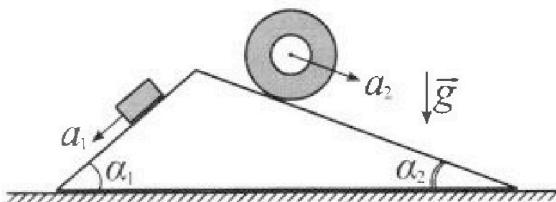


# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

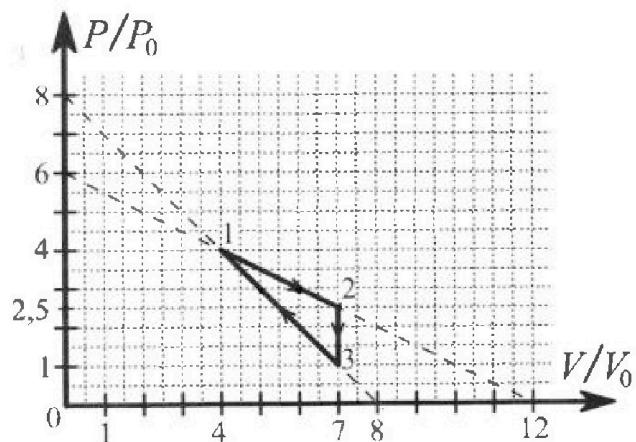


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

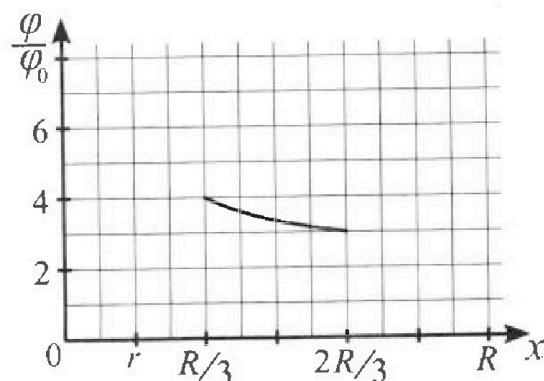
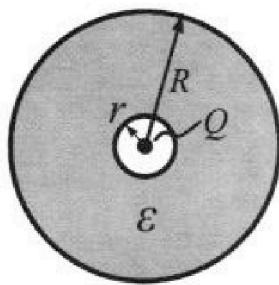
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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  $\phi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\phi_0$  — 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  $\epsilon$ .





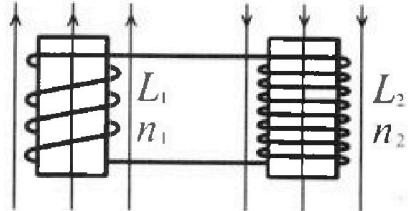
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**



**Вариант 11-01**

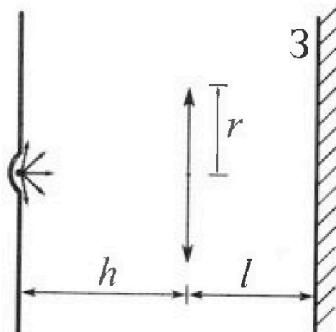
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

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) на четврт изменяется 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  $2B_0/3$ , 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 [см<sup>2</sup>] в виде  $y\pi$ , где  $y$  - целое число или простая обыкновенная дробь.

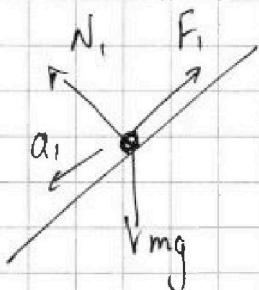


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

 1 2 3 4 5 6 7СТРАНИЦА  
1 из 2

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

1)



$$m_1 a_1 = m g \sin \alpha_1 - F_1$$

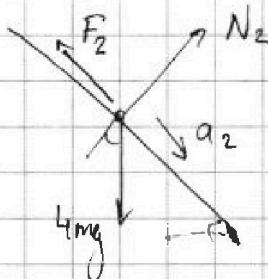
$$F_1 = m g \cdot \frac{3}{5} - m g \frac{5}{13} = \frac{14}{65} m g$$

$$N_1 = m g \cdot \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} m g$$

2) Пусть для цилиндра сила трения  $F_2$  направлена вправо.

$$\text{Тогда } 4 m a_2 = F_2 + 4 m g \frac{5}{13} \Rightarrow F_2 = m g \left( \frac{5}{6} - \frac{20}{13} \right) < 0.$$

Значит,  $F_2$  направлена влево.



$$4 m a_2 = 4 m g \cdot \frac{5}{13} - F_2$$

~~$$F_2 = \frac{5}{6} m g - \frac{20}{13} m g$$~~

~~$$F_2 = m g \left( \frac{20}{13} - \frac{5}{6} \right) = \frac{55}{78} m g$$~~

$$N_2 = 4 m g \cdot \cos \alpha_2 = 4 m g \frac{68}{73}$$

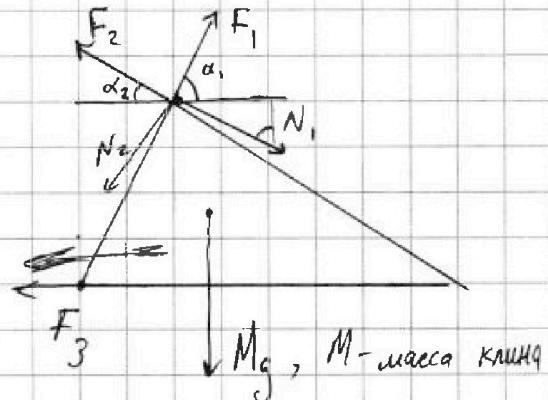
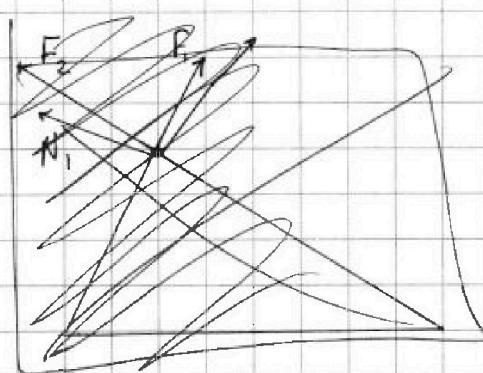
3) Пусть  $F_3$  направлена влево. Рассмотрим все силы, действующие на клин.



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 7СТРАНИЦА  
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!



Как как клин покончил

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

$$F_3 = mg \left( \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} + \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{55}{78} \cdot \frac{2}{13} - \frac{48}{13} \cdot \frac{5}{13} \right)$$

$$\frac{F_3}{mg} = \frac{4}{25} \left( \frac{14}{13} + \frac{39}{13} \right) - \frac{52}{169} (55 - 24 \cdot 5) = \frac{6006}{4225}$$

$$\Leftrightarrow F_3 = \frac{6006}{4225} mg$$

Ответ: 1)  $\frac{14}{65} mg$

2)  $\frac{55}{78} mg$

3)  $\frac{6006}{4225} mg$

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.










СТРАНИЦА  
1 из 3

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

1) Работу газа за цикл A, найдем как площадь цикла 1231.

$$A = \frac{3}{2} \cdot 6 p_0 V_0 - \left( \frac{\frac{3}{2} \cdot 3}{2} p_0 V_0 + \frac{3 \cdot 3}{2} p_0 V_0 \right) = \left( 9 - 4,5 - 2 \frac{1}{4} \right) p_0 V_0 = \cancel{\frac{9}{4} p_0 V_0}$$

Найдем  $|ΔU_{23}|$

$$|ΔU_{23}| = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_3 V_3) = \frac{3}{2} (2,5 \cdot 7 p_0 V_0 - 7 p_0 V_0) = \frac{9}{4} \cdot 7 p_0 V_0$$

$$\frac{|ΔU_{23}|}{A} = \frac{\frac{9}{4} \cdot 7 \cdot 4}{4 \cdot 9} = 7.$$

2) В состоянии 1:  $16 p_0 V_0 = \nu R T_1$ , где  $\nu$  - кол-во газа.

Зависимость  $p(V)$  в процессе 1-2:  $p = -\frac{p_0}{2V_0} V + 6p_0$ .

Запишем закон Менделеева-Клапейрона:  $pV = \nu RT$

~~$$pV = V \left( -\frac{p_0}{2V_0} V + 6p_0 \right).$$~~

Продифференцируем функцию  $f(V) = V \left( 6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V \right)$  на максимум.

$$f'(V) = 6p_0 - \frac{p_0}{V_0} V = 0 \Rightarrow 6p_0 = \frac{p_0}{V_0} V \Rightarrow V_m = 6V_0.$$

$$P_m = 3p_0.$$

Максимальная температура работы  $18 p_0 V_0 = \nu R T_m$

$$T_m = 18 \frac{p_0 V_0}{\nu R}$$



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

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 3

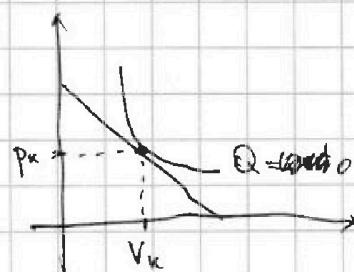
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Некоторое отношение  $\frac{T_m}{T_1} = \frac{18}{16} \cdot \frac{\frac{p_0 V_0}{V_0}}{\frac{p_0 V_0}{V_m}} = \frac{9}{8} = 1,125$ .

3)  $\eta = \frac{A}{Q_+}$ , где  $Q_+$  - количество полученной газом теплоты за цикл.

Рассмотрим у нас есть линейный процесс в координатах  $pV$ , где которого  $p(V) = p_1 + kV$ , где  $k$  - какое-то число.

Найдем координаты  $\rightarrow$  <sup>график</sup> ~~касания~~  $\rightarrow$  максимума процесса с адиабатой.



$$p = p_1 + kV \Rightarrow \frac{dp}{dV} = k$$

$$dQ = 0 = pdV + \frac{3}{2}((p+dp)(V+dV) - pV) \Leftrightarrow$$

$$0 = \frac{5}{2}pdV + \frac{3}{2}Vdp \Rightarrow \frac{dp}{dV} = -\frac{5p}{3V}$$

$$5pdV = -3Vdp$$

$$k = -\frac{5p_K}{3V_K}.$$

Для процесса 1-2:  $\frac{p_0}{2V_0} = \frac{5}{3} \frac{p_{K1}}{V_{K1}} \Rightarrow p_{K1} = \frac{3p_0 V_0}{10V_0}$

Подставляем это в формулу  $p(V)$ , находим: ~~решение~~

$$p = -\frac{p_0}{2V_0}V + 6p_0$$

$$V_{K1} = 2,5V_0.$$

$$p_{K1} = \frac{9}{4}p_0.$$

Для процесса 3-1:  $\frac{p_0}{V_0} = \frac{5}{3} \frac{p_{K2}}{V_{K2}} \Rightarrow p_{K2} = \frac{3}{5} \frac{p_0}{V_0} V_{K2}$

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

$$V_{K2} = 5V_0$$

$$p_{K2} = 3p_0.$$

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

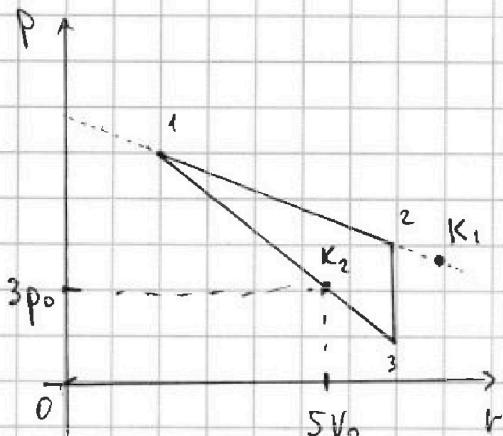







СТРАНИЦА  
3 из 3

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!



На протяжении всего процесса 1-2 к газу подводят тепло.

В процессе 2-3 от газа отводят тепло.

В процессе 3-K<sub>2</sub> к газу подводят тепло; В процессе K<sub>2</sub>-1 отводят.

Найдем количество тепла, которое подводится к газу 3<sup>а</sup> цикл.

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{2,5+4}{2} 3p_0 V_0 + \frac{3}{2} \left( \frac{5 \cdot 7}{2} - 16 \right) p_0 V_0 = \\ = \frac{6,5 \cdot 3}{2} p_0 V_0 + \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} p_0 V_0 = \left( \frac{39}{4} + \frac{9}{4} \right) p_0 V_0 = \frac{48}{4} p_0 V_0 = 12 p_0 V_0.$$

$$Q_{3K2} = A_{3K2} + \Delta U_{3K2} = -4 p_0 V_0 + \frac{3}{2} (15 p_0 V_0 - 7 p_0 V_0) = \\ = (-4 + \frac{3 \cdot 8}{2}) p_0 V_0 = 8 p_0 V_0.$$

Получаем

$$Q_+ = Q_{12} + Q_{3K2} = 20 p_0 V_0$$

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

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{\frac{9}{4} p_0 V_0}{4 \cdot 20} = \frac{9}{80} \cdot \cancel{p_0 V_0}$$

Ответ: 1) 7  
2) 1,125  
~~3) 9/80~~



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 1

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

1) При  $0 \leq x \leq r$   $\varphi = \frac{kQ}{x}$  - потенциал электрического поля заряда  $Q$ ,  $E = \frac{kQ}{x^2}$ .

Внутри диэлектрика ~~есть~~ электрическое поле ~~з~~ будет  $E$  раз меньше поля заряда.

То есть при  $r \leq x \leq R$   $E = \frac{kQ}{\epsilon x^2} \rightarrow$  тогда потенциал при  $x = \frac{R}{4} \Rightarrow$

$$\varphi = \frac{kQ}{r^2} + \frac{kQ}{\epsilon \cdot \frac{5}{4}R}$$

$$\varphi = \underbrace{\frac{kQ}{x^2} \cdot \Delta x_1}_{\text{при } 0 < x < r} + \underbrace{\frac{kQ}{\epsilon x^2} \cdot \Delta x_2}_{\text{при } r \leq x \leq \frac{3}{4}R}, \quad \Delta x_1 = r, \quad \Delta x_2 = \frac{5}{6}R.$$



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА  
1 из 1

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

1) Поток магнитного поля <sup>первую</sup> через катушку  $\Phi = L I$

$$\Phi^1 = L \frac{dI}{dt} = \frac{dB}{dt} S = \alpha S \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{\alpha S}{L}$$

2) Суммарный поток магнитного поля через катушки должен сохраняться

Ответ: 1)  $\frac{\alpha S}{L}$



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.

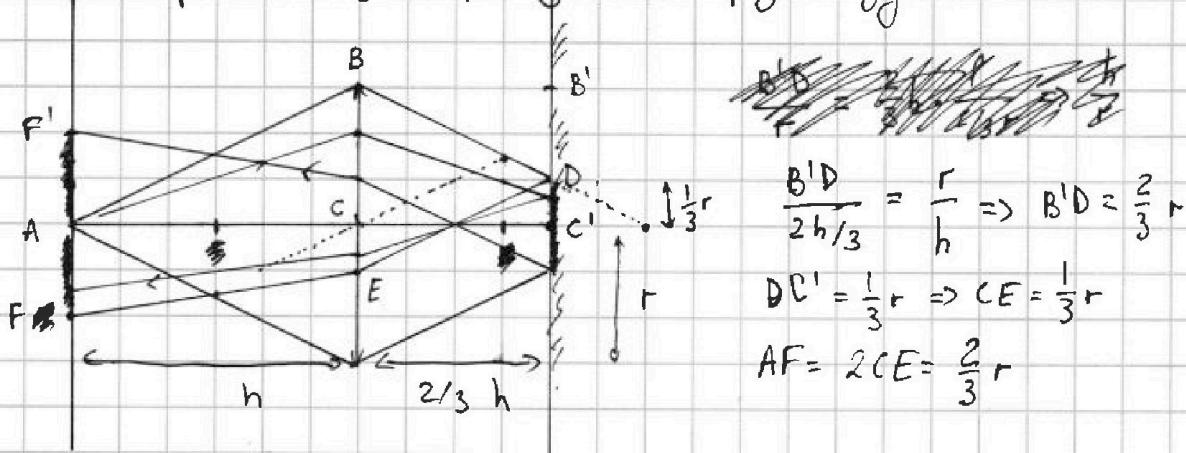
- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------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

СТРАНИЦА  
1 из 2

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

Рассмотрим лучи, которые будут проходить через минзу.

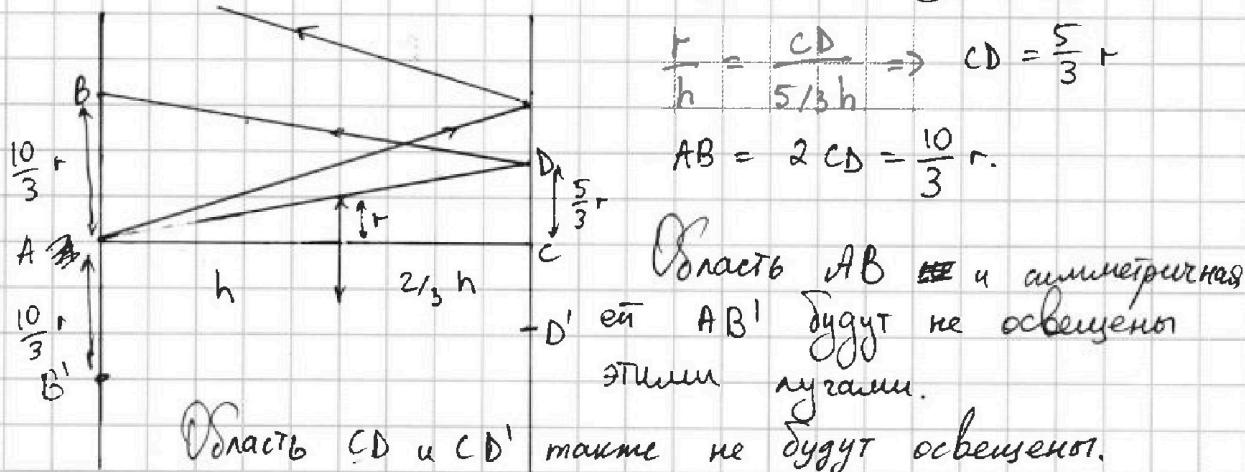
Крайний луч, проходящий через минзу:



Все остальные проходящие через минзу лучи будут попадать на стену внутри области AF или симметричной ей области AF'.

Значит, проходящие через минзу лучи будут образовывать вокруг лампочки освещенный круг радиусом  $\frac{2}{3}r$ .

Рассмотрим лучи, не проходящие через минзу.



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



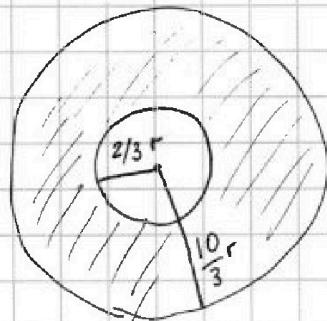
- 1    2    3    4    5    6    7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

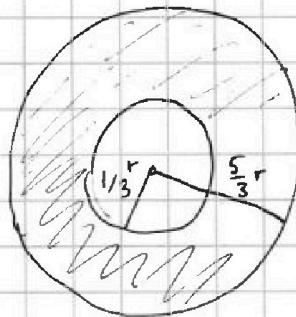
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Получаем, неосвещенные участки на стене и на зеркале будут такими:

на стене:



на зеркале:



$$S_c = \pi \frac{100}{9} r^2 - \pi \frac{4}{9} r^2 = \pi \frac{96}{9} r^2 = \pi \frac{32}{3} r^2 = \pi \cdot 32 \cdot 3 \text{ см}^2 = 96\pi \text{ см}^2$$

$$S_3 = \frac{25}{9}\pi r^2 - \frac{1}{9}\pi r^2 = \pi \frac{24}{9} \cdot 9 \text{ см}^2 = 24\pi \text{ см}^2$$

Объем: 1) ~~24π~~ 24π  
2) 96π



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

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

СТРАНИЦА  
ИЗ

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

$$1) \text{ mg} \approx \frac{56 + 480}{320} \text{ mg} = \frac{536}{320} \text{ mg} = \frac{268}{160} \text{ mg} = \frac{144}{80} \text{ mg}$$

V

$$2) \approx \frac{56}{78} + \frac{36}{75} = \frac{81}{75} \text{ mg}$$

$$55 - 24 \cdot 5 = 55 - 120 =$$

$$= -65$$

$$14 + 39 = 13 + 40 = 53$$

$$\frac{4 \cdot 53}{25 \cdot 13} + \frac{2756}{169} = \frac{212}{25 \cdot 13} + \frac{130}{23 \cdot 13} =$$

$$= \frac{1}{13} \left( \frac{212}{25} + \frac{130}{13} \right) = \frac{1}{13} \left( \frac{2756 + 3250}{25 \cdot 169} \right) = \frac{6006}{25 \cdot 169}$$

$$\cancel{2120} + \cancel{6362} \quad 130 \cdot 20 + 130 \cdot 5 = \quad 2750 + 3250 =$$

$$= 2756 \quad = 2600 + 650 = 3250$$

$$\begin{array}{r} 169 \\ \times 25 \\ \hline 845 \\ 338 \\ \hline 4225 \end{array}$$

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

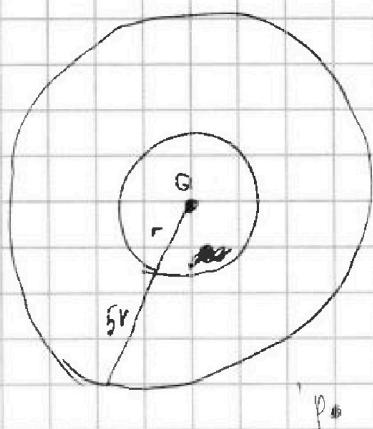


- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------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

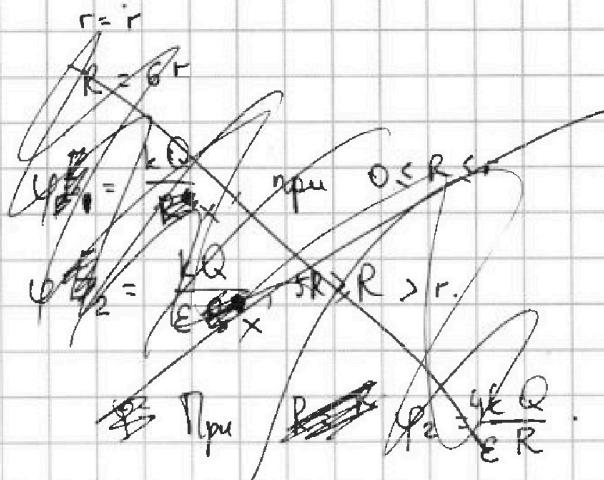
СТРАНИЦА  
ИЗ

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!

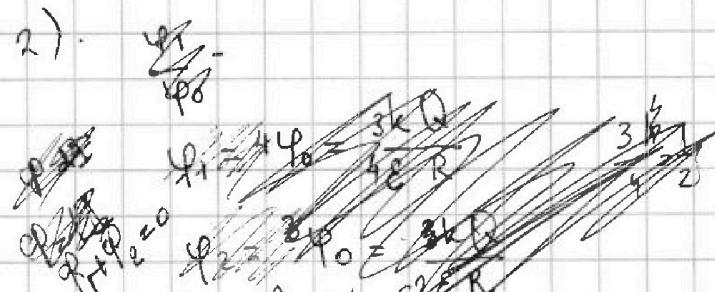
(3)



1)

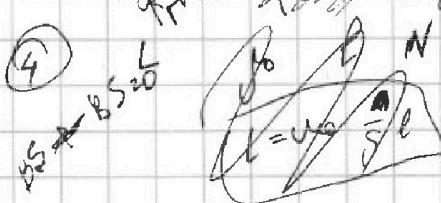


2).

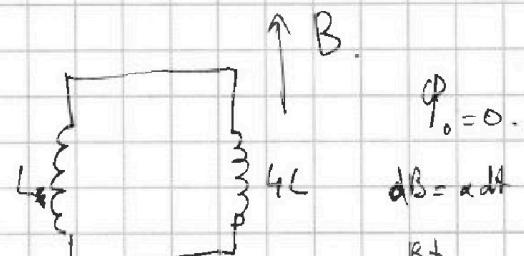


$$\Phi = \frac{d\Phi}{dt}$$

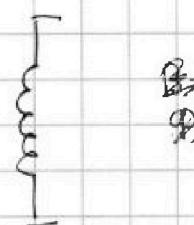
(4)



1)



1)



$\Phi = \mu_0$

$I = \Phi$

$\Phi = L \frac{dI}{dt} = S \cdot \dot{\alpha}$

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

$$\Phi = LI = \mu_0 S$$

$$\Phi_1 = L I = \frac{B_0 \cdot S}{2}$$

$L = \mu_0 N^2 A / (2 \pi r)$

$$\Phi_2 = 4 L I = 4 B_0 \cdot S$$





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

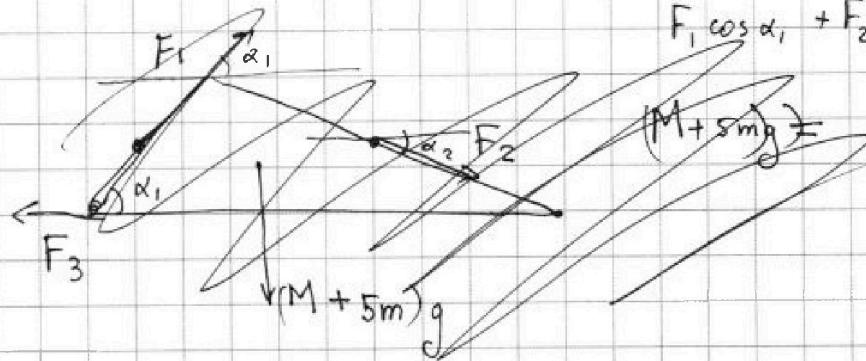
- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------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

СТРАНИЦА  
ИЗ

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

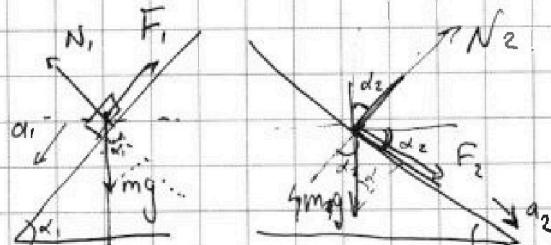
(1)

3)



$$F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 = F_3$$

1)



$$4m \alpha_2 = F_2 + 4mg \frac{5}{13}$$

$$mg \frac{5}{6} = F_2 + 5mg \frac{20}{13}$$

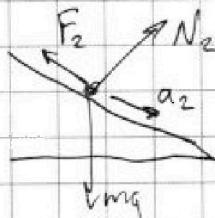
$$F_2 < 0$$

$$m \alpha_1 = mgs \sin \alpha_1 - F_1$$

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

$$N_1 = \frac{4}{5} mg$$

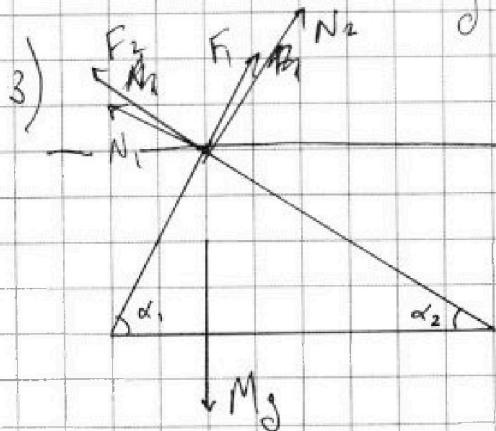
$$N_2 = \frac{48}{13} mg$$



$$m \alpha_2 =$$

$$\frac{5}{6} mg = \frac{20}{13} mg \neq F_2$$

$$F_2 = \frac{120 - 65}{78} = \frac{55}{78} mg$$



$$1) F_1 \cos \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 =$$

$$= \frac{14}{65} mg \cdot \frac{4}{5} + \frac{48}{13} mg \cdot \frac{5}{13} =$$

$$= mg \left( \frac{56}{325} + \frac{240}{169} \right)$$

$$2) F_2 \frac{120}{13} + N_1 \cdot \frac{3}{5} =$$

$$= \left( \frac{55}{78} \cdot \frac{12}{13} + \frac{12}{25} \right) mg$$

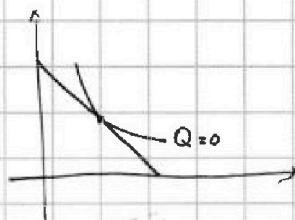
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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!

$$3) \eta = \frac{A}{Q_+}$$



$$p = \frac{k}{3}V + \frac{b}{V}$$

$$\cancel{\text{d}Q} \quad \cancel{\text{d}U}$$

$$dQ = dA + dU = pdV + \frac{3}{2}(p+dP)(V+dV) - pV = 0$$

$$pdV + \frac{3}{2}pdV + \frac{3}{2}Vdp = 0$$

$$5pdV = -3Vdp$$

$$\cancel{pdV + \frac{3}{2}pdV + pV = \frac{T+dT}{T}}$$

$$-\frac{3}{5}\frac{dp}{pdV} = \frac{dp}{V}$$

$$\frac{dV}{V} + \frac{dp}{p} = \frac{dT}{T}$$

~~$$pdV = \frac{3}{2}VRdT$$~~

$$\frac{2}{5} \cancel{\frac{dp}{p}} = \frac{dT}{T}$$

$$pV = VRT$$

$$p + dp = kV + kdV + b$$

$$\frac{dV}{V} = -\frac{3}{2} \frac{dT}{T}$$

~~$$\cancel{1 + \frac{dp}{p} + \frac{k}{p}dV + \frac{b}{pV}}$$~~

$$\frac{dp}{dV} = \frac{1}{2} = -\frac{5}{3} \frac{p}{V}$$

P

$$\frac{3}{10}V_1 = -\cancel{\frac{V_1}{10}} + 6\cancel{V_0}$$

$$\frac{8}{10}V_1 = 6V_0$$

$$V_1 = \frac{6 \cdot 10}{8}V_0 = \frac{3 \cdot 10}{4}V_0 = \frac{15}{2}V_0 = 7,5V_0$$

$$p_{k1} = -\frac{p_0}{2} \cdot \frac{15}{2} + 6p_0 = \cancel{-\frac{15}{2}p_0} + 6p_0 = \frac{9}{4}p_0$$

$$0,6 \cancel{\frac{V}{p}} V_{k2} = -\cancel{\frac{V}{p}} V_{k2} + 6V_0$$

$$8 \cancel{\frac{V}{p}} V_{k2} = 6V_0$$

$$V_{k2} = 5V_0$$

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

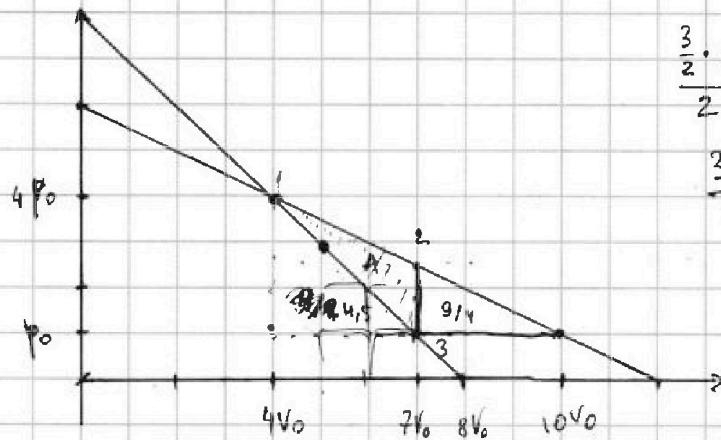
- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------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

СТРАНИЦА  
ИЗ

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

$$\textcircled{2} \quad 1) \frac{\Delta U_{23}}{A}$$

Работа газа за цикл.



$$\frac{\frac{3}{2} \cdot 3}{2} = \frac{9}{4} p_0 V_0$$

$$\frac{3 \cdot 6}{2} = 9$$

$$9 - 4,5 - 2,25 = 9 - 6,75 = 2,25.$$

$$A = 2,25 p_0 V_0 = \frac{9}{4} p_0 V_0$$

$$\begin{aligned} (\Delta U_{23}) &= \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_2 V_2) = \frac{3}{2} (7p_0 V_0 - 2,5 \cdot 7p_0 V_0) = \frac{3}{2} \cdot 7p_0 V_0 \cdot \frac{3}{2} \\ &= \frac{7 \cdot 9}{4} p_0 V_0 = \frac{63}{4} p_0 V_0 \end{aligned}$$

$$|1-2,5| = -1,5 = \frac{3}{2}$$

$$\frac{(\Delta U_{23})}{A} = \frac{63}{4} \cdot \frac{4}{9} = \boxed{7}$$

$$\frac{13 \cdot 3}{2 \cdot 2} = \frac{39}{4}$$

$$2) \quad 4p_0 \cdot 4V_0 = \lambda R T_1.$$

$$p \cdot V = \lambda R T.$$

$$f(V) = V \left( 6p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V \right) =$$

$$(p \cdot V) \rightarrow \max$$

$$= 6p_0 \cdot V - \frac{p_0}{2V_0} \cdot V^2$$

$$\cancel{p} = k V + \delta$$

$$p = -\frac{p_0}{2V_0} V + 6p_0.$$

$$f'(V) = 6p_0 - \frac{p_0}{V_0} V = 0$$

$$6p_0 = p_0 \frac{V}{V_0} \Rightarrow V_m = 6V_0.$$

$$P_m = 3p_0$$

$$18p_0 V_0 = \lambda R T_m \Rightarrow T_m = 18 \frac{p_0 V_0}{\lambda R}$$

$$\frac{T_m}{T_1} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8} = \boxed{1,125}$$

$$T_1 = 16 \frac{p_0 V_0}{\lambda R}$$



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 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!

$$3) A = -4 \rho_0 V_0$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} (15 \rho_0 V_0 - 12 \rho_0 V_0) = 12 \rho_0 V_0$$

$$Q_+ = \frac{16}{15} \rho_0 V_0$$

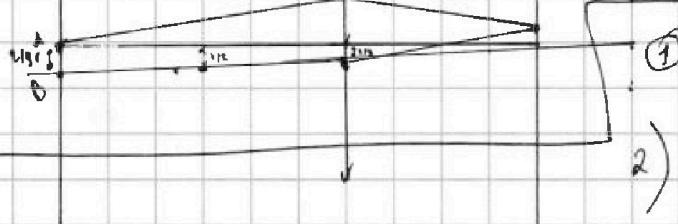
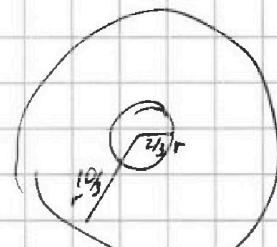
$$A = -3,5 \rho_0 V_0$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} (45 - 16) \rho_0 V_0 = -1,5 \rho_0 V_0$$

$$\frac{3V}{r} = \frac{3V}{AB}$$

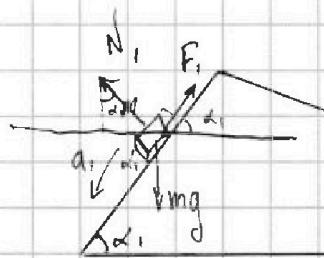
$$AB = \frac{2}{3} \pi r$$

стенка



1)

2)



$$1) m a_1 \geq mg \sin \alpha_1 = F_1$$

$$m \frac{5}{13} g \geq mg \frac{3}{5} \Rightarrow F_1$$

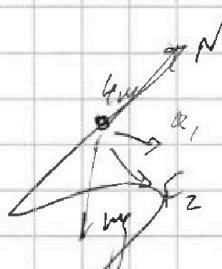
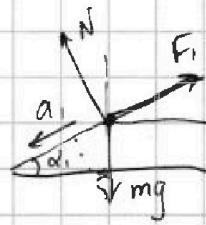
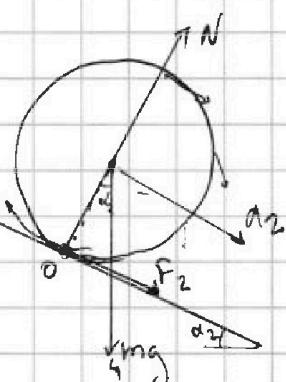
$$F_1 = \frac{26}{65} mg$$

$$\frac{5}{13} + \frac{3}{5} = \frac{25+39}{65} = \frac{64}{65}$$

$$F_1 = \left( \frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) mg = \left( \frac{39-25}{65} \right) mg = \frac{14}{65} mg$$

$$4ma_2 = E_2 + 4mg \frac{5}{13}$$

$$F_2 = 4mg \frac{5}{13}$$



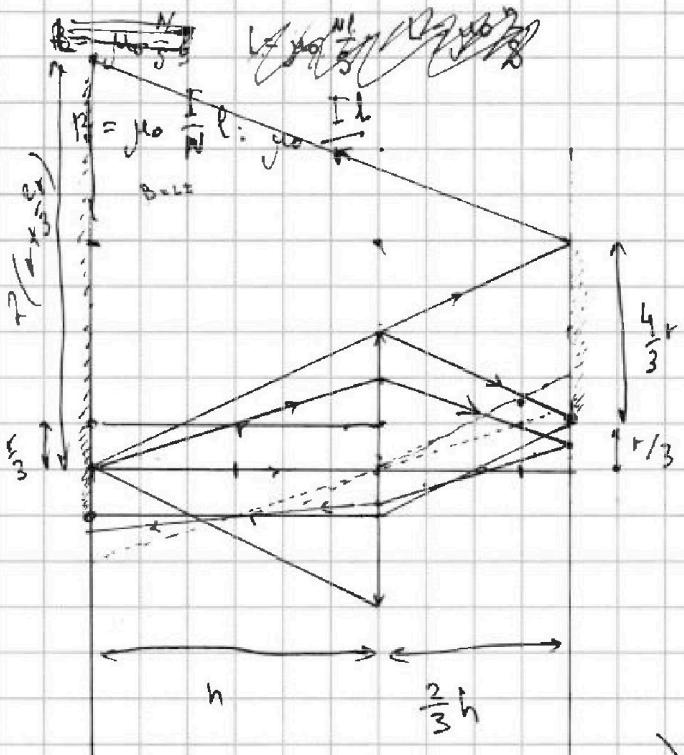


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

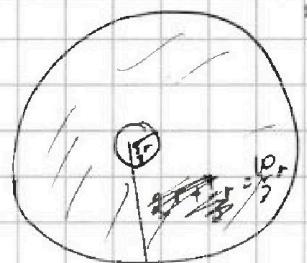
- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------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

СТРАНИЦА  
ИЗ

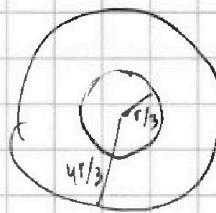
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач шумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



на стекле:



на зеркале: зеркале:



1) ~~найдем~~ ED

$$\frac{h}{r} = \frac{5}{3} \frac{h}{ED} \Rightarrow ED = \frac{5}{3} r$$

$$AF = \frac{10}{3} r.$$

2) Преломление.

2.1) AC  $\rightarrow$  BA', причем  $AA' = \frac{2}{3} r$

AA' - несвещенная область.

$$\Gamma = \frac{f}{d}$$

1. хранение без линз
2. хранение, линзы
3. использует все оптические

