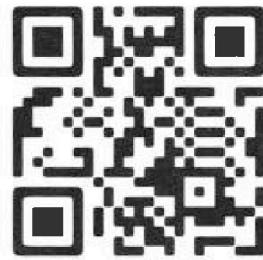


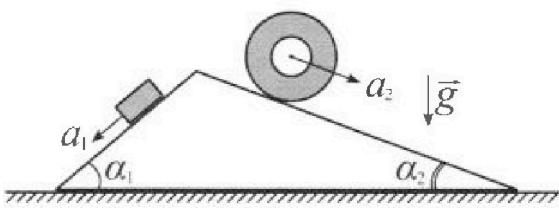
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзываия полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (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.

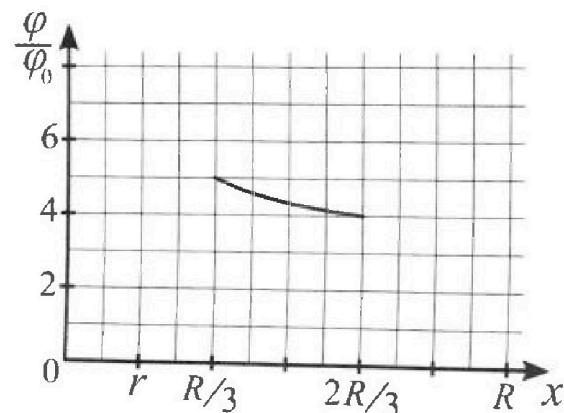
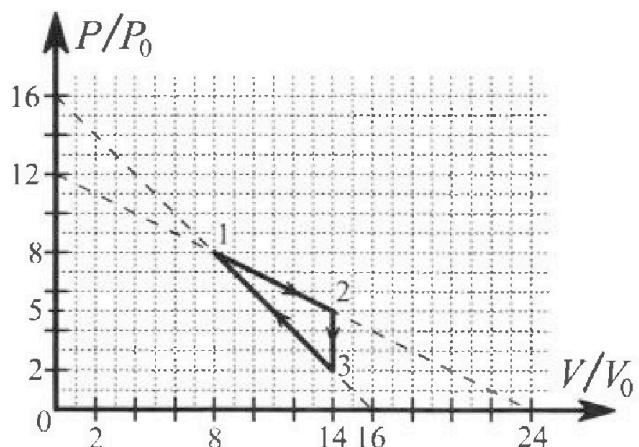
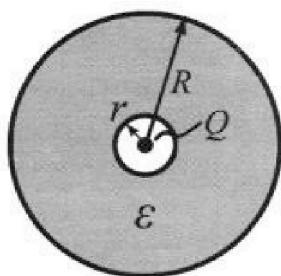
2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость P/P_0 от V/V_0 . Здесь V и P - объем и давление газа, V_0 и P_0 - некоторые неизвестные объем и давление.

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

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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

- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = 5R/6$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .

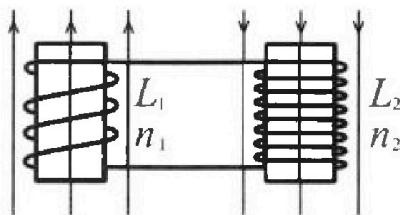


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03

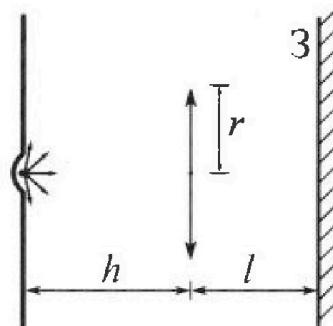
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ 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 $B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $3B_0$ до $9B_0/4$, 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 $F = h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 5$ 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 $y\pi$, где y - целое число или простая обыкновенная дробь.

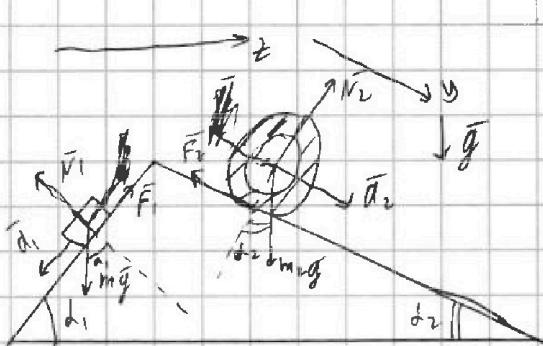


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 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) Второй З-к Н-ка球 движется в проекции на ОХ:

$$m d_1 = m g \sin \alpha_1 - F_1$$

$$\begin{aligned} F_1 &= m g \sin \alpha_1 - m d_1 = m g \cdot \frac{3}{5} - m \frac{6}{13} g = \\ &= m g \left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) = m g \left(\frac{39 - 30}{65} \right) = \frac{9}{65} m g. \end{aligned}$$

2) Второй З-к Н-ка球 движется в проекции на ОУ:

$$m d_2 = m_2 g \sin \alpha_2 - F_2$$

$$\begin{aligned} F_2 &= m_2 g \sin \alpha_2 \quad m_2 d_2 = 2 m \left(g \cdot \frac{5}{13} - g \cdot \frac{9}{13} \right) = \\ &= 2 m g \left(\frac{5 - 9}{13} \right) = \frac{7}{26} m g. \end{aligned}$$

3) Изменим, что по II-му З-ку Н-ка первое тело действует с силой $N_1 = m g \cos \alpha_1$ на второе, а второе с силой $N_2 = 2 m g \cos \alpha_2$.

И введен горизонтальную ось z.

$$N_{1z} = m g \cos \alpha_1 \cdot \sin \alpha_1 = m g \cdot \frac{12}{25}$$

$$N_{2z} = -2 m g \cos \alpha_2 \cdot \sin \alpha_1 = -2 m g \frac{60}{65} = -m g \frac{120}{162}$$



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
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!

N_1 (продолжение)

Заметим, что $N_2 \geq$ по модулю $\Rightarrow N_1 \geq \Rightarrow$

\Rightarrow сила F_3 будет направлена по огн.

$$F_3 = mg \frac{120}{169} - \frac{12}{25} mg = mg \left(\frac{120 \cdot 25 - 12 \cdot 169}{25 \cdot 169} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{3000 - 2028}{425} \right) = mg \frac{972}{425} = mg \frac{324}{145}$$

$$\begin{array}{r} \cancel{11} \\ \times \cancel{169} \\ \hline \cancel{338} \\ + \cancel{169} \\ \hline 2028 \end{array} \quad \begin{array}{r} 134 \\ \times \cancel{169} \\ \hline \cancel{1895} \\ + \cancel{338} \\ \hline 9425 \end{array}$$



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

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!

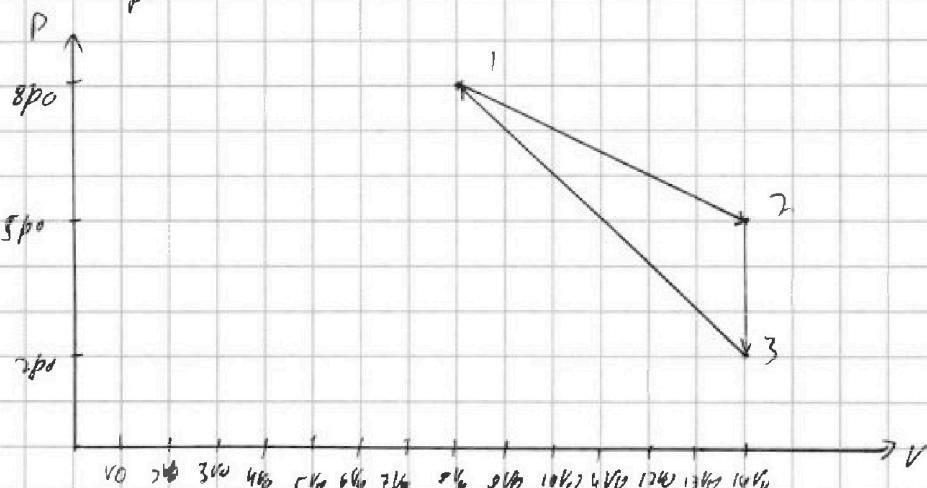
✓2

1) Запомни, что на изображении графики все ~~одинаковые~~ непрерывные отрезки.

Запишем ур-е прямой для прямца 1-2:

$$\begin{aligned} p = kV + b; \quad & 8 = 8k + b \\ p_0 & \quad b = 8 - 8k \\ & 5 = 14k + b \quad | - (8 - 8k) \\ & 3 = 6k \Rightarrow k = \frac{3}{6} = \frac{1}{2} \end{aligned}$$

т.о. $p = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V + 12$; $p = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V + 12p_0$ — прямая.



Запомни, что $p = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V + 12p_0$ — это прямая;

т.е. наше изображение это отрезок. С прямцами 1-3 и 2-3 можно сказат; т.е. pV -изображение — это 3 отрезка.

2) $A = S_A = (5p_0 - 2p_0) \cdot \frac{1}{2} \cdot (4V_0 - 8V_0) = 3p_0 \cdot \frac{1}{2} \cdot 6V_0 = 9V_0 p_0$



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

$$3) \Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (\rho_2 V_2 - \rho_1 V_1) = \frac{3}{2} (70 \rho_0 V_0 - 64 \rho_0 V_0) = \\ = \frac{3}{2} \cdot 6 \rho_0 V_0 = 9 \rho_0 V_0$$

$$4) \frac{\Delta U}{A} = \frac{9 \rho_0 V_0}{9 \rho_0 V_0} = 1$$

$$5) \rho_0 V = \nu R T \quad \text{для 3-го состояния}$$

$$\left(-\frac{1}{2} \frac{\rho_0}{V_0} V^2 + 12 \rho_0 \right) V = \nu R T \quad \rho_3 V_3 = \nu R T_3$$

$$-\frac{1}{2} \frac{\rho_0}{V_0} V^2 + 12 \rho_0 V = \nu R T \quad 28 \rho_0 V_0 = \nu R T_3$$

$f(V) = -\frac{1}{2} \frac{\rho_0}{V_0} V^2 + 12 \rho_0 V$ - парабола. Вершина вниз
 \Rightarrow её максимальное значение будет в её вершине,
т. е. в $V = \frac{-12 \rho_0}{-\frac{\rho_0}{V_0}} = 12 V_0$

$$f(V') = -\frac{1}{2} \frac{\rho_0}{V_0} \cdot 144 V_0^2 + 144 \rho_0 V_0 = 72 V_0 \rho_0$$

$$\text{т. о. } \frac{T_1}{T_3} = \frac{72 V_0 \rho_0}{28 V_0 \rho_0} = \frac{36}{14} = \boxed{\frac{18}{7}}$$

$$6) Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \rho_0 V_0 + \frac{1}{2} \cdot 6 V_0 \cdot (13 \rho_0) = 9 \rho_0 V_0 + 39 \rho_0 V_0 = \\ = 48 \rho_0 V_0$$

в прусске 23 ии отдавал тепло.

$$\Delta U_{31} = -\frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) = -\frac{3}{2} (\rho_2 V_2 - \rho_1 V_1) = -\frac{3}{2} (28 \rho_0 V_0 - 64 \rho_0 V_0) = 10 = \\ = 54 \rho_0 V_0$$

$$\text{т. о. } \eta = \frac{A}{Q_{12} + Q_{31}} = \frac{2 \rho_0 V_0}{48 \rho_0 V_0 + 54 \rho_0 V_0} = \boxed{\frac{1}{8}}$$



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

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!

$$4 + \frac{3}{E} = \sqrt{5 + 10/E}$$

$$3 + \frac{5}{2E} = 4 + \frac{8}{E}$$

$$1 + \frac{5}{2E} = \frac{8}{E}$$

$$\frac{5}{2E} - \frac{8}{E} = -1$$

$$\frac{5}{2E} - \frac{16}{2E} = -1$$

$$-\frac{11}{2E} = -1 \Rightarrow 11 = 2E \Rightarrow \boxed{E = \frac{11}{2}}.$$

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.

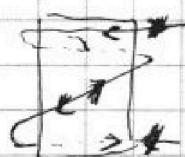


СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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

1/4

В первом случае ток будет идти по-левой катушке след. образом:



$$E_1 = \frac{d\phi}{dt} = L_1 I'$$

$$\frac{d\phi}{dt} = \frac{dB \cdot S \cdot n_1}{dt} = L_1 I'$$

- знаки не
расстав., т.к.
засчитано

$$L_1 S \cdot n_1 = L_1 I'$$

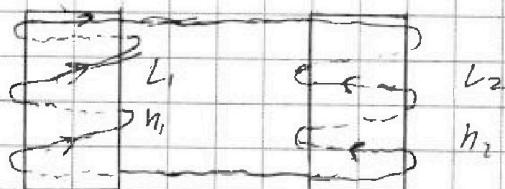
$L_0 = L_1 + L_2$ - полная обог. катушки.

$$\text{ТОТАЛ: } I' = \frac{L_0 S \cdot n_1}{L_1 + L_2} = \boxed{\frac{L_0 S \cdot n_1}{17L}}$$

Во втором случае:

$$|E_{r1} - E_{r2}| = L_0 \dot{I}$$

$$\left| \frac{\Delta B_1 \cdot S \cdot n_1}{\Delta t} - \frac{\Delta B_2 \cdot S \cdot n_2}{\Delta t} \right| = L_0 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$



$$\left(\frac{2}{3} B_0 \cdot S \cdot n - \frac{3}{4} B_0 S \cdot 4n \right) = (L_1 + L_2) \Delta I$$

$$\Delta I = \frac{\frac{7}{3} B_0 S \cdot n}{17L} = \frac{7}{51} \frac{B_0 S \cdot n}{L}$$

$$\Rightarrow i_{rk} = \boxed{\frac{7 B_0 S \cdot n}{51L}} \quad \text{т.к. } I_0 \approx 0.$$

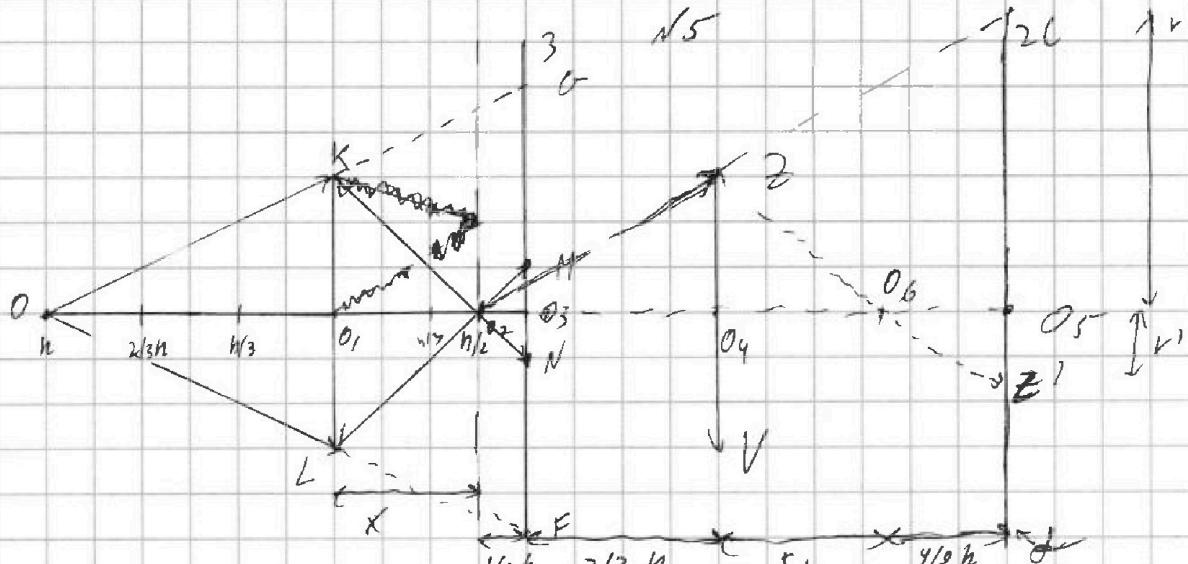


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



1) Из оп-ии тойкой шири: $\frac{1}{h} + \frac{f}{x} = \frac{3}{n} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{2}{h} \Rightarrow h = 2f \Rightarrow x = \frac{h}{2}$

т.к. кратчайшее расстояние от центра будет образование перпендикуляра O_2O_3N .

2) $O_3O_2 = O_1O_2 - O_1O_3 = \frac{2}{3}h - \frac{1}{2}h = \frac{1}{6}h$

3)

занесли, что из геометрии $\triangle O_2O_3K \sim \triangle O_2O_3N$

$$\frac{O_2O_3}{O_2O_3} = \frac{KO_3}{O_3N} = \frac{h/2}{h/6} = 3 \Rightarrow O_3N = 1/3 = O_3M$$

4) В предыдущем пункте мы рассмотрели кратчайшее расстояние, т.е. O_2K , понятно, что дальнейшее расстояние будет проходить вдоль ширины (или шир. линии будет идти по бывшим шир.).

5) $\triangle O_2O_1K \sim \triangle O_2O_3G \Rightarrow \frac{O_2O_1}{O_2O_3} = \frac{KO_1}{O_3G} = \frac{h}{\frac{2}{3}h} = \frac{3}{2} \Rightarrow$

$$\Rightarrow O_3G = \frac{3}{2}f = O_3F$$

6) $S_1 = \pi [O_3F]^2 - \pi [O_3N]^2 = \pi \left(\frac{9}{4}r^2 - \frac{1}{9}r^2 \right) = \pi \left(\frac{80}{36} \right) r^2 =$

$$= \frac{77}{36} \pi r^2 \text{ см}^2 = \frac{77 \cdot 25}{36} \pi \text{ см}^2 = \frac{1925}{36} \pi \text{ см}^2.$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!

7) Для второго пункта задачи удобно воспользоваться методом изображений. т. е. мы проектируем верхний край зеркала (таки будет второй зеркальный отражение)

$$8) \theta_3 O_1 = n/2 \Rightarrow \theta_4 O_2 = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{6}$$

$$9) \operatorname{tg}(\alpha_{10k}) = \frac{k}{h} \quad ; \quad \operatorname{tg}(\theta_3 O_2 M) = \frac{r/3}{h/6} = 2 \frac{k}{h}$$

$$10) \text{ заметим, что } \operatorname{tg}(\theta_3 O_2 M) = \frac{r}{\frac{5}{6}h} = \frac{6}{5} \frac{r}{h}$$

11) Т. о. $\operatorname{tg}(\theta_3 O_2 t) < \operatorname{tg}(\theta_3 O_2 M) \Rightarrow LM \text{ не попадет во второй раз на зеркало}$

$$12) \text{ также: } O O_5 = (n + \frac{2}{3}n) r = \frac{10}{3}h$$

$$\theta_2 O_5 = \frac{1}{6} \cdot \frac{2}{3} h + h = \frac{5}{6}h + h = \frac{11}{6}h$$

$$13) LM \cap L = p; \quad p O_5 = \operatorname{tg}(\theta_3 O_2 M) \cdot \frac{11}{6}h = \frac{11}{3}r \\ O L \cap L = p'; \quad p' O_5 = \operatorname{tg}(\theta_1 O_1 k) \cdot \frac{11}{3}h = \frac{11}{3} \cdot \frac{10}{3}h = \frac{110}{9}h = \frac{11}{3}r$$

$\Rightarrow p'$ совпадет с p т.к. $p = p' \Rightarrow$ что не будет не обличительной единицы при краевых условиях.

14) из ф-ии - можно видеть:

$$\frac{1}{y} + \frac{1}{y} = \frac{1}{h/3} \Rightarrow \frac{2}{y} = \frac{3}{h} \\ \frac{1}{y} = \frac{1}{h} - \frac{6}{5h} = \frac{15-6}{5h} = \frac{9}{5h} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow y = \frac{5h}{9}$$

$$15) y \sim A - \text{раб} \Rightarrow O_4 O_5 \sim O_6 O_7 \Rightarrow \frac{O_6 O_4}{O_6 O_5} = \frac{r}{r'} = \frac{\frac{5}{6}h}{\frac{4}{5}h} = \frac{25}{24} \approx$$

$$\Rightarrow r' = \frac{4}{5}r; \quad ; \quad \frac{r''}{\frac{5}{6}h} = \frac{\frac{4}{5}r}{\frac{5}{6}h} \text{ и тогда } r'' \cdot \frac{5}{6}h = 11r \Rightarrow r'' = \frac{11}{5}r = (9r)$$

$$16) S_2 = \pi \left(\frac{11}{5}r \right)^2 - \pi \left(\frac{4}{5}r \right)^2 = \pi \frac{100}{25}r^2 = \pi \frac{40}{25}r^2 = 105\pi \text{ см}^2$$

$$16) S_2 = \pi \left(\frac{11}{5}r \right)^2 - \pi \left(\frac{4}{5}r \right)^2 = \frac{\pi r^2}{25} (121 - 16) = 105\pi \text{ см}^2$$



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.

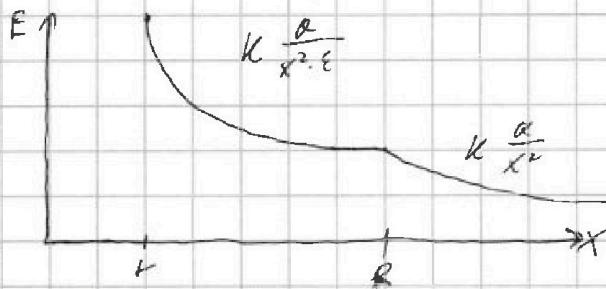
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input 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!

$\sqrt{3}$

1) Заметим, что выражение на первом графике
представляет от уедину - это график по первому
уравнению задачи из бесконечности в уедину точку,
расположенную за пределами.



$$\varphi(\frac{r}{\epsilon}) = \int_R^{\infty} k \frac{Q}{x^2} dx + \int_{50R}^R k \frac{Q}{x^2 \cdot \epsilon} dx = -k \frac{Q}{x} \Big|_R^{\infty} - k \frac{Q}{x \cdot \epsilon} \Big|_{50R}^R =$$

$$= -kQ \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) - kQ \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{50R} \right) = kQ \frac{1}{R} + kQ \frac{1}{\epsilon} \left(\frac{1}{50} - \frac{1}{r} \right) =$$

$$= k \frac{Q}{R} + k \frac{Q}{\epsilon} \frac{1}{50} = kQ \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{50\epsilon} \right)$$

$$2) \varphi(\frac{1}{3}R) = k \frac{Q}{R} - kQ \left(\frac{1}{R} - \frac{3}{R} \right) = k \frac{Q}{R} + k \frac{Q}{\epsilon} \frac{2}{R} = kQ \left(\frac{1}{R} + \frac{2}{50\epsilon} \right)$$

$$\varphi(\frac{2}{3}R) = k \frac{Q}{R} - kQ \left(\frac{1}{R} - \frac{3}{2R} \right) = k \frac{Q}{R} + k \frac{Q}{\epsilon} \frac{1}{2R} = kQ \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{100\epsilon} \right)$$

$$\varphi(\frac{1}{3}R) = 5\varphi_0 \quad \varphi(\frac{2}{3}R) = \frac{5}{4}\varphi_0 = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{R} + \frac{2}{50\epsilon} \right)$$

$$\varphi(\frac{2}{3}R) = 4\varphi_0 \quad \text{или} \quad kQ \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{100\epsilon} \right) = 4\varphi_0$$

$$\frac{5}{4} \varphi_0 = \frac{1 + \frac{2}{50\epsilon}}{1 + \frac{1}{100\epsilon}}$$



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 |
| <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 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!



$$Q_{12} = A_{12} + \alpha M_{12} = \dots$$

$$q = k\epsilon \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{rER} \right)$$

$$E = E_0 - E_1$$

$$E = \frac{E_0}{\epsilon} = k \frac{Q}{r^2 \cdot \epsilon}$$

$$\oint E(r) dr = \int \frac{Q}{r^2} dr = \int -kQ \frac{1}{r} dr =$$

$$F = \left[\frac{1}{r} \right]_R^{\infty} = \frac{1}{R}$$

$$\phi(r) = \int E(r) dr$$

$$\Delta \phi = \int_{5/16R}^R \frac{kQ}{r^2 \epsilon} dr =$$

$$\phi = \frac{kQ}{\epsilon r} \Big|_{5/16R}^R = \frac{kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{\epsilon \cdot 5/16R} = \frac{16kQ}{5\epsilon R} - \frac{16kQ}{5\epsilon R} = 0$$

$$\frac{1}{n} \times \frac{1}{h} = -\frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{5/16R} \right) = \frac{4k}{\epsilon} \left(\frac{1}{5/16R} - \frac{1}{R} \right) = \frac{1}{5} \frac{kQ}{\epsilon R}$$



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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

