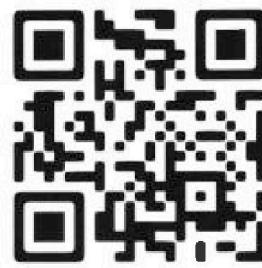


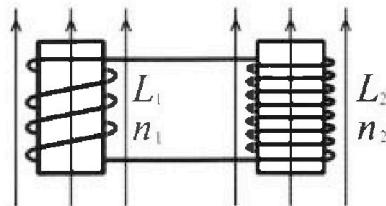
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**

**Вариант 11-02**



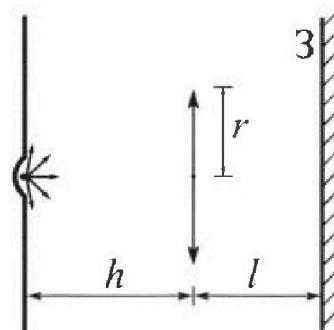
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

- 4.** Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n$  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 уменьшаться со скоростью  $\Delta B / \Delta t = -\alpha$  ( $\alpha > 0$ ), а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью  $L_1$  уменьшилась от  $B_0$  до  $2B_0/3$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $B_0/3$  до  $B_0/12$ , 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  $F = 2h$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 2$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = h$  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.

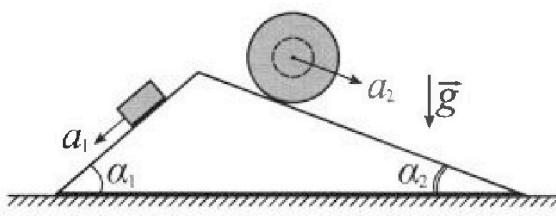
Ответы дайте в  $[\text{см}^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-02

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

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 7g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $5m$  с ускорением  $a_2 = 8g/25$  (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  $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 8/17, \cos \alpha_2 = 15/17)$ . Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.



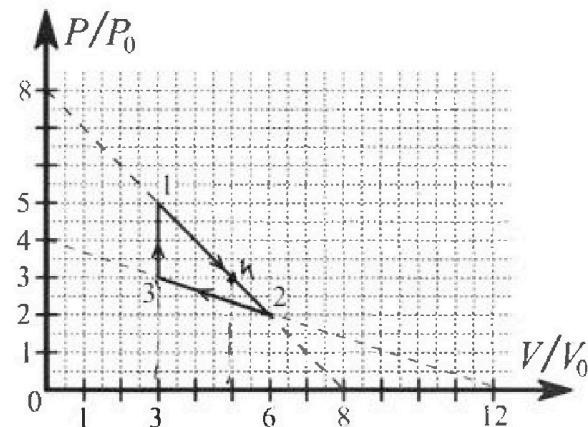
- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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

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.

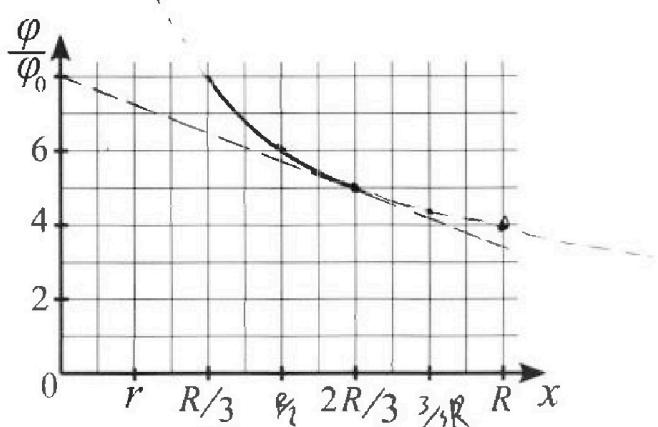
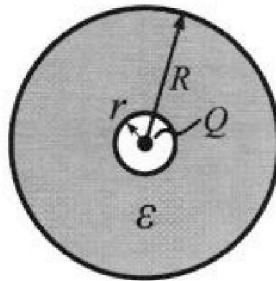
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

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  $x = 3R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .





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 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!

подставлене (1) и (3) в (2):

$$F_3 = \frac{16}{85} mg \cdot \frac{4}{5} + \frac{75}{17} mg \cdot \frac{8}{17} - \frac{864}{925} mg \cdot \frac{12}{5}$$

$$- \frac{4}{5} mg \cdot \frac{3}{5}$$

$$F_3 = mg \left( \frac{16 \cdot 4}{85 \cdot 5} + \frac{75}{17} \cdot \frac{8}{17} - \frac{864}{925} \cdot \frac{12}{17} - \frac{12}{25} \right)$$

$$F_3 = mg \left( \frac{64}{5^2 \cdot 17} + \frac{5^2 \cdot 3 \cdot 8}{17^2} - \frac{864 \cdot 12}{17 \cdot 5^2} - \frac{12}{5^2} \right)$$

$$F_3 = mg \frac{\frac{64 \cdot 17 + 5^4 \cdot 3 \cdot 8 - 864 \cdot 12 - 12 \cdot 17^2}{5^2 \cdot 17}}{5^2 \cdot 17}$$

$$F_3 = mg \frac{17(64 - 12 \cdot 17) + 5 \cdot 3(5^3 \cdot 8 - 864)}{5^2 \cdot 17^2}$$

$$F_3 = mg \frac{17 \cdot 4(-35) + 8 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 17}{5^2 \cdot 17^2}$$

$$F_3 = mg \frac{17 \cdot 4(-35) + 8 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 17}{5^2 \cdot 17^2}$$

$$F_3 = mg \frac{4(-7) + 8 \cdot 3}{5 \cdot 17}$$

$F_3 = -mg \frac{3}{85} \Rightarrow$  усиление направление  
один в обратную  
сторону, предположение  
без смысла

Other:  $F_1 = \frac{16}{85} mg ; F_2 = \frac{864}{925} mg ; F_3 = \frac{3}{85} mg$

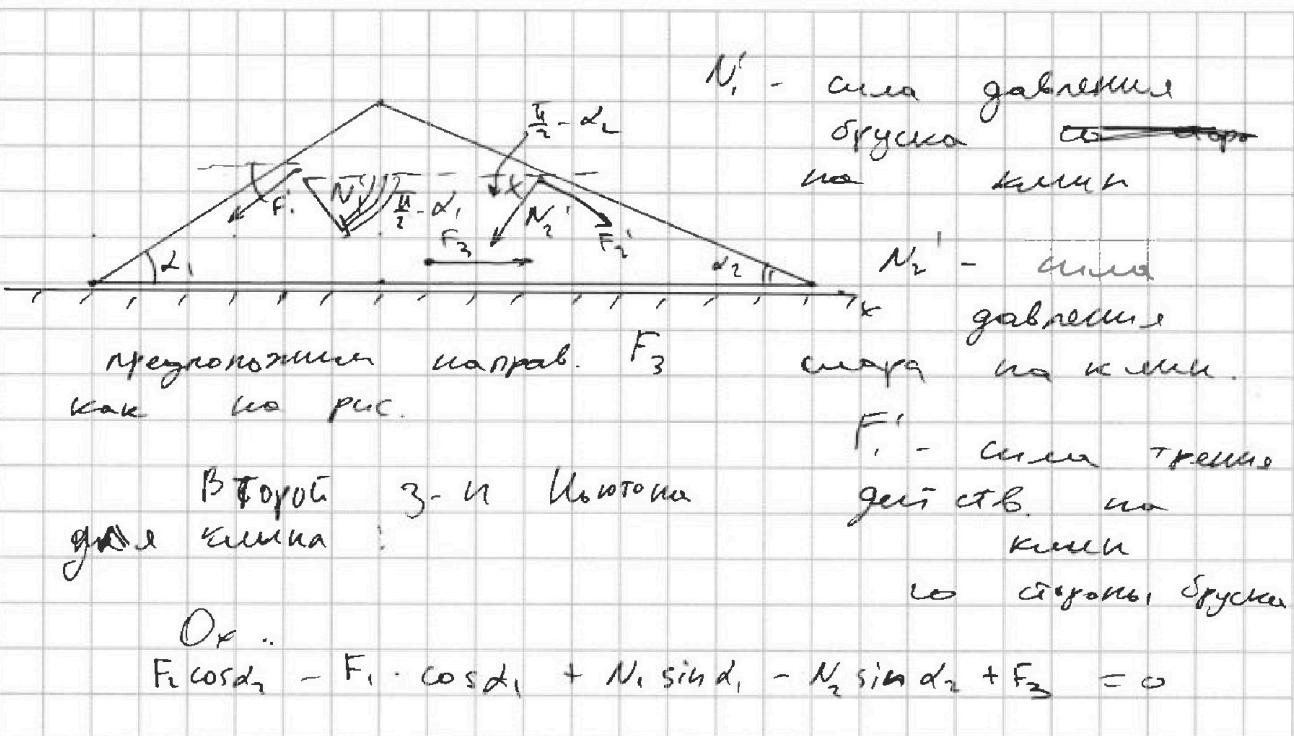


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 3

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



второй 3-й закон на склон:

$$\begin{aligned} Oy: & \quad \left\{ \begin{array}{l} N_1 = mg \cdot \cancel{\cos \alpha_1} \\ F_1 = mg \cdot \sin \alpha_1 \end{array} \right. \\ Oz: & \quad \left\{ \begin{array}{l} m a_2 = mg \cdot \sin \alpha_2 - F_2 \end{array} \right. \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} N_1 = \frac{75}{17} mg \\ F_1 = mg \left( \frac{40}{17} - \frac{8}{25} \right) \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} N_2 = \frac{75}{17} mg \\ F_2 = mg \left( \frac{40}{17} - \frac{8}{25} \right) \end{array} \right.$$

$$F_2 = m(g \sin \alpha_2 - a_2)$$

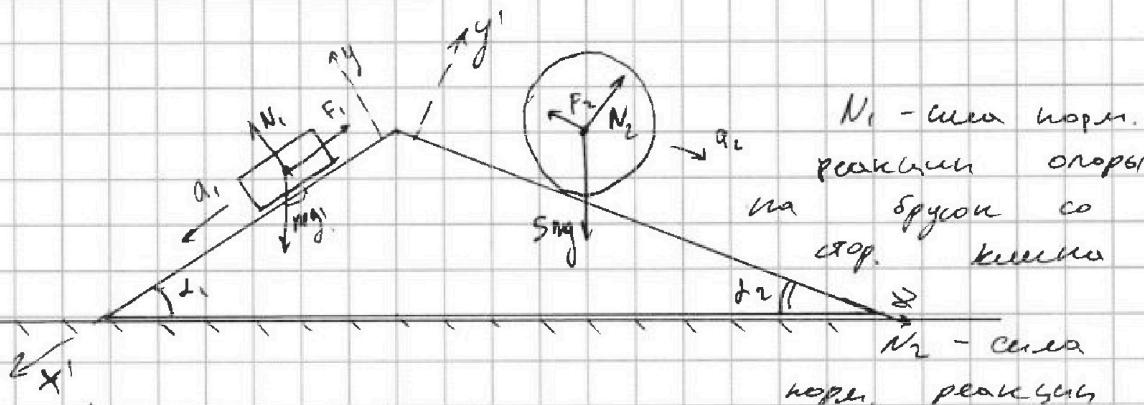
$$(3) \quad \left\{ \begin{array}{l} N_2 = \frac{75}{17} mg \\ F_2 = \frac{864}{425} mg \end{array} \right.$$

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

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!



$N_1$  - сила норм.

реакции опоры  
на бруском со  
стор. кинки

$N_2$  - сила  
норм. реакции

опоры со стороны  
кинки на шар

Второй З-й Ньютона:

$$\text{для шара бруска: } \begin{cases} Oy' : ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1 \\ Oy : 0 = N_1 - mg \cos \alpha_1 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_1 = -ma_1 + mg \sin \alpha_1 ; N_1 = \frac{4}{5}mg$$

$$F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1) \quad (1)$$

$$F_1 = m\left(\frac{3}{5}g - \frac{7}{17}g\right) \Rightarrow F_1 = \cancel{\frac{16}{85}}mg$$

запись

запись

запись

запись

запись

запись

запись

$$N_1 = N'_1 \quad F_1 = F'_1$$

$$N_2 = N'_2 \quad F_2 = F'_2$$



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 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

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!

первый закон термодинамики:

$$\text{для процесса } 31: Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31}$$

$$A_{31} = 0$$

у

$$Q_{31} = \Delta U_{31} = 3 \cancel{\frac{1}{2}} \text{ Pv} \cdot v_0$$

для процесса 14:

$$Q_{14} = \Delta U_{14} + A_{14}, \text{ где}$$

$A_{14}$  - находит, как величину, которая получается под графиком

$$\Delta U_{14} = \frac{3}{2} P_0 (T_4 - T_1)$$

$$A_{14} = \frac{3+5}{2} P_0 \cdot 2v_0$$

уравнение состояния:

$$A_{14} = 8 P_0 V_0$$

$$\text{для р. 1: } 15 P_0 V_0 = P_0 T_1,$$

$$\text{для } T_4: 15 P_0 V_0 = 2 P_0 T_4 \Rightarrow \Delta U_{14} = 0$$

$$Q_{14} = A_{14}$$

$$Q_{14} = 8 P_0 V_0$$

за цикл подведенно  
тепл. кон-то теплоты:

$$Q_u = Q_{14} + Q_{31} = 11 P_0 V_0 \quad (10)$$

тогда КПД по опр-ю:

$$\eta = \frac{Q_u}{Q_{14}} = 11/8$$

$$\eta = \frac{A}{Q_u} = \frac{3}{11}$$

$$\text{Отсю: } \frac{\Delta U_{31}}{A} = 3, \quad \frac{T_{max}}{T_2} = \frac{16}{12}; \quad \eta = \frac{3}{11}$$



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

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!

работе задача за цикл производительна

площадь, ограниченной графиком, ~~если откуда~~

~~записаны, то есть площадь~~

$$A = \frac{2P_0 \cdot 3V_0}{2} = 3P_0 V_0 \quad (1)$$

уравнение состояния идеального газа:

$$PV = DRT$$

тогда для токи  $T_1$  и  $T_3$  это выражает след. образом:

$$\text{для } T_3: 3P_0 \cdot 3V_0 = DR T_3$$

$$\text{для } T_1: 5P_0 \cdot 3V_0 = DR T_1$$

$$\text{откуда } \Delta P_0 V_0 = DR (T_1 - T_3) \quad (2)$$

изм. внутр. энергии за цикл в процессе 31:

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} DR (T_1 - T_3) \quad (3)$$

$U_3$  (2) и (3) выражает:

$$\Delta U_{31} = \frac{9}{2} P_0 V_0 \quad (4)$$

тогда искомое отношение приравнивается

вып. Энергия 31 к 898072 за ~~минуту~~:  
цикл:

$$\frac{\Delta U_{31}}{A} = \frac{9}{2} P_0 V_0$$

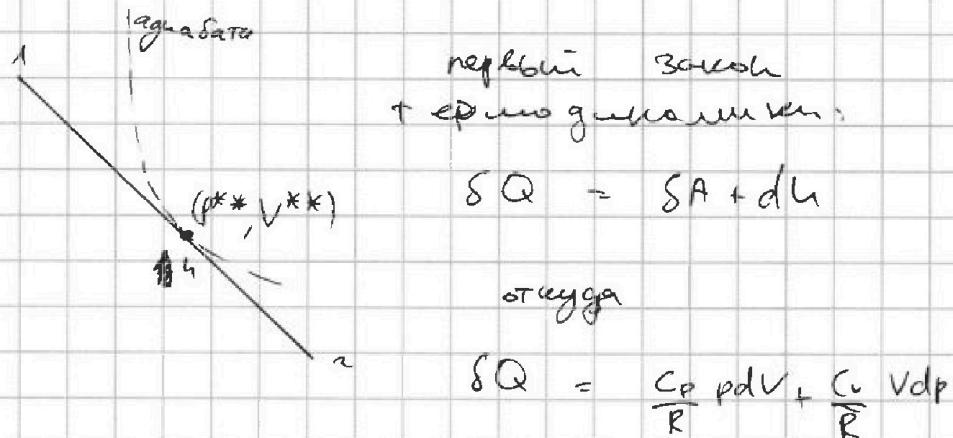


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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!



так как изобары:

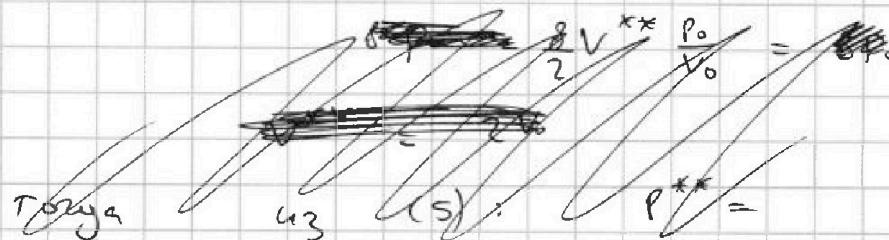
$$dQ = \frac{C_p}{R} pdV + \frac{C_v}{R} Vdp$$

так из 2нз однократомичн  $C_p = \frac{5}{2}$ ;  $C_v = \frac{3}{2}$

$$dQ = \frac{5}{2} pdV + \frac{3}{2} Vdp \quad (g)$$

из (g) в (S):

$$dQ = \frac{5}{2} \left( -\frac{P_0}{V_0} V^{**} + 8P_0 \right) dV + \frac{3}{2} \left( -\frac{P_0}{V_0} \right) V^{**} dV$$



$$\frac{8}{2} V^{**} \frac{P_0}{V_0} = 20P_0$$

$$V^{**} = 5V_0$$

тогда из (S):  $P^{**} = 3P_0$ , тогда  $a$  в процессе 1-2 подходит, а в процессе 4-3 - отходит.



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

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!

уравнение процесса 12 в PV-коор.:

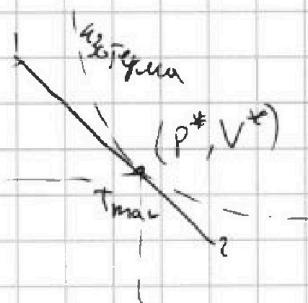
$$P = -\frac{P_0}{V_0}V + 8P_0 \quad (5)$$

условие изотермии:  $PV = \text{const}$

откуда  $VdP + PdV = 0 \quad (6)$

условие максимальная температура:

изотермия касается прямой 12.



из (5) и (6):

~~$$\cancel{P = -\frac{P_0}{V_0}V + 8P_0}$$~~

$$2 \frac{P_0}{V_0} V^* = 8 P_0$$

то из 2:  $V^* = 4 V_0$

$P^* = 4 P_0$ , откуда уравнение состояния:

из (7) и (8):

$$\text{где } T_1, \quad P^* V^* = DR T_{max} \quad (6)$$

$$16 P_0 V_0 = DR T_{max} \quad (7)$$

$$\frac{T_{max}}{T_1} = \frac{16}{12}$$

где  $T_2$ :

$$2 P_0 \cdot 6 V_0 = DR T_2 \quad (8)$$

теперь подходит к газу 1

процесс 12 до некоторой точки 4, коор. которой  $(P^{**}, V^{**})$

эта точка будет авт. точкой касания

авиабилета с ~~сплошной~~ 12



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

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

СТРАНИЦА  
2 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!

тогда <sup>6</sup> тоже  $\chi = \frac{3}{\varepsilon} R$ :

$$\varphi_1 = kQ \frac{4}{3\varepsilon R} + kQ \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon R}$$

$$\varphi_1 = kQ \left( \frac{4 + 3(\varepsilon-1)}{3\varepsilon R} \right)$$

$$\varphi_1 = kQ \cdot \frac{1 + 3\varepsilon}{3\varepsilon R}$$

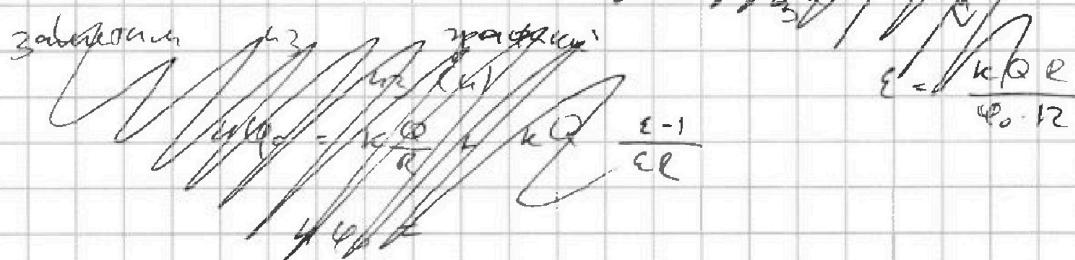
рассл. т. с координатами ~~х~~  $x$ :

$$\frac{d\varphi}{dx} = -\frac{kQ}{\varepsilon x^2}$$

$\frac{d\varphi}{dx}$  — косф. угла наклона касательной

так найдем величину  $\frac{kQ}{\varepsilon x^2}$  так  
чтоб. угла наклона касательной в  $x = \frac{2}{3}R$

из условия:



из графика ( $\text{косая линия}$  т.  $\chi = \frac{2}{3}R$ )

$$\left. \frac{kQ}{\varepsilon x^2} \right|_{x=\frac{2}{3}R} = \frac{3\varphi_0}{\frac{2}{3}R} \Rightarrow \frac{3kQ}{2\varepsilon R} = 36.$$

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{2\varepsilon R} \quad (5)$$



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

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
ИЗ

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

Задача 4 из графика, что:  $\varphi(R) = 4\varphi_0$

тогда из (4):

$$4\varphi_0 = \frac{\kappa Q}{R} \left( \frac{1}{\epsilon R} + \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \right)$$

$$4\varphi_0 = \frac{\kappa Q}{R}$$

$$\varphi_0 = \frac{\kappa Q}{4R} \quad (6)$$

из (6) (5):

$$\frac{1}{4} = \frac{1}{2\epsilon}$$

у

$$\epsilon = 2$$

Ответ:  $\varphi_1 = \kappa Q \cdot \frac{1+3\epsilon}{3\epsilon R} ; \epsilon = 2$

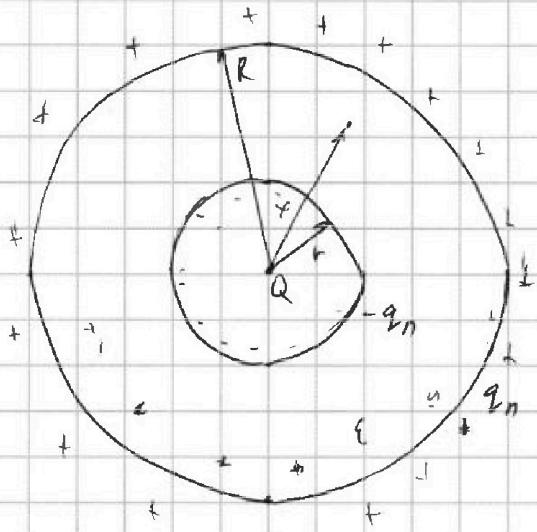


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 \_\_\_\_\_

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!



дл. электрик. сила имеет  
вн. поле заряда в  $\epsilon$  раз.

поле внутрь физикам:

пусто поле от заряда  $E_n$ ,

поле от внешн. пол. заряда  $E_n$ :  
принесено суперпозицией.

$$\frac{E}{\epsilon} = E + E_n \quad (1)$$

заряды на ~~стенах~~ баках. ~~стены~~ говяд.

шары поле не создают потому

баками же электрики:  $E_n = -\frac{q_n}{k^2} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$  (2)

поле от заряда  $Q$ :

~~$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x^2} \quad (3)$$~~

$$\text{из } (1); (2); (3): \frac{k}{\epsilon} \frac{Q}{x^2} = \frac{kQ}{x^2} - \frac{q_n k}{x^2}$$

тогда потенциал  $b_r$ ,

также ~~такой же~~ потенциал от заряда

$$q_n = Q \left( 1 - \frac{1}{\epsilon} \right)$$

$$\psi_s = \frac{kQ}{x} - \frac{q_n k}{x} + \frac{kq_n}{R} \quad q_n = \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} Q$$

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

~~$$\psi = kQ \frac{1}{\epsilon x} + kQ \cdot \frac{\epsilon - 1}{\epsilon R} \quad (4)$$~~

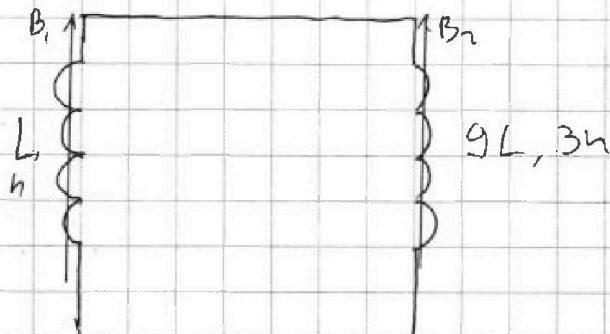


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
1 из 1

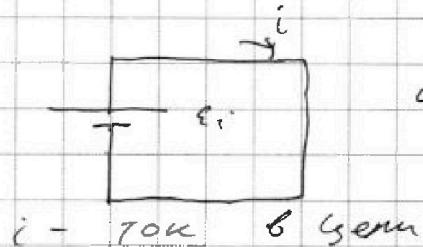
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



по условию

$$\frac{dB}{dt} = -\omega \quad (1)$$

1) эквивалентная схема в 1 случае:



~~изображение~~: напряжение на катушке

$$e_i = L \frac{di}{dt} \quad (2)$$

закон электромагнит. индукции:

$$e_i = - \frac{d\Phi}{dt} = - h B S \frac{dB}{dt} = - h S \frac{dI}{dt} \quad (3)$$

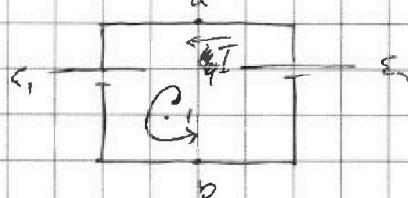
из (1), (2) и (3):

$\frac{di}{dt}$  - скорость изм. тока в схеме

$$L \frac{di}{dt} = n S \omega$$

$$\frac{di}{dt} = \frac{n S \omega}{L}$$

2) эквивалентная схема во 2 случае:



~~изображение~~ схемы  
i - ток в схеме  
момент времени



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА  
ИЗ

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

$$10L \frac{di}{dt} = \text{выт } \epsilon_2 - \epsilon_1$$

$$\int_0^I 10L di = 3 \int_{\frac{B_0}{12}}^{\frac{B_0}{3}} nS dB_2 - \int_{\frac{B_0}{3}}^{B_0} nS dB_1$$

$$10LI = 3nS \left( \frac{B_0}{12} - \frac{B_0}{3} \right) - nS \left( \frac{2}{3}B_0 - B_0 \right)$$

$$10LI = 3nS \cdot \left( -\frac{3B_0}{12} \right) - nS \left( -\frac{B_0}{3} \right)$$

$$10LI = -\frac{3}{4}nSB_0 + nS \frac{B_0}{3}$$

$$I =$$

Orber:  $\frac{di}{dt} = \frac{nS}{L} I \quad | \quad I = \frac{-\frac{3}{4}nPB_0 + \frac{4}{3}nB_0}{10L}$



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

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!

закон сохр. магнитного потока,  
(контур - сверхпроводящий):

$$\Phi_1 + \Phi_2 = \Phi'_1 + \Phi'_2$$

$\Phi_1, \Phi_2$  - потоки через ~~одинаковую~~ индуктивность

$L_1$  и  $L_2$  соотв. го потока изм.  
изменяя индукцию

$\Phi'_1, \Phi'_2$  - потоки через ~~одинаковую~~,  
индуктивности  $L_1$  и  $L_2$  соотв. потоку  
изм. индуктивности:

$$nS\dot{B}_0 + 34 \cdot 5 \cdot \frac{\dot{B}_0}{3} = i(L_1 + L_2)$$

за 2-и индукции:

$$\cancel{nS\dot{B}} = -\varepsilon_1 = L \frac{di}{dt}$$

$$\varepsilon_2 = gL \frac{di}{dt}$$

при этом:

$$\varepsilon_1 = \cancel{nS\dot{B}} \frac{nS\dot{B}_1}{dt}$$

$$\varepsilon_2 = \frac{34 \cdot 5 \frac{d\dot{B}_2}{dt}}{3}$$

$B_1, B_2$  - индукции производимые  
соотв. контурами

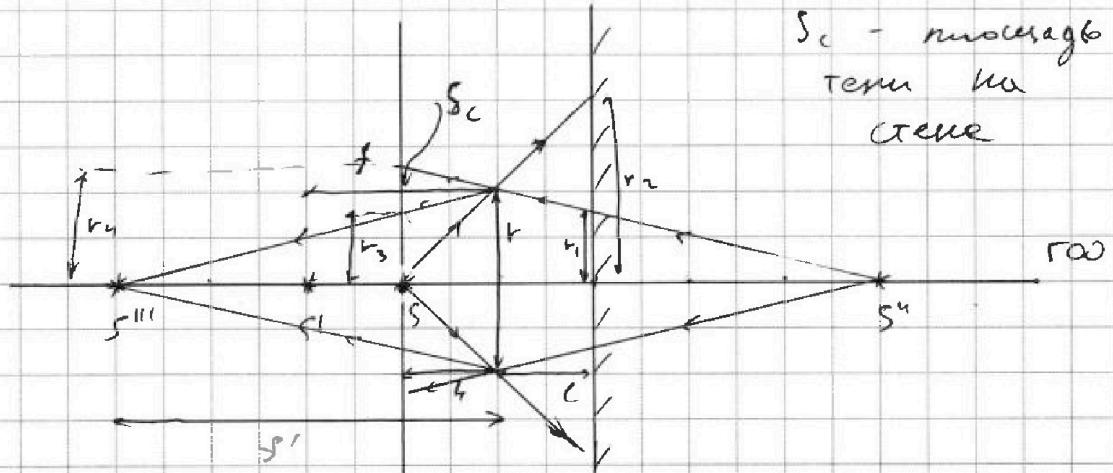


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$S_c$  - площадь  
тени на  
стене

из подобия  $\Delta$ :

$$\frac{r_3}{r} = \frac{3h}{4h} \Rightarrow r_3 = \frac{3}{4}r$$

$$\frac{r_4}{r} = \frac{5h}{4h} = \frac{5}{4}r$$

откуда

$$S_c = \pi (r_4^2 - r_3^2) = \pi \left( \frac{25}{16}r^2 - \frac{9}{16}r^2 \right)$$

$$= \pi r^2 = 1 \cdot \pi \text{ см}^2$$

Ответ:  $S_3 = \pi \frac{25}{16} \text{ см}^2 ; S_c = \pi \cdot 1 \text{ см}^2$



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!

$S_3$  - площадь тени на зеркале:

$r_1, r_2$  - радиусы окр., орп. объектов тени (ан. рисунок):

$r_3$  - подобные?

$$\begin{array}{l|l} \frac{r_1}{L} = \frac{a}{a+e} & r_1 = \cancel{\frac{3}{4}} \cdot \frac{3}{4} r \\ & \Rightarrow \\ \frac{r_2}{L} = \frac{2h}{h} & r_2 = 2r \end{array}$$

тогда исходная площадь тени:

$$S_3 = \pi (r_3^2 - r_1^2) = \pi (4r^2 - \cancel{\frac{9}{16}} r^2) =$$

$$= \cancel{\pi \frac{8r^2}{25}} = \pi \frac{55}{16} r^2 = \pi \frac{55}{16} \text{ см}^2$$

из формулы толстой линии ~~расстояние от зеркала~~  $S'''$  (это  $S'$ ):

$$\frac{1}{S'} + \frac{1}{4h} = \frac{1}{2h}$$

$$S' = \frac{1}{2h}$$

тогда находим  $r_3$  и  $r_1$  - радиусы, орп. обр. тени на стекло:

~~известно~~

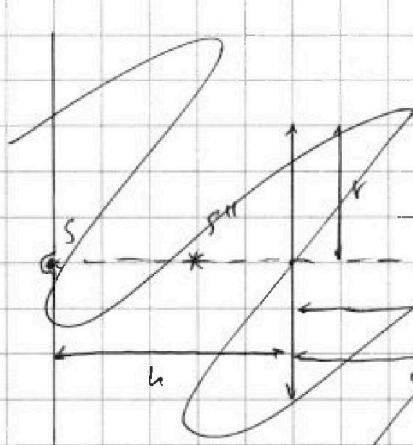


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 ...

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!



$S$  - точка света  
источник  
(плоск.)  
 $S'$  - изображение  
источника  
в плоск.  
 $S''$  - изобр. источ.  
б системе  
плоск - зеркало.  
расстояние  
от плоск  
до  $S'$   
плоск  
плоск  
изобр.  
плоск  
зеркало  
плоск

плоск создает изобр. источника  $S'$

~~зеркало~~ создает изобр. фокусир. плоскость  $S'$ :

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

$f$  - расстояние  
от плоск  
до  $S'$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{2h} - \frac{1}{L}$$

$f = -2h$

$S''$  - изобр. источника  $S'$   
в плоск

тогда расстояние от  $S'$

до зеркала:

$$\text{зеленая } a = 36$$

