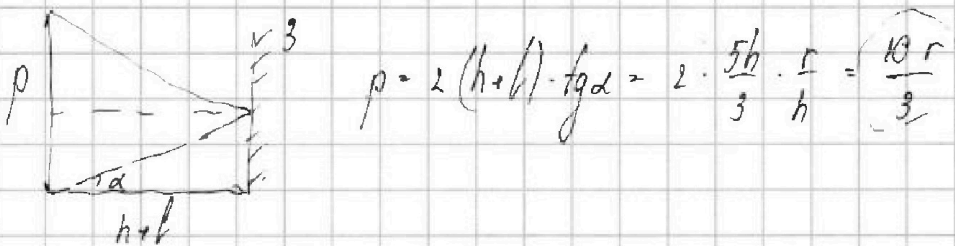
1 2 3 4 5 6 7

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!

$$= \pi \cdot \frac{4}{3} r \cdot \frac{6}{8} r = \pi \cdot \frac{6}{3} r^2 = \pi \cdot \frac{6}{3} \cdot 25 \text{ см}^2 = \pi \cdot \frac{200}{3} (\text{см}^2)$$

2) Лучи ^{не} проходящие через линзу только освещают стену на расстоянии $\approx \rho$ от ГО (главной оси)

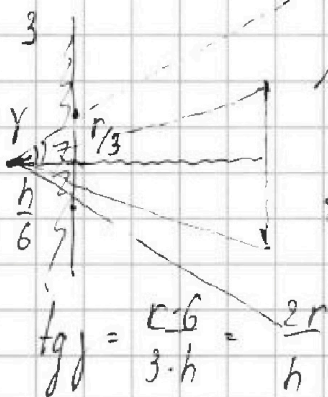


Изображение в линзе находится на расстоянии f от линзы,

если f из формулы линзы $\frac{1}{h} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{h-F}{hF}$

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

$k = 1 - \frac{h}{f} = \frac{2h}{3} - \frac{h}{\frac{h}{2}} = \frac{h}{6} \Rightarrow$ источник света после отражения на расстоянии $\frac{h}{6}$ по другую сторону зеркала



лучи из зеркала могут выходить только через ось.

часть, которая не прошла в точку (т.е. через верх радиуса $(\frac{r}{3})$, попадает в область $\frac{h}{6}$ или не проходит

луч доходит до экрана на расстоянии $m = \text{tg} \beta \cdot (h+b+\frac{h}{6}) = \frac{2r}{h} \cdot (h + \frac{2}{3}h + \frac{h}{6}) = \frac{2r}{h} \cdot \frac{6h+4h+h}{6} = \frac{2r}{h} \cdot \frac{11h}{6} = \frac{22}{3}r \approx \frac{10r}{3}$

\Rightarrow в область освещается лучами через линзу попадает

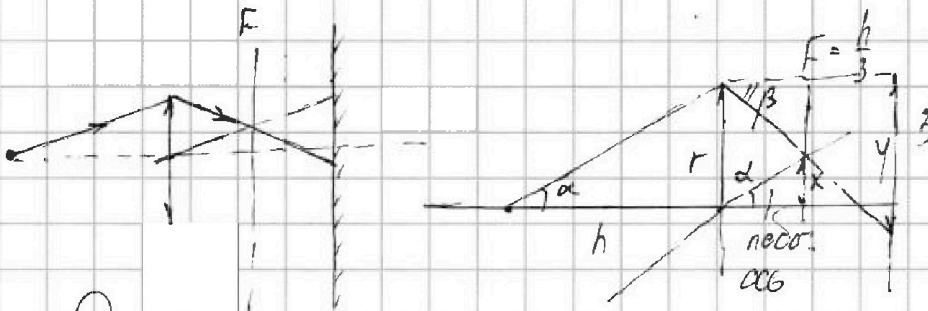


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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) Рассмотрим ход лучей, проходящих через линзу под максимальным углом к её ΓO .

Ход этих лучей за линзой будем строить по правилу для параллельных лучей. Проведем вспомогательную оптическую ось a на высоте x от ΓO с серединой a -точки.

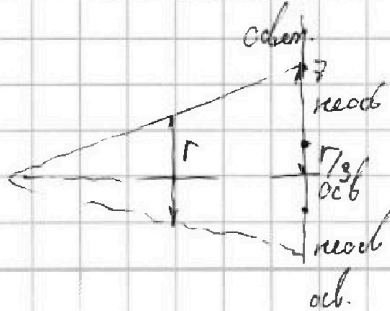
$$x = \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{h}{3}, \text{ где } x \text{ - на рисунке}$$

$$x = \frac{r}{h} \cdot \frac{h}{3} = \frac{r}{3}$$

$$y = \operatorname{tg} \beta \cdot \frac{2h}{3} = \frac{r-x}{\frac{h}{3}} \cdot \frac{2h}{3} = \frac{2r-2x}{3} = \frac{2r-2 \cdot \frac{r}{3}}{3} = \frac{4r}{9} \Rightarrow \text{луч упадет}$$

$$\text{на расстоянии } y-r = \frac{4r}{9} - r = \frac{r}{9} \text{ от опт оси}$$

Остальные лучи, проходя через линзу упадут на экран на меньшем расстоянии от ΓO . \Rightarrow



$$z = \operatorname{tg} \alpha \cdot (h+b) = \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{5h}{3} = \frac{r}{h} \cdot \frac{5h}{3} = \frac{5}{3} r$$

$$\Delta_{\text{крас}} = \Delta_{\text{оранж}} - \Delta_{\text{зел}} =$$

$$= \pi \left(\frac{5}{3} r \right)^2 - \pi \left(\frac{r}{3} \right)^2 =$$

$$= \pi \left(\frac{5}{3} r - \frac{r}{3} \right) \left(\frac{5}{3} r + \frac{r}{3} \right) =$$



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
__ 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!

