



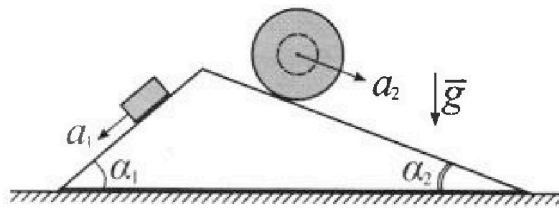
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-04



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

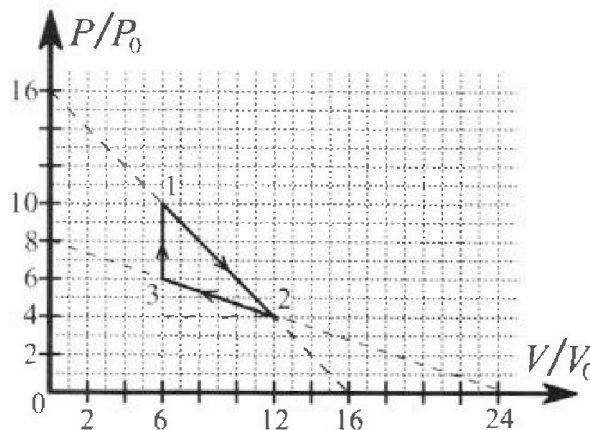
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $9m/4$ с ускорением $a_2 = 8g/27$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 8/17$, $\cos \alpha_2 = 15/17$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.



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

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

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

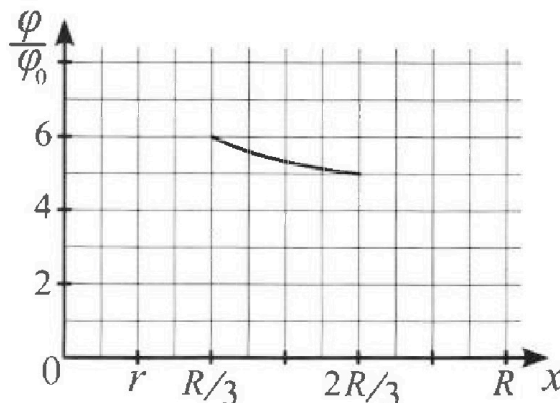
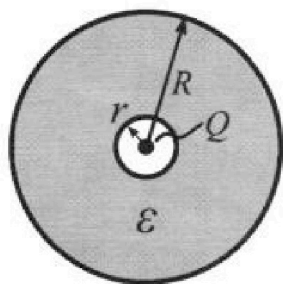


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 $x = 11R/12$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



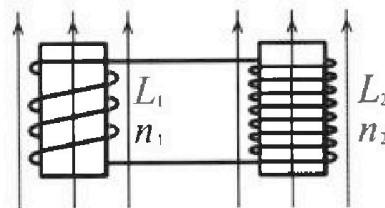
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

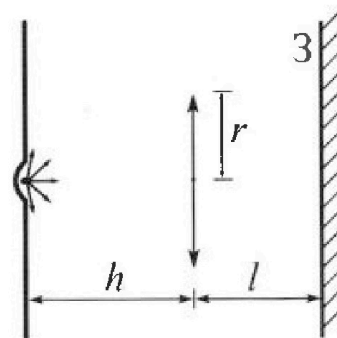


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L/4$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n/2$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет уменьшаться со скоростью $\Delta B / \Delta t = -\alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $3B_0/4$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $4B_0$ до $8B_0/3$, 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 $F = 2h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 4$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h/2$ расположено параллельно стене плоское зеркало 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

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



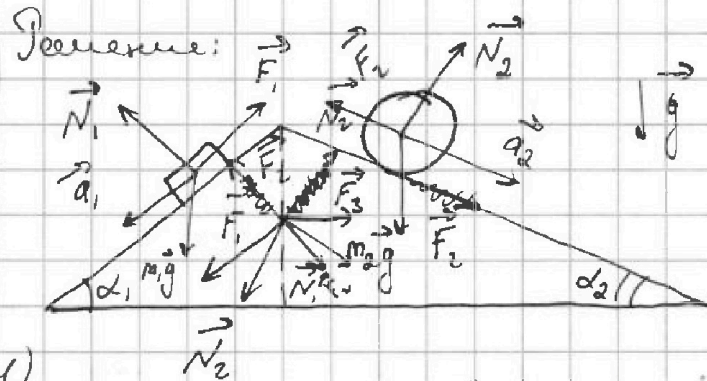
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 2

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

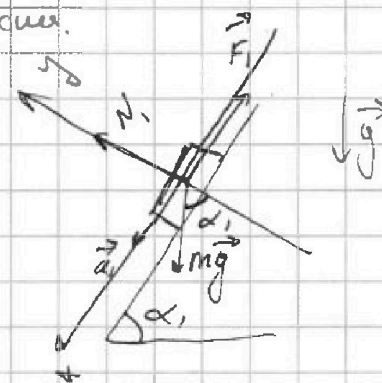
№1 Дано:
 $a_1 = \frac{5g}{17}$; m ;
 $a_2 = \frac{8g}{17}$;
 $\sin \alpha_1$; $\cos \alpha_1$;
 $\sin \alpha_2$; $\cos \alpha_2$



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

1) II-й закон Ньютона для бруска:
 $\vec{F}_1 + \vec{N}_1 + m_1 \vec{g} = \vec{a}_1 m_1$

Нарисуем отдельно брусок, покажем силы и введем ось координат.
 Спроецируем силы на ось.



$$\Sigma x: mg \sin \alpha_1 - F_1 = a_1 m$$

$$\Sigma y: N_1 - mg \cos \alpha_1 = 0 \Rightarrow N_1 = mg \cos \alpha_1; N_1 = \frac{4mg}{5}$$

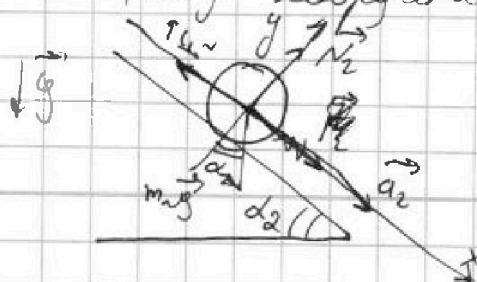
Из уравнения на Σx получаем $F_1 = mg \sin \alpha_1 - a_1 m$

$$F_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - \frac{5mg}{17} = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{17} \right) = \frac{26mg}{85}$$

2) II-й закон Ньютона для шара: $m_2 = \frac{9m}{4}$ - масса шара

$$m_2 \vec{g} + \vec{F}_2 + \vec{N}_2 = \vec{a}_2 m_2$$

Нарисуем отдельно шар, покажем силы и введем систему координат для шара:





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
72 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!

Спроецируем силы на вертикальную ось координат

$$O_x: -F_2 + m_2 g \sin \alpha_2 = a_2 m_2$$

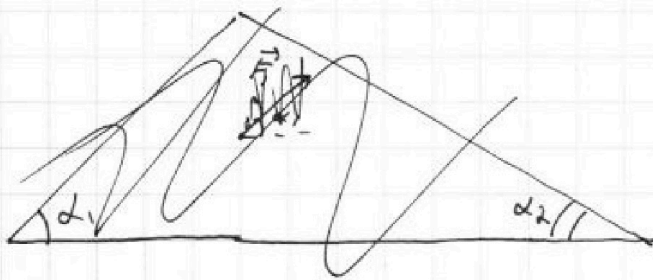
$$O_y: m_2 g \cos \alpha_2 = N_2 \Rightarrow N_2 = \frac{9mg}{4} \cdot \frac{15}{17}$$

а₂ упрощаем на O_x равно нулю потому $F_2 = a_2 m_2 = m_2 g \sin \alpha_2$

$$F_2 = \frac{289}{3} \cdot \frac{9m}{4} - \frac{9m}{4} \cdot \frac{22}{17} = \frac{2}{3} mg - \frac{18mg}{17}$$

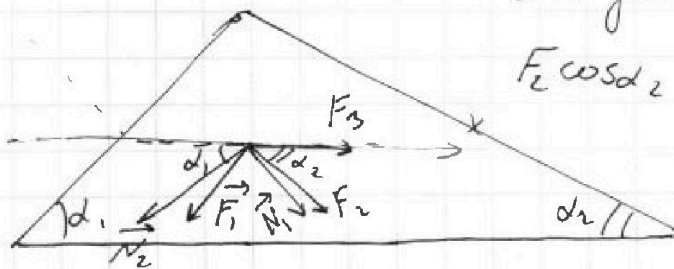
$$F_2 = m_2 g \sin \alpha_2 - a_2 m_2; F_2 = \frac{9mg}{4} \cdot \frac{8}{17} - \frac{84}{29} \cdot \frac{9m}{4} = \frac{20}{51} mg$$

Нарисуем отдельный клин и покажем все силы, действующие на него!



2-й закон Ньютона на ось x:

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



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

$$F_3 = \frac{26mg}{85} \cdot \frac{4}{5} + \frac{9mg}{4} \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{20mg}{51} \cdot \frac{15}{17} - \frac{4mg}{5}$$

$$\Rightarrow F_3 = N_2 \sin \alpha_2 + F_1 \cos \alpha_1 - N_1 \sin \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2 = \frac{6mg}{17}$$

$$\text{Ответ: } F_1 = \frac{26mg}{85}; F_2 = \frac{20}{51} mg; F_3 = \frac{6mg}{17}$$

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!

№2 1) Найдем выражение внутренней энергии газа в процессе 1-2. Так в процессе 1: $p_1 = 10p_0$; $V_1 = 6V_0$

В точке 2: $p_2 = 4p_0$; $V_2 = 12V_0$

$$\begin{aligned} p_1 V_1 &= \nu R T_1 \\ p_2 V_2 &= \nu R T_2 \end{aligned} \Rightarrow \Delta Q_{12} = \left| \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) \right| = \left| \frac{3}{2} p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1 \right| =$$

$$= \left| \frac{3}{2} \cdot 4p_0 \cdot 12V_0 - \frac{3}{2} \cdot 10p_0 \cdot 6V_0 \right| = |72p_0 V_0 - 90p_0 V_0| = 18p_0 V_0$$

Зададим уравнение прямой для процесса 1-2:

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

$$\Rightarrow A_{12} = \int_{6V_0}^{12V_0} \left(16p_0 - \frac{p_0}{V_0} V \right) dV = 42p_0 V_0$$

Зададим уравнение прямой для процесса 2-3

$$\frac{p}{p_0} = -\frac{V}{3V_0} + 8 \Rightarrow p = 8p_0 - \frac{p_0}{3V_0} V$$

$$\Rightarrow A_{23} = - \int_{12V_0}^{6V_0} \left(8p_0 - \frac{p_0}{3V_0} V \right) dV = -30p_0 V_0$$

Работа всего цикла равна $A_{cy} = A_{12} + A_{23} = 12p_0 V_0$

$$\Rightarrow \eta_{cy} = \frac{12p_0 V_0}{60p_0 V_0} = \frac{2}{5}$$

2) Воспользуемся уравнением для давления в процессе 1-2: $p(V) = 16p_0 - \frac{p_0}{V_0} V$

Уравнение состояния идеального газа: $pV = \nu RT$

$$\Rightarrow T = \frac{pV}{\nu R} \Rightarrow T(V) = \frac{\left(16p_0 - \frac{p_0}{V_0} V \right) V}{\nu R}$$



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!

N3 Запишем теорему Гаусса для области внутри сферы диэлектрической проницаемостью ϵ

$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{\bar{Q}}{\epsilon_0 \epsilon}, \text{ контур выделен в виде сферы, радиусом } x$$

$$\Rightarrow E \cdot 4\pi x^2 = \frac{Q}{\epsilon_0 \epsilon} \Rightarrow E = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 \epsilon x^2} \Rightarrow \varphi = 4\pi \epsilon_0 \epsilon x$$

$$\Rightarrow \varphi(x) = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 \epsilon} \cdot \frac{1}{R} = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 \epsilon R}$$

Ответ: 1) $\varphi = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 \epsilon R}$



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 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!

Ис Дано:

$$L_1 = L$$

$$L_2 = \frac{9L}{4}$$

$$n_1 = n$$

$$n_2 = \frac{3n}{2}$$

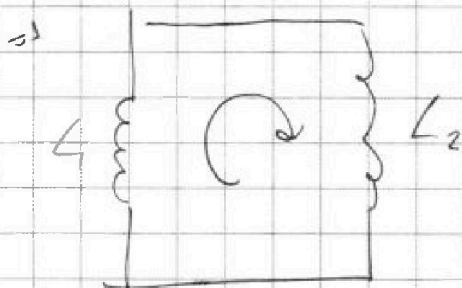
S

$$1) \frac{\Delta I}{\Delta t} = \dots$$

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = -\alpha \quad (\alpha > 0)$$

Решение:

1) При уменьшении магнитного потока через первую катушку, в цепи будет возникать ЭДС индукции. Наму цепь можно представить вить, как цепь, состоящую из двух катушек.



ЭДС индукции магнитного потока через первую катушку $\Phi = n(BS) \cdot n$
 $\Rightarrow \mathcal{E}_1 = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \alpha n S$

Запишем второе правило Кирхгофа для этой цепи:

$$\mathcal{E}_1 = L_1 \frac{\Delta I}{\Delta t} + L_2 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \alpha n S = \frac{\Delta I}{\Delta t} \left(L + \frac{9L}{4} \right) = \frac{13L}{4} \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{4\alpha n S}{13L}$$

2) По правилу Ленца определяем, что направление воле индукции в катушках тоже будет направлено

$$\Rightarrow \mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1 = L_1 \frac{\Delta I_1}{\Delta t} + L_2 \frac{\Delta I_1}{\Delta t}; \quad \mathcal{E}_2 = \frac{3n S B_0 \alpha}{2 \Delta t \cdot 3};$$

$$\mathcal{E}_1 = \frac{3\alpha n S}{3 \Delta t}$$



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!

$$\Rightarrow \frac{n S B_0}{2 \Delta t} - \frac{n S B_0}{3 \Delta t} = (L_1 + L_2) \frac{\Delta I_1}{\Delta t} ; \Delta I_1 = I, \text{ так как } I \text{ — постоянная}$$
$$\Rightarrow \frac{n S B_0}{6} = I (L_1 + L_2)$$

$$\frac{n S B_0}{6} = \frac{13}{2} L I \Rightarrow I = \frac{n S B_0}{13 \cdot 3 L} = \frac{n S B_0}{39 L}$$

Ответ 1) $\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{u \alpha n S}{13 L}$ 2) $I = \frac{n S B_0}{39 L}$



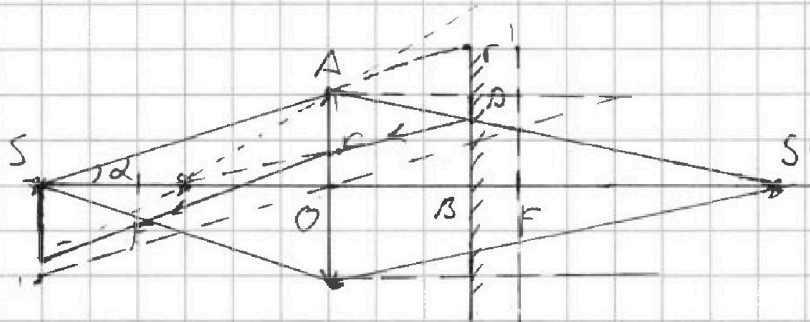
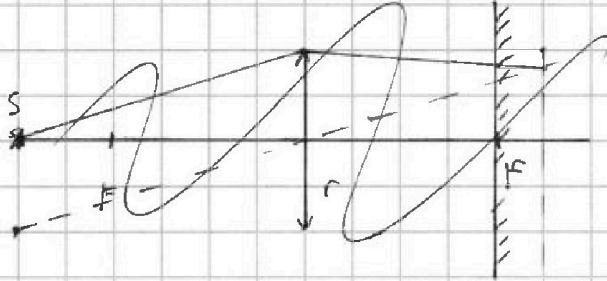
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!

N5



1) Построим изображение от линзы с помощью плоскости, которую линза освещает:

Вспользуемся формулой тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{F-d}{F}, \text{ найдем расстояние}$$

до изображения: $d = h; F = \frac{2}{3}h;$

$$\Rightarrow f = \frac{2h^2}{3(h - \frac{2}{3}h)} = \frac{2h^2}{2h} = h = 2F. \text{ Рассмотрим подобие треугольников}$$

треугольников ABS' и BDS'

$$\frac{DB}{r} = \frac{f-l}{f} \Rightarrow DB = \frac{r(f-l)}{f} = \frac{r(2h - \frac{h}{2})}{2h} = \frac{3}{4}r = \frac{3}{4}F$$

\Rightarrow Косая световая часть зеркала равна:

$$S_{\text{зеркало}} = \pi r^2 - \pi \cdot DB^2 = \pi(r^2 - DB^2) = \pi(r^2 - \frac{9}{16}r^2) =$$

$$= \pi r^2 \cdot \frac{7}{16} = \pi (4 \text{ см})^2 \cdot \frac{7}{16} = 7\pi \text{ см}^2$$



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
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!

2) Далее ~~устройство~~ от ~~линии~~ будет ~~использоваться~~
для зеркала

2) Найдём радиус кривизны, который был бы в теле,
если бы вместо линзы стояла тонкая не по-
лучающая стена:

$$R = r + r'; \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{r}{h}; \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{r'}{l} \Rightarrow r' = \frac{lr}{h}$$

$$\Rightarrow R = r \left(1 + \frac{l}{h} \right)$$

\Rightarrow Площадь несветящейся стенки равна:

$$S_{\text{стены}} = \pi R^2 - \pi D^2 = \pi \left(r^2 \left(1 + \frac{l}{h} \right)^2 - \frac{9r^2}{16} \right) = \pi r^2 \left(\frac{9}{4} - \frac{9}{16} \right) =$$

$$= \pi r^2 \frac{27}{16} \Rightarrow S_{\text{стены}} = 27\pi \text{ см}^2$$

2) Далее ~~устройство~~ от ~~зеркала~~ будет ~~являться~~
~~стеной~~ ~~использоваться~~ для линзы

Получим формулу для линзы:

$$\frac{1}{f} = -\frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2}; \quad d_2 = f - 2l = 2h - h = h$$

$$\Rightarrow \frac{1}{f} = -\frac{1}{h} + \frac{1}{f_2}; \quad \frac{1}{f_2} = \frac{1}{f} + \frac{1}{h} \Rightarrow f_2 = \frac{fh}{h+f} = \frac{2h^2}{h + \frac{2h}{3}} =$$

$$= \frac{2h^2}{\frac{5h}{3}} = \frac{2}{5}h; \quad \Rightarrow \text{от стены на } \frac{3}{5}h$$

~~Угол~~ ~~по~~ ~~которому~~ ~~луч~~ ~~идёт~~ ~~между~~ $\angle \text{ОО} = \cos \alpha$



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!

$$\Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{r_{\text{несв}}}{sh} \cdot 5, \text{ из прав. пункта } \operatorname{tg} \alpha = \frac{r}{h}$$

$$\Rightarrow r_{\text{несв}} = \frac{r}{5}$$

$$\Rightarrow S_{\text{несв}_2} = \pi r_{\text{несв}}^2 = \frac{9r^2}{25} \cdot \pi = \frac{9 \cdot 16 \text{ см}^2}{25} \pi = \frac{144}{25} \pi \text{ см}^2$$

$$\Rightarrow \text{Ответ: 1) } S_{\text{несв}_1} = 27\pi \text{ см}^2$$

$$2) S_{\text{несв}_2} = \frac{144}{25} \pi \text{ см}^2$$



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!

$$AS = \sqrt{d^2 + r^2}$$

$$\frac{AS}{AS + x}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{r}{\sqrt{d^2 + r^2}}$$

для определения и вычисления

$$\text{tg } \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \Rightarrow \text{tg } \alpha = \frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}$$

$$\Rightarrow \text{tg } \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{\frac{r^2}{d^2 + r^2} \left(1 - \frac{r^2}{d^2 + r^2}\right)}$$

$$= \sqrt{\frac{r^2}{d^2 + r^2} \left(\frac{d^2}{d^2 + r^2}\right)} = \sqrt{\frac{r^2}{d^2}} = \frac{r}{d} \quad \text{tg } \alpha = \frac{r}{d}$$

$$\frac{r}{d} = \frac{r'}{e} \Rightarrow r' = \frac{er}{d}$$

\Rightarrow Приближенно считаем для кольца,

$$d = l - e \approx e$$

$$\Rightarrow \frac{1}{l} = -\frac{1}{l - 2e} + \frac{1}{e}$$

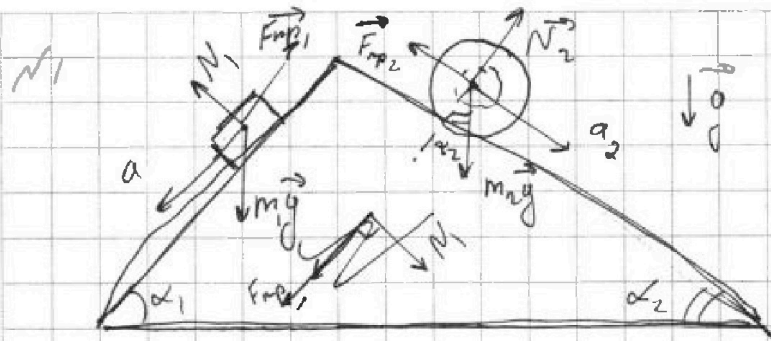


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



51928

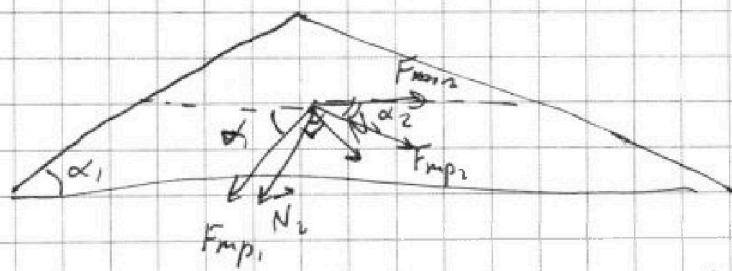
$$m_2 g \sin \alpha_2 = a_2 m_2$$

$$\frac{9mg}{4} \cdot \frac{8}{17} = \frac{9m}{4} \cdot \frac{89}{72}$$

$$\frac{3}{17} \cdot \frac{19}{3} = \frac{54 - 34}{51}$$

1405
8
3240

$\times 4$



$$F_3 + F_{mp2} \cos \alpha_2 + N_1 \cos(90 - \alpha_1) = N_2 \cos(90 - \alpha_2) + F_{mp1} \cos \alpha_1$$

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

$$F_3 = \frac{9mg \cdot 15}{4 \cdot 17} \cdot \frac{8}{19} + \frac{26mg \cdot 4}{17 \cdot 5 \cdot 5} - \frac{4mg \cdot 3}{5 \cdot 5} - \frac{20mg \cdot 15}{51 \cdot 17}$$

$$F_3 = \frac{135 \cdot 8mg}{4 \cdot 17 \cdot 19} + \frac{26mg \cdot 4}{17 \cdot 5 \cdot 5} - \frac{17 \cdot 4 \cdot 3mg}{17 \cdot 5 \cdot 5} - \frac{20mg \cdot 15}{51 \cdot 17} =$$

$$= \frac{135 \cdot 8mg}{4 \cdot 17 \cdot 19} + \frac{104 - 204}{17 \cdot 5 \cdot 5} - \frac{200mg}{17 \cdot 17 \cdot 3} =$$

$$= \frac{3240mg - 1200}{17 \cdot 17 \cdot 204} - \frac{100mg}{17 \cdot 5 \cdot 5} =$$

$$= \frac{2000mg}{17 \cdot 17 \cdot 204} - \frac{100mg}{17 \cdot 25} = \frac{10mg}{17} - \frac{4mg}{17} = \frac{6mg}{17}$$



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!

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 5 \\ \hline 85 \end{array}$$

$$\frac{3 \cdot 17 - 5 \cdot 5}{85} = \frac{51 - 25}{85} = \frac{26}{85}$$

$$\frac{2 \cdot 89 \cdot 9m}{29 \cdot 4} = \frac{?}{3}$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 3 \\ \hline 51 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} - 51 \\ 25 \\ \hline 26 \end{array}$$



$$m_2 g \sin \alpha_2 + F_2 = a_2 m_2$$

$$\frac{9m}{4} \cdot \frac{8}{17} + F_2 = \frac{89}{29} \cdot \frac{9m}{4}$$

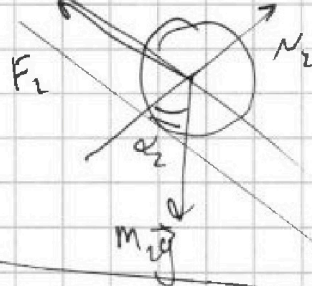
$$F_2 = \frac{9m}{4} \left(\frac{89}{29} - \frac{8}{17} \right)$$

$$\begin{array}{r} 459 \cdot 9 \\ \hline 45 \\ \hline 851 \end{array}$$

$$m_2 g \sin \alpha_2 = m_2 a_2$$

$$\frac{9m}{4} \cdot \frac{8}{17} = \frac{9m}{4} \cdot \frac{89}{29}$$

$$\frac{24}{3} \cdot \frac{15}{6} = \frac{90}{90}$$



$$\begin{array}{r} \times 27 \\ 19 \\ \hline 183 \\ + 27 \\ \hline 459 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 85 \\ 5 \\ \hline 425 \\ + 26 \\ 4 \\ \hline 164 \end{array}$$

$$m_2 g \sin \alpha_2 - F_2 = a_2 m_2$$

$$\frac{9m}{4} \cdot \frac{8}{17} - \frac{69}{29} \cdot \frac{9m}{4} = F_2$$

$$\begin{array}{r} - 368475 / 17 \\ 34 \\ \hline 28 \\ - 17 \\ \hline - 149 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 51 \\ 17 \\ \hline 309 \\ + 51 \\ \hline 867 \end{array}$$

$$\frac{9m}{4} \left(\frac{8}{17} - \frac{8}{29} \right) = F_2$$

$$\frac{9m}{4} \left(\frac{8 \cdot 29 - 8 \cdot 17}{459} \right) = F_2$$

$$\frac{2 \cdot 8m}{51} \cdot \left(\frac{10}{459} \right) = F_2$$

$$\begin{array}{r} 867 \\ + 425 \\ \hline 4335 \end{array}$$

$$F_2 = \frac{20}{51} mg$$

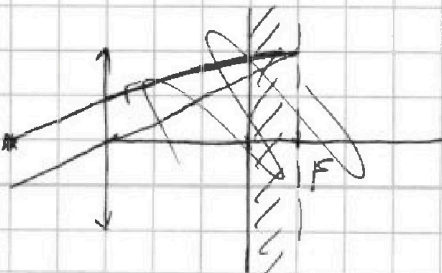
$$mg \left(\frac{26 \cdot 4}{85 \cdot 5} + \frac{9 \cdot 3}{17} - \frac{20 \cdot 15}{51 \cdot 17} - \frac{161}{25} \right) =$$

$$\begin{array}{r} 1734 \\ + 234 \\ \hline 5468 \\ + 368475 \\ \hline 368475 \end{array}$$

$$= mg \left(\frac{104}{425} + \frac{27}{17} - \frac{300}{867} - \frac{16}{25} \right)$$

$$\begin{array}{r} \times 16 \\ 9 \\ \hline 144 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} - 144 \cdot 25 \\ \hline 240 \end{array}$$





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!

Задача 1 уравнение прямой в процессах 2 3 4

1-2: где 1-2 $\frac{p}{p_0} = -\frac{V}{V_0} + 16$

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

Площадь работы газа

$$A_{12} = \int_{12V_0}^{16V_0} (16p_0 - \frac{p_0}{V_0}V) dV = \left(16V_0 p_0 - \frac{p_0 V^2}{2V_0} \right) \Big|_{12V_0}^{16V_0} =$$

$$= \left(16 \cdot 16V_0 p_0 - \frac{p_0 \cdot 256V_0^2}{2V_0} \right) - \left(16 \cdot 6p_0 V_0 - \frac{18p_0 V_0^2}{2V_0} \right) =$$

$$= 192p_0 V_0 - 128p_0 V_0 - 96p_0 V_0 + 18p_0 V_0 = 42p_0 V_0$$

2-3: $\frac{p}{p_0} = -\frac{1}{3}\frac{V}{V_0} + 8$

$$p = 8p_0 - \frac{p_0}{3V_0}V$$

$\Rightarrow A_{23} =$

$$- \int_{6V_0}^{12V_0} \left(8p_0 - \frac{p_0}{3V_0}V \right) dV = - \left(8p_0 V - \frac{p_0 V^2}{6V_0} \right) \Big|_{6V_0}^{12V_0} =$$

$$= - \left(8 \cdot 12p_0 V_0 - \frac{144p_0}{6V_0} \right) - \left(48p_0 V_0 - 6p_0 V_0 \right) =$$

$$= - \left(96p_0 V_0 - 24p_0 V_0 \right) - \left(48p_0 V_0 - 6p_0 V_0 \right) =$$

$$= -30p_0 V_0$$

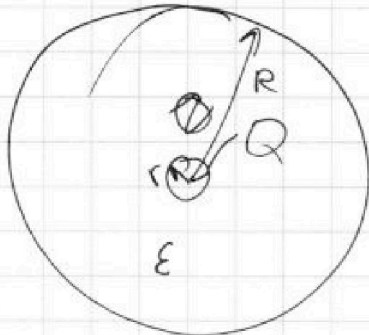


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!



Все заряды равномерно распределены по поверхности

$$\frac{kQ}{\epsilon \epsilon_0} \Rightarrow \varphi_k = \frac{kQ}{\epsilon \epsilon_0} = \frac{12kQ}{11\epsilon R} = \frac{3Q}{11 \cdot 4\pi \epsilon_0 R} = \frac{3Q}{11\pi \epsilon_0 R}$$

$$\frac{85}{5} \Big/ \frac{119}{5}$$

Рассмотрим точку

$$26.4 = \epsilon \epsilon_0 \Rightarrow 26.4 = \epsilon R$$

$$5 \varphi_0 = \epsilon \cdot 2R \Rightarrow \varphi_0 = 10\epsilon R$$

$$\begin{array}{r} \times 29 \\ 51 \\ \hline 29 \\ 135 \\ \hline 1489 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 19 \\ 51 \\ \hline 19 \\ 85 \\ \hline 889 \end{array} \quad \begin{array}{r} - 272 \\ 164 \\ \hline 168 \end{array}$$

$$F_2 = \frac{mg}{5} = \frac{26.4}{85} + \frac{26.4}{85.5} + \frac{29}{19} - \frac{20.15}{19 \cdot 51} - \frac{16}{25}$$

$$\frac{26.4 \text{ mg}}{17.25} + \frac{1077 \text{ mg}}{867} - \frac{16 \text{ mg}}{25}$$

$$\begin{array}{r} \times 25 \\ 19 \\ \hline 195 \\ 75 \\ \hline 425 \end{array} \quad \begin{array}{r} + 16 \\ 19 \\ \hline 112 \\ 16 \\ \hline 292 \end{array}$$

$$\frac{104 \text{ mg} - 272 \text{ mg}}{425} + \frac{1077 \text{ mg}}{867} =$$

$$= \frac{1077 \text{ mg}}{867} - \frac{168 \text{ mg}}{425} =$$

$$= \frac{1077 \cdot 425 - 168 \cdot 867}{368475} =$$

$$= \frac{452925 - 145656}{368475} = \frac{312069}{368475} = 122825 \cdot \frac{168}{867}$$

$$\begin{array}{r} 482925 \\ - 145656 \\ \hline 312069 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 867 \\ 425 \\ \hline 4335 \\ 1734 \\ \hline 3468 \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 1077 \\ 425 \\ \hline 5385 \\ 2154 \\ \hline 4308 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 368475 \mid 452925 \\ 104023 \\ \hline 122825 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 168 \\ 867 \\ \hline 7196 \\ 1068 \\ \hline 1344 \end{array}$$

$$195656$$

$$\begin{array}{r} 312069 \mid 3 \\ 1206 \\ \hline 104023 \\ 100 \\ \hline 101023 \\ 104023 \mid 3 \\ 9 \\ \hline 14 \\ 13 \\ \hline 22 \\ 15 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 368475 \mid 3 \\ 24 \\ \hline 122825 \\ 9 \\ \hline 15 \end{array}$$

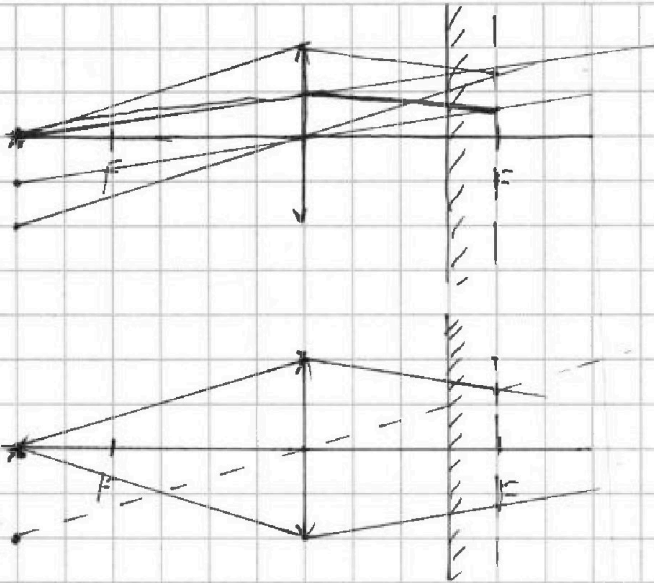


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

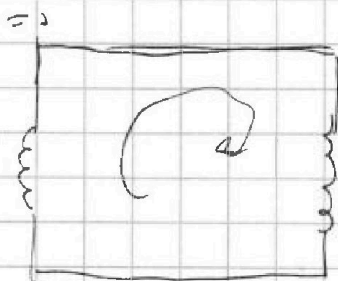
СТРАНИЦА
_ ИЗ _

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!



$\frac{dB}{dt} = -\alpha$ При увеличении тока

1) $\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} = nS\alpha$ $nS\alpha = L \frac{dI}{dt}$



$n n S \alpha = L_2 \frac{dI}{dt}$

$\Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{n S \alpha}{L_2}$

$\mathcal{E}_i = L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt}$

$\Rightarrow n S \alpha = \frac{dI}{dt} (L_1 + L_2) \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{n S \alpha}{L_1 + L_2}$

2) $\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1 = L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt}$

$4B_0 - \frac{8B_0}{3} = \frac{4B_0}{3}$

$= \mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1 = \frac{dI}{dt} (L_1 + L_2) \cdot \frac{3nS}{2 \cdot 4 \cdot 2} = \frac{3nS^2 \cdot 4B_0}{2 \cdot 4 \cdot 3} - \frac{nS \cdot 8B_0}{2 \cdot 4 \cdot 3} = \frac{dI}{dt} (L_1 + L_2)$

$\Rightarrow I(L_1 + L_2) = \frac{2 \cdot 4 \cdot n S B_0 - 3 \cdot n S B_0}{12} = \frac{2 \cdot 1 \cdot n S B_0}{12}$

$\Rightarrow I_2 = \frac{2 \cdot 1 \cdot n S B_0}{12(L_1 + L_2)}$