



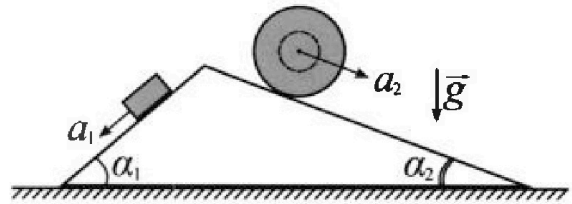
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 7g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $5m$ с ускорением $a_2 = 8g/25$ (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 ($\sin \alpha_2 = 8/17$, $\cos \alpha_2 = 15/17$).

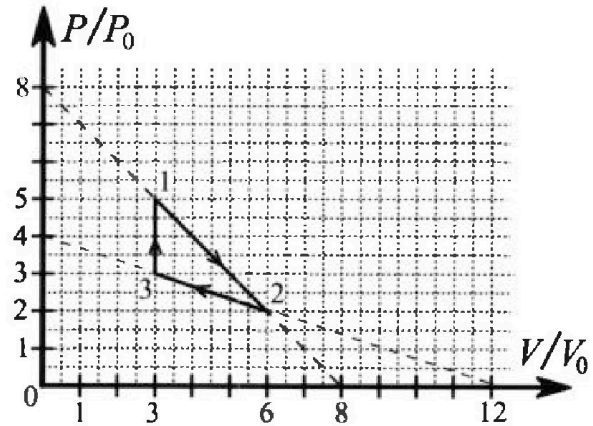


Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

- 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 в 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.



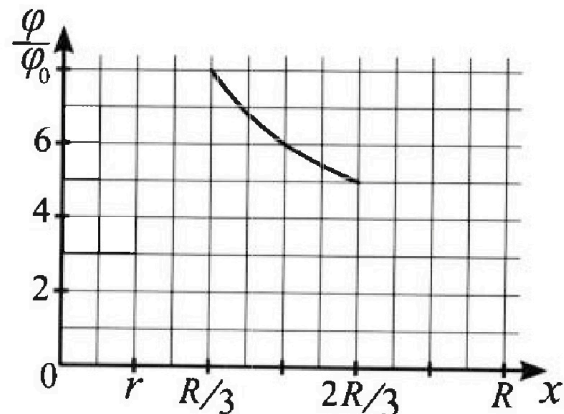
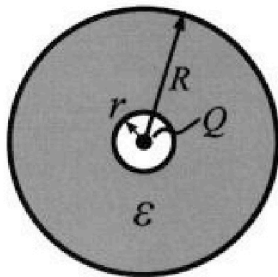
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 $x = 3R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



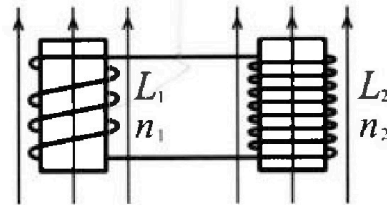
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

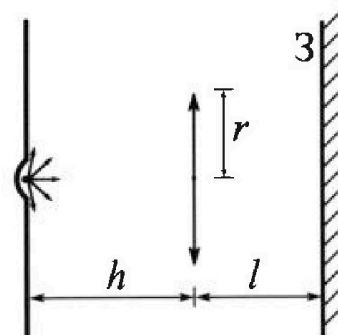


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки 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 $2B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $B_0/3$ до $B_0/12$, 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 $F = 2h$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 2$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h$ 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 $[см^2]$ в виде $у\pi$, где $у$ - целое число или простая обыкновенная дробь.

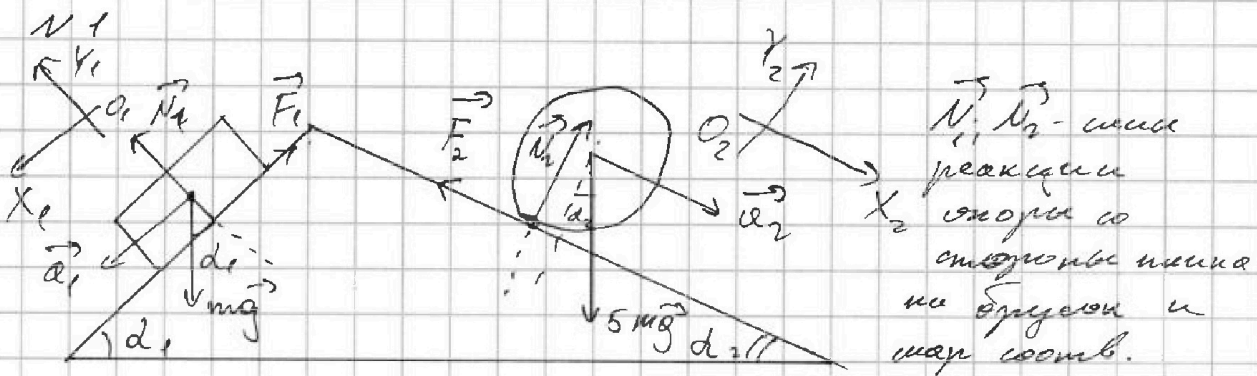


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Введем две СК $X_1O_1Y_1$ и $X_2O_2Y_2$ так, что O_1X_1 \parallel поверхности под углом d_1 , а O_2X_2 \parallel поверхности под углом d_2 .

Запишем Π з-н Ньютона в проекциях на

оси:

$$\begin{cases} O_1X_1: mg \sin d_1 - F_2 = ma_1 \\ O_1Y_1: mg \cos d_1 = N_1 \\ O_2X_2: 5mg \sin d_2 - F_2 = 5ma_2 \\ O_2Y_2: 5mg \cos d_2 = N_2 \end{cases}$$

Получаем:

$$F_2 = m(g \sin d_1 - a_1) = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{4}{17} \right) = \frac{16}{85} mg$$

$$N_1 = \frac{4}{5} mg$$

$$F_2 = 5m(g \sin d_2 - a_2) = \frac{64}{17} mg$$

$$N_2 = \frac{45}{17} mg$$

По Π з-ну Ньютона к шару приложены силы $-F_2, -N_1, -F_2, -N_2$

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.

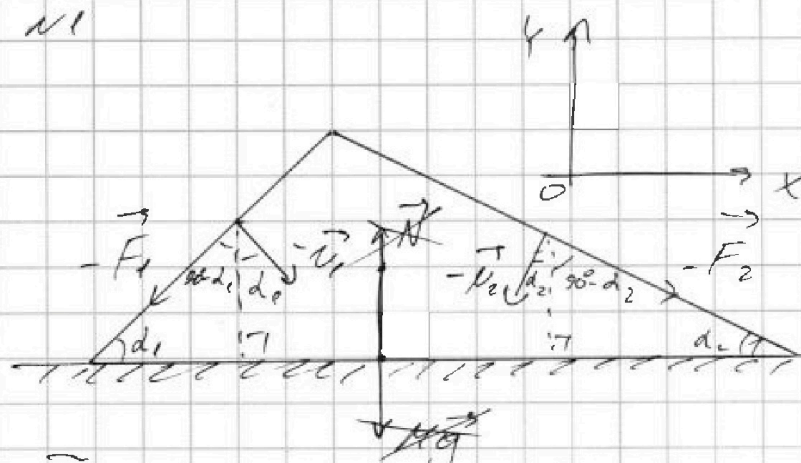


1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 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



Введем СК КОУ
с ОХ // плоскости
стороны.

П.н. кин. покой, то можно записать

II закон Ньютона для кин. в проекции на

$$\text{об } OX: N_1 \sin \alpha - F_1 \cos \alpha + N_2 \sin \beta + F_2 \cos \beta - F_3 = 0$$

$$F_3 = mg \left(\frac{4 \cdot 3}{5 \cdot 5} - \frac{16 \cdot 4}{85 \cdot 5} - \frac{75 \cdot 8}{17 \cdot 17} + \frac{64 \cdot 15}{105 \cdot 14} \right)$$

$$= \frac{mg}{5^2 \cdot 14^2} (4 \cdot 3 \cdot 14^2 - 16 \cdot 4 \cdot 14 - 75 \cdot 8 \cdot 25 + \frac{64 \cdot 5^2 \cdot 14}{4})$$

$$= \frac{mg}{4 \cdot 5^2 \cdot 14^2} (18248 - 4606 - 30000 + 24200)$$

$$= mg \cdot \frac{4892}{4 \cdot 5^2 \cdot 14^2}$$

- Ответ:
- 1) $\frac{16}{85} mg$
 - 2) $\frac{64}{105} mg$
 - 3) $\frac{4812}{4 \cdot 5^2 \cdot 14^2} mg$

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.

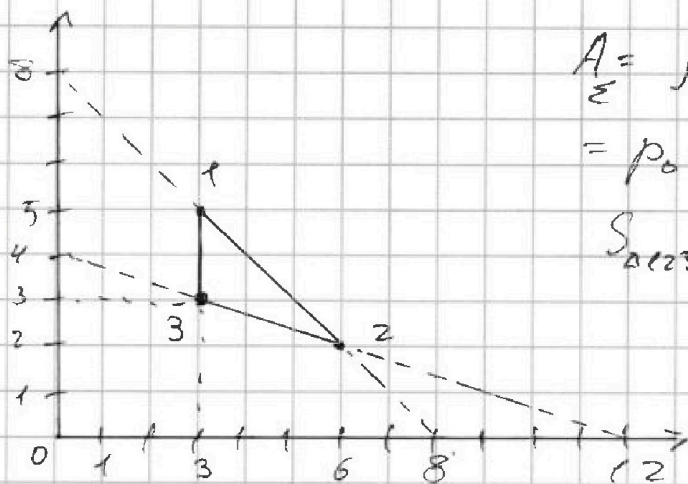


1 2 3 4 5 6 7

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



$$A = \int p dV = p_0 V_0 \int \frac{p}{p_0} d\left(\frac{V}{V_0}\right)$$

$$= p_0 V_0 S_{\Delta 123}$$

$$S_{\Delta 123} = 3$$

$$\Rightarrow A = 3 p_0 V_0$$

$$|\Delta \mathcal{U}_{31}| = \left| \frac{i-1}{2} \Delta(pV) \right| = \left| \frac{3-1}{2} p_0 V_0 \Delta\left(\frac{p}{p_0} \cdot \frac{V}{V_0}\right) \right|, \quad \frac{V}{V_0} = 3$$

$\frac{p}{p_0}$ в точках 1 и 3 равно 5 и 3 соотв

$$\Rightarrow |\Delta \mathcal{U}_{31}| = \left| \frac{3-1}{2} p_0 V_0 \cdot 3(5-3) \right| = 9 p_0 V_0$$

$$\Rightarrow \frac{|\Delta \mathcal{U}_{31}|}{A} = \frac{9 p_0 V_0}{3 p_0 V_0} = 3$$

$$pV = \nu RT, \quad \nu R = \text{const} \Rightarrow \max(T) = \max\left(\frac{pV}{\nu R}\right)$$

$$= \frac{p_0 V_0}{\nu R} \max\left(\frac{p}{p_0} \cdot \frac{V}{V_0}\right). \text{ Прямая } 1-2 \text{ задается}$$

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

$$\frac{p}{p_0} \cdot \frac{V}{V_0} = \frac{p}{p_0} \left(8 - \frac{p}{p_0}\right) = 8 \frac{p}{p_0} - \left(\frac{p}{p_0}\right)^2 = f\left(\frac{p}{p_0}\right)$$

$$f'\left(\frac{p}{p_0}\right) = 8 - 2 \frac{p}{p_0} = 0 \Rightarrow \frac{p}{p_0} = 4 \text{ т.к. это макс-}$$

мум и впадает в минимум, то в точке

$$\frac{p}{p_0} = 4 \text{ её минимум } \Rightarrow \frac{V}{V_0} = 4, \max\left(\frac{p}{p_0} \cdot \frac{V}{V_0}\right) = 16$$

$$\Rightarrow \max(T) = \frac{16 p_0 V_0}{\nu R}$$

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
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!

$$T = \frac{p_0 V_0}{\nu R} \frac{p}{p_0} \cdot \frac{V}{V_0} \text{ Найти } T_2 \text{ в точке } g_2, \text{ в которой } \frac{p}{p_0} = 2, \frac{V}{V_0} = 6 \Rightarrow T_2 = \frac{12 p_0 V_0}{\nu R}$$

$$\Rightarrow \frac{\max(T)}{T_2} = \frac{\frac{16 p_0 V_0}{\nu R}}{\frac{12 p_0 V_0}{\nu R}} = \frac{4}{3}$$

$\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_2} \cdot 100\%$ Применим 3СД для каждого из 3-х линейных процессов:

$$\begin{aligned} 1-2: Q_{12} &= A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{21}{2} p_0 V_0 + \underbrace{\Delta(U_2 - U_1)}_{\text{мощность процесса}} \\ &= \frac{21}{2} p_0 V_0 + \frac{3}{2} \Delta \left(\frac{p}{p_0} \cdot \frac{V}{V_0} \right) = \frac{21}{2} p_0 V_0 + \frac{3}{2} \cdot (-3 p_0 V_0) \\ &= 6 p_0 V_0 \end{aligned}$$

$$2-3: Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = -\frac{15}{2} p_0 V_0 - \frac{9}{2} p_0 V_0 < 0$$

\Rightarrow на этом участке тепло выделяется, а значит оно не учитывается в КФА.

$$3-1: Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = 0 + 9 p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{3 p_0 V_0}{Q_{12} + Q_{31}} \cdot 100\% = \frac{3 p_0 V_0}{15 p_0 V_0} \cdot 100\% = 20\%$$

Ответ: 1) 3
2) $\frac{4}{3}$
3) 20%



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!

N 3

Пусть $E(x)$ - функция напряженности
сфера от радиуса до R , равная 1
при $x \in (0; r) \cup (R; \infty)$ (в воздухе) и E
при $x \in (r; R)$

$$\varphi(x) = \int_x^{\infty} E dx \text{ по определению.}$$

$$E(x) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x^2}, \text{ из условия } r < \frac{R}{3} < \frac{3R}{4}$$

$$\begin{aligned} \varphi\left(\frac{3R}{4}\right) &= \int_{\frac{3R}{4}}^{\infty} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x^2} dx = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[\int_{\frac{3R}{4}}^R \frac{dx}{\epsilon(x)x^2} + \int_R^{\infty} \frac{dx}{\epsilon(x)x^2} \right] \\ &= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[-\frac{1}{\epsilon x} \Big|_{\frac{3R}{4}}^R + \frac{1}{x} \Big|_R^{\infty} \right] = \frac{Q(1+3\epsilon)}{12\pi\epsilon\epsilon_0 R} \end{aligned}$$

Пусть φ_0 - потенциал в некоторой точке

$y > R$ вне сферы.

$$\text{Тогда } \varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int_y^{\infty} \frac{dx}{x^2} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 y}$$

$$\text{Из условия: } \frac{\varphi}{\varphi_0}\left(\frac{R}{3}\right) = 8 \Rightarrow \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 8\varphi_0$$

$$\frac{\varphi}{\varphi_0}\left(\frac{2R}{3}\right) = 5 \Rightarrow \varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = 5\varphi_0$$

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
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!

П.к. обе точки находятся внутри сферы радиуса R и вне сферы радиуса r , то для них справедливо уже полученное выражение для потенциала

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[-\frac{1}{\epsilon x} \Big|_{\frac{R}{3}}^{\infty} - \frac{r}{x} \Big|_{\frac{R}{3}}^{\infty} \right] = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{3}{\epsilon R} - \frac{r}{R} + \frac{r}{R} \right)$$

$$= \varphi_0 \cdot \frac{2+\epsilon}{\epsilon R}, \quad \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 8\varphi_0$$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[-\frac{1}{\epsilon x} \Big|_{\frac{2R}{3}}^{\infty} - \frac{r}{x} \Big|_{\frac{2R}{3}}^{\infty} \right] = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{3}{2\epsilon R} - \frac{r}{2R} + \frac{r}{R} \right)$$

$$= \varphi_0 \cdot \frac{1+2\epsilon}{2\epsilon R}, \quad \varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = 5\varphi_0$$

Получаем:

$$\left\{ \begin{array}{l} \varphi_0 \cdot \frac{2+\epsilon}{\epsilon R} = 8\varphi_0 \\ \varphi_0 \cdot \frac{1+2\epsilon}{2\epsilon R} = 5\varphi_0 \end{array} \right. \text{ поделим одно на другое.}$$

$$\frac{\frac{2+\epsilon}{\epsilon R}}{\frac{1+2\epsilon}{2\epsilon R}} = \frac{8}{5} \Rightarrow \frac{2+\epsilon}{1+2\epsilon} = \frac{4}{5}, \quad 10+5\epsilon = 4+8\epsilon,$$

$$\epsilon = 2$$

Ответ: 1) $\frac{Q(1+\epsilon)}{4\pi\epsilon\epsilon_0 R}$
2) 2



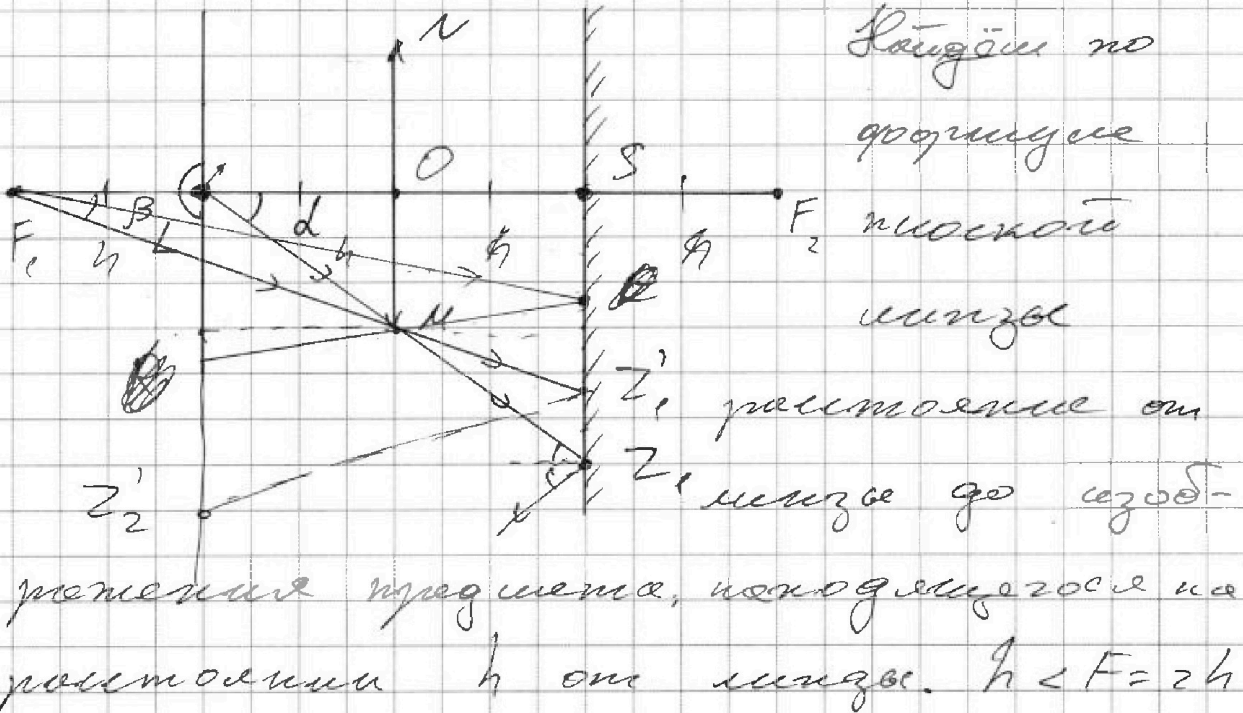
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

N 5



\Rightarrow изображение мнимое. $\frac{1}{F} = \frac{1}{f} - \frac{1}{d}$

$$F = 2h, f = h \Rightarrow d = \frac{(F-f)^2}{Ff} = \frac{2h^2}{2h^2} = 2h = F$$

\Rightarrow изображение находится на одной прямой с фокусом I и опт. осью

Пусть M - крайняя нижняя точка линзы,

Z₁ - точка падающей луча, промежуточного ряда

с M, а Z₁' - промежуточного через M.

$$\Delta SZ_1 \sim \Delta OMK \Rightarrow \frac{SZ_1}{OM} = \frac{LS}{LO} = \frac{2h}{h} = 2$$

$$\Rightarrow SZ_1 = 2r$$

$$\Delta F_1SZ_1' \sim \Delta F_1OK \Rightarrow \frac{SZ_1'}{OK} = \frac{F_1S}{F_1O} = \frac{3h}{2h} = \frac{3}{2}$$

$$\Rightarrow SZ_1' = \frac{3}{2} OM = \frac{3}{2} r$$



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
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!

Все \vec{F}_1 - правый фокус и по совпадению диаметру изображается линзой L .

Все точки ниже Z на зеркале не являются объектами линзы и все точки SZ' также объектами через линзу \Rightarrow

\Rightarrow меньшая область зеркала - кольцо

$$S_{\text{кольца}} = \pi (SZ)^2 - \pi (SZ')^2 = \frac{4}{4} \sqrt{11}^2 = 4\pi \text{ см}^2$$

Рассмотрим луч отрезывающийся от зеркала в точке P , прошедший

все образы лучи F_1Z и F_1Z' от зеркала. Пусть они попадают на

стенку в точках Z_2 и Z_2' соотв.

$$\text{Из } \triangle: \frac{LZ_2' - SZ_2'}{SZ_2'} = \left(\frac{F_1S}{LS}\right)^2 = \frac{2h}{3h} = \frac{2}{3}$$

$$\Rightarrow LZ_2' = \frac{5}{2} SZ_2' = \frac{15}{4} r$$

$$\text{Аналогично: } LZ_2 = \frac{5}{2} SZ_2 = 5r$$

Меньшая область - область кольца:

$$S_{\text{кольца}} = \pi (LZ_2)^2 - \pi (LZ_2')^2 = \frac{145}{16} \pi r^2 = \frac{145\pi}{4} \text{ см}^2$$

Ответ: 1) $S = 4\pi \text{ см}^2$, $\delta_1 = 4$
2) $S = \frac{145}{4} \pi \text{ см}^2$, $\delta_2 = \frac{145}{4}$



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!

289 e2-7
x 84
1156
1212
18276

$$\frac{16}{85} \cdot \frac{3^F}{5} + \frac{64}{105}$$

$$85 = 5 \cdot 17$$

$$\frac{2}{3}h$$

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

$$\frac{l}{F} = \frac{l}{5} = \frac{l}{d}$$

$$\frac{l}{2h} = \frac{l}{5} = \frac{l}{d}$$

$$256 + 166 = 272$$

$$28$$

$$2626$$

$$4626$$

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

$$105 = 5 \cdot 21 = 5 \cdot 7 \cdot 3$$

$$300 - 100 F$$

$$\frac{f}{d} = \frac{F}{F+d}$$

$$b = \frac{2}{3}h \cdot 64$$

$$\frac{2}{3}h \cdot 24200$$

$$\frac{2}{3}h - 8278$$

$$46$$

$$4822$$

$$4 \cdot 2800$$

$$\frac{1}{2}$$

$$10416$$

$$18278 - 10416$$

$$\frac{1}{2h} = \frac{1}{h} - \frac{1}{d}$$



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!

$$\frac{d\Phi}{dt} = L \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{d\Phi}{dt} \quad \Phi = LI$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = S \frac{dB}{dt} - S_2 a = L \frac{dI}{dt}$$

$$\oint \vec{H} d\vec{l} = I_{\text{вп}} \mu_0$$

$$\oint \vec{B} d\vec{l} = I_{\text{вп}} \mu_0$$

$$L \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{2S_2}{L_2} = \frac{3naS}{9L}$$

$$BL = \mu_0 I = \frac{naS}{3L}$$



$$B_0 \rightarrow \frac{2}{3} B_0$$

$$\frac{1}{3} B_0 \rightarrow \frac{1}{2} B_0$$

$$d\Phi = L dI$$

$$\Delta\Phi = L \Delta I$$

$$\frac{B_0}{3} = L \frac{I}{2}$$

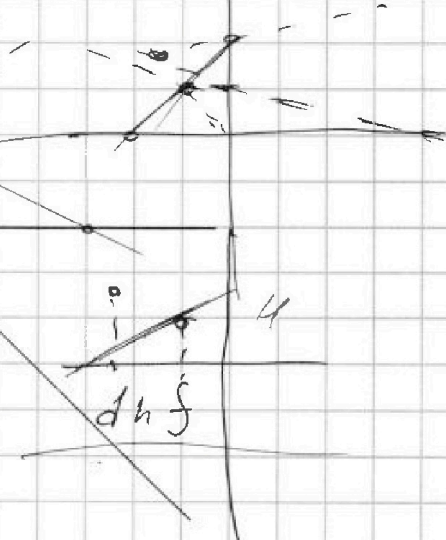
$$\frac{6}{4} - \frac{9}{4} = \frac{4}{4}$$

$$\int d\Phi = LI$$

$$L_1 U = n_1 S \left(\frac{dB_1}{dt} - a \right)$$

$$L_2 U = n_2 S \left(\frac{dB_2}{dt} - a \right)$$

$$\frac{l}{2h} = \frac{l}{h} = \frac{l}{\delta} = \frac{l}{2h}$$



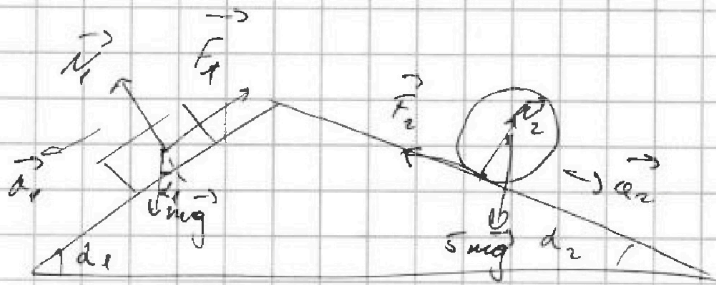


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$1-3: Q = A + \Delta U_{03}$$

$$\frac{A}{Q_2}$$

3, 3
6, 2
3, 5
3, 3

$$\begin{cases} mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma \\ mg \sin \alpha_1 = N_1 \end{cases}$$

$$\int p dV$$

$$= p_0 V_0 \int_{p_0}^p \frac{dV}{V_0} \frac{1}{2} (8 + 30 + 9 - 18 - 8 - 25) = 3 p_0 V_0 = \frac{1}{2} (67) = 3$$

$$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T$$

$$= \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} p_0 V_0 \cdot 3 \cdot 2 = 9 p_0 V_0$$

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

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{q}{\epsilon_0} \quad \nu R T = p_0 V_0$$

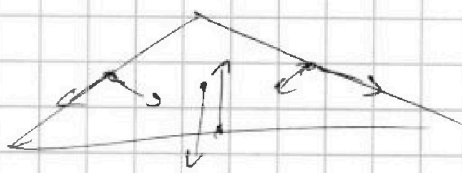


$$E \cdot 4\pi x^2 = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$\varphi = \int E dl$$

$$\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\int_{r_1}^{r_2} \frac{dl}{l^2} + \int_{r_2}^{\infty} \frac{dl}{l^2} \right)$$

$$\frac{4}{2} \cdot 3 = \frac{5}{2} \cdot 3 \quad E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} = 3$$



$$N_1 \sin \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 + F_3$$

$$= N_2 \sin \alpha_2 + F_1 \cos \alpha_1$$

$$pV = \nu R T$$

$$\frac{51 - 35}{85} = \frac{16}{85} \quad 10 \cdot \frac{8}{8} = \frac{64}{105}$$

$$\frac{45}{14} \cdot \frac{3}{5} + \frac{64}{105} \cdot \frac{15}{14} = \frac{45}{14} \cdot \frac{8}{14}$$



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!

1-2: $Q_{12} = A_{12} + aU_{12} = \frac{2\epsilon}{2} p_0 V_0 + \frac{9}{2} p_0 V_0 = 6 p_0 V_0$
 $\rightarrow \frac{1}{2} p_0 V_0 3$

2-3: $Q_{13} = A_{13} + aU_{13} = 3 p_0 V_0$

$A = \int_{-\infty}^{\infty} F dl$ $A = -q\varphi$
 $\varphi = - \int_{-\infty}^{\infty} E dl = \int_{-\infty}^{\infty} E dl$

$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$, $\varphi = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{Q dl}{4\pi\epsilon_0 \cdot l^2} = \frac{q}{2h} = \frac{q}{3h}$

$\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{dl}{\epsilon l^2} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{1}{\epsilon} \right]_{-\infty}^{\infty} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{\epsilon} - \frac{1}{\epsilon} \right) = 0$

$\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[\int_{-\infty}^R \frac{dl}{l^2} + \int_R^{\infty} \frac{dl}{\epsilon l^2} \right]$
 $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{64} + \frac{1}{4} - \frac{1}{64} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{16} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{7}{8}$

$\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 y}$ $\epsilon = 2$ $\varphi_0 \left(\frac{R}{2} \right) = 6$

$\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{2}{3R} - \frac{1}{\epsilon R} + \frac{1}{R} \right) = \frac{6\varphi_0 R}{\epsilon R} \left(-\frac{1}{\epsilon x} \Big|_R - \frac{1}{x} \Big|_R \right)$
 $\varphi_1 = \frac{y\varphi_0}{\epsilon R} \left(\frac{3}{\epsilon R} - \frac{1}{\epsilon R} + \frac{1}{R} \right) = \frac{y\varphi_0 (2+\epsilon)}{\epsilon R}$

$\varphi_2 = \frac{y\varphi_0}{2\epsilon R} \left(\frac{3}{2\epsilon R} - \frac{1}{\epsilon R} + \frac{1}{R} \right) = \frac{y\varphi_0 (1+2\epsilon)}{2\epsilon R}$