



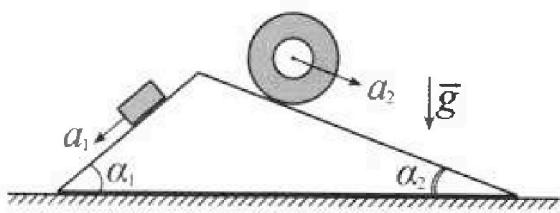
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01



В ответах всех задач допускаются обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой m с ускорением $a_1 = 5g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $4m$ с ускорением $a_2 = 5g/24$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 5/13$, $\cos \alpha_2 = 12/13$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

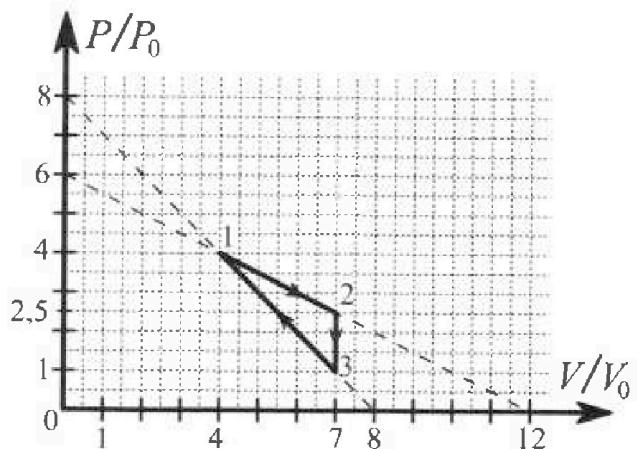


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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

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

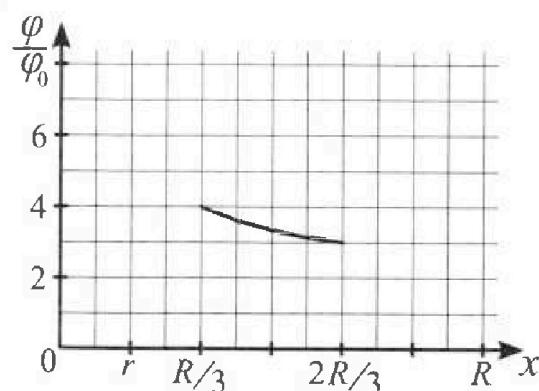
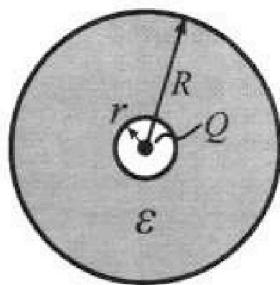
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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

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

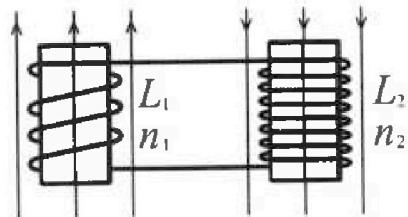


**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**

Вариант 11-01

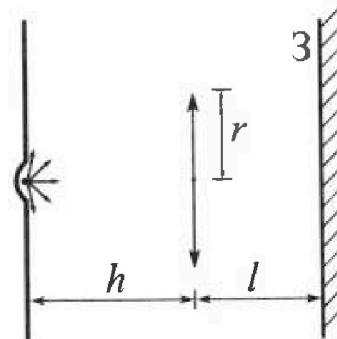
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

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



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $B_0/2$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $2B_0$ до $2B_0/3$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменились неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

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

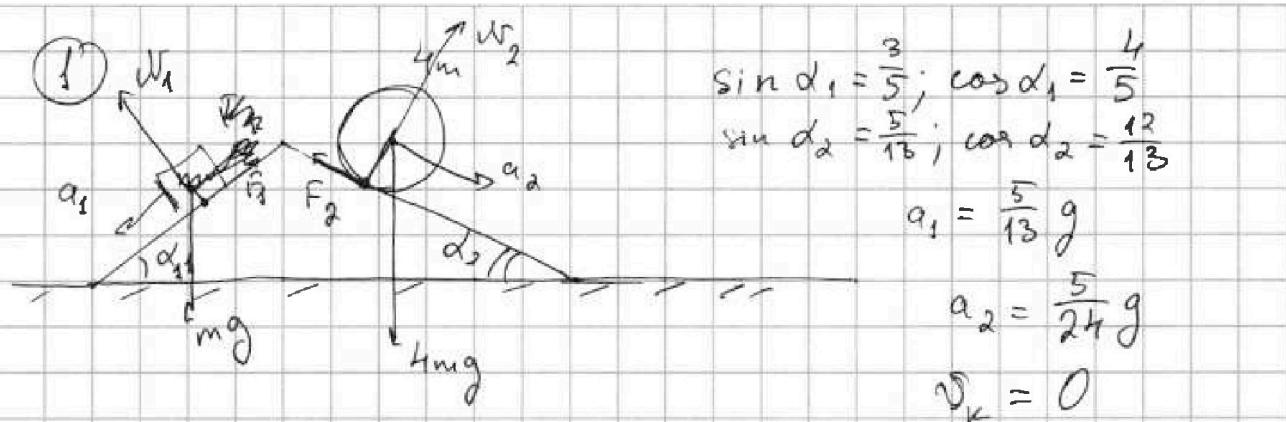


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

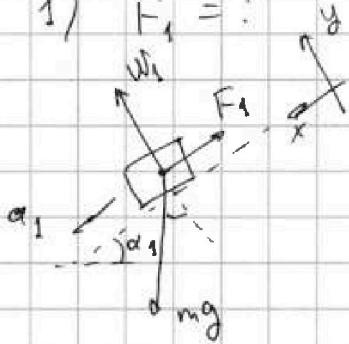
- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



$$1) F_1 = ?$$



Введём наклонную систему координат:

$$\textcircled{y}: m a_y = 0 = N_1 - mg \cos \alpha_1$$

$$N_1 = mg \cos \alpha_1$$

$$\textcircled{x}: m a_x = \mu a_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1 =$$

$$= mg \sin \alpha_1 - \mu N_1 = \mu g (\sin \alpha_1 - \mu \cos \alpha_1)$$

$$a_1 = g (\sin \alpha_1 - \mu \cos \alpha_1); \quad \mu \cos \alpha_1 = \sin \alpha_1 - \frac{a_1}{g} \quad \frac{12}{13} \quad \frac{5}{13}$$

$$F_1 = \mu N_1 = \mu mg \cos \alpha_1 = mg (\sin \alpha_1 - \frac{a_1}{g}) = mg (\frac{3}{5} - \frac{5}{13}) =$$

$$= \frac{2g - 25}{65} mg = (\frac{14}{65} mg = F_1)$$

Окончательно: $F_1 = \frac{14}{65} mg$

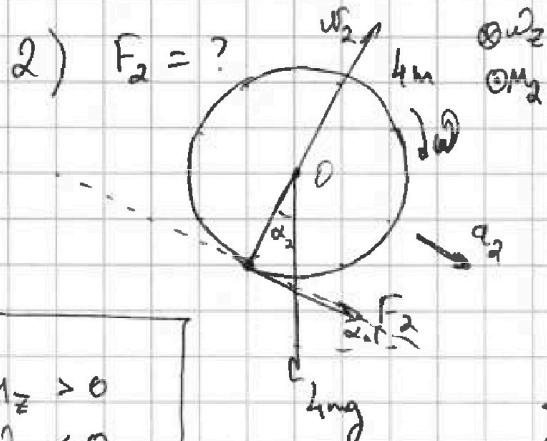


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



$$\begin{cases} M_Z > 0 \\ \omega_Z < 0 \end{cases}$$

Сила тяжести направлена по поверхности колеса вправо (если F_2 направлено вправо, то $F_2 < 0$)

Запишем моменты сил, отн. к. О:

$$\sum M = 4mg \cdot 0 + M_2 \cdot 0 - F_2 \cdot R = J \cdot \beta_2,$$

Здесь R - радиус цилиндра, J - момент инерции цилиндра, а β_2 - угловое ускорение.

$M_{mg}^{(0)} = 0$ и $M_{\omega_2}^{(0)} = 0$, т.к. силы приложены к р. О

$$J = 4mR^2, \text{ т.к. цилиндр полый}$$

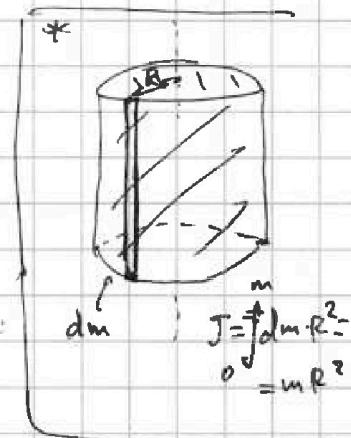
$$-F_2 \cdot R = 4mR^2 \cdot \beta_2 = 4mR^2 \cdot \frac{\alpha_T}{R} = 4ma_T R$$

$$\text{Значит } -F_2 = 4ma_T \quad | \quad a_T - тангенциальное ускорение$$

Кроме того, $4mg$ сообщает ускорение: $g \sin \alpha_2$:

$$\text{т.о. } a_2 = a_T + g \sin \alpha_2 = \frac{5}{24}g = \frac{5}{13}g - \frac{F_2}{4m}$$

Ответ: $F_2 = \frac{55}{78}mg$



$$J = \int dm \cdot R^2 = mR^2$$



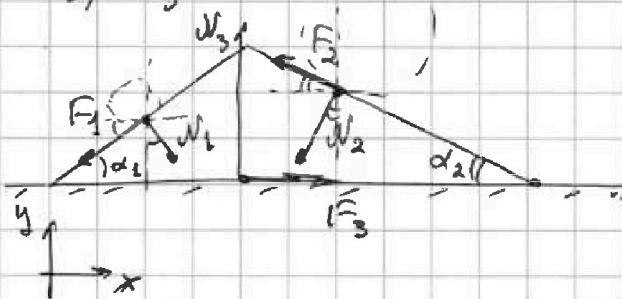
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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) $F_3 = ?$



Исходя из 3-го закона Ньютона,
одновременно сказ.

Введём координаты.

$$O_y: 0 = N_3 + F_2 \sin \alpha_2 - \\ - N_1 \cos \alpha_1 - F_1 \sin \alpha_1 - N_2 \cos \alpha_2$$

$$O_x: 0 = F_3 + N_1 \sin \alpha_1 - F_1 \cos \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 - F_2 \cos \alpha_2$$

$$N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg; N_2 = mg \cos \alpha_2 = \frac{48}{13} mg$$

$$F_3 + N_1 \sin \alpha_1 = F_3 + \frac{12}{25} mg = F_1 \cos \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 + F_2 \cos \alpha_2 = \\ = \left(\frac{56}{325} + \frac{240}{169} + \frac{110}{169} \right) mg = \frac{350}{169} mg + \frac{56}{325} mg = F_3 + \frac{156}{325} mg$$

$$\boxed{F_3 = \left(\frac{350}{169} - \frac{4}{13} \right) mg = \frac{298}{169} mg} \quad ; \quad \boxed{\text{Ответ: } \frac{298}{169} mg}$$



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

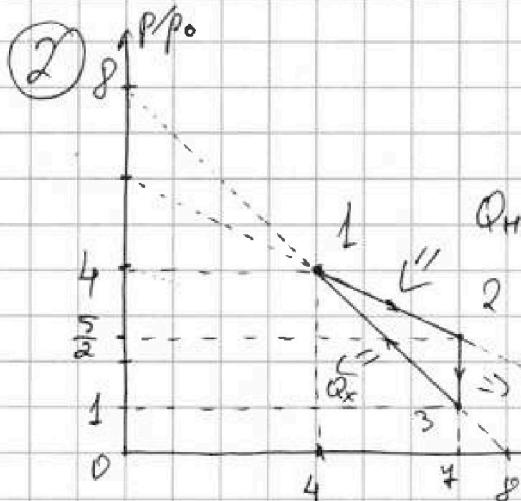
5

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!



$$1) \frac{\Delta U_{23}}{A'} = ?$$

Запишем ур-я
Кайиророна - Менделе-
ева для всех
3-x точек:

$$\begin{cases} p_1 V_1 = 16p_0 V_0 = \sqrt{R T_1} \\ p_2 V_2 = 17,5p_0 V_0 = \sqrt{R T_2} \\ p_3 V_3 = 7p_0 V_0 = \sqrt{R T_3} \end{cases}$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \sqrt{R} \Delta T = \frac{3}{2} \sqrt{R} (T_3 - T_2) = \cancel{\frac{3}{2} \sqrt{R}} = \frac{3}{2} (7p_0 V_0 - 17,5p_0 V_0) = \\ = -15,45 p_0 V_0 = -\frac{63}{4} p_0 V_0$$

$$A' = A_{12} + A_{34} = \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1) + \frac{p_3 + p_4}{2} (V_4 - V_3) = 19,45 p_0 V_0 - 7,5 p_0 V_0 = \\ = 2,25 p_0 V_0 = \frac{9}{4} p_0 V_0$$

$$\left| \frac{\Delta U_{23}}{A'} \right| = \frac{63}{4} \cdot \frac{4}{9} = \boxed{\frac{7}{2}} ; \quad \underline{\text{Ответ: }} \boxed{\frac{7}{2}}$$

$$2) \frac{T_{12}^{\max}}{T_1} = ? \quad \text{Отрезок } 1-2 \text{ задаётся ф-йю } f(V) = -\frac{V}{2} + 6$$

$pV = \sqrt{R} T \Rightarrow T_{\max} \text{ если } pV \rightarrow \max ,$

т.е. $-\frac{V^2}{2} + 6V \rightarrow \max \text{ при } \boxed{V = 6V_0} , \text{ т.е. } T_{\max} = \frac{18p_0 V_0}{\sqrt{R}}$

$$\left(\frac{T_{\max}}{T_1} = \frac{18p_0 V_0}{\sqrt{R}} : \frac{16p_0 V_0}{\sqrt{R}} = \boxed{\frac{9}{8}} \right) ; \quad \underline{\text{Ответ: }} \boxed{\frac{9}{8}}$$



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 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

$$3) \eta = ? \quad | \quad \eta = \frac{A'}{\Omega_H} - k \eta D \text{ ищем}$$

$$\Omega_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{39}{4} p_0 V_0 + \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} p_0 V_0 = 12 p_0 V_0 > 0$$

$$\Omega_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = \frac{3}{2} = -\frac{63}{4} p_0 V_0 < 0$$

$$\Omega_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} < 0$$

значит $\Omega_H = \Omega_{12}$ и $\eta = \frac{A'}{\Omega_{12}}$

$$\left[\eta = \frac{A'}{\Omega_{12}} = \frac{9/4 p_0 V_0}{12 p_0 V_0} = \frac{9}{48} = \frac{3}{16} \right] - \underline{\Omega_{12}}$$



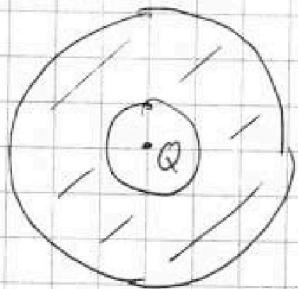
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

③ Дано: r, R, Q, ϵ



$$1) \varphi\left(\frac{R}{4}\right) = ?$$

Поле точечного заряда: $E_0(x) = \frac{kQ}{x^2}$

В диэлектрике: $E(x) = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$

$$\begin{aligned} \varphi(l) &= \int_R^l E(x) dx + \int_l^\infty E_0(x) dx = \int_l^\infty E(x) dx + \int_R^l E_0(x) dx = \\ &= \frac{kQ}{\epsilon} \int_l^\infty \frac{dx}{x^2} + kQ \int_R^l \frac{dx}{x^2} = \frac{kQ}{\epsilon} \left(-\frac{1}{x}\right) \Big|_l^\infty + kQ \left(-\frac{1}{x}\right) \Big|_R^\infty = \\ &= \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{l} - \frac{1}{R}\right) + \frac{kQ}{R} = \frac{kQ}{\epsilon l} + \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) \end{aligned}$$

$$\boxed{\varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{4kQ}{ER} + \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{ER} = \frac{3kQ}{ER} + \frac{kQ}{R} = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{3}{\epsilon}\right)}$$

$$2) \epsilon = ?$$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{3kQ}{ER} + \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{ER} =$$

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

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{3kQ}{2R} + \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{ER} = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{1}{2\epsilon}\right) =$$

$$= 3\varphi_0$$

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{d}$$

$$\left\{ 1 + \frac{2}{\epsilon} = \frac{4\varphi_0 R}{kQ} \right.$$

$$\left. 1 + \frac{1}{2\epsilon} = \frac{3\varphi_0 R}{kQ} \right\}$$



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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

$$\begin{cases} \frac{\varepsilon + 2}{\varepsilon} = \frac{4 \varphi_0 R}{k Q} \\ \frac{2\varepsilon + 1}{2\varepsilon} = \frac{3 \varphi_0 R}{k Q} \end{cases} \quad \Rightarrow \quad \frac{4}{3} = \frac{2\varepsilon + 4}{2\varepsilon + 1} \Rightarrow \boxed{\underline{\varepsilon = 4}}$$

Ответ: $\varphi(B_4) = \frac{kQ}{R(1+\frac{3}{\varepsilon})}$

Ответ: $\varepsilon = 4$

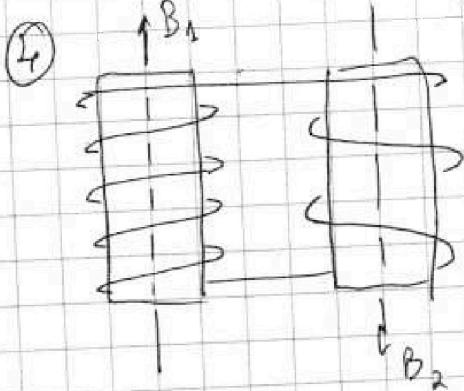


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



$$L_1 = L; L_2 = 4L \quad | \quad S; R=0 \\ n_1 = n; n_2 = 2n$$

$$1) \frac{\Delta B}{\Delta t} = \alpha; \dot{I} = ?$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = n_1 \cdot S \cdot \alpha = \alpha n S = \xi;$$

$$\xi_i = L_1 \dot{I} + L_2 \dot{I} = (L_1 + L_2) \dot{I} = \alpha n S = 5L \dot{I}$$

$$\text{Ответ: } \dot{I} = \frac{\alpha n S}{5L}$$

$$2) B_1: B_0 \rightarrow B_0/2; B_2: 2B_0 \rightarrow 2B_0/3$$



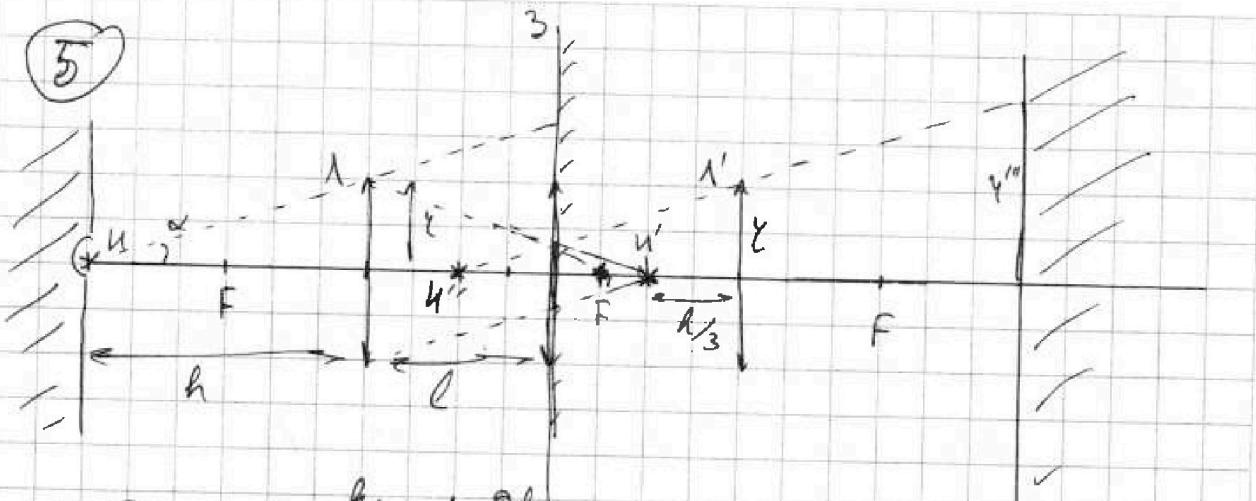
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

(5)



$$z = 3 \text{ см} ; F = \frac{h}{2} ; l = \frac{2h}{3}$$

1) $S_3 = ?$] Отразим светоизлучение отн. 3, таким образом будем рассматривать светоизлучение 2-х излуч.

П.к. $h = 2F$, 1-е изображение будет на расстоянии h от 1 и на расстоянии $\frac{h}{3}$ от излучения 1'.

Все лучи, идущие под углом α такие, что $\operatorname{tg} \alpha > \frac{r}{h}$, попадут на зеркало. Все лучи, идущие под углом α .

такие, что $\operatorname{tg} \alpha \leq \frac{r}{h}$, придут в 1'. Их подобия

z' (радиус ~~меньше~~ маленькой части облученного зеркала):

$$\frac{z'}{r} = \frac{1}{3} \Rightarrow z' = \frac{r}{3}$$

" z'' (радиус большей облученной части, внутренний):

$$\frac{z''}{r} = \frac{5}{3} \Rightarrow z'' = \frac{5}{3} r, \text{ Тогда ответ: } S_3 = \frac{8}{3} \pi r^2$$

$$S_3 = \pi r'^2 - \pi r''^2$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
2 из 2

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

$$2) S_{\text{cr}} = ? \quad | \quad \Phi. T. 1. \text{ для } n':$$

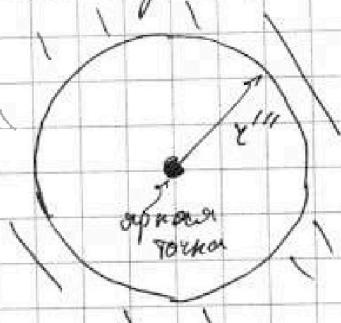
$$\frac{1}{F} = \frac{2}{h} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{3}{h} + \frac{1}{d'}$$

изображение изображение

$d' = -h$, т.е. 2-е изображение будет на расстоянии h ~~от~~ слева от n' .

Значит изображение n'' попадёт точно в стеку,
т.е. сконцентрируется на расстоянии h справа от n' .

Выходит так:



и n'' попадёт:

$$\frac{v'''}{v} = \frac{2}{1} \Rightarrow v''' = 2v$$

$$S_{\text{cr}} = \pi v'''^2 = 4\pi v^2$$

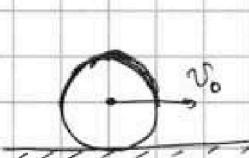
| Ответ: $S_{\text{cr}} = 4\pi v^2$

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

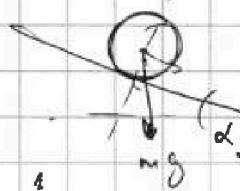
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$a_T = \frac{F_2}{4m}$$

$$a_2 = g \sin \alpha + \frac{F_2}{4m}$$

$$F_2 = (a_2 - g \sin \alpha) \cdot 4m = 4mg \left(\frac{5}{24} \right)$$



$$\frac{5}{24}g = \frac{5}{13}g - a_T$$

$$a_T = \left(\frac{5}{13} - \frac{5}{24} \right) g = \frac{120-65}{312} g = \frac{55}{312} g = \frac{F_2}{4m}$$

$$F_2 = \frac{55}{78}mg$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 13 \\ \hline 942 \\ + 24 \\ \hline 312 \end{array}$$

$$\frac{312}{4} = 78$$

$$\frac{20}{13}mg - \frac{5}{6}mg = \frac{120-65}{78} = \frac{55}{78}$$

$$\frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} = \frac{56}{325} mg$$

$$\frac{55}{78} \cdot \frac{18}{13} = \frac{110}{169} mg$$

$$F_1 = ma_1 = mg$$

$$F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) = \frac{14}{65} mg$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ \times 12 \\ \hline 121 \\ + 11 \\ \hline 144 \end{array}$$

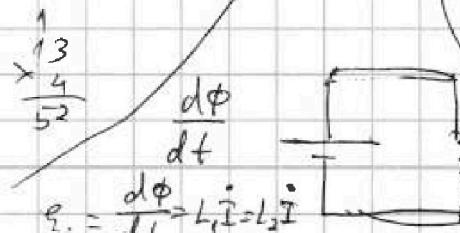
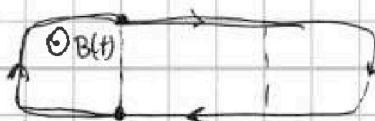
$$\frac{110+240}{169} = \frac{350}{169} + \frac{56}{325} = F_3 + \frac{12}{25}$$

$$\frac{350}{169} = F_3 - \frac{100}{325} = F_3 - \frac{4}{13}$$

$$F_3 = \frac{298}{169}$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 13 \\ \hline 36 \\ + 12 \\ \hline 156 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 350 \\ - 52 \\ \hline 298 \end{array} \quad 2$$





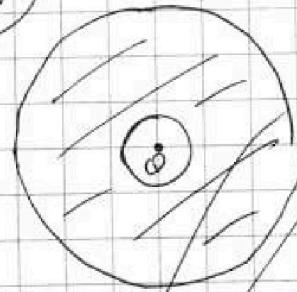
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
4 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)



$$\varepsilon, R, Q, \varepsilon \quad 1) \varphi(x) = ? ; x = \frac{R}{4}$$

$$\text{из графика } z = \frac{R}{6}$$

$$\text{Поле точечного заряда: } E(x) = \frac{kQ}{x^2}$$

$$\text{В диэлектрике: } E(x) = \frac{kQ}{\varepsilon x^2}$$

$$\text{Потенциал точечного заряда: } \varphi(x) = \frac{kQ}{x}$$

В диэлектрике:

$$\varphi(l) = \frac{kQ}{\varepsilon} + \int_{\varepsilon}^l E(x) \cdot dx = \frac{kQ}{\varepsilon} + \frac{kQ}{\varepsilon} \int_{\varepsilon}^l \frac{dx}{x^2} = \frac{kQ}{\varepsilon} +$$

$$+ \frac{kQ}{\varepsilon} \left(-\frac{1}{x} \right) \Big|_{\varepsilon}^l = \frac{kQ}{\varepsilon} + \frac{kQ}{\varepsilon} \left(\frac{1}{\varepsilon} - \frac{1}{l} \right) = \frac{kQ}{\varepsilon} \left(1 + \frac{1}{\varepsilon} \right) - \frac{kQ}{\varepsilon l}$$

$$l = \frac{R}{4}: \quad \varphi(l) = \frac{kQ}{\varepsilon} \left(1 + \frac{1}{\varepsilon} \right) - \frac{4kQ}{\varepsilon R}$$

$$\boxed{\varphi(\frac{R}{4}) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon} \left(1 + \frac{1}{\varepsilon} \right) - \frac{Q}{\pi\varepsilon_0\varepsilon R}} - \text{Ответ}$$

~~$$2) \varphi(\frac{R}{3}) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon} \left(1 + \frac{1}{\varepsilon} \right) -$$~~

$$2) \quad \varepsilon = ? \quad \boxed{\varphi(\frac{R}{3}) = \frac{kQ}{\varepsilon} \left(1 + \frac{1}{\varepsilon} \right) - \frac{3kQ}{\varepsilon R} = 4\varphi_0}$$

$$\varphi(\frac{2R}{3}) = \frac{kQ}{\varepsilon} \left(1 + \frac{1}{\varepsilon} \right) - \frac{3kQ}{2\varepsilon R} = 3\varphi_0$$

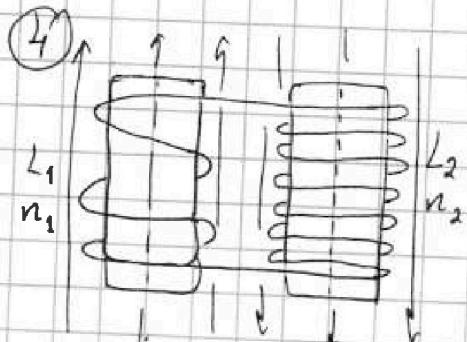


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



$$1) \dot{I} = ?$$

$$\dot{\Phi} = \frac{d\Phi}{dt}$$

$$\dot{\Phi}_1 = \frac{d\Phi}{dt} = L_1 \dot{I}_1 = L_2 \dot{I}_2 =$$

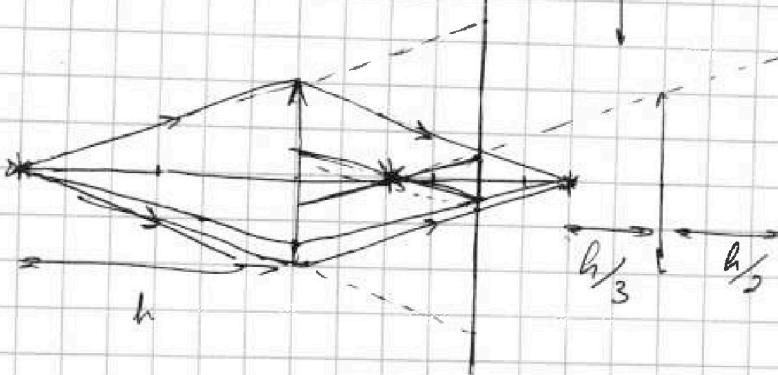
$$= n_1 \cdot S \cdot \frac{dB}{dt} = \alpha n S = L_1 \dot{I}_1 = 4 L_2 \dot{I}_2$$

$$\frac{2}{h} = \frac{1}{h} + \frac{1}{d'}$$

затем

$$[L] \cdot \frac{[A]}{[C]} = [B]$$

$$[L] = [Am \cdot C]$$



$$\frac{2}{h} = \frac{3}{h} + \frac{1}{d'} \rightarrow d' = -h$$

$$\frac{8+2}{8} \cdot \frac{2\varepsilon+1}{2\varepsilon} = \frac{4}{3}$$

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{d'} = \frac{2}{h}$$

$$\frac{8+2}{8} \cdot \frac{2\varepsilon}{2\varepsilon+1}$$

$$8\varepsilon + 4 = 6\varepsilon + 12$$

$$2\varepsilon = 8 \Rightarrow \varepsilon = 4$$

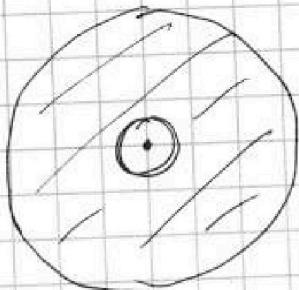


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



$$E(x) = \frac{kQ}{x^2} \quad | \quad E(x) = \frac{E_0(x)}{\varepsilon} = \frac{kQ}{\varepsilon x^2}$$

$x < x \leq R$

$$\varphi(r) = \left(\frac{kQ}{\varepsilon}; \frac{kQ}{\varepsilon r} \right)$$

$$\begin{aligned} \varphi_0 = \varphi(l) &= \frac{kQ}{\varepsilon} + \int_{\varepsilon}^R \frac{kQ}{\varepsilon x^2} dx + \int_R^l \frac{kQ}{\varepsilon x^2} dx = \\ &= \frac{kQ}{\varepsilon} + \frac{kQ}{\varepsilon} \cdot \left(-\frac{1}{x} \right) \Big|_{\varepsilon}^R + kQ \cdot \left(-\frac{1}{x} \right) \Big|_R^l = \frac{kQ}{\varepsilon} + \frac{kQ}{\varepsilon} \left(\frac{1}{\varepsilon} - \frac{1}{R} \right) + \\ &+ kQ \left(\frac{1}{l} - \frac{1}{R} \right) = kQ \left(\frac{1}{\varepsilon} + \frac{1}{\varepsilon \varepsilon} - \frac{1}{\varepsilon R} - \frac{1}{R} + \frac{1}{l} \right) = \frac{kQ}{\varepsilon} + kQ \left(\frac{1}{\varepsilon} - \frac{1}{R} \right) \left(1 + \frac{1}{\varepsilon} \right) \end{aligned}$$

$$\varphi(l) = \frac{kQ}{\varepsilon} + kQ \left(\frac{1}{\varepsilon} - \frac{1}{R} \right) \left(1 + \frac{1}{\varepsilon} \right) \quad (l > R)$$

$l < R :$

$$\varphi(l) = \frac{kQ}{\varepsilon} + \int_{\varepsilon}^l \frac{kQ}{\varepsilon x^2} dx = \frac{kQ}{\varepsilon} + \frac{kQ}{\varepsilon} \left(\frac{1}{\varepsilon} - \frac{1}{l} \right) = \frac{kQ}{\varepsilon} \left(1 + \frac{1}{\varepsilon} \right) - \frac{kQ}{\varepsilon l}$$

$$\varphi(R/4) = \frac{kQ}{\pi}$$

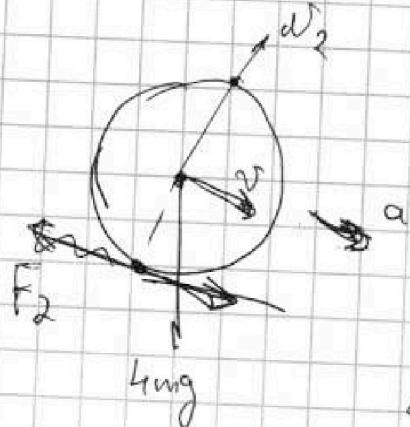


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



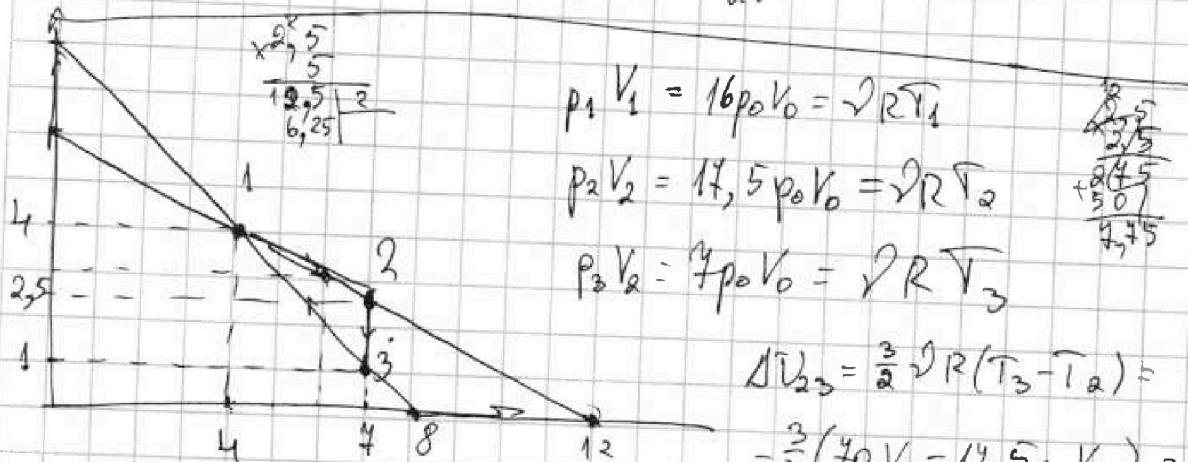
$$F_2 \cdot R = I\beta = mR^2 \cdot \frac{\alpha_2}{R} = mR \cdot \alpha_2 =$$

$$= F_2 \cdot R \Rightarrow F_2 = ma_2$$

$$\omega R = v$$

$$\dot{v} = \dot{\omega} R = \ddot{\omega} R = \beta R$$

$$a_{tan} = \frac{v^2}{R}; \quad a_2 = \frac{dv}{dt}$$



$$P_1 V_1 = 16 p_0 V_0 = \sqrt{R T_1}$$

$$P_2 V_2 = 17,5 p_0 V_0 = \sqrt{R T_2}$$

$$P_3 V_3 = 4 p_0 V_0 = \sqrt{R T_3}$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \sqrt{R} (T_3 - T_2) =$$

$$= \frac{3}{2} (4 p_0 V_0 - 17,5 p_0 V_0) =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot (-10,5 p_0 V_0) = - \frac{31,5}{2} p_0 V_0 = \frac{63}{4} p_0 V_0 = 15,75 p_0 V_0$$

$$C_{12} = \frac{16}{2} p_0 V_0 \quad A_{12} = \frac{8,4}{2} p_0 V_0 - \frac{5,2,5}{2} p_0 V_0 = (16 - 6,25) p_0 V_0 = 9,75 p_0 V_0$$

$$|A_{34}| = \frac{16}{2} p_0 V_0 - \frac{p_0 V_0}{2} = \frac{15}{2} p_0 V_0 = 7,5 p_0 V_0$$

$$KAZ \quad A' = 2,25 p_0 V_0$$

$$\left| \frac{\Delta U_{23}}{A'} \right| = \frac{15,75}{2,25} = \frac{1575}{225} = \frac{315}{45} = \frac{63}{9} = 7$$

$$\frac{18 p_0 V_0}{p = -\frac{V}{2} + b = 16 - \frac{V}{2} = p}$$

$$C_V dT = \frac{3}{2} \sqrt{R} dT + p dV$$

$$\frac{T}{T_1} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8} \quad 35 \pi \left(\frac{25}{9} - \frac{1}{9} \right) \pi r^2 = \frac{24}{3} \pi r^2 = \frac{12}{3} = 4$$

$$pV \rightarrow \max$$

$$V \left(6 - \frac{V}{2} \right) \rightarrow \max \quad 6V - \frac{V^2}{2} \quad V = -\frac{6}{-1} = 6 V_0$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

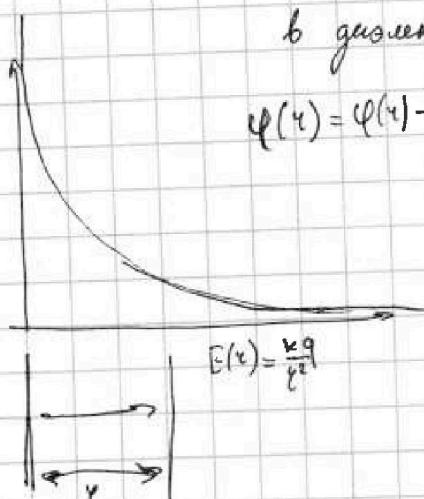
$$A' = (9, 45 - 1, 5) \rho_0 V_0 = 2,25 \rho_0 V_0$$

$$Q_{23} < 0 ; Q_{31} < 0 ; Q_n = Q_{12} = 9,75 \rho_0 V_0 + \frac{3}{2} \cdot 2 R (T_2 - T_1) = 2,25$$

$$= 9,75 \rho_0 V_0 + \frac{3}{2} \cdot 1,5 \rho_0 V_0 = 12 \rho_0 V_0$$

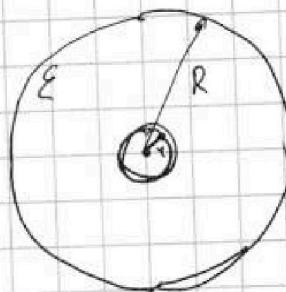
$$\eta = \frac{A'}{Q_n} = \frac{2,25}{12} = \frac{225}{1200} = \frac{45}{240} = \frac{9}{48} = \frac{3}{16}$$

~~E = $\frac{kq}{r^2}$~~ $E(r) = \frac{kq}{r^2}$ (без диэлектрика); $\psi(r) = \frac{kq}{r}$



$$\text{в диэлектрике: } E = \frac{E_0}{\epsilon}$$

$$\psi(r) = \psi(0) - \psi(\infty) = \int_r^\infty E(r) dr$$

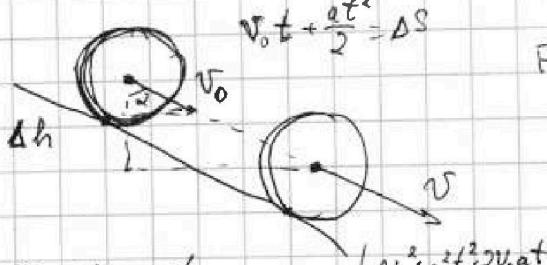


$$\begin{aligned} \psi(r) &= \int_r^R E(r) \cdot dr + \int_R^\infty \frac{E(r)}{\epsilon} dr + \int_R^\infty E(r) dr \\ &= \frac{kq}{r} + \frac{1}{\epsilon} \int_r^R \frac{kq}{r^2} dr + \int_R^\infty E(r) dr \end{aligned}$$

$$L = \mu_0 \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{d\phi}{dt} = LI$$

$$V_0 t + \frac{at^2}{2} = \Delta S$$



$$V = V_0 + at$$

$$\Delta h = \frac{\Delta S}{\cos \alpha} = \frac{V_0 t + \frac{at^2}{2}}{\cos \alpha}$$



$$km \alpha \tau = F$$

$$\frac{J \omega^2}{2}$$

$$mg \Delta h = \frac{mV^2}{2} + \frac{mV^2}{2} - mV_0^2 = m(V^2 - V_0^2)$$

$$\begin{aligned} g \Delta h &= V^2 - V_0^2 = a t^2 + 2V_0 a t = \\ &= \frac{q}{cos \alpha} \left(V_0 t + \frac{at^2}{2} \right) \end{aligned}$$