



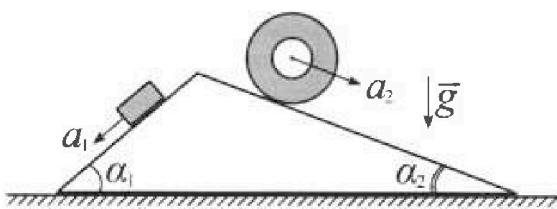
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы 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 $\alpha_1 (\sin \alpha_1 = 3/5, \cos \alpha_1 = 4/5)$ и $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 5/13, \cos \alpha_2 = 12/13)$. Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

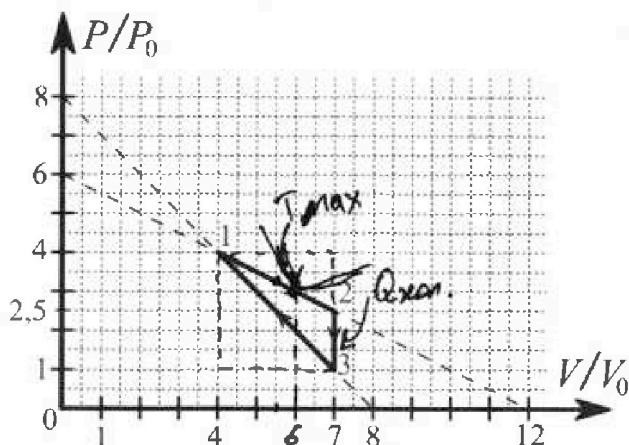


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

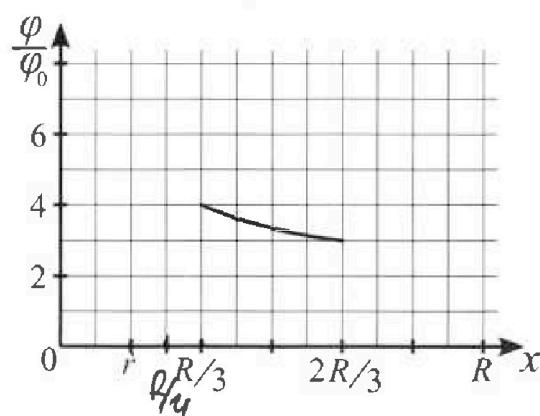
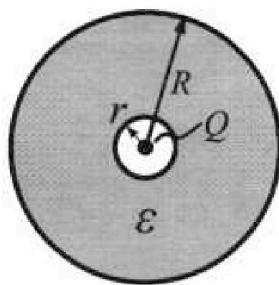
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .

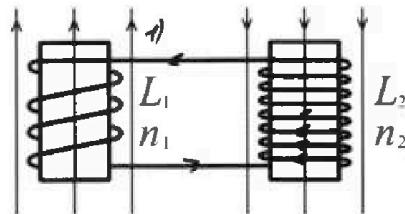


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01

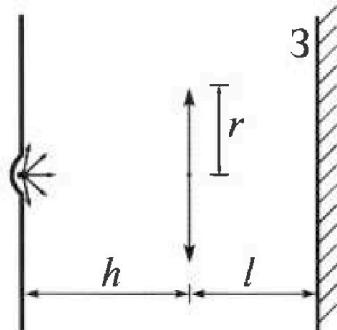
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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.

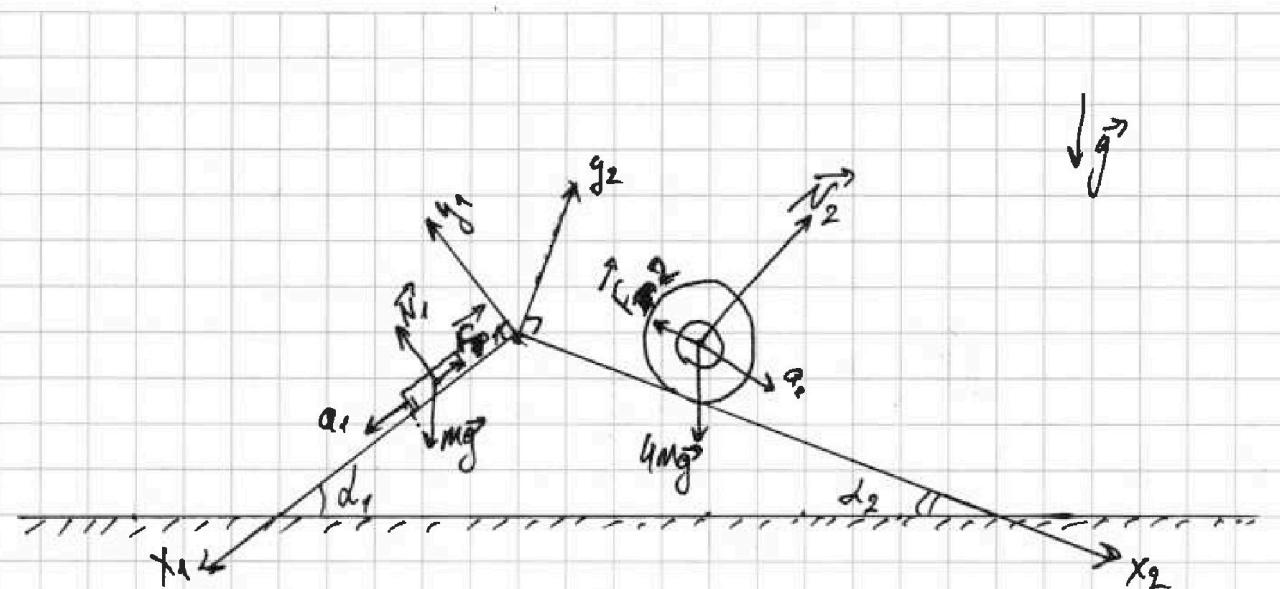


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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) Запишем II-з-и Ньютона для бруска:

$$mg \vec{+} \vec{F}_{\text{пр}1} = \vec{N}_1 = m \vec{a},$$

В проекциях: $OY_1: mg \cdot \sin \alpha_1 - F_{\text{пр}1} = ma_1$

$$OY_1: mg \cdot \cos \alpha_1 - N_1 = 0 \Rightarrow N_1 = \frac{4}{5} mg$$

$$\Rightarrow F_{\text{пр}1} = mg \cdot \sin \alpha_1 - ma_1 = \frac{3}{5} mg - \frac{5}{13} mg = \frac{420-25}{39-25} mg$$

$$\cancel{F_{\text{пр}1}} = \frac{44}{120} mg \quad F_{\text{пр}1} = \frac{14}{65} mg$$

2) Запишем II-з-и Ньютона для цилиндра:

$$4mg \vec{+} \vec{F}_{\text{пр}2} + \vec{N}_2 = 4m \vec{a}_2$$

В проекциях: $OY_2: 4mg \cdot \sin \alpha_2 - F_{\text{пр}2} = 4ma_2$

$$OY_2: 4mg \cdot \cos \alpha_2 - N_2 = 0 \Rightarrow N_2 = \frac{48}{13} mg$$

$$\Rightarrow F_{\text{пр}2} = 4mg \cdot \sin \alpha_2 - 4ma_2 = \frac{20}{13} mg - \frac{5}{8} mg = \frac{120-65}{38} mg$$

$$F_{\text{пр}2} = \frac{55}{38} mg$$

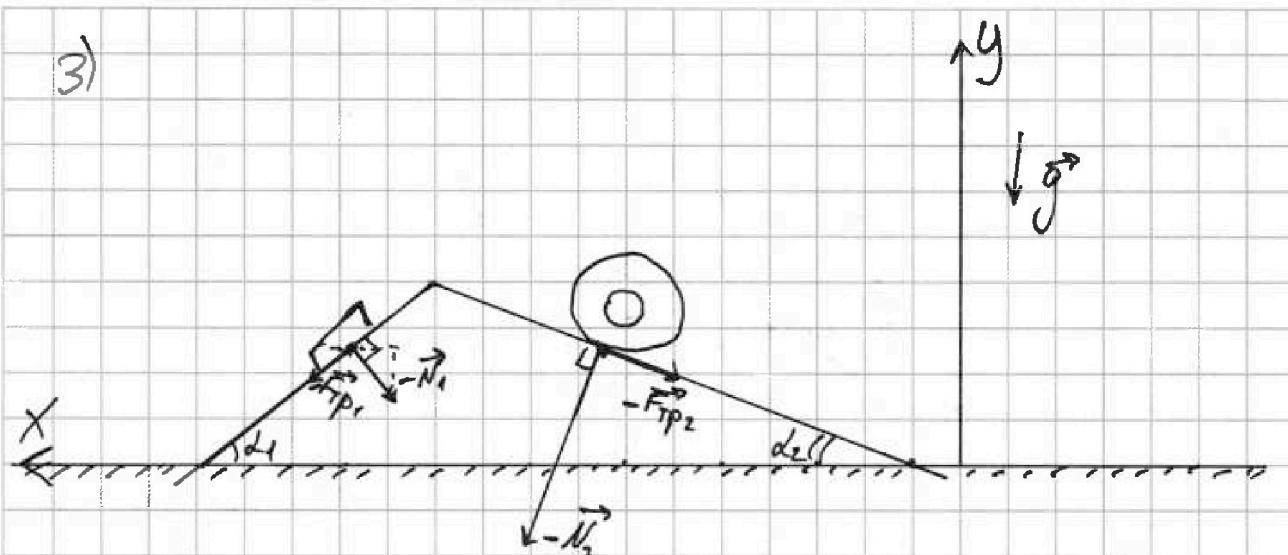
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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

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!



По III з-у Ньютона на клин будут действовать силы, ~~если~~ под действие на рисунке

Запишем II з-и Ньютона для клина:

$$-\vec{N}_1 - \vec{F}_{tr1} - \vec{N}_2 - \vec{F}_{tr2} + \vec{F}_{tr3} = 0, \text{ т.к. клин останавливается в покое}$$

В проекциях на ось X: $F_{tr1} \cdot \cos\alpha_1 - N_1 \cdot \sin\alpha_1 + N_2 \cdot \sin\alpha_2 - F_{tr2} \cdot \cos\alpha_2 + F_{tr3x} = 0$

~~Фактически~~ проекции силы трения между столом и клином, т.к. мы не знаем её направление

$$\Rightarrow F_{tr3x} = N_1 \cdot \sin\alpha_1 + F_{tr2} \cdot \cos\alpha_2 - F_{tr1} \cdot \cos\alpha_1 - N_2 \cdot \sin\alpha_2$$

$$F_{tr3x} = \frac{4}{5}mg \cdot \frac{3}{5} + \frac{55}{169}mg \cdot \frac{12}{13} - \frac{14}{85}mg \cdot \frac{9}{5} - \frac{48}{13}mg \cdot \frac{5}{13}$$

$$F_{tr3x} = mg \cdot \left(\frac{12}{25} + \frac{55 \cdot 12}{169 \cdot 6} - \frac{14 \cdot 4}{25 \cdot 13} - \frac{48 \cdot 5}{169} \right)$$

$$F_{tr3x} = mg \cdot \left(\frac{110}{169} - \frac{240}{169} + \frac{12}{25} - \frac{56}{25 \cdot 13} \right) = mg \cdot \left(\frac{102}{25 \cdot 13} - \frac{130}{13 \cdot 13} \right)$$



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

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

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!

$$F_{TP3x} = mg \cdot \left(\frac{102}{25 \cdot 13} - \frac{10}{13} \right) = mg \cdot \left(-\frac{148}{325} \right)$$

⇒ Сила трения между столом и лыжами направлена вправо и по величине:

$$F_{3x} = \mu |F_{TP3x}| = \frac{148}{325} mg$$

Ответ: 1) $F_1 = \frac{14}{65} mg$

2) $F_2 = \frac{55}{48} mg$

3) $F_3 = \frac{148}{325} mg$



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 type="checkbox"/> 1 | <input checked="" 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 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) Рассмотрим процесс 2-3:

$$V_2 = V_3 ; \rho_2 = 2,5 \rho_0 ; \rho_3 = \rho_0$$

Запишем для ур-е Менделеева - Клапейрона для двух состояний:

$$\frac{\rho_2 V_2}{\rho_3 V_3} = \frac{p_2 T_2}{p_3 T_3} \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_3} = \frac{T_2}{T_3} \Rightarrow T_3 = \frac{\rho_3}{\rho_2} T_2$$

$$\Delta U_{2-3} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} \nu R T_2 \left(\frac{1}{2,5} - 1 \right) = -\frac{9}{10} \nu R T_2$$

$$|\Delta U|_{2-3} = \frac{9}{10} \rho_2 V_2 = \frac{9}{10} \cdot 2,5 \rho_0 \cdot \frac{3}{4} V_0 = \frac{63}{4} \rho_0 V_0$$

Ar.за ур-а найдём раб. показат бывшего числа:

$$Ar. за ур-а = 3\rho_0 \cdot 3V_0 - \frac{1}{2} \cdot 3\rho_0 \cdot 3V_0 - \frac{1}{2} \cdot 3\rho_0 \cdot \frac{1}{2} \cdot 3V_0 = \frac{9}{4} \rho_0 V_0$$

$$\frac{|\Delta U_{2-3}|}{Ar. за ур-а} = \frac{7}{4}$$

2) Процесс 1-2 - это участок прямой на графике,

$$\text{уравнение которого: } p_{1-2}(V) = -\frac{6\rho_0}{12V_0} \cdot V + 6\rho_0$$

Для такого процесса известно, что максимальная температура достигается при $\frac{1}{2}V_{\max}$, где V_{\max} - максимально достичьший в теории объём, то есть в процессе 1-2 - это $12V_0 \Rightarrow$

$T_{\max 1-2}$ достигается при $V = 6V_0$

Запишем уравнение состояния идеального газа в точке 1 при $V = 6V_0$.



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 checked="" 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 2

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

$$p_1 V_1 = JR T_1$$
 ~~$p_{1-2} V_0 = p_0 \cdot 6V_0$~~

$$p_{1-2} (6V_0) = 3p_0 \Rightarrow T_{1-2} = \frac{3p_0 \cdot 6V_0}{4p_0 \cdot g\%} = \frac{9}{8}$$

$$p_{1-2} (6V_0) = 3p_0 \Rightarrow T_{1-2} = \frac{3p_0 \cdot 6V_0}{4p_0 \cdot g\%} = \frac{9}{8}$$

$$3) \eta = \frac{\text{Ар. за час}}{Q_H}$$

$$Q_H = Q_{H1-2} + Q_{H2-3} + Q_{H3-1}$$

В процессе 2-3: $Q_{H2-3} = 0$, т.к. Q_3 отдаёт тепло

$$\Rightarrow Q_H = Q_{H1-2} + Q_{H3-1}$$

$$Q_{H1-2} = \frac{5}{2} \Delta(pV) \text{ в процессе } 1-2$$

$$Q_{H1-2} = \frac{5}{2} (2,5p_0 \cdot 2V_0 - 4p_0 \cdot 4V_0) = \frac{5}{2} \cdot 2 \cdot p_0 V_0 = \frac{15}{4} p_0 V_0$$

$$Q_{H3-1} = \frac{5}{2} \Delta(pV) \text{ в процессе } 3-1$$

$$Q_{H3-1} = \frac{5}{2} (16p_0 V_0 - 3p_0 V_0) = \frac{45}{2} p_0 V_0$$

$$\Rightarrow Q_H = \frac{105}{4} p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{\frac{9}{4} p_0 V_0}{\frac{105}{4} p_0 V_0} = \frac{9}{105}$$

Ответ: 1) 4

2) $\frac{9}{8}$

3) $\frac{9}{105}$



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 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!

Разделяя, уменьшается электрическое поле внутри сей в ϵ раз.

То есть $E = \begin{cases} \frac{kQ}{x^2}, & \text{при } x \leq r \\ \frac{kQ}{\epsilon x^2}, & \text{при } r < x \leq R \end{cases}$

Потенциал будет определяться так:

~~$$\varphi = \begin{cases} \frac{kQ}{x}, & \text{при } x \leq r \\ \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon x^2}(x-r), & \text{при } r < x \leq R, \end{cases}$$~~

т.к. $E \cdot d = \varphi_1 - \varphi_0$, то есть E членожекое на расстояние между двумя зарядами, то потенциалы, ~~но~~ на которых было тоже в согласии с равнене разности потенциалов в этих точках.

~~$$\Rightarrow \varphi = \begin{cases} \frac{4kQ}{R}, & \text{при } r \geq \frac{R}{4} \\ \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon(\frac{R}{4})^2} \cdot (\frac{R}{4} - r), & \text{при } r < \frac{R}{4} \end{cases}$$~~

~~$$1) \varphi = \frac{kQ}{x}, \text{ при } x \leq r$$~~

~~$$\text{при } x > r \text{ и } x \leq R: \varphi = \frac{kQ}{r} + \int E \cdot dx$$~~

~~$$\varphi = \frac{kQ}{r} + \int \frac{kQ}{\epsilon x^2} \cdot dx = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(-\frac{1}{x} + \frac{1}{r} \right)$$~~

~~$$\varphi(\frac{R}{4}) = \frac{4kQ}{R}, \text{ при } \cancel{x \geq \frac{R}{4}}$$~~



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 checked="" 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!

$$\varphi(R/4) = \begin{cases} \frac{4kQ}{R}, & \text{при } r \geq R/4 \\ \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{4}{R} \right), & \text{при } r < R/4 \end{cases}$$

$$2) \varphi(R/3) - \varphi(2R/3) = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \left(-\frac{1}{x} \right) \Big|_{R/3}^{2R/3} = \frac{3}{2} \frac{kQ}{\epsilon R}$$

$$\frac{\varphi(R/3)}{\varphi_0} = 4 \quad \frac{\varphi(2R/3)}{\varphi_0} = 3 \Rightarrow$$

$$\varphi_0 = \frac{3}{2} \frac{kQ}{\epsilon R}$$

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) + kQ \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{x} \right)$$

$$\text{из графика: } r = \frac{1}{6}R$$

$$\Rightarrow \varphi_0 = \frac{7kQ}{R} + \frac{5kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{x}$$

$$\frac{3}{2} \frac{kQ}{\epsilon R} = \frac{7kQ}{R} + \frac{5kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{x}$$

$$\frac{kQ}{x} = \frac{7kQ}{R} + \frac{4kQ}{2\epsilon R}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{7}{R} + \frac{4}{2\epsilon R} \Rightarrow x = \frac{2\epsilon R}{14\epsilon + 7}$$

$$\varphi(R/3) = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R/3} \right) = \frac{6kQ}{R} + \frac{3kQ}{\epsilon R}$$

$$\frac{\varphi(R/3)}{\varphi_0} = 4 \Rightarrow \frac{6kQ}{R} + \frac{3kQ}{\epsilon R} = \frac{6kQ}{\epsilon R}$$

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{\epsilon R} \Rightarrow \epsilon = \frac{1}{2}$$



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
3 ИЗ 3

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

Ответ: 1) $\varphi = \sqrt{\frac{9kQ}{R}}$, при $r \geq \frac{R}{3}$
 $\left(\frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{9}{R} \right) \right)$, при $r < \frac{R}{3}$

2) $\epsilon = \frac{1}{2}$

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

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 шумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1) Магнитный поток, проиндуцированный катушкой:

$$\Phi = B_1 \cdot S \cdot n_1 + B_2 \cdot S \cdot n_2 \quad \text{магнитное поле,}$$

$$\begin{cases} \mathcal{E}_i = \frac{d\Phi}{dt} = dS n_1 + \frac{dI}{dt} \cdot 4L & \text{возникающее в катушке } L, \\ \mathcal{E}_i = \frac{dI}{dt} \cdot 5L \Rightarrow dS n_1 = \frac{dI}{dt} \cdot L \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{dS n_1}{L} \end{cases} \quad \text{из-за изменения } I$$

получив это выражение соединим последовательно

$$2) \begin{cases} \mathcal{E}_i = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{dB_1}{dt} \cdot S \cdot n_1 + \frac{dB_2}{dt} \cdot S \cdot n_2 \\ \mathcal{E}_i = \frac{dI}{dt} \cdot 5L \Rightarrow \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \frac{dI}{dt} \cdot 5L &= \frac{dB_1}{dt} \cdot S \cdot n_1 + \frac{dB_2}{dt} \cdot S \cdot n_2 \\ \Rightarrow \int_0^I dI \cdot 5L &= \int_{B_0/2}^{2B_0/3} dB_1 \cdot S \cdot n_1 + \int_{2B_0}^{2B_0/3} dB_2 \cdot S \cdot 2n_2 \end{aligned}$$

$$|I| = \frac{\Sigma n}{5L} \cdot \left(B_0/2 + 2 \cdot \frac{4}{3} B_0 \right) = \frac{19}{30} \cdot \frac{B_0 S \cdot n}{L}$$

Ответ: 1) $\frac{dS n}{L}$

2) $\frac{19}{30} \frac{B_0 S n}{L}$

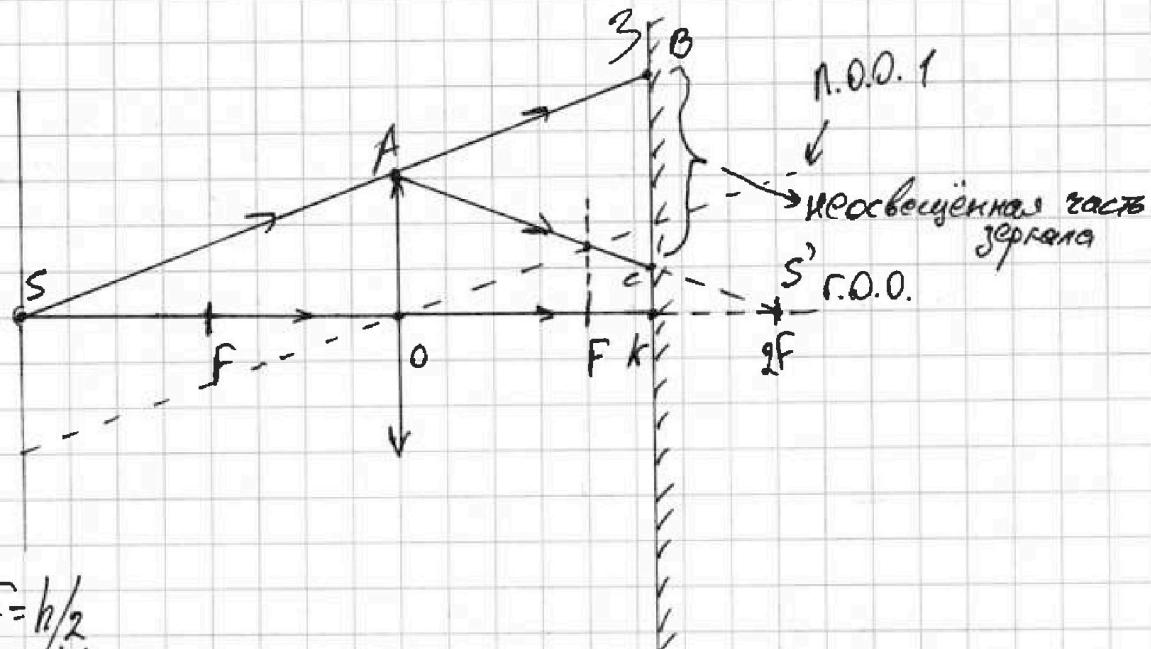


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 4

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



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

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

$$r = 3 \text{ см}$$

7.О - оптический центр линзы; 7. К - точка пересечения
7. А - верхняя точка линзы;
7. В - точка в которую падает луч 2,ящий губь-губь выше
точки А из пачки (75)

1) $\triangle SOA \sim \triangle SKB$ (по двум углам); $\angle ASO$ - общий,
 $\angle SOA = \angle SKB = 90^\circ$

$$\Rightarrow \frac{AO}{BK} = \frac{SO}{SK} (AO = r; SO = h; SK = SO + l)$$

$$\Rightarrow BK = \frac{AO \cdot SK}{SO} = \frac{r \cdot \left(h + \frac{2}{3}h\right)}{h} = \frac{5}{3}r = 5 \text{ см} - \text{радиус}$$

свекого пятна, которое должно было быть на зеркале, если бы не было линзы. Если не учитывать преломленные линзой лучи, то это радиус тёмного пятна.

Найдём радиус свекого пятна, образованного преломлёнными



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

СТРАНИЦА
2 из 4

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

Лучами.

Если бы не было бы зеркала, то S' - изображение лампочки S в зеркале. Т.к. S находится на расстоянии $2F$ от зеркала, S' тоже находится на расстоянии $2F$ от зеркала.

Получаем: $\triangle S'OA \sim \triangle S'KC$ (по двум углам): $\angle OS'A = \angle CKS'$ ^{одинак.}, $\angle AOS' = \angle CKS' = 90^\circ$

$$\Rightarrow \frac{CK}{AO} = \frac{S'K}{S'O} \quad (S'D = 2F; AO = r; S'K = SD - l)$$

$$\Rightarrow CK = \frac{S'K \cdot AO}{S'O} = \frac{(h - \frac{2}{3}h) \cdot r}{h} = \frac{1}{3}r = 1 \text{ см}$$

Площадь неосвещённой части зеркала будет равна произведению радиуса зеркала BK и площади пятна с радиусом CK . Т.к. лучи, падающие дальше точки A от S не будут прецениваться зеркалом, а дают дальше т.в. зеркало будет полностью освещено.

$$S_3 = \pi \cdot (Bk^2 - Ck^2) = 24\pi \text{ см}^2$$

2) Луч, падающий на зеркало выше т.в., отражается и освещает стены выше т.д. При этом $SD = 2Bk$, т.к. $SP = BK$, т.к. расстояние между перпендикулярами к оптическим осям, и $\angle SPB = \angle DPB$ по 2-му признаку (PB -общая; $\angle SPB = \angle DPB = 90^\circ$; $\angle SBP = \angle DBP$ как углы падения и углы отражения)

Чтобы узнать площадь неосвещённой части стены, нужно узнать радиус светодного пятна, обогревенного лучами, прошедшими сквозь панда-зеркало.

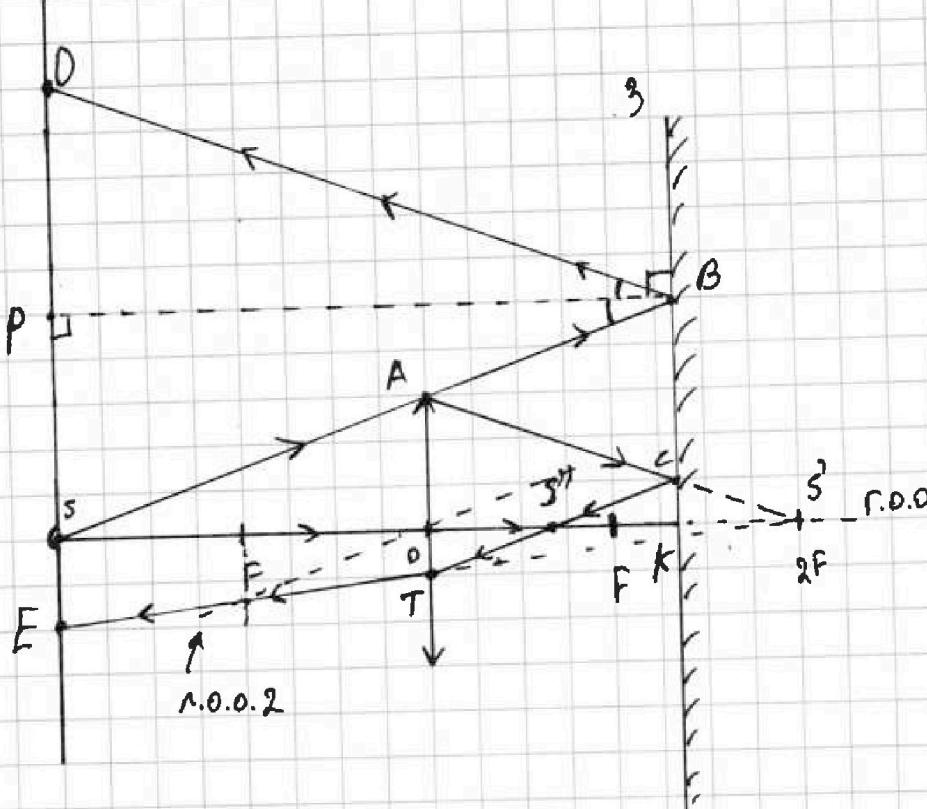


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
3 ИЗ 4

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



S'' - изображение S в системе Линза - Зеркало. S'' будет располагаться на таком же расстоянии от зеркала, что и S' , но по другую сторону

$$\Rightarrow S''T = ST = \frac{1}{3}h \Rightarrow S'' \text{ находится посередине между линзой и зеркалом} \Rightarrow CT = OT / \text{T.F. } \Delta CS''T = \Delta TS''O$$

После преломления лучей в зеркале второй раз, они как будто будут исходить из S' , падая не выше, чем T ; T ; точнее не дальше, чем T ; T от T ; O . Это доказывается с помощью формулы тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{\frac{2}{3}F} - \frac{1}{x} \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{1}{\frac{2}{3}F} \Rightarrow x = 2F$$

$$\Rightarrow \triangle S'DT \sim \triangle S'S'E \text{ (по двум углам)} : \angle OS'T - общий \\ \angle SSS' = \angle TOS' = 90^\circ$$



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

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
4 ИЗ 4

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

$$\Rightarrow \frac{SE}{OT} = \frac{SS'}{SO} \quad (OT=CK; SS'=4F; SO=2F)$$

$$\Rightarrow SE = \frac{SS' \cdot OT}{SO} = 2OT = 2 \text{ см}$$

$$\Rightarrow S_{G.} = \pi (SD^2 - SE^2) = \pi ((2BK)^2 - SE^2) = 96\pi \text{ см}^2$$

Ответ: 1) $24\pi \text{ см}^2$
2) $96\pi \text{ см}^2$



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

СТРАНИЦА
ИЗ

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



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

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

$$N_2 \quad 2-3 : V = \text{const} \quad \frac{P_1}{P_0} = \frac{kQ}{E} \cdot \left(\frac{V_0}{V} \right) + \frac{kQ}{Ex}$$

$$\frac{P_2}{P_3} V = \sqrt{RT_2} \quad \Delta U = 2 \frac{kQ}{ER} - \frac{24kQr}{ER^2} = \frac{kQ}{ER}$$

$$\frac{P_2}{P_3} = \frac{T_2}{T_3} \Rightarrow T_2 = \frac{P_2}{P_3} T_3$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} VR(T_3 - T_2)$$

$$T_2 = \frac{2,5 P_0}{P_0} T_3$$

$$T_2 = 2,5 T_3$$

$$|\Delta U| = 1,5 T_3 \cdot \frac{3}{2} JR = \frac{9}{4} VR T_3 = \frac{9}{4} P_0 \cdot 4 V_0$$

$$A_{\text{заряд}} = 3V_0 \cdot 3P_0 \cdot \frac{1}{2} - 1,5 P_0 \cdot 3V_0$$

$$A_{\text{заряд}} = \frac{9}{4} P_0 V_0$$

$$\varphi = LI = B \cdot S \cdot n$$

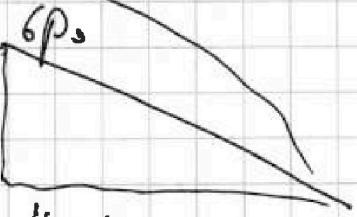
$$1) \quad \frac{|\Delta U|}{A_{\text{заряд}}} = \gamma$$



$$2) \quad 4P_0 \cdot 4V_0 = VR T_1$$

$$E_{T,3} = \frac{kQ}{R^2}$$

$$3P_0 \cdot 6V_0 = VR T_{1,2\max}$$



$$\Rightarrow \frac{T_{1,2\max}}{T_1} = \frac{18}{16}$$

$$P(V) = \frac{6P_0}{12V_0} \cdot V + 6P_0$$

$$\text{при } x \leq r: \quad \varphi = \frac{kQ}{x}$$

$$P(V) = -\frac{P_0}{2V_0} \cdot V + 6P_0$$

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

$$P_p(5,5V_0) = -2,5P_0 + 6P_0$$

$$P_p(5,5V_0) = 3,5P_0$$



$$\varphi(x) = \varphi(r) + P(6V_0) = 3P_0$$



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 checked="" type="checkbox"/> 5 | <input checked="" type="checkbox"/> 6 | <input checked="" 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!

$$\frac{P}{P_0} = 4 \quad \text{при } x \xrightarrow{\text{за время}} \frac{R/3}{Q_n}$$

$$P_1 = \frac{kQ}{T} + \frac{kQ}{\varepsilon(\frac{2}{3})^2(R/3 - r)}$$

$$P_1 = \frac{kQ}{T} Q_{n-1} + Q_{n-2} + Q_{n-3} \rightarrow Q_{n-1}$$

$$E_i = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S \cdot n$$

$$E_i = \frac{4\pi I}{\Delta t} = \frac{\Delta B \cdot S \cdot n}{\Delta t}$$

$$1-2: 4P_0 \cdot 4\% = JR T_1$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot \frac{S \cdot n}{L}$$

$$2,5 P_0 \cdot 4\% V_0 = JR T_2$$

$$P_2 = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{(1 - \varepsilon(\frac{2}{3})^2)^2(\frac{R}{3} - r)}$$

$$\frac{P_2}{P_0} = 3 \quad \frac{T_1}{T_1} = \frac{16}{16} = \frac{16}{16}$$



$$\Phi = \frac{kQ}{ER}$$

$$\Phi_1 - \Phi_2 = \frac{P_0}{Q} = \frac{9kQ}{ER^2} / (R/3 - r) - \frac{9kQ}{ER^2} \left(\frac{2R}{3} - r \right) = \frac{5kQ}{ER^2} \quad \Phi = \frac{kQ}{ER}$$

$$P_0 = \frac{3kQ}{2ER^2} - \frac{34kQ}{4ER^2} r = 12,5 P_0 U_0 - 16 P_0 U_0 + \frac{5}{2} JR \cdot (T_2 - T_1)$$

$$Q = 1,5 P_0 U_0 + \frac{5}{64} \cdot JR T_1 = \frac{3}{8} P_0 U_0 + \frac{5}{64} P_0 U_0$$

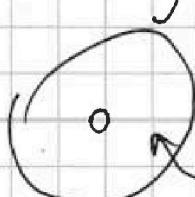
$$Q_{1-2} = \frac{15}{4} P_0 U_0 \quad \frac{Q}{E_0} = E \cdot 9\pi r^2 \cdot E \cdot dS = \frac{E_0}{E_0}$$

$$Q_{1-3} = \frac{1}{2} \Delta (P U) = \frac{5}{2} \cdot (16 P_0 U_0 - 9 P_0 U_0) = \frac{45}{2} P_0 U_0$$

$$Q_n = Q_{1-2} + Q_{1-3} = \frac{105}{4} P_0 U_0$$

$$I = \frac{P_0}{Q_n} \frac{A_{30 \text{ см}}}{{Q_n}} =$$

$$\frac{\frac{9}{4} P_0 U_0}{\frac{105}{4} P_0 U_0} = \frac{9}{105}$$



$$U = E \cdot d$$

$$U = E \cdot d$$

$$U = P_0 + \frac{kQ}{\varepsilon R^2} : (x - r)$$

$$E_{\text{внеш}} = \frac{E_{\text{внеш}}}{\varepsilon}$$

$$P = P_0 + \frac{kQ}{\varepsilon R^2} (R - r) + \frac{kQ}{R^2} \cdot (x - R)$$



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 checked="" type="checkbox"/> 5 | <input checked="" type="checkbox"/> 6 | <input checked="" 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!

$$\phi_0 = \phi_{\infty}$$

$$d\phi = E dx \quad | \quad E = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$$

$$\phi = E dx \quad | \quad d\phi = \int \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{1}{x^2} dx$$

$$\phi_1 - \phi_2 = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot -\frac{1}{x} \Big|_{r_1}^{R_1}$$

$$\frac{\phi_1}{\phi_0} = 9 \quad \frac{\phi_2}{\phi_0} = 3 \quad \frac{6}{R} - \frac{3}{2R} = \frac{9}{2R}$$

$$\phi_1 - \phi_2 = \phi_0 = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot -\frac{1}{x} \Big|_{R_1}^{R_2} = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{3}{2R}$$

$$\phi_0 = \frac{3kQ}{2\epsilon R}$$

$$r = \frac{1}{6}R$$

$$\phi_0 = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{\frac{1}{6}R} - \frac{1}{R} \right) + \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{x} \right)$$

$$\phi_0 = \frac{6kQ}{R} + \frac{5kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{x} = \frac{4kQ}{R} + \frac{5kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{x}$$

$$\phi_2 = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{\frac{3}{2}R} - \frac{1}{\frac{2}{3}R} \right) \quad \phi_0$$

$$\phi_2(x) = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{1}{(\frac{2}{3}R)^2} = \frac{1}{x} = -\frac{1}{x^2}$$

$$\frac{6kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{6}{R} - \frac{3}{2R} \right) = 3 \cdot \frac{3}{2} \frac{kQ}{\epsilon R}$$

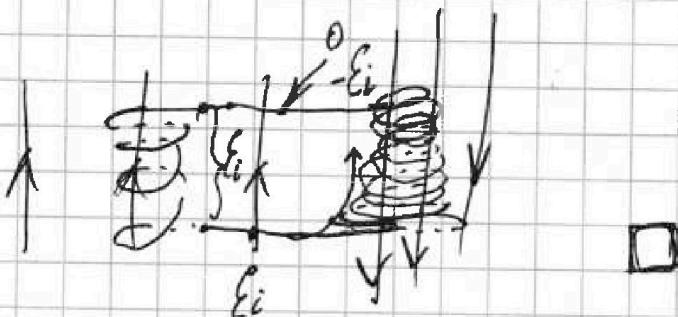


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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!



$$E_i = \frac{\Delta I}{\Delta t} \cdot L_{\text{общ}}$$

~~B_i~~ $\cancel{B_i \uparrow \uparrow B_{\text{ен}}}$ $\Phi = B_1 \cdot S \cdot n_1 + B_2 \cdot S \cdot n_2$

Φ

||
const

$$E_i = \frac{d\Phi}{dt} = \alpha \cdot S \cdot n_1$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = \frac{dB_1}{dt} \cdot S \cdot n_1 + \frac{dB_2}{dt} \cdot S \cdot n_2 = \frac{L_1 \cdot dI}{dt} + \frac{L_2 \cdot dI}{dt} \cdot 9L$$

$$\frac{dI}{dt} \cdot 5L = \frac{dB_1}{dt} \cdot S \cdot n_1 + \frac{dB_2}{dt} \cdot S \cdot n_2 \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{\alpha \cdot S \cdot n}{L}$$

2) $\int_0^I dI \cdot 5L = \int_{B_0/2}^{B_0/3} dB_1 \cdot S \cdot n_1 + \int_{2B_0}^{3B_0/3} dB_2 \cdot S \cdot n_2$

$$|I| = \frac{S \cdot n}{5L} \left(\frac{B_0}{2} + 2 \cdot \frac{4}{3} B_0 \right) = \frac{19}{6} B_0 \cdot \frac{S \cdot n}{5L}$$

$$|I| = \frac{19 B_0 S n}{30 L}$$