



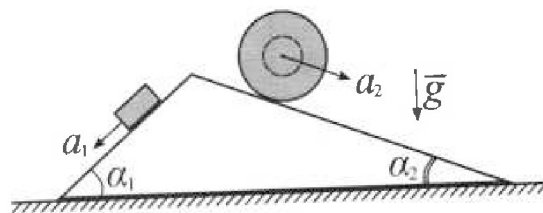
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



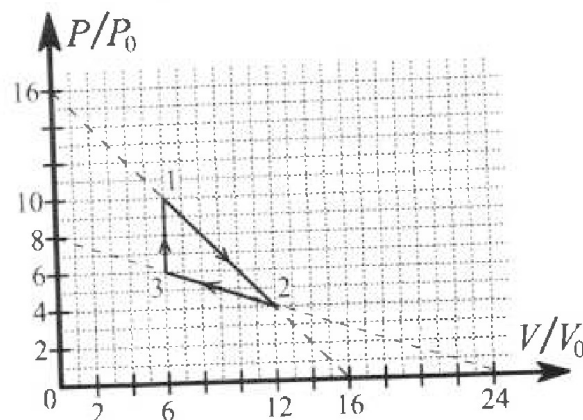
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $9m/4$ с ускорением $a_2 = 8g/27$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) 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.

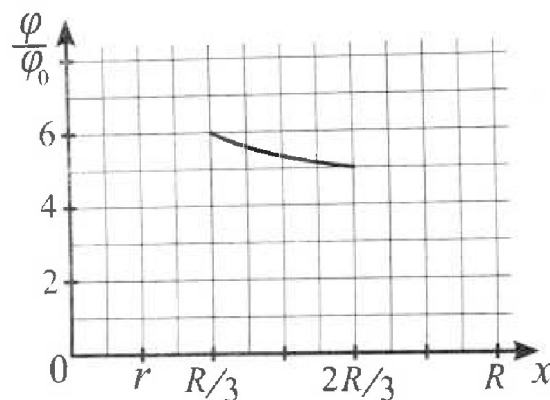
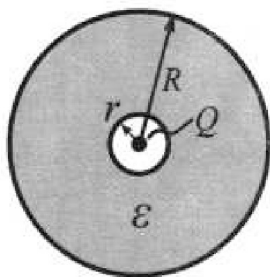


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 $x = 11R/12$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .





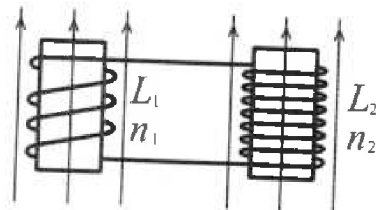
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

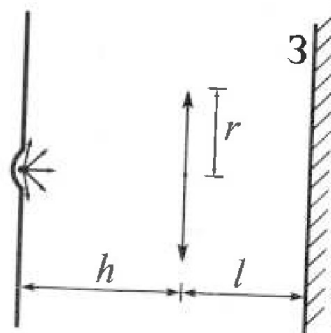


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L/4$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n/2$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. 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) нач нет 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 $3B_0/4$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $4B_0$ до $8B_0/3$, 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 $F = 2h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 4$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h/2$ 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 $[см^2]$ 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 1

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

№1

$$a_1 = \frac{58}{17}$$

$$a_2 = \frac{88}{27}$$

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

$$\cos \alpha_1 = \frac{4}{5}$$

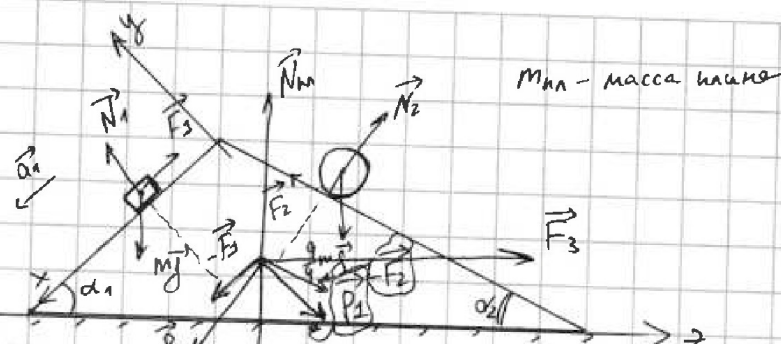
$$\sin \alpha_2 = \frac{8}{17}$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{15}{17}$$

$F_1 = ?$

$F_2 = ?$

$F_3 = ?$



$m_{\text{пл}}$ - масса плеча

1) на брусок действует сила трения F_1

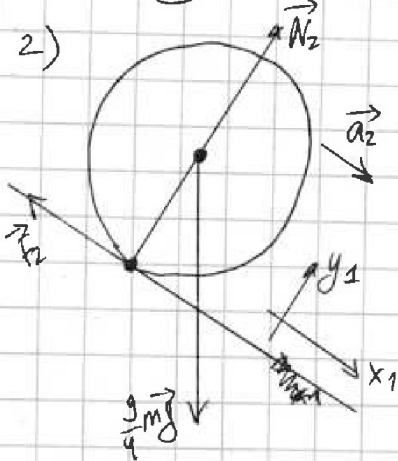
$$y: N_1 = mg \cos \alpha_1$$

$$x: ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1$$

(из 2-го и 3-го Ньютона)

$$F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = m \left(\frac{3}{5}g - \frac{58}{17} \right) = \frac{26}{85}mg$$

2)



2-ой 3-й Ньютона:

$$x_1: \frac{9}{4}ma_2 = \frac{9}{4}mg \sin \alpha_2 - F_2$$

$$F_2 = \frac{9}{4}m \left(g \cdot \frac{8}{17} - \frac{88}{27}g \right) = 18mg \left(\frac{1}{17} - \frac{1}{27} \right) = \frac{20mg}{51}$$

$$y_1: N_2 = \frac{9}{4}mg \cos \alpha_2 = \frac{9}{4} \cdot \frac{15}{17}mg = \frac{135}{68}mg$$

3) $0z: F_3 + P_1 \sin \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 = P_2 \sin \alpha_2 + F_1 \cos \alpha_1$ - т.н. или в равновесии

$P_1 = N_1, P_2 = N_2$ - по 3-ему 3-му Ньютона

$$F_3 + \frac{4}{5}mg \cdot \frac{3}{5} + \frac{20mg}{51} \cdot \frac{15}{17} = \frac{135}{68}mg \cdot \frac{8}{17} + \frac{26}{85}mg \cdot \frac{4}{5}, \text{ откуда } F_3 = \frac{6}{17}mg$$

Ответ: 1) $F_1 = \frac{26}{85}mg$ 2) $F_2 = \frac{20mg}{51}$ 3) $F_3 = \frac{6}{17}mg$



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 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!

N2

1) Т.к. работа газа - это площадь под графиком $P(V)$, то

A_{1-2-3} - это площадь треугольника

1-2-3:

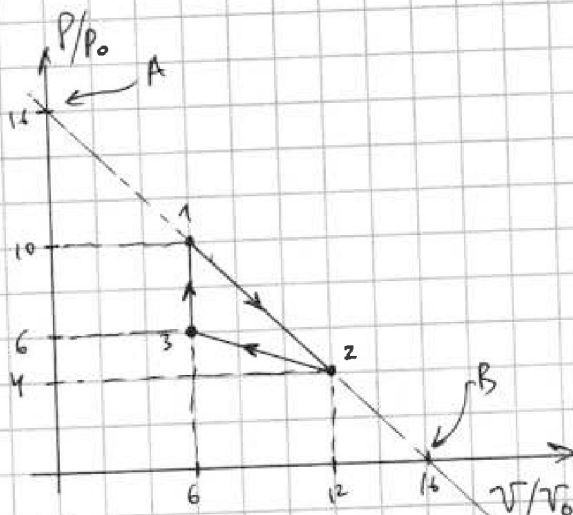
$$A_{1-2-3} = \frac{4P_0 \cdot 6V_0}{2} = 12P_0V_0$$

$$\Delta U_{1-2} = \frac{3}{2} P_2 V_2 - \frac{3}{2} P_1 V_1 =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 4P_0 \cdot 12V_0 - \frac{3}{2} \cdot 16P_0 \cdot 6V_0 =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot (-12P_0V_0) = -18P_0V_0$$

$$\frac{|\Delta U_{1-2}|}{A_{1-2-3}} = \frac{18P_0V_0}{12P_0V_0} = \frac{3}{2}$$



2) Прямая 1-2 описывается уравнением $P(V) = 16P_0 - \frac{P_0}{V_0}V$ (получено из зр-ка, если посмотреть на т. А и т. В)

т.к. $PV = \nu RT$, то $P = \frac{\nu RT}{V}$, тогда

$$\frac{\nu RT}{V} = 16P_0 - \frac{P_0}{V_0}V; \rightarrow \nu RT = 16P_0V - \frac{P_0}{V_0}V^2; T = \frac{1}{\nu R} \left(16P_0V - \frac{P_0}{V_0}V^2 \right)$$

знаем $V_{\text{вершина}} = \frac{-\frac{1}{\nu R} \cdot 16P_0}{\frac{2}{\nu R} \cdot \left(-\frac{P_0}{V_0} \right)} = 8V_0$, тогда $T_{\text{max}} = \frac{1}{\nu R} \left(16P_0V_{\text{вершина}} - \frac{P_0}{V_0}V_{\text{вершина}}^2 \right) =$

$$= \frac{64P_0V_0}{\nu R};$$

где т. 3: $6P_0 \cdot 6V_0 = \nu RT_3$, т.е.

$$T_3 = \frac{36P_0V_0}{\nu R};$$

тогда

$$\frac{T_{\text{max}}}{T_3} = \frac{\frac{64P_0V_0/\nu R}{\frac{36P_0V_0/\nu R}}{1} = \frac{16}{9}}$$

$$3) Q_{1-2} = A_{1-2} + \Delta U_{1-2} = \frac{10P_0 + 4P_0}{2} \cdot 6V_0 + (-18P_0V_0) = 24P_0V_0 > 0$$

$$Q_{2-3} = A_{2-3} + \Delta U_{2-3} = -\frac{4P_0 + 6P_0}{2} \cdot 6V_0 + \frac{3}{2} (6P_0 \cdot 6V_0 - 4P_0 \cdot 12V_0) =$$

$$= -30P_0V_0 + (-18P_0V_0) = -48P_0V_0 < 0$$

$$Q_{3-1} = A_{3-1} + \Delta U_{3-1} = 0 + \frac{3}{2} (10P_0 \cdot 6V_0 - 6P_0 \cdot 6V_0) = 36P_0V_0 > 0$$

$$\eta = \frac{A_{1-2-3}}{Q_{1-2} + Q_{3-1}} = \frac{12P_0V_0}{24P_0V_0 + 36P_0V_0} = \frac{1}{5} = 0,2$$

где Q_{1-2} - подведенная теплота

Ответ: 1) $\frac{3}{2}$; 2) $\frac{16}{9}$; 3) 0,2



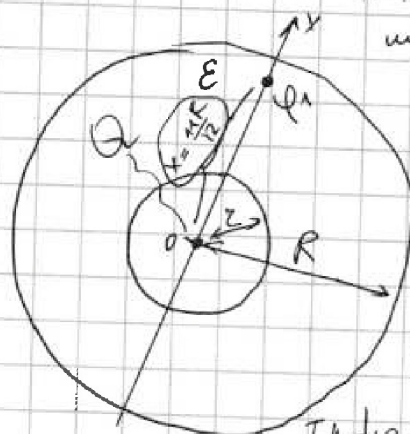
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

№3



Потенциал внутренней поверхности полого шара равен потенциалу точки, находящейся на расстоянии z от точечного заряда Q , т.е.
 $\varphi_{\text{внутр}} = \frac{kQ}{z}$ (будем рассматривать $x > 0$)

Напряженность поля при $|x| \leq z$:

$$E = \frac{kQ}{x^2}, \text{ при}$$

$$R > |x| > z: E = \frac{kQ}{\varepsilon x^2}.$$

Т.к. $d\varphi = -E dx$, то внутри сферы:

$$d\varphi = -\frac{kQ}{\varepsilon x^2} dx, \text{ т.е. } \int_{x_1}^{x_2} d\varphi = \int_{x_1}^{x_2} -\frac{kQ}{\varepsilon x^2} dx = -\frac{kQ}{\varepsilon} \int_{x_1}^{x_2} \frac{1}{x^2} dx, \text{ т.е.}$$

$$\Delta\varphi = -\frac{kQ}{\varepsilon} \left(-\frac{1}{x_2} + \frac{1}{x_1} \right) = \frac{kQ}{\varepsilon} \left(\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} \right)$$

1) Тогда если $x = \frac{11R}{12}$, то $\varphi_1 = \varphi_{\text{внутр}} + \Delta\varphi_1 = \frac{kQ}{z} + \frac{kQ}{\varepsilon} \left(\frac{1}{\frac{11R}{12}} - \frac{1}{z} \right) =$
 $= kQ \left(\frac{1}{z} + \frac{12}{11RE} - \frac{1}{zE} \right)$

2) $6\varphi_0 = \varphi_{\text{внутр}} + \frac{kQ}{\varepsilon} \left(\frac{1}{R/3} - \frac{1}{z} \right) =$
 $= kQ \left(\frac{1}{z} + \frac{1}{\varepsilon} \left(\frac{3}{R} - \frac{1}{z} \right) \right) = kQ \cdot \left(\frac{6}{R} + \frac{1}{\varepsilon} \cdot \left(\frac{3}{R} - \frac{6}{R} \right) \right) =$
 $= kQ \cdot \left(\frac{6}{R} - \frac{3}{RE} \right)$

$5\varphi_0 = \varphi_{\text{внутр}} + \frac{kQ}{\varepsilon} \left(\frac{1}{\frac{2R}{3}} - \frac{1}{z} \right) = kQ \left(\frac{6}{R} + \frac{1}{\varepsilon} \left(\frac{3}{2R} - \frac{6}{R} \right) \right) =$
 $= kQ \cdot \left(\frac{6}{R} + \frac{1}{\varepsilon} \cdot \frac{9}{2R} \right); \text{ Тогда } \frac{6}{5} = \frac{kQ \left(\frac{6}{R} - \frac{3}{RE} \right)}{kQ \left(\frac{6}{R} - \frac{9}{2RE} \right)};$

$\frac{36}{R} - \frac{27}{RE} = \frac{30}{R} - \frac{15}{RE}; 6 = 12/\varepsilon; \varepsilon = 2$

Ответ: 1) $kQ \left(\frac{1}{z} + \frac{12}{11RE} - \frac{1}{zE} \right)$ 2) $\varepsilon = 2$



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!

N4

$$L_1 = L$$

$$L_2 = \frac{9L}{4}$$

$$n_1 = n$$

$$n_2 = \frac{3n}{2}$$

S

$$B_0 = \frac{dB}{dt}$$

$$\alpha = \frac{dB}{dt}$$

1) $I_1' = ?$

2) $I_{2н} = ?$

При изменении B изменяется Φ магнитный поток и в катушках появляется индуцированное ЭДС:

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi_{внешн}}{dt} - \frac{d\Phi_{внутр}}{dt}$$

$$1) \mathcal{E}_1 = - \frac{d\Phi_{внешн1}}{dt} - \frac{d\Phi_{внутр1}}{dt} = - \frac{d(nBS)}{dt} - L_1 I_1' = nS \cdot \frac{dB}{dt} - L_1 I_1'$$

$$\Phi_1 = nBS$$

(т.н. $\vec{B} \perp$ плоскости витков)

$$\mathcal{E}_2 = - \frac{d\Phi_{внешн2}}{dt} - \frac{d\Phi_{внутр2}}{dt} = - L_2 I_1'$$

т.н. так как ток в катушках течет в разные стороны, то

$$\mathcal{E}_1 = -\mathcal{E}_2, \text{ т.е. } nS \cdot \left(\frac{dB}{dt} \right) - L_1 I_1' = + L_2 I_1'$$

$$nS \alpha = I_1' (L_1 + L_2)$$

$$I_1' = \frac{nS \alpha}{L_1 + L_2} = \frac{4}{13} \cdot \frac{nS \alpha}{L}$$

$$2) \mathcal{E}_1 = -nS \cdot \frac{dB_1}{dt} - L_1 I_2'; \quad \mathcal{E}_2 = -\frac{3}{2} nS \cdot \frac{dB_2}{dt} - L_2 I_2'$$

$$\mathcal{E}_1 = -\mathcal{E}_2: -nS \cdot \frac{dB_1}{dt} - L_1 I_2' = \frac{3}{2} nS \cdot \frac{dB_2}{dt} + L_2 I_2'$$

$$-nS \cdot \frac{dB_1}{dt} - L_1 \cdot \frac{dI_2}{dt} = \frac{3}{2} nS \cdot \frac{dB_2}{dt} + L_2 \cdot \frac{dI_2}{dt}$$

$$(L_1 + L_2) dI_2 = nS \cdot (-dB_1 - \frac{3}{2} dB_2) \quad \text{просуммируем левую и правую части}$$

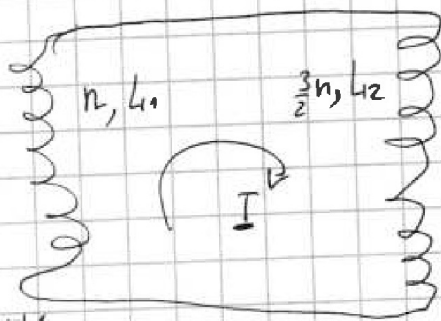
$$(L_1 + L_2) \cdot (I_{2н} - 0) = nS \cdot \left(- \left(\frac{3B_0}{4} - B_0 \right) - \frac{3}{2} \left(\frac{6B_0}{3} - 4B_0 \right) \right)$$

$$(L_1 + L_2) \cdot I_{2н} = nS \cdot \left(\frac{B_0}{4} + 2B_0 \right) = \frac{9}{4} nS B_0$$

$$\left(L + \frac{9}{4} L \right) I_{2н} = \frac{9}{4} nS B_0; \quad L \cdot \frac{13}{4} \cdot I_{2н} = \frac{9}{4} nS B_0$$

$$I_{2н} = \frac{9nS B_0}{13L}$$

$$\text{Ответ: } 1) I_1' = \frac{4}{13} \frac{nS \alpha}{L}; \quad 2) I_{2н} = \frac{9nS B_0}{13L}$$





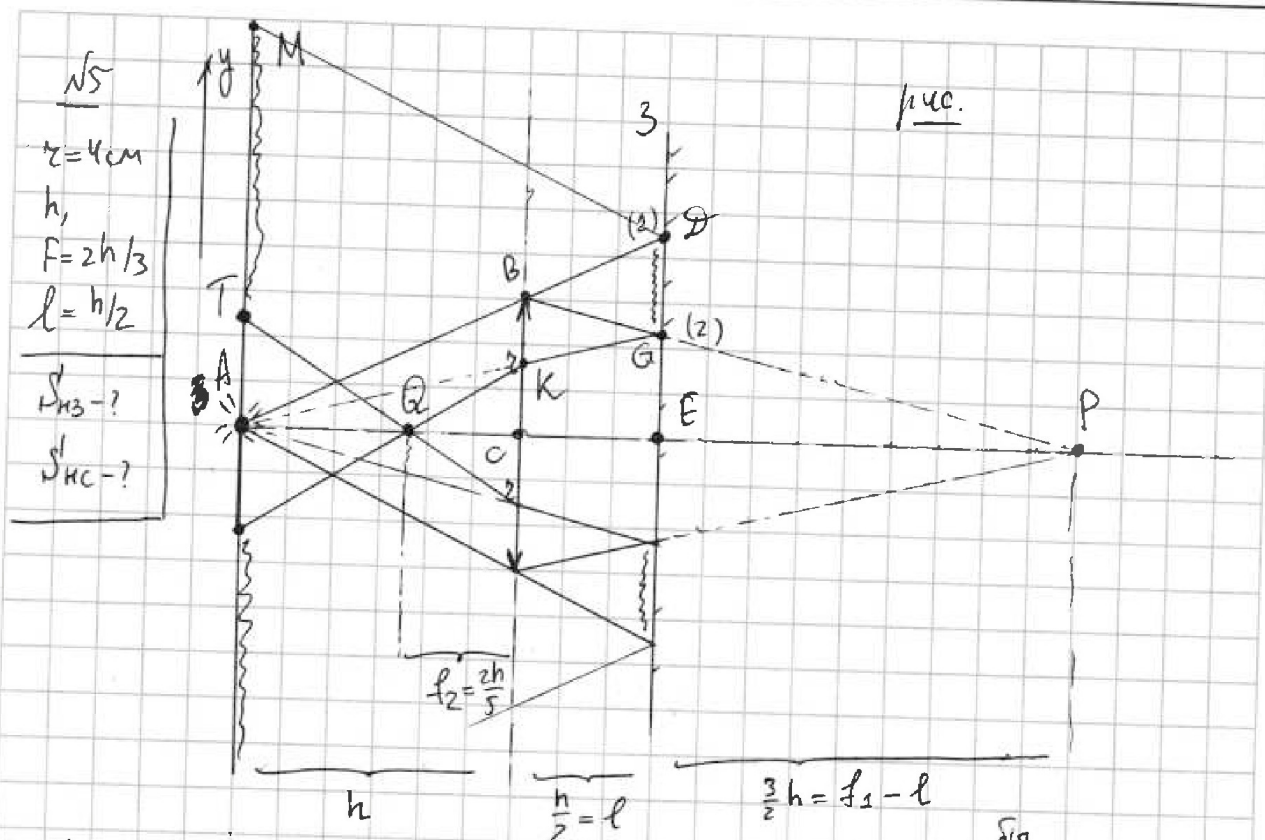
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Найдём на каком расстоянии f_1 от линзы болны ^{бл}сойтись лучи, если бол зеркала не было.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f_1}; \quad \frac{3}{2h} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f_1};$$

Рассмотрим граничные лучи (1) и (2):

$$\frac{1}{2h} = \frac{1}{f_1}; \quad \boxed{f_1 = 2h}$$

луч (2) самый низкий луч, который не проходит через линзу (если рассматривать верхнюю часть рис.!), значит все зеркало выше него освещено. (выше 100)

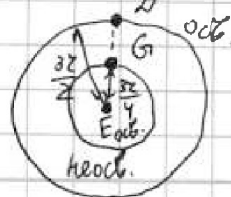
луч (2) самый ^{и выше 100} высокий луч, проходящий через линзу, значит бол зеркало ниже него освещено, то же неосвещенная часть зеркала - это часть зеркала, ~~разрешающая~~ ^{разрешающая} ~~выступающая~~ ^{выступающая} ~~часть~~ ^{часть} ~~зеркала~~ ^{зеркала} ~~с которой~~ ^{с которой} ~~нарисована~~ ^{нарисована} волнистая линия. ({}). То же отметим точки на

на рис.: из подобия $\triangle ABC \sim \triangle ADE$: $DE = \frac{3z}{2}$; из подобия

$\triangle PEG \sim \triangle PCB$: $GE = \frac{3}{4}z$, то же $S_{H3} =$

$$= \pi \cdot \left(\frac{3z}{2}\right)^2 - \pi \cdot \left(\frac{3z}{4}\right)^2 = \pi \cdot 9z^2 \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{16}\right) = \frac{27}{16} \pi z^2 =$$

$$= \underline{27\pi (\text{см}^2)}$$





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
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!

№5 (продолжение)

Т.к. $f_1'' - l = h + l$ - численно, то, если бы на обратном пути луча (2) не было линзы, то он пришёл бы обратно в лампочку.

$$\frac{1}{F} = -\frac{1}{h} + \frac{1}{f_2}; \quad \frac{3}{2h} = -\frac{1}{h} + \frac{1}{f_2}; \quad \frac{5}{2h} = \frac{1}{f_2}; \quad f_2 = \frac{2h}{5}$$

т.к. на линзу после отражения от зеркала падает сходящийся пучок лучей (минимальный предмет), а $AC = h$

~~Решение~~ $\triangle BCK$ - равнобедренный, т.к. луч (2) отразился от зеркала, значит если бозьём вертикальную ось, то

$$(BG)_y = (CK)_y, \text{ т.к. } (BG)_y = BC - GE = \frac{z}{4}, \text{ т.е. } BK = \frac{z}{2}, \text{ т.е. } KC = \frac{z}{2}$$

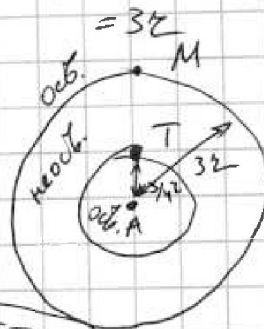
$$\text{из подобия } \triangle QKC \sim \triangle QKA: \quad TA = KC. \quad \frac{AQ}{QC} = \frac{z}{2} \cdot \frac{h - \frac{2}{5}h}{\frac{2}{5}h} = \frac{3}{4}z$$

луч (1) самый ближний, не прошедший через линзу, а значит самый ближний, падающий обратно на стену.

Луч (1), дважды преломившись в линзе, окажется самым верхним из пучка лучей, преломившихся в линзе, что попал на стену, тогда именно та часть стены отмеченная ближней линзой (1) и будет освещена.

т.к. луч (1) только один раз отразился от зеркала, то $MA = 2DE =$

$$\begin{aligned} \text{тогда } S'_{\text{ис}} &= \pi \cdot 9z^2 - \pi \cdot \left(\frac{3}{4}z\right)^2 = \\ &= 9\pi z^2 \left(1 - \frac{1}{16}\right) = \frac{15 \cdot 9}{16} \pi z^2 = \\ &= \frac{135}{16} \pi z^2 = 135\pi \text{ (см}^2\text{)} \end{aligned}$$



Ответ: 1) $S_{\text{из}} = 27\pi \text{ см}^2$; 2) $S'_{\text{ис}} = 135\pi \text{ см}^2$

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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
— ИЗ —

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



N4

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi_{\text{вн}}}{dt} - \frac{d\Phi_{\text{внутр}}}{dt}$$

$$\mathcal{E}_1 = -\frac{d(nBS')}{dt} - L_1 I' =$$

$$\mathcal{E}_2 = -L_2 I' = nS'\alpha - L_2 I'$$

$$\mathcal{E}_1 = -\mathcal{E}_2; \quad nS'\alpha - L_1 I' = +L_2 I'$$

$$nS'\alpha = I'(L_1 + L_2)$$

$$I' = \frac{nS'\alpha}{L_1 + L_2}$$

$$\mathcal{E}_1 = -nS' \cdot \frac{dB_1}{dt} - L_1 I'$$

$$\mathcal{E}_1 = -\mathcal{E}_2; \quad -nS' \cdot \frac{dB_1}{dt} - L_1 \frac{dI}{dt} =$$

$$\mathcal{E}_2 = -\frac{3}{2}nS' \cdot \frac{dB_2}{dt} - L_2 I'$$

$$= \frac{3}{2}nS' \frac{dB_2}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$\int dI(L_1 + L_2) = \int -nS' \cdot (dB_1 - \frac{3}{2}dB_2)$$

$$I(L_1 + L_2) = -nS' \left(\frac{3B_0}{4} - B_0 \right) - \frac{3}{2}nS' \left(\frac{8B_0}{3} - 4B_0 \right)$$

$$(L_1 + L_2)I = nS' \left(\frac{B_0}{4} + \frac{3}{2} \cdot \frac{4}{3}B_0 \right) = nS' \cdot \frac{9}{4}B_0$$

$$I = \frac{\frac{9}{4}nS'B_0}{L_1 + L_2} = \left(\frac{9}{13} \frac{nS'B_0}{L} \right)$$

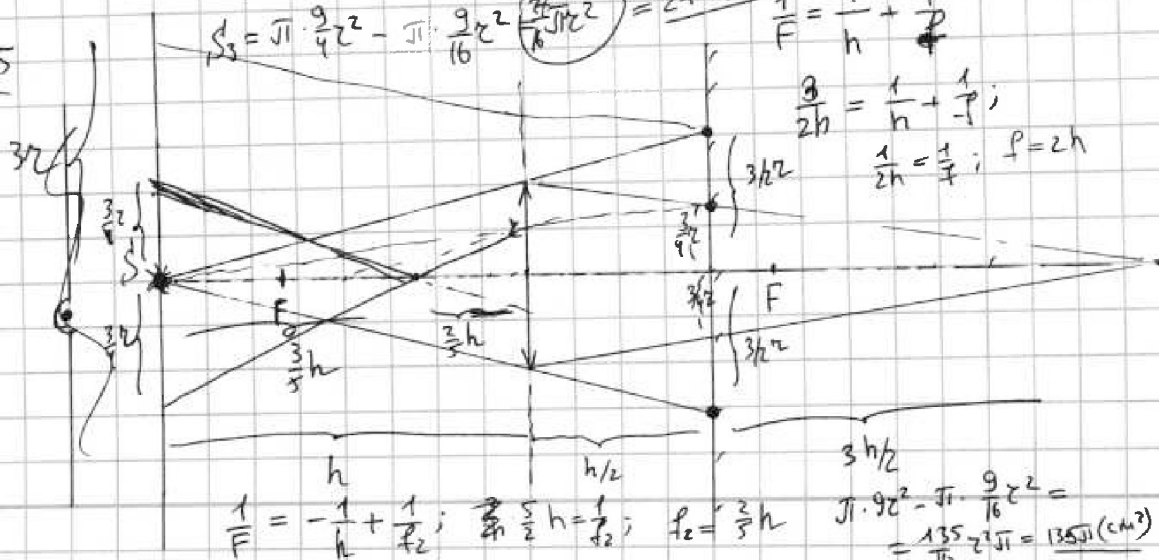
$$S_3 = \pi \cdot \frac{9}{4}r^2 - \pi \cdot \frac{9}{16}r^2 = \frac{7}{8}\pi r^2 = 27\pi(\text{cm}^2)$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{p}$$

$$\frac{3}{2h} = \frac{1}{h} + \frac{1}{p};$$

$$\frac{1}{2h} = \frac{1}{p}; \quad p = 2h$$

N5



$$\frac{1}{F} = -\frac{1}{h} + \frac{1}{f_2}; \quad \frac{3}{2h} \cdot \frac{5}{2}h = \frac{1}{f_2}; \quad f_2 = \frac{5}{3}h$$

$$\pi \cdot 9r^2 - \pi \cdot \frac{9}{16}r^2 = \frac{135}{16}\pi r^2 = 135\pi(\text{cm}^2)$$

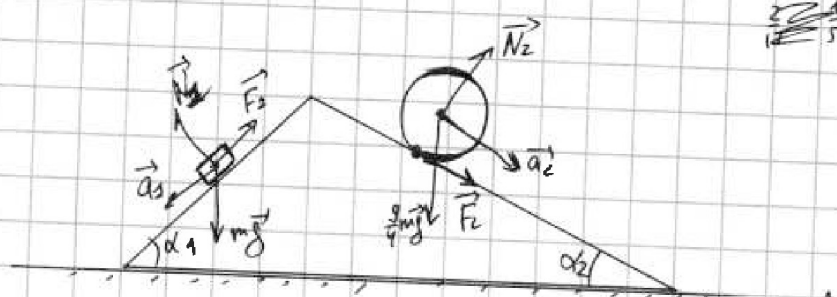


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\begin{aligned} & \frac{135 \cdot 8}{68 \cdot 17} + \frac{26 \cdot 4}{85 \cdot 5} - \frac{4 \cdot 3}{5 \cdot 5} - \frac{20 \cdot 15}{51 \cdot 17} = \\ & = \frac{1}{17^2} \cdot \left(\frac{135 \cdot 8^2}{4} - \frac{20 \cdot 15^2}{3} \right) + \frac{1}{5^2} \left(\frac{26 \cdot 4}{17} - 4 \cdot 3 \right) = \\ & = \frac{1}{17^2} (270 - 100) + \frac{1}{5^2} \left(\frac{104 - 204}{17} \right) = \\ & = \frac{170}{17^2} + \frac{-100}{8 \cdot 17} = \frac{10}{17} - \frac{4}{17} = \frac{6}{17} \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 12 \\ \hline 34 \\ + 17 \\ \hline 204 \end{array}$$



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!

$$\vec{N} + \vec{mg} + \vec{F}_2 = m\vec{a}_2$$

$$\begin{aligned} k \cdot m \cdot a_2 &= mg \sin \alpha_2 \\ k \cdot m \cdot a_2 &= mg \sin \alpha_2 \\ k &= \frac{mg \sin \alpha_2}{m a_2} = \frac{g \sin \alpha_2}{a_2} = \frac{g \cdot \frac{8}{17}}{\frac{2g}{17}} = \frac{8}{2} = 4 \end{aligned}$$

$$\Delta E_k = mgl \sin \alpha_2$$

$$kQ \left(\frac{6}{R} + \frac{18}{11R \cdot 2} - \frac{6}{2R} \right) = \frac{5g}{17} = g \left(\frac{3}{5} - \mu \cdot \frac{4}{5} \right)$$

$$\begin{aligned} &= \frac{kQ}{R} \left(6 + \frac{6}{11} - 3 \right) = \frac{kQ}{R} \left(3 + \frac{6}{11} \right) = \frac{5g}{17} \\ &= \frac{kQ}{R} \cdot \frac{38}{11} = \frac{5g}{17} \end{aligned}$$

$$A_{1-2} = 4P_0 \cdot 6V_0 = 24P_0V_0$$

$$Q_{1-2} = 24P_0V_0$$

$$Q_{3-5} = \frac{3}{2} (10P_0 \cdot 6V_0 - 6P_0 \cdot 6V_0) = 36P_0V_0$$

$$A_y = \frac{4P_0 \cdot 6V_0}{2} = 12P_0V_0$$

$$Q = A + \Delta U$$

$$\Delta U_{1-2} = \frac{3}{2} \cdot 4P_0 \cdot 12V_0 - \frac{3}{2} \cdot 10P_0 \cdot 6V_0 = -18P_0V_0$$

$$\Delta U_{1-2} = -18P_0V_0$$

$$P = 16P_0 - \frac{P_0}{V_0} V$$

$$\frac{\partial RT}{\partial V} = 16P_0 - \frac{P_0}{V_0} V$$



$$\frac{9}{4} mg \sin \alpha_2 = \frac{9}{4} m g \cdot \frac{8}{17} = \frac{18}{17} mg$$

$$20 \cdot a_2 = g \sin \alpha_2$$

$$a_2 = \frac{g \sin \alpha_2}{2}$$

$$m(v)^2 = mgh$$

$$v^2 = gh = g l \sin \alpha_2$$

$$F_2 = \mu m g \cos \alpha_1 = \frac{13}{34} \cdot m \cdot g \cdot \frac{4}{5} = \frac{26}{85} mg$$

$$a_1 = g \sin \alpha_1 - \mu g \cos \alpha_1 = g (\sin \alpha_1 - \mu \cos \alpha_1)$$

$$5\varphi_0 = 3.75 \dots \quad \varphi_0 = \frac{3}{8} = \frac{3}{4} \dots$$

$$6\varphi_0 = 4.5 \dots \quad \varphi_0 = \frac{3}{4} \dots$$

$$\frac{4}{5} \mu = \frac{51}{85} - \frac{25}{85} = \frac{26}{85}$$

$$\mu = \frac{13}{34}$$

$$\eta = \frac{A_y}{Q_{1-2}} = \frac{12P_0V_0}{24P_0V_0 + 36P_0V_0} = \frac{1}{5}$$

$$\eta = \frac{3}{2}$$

$$P = 16P_0 - \frac{P_0}{V_0} V$$

$$\frac{\partial RT}{\partial V} = 16P_0 - \frac{P_0}{V_0} V$$

$$PV = \frac{3}{2} RT; \quad P = \frac{\frac{3}{2} RT}{V} \quad \frac{\partial RT}{\partial V} = 16P_0 - \frac{P_0}{V_0} V$$

$$\frac{\partial RT}{\partial V} = 16P_0 - \frac{P_0}{V_0} V$$

$$\frac{9}{4} mg \sin \alpha_2 = \frac{9}{4} m g \cdot \frac{8}{17} = \frac{18}{17} mg$$

$$20 \cdot a_2 = g \sin \alpha_2$$

$$a_2 = \frac{g \sin \alpha_2}{2}$$

$$m(v)^2 = mgh$$

$$v^2 = gh = g l \sin \alpha_2$$

$$F_2 = \mu m g \cos \alpha_1 = \frac{13}{34} \cdot m \cdot g \cdot \frac{4}{5} = \frac{26}{85} mg$$

$$a_1 = g \sin \alpha_1 - \mu g \cos \alpha_1 = g (\sin \alpha_1 - \mu \cos \alpha_1)$$

$$5\varphi_0 = 3.75 \dots \quad \varphi_0 = \frac{3}{8} = \frac{3}{4} \dots$$

$$6\varphi_0 = 4.5 \dots \quad \varphi_0 = \frac{3}{4} \dots$$

$$\frac{4}{5} \mu = \frac{51}{85} - \frac{25}{85} = \frac{26}{85}$$

$$\mu = \frac{13}{34}$$

$$\eta = \frac{A_y}{Q_{1-2}} = \frac{12P_0V_0}{24P_0V_0 + 36P_0V_0} = \frac{1}{5}$$

$$\eta = \frac{3}{2}$$

$$P = 16P_0 - \frac{P_0}{V_0} V$$

$$\frac{\partial RT}{\partial V} = 16P_0 - \frac{P_0}{V_0} V$$

$$PV = \frac{3}{2} RT; \quad P = \frac{\frac{3}{2} RT}{V} \quad \frac{\partial RT}{\partial V} = 16P_0 - \frac{P_0}{V_0} V$$

$$\frac{\partial RT}{\partial V} = 16P_0 - \frac{P_0}{V_0} V$$



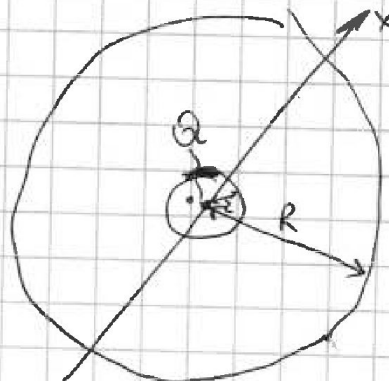
На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
из

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

№3



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

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

$$x > R: E = \frac{kQ}{\varepsilon x^2}$$

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

$$d\varphi = -E dx = -\frac{kQ}{\varepsilon x^2} dx;$$

$$\Delta\varphi = \frac{kQ}{\varepsilon x_2} - \frac{kQ}{\varepsilon x_1} = \frac{kQ}{\varepsilon} \left(\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} \right)$$

$$\varphi_{11R} = \varphi_c + \frac{kQ}{\varepsilon} \left(\frac{1}{11R} - \frac{1}{r} \right) = \frac{kQ}{\varepsilon} + \frac{kQ}{\varepsilon} \left(\frac{12}{11R} - \frac{1}{\varepsilon} \right) =$$

$$= \frac{kQ}{\varepsilon} \left(\frac{1}{\varepsilon} + \frac{12}{11R} - \frac{1}{\varepsilon} \right) \quad \Delta\varphi = \frac{kQ}{\varepsilon} \left(\frac{1}{\frac{2R}{3}} - \frac{1}{\frac{R}{3}} \right) =$$

$$-\varphi_0 = \frac{kQ}{\varepsilon} \cdot \left(-\frac{3}{2R} \right)$$

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{\varepsilon} \cdot \frac{3}{2R}$$

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{\varepsilon} + \frac{kQ}{\varepsilon} \left(\frac{1}{R} - \frac{6}{R} \right) = \frac{kQ}{\varepsilon} \left(\frac{1}{\varepsilon} - \frac{5}{R} \right) + \frac{1}{x} - \frac{1}{R}$$

$$6\varphi_0 = \frac{kQ}{\varepsilon} + \frac{kQ}{\varepsilon} \left(\frac{3}{R} - \frac{6}{R} \right) = \frac{kQ}{\varepsilon} \left(\frac{1}{\varepsilon} - \frac{3}{R} \right)$$

$$\frac{1}{\varepsilon} \cdot \frac{kQ}{\varepsilon} \cdot \frac{3}{R} = \frac{kQ}{\varepsilon} \left(\frac{1}{\varepsilon} - \frac{3}{R} \right); \quad \frac{9}{\varepsilon R} = \frac{6}{R} - \frac{3}{\varepsilon R}$$

$$\frac{12}{\varepsilon} = 6; \quad \varepsilon = 2$$