



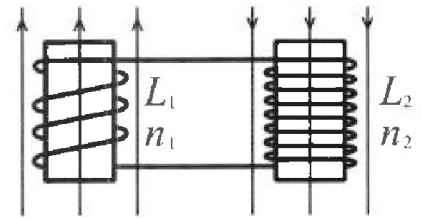
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

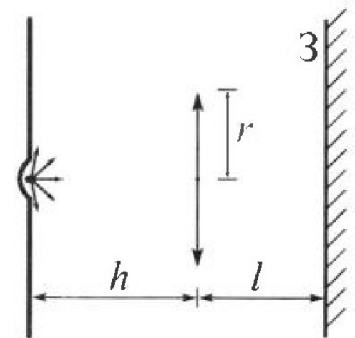


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. 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 и 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 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 $F = h/3$. 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 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.



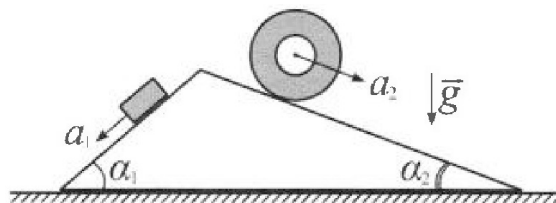
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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

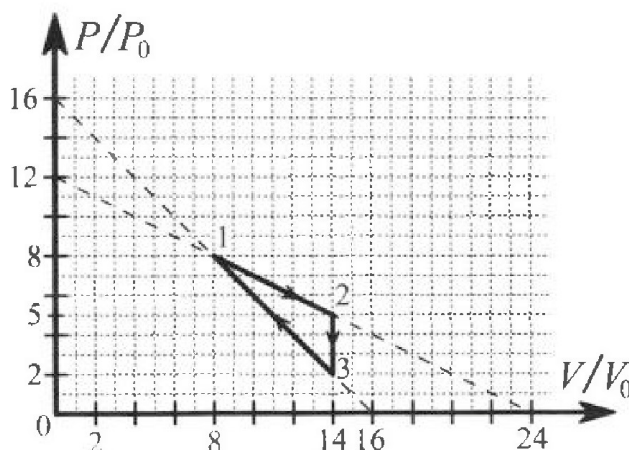


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

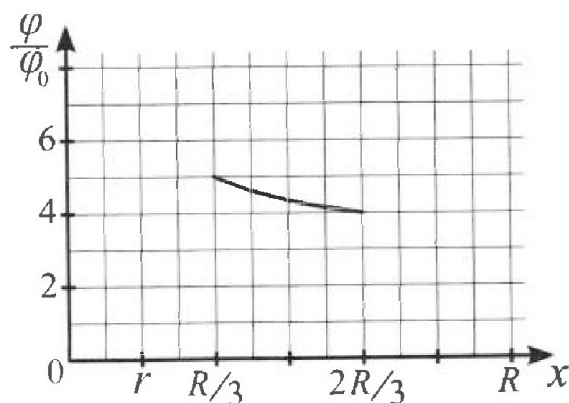
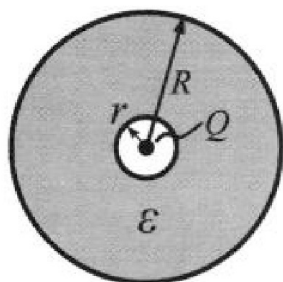
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .

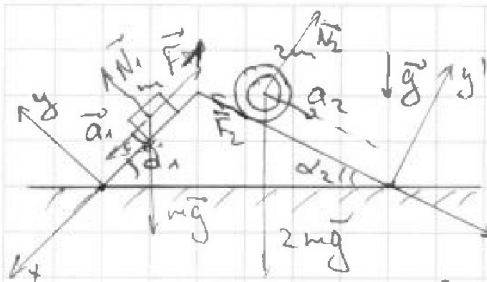




1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!



Задача 1.

Дано: m , $a_1 = \frac{6g}{13}$; $a_2 = \frac{g}{4}$
 $\cos \alpha_1 = \frac{4}{5}$; $\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$; $\cos \alpha_2 = \frac{12}{13}$; $\sin \alpha_2 = \frac{5}{13}$
 Найти: а) F_1 - ?; б) F_2 - ?; в) F_3 - ?

Решение:

а) Для бруска:

$$m\vec{a}_1 = \vec{N}_1 + \vec{F}_1 + m\vec{g}$$

В проекции на ось x' : $ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1$

Отсюда получаем:

$$F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = m\left(\frac{3}{5}g - \frac{6}{13}g\right) = mg\left(\frac{39-30}{65}\right) = \frac{9}{65}mg$$

б) Для цилиндра:

$$2m\vec{a}_2 = \vec{N}_2 + \vec{F}_2 + 2m\vec{g}$$

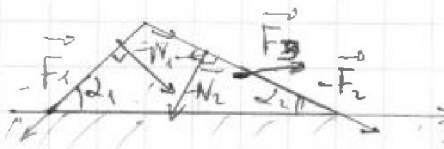
В проекции на ось x' : $2ma_2 = 2mg \sin \alpha_2 - F_2$

Откуда получаем:

$$F_2 = 2m(g \sin \alpha_2 - a_2) = 2mg\left(\frac{5}{13} - \frac{1}{4}\right) = 2mg \frac{7}{52} = \frac{7}{26}mg$$

в) Так как клин находится в покое, то $a_k = 0$.
 (ускорение клина)

Рассмотрим закон Ньютона для клина по горизонтальной оси x :
 Пусть F_3 направлено вправо!



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

где M - масса клина.

Найдем N_1 и N_2 :

$$y: N_1 = mg \cos \alpha_1; \quad y': N_2 = 2mg \cos \alpha_2$$

Тогда получаем:

$$M \cdot 0 = \frac{7}{26}mg \cos \alpha_2 + mg \cos \alpha_1 \sin \alpha_1 - 2mg \cos \alpha_2 \sin \alpha_2 - \frac{9}{65}mg \cos \alpha_1 + F_3$$

Путем несложных преобразований получаем $F_3 = \frac{16}{169}mg$ (направлено вправо)

Ответ: а) $\frac{9}{65}mg$; б) $\frac{7}{26}mg$; в) $\frac{16}{169}mg$.



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!

Задача 2

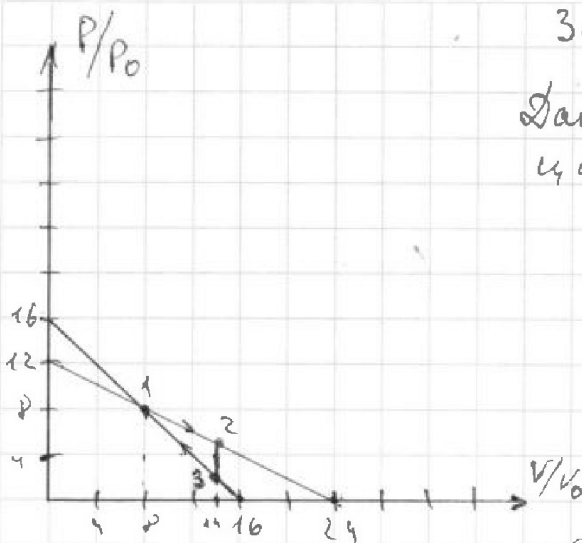
Дано: Одноатомный газ;
Цикл 1-2-3-1.

P_0, V_0 - неизвестно.

Найти: 1) $\frac{|\Delta U_{12}|}{A_{12}}$ - ?

2) $\frac{T_{\max 12}}{T_3}$ - ?

3) η - ?



Решение:

1. По V -линию 3-ку термодинамики:
Процессе 1-2:

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}(P_2 V_2 - P_1 V_1) = \frac{3}{2}(64 P_0 V_0 + 5 \cdot 14 P_0 V_0) =$$

$$= \frac{3}{2}(+6 P_0 V_0) = +9 P_0 V_0$$

$$A_{12} = \frac{1}{2}(5 P_0 + 8 P_0)(14 V_0 - 2 V_0) = 39 P_0 V_0$$

$$\text{Тогда } Q_{12} = +9 P_0 V_0 + 39 P_0 V_0 = 48 P_0 V_0$$

Процессе 2-3: изохорный ($V_2 = V_3$). $A_{23} = 0$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + 0$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2}(-5 P_0 \cdot 14 V_0 + 2 P_0 \cdot 14 V_0) = 21 P_0 V_0 \cdot (-3) =$$

$$= -63 P_0 V_0 = Q_{23}$$

Процессе 3-1:

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31}$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2}(64 P_0 V_0 - 2 P_0 V_0) = \frac{3}{2} \cdot 36 P_0 V_0 = 54 P_0 V_0$$

$$A_{31} = -\frac{1}{2}(2 P_0 + 8 P_0)(14 V_0 - 2 V_0) = -30 P_0 V_0$$

$$Q_{31} = 54 P_0 V_0 - 30 P_0 V_0 = 24 P_0 V_0$$

Уре МК:

$$\begin{cases} P_1 V_1 = \nu R T_1 \\ P_2 V_2 = \nu R T_2 \\ P_3 V_3 = \nu R T_3 \end{cases}$$



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!

Продолжение задачи 2

Полная работа газа за цикл будет равна:

$$A_{\Gamma} = Q_{12} + Q_{23} + Q_{31} = 48p_0V_0 - 63p_0V_0 + 24p_0V_0 = 9p_0V_0$$

То есть: $\frac{|\Delta C_{p,12}|}{A_{\Gamma}} = \frac{9p_0V_0}{9p_0V_0} = 1$

2) Рассмотрим процесс 1-2:

$pV = \nu RT$ - для любого момента времени

Отсюда $T = \frac{pV}{\nu R}$; Значит, $T_{\max}$ будет

достигаться, когда $pV = \max$

По графике получаем!

$$\frac{p}{p_0} = 16 - \frac{V}{V_0} \Rightarrow p = 16p_0 - \frac{p_0}{V_0}V$$

Пусть $f(V) = (16p_0 - \frac{p_0}{V_0}V) \cdot V = 16p_0V - \frac{p_0}{V_0}V^2$

Тогда $f'(V) = 16p_0 - \frac{2p_0}{V_0}V \Rightarrow V_{\max} = 8V_0$ - точка максимума, т.к. $f(V)$ - парабола с ветвями вниз.

$p_{\max} = 8p_0$

Значит $T_{\max} = \frac{64p_0V_0}{\nu R}$

При этом $V_3 = \frac{28p_0V_0}{\nu R}$

Получаем: $\frac{T_{\max,12}}{T_3} = \frac{64}{28} = \frac{16}{7}$

3) $\eta = \frac{A_{\Gamma}}{Q_H}$ - работа газа за цикл; $A_{\Gamma} = 9p_0V_0$;
 Q_H - теплота от нагревателя; $Q_H = Q_{12} + Q_{31} = 48p_0V_0$

Отсюда $\eta = \frac{9}{48} = \frac{1}{8}$

Ответ: 1) 1; 2) $\frac{16}{7}$; 3) $\frac{1}{8}$



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.

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!

из графика

$$\frac{\varphi(\frac{2R}{3})}{\varphi_0} \approx 4 \Rightarrow$$

$$\frac{2E+1}{\frac{2ER}{\frac{1}{x}}} \approx 4$$

Продолжение

$$\frac{2E+1}{2ER} x \approx 4.$$

$$\Rightarrow \frac{2ER}{2E+1} = \frac{5ER}{E+2}$$

$$\frac{E+2}{ER} x \approx 5.$$

Получаем:

$$2E+16 = 10E+5$$

$$2E \approx 11$$

$$E \approx \frac{11}{2}$$

Ответ: 1) $\frac{KQ}{R} \cdot \frac{5E+1}{5E}$ 2) $\frac{11}{2} \approx 5,5$

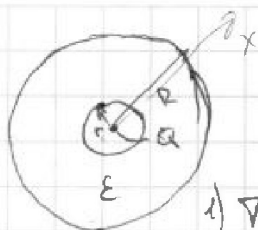


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Дано: R ; r ; Q ; ϵ ; $\varphi_\infty = 0$. Задача 3

Найти: 1) $\varphi(5R/6)$ - ? 2) ϵ - ?

Решение:

1) Так как шар состоит из сплошного диэлектрика, то на расстоянии $h \leq r$ поле (электрическое) будет совпадать с полем точечного заряда Q . Внутри диэлектрика напряженность поля уменьшится в ϵ раз.

Тогда для $x = 5R/6$ мы получаем:

Потенциал при этом меньше уменьшается.

Сначала рассчитаем потенциал при $x = R$:

$\varphi(x) = \frac{kQ}{R}$; при этом $\varphi(5R/6)$ будет больше

чем $\varphi(R)$ на величину: $A = -A_{эл}$ - работу по перемещению пробного заряда из R в $5R/6$:

$$A_{эл} = \int_{5R/6}^R \frac{kQ}{\epsilon R^2} \cdot dx = \frac{kQ}{\epsilon} \int_{5R/6}^R \frac{dx}{x^2} = -\frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{1}{x} \Big|_{5R/6}^R = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{6}{5R} - \frac{1}{R} \right) = \frac{kQ}{\epsilon 5R} = \frac{kQ}{5\epsilon R}$$

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

2) Если φ_0 - потенциал некоторой точки вне шара,

то: $\varphi_0 = \varphi(x) = \frac{kQ}{x}$; $\frac{R}{3} > r$. Работа внешних сил по перемещению заряда.

$$\text{Тогда } \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \varphi(R) + A' = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{3}{R} - \frac{1}{R} \right) = \frac{kQ}{R} + \frac{2kQ}{\epsilon R} = \frac{kQ}{R} \frac{\epsilon + 2}{\epsilon}$$

$$\text{Отношение } \frac{\varphi(R/3)}{\varphi(5R/6)} = 5 \Rightarrow \frac{\epsilon + 2}{\epsilon R} \cdot \frac{1}{5} = 5 \cdot \frac{\epsilon}{R} \Rightarrow \frac{\epsilon + 2}{\epsilon} \cdot \frac{1}{5} = 5 \Rightarrow \frac{\epsilon + 2}{\epsilon} = 25 \Rightarrow \frac{\epsilon + 2}{\epsilon} = 25$$

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

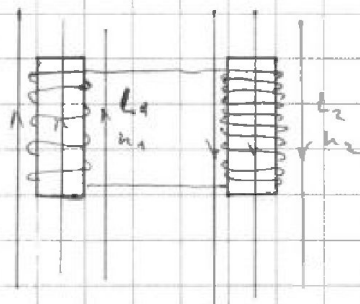


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Задача 4

Дано: $l_1 = l$; $l_2 = 16l$
 $n_1 = 4$; $n_2 = 4n$; S .

Найти: 1) $\frac{\Delta I}{\Delta t}$? 2) I ?

Решение:

1) Для первой катушки:

$$\mathcal{E}_{\text{инд}} = -L_1 \frac{\Delta I}{\Delta t} = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -\frac{\Delta B \cdot S \cdot n_1}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot \frac{S n_1}{L} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot \frac{S n_1}{L}$$

То есть $\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot \frac{S n_1}{L}$

У второй катушки не будет изменения внешнего поля, но при этом будет происходить изменение создаваемого поля, т.к. появится ток.

2) Если направление внешнего поля у катушек не меняется, то не меняется и направление тока.

Для первой катушки:

$$\mathcal{E}_{\text{инд}} = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -\frac{\Delta B \cdot S \cdot n_1}{\Delta t} = -L_1 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

Тогда выходит: $L_1 \cdot \Delta I = \Delta B \cdot S n_1$

$$\sum L_1 \cdot \Delta I = \sum \Delta B \cdot S n_1$$

$$L(I - 0) = \left(\frac{B_0}{2} - B_0\right) S n_1$$

$$I = -\frac{2B_0 S n_1}{3L}$$

минус возник, т.к. ток пролетает против изменения потока.

Потем же причина:

$$I_2 = -\frac{3 \cdot B_0 S \cdot 4n}{4 \cdot 16L} = -\frac{3}{16} \frac{B_0 S n}{L}, \quad I = I_1 + I_2 = -\frac{23 B_0 S n}{48 L}$$

Ответ: 1) $\frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot \frac{S n_1}{L}$; 2) $-\frac{23}{48} \frac{B_0 S n}{L}$

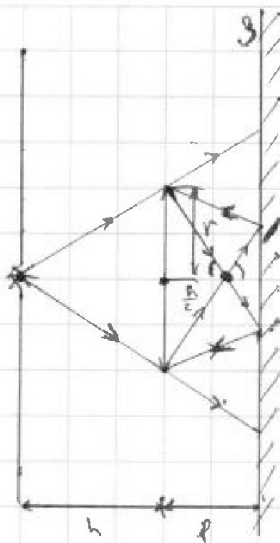


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



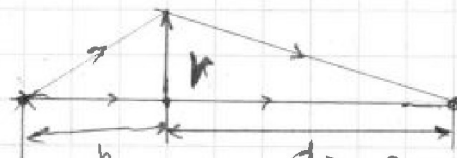
Задача 5

Дано: h ; $r = \frac{2h}{3}$; $F = \frac{h}{3}$
 $r = 5 \text{ см}$

Найти: 1) S_1 - ?
2) S_2 - ?

Решение:

1) Рассмотрим 2 предельных случая:



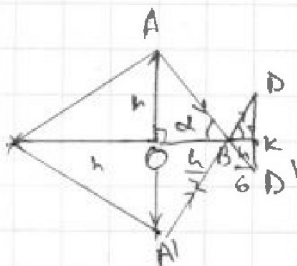
d - расстояние от линзы до изображения источника

Тогда по формуле тонкой линзы:

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

$$d = \frac{h}{2}$$

Мы получили, что $r > d$, значит изображение источника для тонкой линзы будет перед зеркалом. Тогда мы имеем:



В силу симметрии получаем

$$\angle ABO = \angle A'BO$$

$$\angle DBK = \angle KBD'$$

$$\text{Притом } \angle ABA' = \angle DBD'$$

Значит, $\angle ABO = \angle DBK = \alpha$ - угол.

$$\text{Тогда } DK = \frac{h}{6} \cdot \tan \alpha = \frac{h}{6} \cdot \frac{r}{\frac{h}{2}} = \boxed{\frac{r}{3}} = b.$$

Второй предельный случай:

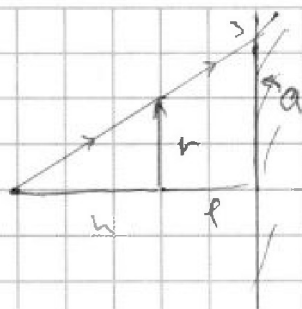


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 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!



a - длина отрезка.

Запишем подобие треугольников:

$$\frac{h}{r} = \frac{h+r}{a}$$

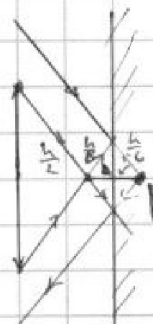
$$\frac{h}{r} = \frac{5h}{3} \Rightarrow a = \frac{5}{3} r.$$

Значит, мы можем вычислить освещенную площадь зеркала:

$$S_1 = \pi a^2 - \pi b^2 = \pi r^2 \left(\frac{5}{3} - \frac{1}{3} \right) \left(\frac{5}{3} + \frac{1}{3} \right) =$$

$$= \pi r^2 \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{6}{3} = \frac{8}{3} \pi r^2 = \frac{8 \cdot 25}{3} \pi \text{ см}^2 = \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2 \approx \frac{200}{3}$$

2) Теперь мы можем сказать, что Т.К. зеркало плоское, то все лучи, которые упали на него, отразятся так, будто за зеркалом есть источник света / который, по предположению, и испускает эти "отражённые" лучи:



В силу симметрии изображение в зеркале имеет такое же расстояние от плоскости зеркала, что и изображение, создаваемое линзой.

Тогда используя полученное изображение в зеркале, будем рассматривать его как источник света, который падает на стену.

Расстояние от H до линзы равно $\frac{h}{2} + \frac{2h}{6} + \frac{5h}{6}$.

Тогда сделаем то же самое, что и в первом пункте, только теперь источник находится



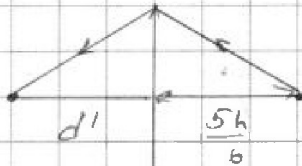
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
3 из 3

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

На расстоянии $\frac{5h}{6}$ от линзы:

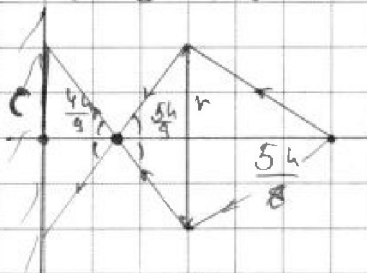


d' - расстояние от линзы до изображения

Получаем:

$$\frac{1}{F} = \frac{6}{5h} + \frac{1}{d'} \Rightarrow \frac{1}{d'} = \frac{9}{5h} \Rightarrow d' = \frac{5h}{9}$$

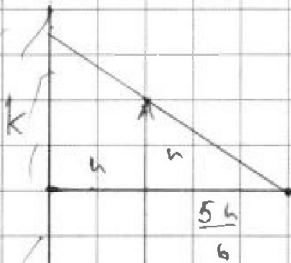
Снова получаем, что изображение получилось до стены:



Записывая подобие, получаем:

$$\frac{gr}{5h} = \frac{gc}{4h} \Rightarrow c = \frac{4}{5}r$$

Радиус засветенной от линзы области



$$\frac{6r}{5h} = \frac{6k}{11h} \Rightarrow k = \frac{11}{5}r$$

радиус, где заканчивается неосвещенная область.

$$S_2 = \pi k^2 - \pi c^2 = \pi r^2 \left(\frac{11}{5} - \frac{4}{5} \right) \left(\frac{11}{5} + \frac{4}{5} \right) = \frac{21}{5} \cdot \pi r^2 = 21.5 \pi \text{ см}^2 = 105 \pi \text{ см}^2$$

$\delta = 105$

Таким образом,

Ответ: 1) $\frac{200}{3} \pi$; 2) 105π

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

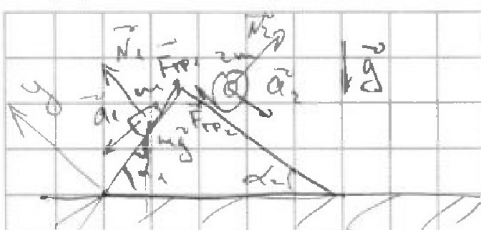
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$a_1 \sim \frac{6g}{11}; \quad a_2 \sim \frac{g}{11}$$

Для доски:

$$m\vec{a}_1 = m\vec{g} + \vec{N}_1 + \vec{F}_{\text{тр.}}$$



$$x: m a_1 = m g \sin \alpha - F_{\text{тр.}}$$

$$y: m g \cos \alpha = N_1$$

$$\mu N_1 = F_{\text{тр.}}$$

$$a_1 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

$$\mu g \cos \alpha = g \sin \alpha - a_1$$

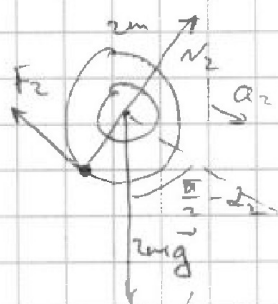
$$\mu = \frac{g \sin \alpha - a_1}{g \cos \alpha}$$

$$\Rightarrow F_1 = \mu m g \cos \alpha = m g \sin \alpha - m a_1 = m (g \sin \alpha - a_1)$$

$$\begin{array}{r} 120 \\ \times 13 \\ \hline 1560 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 41 \\ \times 25 \\ \hline 1025 \\ + 390 \\ \hline 1560 \end{array}$$

Для цилиндра:



$$2m\vec{a}_2 = \vec{N}_2 + \vec{F}_2 + 2m\vec{g}$$

$$2m a_2 = 2m g \sin \alpha - F_2$$

$$F_2 = 2m (g \sin \alpha - a_2)$$

$$v + v_0 =$$

$$= 2v_0 + at$$

$$\begin{array}{r} 120 \\ = 42 \\ \hline 778 \end{array}$$

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} - \frac{I\omega_0^2}{2} = m a_2 t$$

$$\frac{4}{26} m g \cdot \frac{12}{13} + \frac{12}{25} m g - \frac{120}{169} m g - \frac{9}{65} \cdot \frac{4}{5} m g =$$

$$= \frac{42 \cdot 2 m g}{169 \cdot 13} - \frac{120}{169} m g + \frac{12}{25} - \frac{36}{13 \cdot 25} =$$

$$= -\frac{78}{169} m g + \frac{120}{13 \cdot 25} m g = -\frac{400}{13 \cdot 25} m g = -\frac{16}{169} m g$$

$$\begin{array}{r} 13 \\ \times 12 \\ \hline 130 + 26 \\ \hline 156 \\ 120 \end{array}$$



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

1 ☐

2 ☐

3 ☐

4 ☐

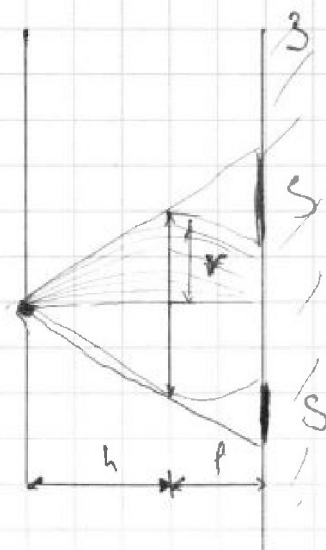
5 ☐

6 ☐

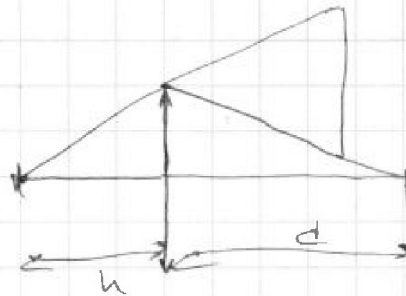
7 ☐

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!



Дано: $F = \frac{h}{3}$ $r = 5 \text{ см.}$
 $r = \frac{3h}{3}$
 2 случая:



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{s}$$

$$\frac{3}{h} = \frac{1}{h} + \frac{1}{s}$$

Изображение в зеркале
 формирует освещенность
 стены. Находим площадь
 у стены через изображение.

$$3 - \frac{9}{4} = \frac{3}{4} \quad \frac{3}{h} - \frac{6}{5h} = \frac{9}{5h}$$

$$\frac{2}{3} - \frac{3}{16} = \frac{32}{48} - \frac{9}{48} = \frac{23}{48}$$

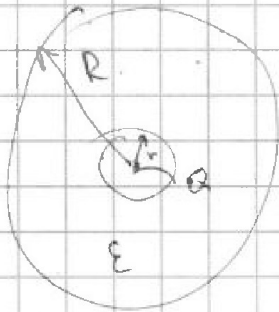


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

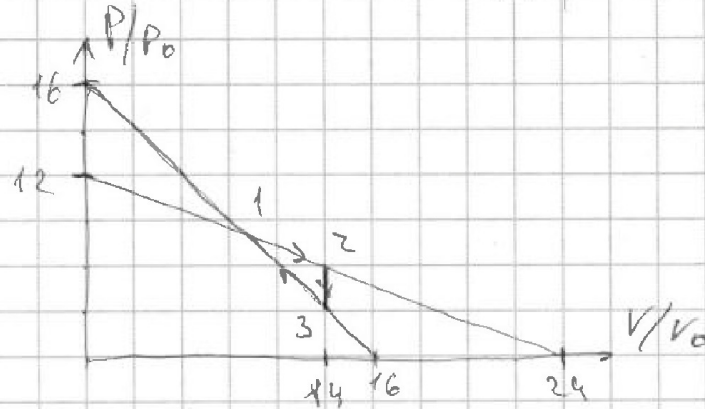
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!



$$\varphi_{\infty} = 0$$

P_0, V_0 - конств.



$$\frac{P}{P_0} = 16 - \frac{V}{V_0}$$

$$P = 16P_0 - \frac{P_0}{V_0} V$$

$$64 - 30 = 34$$

$$\frac{3 \cdot 36}{2} = 3 \cdot 18 = 54$$

