



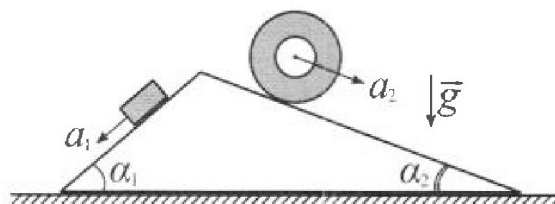
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок 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 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.

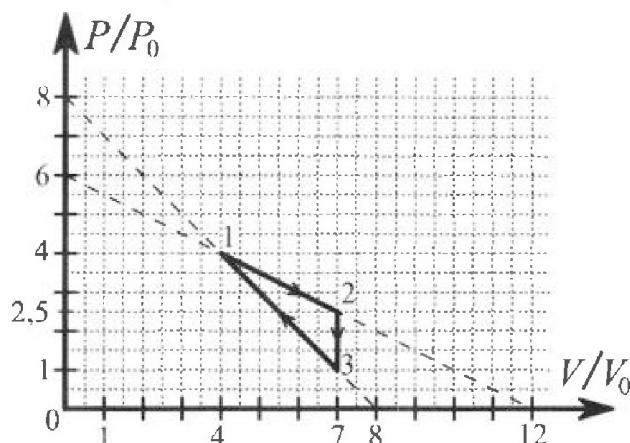


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

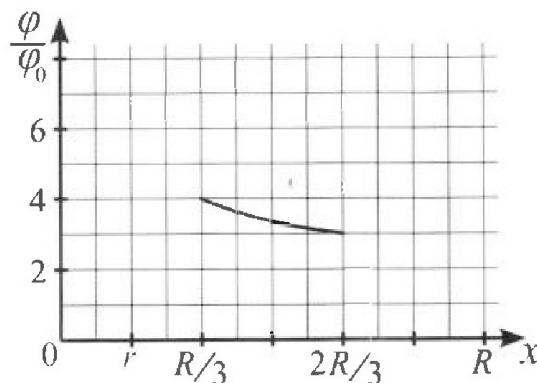
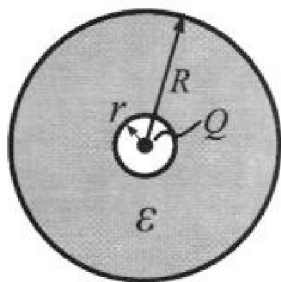
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью 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 $x = R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .





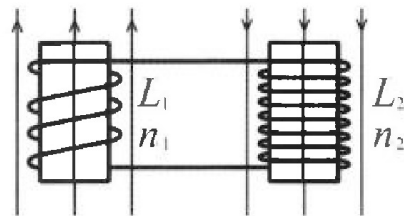
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

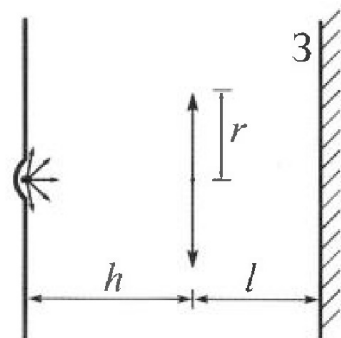


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки 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) 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 $B_0/2$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $2B_0$ до $2B_0/3$, 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 $F = h/2$. 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. 3. 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.



1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

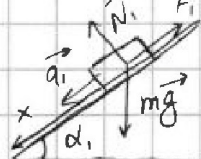
СТРАНИЦА
1 из 2

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.

Дано: m, g ; $a_1 = 5g/13$, $a_2 = 5g/24$, $\alpha_1: \sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$, $\cos \alpha_1 = \frac{4}{5}$,
 $\alpha_2: \sin \alpha_2 = \frac{5}{13}$, $\cos \alpha_2 = \frac{12}{13}$

1) Рассмотрим отдельно часть клина с бруском. На брусок действует только сила тяжести $m\vec{g}$ со стороны Земли и со стороны клина - сила нормальной реакции $\vec{N}_1$ и сила трения $\vec{F}_1$.



Введем ось Ox , сонаправленную поверхности бруса.

Запишем второй закон Ньютона: $m\vec{a}_1 = m\vec{g} + \vec{N}_1 + \vec{F}_1$
Спроецируем на Ox : $ma_1 = mg \cdot \sin \alpha_1 - F_1$

$$F_1 = mg \cdot \sin \alpha_1 - ma_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - mg \cdot \frac{5}{13} = mg \cdot \frac{14}{65}$$

2) Рассмотрим отдельно часть клина с цилиндром



На цилиндр тоже действует только сила тяжести $4m\vec{g}$ и сила со стороны бруса: нормальной реакции $\vec{N}_2$ и сила трения $\vec{F}_2$ (предположим, что она направлена вверх по наклонной).

Запишем второй закон Ньютона: $4m\vec{a}_2 = 4m\vec{g} + \vec{N}_2 + \vec{F}_2$
Введем ось вдоль поверхности, сонаправленную ускорению Ox - спроецируем: $4ma_2 = 4mg \cdot \sin \alpha_2 + F_2$
 $F_2 = 4ma_2 - 4mg \sin \alpha_2 = 4mg \cdot \frac{5}{24} - 4mg \cdot \frac{5}{13} = -\frac{55}{78} mg$
Минус говорит о том, что сила направлена в противоположную ось сторону

$$F_2 = \frac{55}{78} mg$$

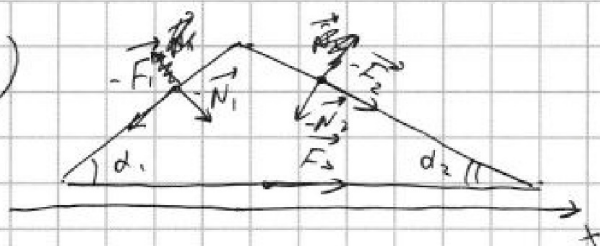


1 2 3 4 5 6 7
☒ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

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!

3)



Изобразим на рисунке силы, имеющие какую-нибудь горизонтальную составляющую (помимо них еще

есть нормальная реакция пола и сила тяжести, действующая на клин) - это силы, противоположные силам, действующим на груз и клиндр.

Модули F_1, F_2 известны, модули N_1, N_2 можно найти из соображения того, что клиндр и груз не имеют ускорения по нормали к поверхности клина, а значит, N_1, N_2 уравновешивают нормальную составляющую силы тяжести: $N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$
 $N_2 = 4mg \cos \alpha_2 = \frac{48}{13} mg$

Введём горизонтальную ось Ox , клин покоится - горизонтального ускорения нет:

$$0 = F_3 - F_1 \cos \alpha_1 + N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 + F_2 \cos \alpha_2$$

$$F_3 = F_1 \cdot \frac{4}{5} + N_2 \cdot \frac{5}{13} - F_2 \cdot \frac{12}{13} - N_1 \cdot \frac{3}{5} = \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} mg + \frac{48}{13} \cdot \frac{5}{13} mg - \frac{55}{78} \cdot \frac{12}{13} mg - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} mg = mg \left(\frac{14 \cdot 4 \cdot 13 + 48 \cdot 5 \cdot 25 - 55 \cdot 24 \cdot 25 - 4 \cdot 3 \cdot 165}{165 \cdot 25} \right) =$$

$$= \left(\frac{26 \cdot 25 - 100 \cdot 13}{165 \cdot 25} \right) mg = -\frac{2}{13} mg \text{ (не угадали направление)} \rightarrow F_3 = \frac{2}{13} mg$$

- Ответ: 1) $F_1 = \frac{14}{65} mg$
 2) $F_2 = \frac{55}{78} mg$
 3) $F_3 = \frac{2}{13} mg$



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!

$$T(V) = \frac{6P_0V_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2}{DR} \rightarrow \text{используем метод нахождения максимума - продифференцируем по } dV$$

$$\frac{dT}{dV} = \frac{6P_0 - V \cdot \frac{P_0}{V_0}}{DR} = 0 \quad \text{производная в максимуме равна 0}$$

$$\frac{6P_0 - V_{\max} \frac{P_0}{V_0}}{DR} = 0 \rightarrow V_{\max} = 6V_0 - \text{используем, } P_{\max} =$$

$$= P(V_{\max}) = 6P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} \cdot 6V_0 = 3P_0, \text{ а значит,}$$

$$T_{\max} = 6 \cdot 3T_0 = 18T_0$$

$$\frac{T_{\max}}{T_1} = \frac{18T_0}{16T_0} = \frac{9}{8}$$

3) работа цикла $A = 2,25 V_0 P_0$ ↓ площадь трапеции под графиком

на 1-2 газ совершил работу $A_{12} = \frac{1}{2} (4+2,5) P_0 (7-4) V_0 =$
 $= 9,75 P_0 V_0$, его внутренняя энергия увеличилась
 на $\Delta U_{12} = \frac{3}{2} DR (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} DR (17,5T_0 - 16T_0) = 2,25 DR T_0 = 2,25 V_0 P_0$

Соответственно, была подведена теплота $Q_{12} =$
 $= A_{12} + \Delta U_{12} = 9,75 P_0 V_0 + 2,25 P_0 V_0 = 12 P_0 V_0$

на 2-3 работа не совершается и газ охлаждается, теплота отводится

на 3-1 работа газа $A_{31} = -\frac{1}{2} (4+1) P_0 (7-4) V_0 = -7,5 P_0 V_0$
 $\Delta U_{31} = \frac{3}{2} DR (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} DR (16T_0 - 7T_0) = 13,5 DR T_0 = 13,5 P_0 V_0$

$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = -7,5 P_0 V_0 + 13,5 P_0 V_0 = 6 P_0 V_0$ - теплота подводится;

$\eta = \frac{A}{Q_{\text{теплота}}}$, где Q - суммарная подведенная теплота,
 $= \frac{A}{Q_{12} + Q_{31}} = \frac{2,25 P_0 V_0}{12 P_0 V_0 + 6 P_0 V_0} = \frac{1}{8}$

Ответ: 1) $\frac{|\Delta U_{\text{цикл}}|}{A} = 7$
 2) $\frac{T_{\max}}{T_1} = \frac{9}{8}$
 3) $\eta = \frac{1}{8}$



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.



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!

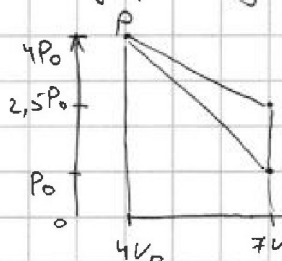
12.

- 1) Согласно графику давление и объем газа в точках 1 - $P_1 = 4P_0$, $V_1 = 4V_0$; 2 - $P_2 = 2,5P_0$, $V_2 = 7V_0$; 3 - $P_3 = P_0$, $V_3 = 7V_0$.

Введем температуру T_0 : $P_0 V_0 = \nu R T_0$, тогда $\frac{T}{T_0}$ в точке равно $\frac{P}{P_0} \cdot \frac{V}{V_0}$ - соответственно, $T_2 = 7 \cdot 2,5 T_0 = 17,5 T_0$
 $T_3 = 7 \cdot 1 T_0 = 7 T_0$.

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} \nu R (7 - 17,5) T_0 = 1,5 \cdot 10,5 \nu R T_0 = 15,75 P_0 V_0$$

Работу за цикл А можно найти как площадь внутри цикла, которую в свою очередь можно найти как разность площадей прямоугольных трапеций:



$$A = \frac{1}{2} (4P_0 + 2,5P_0) (7V_0 - 4V_0) - \frac{1}{2} (4P_0 + P_0) (7V_0 - 4V_0):$$

$$= 1,5 V_0 P_0 (6,5 - 5) = 2,25 V_0 P_0$$

$$\frac{|\Delta U_{23}|}{A} = \frac{15,75 P_0 V_0}{2,25 P_0 V_0} = 7.$$

- 2) температура в состоянии 1 $T_1 = 16 T_0$.

На 1-2 зависимость давление от ~~температуры~~ ^{объема} $P(V)$ - линейная, а значит, представима как $6P_0 - \alpha V$, где α - некий коэффициент > 0 (свободный член равен $6P_0$, так как прямая согласно графику проходит через точку $(6; 0)$).

$$T(V) = \frac{P(V) \cdot V}{\nu R} \text{ из уравнения Менделеева-Клапейрона:}$$

$$= \frac{(6P_0 - \alpha V) V}{\nu R} = \frac{6P_0 V - \alpha V^2}{\nu R}$$

Найдём α : согласно графику $P(12V_0) = 0$:

$$6P_0 - 12\alpha V_0 = 0 \rightarrow \alpha = \frac{1}{2} \cdot \frac{P_0}{V_0}$$



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

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!

N3.

1) Дано: r, R, Q, ϵ .

$\varphi(r) = k \frac{Q}{r}$ как потенциал точечного заряда

Зависимость модуля напряженности электрического поля в диэлектрике можно записать как от расстояния до заряда

$$E(x) = k \frac{Q}{x^2} \cdot \frac{1}{\epsilon}$$

$$\varphi(R/4) = \varphi(r) - \Delta\varphi, \text{ где } \Delta\varphi = \int_r^{R/4} E(x) dx = \int_r^{R/4} k \frac{Q}{x^2} \cdot \frac{1}{\epsilon} dx = k \frac{Q}{\epsilon} \int_r^{R/4} \frac{1}{x^2} dx = k \frac{Q}{\epsilon} \cdot \left(-\frac{1}{x}\right) \Big|_r^{R/4} = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{4}{R}\right)$$

$$\varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \varphi(r) - \Delta\varphi = k \frac{Q}{r} - \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{4}{R}\right) = kQ \left(\frac{1}{r} + \frac{4}{R\epsilon} - \frac{1}{r\epsilon}\right)$$

2) Согласно графику $\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 4\varphi_0$, $\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = 3\varphi_0$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) - \varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \int_{\frac{2R}{3}}^{\frac{R}{3}} E(x) dx = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \left(-\frac{1}{x}\right) \Big|_{\frac{2R}{3}}^{\frac{R}{3}} = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{3}{2R} \cdot 3, \text{ тогда } \frac{3}{2} \frac{kQ}{\epsilon R} = \varphi\left(\frac{R}{3}\right) - \varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = 4\varphi_0 - 3\varphi_0 = \varphi_0$$

Для любой точки на расстоянии x в воздухе x диэлектрика верно $\varphi(x) = \varphi(r) - \int_r^x E(t) dt = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{x}\right) = \frac{kQ(\epsilon+1)}{\epsilon r} + \frac{kQ}{\epsilon x}$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{\epsilon+1}{r} + \frac{3}{R}$$

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

$$r \text{ при этом равно } \frac{R}{6}$$

$$\frac{6(\epsilon+1)+3}{6(\epsilon-1)+1,5} = \frac{4}{3}$$

$$\frac{4}{3} = \frac{(\epsilon+1)6 + \frac{3}{R}}{\frac{R}{6}} \rightarrow \frac{4}{3} = \frac{6\epsilon+6+3}{6\epsilon+6+\frac{3}{3}} \rightarrow \epsilon = 1,5$$

$$\rightarrow \frac{24\epsilon+24+\frac{8}{3}}{6} = \frac{18\epsilon+18+\frac{8}{3}}{6} \rightarrow \epsilon = 1,5$$

Ответ: 1) $\varphi\left(\frac{R}{4}\right) = kQ \left(\frac{1}{r} + \frac{4}{R\epsilon} - \frac{1}{r\epsilon}\right)$
2) $\epsilon = 1,5$



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!

N4

Дано: $l_1 = l$, $l_2 = 4l$; $n_1 = n$; $n_2 = 2n$

1) В любой момент времени $\varphi_1 = \varphi_2 \rightarrow$

$\rightarrow BSn = I\omega \rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{dBSn}{dt} = \frac{\alpha Sn}{\omega}$ в каждый момент времени

Реш: 1) $\dot{I} = \frac{\alpha Sn}{\omega}$



1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

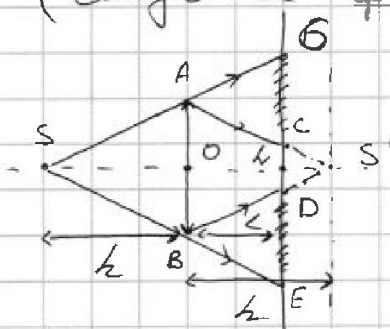
СТРАНИЦА
 1 ИЗ 2

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!

N5.

Дано: f ; $F = \frac{1}{2}f$; $L = \frac{2}{3}f$; $r = 3 \text{ см}$

1) Так как $F = \frac{1}{2}f$, источник, лежащий на главной оптической оси на расстоянии L от линзы, находится на расстоянии $2F$ - его изображение в собирающей линзе (если бы зеркало не было) лежит на том же расстоянии по другую сторону от линзы (следствие формулы тонкой линзы: $\frac{1}{f} + \frac{1}{2f} = \frac{1}{F} \rightarrow f = 2F$)



Пусть S, S' - источник и его изображение в линзе, O - центр линзы, h - пересечение главной оптической оси и плоскости зеркала, C, D - точки падения крайних параллельных лучей, E, F - точки падения крайних неперпендикулярных лучей; A, B - крайние точки линзы.

Искомая площадь равна $\pi LE^2 - \pi LD^2$

$\triangle AS'B \sim \triangle CSD$, $\frac{LD}{OB} = \frac{S'h}{S'O}$, LD и OB - соответствующие стороны, $S'h, S'O$ - высоты

$$LD = OB \cdot \frac{S'h}{S'O} = r \cdot \frac{h-e}{h} = r \cdot \frac{1}{3}$$

$\triangle DBE \sim \triangle ASB$, $\frac{DE}{AB} = \frac{L}{h}$ (отношение сторон и отношение высот) $\Rightarrow$

$$\rightarrow DE = AB \cdot \frac{L}{h} = 2r \cdot \frac{2}{3} = \frac{4r}{3}$$

$$LE = LD + DE = \frac{5r}{3}$$

$$S_{\text{тени}} = \pi LE^2 - \pi LD^2 = \pi \left(\left(\frac{5}{3} \right)^2 r^2 - \left(\frac{1}{3} \right)^2 r^2 \right) = \pi \cdot r^2 \cdot \frac{24}{9} =$$

$$= \pi \cdot 9 \cdot \frac{24}{9} = 24 \pi \text{ см}^2$$

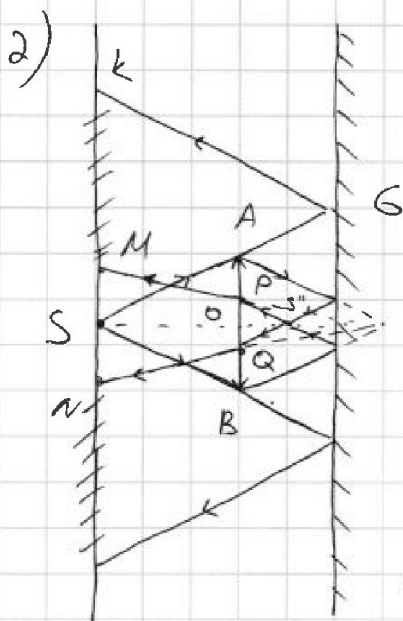


1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

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!



После отражения преломленные
лучи пересекались в точке S'' ,
симметричной S' относительно
поверхности зеркала.

Из соображений симметрии
можно найти расстояние
от линзы до $S'' = l - (h - l) =$
 $= 2l - h = \frac{4}{3}h - h = \frac{h}{3}$

Запишем формулу линзы
для изображения на расстоянии
 $\frac{h}{3}$: $\frac{3}{h} + \frac{1}{f'} = \frac{2}{h} \rightarrow \frac{1}{f'} = \frac{2}{h} - \frac{3}{h} = -\frac{1}{h} \rightarrow$

$\rightarrow$ его изображение мнимое и находится
на расстоянии h от линзы — это также точка S'
лучи лучей соединятся в точке S'' после
преломления будут расходятся, а продолжения лучей
пересекнутся в S' . Пусть P, Q — точки пересечения
крайних лучей луча из S'' с линзой, M, A —
точки падения ~~продолжения~~ крайних лучей
после преломления.

$$S_{\text{линз}} = \pi S_k^2 - \pi S_M^2$$

$$\Delta PS''Q \sim \Delta ASB: \frac{PQ}{AB} = \frac{S''O}{SO} = \frac{h/3}{h} \rightarrow PQ = \frac{AB}{3}$$

$$\Delta MS'N \sim \Delta PS'Q: \frac{PQ}{MN} = \frac{S'O}{S'S} = \frac{h/3}{2h} \rightarrow MN = 2PQ = \frac{2}{3}AB$$

$$\Delta SGK \sim \Delta ASB: \frac{SK}{AB} = \frac{S'O}{h} \left(\text{отражение в мнимом} \right) =$$

$$= \frac{2/3 h/3}{h} = \frac{5}{3} \rightarrow SK = \frac{5}{3}AB$$

$$S_{\text{линз}} = \pi(S_k^2 - S_M^2) = \pi\left(S_k^2 - \left(\frac{MN}{2}\right)^2\right) = \pi\left(\left(\frac{5}{3}\right)^2 4r^2 + \right.$$

$$\left. - \left(\frac{2}{3}\right)^2 r^2\right) = \pi r^2 \cdot \frac{100}{9} - \frac{4}{9} = 96\pi \text{ см}^2$$

Ответ: 1) $S_{\text{линз}} = 24\pi \text{ см}^2$
2) $S_{\text{линз}} = 96\pi \text{ см}^2$



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.



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!

N 3

$$\frac{u}{3} = \frac{6(\varepsilon - 1) + 3}{6(\varepsilon - 1) + \frac{3}{2}} \rightarrow 24\varepsilon - 24 + 6 = 18\varepsilon - 18 + 5$$

$$6\varepsilon = 24 - 15 = 9$$

$$\varepsilon = \frac{3}{2}$$

Ответ: 1) $\varphi\left(\frac{R}{4}\right) = kQ\left(\frac{1}{R} + \frac{u}{R\varepsilon} - \frac{1}{R\varepsilon}\right)$

2) $\varepsilon = 1,5$



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.

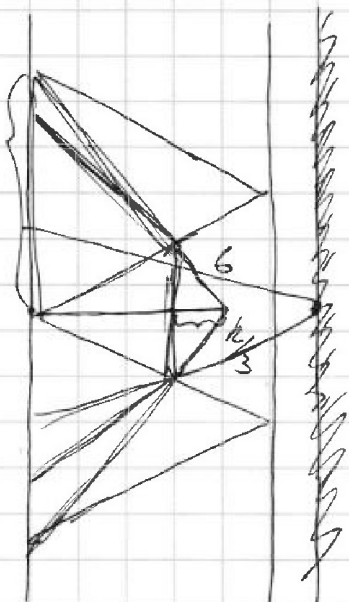
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ 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!

2)

10



Черновики

$$h \cdot \frac{5}{3} = h$$

$$6 \cdot \frac{5}{3} = 10$$

$$6 \cdot \frac{4}{3} = 8$$

