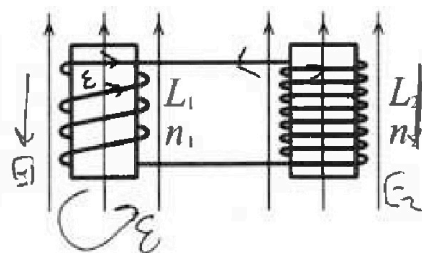


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-04

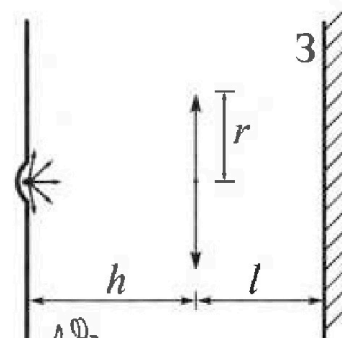
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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) на чнет 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.

$$\mathcal{E}_1 = - \frac{\Delta \Phi_1}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E}_2 = - \frac{\Delta \Phi_2}{\Delta t}$$

$$U = \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 = L(\frac{\Delta I_1}{\Delta t} + \frac{\Delta I_2}{\Delta t})$$

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

энергия

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = I' L$$

$$L_1 n_1$$

$$L_2 n_2$$

$$n_1 = n \quad n_2 = \frac{3}{2}n$$

$$L_1 = L \quad L_2 = \frac{9}{4}L$$



$$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta \Phi_1}{\Delta t} + \frac{\Delta \Phi_2}{\Delta t} = L(\frac{\Delta I_1}{\Delta t} + \frac{\Delta I_2}{\Delta t})$$

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

$$\mathcal{E} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{\Delta B \cdot S}{\Delta t} = \alpha S$$

$$\frac{12}{3} \quad \frac{8}{3}$$

$$\mathcal{E} = I' L_1 + I' L_2$$

$$\alpha S = I' (L_1 + L_2) \quad I' = \frac{\alpha S}{L_1 + L_2}$$

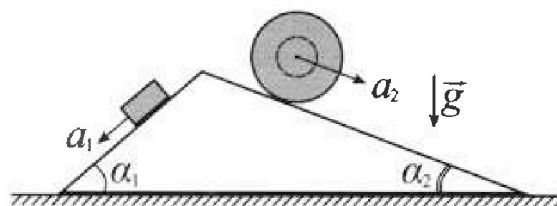
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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.

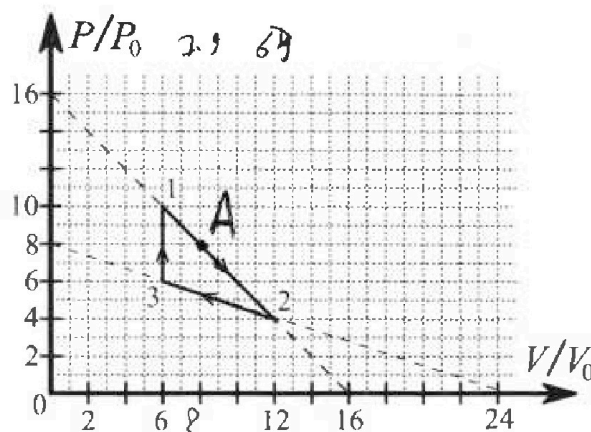


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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

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.

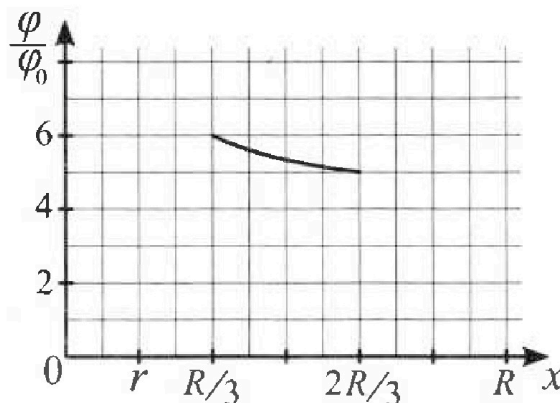
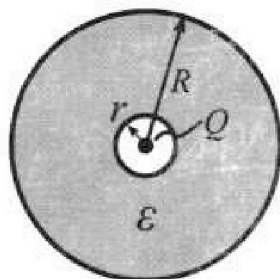


Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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 .

3.7 ~ 5.5
51-75
3
1/12
5





1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА 1 из 11

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!

страница 1 из 3

$$\frac{dV_w}{dt} = \frac{dW_w}{dt} R_w \quad \frac{dV_w}{dt} = a_2 \quad \frac{dW_w}{dt} = \beta$$

уравнение
укрепления
марш

марш вращается в ось O

проходящей через центр марша и перпенд. плоскости
отклонения этой оси момент создает

марш F_2 и он равен $F_2 R_w = M$ момент F_2

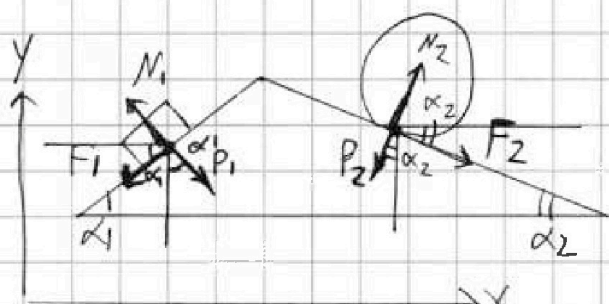
$M = F_2 R_w = 7\beta$ 7 - момент инерции Δ ось O

так как марш ползет, $7 = \frac{2}{3} m_2 R_w^2$ $\beta = \frac{a_2}{R_w}$

$F_2 R_w = \left(\frac{2}{3} m_2 R_w^2\right) \cdot \left(\frac{a_2}{R_w}\right)$ $F_2 R_w = \frac{2}{3} m_2 a_2 R_w$

$F_2 = \frac{2}{3} m_2 a_2 = \frac{2}{3} \cdot \frac{9}{4} m \cdot \frac{8}{27} g = \boxed{\frac{4}{9} mg}$

3) теперь рассмотрим силы действующие на клин



$P_1 = N_1$ $P_2 = N_2$ по III закону Ньютона

$N_1 = m_1 g \cos \alpha_1$ на клин

$N_2 = m_2 g \cos \alpha_2$ действующим P_1, P_2, F_1, F_2

II закон Ньютона на ось X:

$$0 = -F_1 \cos \alpha_1 + P_1 \sin \alpha_1 - P_2 \sin \alpha_2 + F_2 \cos \alpha_2 \pm F_3$$

F_3 уравновешивает клин по оси X
но мы не знаем, куда она направлена

подставляем $F_1 = \frac{26}{25} gm$; $F_2 = \frac{4}{9} gm$; $P_1 = N_1 = \frac{4}{5} mg$;

$P_2 = N_2 = \frac{9}{4} mg \cdot \frac{15}{17} = \frac{9 \cdot 15}{4 \cdot 17} mg$



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
3 из 11

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!

$$0 = -\left(\frac{26}{85}mg\right) \cdot \frac{4}{5} + \left(\frac{4}{5}mg\right) \cdot \frac{3}{5} - \left(\frac{9.75}{9.77}mg\right) \cdot \frac{8}{17} +$$
$$+ \left(\frac{4}{9}mg\right) \cdot \frac{75}{17} \pm F_3$$

$$mg \left(\frac{26}{85} \cdot \frac{4}{5} - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} + \frac{9.75 \cdot 8}{9.77 \cdot 17} - \frac{4 \cdot 75}{9.77} \right) = \pm F_3$$

$$|F_3| = mg \left(\frac{26 \cdot 4}{17 \cdot 25} - \frac{12}{25} + \frac{78 \cdot 75}{17 \cdot 2} - \frac{4 \cdot 5}{17 \cdot 3} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{26 \cdot 4 \cdot 17 \cdot 3 - 12 \cdot 17^2 \cdot 3 + 78 \cdot 75 \cdot 25 \cdot 3 - 4 \cdot 5 \cdot 25 \cdot 17}{17^2 \cdot 25 \cdot 3} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{(26 \cdot 12 - 25 \cdot 20) \cdot 17 - 12 \cdot 17^2 \cdot 3 + 18 \cdot 75 \cdot 25 \cdot 3}{17^2 \cdot 25 \cdot 3} \right)$$

страница 3 из 3

Ответ: $F_1 = \frac{26}{85}mg$

$$F_2 = \frac{4}{9}mg$$

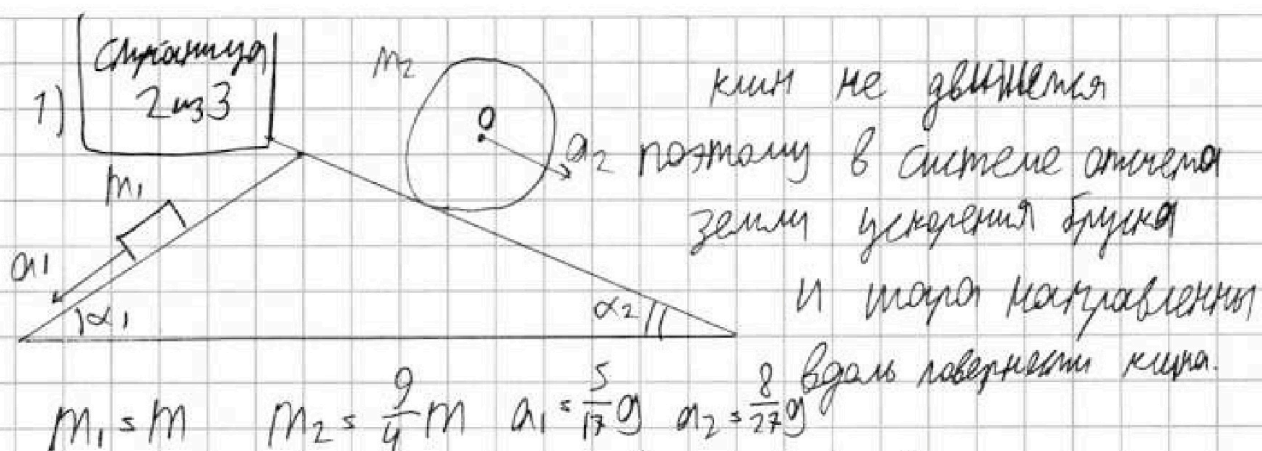
$$F_3 = mg \left(\frac{(26 \cdot 12 - 25 \cdot 20) \cdot 17 - 12 \cdot 17^2 \cdot 3 + 18 \cdot 75 \cdot 25 \cdot 3}{17^2 \cdot 25 \cdot 3} \right)$$



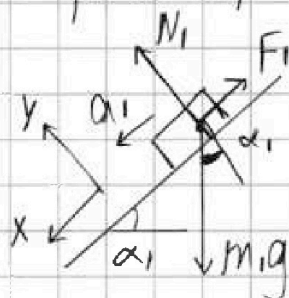
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 11

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!



рассмотрим силы, действующие на брусок и шар



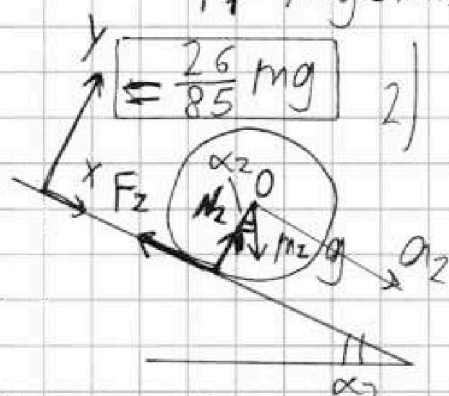
Поскольку брусок движется, сила трения направлена против движения ~~шара~~ ~~бруска~~ ~~и шара~~

можно записать 3-и Ньютона в проекциях на ось

$$OY: 0 = N_1 - mg \cos \alpha_1, \quad N_1 = mg \cos \alpha_1$$

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

$$F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - mg \cdot \frac{5}{17} = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{17} \right) =$$



2) для шара

шар катится без проскальзывания, поэтому в точке касания с клином в любой момент времени

$$OY: 0 = N_2 - m_2 g \cos \alpha_2$$

$$N_2 = m_2 g \cos \alpha_2$$

$V_w = \omega_w R_w$ V_w - скорость центра шара
 ω_w - угловая скорость вращения шара
 R_w - радиус шара



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 11

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) Из рисунка на каждом графике и абсцисс в точках 123

$$P_1 = 10P_0 \quad V_1 = 6V_0 \quad P_2 = 4P_0 \quad V_2 = 12V_0$$

Страница 1 из 3

$$P_3 = 6P_0 \quad V_3 = 6V_0$$

температуры в точках 123 T_1, T_2, T_3 V - количество газа

R - постоянная

$$(1) P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$(2) P_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$(3) P_3 V_3 = \nu R T_3$$

Можно как из уравнения,
и либо 3 степени свободы $i=3$

$$\Delta V_{12} = \frac{i}{2} \nu R (T_2 - T_1) \quad \text{изменение внут. энергии}$$

$$\Delta V_{12} = \frac{3}{2} (\nu R T_2 - \nu R T_1) = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) =$$

$$= \frac{3}{2} (4 \cdot 12 P_0 V_0 - 10 \cdot 6 P_0 V_0) = -\frac{3}{2} (12 P_0 V_0) = -18 P_0 V_0$$

$$A = A_{12} + A_{23} + A_{31}$$

A - работа газа за цикл

работы - площадь под графиком $P(V)$

$A_{12, 23, 31}$ - работы в процессах 12, 23, 31

$$A_{31} = 0$$

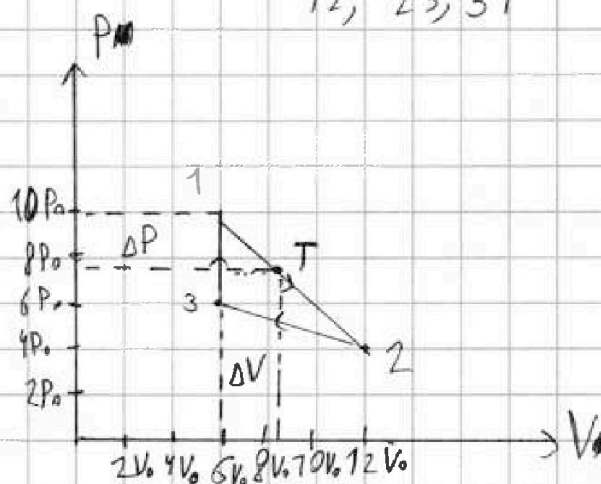
$$A_{12} = \left(\frac{P_1 + P_2}{2} \right) (V_2 - V_1) =$$

$$= \left(\frac{10P_0 + 4P_0}{2} \right) (12V_0 - 6V_0) =$$

$$= 7P_0 \cdot 6V_0 = 42 P_0 V_0$$

$$A_{23} = \left(\frac{P_2 + P_3}{2} \right) (V_3 - V_2) =$$

$$= \left(\frac{4P_0 + 6P_0}{2} \right) (6V_0 - 12V_0) = -5P_0 \cdot 6V_0 = -30 P_0 V_0$$





1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

5 из 11

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!

$$A = A_{12} + A_{23} + A_{31} = 42 P_0 V_0 - 30 P_0 V_0 + 0 = 12 P_0 V_0$$

$$\frac{\Delta V_{12}}{A} = \frac{18 P_0 V_0}{12 P_0 V_0} = 1,5$$

Страница
2 из 3

$$2) P_3 V_3 = \nu R T_3 \quad 36 P_0 V_0 = \nu R T_3$$

на отрезке 12 $\nu R T$ увеличивается от

$$P_1 V_1 = 60 P_0 V_0 \text{ до } P_2 V_2 = 48 P_0 V_0 \quad T_1 > T_2$$

путь там на отрезке есть точка A $P_A = 8 P_0 \quad V_A = 8 V_0$

$$P_A V_A = 64 P_0 V_0 = \nu R T_A$$

$$\nu R T_A > \nu R T_1 \quad \nu R T_A > \nu R T_2 \quad T_A > T_1 \quad T_A > T_2$$

значит температура не монотонно убывает и имеет максимум

пусть давление увеличится на ΔP объем увеличится на ΔV

$$(P_1 - \Delta P)(V_1 + \Delta V) = \nu R T$$

$$12 - \text{отрезок} \text{ поэтому } \frac{\Delta P}{\Delta V} = \text{const} = \frac{P_1 - P_2}{V_2 - V_1} = \frac{6 P_0}{6 V_0} = \frac{P_0}{V_0}$$

$$\Delta V = \frac{\Delta P V_0}{P_0} \quad (P_1 - \Delta P)(V_1 + \frac{\Delta P V_0}{P_0}) = \nu R T$$

$$(10 P_0 - \Delta P)(6 V_0 + \frac{\Delta P V_0}{P_0}) = \nu R T$$

$$60 P_0 V_0 - 6 \Delta P V_0 + 10 P_0 (\frac{\Delta P V_0}{P_0}) - \frac{\Delta P^2 V_0}{P_0} = \nu R T$$

$$60 P_0 V_0 + 4 \Delta P V_0 - \frac{\Delta P^2 V_0}{P_0} = \nu R T$$

найти максимум T значит $\nu R T$ тоже максимум

$$(\nu R T)' = (60 P_0 V_0 + 4 \Delta P V_0 - \frac{\Delta P^2 V_0}{P_0})' = 0$$



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
6 из 11

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!

$$0 + 4V_0 - 2 \frac{\Delta P V_0}{P_0} \leq 0 \quad 2V_0 \leq \frac{\Delta P V_0}{P_0}$$

$$2P_0 = \Delta P \quad \Delta V = \frac{\Delta P V_0}{P_0} \leq 2V_0$$

$$VRT = (10P_0 - 2P_0)(6V_0 + 2V_0) = 64P_0 V_0$$

$$\frac{T}{T_3} = \frac{VRT}{VRT_3} = \frac{64P_0 V_0}{36P_0 V_0} = \frac{16}{9}$$

Страница
3 из 3

3) КПД цикла $\eta = \frac{A}{Q_{\text{наг}}}$

$Q_{\text{наг}}$ - теплота, полученная газом за цикл

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = 42P_0 V_0 + (-18P_0 V_0) = 24P_0 V_0 \quad \text{возвращается к началу}$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = -30P_0 V_0 + \frac{3}{2} VR (T_3 - T_2) =$$

$$= -30P_0 V_0 + \frac{3}{2} (P_3 V_3 - P_2 V_2) = -30P_0 V_0 + \frac{3}{2} (36P_0 V_0 - 48P_0 V_0) =$$

$$= -30P_0 V_0 - 18P_0 V_0 = -48P_0 V_0 \quad \text{отдает тепло}$$

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = 0 + (P_1 V_1 - P_3 V_3) \cdot \frac{3}{2} =$$

$$= \frac{3}{2} (60P_0 V_0 - 36P_0 V_0) = \frac{3}{2} (24P_0 V_0) = 36P_0 V_0 \quad \text{возвращается к началу}$$

$$\eta = \frac{12P_0 V_0}{36P_0 V_0 + 24P_0 V_0} = \frac{12}{60} = \frac{1}{5}$$

Ответ: 1) 1,5 2) $\frac{16}{9}$ 3) $\frac{1}{5}$



1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

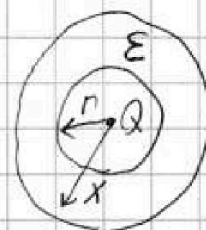
СТРАНИЦА
7 из 71

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!

Когда диэлектрик находится в поле снаружи из можно считать, что на его ~~сторону~~ поверхности 2 индуцируются заряды, которые увеличивают электр. поле внутри в ϵ раз. ~~Заряды Q~~ эти образуют 2 заряженные сферы с r и R радиусами заряженная сфера не создает поля внутри себя, поэтому диэлектрик не

влияет на поле внутри себя

и потенциал Φ_r на расстоянии r



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

от зарядов такой же как от точечного заряда Q

Если бы диэлектрика не было, то на расстоянии x был бы

$$\Phi_x = \frac{kQ}{x}$$

k - электростатическая постоянная

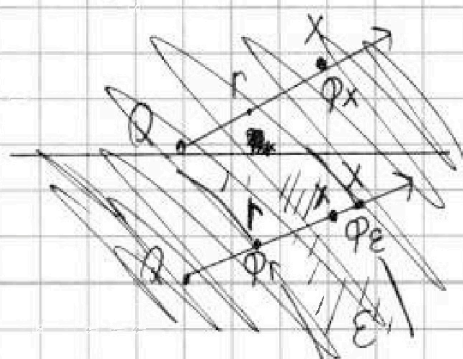
$$V = \Phi_r - \Phi_x = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ}{x}$$

разность потенциалов при отсутствии диэлектрика

$$V = \sum E_i d_i \quad \text{где } d - \text{малое расстояние}$$

Φ_ϵ - потенциал на расстоянии x от заряда

при диэлектрике



при диэлектрике электрическое поле на любом расстоянии от Q уменьшается ~~на~~ в ϵ раз

$$V_\epsilon = \Phi_r - \Phi_\epsilon = \sum \frac{E_i}{\epsilon} d_i = \frac{V}{\epsilon}$$



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
8 из 11

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!

$$\Phi_r - \Phi_\varepsilon = \frac{V}{\varepsilon}$$

$$V = \varepsilon(\Phi_r - \Phi_\varepsilon) = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ}{x}$$

$$\frac{\varepsilon kQ}{r} - \varepsilon \Phi_\varepsilon = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ}{x}$$

$$\frac{(\varepsilon-1)kQ}{r} + \frac{kQ}{x} = \varepsilon \Phi_\varepsilon$$

$$= kQ \frac{(\varepsilon-1)x + r}{xr}$$

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

$$\Phi_\varepsilon = kQ \frac{(\varepsilon-1)x + r}{\varepsilon xr}$$

подставим x

$$\Phi_\varepsilon = kQ \frac{(\varepsilon-1) \frac{11}{12} R + r}{\varepsilon \cdot \frac{11}{12} R r}$$

$$\text{ответ: } \frac{kQ}{\pi \varepsilon R r} \frac{(\varepsilon-1) 11 R + 12 r}{12}$$

2) используем формулу

$$\delta \Phi_0 = kQ \frac{(\varepsilon-1) \frac{R}{3} + r}{\varepsilon \frac{R}{3} r}$$

$$\Phi_\varepsilon = kQ \frac{(\varepsilon-1)x + r}{\varepsilon xr}$$

$$5\Phi_0 = kQ \frac{(\varepsilon-1) \frac{2R}{3} + r}{\varepsilon \frac{2R}{3} r}$$

поделим их

$$\frac{6}{5} = \frac{\left(\frac{(\varepsilon-1) \frac{R}{3} + r}{R/3} \right)}{\left(\frac{(\varepsilon-1) \frac{2R}{3} + r}{2R/3} \right)}$$

$$= 2 \frac{(\varepsilon-1) \frac{R}{3} + r}{(\varepsilon-1) \frac{2R}{3} + r}$$

судя по
фрагменту
 $r = \frac{R}{6}$

$$6 \left((\varepsilon-1) \frac{2R}{3} + \frac{R}{6} \right) = 10 \left((\varepsilon-1) \frac{R}{3} + \frac{R}{6} \right)$$

$$6 \left((\varepsilon-1) \frac{2}{3} + \frac{1}{6} \right) = 10 \left((\varepsilon-1) \frac{1}{3} + \frac{1}{6} \right)$$

$$4(\varepsilon-1) + 1 = \frac{10}{3}(\varepsilon-1) + \frac{10}{6}$$

$$4\varepsilon - 4 + 1 = \frac{10}{3}\varepsilon - \frac{10}{3} + \frac{5}{3}$$

$$\frac{12}{3}\varepsilon - \frac{10}{3}\varepsilon = 3 - \frac{5}{3}$$

$$\frac{2}{3}\varepsilon = \frac{4}{3}$$

$$\varepsilon = 2$$

ответ: п.2

$$2) \varepsilon = 2$$

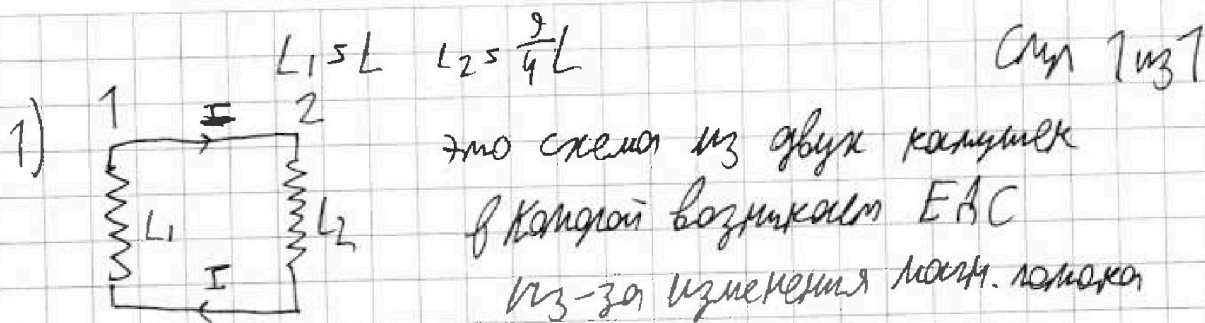


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
9 из 11

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) $\Phi = B S n$ магн. поток

$$\Delta\Phi = \Delta B \cdot S n \quad \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} S n = -\alpha S n$$

возникает ЭДС $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \alpha S n$
также в 2-й катушке тк магн. меняется поток

$$\mathcal{E} = I' L_1 + I' L_2 = I' (L_1 + L_2) = \alpha S n$$

$$I' = \frac{\alpha S n}{L_1 + L_2} = \frac{\alpha S n}{L + \frac{2}{4}L} = \frac{4\alpha S n}{13L}$$

ток увеличивается

2) меняет ЭДС возникает

и магн. поток у обоих
уменьшается и катушки
закреплены в одну сторону

$$\mathcal{E}_1 = -\frac{\Delta\Phi_1}{\Delta t} \quad \mathcal{E}_2 = -\frac{\Delta\Phi_2}{\Delta t}$$

$\mathcal{E}$ суммарн $= \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2$

$$|\Delta\Phi_1| = \Delta B_1 S n_1 = \left| \frac{7}{4} B_0 S n \right|$$

$$|\Delta\Phi_2| = \frac{4}{3} B_0 S \cdot \frac{3}{2} n = |2 B_0 S n|$$

~~$$\mathcal{E} = \frac{7}{4} B_0 S n - 2 B_0 S n$$~~

~~$$\mathcal{E} = \frac{7}{4} B_0 S n - 2 B_0 S n$$~~

$$|I' (L_1 + L_2)| = |\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2|$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} (L_1 + L_2) = \left| \frac{\Delta\Phi_1}{\Delta t} - \frac{\Delta\Phi_2}{\Delta t} \right| \quad \Delta I (L_1 + L_2) = |\Delta\Phi_1 - \Delta\Phi_2| = \frac{7}{4} B_0 S n$$

$$|\Delta I| = \frac{\frac{7}{4} B_0 S n}{L + \frac{2}{4}L} = \frac{7 B_0 S n}{13L}$$

Ответ: 1) $I' = \frac{4\alpha S n}{13L}$ 2) $\frac{7 B_0 S n}{13L}$

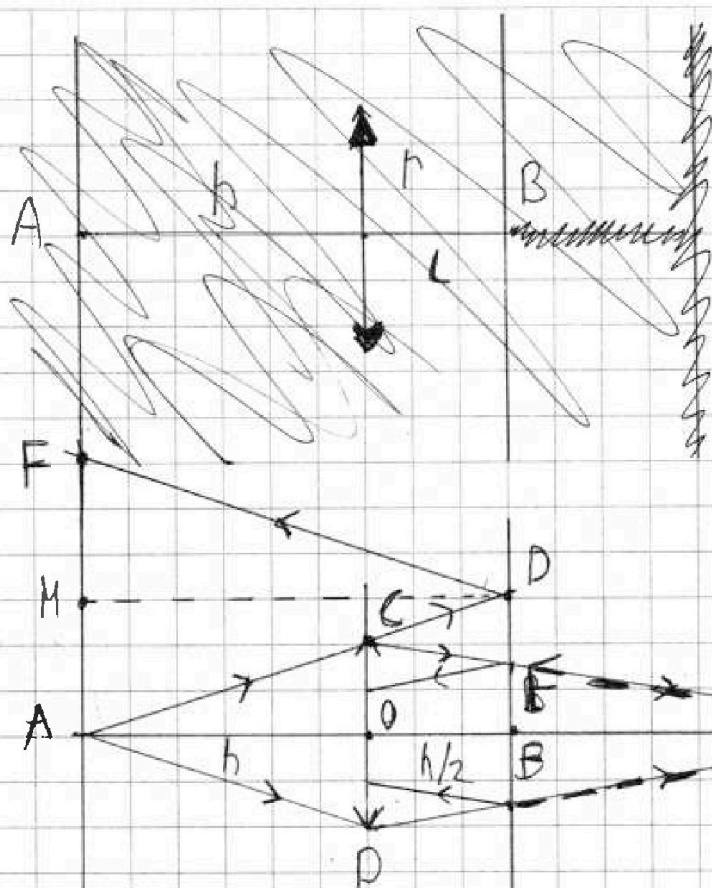
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
10 из 11

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!



$$F = \frac{2}{3}h \quad h = 1,5F$$

$$L = h/2 \quad \text{от } 1 \text{ из } 2$$

AB - Г.О.О. мнгоу

изобразиме А' точки А
на расстоянии b от мнгоу

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{b} \quad \frac{1}{b} = \frac{1}{F} - \frac{1}{1,5F}$$

$$\frac{1}{b} = \frac{0,5F}{1,5F^2} \quad b = 3F$$

$$OA' = 3F = 2h$$

$$BA' = 1,5h$$

если луч отклонен
от Г.О.О. сильнее AC
то он не касается мнгоу,

BA' - только
продолжение CB и отражается.

окружность радиусом BD может овернуться только светом
через мнгоу

$$\frac{CO}{h} = \frac{DB}{1,5h} \quad DB = 1,5CO = 1,5h$$

$$ADM = DKH$$

$$AM = KM$$

$$AM = BD$$

$$AK = 2BD = 3h \quad \text{отразившись от зеркала 1 раз}$$

свет не попадет дальше на него

значит BD будет максимумо

$$S_{\text{неосв. зеркала}} = \pi(DB)^2 - \pi(BF)^2$$

$$\frac{CO}{2h} = \frac{BF}{1,5h}$$

$$BF = \frac{1,5}{2} CO = 0,75h$$

$$S_{\text{неосв. зеркала}} = \pi(1,5h)^2 - \pi(0,75h)^2$$





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
11 из 11

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!

$$\begin{aligned} S_{\text{нов. зеркала}} &= \pi \left(\frac{3}{2}r \right)^2 - \pi \left(\frac{3}{4}r \right)^2 = \pi \left(\frac{9}{4}r^2 - \pi \left(\frac{9}{16} \right) r^2 \right) \\ &= \pi \frac{27}{16} r^2 \end{aligned}$$

Ответ: Сов зеркала $\pi \frac{27}{16} r^2$

См 2 и 3



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
из

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

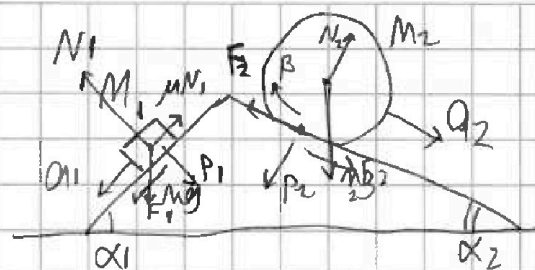
1 a_2, a_1, m, m_2
 α_1, α_2

2

5

3

4



$$\frac{2}{3} MR^2$$

$$V \leq WR$$

$$\frac{dV}{dt} = \frac{dW}{dt} R$$

$$a_1 = BR$$

$$M = 7B$$

$$F_2 R = \frac{2}{3} MR^2 \cdot \frac{a_2}{R}$$

$$F_2 = \frac{2}{3} M a_2$$

$$\Phi = \frac{kR}{R}$$

$$F_n = \frac{F}{\varepsilon}$$

$$\begin{array}{r} 10 \\ 92 - \\ \hline 18 \\ 24 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 12 \\ 3 \\ \hline -51 \\ 25 \\ \hline 26 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 12 \\ 5 \\ \hline 85 \\ 26 \\ \hline 85 \end{array}$$

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

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

$$\frac{3 \cdot 17 - 5 \cdot 5}{5 \cdot 17} = \frac{5 \cdot 5 - 3 \cdot 17}{17 \cdot 5}$$

$$\frac{98 - 60}{\frac{3}{2} \cdot 72} = 78 \text{ p.p.v.}$$

$$\Sigma = -\frac{\Delta P}{\Delta t}$$

$$V \leq L \frac{\Delta T}{\Delta t}$$

$$\Sigma \Delta t = -\Delta \Phi$$

$$\frac{\Delta V_{12}}{A}$$

$$A_{13} = 0$$

$$A_{12} = \left(\frac{P_1 + P_2}{2} \right)$$

$$P_1 = 10P_0 \quad V_1 = 6V_0$$

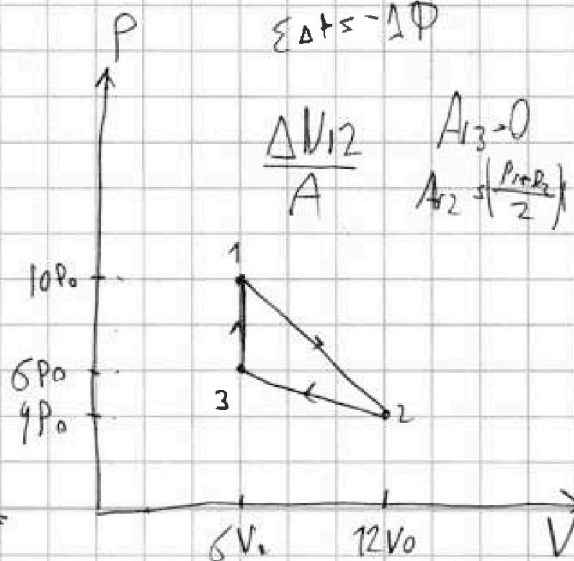
$$P_2 = 4P_0 \quad V_2 = 12V_0$$

$$P_3 = 6P_0 \quad V_3 = 6V_0$$

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$\Delta V_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$





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!

$$A_{12} = \left(\frac{P_1 + P_2}{2} \right) (V_2 - V_1) = \left(\frac{10P_0 + 4P_0}{2} \right) (12V_0 - 6V_0) = 7P_0 \cdot 6V_0 = 42P_0V_0$$

$$A_{23} = \left(\frac{4P_0 + 6P_0}{2} \right) (6V_0 - 12V_0) = -5P_0 \cdot 6V_0 = -30P_0V_0$$

$$A = 12P_0V_0$$

$$\frac{18}{12} \quad \frac{3}{2}$$

$$P_3V_3 = \nu RT_3$$

$$36P_0V_0 = \nu RT_3$$

$$(P_1 - \Delta P)(V_1 + \Delta V) = \nu RT$$

$$P_1V_1 = 60P_0V_0$$

$$P_1V_1 = 64P_0V_0$$

$$P_1V_2 = 48P_0V_0$$

$$\Delta P = 6P_0 \quad \Delta V = 6V_0$$

$$\frac{\Delta P}{\Delta V} = \frac{P_0}{V_0}$$

$$\Delta V = \frac{V_0 \Delta P}{P_0}$$

$$(10P_0 - \Delta P) \left(6V_0 + \frac{V_0 \Delta P}{P_0} \right) = \nu RT$$

$$60P_0V_0 - 6\Delta PV_0 + 10P_0 \cdot \frac{V_0 \Delta P}{P_0} - \frac{\Delta P^2 V_0}{P_0} = \nu RT$$

$$(\nu RT)' = 0 + 4V_0 - 2 \frac{\Delta P V_0}{P_0} = 0$$

$$4V_0 = 2 \frac{V_0 \Delta P}{P_0}$$

$$\Delta P = 2P_0$$

$$P_2' = 8P_0$$

$$V_2' = 8V_0$$

$$64P_0V_0 = \nu RT_{\text{max}}$$

$$36P_0V_0 = \nu RT_3$$

$$\frac{T_{\text{max}}}{T_3} = \frac{64}{36} = \frac{16}{9}$$

$$\eta = \frac{Q_{31} + Q_{12}}{Q_{31}}$$



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!

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

$$h = 1.5F$$

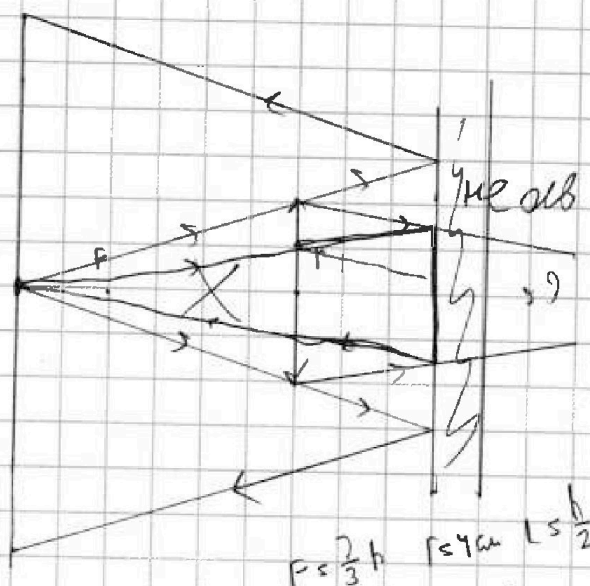
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{x}$$

$$\frac{1}{F} - \frac{1}{1.5F} = \frac{1}{x}$$

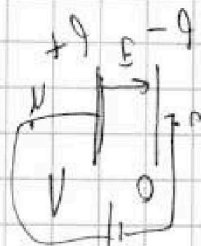
$$\frac{1.5F - F}{1.5F^2} = \frac{1}{x}$$

$$\frac{0.5F}{1.5F^2} = \frac{1}{x}$$

$$\frac{1}{3F} = \frac{1}{x} \quad x = 3F$$



$$\frac{kQ(x-r)}{2\pi\epsilon}$$



$$\Phi_2 = \frac{kQ((\epsilon-1)x+r)}{\epsilon\pi x}$$

$$V = Ed = \frac{E}{\epsilon}d$$

$$\Phi(r) = \frac{kQ}{r}$$

$$\Phi_2 = \frac{kQ}{x}$$

$$\Phi_1 = \frac{kQ}{r}$$

$$V = \Phi_1 - \Phi_2 = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ}{x} = kQ\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{x}\right) = kQ \frac{x-r}{xr}$$

$$V' = \frac{V}{\epsilon} = \Phi_1 - \Phi_2' \quad kQ\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{x}\right) = \epsilon(\Phi_1 - \Phi_2') \quad \frac{(\epsilon-1)x+r}{\pi x}$$

$$\frac{kQ}{r} - \frac{kQ}{x} = \epsilon \frac{kQ}{r} - \epsilon \Phi_2'$$

$$\epsilon \Phi_2' = \frac{\epsilon kQ}{r} - \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{x} = kQ \left(\frac{\epsilon-1}{r} + \frac{1}{x} \right) = kQ \left(\frac{\epsilon-1}{r} + \frac{1}{x} \right)$$