

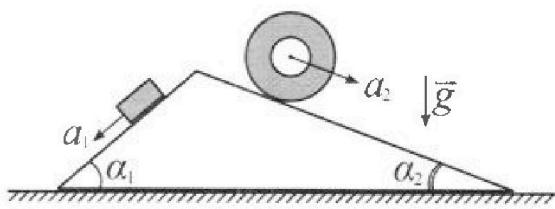
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**



Вариант 11-03

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

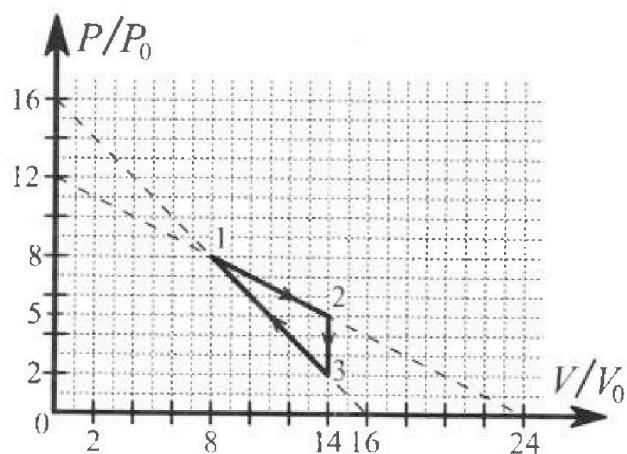
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_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.

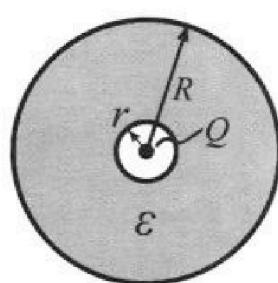
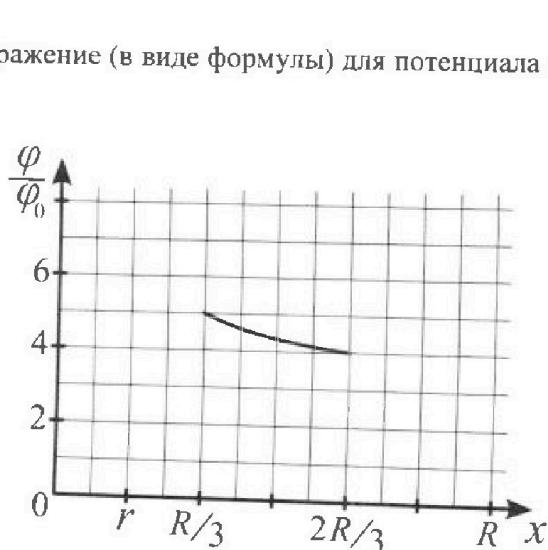
2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость P/P_0 от V/V_0 . Здесь V и P - объем и давление газа, V_0 и P_0 - некоторые неизвестные объем и давление.



- 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.

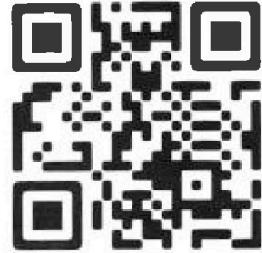
3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала ϕ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. 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 .

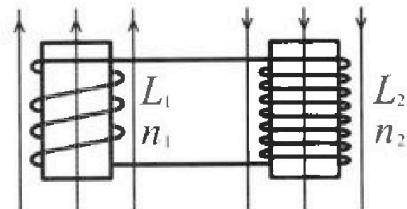
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03



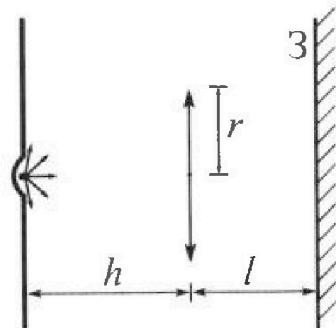
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

1. 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 [см²] в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

I-



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

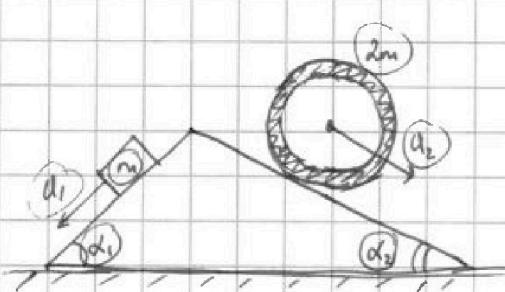
5

6

7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

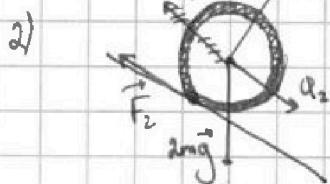
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



1) на брускок действуют силы

mg , N_1 , F_1 . В проекции на "x":

$$\begin{aligned} ma_3 &= mg \sin \alpha_1 - F_1 \Rightarrow \\ F_1 &= mg \left(\sin \alpha_1 - \frac{a_1}{g} \right) \Rightarrow \\ F_1 &= \left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) = \boxed{\frac{9}{65} mg} \end{aligned}$$



В С.О., связ. с ц.м. цилиндра, ускорение его

точек на периферии такое же α_2 , т.к. он вращает-

ся без проскальзывания. При этом момент отн. ц.м. имеет только

$$F_2: \frac{\alpha_2}{R} = \frac{F_2 R}{2mR^2}, \text{ где } R-\text{радиус цилиндра} \Rightarrow F_2 = 2ma_2, \text{ т.е. } \boxed{F_2 = \frac{1}{2} mg}$$

3) силы реакции N_1 и N_2 равны ~~не~~ $mg \cos \alpha_1$ и $2mg \cos \alpha_2$ соотв.

По 3-муз з. Ньютона такие же силы действуют и на клин, причем их проекц. на горизонтальную ось равны $N_1 \sin \alpha_1$ и $N_2 \sin \alpha_2 \Rightarrow$

$$N_1 \sin \alpha_1 + F_3 = N_2 \sin \alpha_2 \Rightarrow F_3 = mg \left(\cancel{- 2 \sin \alpha_2 \cos \alpha_2} - \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 \right) \Rightarrow$$

$$\boxed{F_3 = \left(2 \cdot \frac{5}{13} \cdot \frac{12}{13} - \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} \right) mg = \left(\frac{120}{169} - \frac{12}{25} \right) mg = \boxed{\frac{972}{4225} mg}}$$

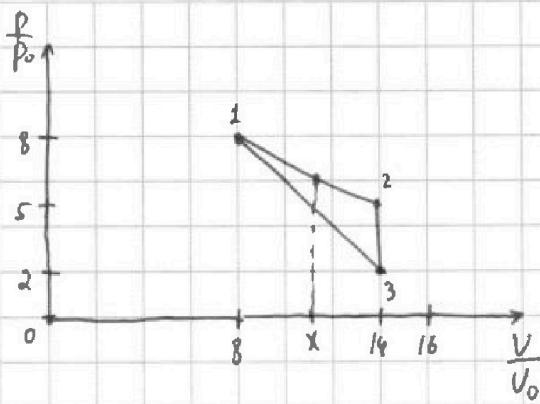


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$1) \Delta U_{12} = \frac{3}{2} VR_0 T_{12} = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = \\ = \frac{3}{2} P_0 V_0 (5 \cdot 14 - 8 \cdot 8) = 6 \cdot \frac{3}{2} P_0 V_0 = 9 P_0 V_0$$

$$\Delta A_{123} = S_{12} = \frac{1}{2} \cdot (P_2 - P_3) \cdot (V_2 - V_1) = \\ = \frac{1}{2} P_0 V_0 (5 - 2)(14 - 8) = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 6 \cdot P_0 V_0 = 9 P_0 V_0 \Rightarrow \\ \frac{|\Delta U_{12}|}{\Delta A_{123}} = \boxed{1}$$

2) Трасса 1-2 проходит по усн. через точки $(0; 12)$ и $(24; 0)$ \Rightarrow задается

$$\text{ур-нием } \frac{P}{P_0} = -\frac{1}{2} \frac{V}{V_0} + 12, \text{ причем } 8 \leq \frac{V}{V_0} \leq 14.] \quad \frac{V}{V_0} = x \Rightarrow$$

$$P_0 = \frac{-x}{2} + 12. \text{ Тогда } T(x) = \frac{P(x) \cdot V(x)}{VR} = \frac{P_0 V_0}{JR} \left(\frac{-x^2}{2} + 12x \right)$$

У многочлены $\frac{-x^2}{2} + 12x$ максимум равен $\frac{-D}{4a} = -\frac{12^2}{4 \cdot \frac{1}{2}} =$

$$= \frac{144}{2} = 72 \Rightarrow T_{12\max} = 72 \frac{P_0 V_0}{JR}$$

$$\text{Две } T_3: \quad T_3 = \frac{P_3 V_3}{JR} = \frac{P_0 V_0}{JR} \cdot 2 \cdot 14 = 28 \frac{P_0 V_0}{JR} \Rightarrow \frac{T_{12\max}}{T_3} = \frac{72}{28} = \boxed{\frac{18}{7}}$$

3) Найдем тепло, подг. в 1-2:

$$Q_1(x) = \Delta U(x) + \Delta A_{123}(x) = \frac{3}{2} (P(x) \cdot V(x) - P_1 V_1) + \frac{1}{2} (P_1 + P_2) (V_2 - V_1) = \\ = \frac{P_0 V_0}{2} \left(3 \cdot \left(\frac{-x}{2} + 12 \right) x - 364 + \left(8 + 12 - \frac{x}{2} \right) (x - 8) \right) = \frac{P_0 V_0}{2} \left(\frac{-3}{2} x^2 + 36x - 102 + 20x - \right. \\ \left. - 160 - \frac{x^2}{2} + 4x \right) = \frac{P_0 V_0}{2} (-2x^2 + 60x - 382) = P_0 V_0 (-x^2 + 30x - 191).$$

Тепло перестанет подводиться при $\frac{dQ}{dx} = 0$, т.е. $-2x + 30 = 0 \Rightarrow$ при $x = 15$.

А т.к. $8 \leq x \leq 14 \Rightarrow$ все тепло в 1-2 подводилось, а в 2-3 ~~не~~ оно выделялось. \Rightarrow Аналогично рассмотрим процесс 3-1:

I-



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!

$$p_0 = -\frac{V}{V_0} + 16 \Rightarrow \text{если } \frac{V}{V_0} = y, \quad p_0 = -y + 16 \Rightarrow$$

$$Q(y) = \Delta U(y) + A_{\text{нуж}}(y) = \frac{3}{2}(p(y)V(y) - p_3 V_3) + \frac{1}{2}(p_3 + p(y)) \cdot (V(y) - V_3) =$$

$$= \frac{p_0 V_0}{2} (3 \cdot (-y + 16)y - 28 \cdot 3 + (y - 14)(2 + y + 16)) = \frac{p_0 V_0}{2} (-3y^2 + 48y - 84 - y^2 + 32y - 14 \cdot 18) =$$

$$= p_0 V_0 (-2y^2 + 40y - 168) \Rightarrow \frac{dQ}{dy} = 0 \text{ при } -4y + 40 = 0, \text{ т.е. при } y = 10.$$

Т.е. го $\frac{V}{V_0} = 10$ тепло подвобилось, а потом оно ^{от}водилось

$$Q_{\text{нуж}} = Q_{12} + Q_{\text{нуж}33}$$

~~$$Q_{\text{нуж}33} = -Q(10)$$~~

$$Q(10) = p_0 V_0 ((-2 \cdot 10^2 + 40 \cdot 10 - 168) -$$

$$- (-2 \cdot 10^2 + 40 \cdot 10 - 168)) = p_0 V_0 (-128 + 320 + 200 - 400) =$$

$$Q_{\text{нуж}33} = Q(10) = p_0 V_0 (-2 \cdot 10^2 + 40 \cdot 10 - 168) = 32 p_0 V_0 \Rightarrow$$

$$Q_{\text{нуж}} = 32 p_0 V_0 + p_0 V_0 (-14^2 + 30 \cdot 14 - 176) = p_0 V_0 (-196 + 420 + 32 - 176) =$$

$$= 60 p_0 V_0 \Rightarrow \boxed{\eta} = \frac{A}{Q_{\text{нуж}}} = \frac{3 p_0 V_0}{60 p_0 V_0} = \frac{3}{60} = \boxed{0,15}$$

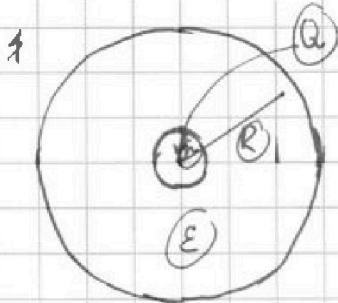


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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) Диэлектрик меняет поле лишь внутри себя, уменьшив его в ϵ раз, а снаружи поле такое же, как и от обычного заряда $Q \Rightarrow$ потенциал поверхности диэлектрика остается таким

$$\text{же } \frac{kQ}{R} \left(\text{здесь } k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right). \text{ Тогда для точек внутри диэлектрика } \varphi(x) = \frac{kQ}{R} + \int_x^R \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{-1}{x} \Big|_x^R = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{R}\right) = \boxed{\frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) + \frac{kQ}{\epsilon \cdot x}}. \text{ При } x = \frac{5}{6}R:$$

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

2) Уг прокрутки ищем, т.к. $\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 5\varphi_0, \varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = 4\varphi_0 \Rightarrow$

$$\begin{cases} \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) + \frac{3kQ}{\epsilon R} = 5\varphi_0 \\ \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) + \frac{3kQ}{2\epsilon R} = 4\varphi_0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 5\varphi_0 = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{2}{\epsilon}\right) \\ 4\varphi_0 = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{1}{2\epsilon}\right) \end{cases} \Rightarrow$$

$$\frac{5}{4} = \frac{1 + \frac{2}{\epsilon}}{1 + \frac{1}{2\epsilon}} \Rightarrow 4 \cdot (2 + \epsilon) = 5 \cdot \left(\epsilon + \frac{1}{2}\right) \Rightarrow 8 + 4\epsilon = \frac{5}{2} + 5\epsilon$$

$$\boxed{\epsilon = \frac{11}{2} = 5,5}$$

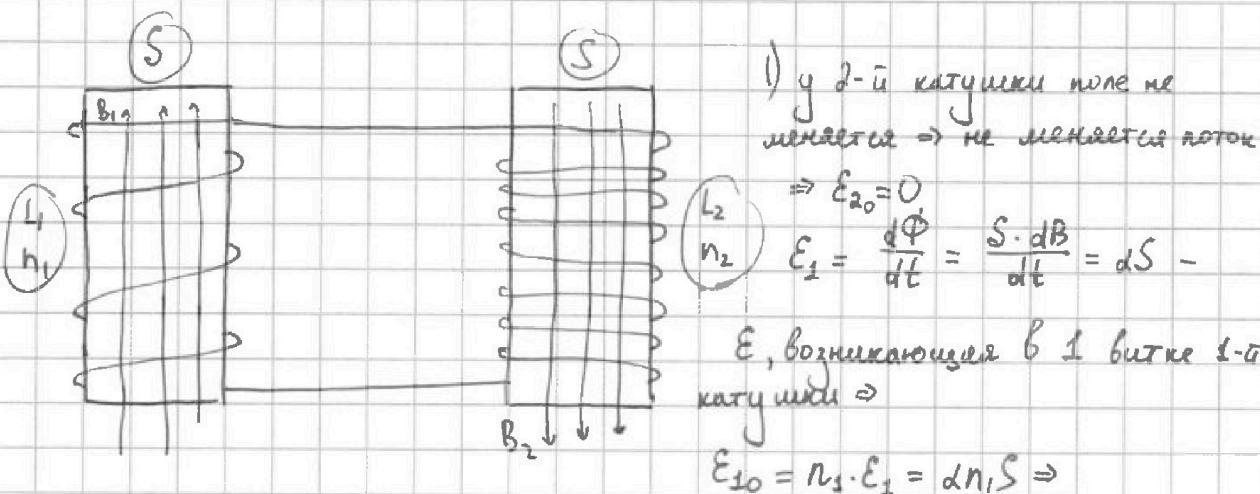


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$dN_1 S = L_1 \cdot \frac{dI}{dt} + L_2 \cdot \frac{dI}{dt} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{dN_1 S}{L_1 + L_2} = \left[\frac{1}{17} \frac{dN_1 S}{L} \right]$$

2) аналогично п. 1) получим, что $E_{10} = \frac{dB_1}{dt} n_1 S$, $d_{20} = \frac{dB_2}{dt} n_2 S$,
здесь $\frac{dB_1}{dt}$ и $\frac{dB_2}{dt}$ - мгновенные скорости изменения полей B_1 и B_2 .

Тогда в любой момент времени верно: $(L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} = \frac{dB_1}{dt} n_1 S + \frac{dB_2}{dt} n_2 S$,
здесь знак "+" у E_{10} и E_{20} следует из правила Ленца: поле противопол., и их изменения имеют одинаковые знаки. \Rightarrow

dt можно сократить, и, проинтегрировав обе части, получим:

$$(L_1 + L_2) \cdot I = S \cdot (n_1 \cdot \Delta B_1 + n_2 \cdot \Delta B_2) \Rightarrow I = \left| \frac{S \cdot (n_1 \cdot \frac{2B_0}{3} - 4n_1 \cdot \frac{3B_0}{4})}{L_1 + 16L} \right| =$$

$$= \frac{B_0 S n_1}{L} \cdot \left| \frac{\frac{2}{3} - 3}{17} \right| = \boxed{\frac{7}{51} \frac{B_0 S n_1}{L}}$$

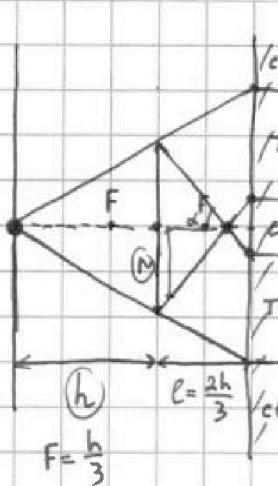


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

 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!



1) По формуле тонкой линзы найдем толику, где будет изобр. лампочки в линзе:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{l} \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{h} - \frac{1}{l} = \frac{3}{h} - \frac{1}{h} = \frac{2}{h} \Rightarrow$$

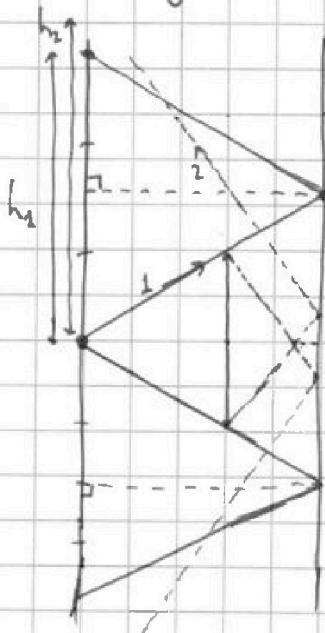
так как $l = \frac{h}{2}$, т.е. $l < h \Rightarrow$ изобр. будет перед зеркалом.

Тогда светлая область внутри линзы будет иметь радиус $\left(\frac{2h}{3} - \frac{h}{2}\right)$ т.е. $= \frac{1}{6} \cdot \frac{2h}{h} = \left(\frac{h}{3}\right) \Rightarrow$

$$S_{\text{стен}} = \pi \left(l^2 - \left(\frac{h}{3}\right)^2\right), \text{ где из подобия } \frac{l}{r} = \frac{h + \frac{2h}{3}}{h} \Rightarrow l = \frac{5}{3}h \Rightarrow$$

$$S_{\text{стен}} = \pi \cdot \left(\frac{25}{9}h^2 - \frac{1}{9}h^2\right) = \boxed{\frac{8}{3}\pi h^2} \Rightarrow S_{\text{стен}} = \frac{8}{3}\pi \cdot 5^2 = \boxed{\frac{200}{3}\pi \text{ (млн}^2)}$$

2) От зеркала лучи отражаются и пойдут следующим образом:



Все стены будут освещены, кроме ~~точка~~ места

между лучами 1 и 2 (на рис. они пересеклись, но это нужно проверить):

$$h_1 = 2 \cdot \frac{5h}{3} \cdot \frac{r}{k} = \frac{10}{3}h.$$

$$h_2 = \frac{h}{3} + \frac{5h}{3} \cdot \frac{r \cdot k^2}{3 \cdot k} = \frac{11h}{3} > h_1 \Rightarrow \text{рисунок не обманывает,}$$

лучи 1 и 2 действительно пересекутся \Rightarrow темная часть на стене будет формироваться только такими

лучами:



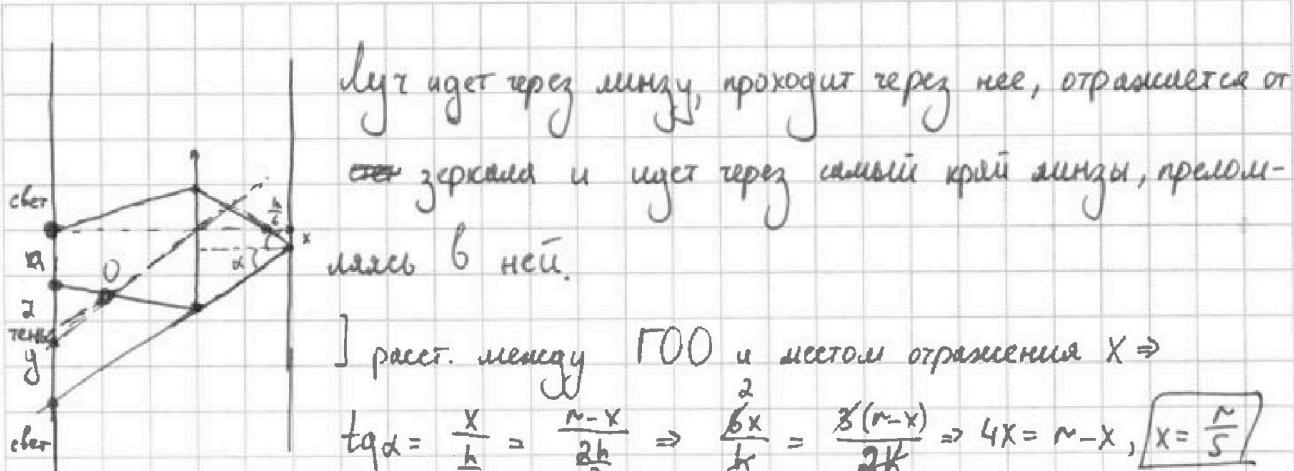
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА

2 ИЗ 2

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



$$\text{Тогда } a+y = x + \frac{5r}{3} \cdot \frac{6x}{n} = \frac{r}{5} + \frac{5}{2} \cdot \frac{8r}{5} = \left(\frac{11r}{5} \right). \text{ Осталось найти } a.$$

Заметим, что луч идет 6 раз между изображением и зеркалом. \Rightarrow расст. от изобр. до минзы тоже $\frac{2h}{3}$. Тогда из подобия: $\frac{\frac{2}{3}h}{h - \frac{2h}{3}} = \frac{\frac{n}{5}}{\frac{2h}{3}} \Rightarrow 2 = \frac{1}{2}n$.

$$\text{При этом } a+2r = h \tan \alpha = h \cdot \frac{6 \cdot \frac{r}{5}}{\frac{n}{5}} = \frac{6r}{5} \Rightarrow a = \frac{6r}{5} - \frac{r}{2} = \frac{7r}{10} \Rightarrow$$

$$S_{\text{стени}} = \pi ((a+y)^2 - a^2) = \pi \cdot \left(\frac{121}{25} r^2 - \frac{49}{100} r^2 \right) = \pi \cdot \frac{435}{100} r^2 \Rightarrow$$

$$S_{\text{стени}} = \pi \cdot \frac{435}{100} \cdot 25 = \frac{435}{4} \pi \text{ (см}^2\text{)} = \boxed{108,75\pi (\text{см}^2)}$$



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

1

2

3

4

5

6

7

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!

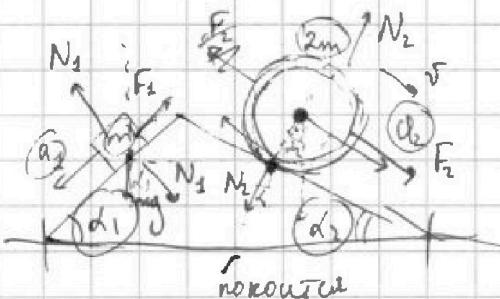


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$1) F_1 - ? ; 2) F_2 - ? ; 3) F_3 - ?$$

$$\Delta U_1 = mg \cos \alpha_1$$

$$-F_1 + mg \sin \alpha_1 = \mu m u_1 \Rightarrow F_1 = m(g \sin \alpha_1 - \mu u_1)$$

~~$$2m u_2 = F_2 \cdot R^2$$~~

~~$$\frac{F_2 R}{2m} = \frac{u_2}{R} \Rightarrow F_2 = 2m u_2 \sin \alpha_2$$~~

~~$$u_2 = \frac{mg R \sin \alpha_2}{2m R}$$~~

$$F_2 + mg \sin \alpha_2 = mu_2 \Rightarrow F_2 = m(g u_2 - g \sin \alpha_2)$$



$$F_2 = 2m u_2 = \frac{1}{2} mg$$

$$\frac{3000 - 150}{13 \cdot 25} =$$

$$\frac{2700}{13 \cdot 25} = \frac{2844}{13 \cdot 25}$$

$$\begin{array}{r} 169 \\ \times 12 \\ \hline 1338 \\ 169 \\ \hline 2028 \end{array} \quad \begin{array}{r} 169 \\ \times 25 \\ \hline 4225 \end{array} \quad \begin{array}{r} 13 \\ \times 65 \\ \hline 26 \\ 325 \\ \hline 845 \end{array} \quad \begin{array}{r} 169 \\ \times 25 \\ \hline 338 \\ 325 \\ \hline 4225 \end{array}$$

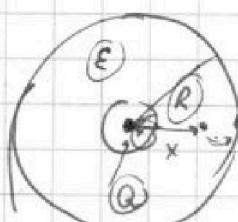
$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \rho R_0 \sigma T_0 = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = \frac{3}{2} \rho_0 V_0 (5 \cdot 14 - 8 \cdot 8) = 8 \rho_0 V_0$$

$$A = S = \frac{1}{2} \cdot (P_2 - P_1) \cdot (V_2 - V_1) = \frac{1}{2} \rho_0 V_0 (5 - 2) \cdot (14 - 8) = 9 \rho_0 V_0 \Rightarrow (1)$$

$$-2 \cdot 136 + 40 \cdot 14 - 168 = -392 + 560 - 168 \checkmark$$

$$P = 2\rho_0 \cdot 14 V_0 =$$

$$-376 + 36 + 420 \\ -360 + 410$$



$$\text{При } x > R \quad E(x) = \frac{kQ}{x^2} \Rightarrow \frac{-128 + 480 - 352}{x^2}$$

$$\text{При } R \leq x \leq R \quad E(x) = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{1}{x^2}$$

$$\frac{kQ}{R} + \int_R^x \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{1}{x^2} = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{-1}{x} \Big|_R^x =$$

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

$$P_{\text{при }} x = \frac{\epsilon}{6} R \quad \varphi = \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} \right) + \frac{G}{5} \frac{kQ}{\epsilon R} = \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} + \frac{6}{5\epsilon} \right) = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{1}{5\epsilon} \right)$$



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

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

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{r}, \text{ } \cancel{\text{зр}}.$$

$$\frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) + \frac{3kQ}{2\epsilon R} = \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} + \frac{3}{2\epsilon}\right) = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{1}{2\epsilon}\right) = \cancel{4} \varphi_0$$

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

$$F = \frac{h}{3}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{R} \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{3}{h} - \frac{1}{h} = \frac{2}{h} \Rightarrow R = \frac{h}{2}$$

$$\tan \alpha = \frac{r}{\frac{h}{2}} = \frac{2r}{h} \Rightarrow$$

$$S = \pi r^2 = \frac{\pi}{h} \cdot \frac{h^2}{4} = \frac{3}{5} \pi h^2 \Rightarrow x = \frac{5}{3} h$$

$$S = \pi r^2 - \pi \left(\frac{h}{2} \tan \alpha\right)^2 = \pi \left(\frac{25}{36} h^2 - \frac{h^2}{4}\right)$$

2) - ?

$$E_s = \alpha S \Rightarrow E_{\text{общ}} = (\alpha S) n_1$$

$$L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt} = \alpha S n_1 \Rightarrow$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\alpha S n_1}{L_1 + L_2} = \frac{dS n_1}{L_1 + L_2}$$

$$(L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} = E_{\text{общ}} = \frac{dB_1}{dt}$$

