



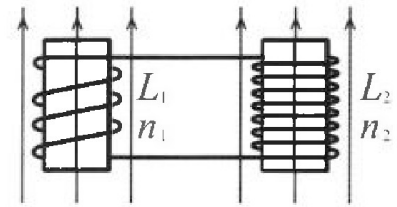
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

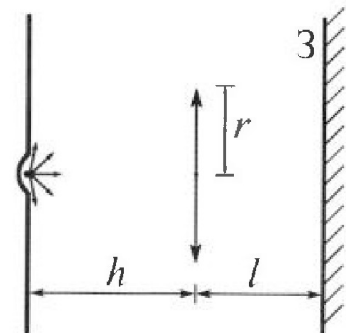


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет уменьшаться со скоростью $\Delta B / \Delta t = -\alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $2B_0/3$, 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 неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

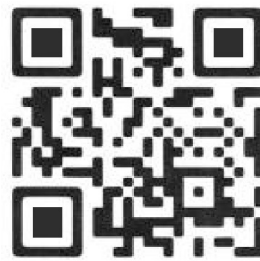
Ответы дайте в $[\text{см}^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.



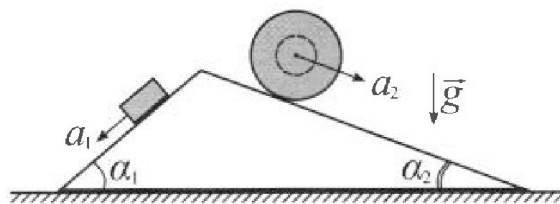
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

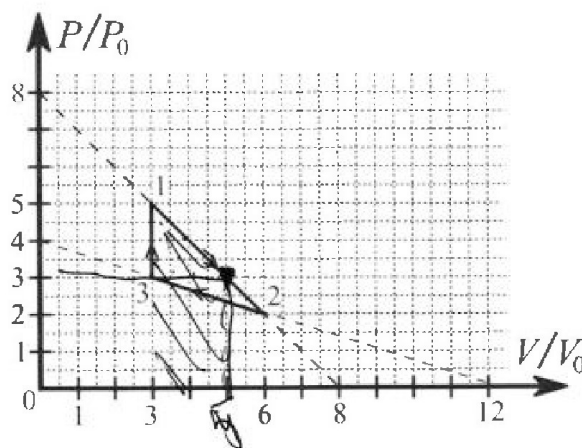


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

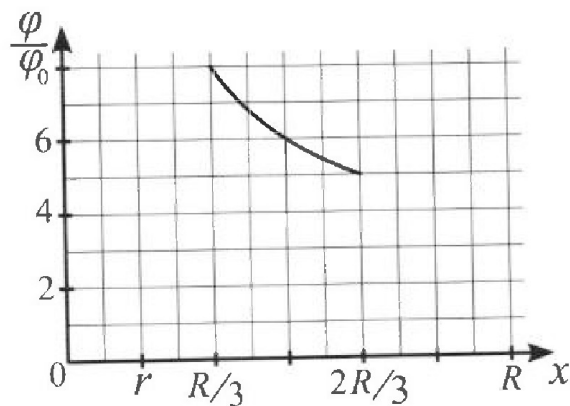
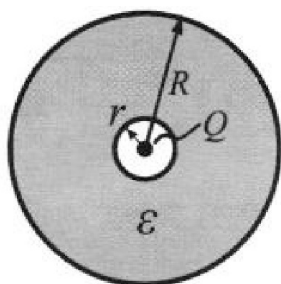
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .

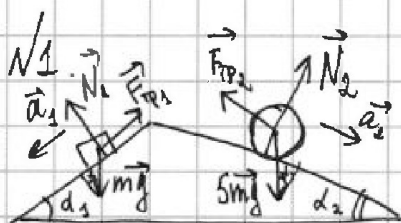




1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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) Запишем II з. Ньютона для бруска:

$$m\vec{a}_1 = \vec{mg} + \vec{N}_1 + \vec{F}_{тр1}$$

В проекции на плоскость клина: $ma_1 = mg \sin d_1 - F_{тр1}$

$$F_{тр1} = m(g \sin d_1 - a_1) = m\left(g \cdot \frac{317}{5} - g \cdot \frac{715}{17}\right) = mg \frac{51-35}{17 \cdot 5} = \frac{16}{85} mg$$

$$\boxed{F_{тр1} = \frac{16}{85} mg}$$

2) Запишем II з. Ньютона для шара: $5m\vec{a}_2 = \vec{N}_2 + 5\vec{mg} + \vec{F}_{тр2}$

В проекции на клин: $5ma_2 = 5mg \sin d_2 - F_{тр2}$

$$F_{тр2} = 5m(g \sin d_2 - a_2) = 5m\left(g \cdot \frac{8}{17} - g \cdot \frac{8}{25}\right) = 5mg \cdot 8 \cdot \left(\frac{1}{17} - \frac{1}{25}\right) = 40mg \frac{25-17}{17 \cdot 25} = \frac{80mg \cdot 8}{17 \cdot 25} = \frac{64}{85} mg$$

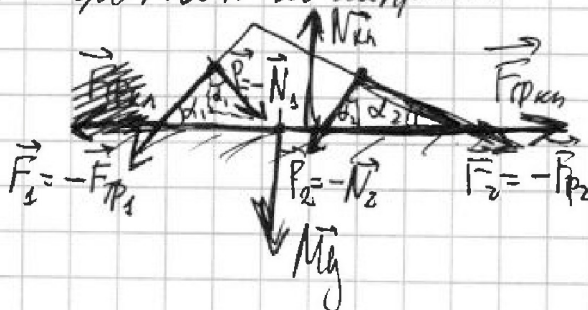
$$\boxed{F_{тр2} = \frac{64}{85} mg}$$

3) По III з-ку Ньютона на клин действуют силы трения, реакции по модулю и противоположные по направлению силам трения на брусок и шар, а также веса бруска и шара (которые равны по мод. и противополож. по направлению силам реакции опоры)

~~Запишем~~

$$N_1 = mg \cos d_1; N_2 = 5mg \cos d_2$$

(II з-н Ньют. для тел в проекции на нормали к клину)





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!

II 3. Ньютона для клина (каждое ускор равно нулю)

$$0 = -\vec{F}_{P1} - \vec{N}_1 - \vec{F}_{P2} - \vec{N}_2 + \vec{Mg} + \vec{N}_{кл} + \vec{F}_{ПКл}$$

В проекции на горизонталь:

$$F_{ПКл} + F_{P2} \cos d_2 + N_1 \sin d_1 = F_{P1} \cos d_1 + N_2 \sin d_2$$

$$F_{ПКл} = -\frac{64}{85} mg \cdot \frac{1}{\cos d_2} + mg \cos d_1 \cdot \sin d_1 + \frac{16}{85} mg \cdot \cos d_1 + 6 mg \cos d_2 \sin d_2$$

$$\Leftrightarrow mg \cos d_2 \left(-\frac{64}{85} + 5 \sin d_2 \right) + mg \cos d_1 \left(\sin d_1 + \frac{16}{85} \right) =$$

$$= mg \cdot \frac{15}{17} \left(-\frac{64}{85} + 5 \cdot \frac{8}{17} \right) + mg \cdot \frac{4}{5} \left(\frac{16}{85} - \frac{3}{5} \right) =$$

$$= mg \cdot \frac{15}{17} \left(\frac{800 - 64}{85} \right) + mg \cdot \frac{4}{5} \left(\frac{16 - 17}{85} \right) = \frac{15 \cdot 36 \cdot mg}{17 \cdot 85 \cdot 17} - \frac{mg \cdot 4}{5 \cdot 85}$$

$$= \frac{4mg}{85} \left(\frac{15 \cdot 36}{17 \cdot 17} - \frac{1}{25} \right) = \frac{4mg}{85} \left(\frac{675 - 17}{17 \cdot 17} \right) = \frac{4mg \cdot 658}{85^2}$$

$$= \frac{4mg}{17} \left(\frac{3 \cdot 9}{17} - \frac{1}{25} \right) = \frac{4mg \cdot 658}{17 \cdot 17 \cdot 25} = \frac{2732}{85^2} mg$$

Ответ: 1) $F_{P1} = \frac{16}{85} mg$ 2) $F_{P2} = \frac{64}{85} mg$ 3) $F_{ПКл} = \frac{2732}{85^2} mg$



1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

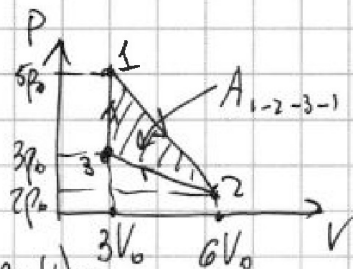
СТРАНИЦА
1 из 3

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

N2

Упр-ие Клан-Менг. газ по тек 1, 2 и 3:

$$\begin{cases} 15p_0 \cdot 3V_0 = \nu R T_1 \\ 2p_0 \cdot 6V_0 = \nu R T_2 \\ 3p_0 \cdot 3V_0 = \nu R T_3 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 15p_0 V_0 = \nu R T_1 \quad (1) \\ 12p_0 V_0 = \nu R T_2 \quad (2) \\ 9p_0 V_0 = \nu R T_3 \quad (3) \end{cases}$$



$$1) \Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} (15p_0 V_0 - 9p_0 V_0) \quad (4)$$

$$\Leftrightarrow \frac{3}{2} (6p_0 V_0) = 9p_0 V_0$$

$$A_{1-2-3-1} = A_{12} + A_{23} + A_{31} = 0 \quad \left(\frac{(5p_0 + 2p_0) \cdot (6V_0 - 3V_0)}{2} - \frac{(3p_0 + 2p_0) \cdot (6V_0 - 3V_0)}{2} \right) \quad (5)$$

площадь под 1-2 площадь под 2-3 со знаком -

$$\Leftrightarrow \frac{21p_0 V_0}{2} - \frac{15p_0 V_0}{2} = \frac{6p_0 V_0}{2} = 3p_0 V_0$$

Тогда $\frac{\Delta U_{31}}{A_{1231}} = \frac{9p_0 V_0}{3p_0 V_0} = 3$; $\frac{\Delta U_{31}}{A_{1231}} = 3$

2) Из упр-ия (1)-(3): $T_1 = \frac{15p_0 V_0}{\nu R}$; $T_2 = \frac{12p_0 V_0}{\nu R}$; $T_3 = \frac{9p_0 V_0}{\nu R}$

Тогда ~~Зависимость~~ Зависимость $p(V)$ в процессе 1-2: $p = -\frac{p_0}{V_0} \cdot V + 8p_0$

Подставим в упр-ие Клан-Менг:

$$\left(-\frac{p_0}{V_0} \cdot V + 8p_0 \right) \cdot V = \nu R T$$

~~Зависимость~~ ~~Температура~~ $T = \frac{8p_0 V - \frac{p_0}{V_0} \cdot V^2}{\nu R}$

Температура макс, когда производная 0:

$$T' = \frac{8p_0}{\nu R} - \frac{p_0}{\nu R V_0} \cdot 2V = 0 \Rightarrow V = 4V_0 - \text{при этом объем}$$

Температура в 1-2 макс-м



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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 3

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

$$\text{Тога } T_{\max} = \frac{8p_0 \cdot 4V_0 - \frac{p_0}{2} \cdot 16V_0^2}{2R} = \frac{16p_0V_0}{2R}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{\frac{16p_0V_0}{2R}}{\frac{12p_0V_0}{2R}} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3} \quad ; \quad \frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{4}{3}$$

3) Чтобы найти КПД, нам нужно найти на каких участках процессов 1-2 и 2-3 мы отдаём тепло, а на каких получим, т.к. теплоёмкости в этих процессах не постоянны. Для этого найдем при помощи объёма произойдет касание с квадратом (в этот момент $dQ = 0$)

$$\text{Процес 1-2: } dQ = \frac{3}{2} 2R dT + p dV = \frac{3}{2} 2R \cdot d \left(\frac{pV}{2R} \right) + p dV =$$

$$(p = -\frac{p_0}{V_0} \cdot V + 8p_0)$$

$$= \frac{3}{2} \frac{2R}{2R} d \left(-\frac{p_0}{V_0} V^2 + 8p_0V_0 \right) + \left(-\frac{p_0}{V_0} V + 8p_0 \right) \cdot dV =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot \left(-\frac{p_0}{V_0} \cdot 2V \cdot dV \right) + \frac{3}{2} \cdot 8p_0 \cdot dV - \frac{p_0}{V_0} \cdot V dV + 8p_0 dV =$$

$$= -4 \frac{p_0}{V_0} \cdot V dV + 20p_0 \cdot dV$$

$$dQ = 0 \Rightarrow 20p_0 \cdot dV = 4 \frac{p_0}{V_0} \cdot V \cdot dV \Rightarrow V = 5V_0$$

При этом объёме $p = 3p_0$, до этой точки газ получает тепло, после - отдаёт. Температуры в этих точках: $T = \frac{p}{2R} = \frac{5p_0 \cdot 3V_0}{2R} = \frac{15p_0V_0}{2R}$

Тога получим тепло в процес 1-2:

$$Q_{\text{на 1-2}} = \frac{3}{2} 2R(T_2 - T_1) + (5V_0 - 3V_0) \cdot \frac{5p_0 + 3p_0}{2} =$$

$$= \frac{3}{2} 2R \left(\frac{15p_0V_0}{2R} - \frac{15p_0V_0}{2R} \right) + 2V_0 \cdot \frac{8p_0}{2} = 8p_0V_0$$



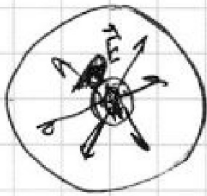
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 3

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

№3.



Эл. поле, создаваемое зарядом Q в вакууме
соотношение равно $E = \frac{kQ}{x^2} \cdot \epsilon$ (убав-ие в ϵr^2)

$\varphi_r = \frac{kQ}{r}$ (потенциал на вых-ей пов-ти ~~внутри~~
создаваемый пол. зарядом Q)

~~Напряженность
электрического
поля
(уменьшение
от вых-ей
пов-ти до рас-м. пов-ти)~~

$$\oint E \cdot dl = \frac{Q}{\epsilon_0} \Rightarrow \int_0^R E \cdot 2\pi r \cdot dr = \frac{Q}{\epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{kQ}{r^2}$$

$$\varphi_r = \frac{kQ}{r} \Rightarrow \varphi_{3R} = \frac{kQ}{3R}$$

~~Напряженность
электрического
поля от
рас-м. пов-ти до вых-ей
пов-ти~~

Напряженность электрического поля E от вых-ей пов-ти до рас-м. пов-ти

$$U = Ed = \int_0^{\frac{3R}{4}} E(y) \cdot dy = \int_0^{\frac{3R}{4}} \frac{kQ}{(y+r)^2} \cdot dy = \left[-\frac{kQ}{y+r} \right]_0^{\frac{3R}{4}} = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ}{\frac{3R}{4}+r}$$

y - расстояние от вых-ей пов-ти до рас-м. пов-ти $\frac{3R}{4}$ или $\frac{3R}{4} - r$

$$U = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ}{\frac{3R}{4}+r}$$

$$\Rightarrow \frac{kQ}{r} \left(-\frac{1}{t} \right) \Big|_r^{\frac{3R}{4}} = \frac{kQ}{r} \left(-\frac{4}{3R} + \frac{1}{r} \right) = \frac{kQ}{3rR} (3R - 4r)$$

$$U_{\frac{3R}{4}} = \varphi_r - \varphi_{\frac{3R}{4}} \Rightarrow \varphi_{\frac{3R}{4}} = \varphi_r - U_{\frac{3R}{4}} = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ}{3rR} (3R - 4r)$$



1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 3

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

2) По тр-цу видно, что потенциалы в точках $\frac{R}{3}$ и $\frac{2R}{3}$ относятся как $\frac{\varphi_{\frac{R}{3}}}{\varphi_{\frac{2R}{3}}} = \frac{8}{5}$

Найдем эти потенциалы:

$$1) \varphi_{\frac{R}{3}} = \varphi_{\frac{R}{3}} - \varphi_{\frac{R}{3}} = \frac{kQ}{r} - \varphi_{\frac{R}{3}}$$

$$\varphi_{\frac{R}{3}} = \int_0^{\frac{R}{3}} \frac{kQ\epsilon}{(y+r)^2} dy = [t = y+r] = kQ\epsilon \int_0^{\frac{R}{3}} \frac{dt}{t^2} =$$

$$= kQ\epsilon \left(-\frac{1}{t} \right) \Big|_0^{\frac{R}{3}} = kQ\epsilon \left(-\frac{1}{\frac{R}{3}} + \frac{1}{r} \right) = \frac{kQ\epsilon(R-3r)}{rR}$$

Тогда $\frac{kQ\epsilon(R-3r)}{rR} = \frac{kQ}{r} - \varphi_{\frac{R}{3}} \Rightarrow \varphi_{\frac{R}{3}} = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ\epsilon(R-3r)}{rR}$

$$2) \varphi_{\frac{2R}{3}} = \varphi_{\frac{2R}{3}} - \varphi_{\frac{2R}{3}} = \frac{kQ}{r} - \varphi_{\frac{2R}{3}}$$

$$\varphi_{\frac{2R}{3}} = \int_0^{\frac{2R}{3}} \frac{kQ\epsilon}{(y+r)^2} dy = [t = y+r] = kQ\epsilon \int_0^{\frac{2R}{3}} \frac{dt}{t^2} =$$

$$= kQ\epsilon \left(-\frac{1}{t} \right) \Big|_0^{\frac{2R}{3}} = \frac{kQ\epsilon(2R-3r)}{2Rr}$$

Тогда $\varphi_{\frac{2R}{3}} = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ\epsilon(2R-3r)}{2Rr}$

$$\frac{8\varphi_{\frac{R}{3}}}{5\varphi_{\frac{2R}{3}}} = \frac{\frac{kQ}{r} - \frac{kQ\epsilon(R-3r)}{rR}}{\frac{kQ}{r} - \frac{kQ\epsilon(2R-3r)}{2Rr}} = \frac{2(R-\epsilon(R-3r))}{2R-\epsilon(2R-3r)}$$

$$16R - 16\epsilon R + 24\epsilon r = 10R - 10\epsilon R + 30\epsilon r$$

$$6R = 6\epsilon R - 6\epsilon r \Rightarrow \epsilon = \frac{R}{R-r} \text{ (a)}$$

$$\epsilon = \frac{6R}{11R-3r} \text{ (a)}$$



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
3 из 3

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

3) Найти поле потенциал φ_R (по оси OX в $\frac{R}{6}$)

$$\varphi_R = \varphi_r - \varphi_{R/6} = \frac{kQ}{r} - \varphi_{R/6}$$

$$\varphi_{R/6} = \int_0^{R/6} E(y) \cdot dy = \int_0^{R/6} \frac{kQx}{(y+r)^2} dy = \left[-\frac{kQx}{y+r} \right]_0^{R/6} = \int_r^{R/6+r} kQx \frac{dt}{t^2}$$

$$\Rightarrow kQx \left(-\frac{1}{t} \right) \Big|_r^{R/6} = kQx \left(-\frac{1}{R/6+r} + \frac{1}{r} \right) = kQx \frac{R-6r}{rR}$$

$$\varphi_{R/6} = \frac{kQx}{r} - \frac{kQx(R-6r)}{rR} = \frac{kQx}{rR} (R - ER + 6Er)$$

$$\frac{\varphi_R}{\varphi_{R/6}} = \frac{6}{8} \neq \frac{R(R-ER+6Er)}{R(R-ER+3Er)}$$

(по условию)

$$6R - 6ER + 18Er = 8R - 8ER + 48Er$$

$$22R - 2R = 30Er$$

$$ER - R = 15Er$$

$$ER - 15Er = R \Rightarrow E = \frac{R}{R-15r} \quad (5)$$

Проверить из условия (5)

$$\frac{R}{R-15r} = \frac{6R}{11R-9r}$$

$$11R^2 - 9rR = 6R^2 - 15Gr$$

$$5R^2 = 6Gr$$

Ответ: $\varphi_R = \frac{kQ}{r} - \frac{kQx(3R-4r)}{3rR}$

$$1) \varphi_{R/6} = \frac{kQ}{r} - \frac{kQx(3R-4r)}{3rR}$$



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!

$$\left(+\frac{12B_0}{3} \cdot S_h + B_0 S_h \right) + \left(-\frac{B_0}{12} S_h + \frac{B_0}{3} S_h \right) = (L_1 + L_2) \cdot I$$

$$-\frac{B_0}{3} S_h + \frac{3B_0}{4} S_h = (L_1 + L_2) I$$

$$I = \frac{9B_0 S_h - 4B_0 S_h}{12(L_1 + L_2)} = \frac{5}{12} \cdot \frac{B_0 S_h}{L_1 + L_2}$$

Ответ: 2) $I = \frac{5}{12} \cdot \frac{B_0 S_h}{L_1 + L_2}$

1) $\frac{dI}{dt} = \frac{dS_h}{L_1 + L_2}$

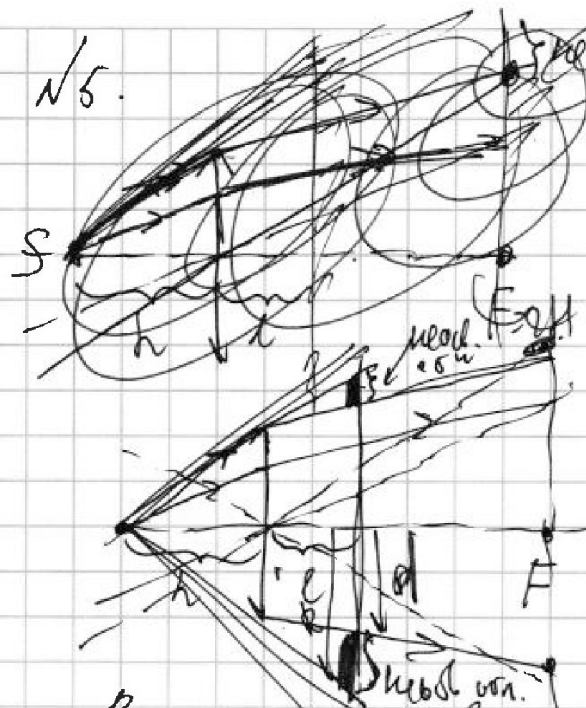


1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

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!



Лучи через линзу проходят так, как если бы они были в свободном пространстве.

Волны, не проходящие через линзу свободно

Рассмотрим луч на краю линзы.

Все лучи вне нее не проходят свободно и освещают внешнюю область, все лучи внутри преломляются и освещают пространство внутри линзы. По сути дела не освещен остается только небольшой центральный участок, проходящий свободно и первый лучевой момент

Радиус R больше радиуса волны λ

Подобно $\frac{r}{R} = \frac{\lambda}{2h} \Rightarrow R = \frac{(t+h)r}{h}$

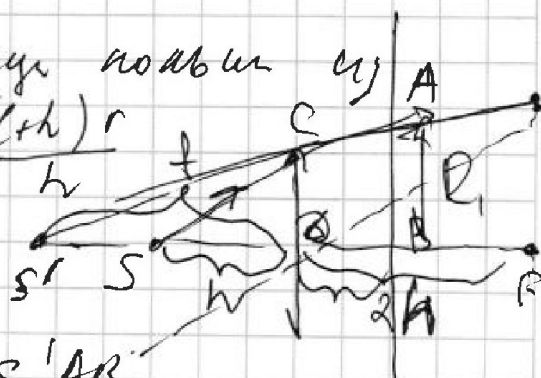
$$\frac{1}{t} - \frac{1}{f} = \frac{1}{2h} \quad (\text{упр-е волн линзы})$$

$$f = \frac{2ht}{2h+t} = 2h$$

Потому $\triangle S'CD \sim \triangle S'AB$

$$\frac{f}{r} = \frac{t+l}{R_1} \Rightarrow R_1 = \frac{(t+l)r}{f} = \frac{(2h+l)r}{2h}$$

След



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!

$$p = a \cdot V + b$$

Решение

$$V=0; p=p_0: p_0=b$$

$$V=8V_0; p=0: 0 = a \cdot 8V_0 + p_0 \quad \left(\frac{2}{3}-1\right) B_0 S n_1 +$$

$$a = -\frac{p_0}{8V_0} = -\frac{p_0}{V_0} + \left(\frac{B_0}{12} + \frac{B_0}{3}\right) B_0 S n_1$$

$$\frac{\partial p}{\partial R} = \frac{2 p_0 V}{2 R V_0}$$

$$V = 4V_0$$

$$p = aV + b$$

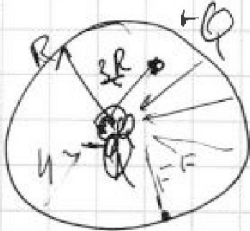
$$V=0; p=4p_0$$

$$4p_0=b$$

$$V=12V_0; p=0: 0 = a \cdot 12V_0 + 4p_0$$

$$a = -\frac{4p_0}{12V_0} = -\frac{p_0}{3V_0}$$

N3



На бн-ей мб-м мара змре - Q

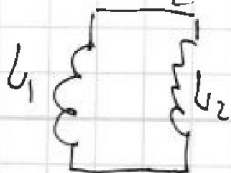
Тогда, т.к. мара дрн риз, на бн-м мб-м змре + Q

$$U = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{\frac{3R}{4}} = \frac{kQ}{R} - \frac{4kQ}{3R} = -\frac{kQ}{3R}$$

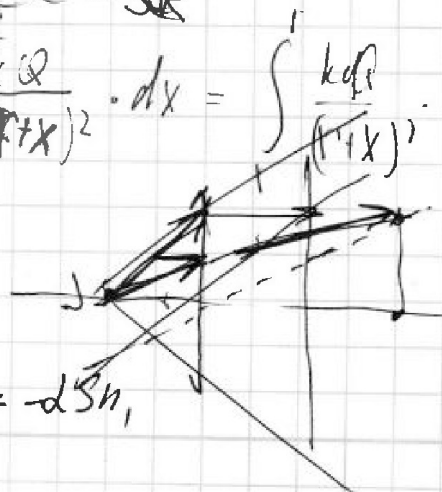


$$U = \int_R^r E \cdot dx = \int_R^r \frac{kQ}{(R+x)^2} \cdot dx = \int_R^r \frac{kQ}{(R+x)^2} \cdot d(R+x)$$

$$= \left[-\frac{kQ}{R+x} \right]_R^r =$$



$$\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{dB}{dt} \cdot S n_1 = -dS n_1$$





1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
3 из 3

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

Процесс 2-3: $dQ = \frac{3}{2} \nu R dT + p dV = \frac{3}{2} \nu R \cdot d \frac{pV}{\nu R} + p dV$
 $(pV) = -\frac{p_0}{3V_0} \cdot V + 4p_0 V$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \frac{3}{2} \cdot d \left(-\frac{p_0}{3V_0} \cdot V^2 + 4p_0 V \right) + \left(4p_0 - \frac{p_0}{3V_0} V \right) dV &= \\ = \frac{3}{2} \cdot \left(-\frac{p_0}{3V_0} \cdot 2V \cdot dV \right) + \frac{3}{2} \cdot 4p_0 \cdot dV + \left(4p_0 - \frac{p_0}{3V_0} V \right) dV &= \\ = -\frac{p_0}{V_0} V dV + 6p_0 dV + 4p_0 dV - \frac{p_0}{3V_0} V dV &= \\ = -\frac{4p_0}{3V_0} V dV + 10p_0 dV ; dQ = 0 \end{aligned}$$

$$10p_0 dV = \frac{4p_0}{3V_0} V dV$$

этот объем был $\rightarrow V = \frac{30V_0}{4} = \frac{15V_0}{2} = 7,5V_0$
 1-2, значит по этому процессу тепло не идет за

$$Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) - A_{32} = \frac{3}{2} \nu R \frac{9p_0V_0 - 18p_0V_0}{\nu R} \ominus$$

находим из 23 закон

$$\ominus \frac{(8p_0 + 4p_0)(6V_0^3 - 3V_0^3)}{2} = -\frac{3}{2} \cdot 8p_0V_0 - \frac{18p_0V_0}{2} < 0, \text{ значит}$$

Процесс 3-1:

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31}^{\text{пол}} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} \nu R \cdot \frac{18p_0V_0 - 9p_0V_0}{\nu R} =$$

т.е. $V = \text{const}; A_{20}$

$$= \frac{3}{2} \cdot 6p_0V_0 = 9p_0V_0 > 0 \Rightarrow \text{это тепло нагрело}$$

Итого $Q_{\text{из}} = Q_{\text{из}12} + Q_{31} = 8p_0V_0 + 9p_0V_0 = 17p_0V_0$

Тогда $\eta = \frac{A_{\text{из}12}}{Q_{\text{из}}} = \frac{8p_0V_0}{17p_0V_0} = \left[\frac{8}{17} \right]$

Ответ: 1) $\frac{\Delta U_{31}}{A_{\text{из}12}} = 3$ 2) $\frac{T_{\text{max}}}{T_2} = \frac{4}{3}$ 3) $\eta = \frac{8}{17}$

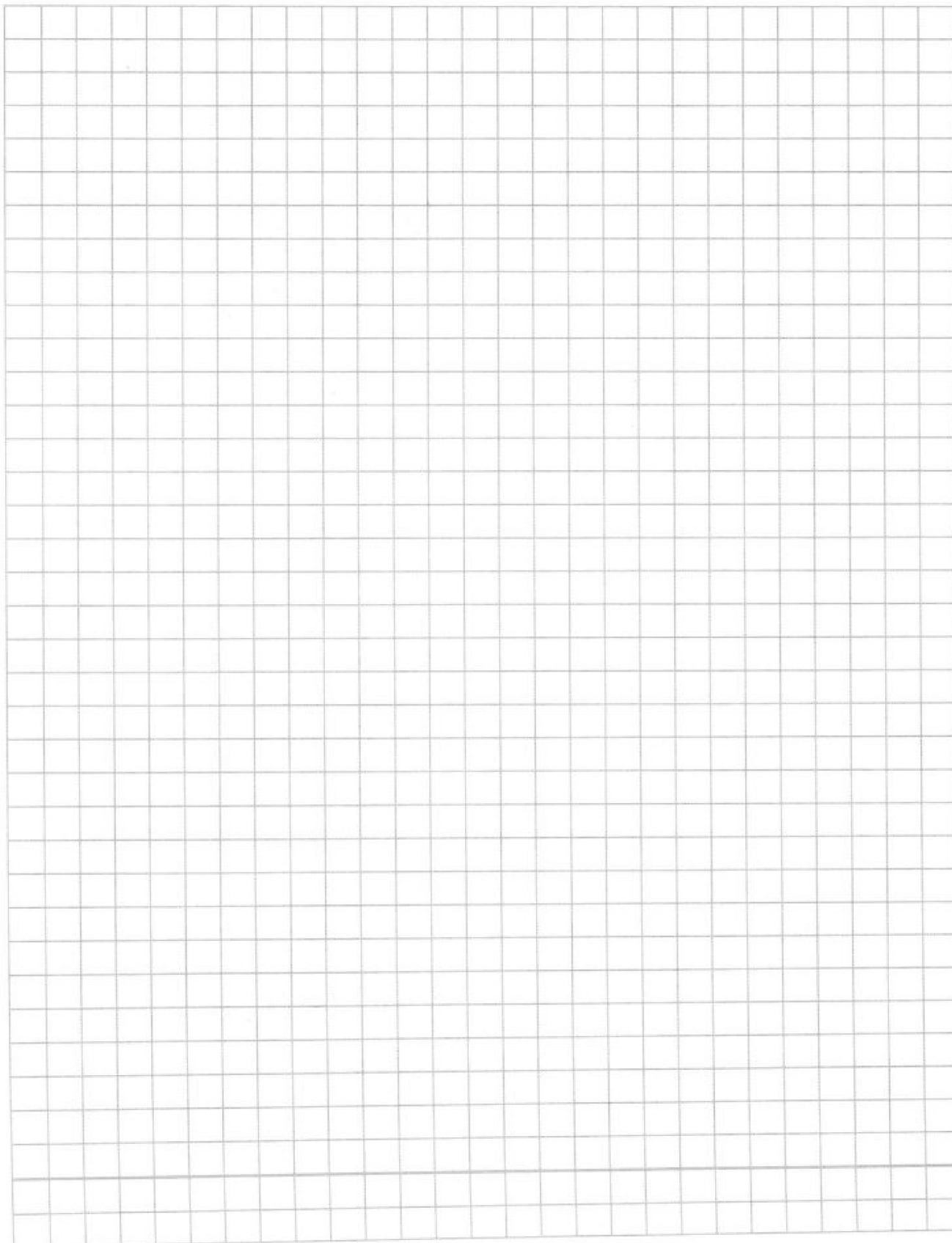


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Черновик

$\vec{R}_5$

$$1) m a_1 = m g \sin d_1 - F_{\text{пр}1}$$

$$\frac{m \cdot 7g}{17} = m g \cdot \frac{3}{5} - F_{\text{пр}1} \Rightarrow F_{\text{пр}1} = m g \left(\frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{51-35}{5 \cdot 17} m g = \frac{16}{5 \cdot 17} m g = \frac{16}{85} m g$$

$$2) 5 m a_2 = -F_{\text{пр}2} + 5 m g \sin d_2$$

$$F_{\text{пр}2} = -5 m (a_2 - g \sin d_2) = -5 m \left(\frac{8g}{25} - g \cdot \frac{8}{17} \right) =$$
$$= 5 m g \left(-\frac{8}{25} + \frac{8}{17} \right) = \frac{5 m g \cdot 8 \cdot 8}{5 \cdot 25 \cdot 17} = \frac{64 m g}{85}$$

$$3) N_1 = P_1 = m g \cos d_1; \quad N_2 = P_2 = 5 m g \cos d_2$$

$$\vec{F}_{\text{пр}1} + \vec{F}_{\text{пр}2} + \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{M}_g + \vec{N}_1 = 0$$

$$0_x: F_{\text{пр}1x} + \frac{64 m g}{85} \cos d_1 + m g \cos d_1 - F_{\text{пр}2} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{16}{85} m g \cos d_1 + 5 m g \cos d_2 - F_{\text{пр}2} = 0$$

$$F_{\text{пр}1x} + \frac{64 m g}{85} \cdot \frac{15}{17} + m g \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} = \frac{16}{85} m g \cdot \frac{4}{5} + 5 m g \cdot \frac{8}{17} \cdot \frac{15}{17}$$

$$F_{\text{пр}1x} = m g \left(\frac{64}{35 \cdot 17} + \frac{200}{17^2} - \frac{12}{25} - \frac{64 \cdot 3}{436 \cdot 17^2} \right) = \left(\frac{64 - 12 \cdot 17}{25 \cdot 17} + \frac{200 - 192}{17^2} \right) m g =$$
$$= \left(-\frac{140}{25 \cdot 17} + \frac{8}{17^2} \right) m g = m \left(\frac{40 - 28 \cdot 17}{17^2 \cdot 5} \right) = m g \left(-\frac{436}{17^2 \cdot 5} \right)$$

$$\frac{2}{15} \times 45 = 75$$

$$\frac{675}{17}$$

$$\frac{675}{17}$$

$$3.36 m g$$

$$\frac{3}{85} \times 27 = \frac{81}{85}$$