



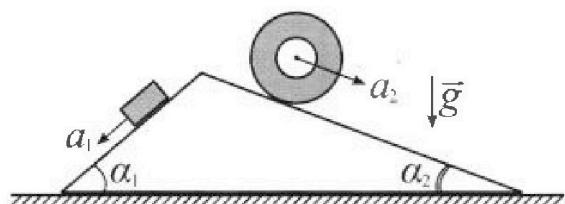
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024



Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту $\alpha_1 (\sin \alpha_1 = 3/5, \cos \alpha_1 = 4/5)$ и $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 5/13, \cos \alpha_2 = 12/13)$. Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

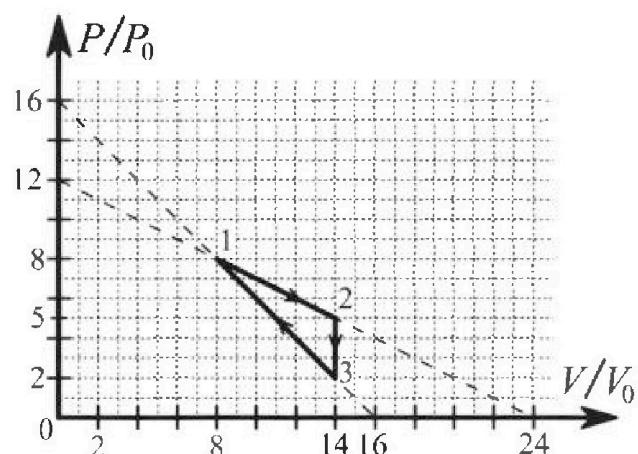


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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

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

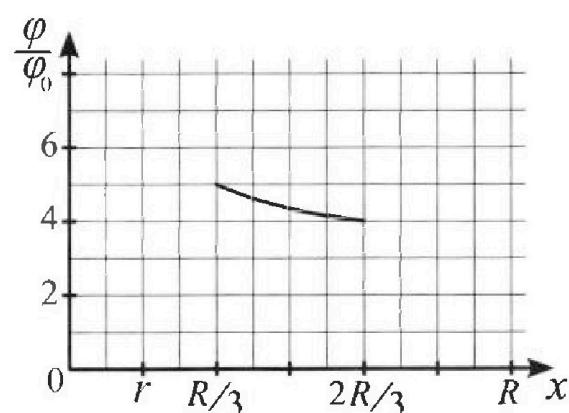
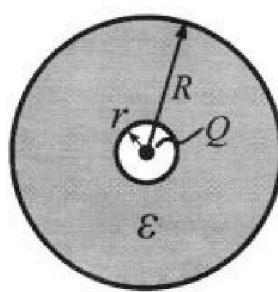
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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

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



Олимпиада «Физтех» по физике,

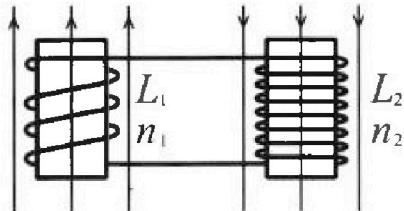
февраль 2024

Вариант 11-03



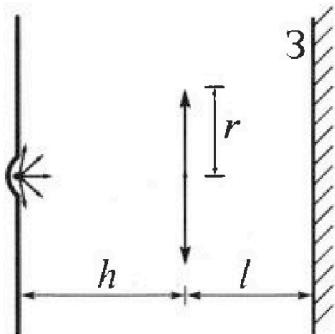
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $3B_0$ до $9B_0/4$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменились неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 5$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ расположено параллельно стене плоское зеркало З. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

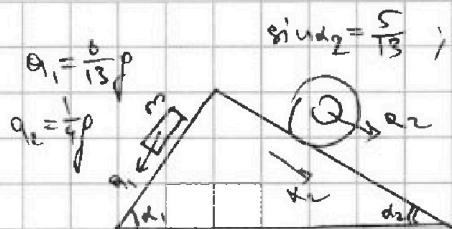
Ответы дайте в $[\text{см}^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

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.

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

СТРАНИЦА
1 из 2

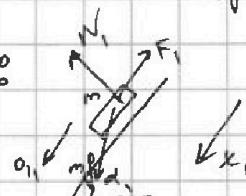
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\sin \alpha_1 = \frac{5}{13} ; \sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$$

Рассмотрим силы, действ. на

Брусков:



Запишем 2 з.Н. на ось x_1: $m \rho \sin \alpha_1 - F_1 = m a_1$

$$F_1 = m (\rho \sin \alpha_1 - \mu_1) = m \left(\frac{3}{5} \rho - \frac{6}{13} \rho \right) = \frac{9}{65} m \rho$$

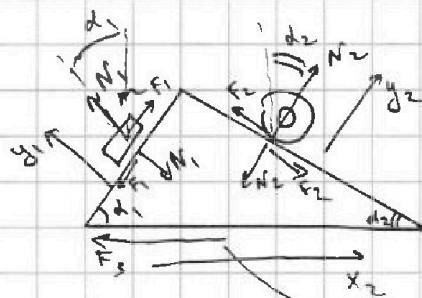
Чилиндр скатывается без проскальзывания \Rightarrow

$\rightarrow \omega_{\text{нижн.чил}} = 0$. Используем Теорему о рвн.чил:

$$\text{Ocb. } x_1: 2m \rho \sin \alpha_1 - F_2 = 2m a_2$$

$$F_2 = 2m (\rho \sin \alpha_1 - \mu_1) = \frac{7}{26} m \rho$$

Рассмотрим силы, действующие на конус:



Ось y_2 для чилиндра:

$$2 \text{ з.Н.: } N_2 - 2m \rho \cos \alpha_2 = 0$$

$$N_2 = 2m \rho \cos \alpha_2$$

Ось y_1 для бруска:

$$2 \text{ з.Н.: } N_1 - m \rho \cos \alpha_1 = 0$$

$$N_1 = m \rho \cos \alpha_1$$

Возьмем любое направление F_3. Если
после преобразований, то получится
отрицательное, то есть направл. противоположно
выводимому

Ось x_2 для конуса:

$$2 \text{ з.Н.: } -F_3 + N_1 \sin \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 = M_{\text{кн}} \cdot 0 = 0$$

см. стр. 2



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

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

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!

$$F_3 = mp \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} + \frac{7}{26} mp \cdot \frac{12}{13} - \frac{9}{65} mp \cdot \frac{4}{5} - 2mp \cdot \frac{12}{13} \cdot \frac{5}{13} = -\frac{6}{65} mp$$

Значит, F_3 напр. в фрикционную стяжку. $F_3 = \frac{6}{65} mp$

Ошибки: 1) $F_1 = \frac{9}{65} mp$; 2) $F_2 = \frac{7}{26} mp$; 3) $F_3 = \frac{6}{65} mp$

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

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

СТРАНИЦА
1 из 2

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

$$1) \text{ из графика } |\Delta U_{12}| = \frac{3}{2} |14V_0 + 5p_0 - 8p_0 \cdot 8V_0| = 6p_0 V_0 \cdot \frac{3}{2}$$

$$\Delta \text{энергия} = \Delta U = \frac{1}{2} \cdot 3p_0 \cdot 6V_0 = 9p_0 V_0$$

$$\frac{|\Delta U_{12}|}{\Delta \text{энергия}} = \cancel{1}$$

2) Исследуем процесс 1-2. Сначала составим

$$pV - \text{е зависимость } p(V) \Rightarrow p = 12p_0 - \frac{p_0}{2V_0} \cdot V$$

$$pV = \text{const} \Rightarrow T = \frac{1}{\lambda R} \cdot pV$$

$$T(V) = \frac{1}{\lambda R} \cdot (12p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V) V$$

Исследуем ϕ -то $T(V)$ на максимум:

$$T'(V) = \frac{12p_0}{\lambda R} - \frac{p_0}{V_0 \lambda R} V$$

Приравняв к нулю получим $V = 12V_0$ — объем, при котором достигается максимальная температура. $\rightarrow p = 12p_0 - \frac{p_0}{2V_0} \cdot 12V_0 = 6p_0$

$$T_{\max} = \frac{1}{\lambda R} \cdot 12V_0 \cdot 6p_0 = \frac{72p_0 V_0}{\lambda R}$$

$$\text{составим 3: } 14V_0 \cdot 2p_0 = \lambda R T_3 \Rightarrow T_3 = \frac{28p_0 V_0}{\lambda R}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{72}{28} = \frac{36}{14} = \frac{18}{7}$$

3) Исследуем процесс 1-2 на касание ~~его~~ его границы

точек, где изменяется то, что ~~то~~ темпера-

туре меняется с ~~когда~~ температуре на фазовую, на температуру

конденсации.

См. стр. 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
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!

Чтобы найти токи касания арабаты, решим
 $\delta Q=0$ в этом торке: $\delta Q - \delta A + \delta U = \frac{3}{2} \delta (VRT) =$
 $= \frac{3}{2} \delta pV + \frac{3}{2} \delta Vp$; $\delta A = p\delta V$. Получаем:

$$\frac{3}{2} p\delta V = -\frac{3}{2} \delta Vp \Rightarrow \frac{\delta p}{\delta V} = -\frac{3}{3} \frac{p}{V}$$

$$\text{В процессе } 1-2: \frac{\delta p}{\delta V} = -\frac{p_0}{2V_0}, \text{ то есть}$$

$$\frac{p_0}{2V_0} = \frac{3}{3} \frac{p}{V} \Rightarrow p = \frac{3}{10} \frac{V}{V_0} p_0. \text{ Достабив бур-е цуска } 1-2:$$

$$\frac{3}{10} \frac{V}{V_0} p_0 = 12p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V$$

$$\frac{3}{10} V = 12V_0 - \frac{V}{2} \Rightarrow V_0 \cdot \frac{4}{5} = 12V_0 \Rightarrow V = 15V_0. \text{ Но } \delta$$

Нашем случае раз не достает такого
объёма, а значит в процессе 1-2 раза
испаряется тепло и есть $Q_{12} = \Delta U_{12} + \frac{\delta p_0 + \delta p_0}{2} \cdot 6V_0 =$

$$= 9p_0 V_0 + 3p_0 V_0 = 48p_0 V_0 \quad Q_1 = \Delta U_{12} + \frac{\delta p_0 + \delta p_0}{2} \cdot 6V_0 = 48p_0 V_0$$



$$\text{Испарим процесс } 1-3: p = 16p_0 - \frac{p_0}{V_0} V$$

$$\text{Аналогично, } \frac{\delta p}{\delta V} = -\frac{5}{3} \frac{p}{V} \Rightarrow \frac{5}{3} \frac{p}{V} = \frac{p_0}{V_0} \Rightarrow p = \frac{3}{5} p_0 \cdot \frac{V}{V_0}$$

$$\frac{3}{5} p_0 \cdot \frac{V}{V_0} = 16p_0 - \frac{p_0}{V_0} V \Rightarrow \frac{8}{5} V = 16V_0 \Rightarrow V = 10V_0.$$

Значит, ~~всего~~ количество тепла $Q_1 = 10V_0$; $Q_2 = \left(\frac{3}{2}(60-28)-\right. - \left.\frac{6+2}{2} \cdot 2\right)p_0 V_0 = 32p_0 V_0$. Тогда, $Q_{12} = Q_1 + Q_2 = 80p_0 V_0$

$$\eta = \frac{Q_{12}}{Q_{12} + Q_{21}} = \frac{9}{80}$$

Ответ: 1) 1; 2) $\frac{18}{7}$; 3) $\frac{9}{80}$

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.



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

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!

~~Впереди некоторые $k_0 = \frac{k}{\epsilon}$ или удачные записи~~

1) ~~Внешний, внутренний~~ Понятно, что на внутренней оболочке диэлектрика, об разующие заряд $-Q$, а на внешней $+Q$. Тогда,

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{x} - \frac{kQ}{\epsilon x} + \frac{kQ}{\epsilon R} \quad \text{если } x > R$$

\uparrow \nwarrow \uparrow \nwarrow

заряд оболочки заряд внутр. оболочки заряд внешн. оболочки

$$\text{Тогда, } \varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{kQ}{R} \left(\frac{6}{5} - \frac{6}{5\epsilon} + \frac{1}{\epsilon}\right) = \frac{kQ}{R} \left(\frac{6}{5} - \frac{1}{5\epsilon}\right),$$

Аналитическая зависимость

$$\text{если } x < R: \varphi(x) = \frac{kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{\epsilon x} + \frac{kQ}{x}$$

$$\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{6kQ}{5R} - \frac{kQ}{\epsilon x}$$

2) Из графика $x = \frac{R}{6}$.

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 5\varphi_0 = \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{3kQ}{R} - \frac{3kQ}{\epsilon R}$$

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

$$\frac{5}{4} = \frac{\frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{3kQ}{R} - \frac{3kQ}{\epsilon R}}{\frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{3kQ}{2R} - \frac{3kQ}{2\epsilon R}} = \frac{\frac{1}{\epsilon} + 3 - \frac{3}{\epsilon}}{\frac{1}{\epsilon} + \frac{3}{2} - \frac{3}{2\epsilon}} = \frac{\frac{3}{2} - \frac{1}{\epsilon}}{\frac{3}{2} - \frac{1}{2\epsilon}}$$

$$5 \cdot \left(\frac{3}{2} - \frac{1}{2\epsilon}\right) = 4 \cdot \left(3 - \frac{3}{\epsilon}\right)$$

$$\frac{15}{2} - \frac{5}{2\epsilon} = 12 - \frac{8}{2\epsilon} \Rightarrow \frac{16-5}{2\epsilon} = \frac{24-16}{2} \Rightarrow \frac{11}{2\epsilon} = \frac{8}{2} \Rightarrow \epsilon = \frac{11}{8}$$

Ответ: 1) $\frac{5R}{6} < r: \varphi = \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{6kQ}{5R} - \frac{kQ}{\epsilon x}, \frac{5R}{6} > r: \varphi = \frac{kQ}{R} \left(\frac{6}{5} - \frac{1}{5\epsilon}\right)$
2) $\epsilon = \frac{11}{8}$



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

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

$$1) \text{ Из закона Фарделя: } \varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(BS')}{dt} = -\alpha S'$$

$$|\varepsilon| = \alpha S' = (b + 16b)\overset{\circ}{J} \Rightarrow \overset{\circ}{J} = \frac{\alpha S'}{17b}$$

т.к. послед. согр.

2) Поток в катушках сохраняется, так как сферы,

а значит, значит то, что изначально поток в

катушках был равен нулю. $B_0 h S' + 3B_0 \cdot 4h S' =$

$$= \frac{B_0}{3} n S' + \frac{9B_0}{4} \cdot 4n S' + 17b \overset{\circ}{J}, \text{ так как } \Phi_{\text{кат}} = L \overset{\circ}{J}.$$

$$13B_0 h S' = \frac{28}{3} B_0 n S' + 17b \overset{\circ}{J} \Leftrightarrow 17b \overset{\circ}{J} = \frac{11}{3} B_0 n S'$$

$$\overset{\circ}{J} = \frac{11 B_0 n S'}{51b}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{dS'}{17b} / 2) \frac{11 B_0 n S'}{51b}$$

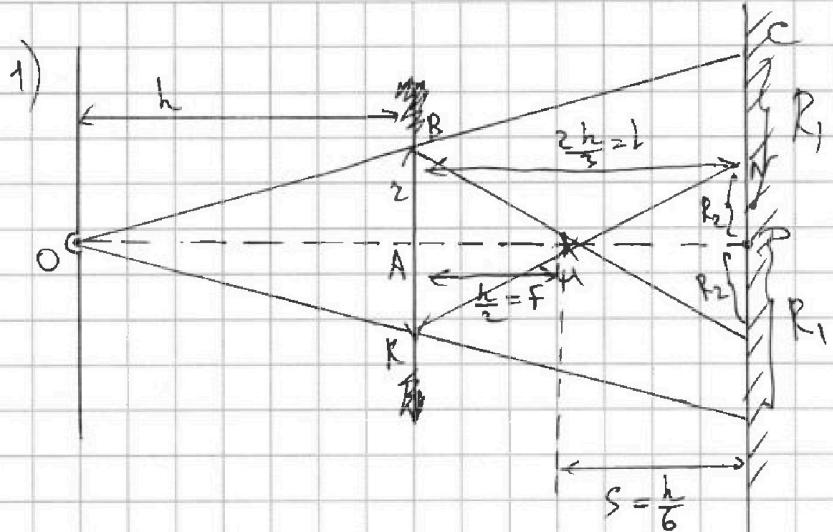


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



Запишем формулу тонкой линзы: $\frac{3}{h} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{h}{2}$

$$S = L - f = \frac{2h}{3} - \frac{h}{2} = \frac{h}{6}$$

Понятно, что свет, падающий на линзу сверху, попадет на зеркало, при этом именно так, что освещение несветодиодной (если не считать пока что фонарик линзы) только

однократно размытое R_1 . Из подобия $\triangle OAB \sim \triangle ODC$:

$$\frac{\frac{h}{2}}{\frac{h}{3}} = \frac{h + \frac{2h}{3}}{R_{11}} \Rightarrow R_{11} = 2 \cdot \frac{5}{3}$$

Из подобия $\triangle AKI \sim \triangle BNI$: $\frac{2}{\frac{h}{2}} = \frac{R_2}{\frac{h}{6}} \Rightarrow R_2 = \frac{2}{3}$,

именно такого размытия не будет отраженного света зеркала, которое получается из-за линзы (остальные лучи преломляются под меньшим углом к оптической оси, отбрасывая, попадают в эту оптическую Точка, попадающая несветодиодной линзы)

$$S = \pi(R_1^2 - R_2^2) = \pi \cdot \frac{25}{9} \left(\frac{25}{9} - 1 \right) = \frac{8}{3} \pi \cdot \frac{200}{81} = \frac{200}{27} \pi \text{ см}^2$$



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

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

СТРАНИЦА
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!

Например, луз, проходящий через "краёй" линзы: R_3

$$\text{побольше } \Delta - \text{об: } \frac{\frac{r}{\frac{2h}{3} + \frac{h}{6}} = \frac{R_5}{h + \frac{2h}{3} + \frac{h}{6}}}{} \Rightarrow R_5 = r \cdot \frac{11}{5} < \frac{10}{3} r = R_3,$$

то есть пока что освещенна вся стена, кроме круга радиуса R_5

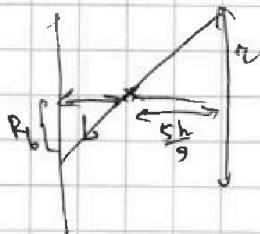
Теперь рассмотрим луз, который проходит через "краёй" линзы

и при этом проимеется в b Ней:

$$\text{по формуле тонкой линзы: } \frac{3}{h} = \frac{1}{\frac{h}{6} + \frac{2h}{3}} + \frac{1}{f_1} \Rightarrow f_1 = \frac{5}{9} h$$

Изобразим это

$$b = h - \frac{5h}{9} = \frac{4h}{9}$$



$$\text{из побольше } \Delta - \text{об: } \frac{\frac{r}{\frac{4h}{9}} = \frac{R_6}{\frac{4h}{9}}}{\frac{4h}{9}} \Rightarrow R_6 = r \cdot \frac{4}{5}$$

$$\text{То есть, } S' = \pi (R_6^2 + R_5^2) = \pi r^2 \cdot \frac{121-16}{25} = \frac{21}{25} \pi r^2 = \\ = 105 \pi \text{ см}^2$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2; 2) 105 \pi \text{ см}^2$$

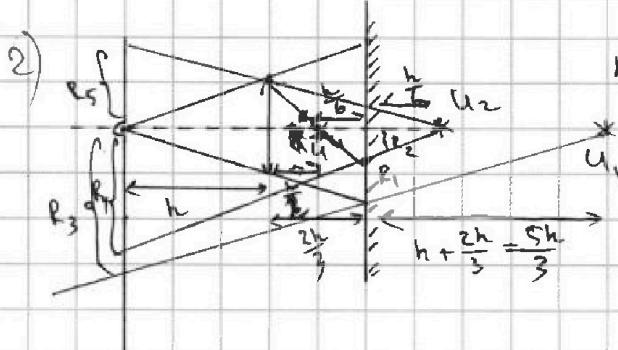


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



то лучи, которые не попадают на линзу формируют в зеркале изображение U_2 , находящееся на расстоянии $h + \frac{2h}{3} = \frac{5h}{3}$ от зеркала.

Из падения треугольников?

$$\frac{R_3}{\frac{5h}{3} \cdot 2} = \frac{R_1}{\frac{5h}{3}} \Rightarrow R_3 = 2R_1 = \frac{10}{3} r$$

то лучи, которые попадают на линзу, формируют в зеркале изображение U_2 , находящееся на расстоянии

$$S = \frac{2h}{3} - \frac{h}{2} = \frac{h}{6} \text{ от зеркала.}$$

Из падения Δ -ов:

$$\frac{R_2}{\frac{h}{6}} = \frac{R_4}{\frac{h}{6} + h + \frac{2h}{3}} \Rightarrow R_4 = R_2 \cdot \frac{\frac{h}{6} + h + \frac{2h}{3}}{\frac{h}{6}} = 11R_2 = \frac{11}{3} r > R_3$$

Значит, пока что не освещённой частью видят се

круг радиусом $R_3 = \frac{10}{3} r$. Но не стоит забывать, что не будет то изображение U_2 будет создавать изображение U_3 в линзе (U_1 не будет, так как лучи идут иначе линзы) Проверим, создает ли U_2

изображение: $\frac{R_2}{\frac{h}{6}} \vee \frac{\frac{2}{3}}{\frac{2h}{3} + \frac{h}{6}}$

$$2 > \frac{6}{5} \Rightarrow \text{лучи, выходящие из зеркала}$$

не падают на линзу, то попадают на линзу, но существуют верх и нижние лучи.

см. стр. 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.

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

СТРАНИЦА
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!

$\frac{3}{n} = \frac{1}{n} + \frac{1}{F} \Rightarrow F = \frac{h}{2}$
 $\frac{1}{F} = \frac{1}{3F} + \frac{1}{F} \Rightarrow F = \frac{3}{2} \cdot \frac{h}{3} = \frac{h}{2}$
 $\frac{6kQ}{x} + \frac{6kQ}{R} + \frac{6kQ}{x} = \varphi$
 $E = -\frac{d\varphi}{dx}$

 $R_1 = 2 \cdot \frac{h + \frac{2h}{3}}{h} = 2 \cdot \frac{5}{3}$
 $\frac{h}{2r} = \frac{h}{6R_2} \Rightarrow R_2 = \frac{2}{3}$
 $S = \pi (R_1^2 - R_2^2) = \pi \cdot \frac{25}{9} \cdot \left(\frac{25}{9} - \frac{1}{9}\right) = \pi \cdot \frac{24}{9} = \frac{24\pi}{9} \pi = \frac{600}{9} \pi = \frac{200}{3} \pi$
 $\frac{11}{\varepsilon} = 9 \quad \varepsilon = \frac{11}{9}$
 $\frac{1}{6} + \frac{2}{3} = \frac{1+6+4}{2} = 11$
 $\frac{6kQ}{5R} - \frac{6kQ}{5\varepsilon R} + \frac{kQ}{\varepsilon R} = \frac{6}{5} \cdot \frac{h}{h \times h} = \frac{6}{5} \cdot \frac{h}{h} = \frac{6}{5}$
 $\frac{hQ}{R} \left(\frac{6}{5} - \frac{6}{5\varepsilon} + \frac{1}{\varepsilon} \right)$
 $\frac{h}{2} \sqrt{\frac{6}{5}}$
 $q(R) = \frac{kQ}{\varepsilon R} + \frac{kQ}{x} - \frac{kQ}{\varepsilon x}$
 $q\left(\frac{R}{3}\right) = 5q_0 = \frac{kQ}{\varepsilon R} + \frac{3kQ}{R} - \frac{3kQ}{\varepsilon R}$
 $q\left(\frac{2R}{3}\right) = 4q_0 = \frac{kQ}{\varepsilon R} + \frac{3kQ}{2R} - \frac{3kQ}{\varepsilon R}$

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

2

$$|\Delta U_{12}| = |14 \cdot 5 - 8 \cdot 8| = 6 p_0 V_0$$

$$\frac{8+5}{2} \cdot b = (8+5) \cdot 3c \\ = 39$$

$$\Delta u_{\text{запча}} = 3p_0 \cdot \frac{1}{2} \cdot 6V_0 = 9p_0 V_0$$

$$\frac{3}{2} (60-28) - \frac{6+2}{2} \cdot 4 = \frac{3}{2} \cdot 32 - 16 = 3 \cdot 16 - 16 = 2 \cdot 16 = 32 \text{ p}_0 \text{ V}_0$$

$$Q_H = 80 p_0 V_0$$

$$Q_x = \frac{3}{2} \cdot 14 V_0 \cdot 3p_0 + \frac{3}{2} \cdot (-14 \cdot 2 + 8 \cdot 8) + 5 \cdot 6 = 30 + 3b \cdot \frac{3}{2} + 63 = 93 + 54 = 97 + 50 = 147 \quad Q_x = 63 + 16 \\ 1 - 2: \quad p = 12p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V \quad ; \quad \frac{dp}{dV} = -\frac{p_0}{2V_0}$$

$$3 \cdot 7 \cdot 3 = \\ = 9 \cdot 7 = 63$$

$$V = 14 V_0 \Rightarrow p = 12p_0 - 2p_0 = 5p_0$$

$$63 + 8 = (7)$$

$$Q_H = \frac{3}{2} (60 + 64) - \frac{8+6}{2} \cdot 2 = \frac{3}{2} \cdot 4 \cdot 14 = 16 \quad \Gamma = \frac{1}{12p_0 - \frac{p_0 V}{2V_0}} V$$

$$12p_0 - \frac{p_0 V}{V_0} = 0 \quad \frac{8}{V} V = 16 \text{ V}_0 \\ V = 10 \text{ V}_0$$

$$\frac{3}{2} \cdot 9 = 14 \cdot 3 = 42$$

$$Q_H = \frac{3}{2} (60 - 28) - \frac{6+2}{2} \cdot 4 =$$

$$V = 12 V_0 \quad p = 6p_0 \quad \frac{3}{2} V = 16 V_0 - V$$

$$\frac{3}{2} \cdot 14 \cdot 3 + \frac{3}{2} (64 - 28) + \frac{1}{2} \frac{p_0 V^2}{V_0} = \frac{3}{2} \cdot 32 - 16 \quad 6 \cdot 12 = 72 \quad ? \\ + \frac{2+8}{2} \cdot 6 = \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V^2 \quad ? \quad \frac{3}{2} \cdot 16 = 24 \quad \frac{V_0 - p_0 V}{p_0 V_0} = 16 \cdot \frac{1}{10} - \frac{p_0}{V_0} V$$

$$1 - 3: \quad p = 16p_0 - \frac{p_0}{V_0} V$$

$$= 3 \cdot 7 \cdot 3 + \frac{3}{2} \cdot 36 + 30$$

$$\frac{12p_0}{12 \cdot (-\frac{p_0}{2V_0})} = 12 V_0$$

$$\frac{p_0}{V_0} = \frac{5}{3} \frac{p}{V}$$

$$97 = 63$$

$$?? \alpha = -\frac{p_0}{2V_0}$$

$$V = \frac{2}{5} p_0 V_0$$

$$?? \alpha = -\frac{p_0}{2V_0}$$

$$\frac{3}{10} + \frac{5}{10} = \frac{8}{10} = \frac{4}{5}$$

$$12p_0 = 16p_0 - \frac{p_0}{V_0} V$$

$$12p_0 = 16p_0 - \frac{p_0}{V_0} V$$
</div

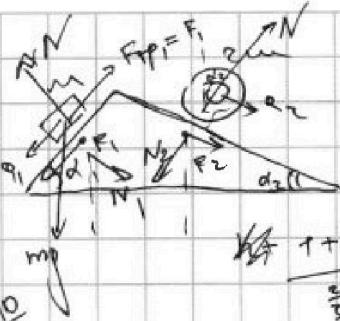


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$a_1 = \frac{6p}{13}; a_2 = \frac{8}{4}$$

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

$$F = \frac{m}{R} \cdot 2\pi R^2$$

$$\frac{1 + \frac{2}{3} + \frac{1}{6}}{\frac{2}{3} + \frac{1}{6}} = \frac{6+4+1}{1+4} = \frac{11}{5} \quad \sin \alpha_2 = \frac{5}{13}$$

$$m p \sin \alpha_1 - \mu m p \cos \alpha_1 = m a_1$$

$$\frac{3}{5} - \frac{6}{13} = \frac{39-30}{5 \cdot 13} = \frac{9}{65}$$

$$F_1$$

$$F_1 = m(p \sin \alpha_1 - a_1) = m \left(\frac{3}{5}p - \frac{6p}{13} \right) =$$

без

нпрск. $\rightarrow v_y = 0$

$$\frac{120}{12-25} = \frac{24}{13-5}$$

$$= \frac{9}{65} \text{ m/s}$$

$$\frac{3}{n} = \frac{1}{5} + \frac{6}{h+4h} = \frac{1}{5} + \frac{6}{5h}$$

$$2 m p \sin \alpha_2 - F_2 = 2 m a_2$$

$$\frac{5}{13}p - \frac{9}{4} =$$

$$\frac{15-6}{5h} = \frac{1}{5h} = \frac{9}{5h} \quad \Rightarrow F_1 = \frac{9}{5}h$$

$$= \frac{5}{13} - \frac{1}{4} = \frac{20-13}{13 \cdot 4} =$$

$$F_2 = 2m(p \sin \alpha_2 - a_2) =$$

$$= \frac{7}{52}$$

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

$$78 = 13 \cdot 6$$

$$\frac{3}{5} - \frac{6}{13} = 6 \left(\frac{1}{10} - \frac{1}{13} \right) = 6 \cdot \frac{3}{130} =$$

$$N_2 = m p \cos \alpha_2 = \frac{12}{13} m p$$

$$120$$

$$= \frac{9}{65}$$

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

$$= \frac{120 \cdot 13 - 36}{13 \cdot 25} - \frac{9 \cdot 8}{169} =$$

$$= \frac{4}{5} m p \cdot \frac{3}{5} - \frac{12}{13} m p \cdot \frac{5}{13} + \frac{7}{26} m p \cdot \frac{12}{13} - \frac{9}{65} m p \cdot \frac{3}{5} =$$

$$= \frac{120}{13 \cdot 25} - \frac{6}{13} =$$

$$= \frac{12}{25} - \frac{60}{169} + \frac{42}{169} - \frac{27}{25 \cdot 13} = \frac{12 \cdot 13 - 27}{25 \cdot 13} - \frac{18}{169} = \frac{29}{25 \cdot 13} - \frac{18}{169} =$$

$$= \frac{24 - 60}{5 \cdot 13} = - \frac{6}{65}$$

$$\frac{105}{25} = \frac{21}{5}$$

$$= \frac{29 \cdot 13 - 18 \cdot 25}{25 \cdot 13^2}$$

$$21 \cdot 25 =$$