

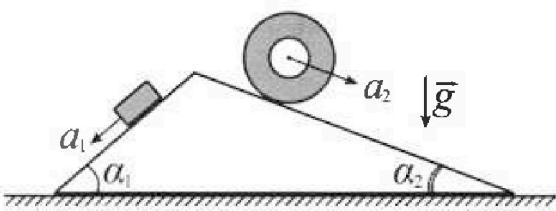
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**

**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.



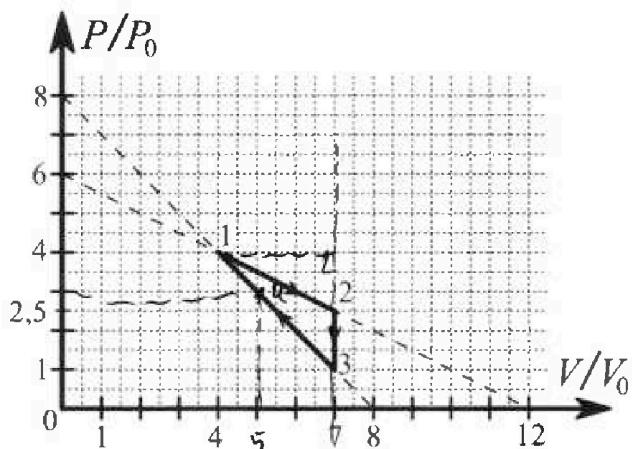
- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

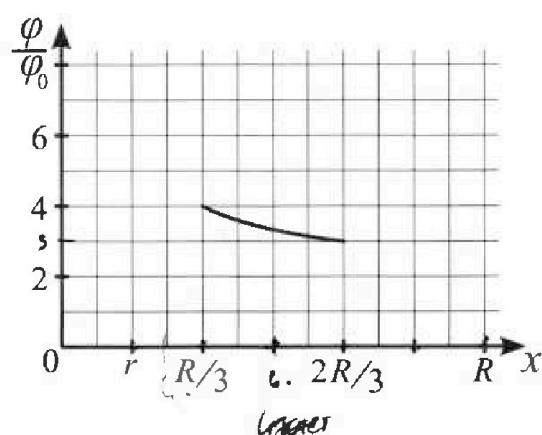
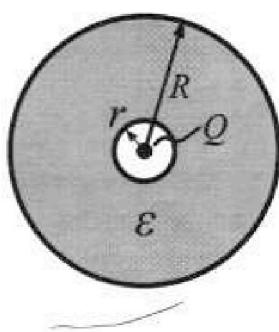
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.



3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  и радиусами поверхностей  $r$  и  $R$  находится шарик с зарядом  $Q$  (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала  $\varphi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\varphi_0$  — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

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

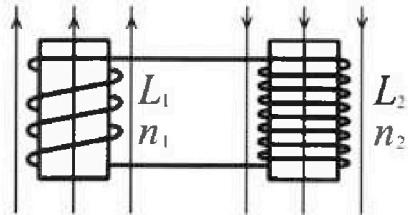


**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**  
**Вариант 11-01**



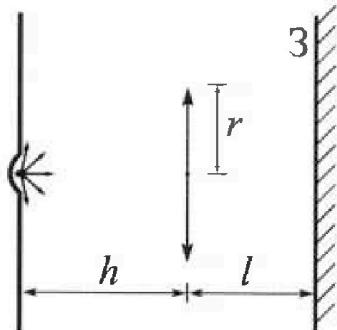
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

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 меняться 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  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.



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

- |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

СТРАНИЦА  
1 из 25

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

Дано:

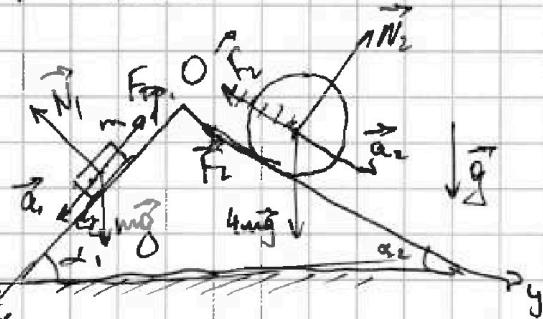
$$Q_2 = \frac{5g}{24}$$

$$Q_1 = \frac{5g}{13}$$

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

$$\sin \alpha_2 = \frac{5}{13}$$

Решение:



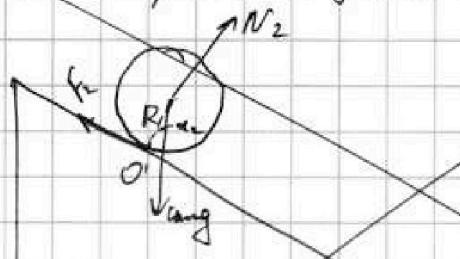
1) По 2-ому закону Ньютона:

$$ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1 \Rightarrow F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1$$

$$F_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - \frac{5mg}{13} = \frac{3mg}{5} - \frac{5mg}{13} = \frac{3 \cdot 13mg}{65} - \frac{25mg}{65} =$$

$$= \frac{(39-25)mg}{65} = \boxed{\frac{14}{65}mg}$$

2) Рассмотрим отдельно пологий цилиндр



Число ускорение  
при повороте от оси O

$$T_B = 4mgR \sin \alpha_2$$

$$J = 4mR^2$$

$$= \frac{9g \sin \alpha_2}{R}$$

$$\Rightarrow \beta = \frac{4mgR \sin \alpha_2}{4mR^2}$$

$$a_2 = \beta \cdot R = g \sin \alpha_2$$



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 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

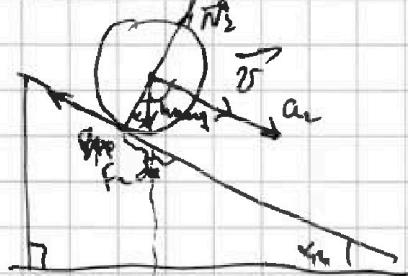
СТРАНИЦА  
из 26

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-Задачу Неважна.~~

~~4тия~~

2) Рассмотрим малые изменения.



Пусть угол наклона изменится  
на  $\alpha + d\alpha$ :

П.к. ~~угол наклона~~, то  $\alpha = \text{const}$ .

Изменение кин. энергии

$$4m(\vartheta + d\vartheta)^2 - 4m\vartheta^2 = 4md\vartheta^2 \rightarrow \text{Абсол. син.}$$

$$4m(\vartheta^2 + 2\vartheta d\vartheta) - 4m\vartheta^2 = -F_2 dx + 4mg dx \cdot \cos(\frac{\pi}{2} - \alpha)$$

$$8m d\vartheta = -F_2 dx + 4mg dx \sin \alpha$$

$$dx = v dt$$

$$8m v d\vartheta = -F_2 \cdot v dt + 4mg \cdot v dt \sin \alpha \quad | : dt$$

$$8m \frac{d\vartheta}{dt} = -F_2 + 4mg \sin \alpha$$

$$8m\omega = -F_2 + 4mg \sin \alpha$$

$$\Rightarrow F_2 = 4mg \sin \alpha - 8m\omega$$

$$F_2 = 4mg \cdot \frac{5}{13} - 8m \cdot \frac{5g}{24} = \frac{20mg}{13} - \frac{40mg}{24}$$

$$= \frac{480mg - 400mg}{13 \cdot 24} = -\frac{40mg}{13 \cdot 24} = -\frac{10mg}{13 \cdot 6} = -\frac{5mg}{13 \cdot 3}$$



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

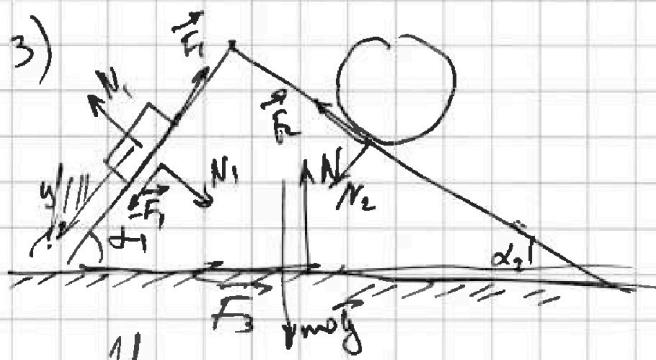
- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 25

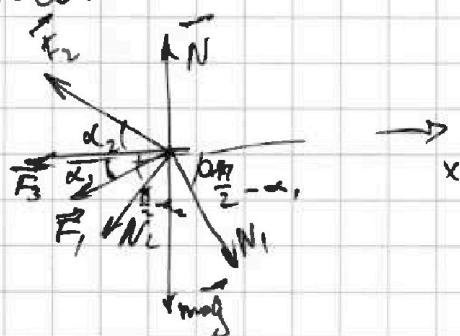
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

7.к. сила получившись отрицательной засчитана просто направлена в другую сторону, т.е. сконтунирована.

$$F_2 = \frac{5mg}{3g}$$



Условие:



III. к. если можно,  
то  $\sum F_i = 0$

то - можно писать.

Запись равенством  
на  $O''x$ :

$$F_2 \cos \alpha_2 + F_1 \cos \alpha_1 + F_3 + N_2 \sin \alpha_2 = N_1 \cos \left( \frac{\pi}{2} - \alpha_1 \right)$$

$$F_2 \cos \alpha_2 + F_1 \cos \alpha_1 + F_3 + N_2 \sin \alpha_2 = N_1 \sin \alpha_1$$

$N_x = N_1 = mg \cos \alpha_1$ , - т.к. груз не скользит  
аналогично

$$N_z = 4mg \cos \alpha_1$$



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

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

СТРАНИЦА  
5 из 25

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!

$$F_2 \cos \alpha_2 + F_1 \cos \alpha_1 \neq F_3 + 4mg \sin \alpha_2, \cos \alpha_2 = mg \sin \alpha_1, \cos \alpha_1,$$

$$\frac{5mg}{39} \cdot \frac{12}{13} + \frac{14}{65}mg \cdot \frac{4}{5} + F_3 + 4mg \cdot \frac{12 \cdot 5}{13^2} =$$

$$= mg \frac{12}{25} \Rightarrow F_3 \cancel{\frac{mg/60}{13/169}} +$$

$$\frac{mg}{13} \left( \frac{60}{39} + \frac{14 \cdot 4}{5 \cdot 5} + \frac{4 \cdot 12 \cdot 5}{13^2} \right) + F_3 = mg \frac{12}{25}$$

$$\frac{mg}{13} \left( \frac{20}{13} + \frac{56}{25} + \frac{240}{13} \right) + F_3 = \frac{12mg}{25}$$

$$\frac{mg}{13} \left( \frac{260}{13} + \frac{56}{25} \right) \cancel{- \frac{12mg}{25}} = -F_3$$

$$\frac{mg}{13} \left( \frac{6500 + 280}{25 \cdot 13} \right) - \frac{12mg}{25} = -F_3$$

$$\frac{mg}{13} \cdot \frac{556}{25} - \frac{12mg}{25} = -F_3$$

$$\frac{mg 556 - 156mg}{13 \cdot 25} = -F_3$$

$$\frac{900mg}{25 \cdot 13} = -F_3$$

$$\frac{16}{13}mg = -F_3 \Rightarrow F_3 = -\frac{16}{13}mg \Rightarrow \text{сила направлена}$$

$$\text{вправо; а не влево и } F_3 = \frac{16}{13}mg$$

Ответ: 1)  $\frac{14}{65}mg$  2)  $\frac{5mg}{39}$   
3)  $\frac{16}{13}mg$



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  
из 25

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

N2.

Дано:

$$\begin{aligned} b = 3 - \\ \text{- кон-60} \\ \text{стенки} \\ \text{свободн} \end{aligned}$$

1)  $\Delta U_{23}$  ?

2)  $A_{T_1 \rightarrow T_2}$  ?

3)  $\eta$  ?

Решение:

1) Точка 2 ( $2; 3,5$ )

$T^*$  - максимальная

Точка 3 ( $7; 1$ )

температура в проходе

Точка 1 ( $4; 4$ )

$1 \rightarrow 2$ .

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} (P_3 V_3 - P_2 V_2); P_2 = \frac{5}{2} P_0$$

$$V_2 = 7 V_0$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \left( 7 P_0 V_0 - \frac{35}{2} P_0 V_0 \right) \quad P_3 = P_0$$

$$V_3 = 4 V_0$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \left( \frac{(4-35) P_0 V_0}{2} \right)$$

$$= \frac{3}{2} \left( -\frac{21}{2} P_0 V_0 \right) = -\frac{63}{4} P_0 V_0$$

$A$  - работа газа, изолированного между двумя состояниями  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ , полезная на  $P_0 V_0$ .

$$A = \frac{1}{2} (2-4) (3,5-1) P_0 V_0 = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot \frac{3}{2} = \frac{9}{4} P_0 V_0$$

$$\left| \frac{\Delta U_{23}}{A} \right| = \frac{63}{4} P_0 V_0 \cdot \frac{1}{\frac{9}{4} P_0 V_0} = 2.$$

28/25 - По уравнению Менделесова - Капелло



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 25

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!

$$n_p \cdot 4V_0 = 2RT_1; \text{ 2-юн-то газа.}$$

$16p_0V_0 = 2RT_1$   
Запишем уравнение  $p(V)$  для процесса  $1 \rightarrow 2$ .

Процесс  $1 \rightarrow 2$  - прямой:  $\Rightarrow p(V) = aV + b$ .

$b = \frac{6p_0}{2V_0}$  - из графика.

$$p(8V_0)$$

$$p(12V_0) = 0 \Rightarrow a \cdot 12V_0 + 6p_0 = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = -\frac{p_0}{2V_0}.$$

$$\Rightarrow p(V) = -\frac{p_0}{2V_0} \cdot V + 6p_0$$

$$p(V) \cdot V = 2RT \Rightarrow T = \frac{p(V) \cdot V}{2R} \Rightarrow T_{\max} = T \text{ при } V = V_{\max}$$

$$T = \frac{-\frac{p_0}{2V_0} \cdot V^2 + 6p_0V}{2R} \Rightarrow 2RT = -\frac{p_0V^2}{2V_0} + 6p_0V - \text{ это нормально}$$

берём вниз.

$$\text{ её максимум достигается } V_B = -\frac{6p_0}{2 \cdot -\frac{p_0}{2V_0}} =$$

$$-6V_0.$$

$$\Rightarrow 2RT_1 = -\frac{p_0}{2V_0} \cdot 36V_0 + 6p_0 \cdot 6V_0$$

$$\Rightarrow 2RT_1 = -18p_0V_0 + 36p_0V_0 = 18p_0V_0 \Rightarrow$$



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  
8 из 25

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

$$\begin{aligned} \text{QRT}_1^1 &= 18 p_0 V_0 \\ \text{QRT}_1 &= 16 p_0 V_0 \end{aligned} \Rightarrow \frac{T_1}{T_1} = \frac{18 p_0 V_0}{16 p_0 V_0} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$$

3) В процессе  $2 \rightarrow 3$  - раз отдаёт тепло, а в процессах  $1 \rightarrow 2$  и  $3 \rightarrow 1$  на каких-то участках получает тепло отдаёт

По первому началу Термодинамики

$dQ = dU + dA$ , и ~~здесь~~  $dQ > 0$ , тогда раз получает тепло.

Рассмотрим процесс  $1 \rightarrow 2$ .

$$dQ = \frac{3}{2} \text{QRT} + pdV$$

по Капилево-Кланейрону

$pV = \text{QRT}$ , это дает фермионную формулу уравнения

$$pdV + Vdp = \text{QRT}$$

$$\Rightarrow dQ = \frac{3}{2} pdV + \frac{3}{2} Vdp + pdV - \frac{5}{2} pdV + \frac{3}{2} Vdp > 0$$

$$5pdV + 3Vdp > 0 \quad /: dV > 0$$

$$5p + 3V \frac{dp}{dV} > 0$$

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



- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 25

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!

$$5 \left( 6p_0 - \frac{p_0 V}{2V_0} \right) + 3V \cdot -\frac{p_0}{2V_0} > 0$$

~~$$30p_0 - \frac{5p_0 V}{2V_0} + \frac{6p_0 V}{2V_0} > 0$$~~

$$30p_0 - \frac{5p_0 V}{2V_0} - \frac{3p_0 V}{2V_0} > 0$$

$$30p_0 - \frac{4p_0 V}{V_0} > 0 \quad / : 12p_0$$

$$15 - \frac{2V}{V_0} > 0 \Rightarrow \frac{2V}{V_0} < 15$$

$$V < \frac{15V_0}{2}$$

$V < 7,5V_0 \Rightarrow$  раз на всем участке  $1 \rightarrow 2$

нашумаете, т.к.  $7V_0 < 3,5V_0$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2} \left( \frac{35p_0 V_0}{2} + -16p_0 V_0 \right) = \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} p_0 V_0$$

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

Уравнение p(V) для процесса  $1 \rightarrow 3$

$$b = 8p_0$$

$$p(V) = -\frac{p_0}{V_0} \cdot V + 8p_0$$

Аналогично

$$dQ - 5p + 3V \frac{dp}{dV} > 0$$



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  
10 ИЗ 25

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!

$$5 \left( -\frac{P_0}{V_0} V + 8P_0 \right) + 3V \cdot \left( -\frac{P_0}{V_0} \right) > 0$$

$$40P_0 - \frac{5P_0V}{V_0} - \frac{3VP_0}{V_0} > 0$$

$$40P_0 - \frac{8VP_0}{V_0} > 0 \quad | : 8P_0$$

$$5 - \frac{V}{V_0} > 0$$

$$\frac{V}{V_0} < 5 \quad V < 5V_0 \quad \text{при } 5V_0 \quad P = 3P_0$$

$$Q_{13}^+ = \frac{3}{2} \left( 16P_0V_0 + 15P_0V_0 \right) - \frac{1}{2} (V_0)(3P_0)$$

На схеме выше

$$dQ = 5pdV + 3Vdp > 0 \quad | : dV < 0, \text{ т.е. } V \text{ убывает}$$

$$5p + 3V \frac{dp}{dV} < 0$$

$$5 \left( -\frac{P_0}{V_0} V + 8P_0 \right) + 3V - \frac{P_0}{V_0} < 0$$

$$40P_0 - \frac{8P_0V}{V_0} < 0 \quad | : 8P_0$$

$V > 5V_0$  точка с координатами  $5V_0; 3P_0$

~~$A_{32}^+$~~   $\Delta A_{32}^+ + A_{34}^-$

$$Q_{31}^+ = Q_{34}^- - \Delta A_{32}^+ + A_{34}^- = \frac{3}{2} \left( 15P_0V_0 - 7P_0V_0 \right) - \frac{1}{2} 2V_0 \cdot (3P_0 + P_0)$$



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.

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА  
11 из 25

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!

$$Q_{34} = +12\text{pa}\% - 4\text{pa}\% = 8\text{pa}\%.$$

$$\eta = \frac{\Delta}{Q_{34} + Q_{12}} = \frac{\frac{9}{4}\text{pa}\%}{\frac{9}{4}\text{pa}\% + 8\text{pa}\%} = \frac{\frac{9}{4}}{\frac{9}{4} + 8} = \frac{9}{9 + 32} = \frac{9}{41}$$

Ответ: 3)  $\eta = \frac{9}{41}$  1)  $\neq$  2) ~~8~~  $\frac{9}{8}$

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.

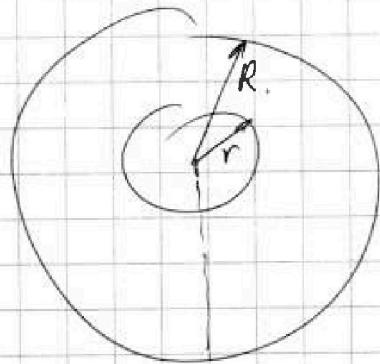


- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

СТРАНИЦА  
15 ИЗ 25

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.



1) Потенциал сферы

наружки шара

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{x}, x > R.$$

Потенциал внутри шара

Год диполю

$$\varphi(x) = - \int_{\infty}^R \frac{kQ}{x^2} dx - \int_R^x \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx = -kQ \left( \frac{1}{R} + \frac{1}{\epsilon x} \right)$$

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

$$\varphi(\frac{R}{\epsilon}) = \frac{kQ}{R} + \frac{4kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{\epsilon R} = \frac{kQ}{R} + \frac{3kQ}{\epsilon R}$$

$$= \frac{kQ}{R} \left( \frac{\epsilon+3}{\epsilon} \right); \text{т.к. } R \approx \frac{R}{6} - \text{из уравнения, а } \epsilon \approx \frac{R}{6}.$$

$$2) 4\varphi_0 = \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{kQ}{R} + \frac{3kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{R} + \frac{2kQ}{\epsilon R} =$$

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

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

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



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

СТРАНИЦА  
16 ИЗ 25

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!

$$\Rightarrow \frac{kQ}{3R} \left( \frac{2\varepsilon+1}{2\varepsilon} \right) = \frac{kQ}{4R} \left( \frac{\varepsilon+2}{\varepsilon} \right)$$

$$\text{Чиполлини} = \frac{R}{3}$$

$$\text{Ильинка} = \frac{R}{12}$$

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

$$\frac{2\varepsilon+1}{6} = \frac{\varepsilon+2}{4} \Rightarrow 8\varepsilon+4 = 6\varepsilon+12 \Rightarrow$$

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

$$\sqrt[3]{8}$$

$$\text{Очевидно: 1) } \varphi\left(\frac{R}{6}\right) = \frac{kQ}{R} \left( \frac{\varepsilon+5}{\varepsilon} \right) \text{ 2) } \varepsilon = 4$$



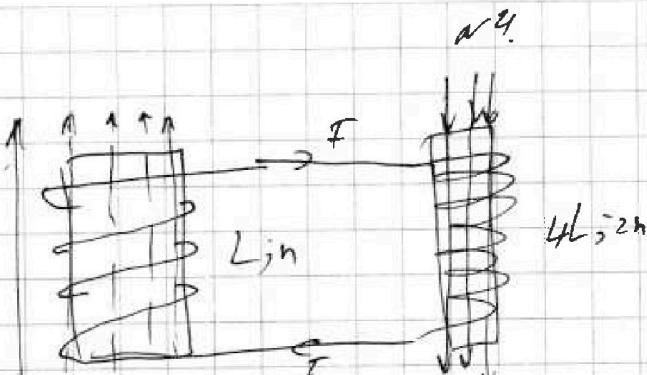
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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

- из 25

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!



Дано:

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = \alpha > 0$$

По закону Фарadays:

$$1) \Phi' - \Phi = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta (nBS)}{\Delta t} = nS \frac{\Delta B}{\Delta t} = nS\alpha$$

$$\Delta B$$

$$\Phi = LI_0 \Rightarrow \Phi' = LI'_0$$

$$\Rightarrow LI'_0 = nS\alpha \Rightarrow I'_0 = \frac{nS\alpha}{L}$$

2) Для нахождения на пачущих равен 8 модой момента, то:

$$\frac{\Delta \Phi_1}{\Delta t} = \frac{\Delta \Phi_2}{\Delta t} \Rightarrow \Delta \Phi_1 = \alpha \Phi_2 \Rightarrow \frac{B_0}{2} \left( 1 - \frac{1}{2} \right)$$

$$\frac{B_0}{2} \cdot nS - B_{on}nS = \frac{2B_0}{3} \cdot 4nS - \frac{B_0}{2} \cdot 4nS$$

$$\frac{B_{on}nS}{2} = \frac{8}{3} B_{on}nS - \frac{8}{2} B_{on}nS$$



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

СТРАНИЦА  
18 ИЗ 25

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!



$$\frac{d\Phi_1}{dt} = \frac{d\Phi_2}{dt} \Rightarrow d\Phi_1 = d\Phi_2 \Rightarrow \Delta\Phi_1 = \Delta\Phi_2$$



$$\frac{\Delta\Phi_1}{\Delta t} = \frac{\Delta\Phi_2}{\Delta t}$$

$$\Delta\Phi_1 = \Delta\Phi_{in}^{in} + \Delta\Phi_{out}^{out}, \Delta\Phi_2 = \Delta\Phi_{in}^{in} - \Delta\Phi_{out}^{out}$$

моток создавшего  
током,  $\Delta\Phi_{in}^{in}$  - моток создава-  
щий внешнее поле.

$$1 \text{ Амп}$$

$$\Delta\Phi_1^{in} = L(I - 0)$$

$$\Delta\Phi_1^{out} = -B_0 n S + \frac{B_0}{2} n S = -\frac{B_0 n S}{2}$$

$$\Delta\Phi_2^{in} = 4L(I - 0)$$

$$\Delta\Phi_2^{out} = -2B_0 \cdot 2n \cdot S + \frac{2B_0}{3} \cdot 2n \cdot S = -4B_0 n S + \frac{4B_0 n S}{3} = -\frac{8}{3} B_0 n S$$

$$\Rightarrow 1 \text{ Амп} |I| - \frac{B_0 n S}{2} = 4L|I| - \frac{8}{3} B_0 n S$$

$$\Leftrightarrow 3LI = \frac{8}{3} B_0 n S - \frac{1}{2} B_0 n S \Leftrightarrow 3LI = \frac{13}{6} B_0 n S \Rightarrow I = \frac{13 B_0 n S}{18 L}$$

Очевидно: 1)  $I_0 = \frac{n S_0}{L}$  2)  $I = \frac{13}{18} \frac{B_0 n S}{L}$

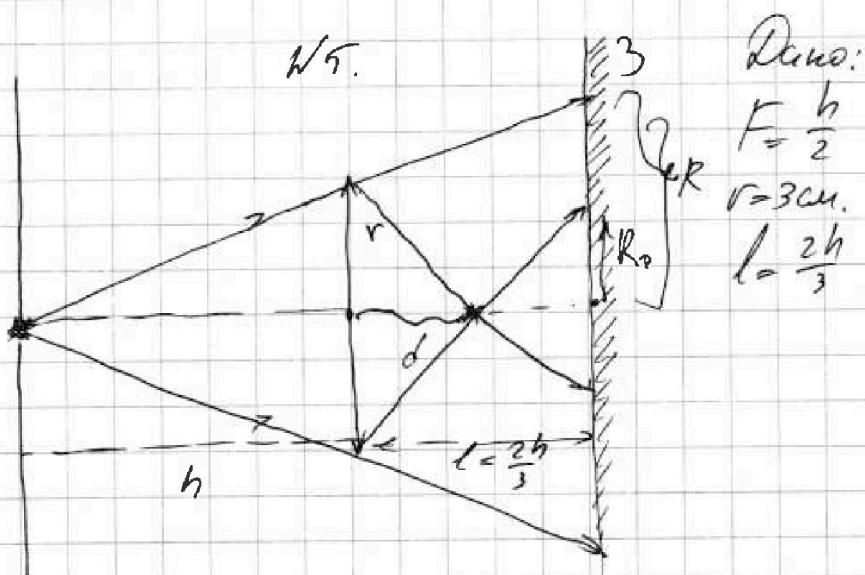


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

СТРАНИЦА  
15 ИЗ 25

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!



i) Из формулы тонкой линзы

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{l}; d - \text{расстояние от линзы до изображения}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{l} \Rightarrow d = \frac{F \cdot l}{l - F} = \frac{\frac{h}{2} \cdot \frac{2h}{3}}{\frac{h}{2} - \frac{2h}{3}} = h.$$

R - радиус зоны в которой не падает свет,

\* не проходит через линзу; R<sub>0</sub> - радиус зоны в которой падает свет от преломленного изображения.

Из подобия 2-х кат.

~~$$\frac{r}{R} = \frac{h}{l} \Rightarrow R = \frac{rl}{h} = \frac{R \cdot \frac{2h}{3}}{h} = \frac{2R}{3}$$~~

$$\frac{r}{R} = \frac{h}{h+l} \Rightarrow R = \frac{r(h+l)}{h} = r \cdot \left(1 + \frac{2}{3}\right) = \frac{5}{3}r$$



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"/> 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  
20 ИЗ 25

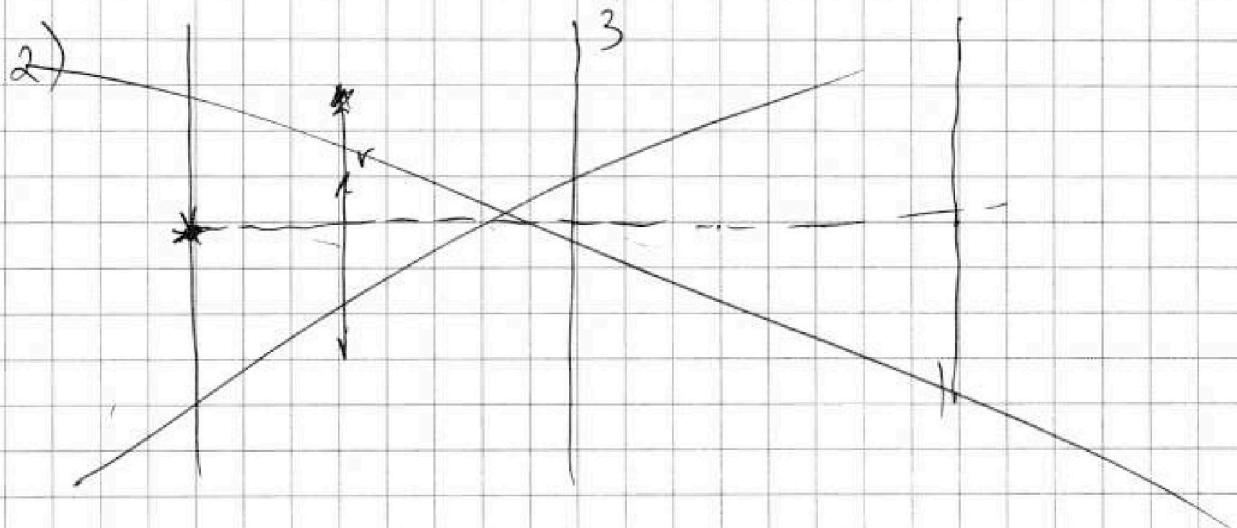
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Из подобия A-штыков для света проходит  
через зеркало

$$\frac{R_0}{l-d} = \frac{r}{d} \Rightarrow R_0 = \frac{r(l-d)}{dl} = \frac{l}{d-1} = \\ = r \left( \frac{\frac{2r}{3}}{\frac{r}{2}} - 1 \right) = \frac{r}{3}$$

Площадь не освещённой зоны зеркала

$$S_1 = \pi R^2 - \pi R_0^2 = \pi (R^2 - R_0^2) = \\ = \pi \left( \frac{25}{9} r^2 - \frac{r^2}{9} \right) = \frac{24}{9} r^2 \pi = \frac{24}{9} \cdot 3^2 \pi = 24\pi \text{ см}^2$$





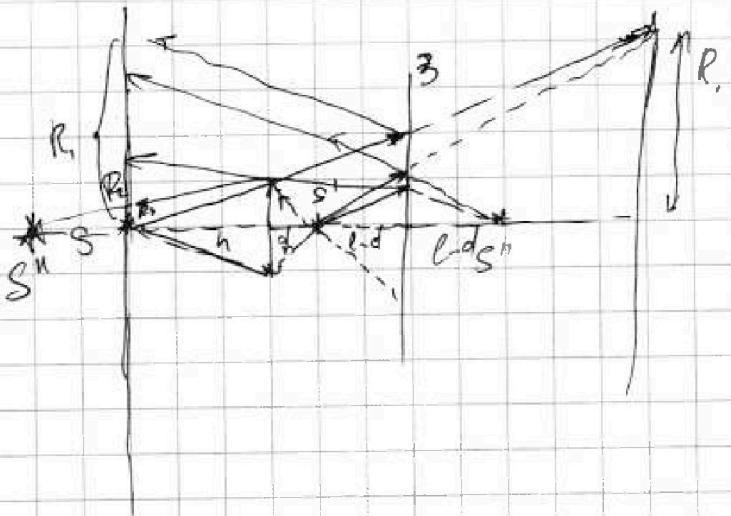
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
4 ИЗ 25

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)



$S'$  - действительное изображение источника  
 $S''$  - изображение  
 $S'$  - в зеркале  
 $S''$  - в зеркале  
 $S$  - источник света

$R_1$  - расстояние до крайнего обратного не преломленного зеркала, из подобия.

$$\frac{R_1}{h} = \frac{R_1}{2(h+l)} \Rightarrow R_1 = \frac{2r(h+l)}{h} = 2r\left(1 + \frac{l}{h}\right) =$$

$$= 2r\left(1 + \frac{\frac{l}{r}}{h}\right) = \frac{10}{3}r$$

$R_2$  - расстояние до крайнего линзы преломленного один раз через линзу и не допускать отражения от зеркал. Из подобия.

~~$$\frac{R_2}{h+l+l-d} = \frac{R_2}{h+2l-d} \Rightarrow$$~~

$$\Rightarrow R_2 = \frac{r(h+2l-d)}{2l-d} = r \cdot \left( \frac{h + \frac{4h}{3}}{\frac{4h}{3} - \frac{h}{2}} \right)$$



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"/> 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  
23 ИЗ 25

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!

$$R_2 = r \left( \frac{\frac{h}{3} - \frac{h}{2}}{\frac{4h}{3} - \frac{h}{2}} + 1 \right) = r \left( \frac{\frac{h}{6}}{\frac{5h}{6}} \right) = \frac{6}{5}r$$

$R_3$  - расстояние до краиного лунка ~~от~~ прошедшего  
через между двумя раза  
из формулы Тонкой линии:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{2l-d} + \frac{1}{k} \quad | \quad k - \text{расстояние от лунка до угла между } S'' \text{ сформами рабочего штока.}$$

$$k = \frac{1}{F} - \frac{1}{2l-d} \Rightarrow k = \frac{F(2l-d)}{2l-d-F} = \frac{\frac{h}{2} \left( \frac{4h}{3} - \frac{h}{2} \right)}{\frac{4h}{3} - \frac{h}{2} - \frac{h}{2}} = \frac{\frac{h}{2} \left( \frac{5h}{6} \right)}{\frac{15h}{12} - \frac{6h}{12}} = \frac{\frac{5h}{12}}{\frac{9h}{12}} = \frac{5}{9}h$$

Из подобия

$$\frac{R_3}{\frac{5h}{9} - h} = \frac{r}{\frac{5h}{9}} \Rightarrow R_3 = r \left( 1 - \frac{4h}{5h} \right) = r \left( 1 - \frac{4}{5} \right) = \frac{r}{5}$$

Прошаги неоднократной поверхности ~~на~~ бетон.

$$S_2 = \pi r^2 = \pi R_3^2$$

Обе на схеме будет изображено так

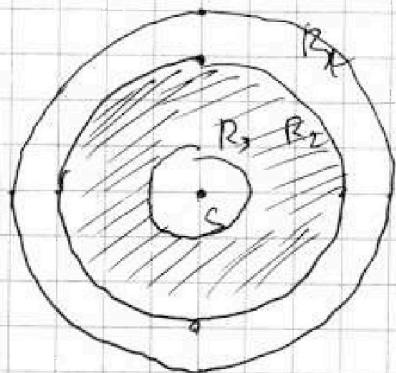


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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  
24 из 25

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!



$$R_1 = \frac{10}{3}r$$

$$R_2 = \frac{6}{5}r$$

$$R_3 = \frac{5}{5}r$$

$R_4$  - расстояние от центра до  
крайнего левого источника  $S^1$

Из подобия д-широк.

$$\frac{R_0}{l-d} = \frac{R_4}{l+d+h+l} \Rightarrow R_4 = R_0 \left( \frac{l-d+h+l}{l+d} \right) = R_0 \left( 1 + \frac{h}{l+d} \right)$$

$$R_0 \left( 1 + \frac{\frac{2h}{3} + \frac{2h}{3}}{\frac{2h}{3} - \frac{h}{2}} \right) = R_0 / \left( 1 + \frac{\frac{5}{3}h}{\frac{1}{2}h} \right) = R_0 / \left( 1 + \frac{5}{3} \cdot \frac{2}{3} \right) = R_0 / \frac{11}{3} = \frac{3}{11}R_0$$

В зоне Михоффа пиковая зону сбрасывает.

$$S_2 = \pi (R_2^2 - R_3^2) = \pi \left( \frac{36}{25}r^2 - \frac{r^2}{25} \right) = \pi \left( \frac{35}{25}r^2 \right) =$$

$$= \pi \left( \frac{7}{5}r^2 \right) = \pi \left( \frac{7}{5} \cdot 9 \right) = \frac{63}{5}\pi \text{ см}^2 = 12,6\pi \text{ см}^2$$

Ответ:  $S_1 = 24\pi \text{ см}^2$ ;  $S_2 = 12,6\pi \text{ см}^2$



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 type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
4 ИЗ 25

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!

Черновик.

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 20 \\ \hline 480 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13 \\ \times 40 \\ \hline 520 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 31 \\ 260 \\ \times 25 \\ \hline 130 \\ + 52 \\ \hline 6500 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 156 \\ \times 13 \\ \hline 168 \\ + 56 \\ \hline 228 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6500 \\ + 728 \\ \hline 7228 \end{array} \quad \begin{array}{r} 13 \\ \overline{)556} \end{array}$$

$$\frac{8}{3} - \frac{1}{2} = \frac{16}{6} - \frac{3}{6} = \frac{13}{6}$$

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

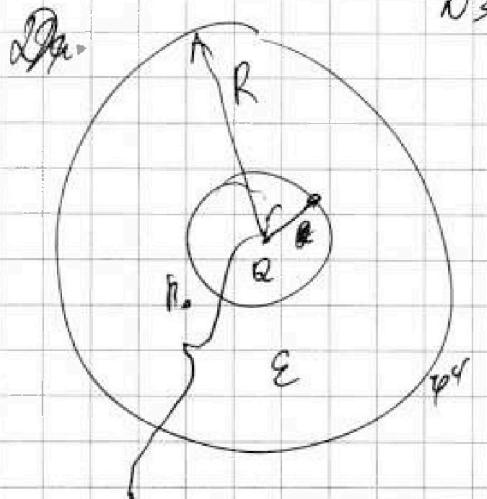


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
12 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!



N3

Нужно рассмотрение  
две точки в которой  
потенциал  $\varphi_0 - R_0$ :

$$\Rightarrow \varphi_0 = \frac{kq}{R_0}, q = Q.$$

Нужно показать что  $\varphi_0 = \varphi_0$

\* Потенциал вблизи поверхности шара.

Потенциал снаружи шара определяется как

$$\varphi(x) = \frac{kq}{x}$$

Потенциал вблизи электрона определяется как

~~$$\varphi(x) = \frac{kq}{R} + \frac{kq}{R} \int_{R}^x E(x) dx = - \int_{R}^x \frac{kq}{x \epsilon_0} dx = - \frac{kq}{\epsilon_0} \int_{R}^x \frac{1}{x^2} dx =$$~~

~~$$E(x) = \frac{kq}{x^2 \epsilon_0}$$~~

~~$$= - \frac{kq}{\epsilon_0} \left( -\frac{1}{x} \right) \Big|_R^x = - \frac{kq}{\epsilon_0} \left( -\frac{1}{x} + \frac{1}{R} \right)$$~~

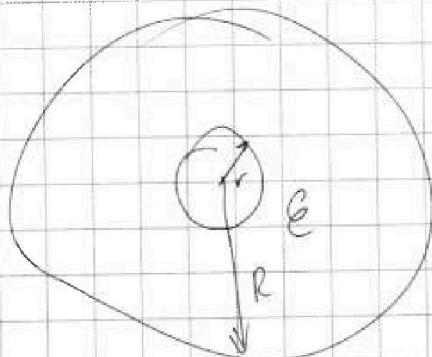


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
13 из 25

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<sup>3</sup>

Потенциал снаружи

шара:

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{x}; x > R.$$

Потенциал внутри

шара с aid диэлектрика

~~$$\varphi(x) = \frac{kq}{R} + \int_R^x E(x) dx$$~~

$$\varphi(x) = - \int_{\infty}^R \frac{kq}{x^2} dx - \int_R^x \frac{kq}{\epsilon x^2} dx = - \frac{kq}{\epsilon} \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{\infty} \right) -$$

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

$$\varphi(R) = \frac{kq}{R} + \frac{4kq}{\epsilon R} - \frac{kq}{\epsilon R} = \frac{kq}{R} + \frac{3kq}{\epsilon R} = \frac{kq}{R} \left( \frac{\epsilon + 3}{\epsilon} \right)$$



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

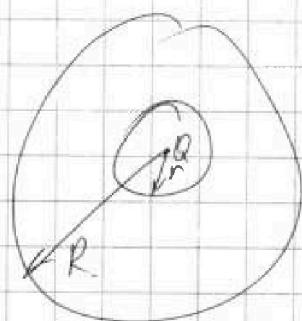
6

7

СТРАНИЦА  
14 из 25

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!

№



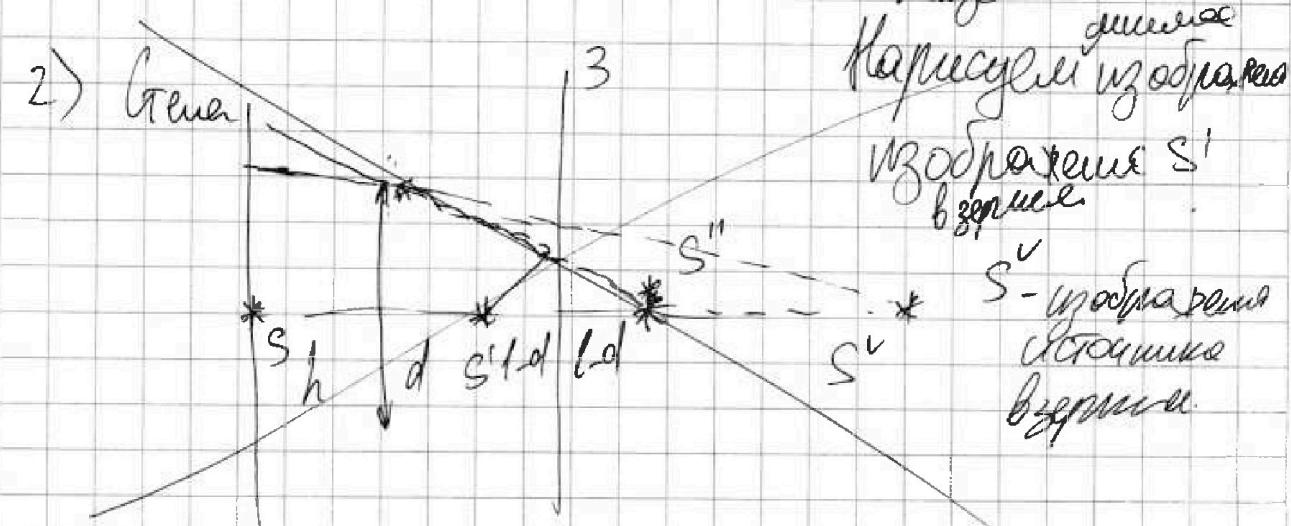
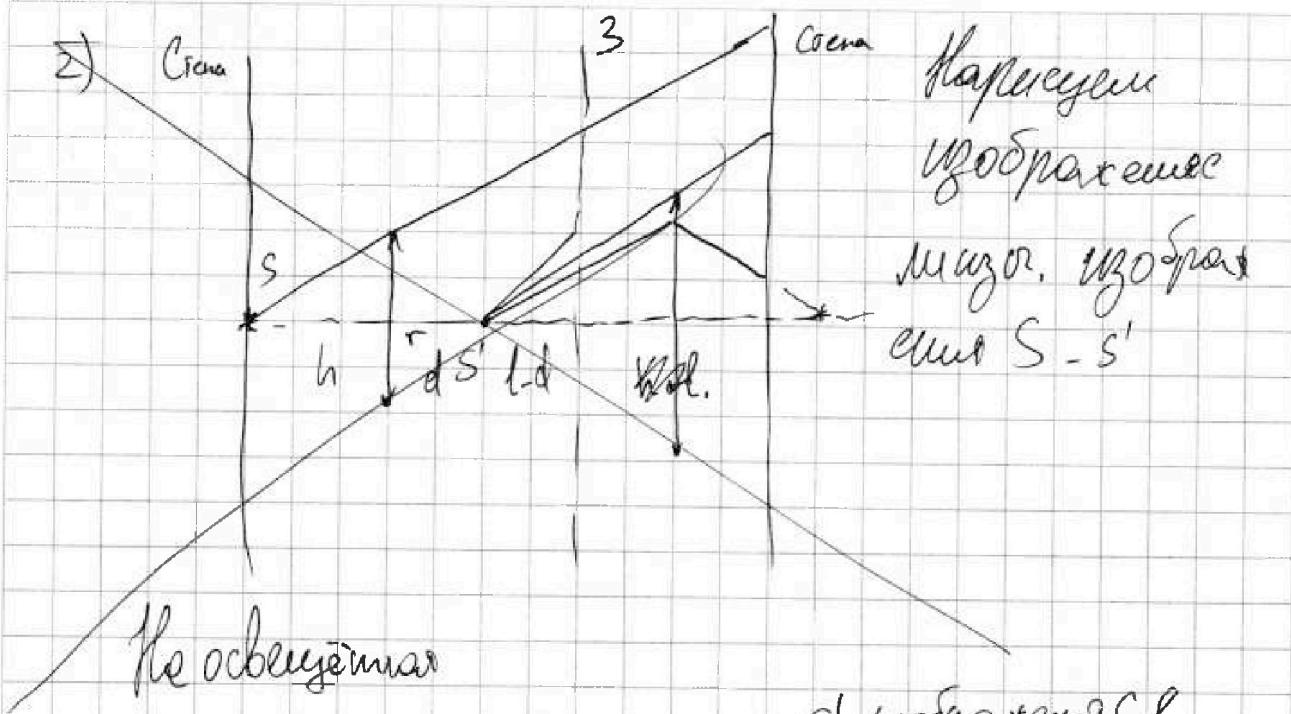


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
22 ИЗ 25

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

СТРАНИЦА  
25 ИЗ 25

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!

$$A\varphi\left(\frac{R}{a}\right) = \frac{kq}{R} - \frac{kq}{ER} + \frac{kq}{E\frac{R}{4}} = \frac{kq}{R} - \frac{kq}{ER} + \frac{4kq}{ER}$$

$$\frac{kq}{R} + \frac{3kq}{ER} = \frac{Ekq + 3kq}{ER} = \frac{kq(E+3)}{ER} = \frac{kQ(E+3)}{ER}$$

$$2) 3\varphi_0 = \varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{kq}{R} - \frac{kq}{ER} + \frac{kq}{E2R} \Rightarrow$$

$$= \frac{3kq}{2ER} + \frac{kq}{R} - \frac{kq}{ER} = \frac{kq}{2ER} + \frac{kq}{R} = \frac{kq(kq)}{2ER} + \frac{2ekq}{2ER} = \frac{kQ(2E+1)}{2ER}$$

$$4\varphi_0 = \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{kq}{R} - \frac{kq}{ER} + \frac{kq}{E\frac{R}{3}} = \frac{kq}{R} - \frac{kq}{ER} + \frac{3kq}{ER} =$$

$$= \frac{kq}{R} + \frac{2kq}{ER} = \frac{Ekq + 2kq}{ER} = \frac{kq}{ER}(E+2) = \frac{kQ}{ER}(E+2)$$

$$\Rightarrow \varphi_0 = \frac{kQ(2E+1)}{6ER} = \frac{kQ}{4ER}(E+2) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{2E+1}{6} = \frac{E+2}{4} \Rightarrow \frac{2E+1}{3} - \frac{E+2}{2} =$$

$$\Rightarrow 4E+2 = 3E+6 \Rightarrow E = 4$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{kQ(E+3)}{ER} \quad 2) E = 4.$$

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

## Потенциал спаружки шара

$$\varphi(x) = \frac{kq}{x}; x > R.$$

## Потенциал внутри диполя

$$\varphi(x) = \frac{kq}{R} + \int_R^x E(x) dx; E(x) = \frac{kq}{Ex}$$

$$\varphi(x) = \frac{kq}{R} + \int_R^x \frac{kq}{Ex^2} dx = \frac{kq}{R} \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{x} \right) = \frac{kq}{R} \int_R^x \frac{1}{x^2} dx =$$

$$= \frac{kq}{R} + \frac{kq}{E} \left( -\frac{1}{x} + \frac{1}{R} \right) = \frac{kq}{R} + \frac{kq}{Ex} + \frac{kq}{R} =$$

~~$$= \frac{2kq}{R} - \frac{kq}{Ex} \quad (r < x < R)$$~~

~~$$\frac{2kq}{R} - \frac{kq}{Ex}$$~~

$$\begin{aligned} \varphi(x) &= - \int_R^x \frac{kq}{x^2} dx - \int_R^x \frac{kq}{Ex^2} dx = \\ &= - kq \left( -\frac{1}{R} + \frac{1}{x} \right) - \frac{kq}{E} \left( -\frac{1}{R} + \frac{1}{x} \right) = \\ &= \frac{kq}{R} + \frac{kq}{Ex} - \frac{kq}{ER} = \frac{kq}{R} - \frac{kq}{ER} + \frac{kq}{Ex}; r < x < R. \end{aligned}$$

На графике для точки  $y_0$

~~$$y_{p0} = \frac{kq}{R} - \frac{3kq}{ER} + \frac{kq}{Ex}$$~~

~~$$y_{p0} = \frac{kq}{R} - \frac{kq}{ER} + \frac{2kq}{ER} - \frac{kq}{R} + \frac{2kq}{ER} = \frac{4kq}{ER} = \frac{4kq}{R_0}$$~~