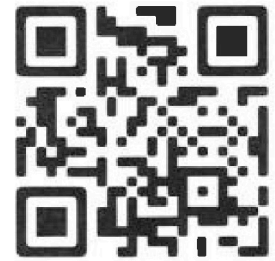




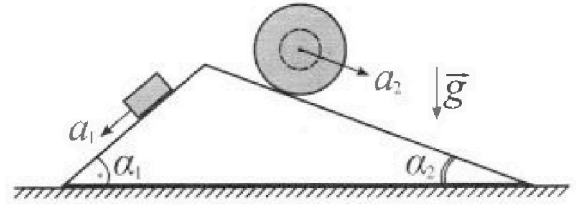
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок 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 α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 8/17$, $\cos \alpha_2 = 15/17$).



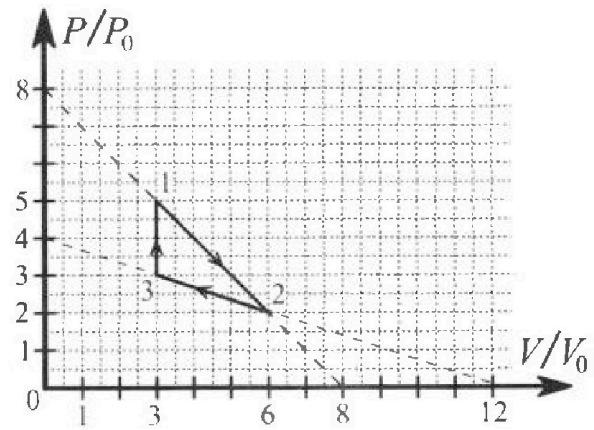
Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

- 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.

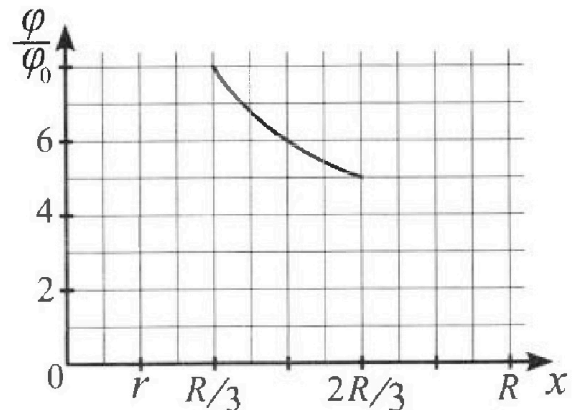
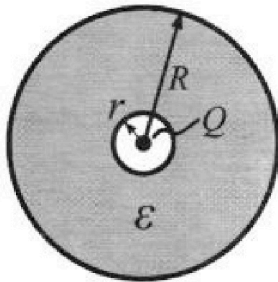
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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

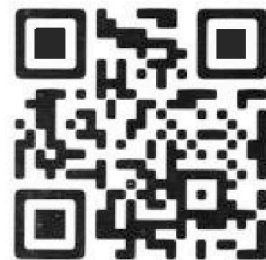
- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = 3R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .





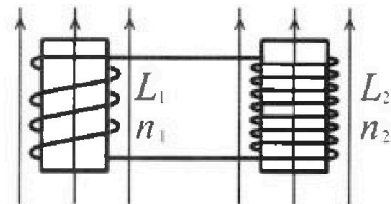
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-02



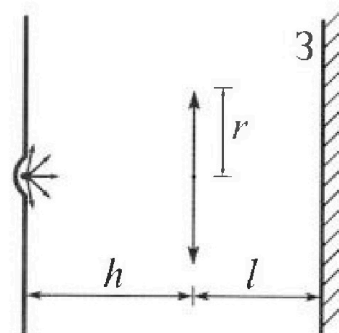
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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 изменялись 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 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



- 1) Найдите площадь неосвещенной части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

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

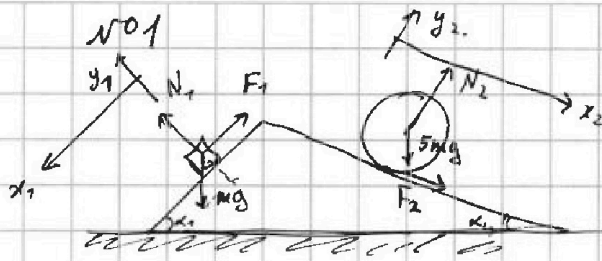


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 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!



Направим оси x_1, y_1, x_2, y_2 вдоль и перпенд. к α_1 и α_2 (см. рис)

- 1) И.к. клин неподвижен, то его с.о. инерциальна. Запишем II з. Ньютона в проекции на ось x_1 для бруска:
- $$mg \sin \alpha_1 - F_1 = m a_1$$
- $$mg \cos \alpha_1 = N_1$$
- $$N_1 = \frac{4}{5} mg$$

$$F_1 = mg \sin \alpha_1 - m a_1 = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{2}{17} \right) = \frac{16}{85} mg$$

- 2) Запишем II з. Ньютона в проекции на ось y_2 для шара:

$$5mg \sin \alpha_2 + F_2 = 5m a_2$$

$$5mg \cos \alpha_2 = N_2$$

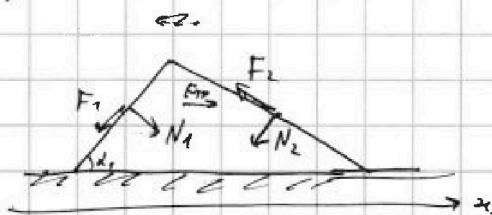
$$N_2 = \frac{15.5}{17} mg$$

$$F_2 = 5m a_2 - 5mg \sin \alpha_2 = 5mg \left(\frac{8}{25} - \frac{8}{17} \right) = mg \left(\frac{8}{5} - \frac{40}{17} \right)$$

для вращения шара $\sum \dot{\omega} = \sum M_{\text{внеш. сил.}}$; $5m a_2 \cdot \frac{a_2}{2} = F_2 \cdot 2$
(\sum - момент инерции шара) (т.к. mg проходит через с.м. шара, моменты равному F_2)

$$F_2 = 5m a_2 = \frac{8}{5} mg$$

- 3) По III з. Ньютона на клин действуют силы, равная по модулю и противоположна по направлению N и $F_{\text{тр}}$, т.е. клин неподвижен и II з. Ньютона \Rightarrow



$$\Rightarrow |\vec{F}_{\text{тр}}| = F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 =$$

$$= mg \cdot \left(\frac{16}{85} \cdot \frac{4}{5} + \frac{8}{5} \cdot \frac{15}{17} - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} + \frac{75}{17} \cdot \frac{8}{17} \right) = \frac{mg}{17^2 \cdot 5^2} \cdot (17 \cdot 64 + 600 - 204 + 75 \cdot 8 \cdot 25 -$$

$$- 17^2 \cdot 12 + 75 \cdot 8 \cdot 25) = \frac{mg}{17^2 \cdot 5^2} \cdot (17 \cdot (64 + 600 - 204) + 75 \cdot 8 \cdot 25) =$$



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!

$$= \frac{\text{mg}}{17^2 \cdot 5^2} (17 \cdot 460 + 75 \cdot 82 \cdot 25) = \frac{\text{mg}}{17^2 \cdot 5^2} (17 \cdot 92 + 75 \cdot 40) =$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 92 \\ \hline 116 \\ + 34 \\ \hline 1564 \end{array}$$

$$75 \cdot 40 = 3000$$

$$= \frac{\text{mg} \cdot 4564}{17^2 \cdot 5}$$

Ответ: 1) $F_1 = \frac{16}{85} \text{ mg}$

2) $F_2 = \frac{8 \text{ mg}}{5}$

3) $F_3 = \frac{4564}{17^2 \cdot 5} \text{ mg}$



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.

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!

№2

$$1) \Delta U_{31} = \frac{3}{2} (p_1 V_1 - p_3 V_3) = \frac{3}{2} p_0 V_0 \cdot (15 - 9) = 9 p_0 V_0$$

$$A_{231} = (5p_0 - 3p_0) \cdot (6V_0 - 3V_0) \cdot \frac{1}{2} = 3 p_0 V_0$$

↑
конец цикла цикл-1 и 2

$$\frac{\Delta U_{31}}{A_{231}} = \underline{\underline{3}}$$

$$2) \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{(pV)_{\max}}{p_2 V_2}$$

Ищем $\frac{p}{p_0} = n$. Тогда $\frac{V}{V_0} = 8 - n \Rightarrow \frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{p_0 V_0 \cdot n(8-n)_{\max}}{p_0 V_0 \cdot 12} = \frac{n_{\max}(8-n_{\max})}{12}$

$n(8-n) = 8n - n^2$ ~ максимален когда $8 - 2n = 0$, т.е. $n = 4$ max.

$$\left\{ \begin{aligned} n(8-n) &= 8n - n^2 \\ (n(8-n))' &= 8 - 2n \end{aligned} \right. \quad \frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{16}{12} = \underline{\underline{\frac{4}{3}}}$$

$$3) \eta = \frac{A_{231}}{Q_+} \quad ; \quad A_{231} = 3 p_0 V_0$$

$Q_+ = \Delta U + A$ по II зак. термодинамики.

т.е. $A_{31} = 0$, $Q_{31} = \Delta U_{31} = 9 p_0 V_0$ (исп. н. 1) > 0

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2} \cdot (\cancel{15 p_0 V_0} + p_2 V_2 - p_1 V_1) + A_{12} = \frac{3}{2} \cdot (12 p_0 V_0 - 15 p_0 V_0) +$$

$$+ 3 V_0 \cdot \frac{2 p_0 + 5 p_0}{2} = \left(-\frac{9}{2} + \frac{21}{2} \right) p_0 V_0 = 6 p_0 V_0 > 0$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2} \cdot (9 p_0 V_0 - 12 p_0 V_0) - \frac{3 V_0 \cdot (3 p_0 + 2 p_0)}{2} < 0$$

$$Q_+ = Q_{12} + Q_{31} = 15 p_0 V_0, \quad A_{231} = 3 p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A_{231}}{Q_+} = \underline{\underline{\frac{1}{5}}}$$

Ответ: 1) 3
2) $\frac{4}{3}$
3) $\frac{1}{5}$



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
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!

№3

$$1) \quad \cancel{E} = -\frac{d\varphi}{dx}$$

вне грав. на расст. x от точечного заряда $E = \frac{kQ}{x^2}$

внутри грав. $E = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$

$$\varphi = \int_{\infty}^R -\frac{kQ}{x^2} dx + \int_R^{x_0} -\frac{kQ}{\epsilon x^2} dx = \frac{kQ}{x} \Big|_{\infty}^R + \frac{kQ}{\epsilon x} \Big|_R^{x_0} =$$

$$= \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon x_0} - \frac{kQ}{\epsilon R} \quad (x)$$

$$\text{При } x_0 = \frac{3R}{4} \quad \varphi = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{4kQ}{3\epsilon R} = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{3\epsilon R} =$$

$$= \frac{kQ \cdot (3\epsilon + 1)}{3\epsilon R}$$

$$2) \quad \text{из формулы } (\varphi) \Rightarrow \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{kQ}{R} + \frac{3kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{\epsilon R} = \frac{kQ}{R} \cdot \left(1 + \frac{2}{\epsilon}\right)$$

$$\varphi\left(\frac{R}{2}\right) = \frac{kQ}{R} + \frac{2kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{\epsilon R} = \frac{kQ}{R} \cdot \left(1 + \frac{1}{\epsilon}\right)$$

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

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 8\varphi_0, \quad \varphi\left(\frac{R}{2}\right) = 6\varphi_0, \quad \varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = 5\varphi_0 \quad \text{из } \varphi \cdot m \Rightarrow \begin{cases} \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{\varphi\left(\frac{R}{2}\right)}{6} \\ \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{\varphi\left(\frac{2R}{3}\right)}{5} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 6\left(1 + \frac{2}{\epsilon}\right) = 8\left(1 + \frac{1}{\epsilon}\right) \\ 5\left(1 + \frac{2}{\epsilon}\right) = 8\left(1 + \frac{1}{2\epsilon}\right) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{4}{\epsilon} = 2 \\ \frac{6}{\epsilon} = 3 \end{cases} \Rightarrow \underline{\underline{\epsilon = 2}}$$

$$\text{Ответ: } 1) \quad \varphi\left(\frac{3R}{4}\right) = \frac{kQ(3\epsilon + 1)}{3\epsilon R}$$

$$2) \quad \epsilon = 2$$



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.

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!

№4

$$1) \quad \mathcal{E} = - \frac{d\Phi_1}{dt} = - n_1 \cdot S \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} = n_1 S \alpha = n S \alpha$$

По правилу Кирхгофа $\mathcal{E} = L_1 \dot{I} + L_2 \dot{I} = 10 L \dot{I}$

$$n S \alpha = 10 L \dot{I} \quad ; \quad \dot{I} = \underline{\underline{\frac{n S \alpha}{10 L}}}$$

2) Рассм. малый промежуток времени Δt , за который B_1 изменяется на ΔB_1 , B_2 - на ΔB_2 .

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi_1}{dt} - \frac{d\Phi_2}{dt} = - n_1 \cdot \frac{d B_1}{dt} \cdot S - n_2 \cdot \frac{d B_2}{dt} \cdot S = - \frac{n S}{dt} \cdot (d B_1 + 3 \cdot d B_2)$$

По правилу Кирхгофа $\mathcal{E} = L_1 \dot{I}_1 + L_2 \dot{I}_2 = 10 L \frac{dI}{dt}$

$$- \frac{n S}{dt} \cdot (d B_1 + 3 d B_2) = 10 L \frac{dI}{dt}$$

$$- n S \cdot (d B_1 + 3 d B_2) = 10 L dI$$

Если мы проинтегрируем малые промежутки времени (неважно, что B_1 и B_2 изменяются неравномерно), получим:

$$- n S \cdot \left(\frac{2 B_0}{3} - B_0 + 3 \left(\frac{B_0}{12} - \frac{B_0}{3} \right) \right) = 10 L \cdot I \quad (\text{считаем начальными ток } I(0) = 0.)$$

$$n S \cdot \left(\frac{B_0}{3} + 3 \cdot \frac{B_0}{4} \right) = 10 L I$$

$$\frac{13 B_0 n S}{12} = 10 L I \quad ; \quad I = \underline{\underline{\frac{13 B_0 n S}{120 L}}}$$

Ответ: 1) $\dot{I} = \frac{n S \alpha}{10 L}$

2) $I = \frac{13 B_0 n S}{120 L}$

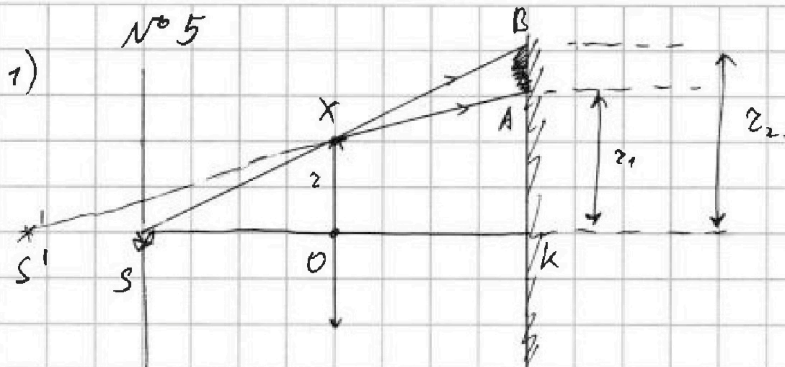


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

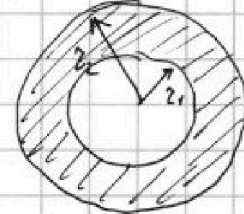
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!



зеркало:



Неосвещенное зеркало возникает из-за разности высот крайнего луча, попавшего в линзу, и не попавшего (см. рис.)

Из подобия $\triangle SOX$ и $\triangle SKB \Rightarrow \frac{z}{h} = \frac{z_2}{h+l}; z_2 = \frac{z \cdot (h+l)}{h} = 2z$

Найдем расст. OS' по формуле линз: $\frac{1}{OS} - \frac{1}{OS'} = \frac{1}{F}$

$\frac{1}{h} - \frac{1}{OS'} = \frac{1}{2h}; OS' = 2h$

(перед $\frac{1}{OS'}$ ставим минус, т.к.

изображ-ие S' в зоне слева от линзы, как и S)

$\triangle S'OX \sim \triangle S'OA \Rightarrow$

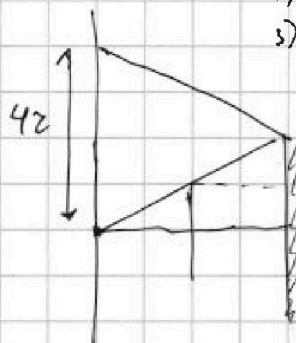
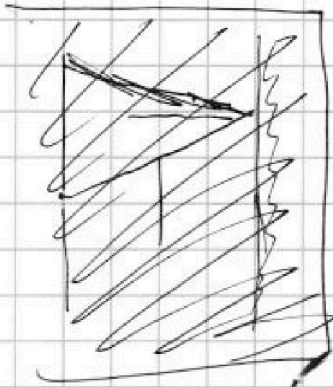
$\Rightarrow \frac{z}{2h} = \frac{z_1}{2h+l}; z_1 = \frac{z}{2} \cdot 2$

$S_{\text{лин.}} = \pi z_2^2 - \pi z_1^2 = \pi z^2 \cdot \left(4 - \frac{1}{4}\right) = \frac{7\pi z^2}{4} = \underline{\underline{\frac{7z^2}{4} \pi}}$

2) В стену придет 3 типа лучей: 1) линза - зеркало - стена

2) линза - линза - зеркало - стена

3) линза - линза - зеркало - линза - стена.



лучи 5 типа припадают на высоте $4z$ и выше.

(т.к. $h=l, z_2=2z$, после зеркала $2z \cdot 2 = 4z$)

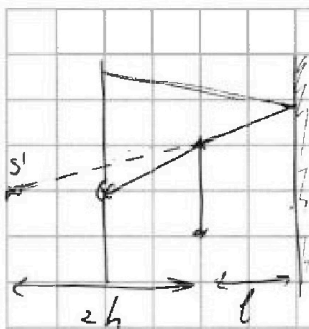


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

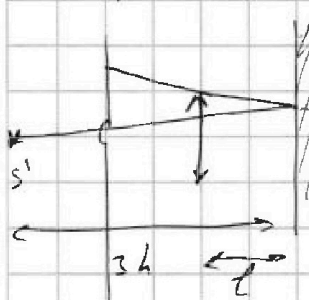
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



максимальная высота лучей 2 типа:

$$2 \cdot \frac{3h}{2h} + 2 \cdot \frac{h+l}{2h} = \frac{3}{2} \cdot 2 + 2 = \frac{5}{2} \cdot 2 = 5 < 42$$

Первое темное пятно радиусом от $2,5 \cdot 2$ до 42 .



Миним. высота лучей 2 типа:

~~$2 \cdot \frac{3h+l-h}{3h+l}$~~

$$2 \cdot \frac{3h+l-h}{3h+l} = \frac{5}{4} \cdot 2$$

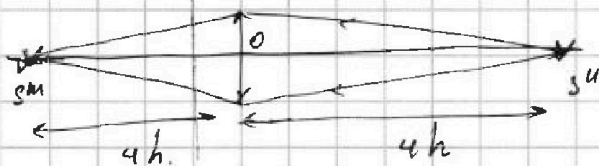
(можно считать, что лучи отражаются в зеркале - это лучи, идущие от S'' - образ-ис S' в зеркале)

Максимальная высота лучей 3 типа определяется, если их рассмотреть исходя из S'' в центре - S'''

$$\frac{1}{4h} + \frac{1}{OS'''} = \frac{1}{F}$$

$$OS''' = \frac{4}{3}h$$

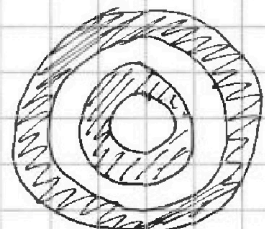
Средняя пропускная на радиус $3h$ от S'''



Значит, миним. высота S''' лучей: $2 \cdot \frac{3h}{4h} = \frac{3}{2}$

то есть второе темное пятно радиусом от $\frac{3}{4} \cdot 2$ до $\frac{5}{4} \cdot 2$.

Миним. высота 3 типа лучей - 0.



Итого $S_{\text{ит.}} = \pi \cdot 2^2 \left(4^2 - 9 \left(\frac{5}{2} \right)^2 + \left(\frac{5}{4} \right)^2 - \left(\frac{3}{4} \right)^2 \right) =$

$$= \pi \cdot 2^2 \cdot (16 - 6,25 + 1) = \pi \cdot \frac{43 \cdot 2^2}{4} = \frac{43 \cdot 2^2}{4} \pi$$

Ответ: 1) $\frac{7 \cdot 2^2}{4} \pi$ 2) $\frac{43 \cdot 2^2}{4} \pi$

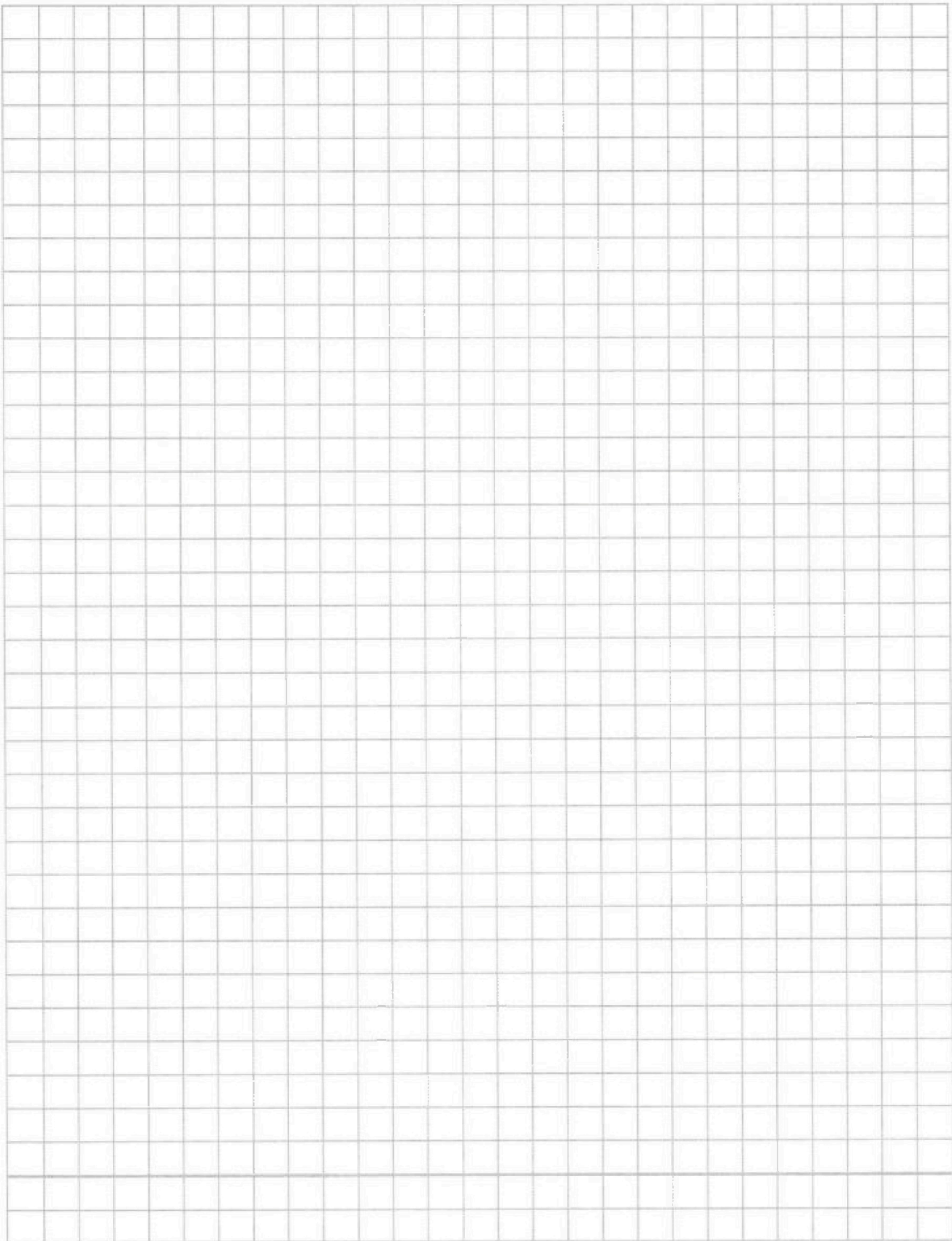


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



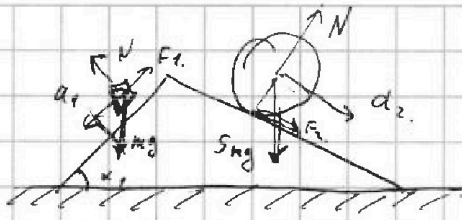


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

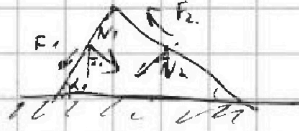
1 2 3 4 5 6 7

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!



$$J \dot{\omega} = F_2 \cdot R \quad m R^2 \cdot \frac{a_2}{2}$$



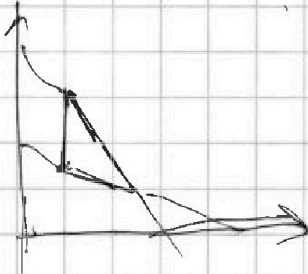
$$mg \cos \alpha$$

$$N_1 = mg \cos \alpha$$

$$mg \sin \alpha_1 - F_1 = m a_1$$

$$5mg \sin \alpha_2 + F_2 = m a_2$$

$$F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 + N_2 \sin \alpha_2 = V_2 \sin \alpha_2$$

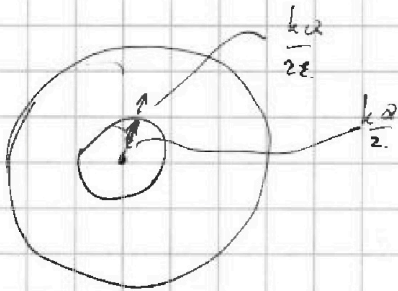


$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} (p_1 V_1 - p_3 V_3) = \frac{3}{2} \cdot p_0 \cdot 6 p_0 V_0$$

$$A = 9 p_0 V_0$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} = 9 p_0 V_0 \quad ; \quad Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} =$$

$$= -3 p_0 V_0 \cdot \frac{3}{2}$$



$$\int_0^R \frac{kQ}{x^2} dx + \int_R^{2R} \frac{kQ}{x^2} dx = -\frac{kQ}{x} \Big|_0^R +$$

$$-\frac{kQ}{x} \Big|_R^{2R} = 0 - \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{2R} - \frac{4kQ}{2R} =$$

$$0 - \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{2R} - \frac{kQ}{2R} = -\frac{kQ}{2R} - \frac{kQ}{2R}$$

$$\frac{kQ}{2R} - \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{2 \cdot \frac{R}{3}} = 8\%$$

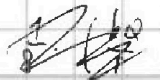
$$\frac{kQ}{2R} - \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{2 \cdot \frac{R}{2}} = 6\%$$

$$\frac{kQ}{2R} - \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{2 \cdot \frac{R}{5}} = 5\%$$

$$\left. \begin{aligned} -\frac{kQ}{R} - \frac{2kQ}{2R} &= 8\% \\ -\frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{2R} &= 6\% \\ -\frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{2 \cdot 2R} &= 5\% \end{aligned} \right\}$$

$$-\frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{2R} = 6\%$$

$$-\frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{2 \cdot 2R} = 5\%$$



$$\frac{1}{8} \cdot \left(1 + \frac{2}{\epsilon}\right) = \frac{1}{6} \cdot \left(1 + \frac{1}{\epsilon}\right)$$

$$\frac{1}{4\epsilon} - \frac{1}{6\epsilon} = \frac{1}{24}$$

$$\frac{1}{8} \cdot \left(1 + \frac{2}{\epsilon}\right) = \frac{1}{5} \cdot \left(1 + \frac{1}{2\epsilon}\right)$$

$$\frac{1}{4\epsilon} - \frac{1}{10\epsilon} = \frac{3}{10}$$

$$2\epsilon = 1$$

$$6\epsilon = 3$$

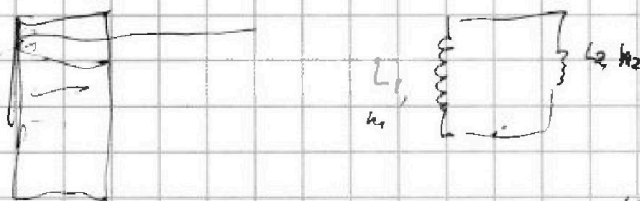


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

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!



$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} = n_1 \cdot \dot{\alpha} \cdot S = n_1 \dot{\alpha} S$$

$$\mathcal{E} = L_1 \dot{I} = L_2 \dot{I} = \dot{I} \cdot 10L$$

$$\mathcal{E}_1 = n_1 \dot{\alpha}_1 S = n_1 \dot{\alpha}_1 S$$

$$\mathcal{E}_2 = n_2 \dot{\alpha}_2 S = 3n_2 \dot{\alpha}_2 S$$

$$L_1 \dot{I} + L_2 \dot{I} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2$$

$$10L \dot{I} = nS \cdot (\dot{\alpha}_1 + 3\dot{\alpha}_2)$$

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

$$10L I = nS \cdot \left(-\frac{B_0}{3} - \frac{3B_0}{4} \right)$$

$$I = \frac{nS}{10L} \cdot \frac{13B_0}{12}$$

$$\frac{2 \cdot (l+h)}{h} = 2 \cdot \left(1 + \frac{l}{h} \right)$$

$$e \cdot \frac{(l+2h)}{2h} = 2 \cdot \left(1 + \frac{l}{2h} \right)$$

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{2h} = \frac{1}{2l}$$

$$\pi z^2 \cdot \left(\left(1 + \frac{l}{h} \right)^2 - \left(1 + \frac{l}{2h} \right)^2 \right)$$

$$4z^2 \cdot \frac{1}{2h} \cdot \left(2 + \frac{3l}{2h} \right)$$

$$= 4z^2 \cdot \frac{l(4h+3l)}{4h^2}$$

