



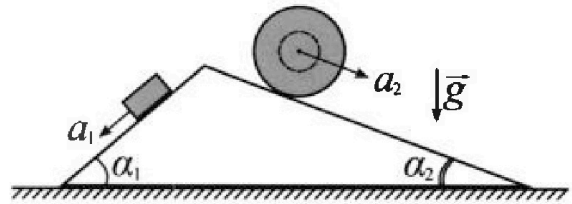
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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 ($\sin \alpha_2 = 8/17$, $\cos \alpha_2 = 15/17$).

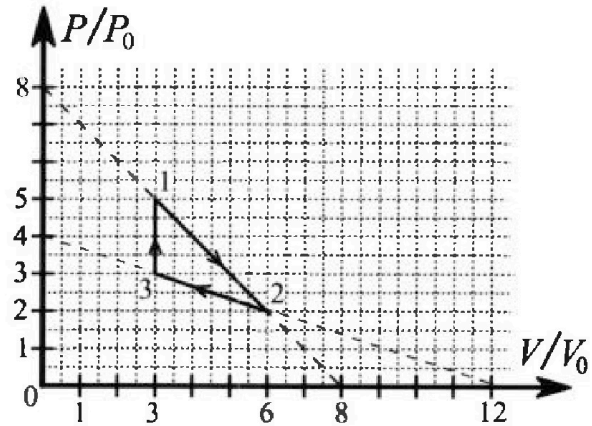


Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

- 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.



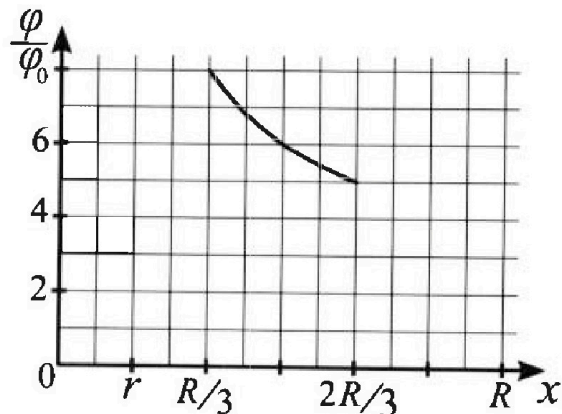
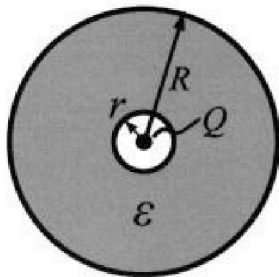
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 .



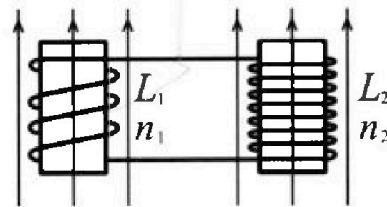
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

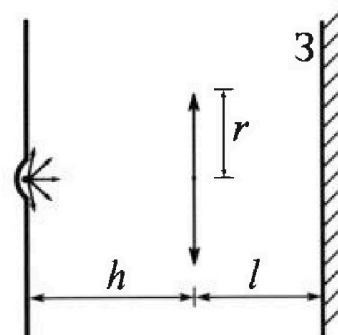


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки 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 $[\text{см}^2]$ в виде $u\pi$, где u - целое число или простая обыкновенная дробь.

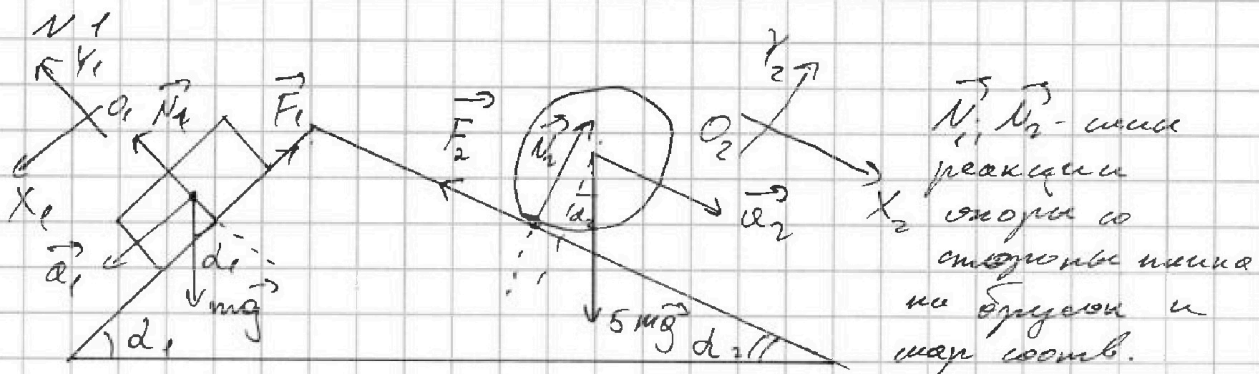


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



\vec{N}_1, \vec{N}_2 - силы реакции
скорости со стороны шара на брусок и шар соотв.

Введем две СК x_1, y_1 и x_2, y_2 так, что $O_1 x_1$ \parallel поверхности под углом d_1 , а $O_2 x_2$ \parallel поверхности под углом d_2 .

Запишем Π з-н Ньютона в проекциях на

оси:

$$\begin{cases} O_1 x_1: mg \sin d_1 - F_2 = m a_1 \\ O_1 y_1: mg \cos d_1 = N_1 \\ O_2 x_2: 5mg \sin d_2 - F_2 = 5m a_2 \\ O_2 y_2: 5mg \cos d_2 = N_2 \end{cases}$$

Получаем: $F_1 = m(g \sin d_1 - a_1) = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{4}{15} \right)$

$$N_1 = \frac{4}{5} mg = \frac{16}{85} mg$$

$$F_2 = 5m(g \sin d_2 - a_2) = \frac{64}{105} mg$$

$$N_2 = \frac{45}{14} mg$$

По Π з-ну Ньютона к каждому приложим по

силы $-\vec{F}_1, -\vec{N}_1, -\vec{F}_2, -\vec{N}_2$

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.

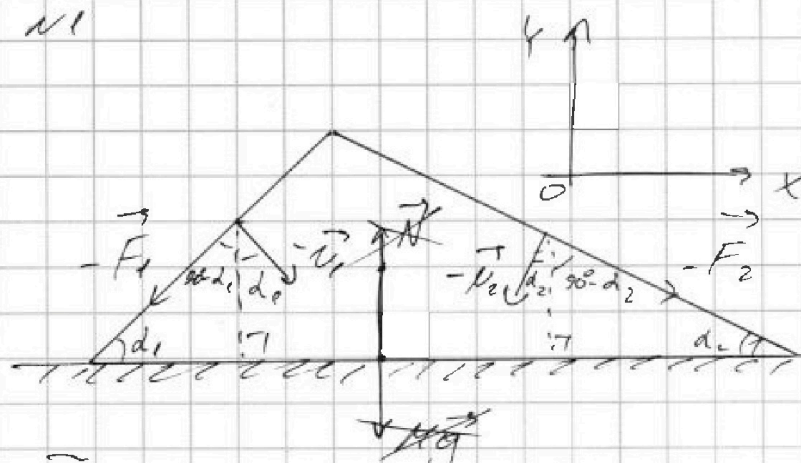


1 2 3 4 5 6 7

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. киии покоится, то можно записать

II 3-х сил закона для кии в проекции на

$$\text{об } OX: N_1 \sin d_1 - F_1 \cos d_1 + N_2 \sin d_2 + F_2 \cos d_2 - F_3 = 0$$

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

$$= \frac{mg}{5^2 \cdot 17^2} (4 \cdot 3 \cdot 17^2 - 16 \cdot 4 \cdot 17 - 75 \cdot 8 \cdot 25 + \frac{64 \cdot 5^2 \cdot 17}{4})$$

$$= \frac{mg}{4 \cdot 5^2 \cdot 17^2} (18248 - 4606 - 30000 + 24200)$$

$$= mg \cdot \frac{4892}{4 \cdot 5^2 \cdot 17^2}$$

- Ответ:
- 1) $\frac{16}{85} mg$
 - 2) $\frac{64}{105} mg$
 - 3) $\frac{4812}{4 \cdot 5^2 \cdot 17^2} mg$

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.

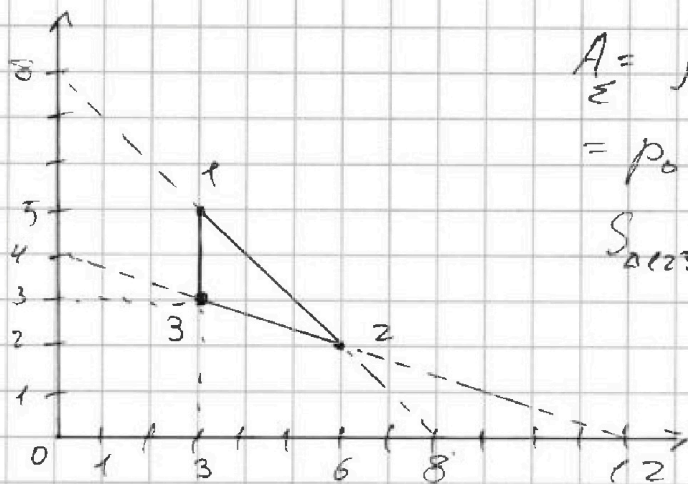


1 2 3 4 5 6 7

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!

$$T = \frac{p_0 V_0}{\nu R} \frac{p}{p_0} \cdot \frac{V}{V_0} \text{ Найти } T_2 \text{ в точке } g \text{,}$$

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:

$$1-2: Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{21}{2} p_0 V_0 + \underbrace{\Delta(U_2 - U_1)}_{\text{мощность процесса}}$$

$$= \frac{21}{2} p_0 V_0 + \frac{3}{2} \Delta \left(\frac{p}{p_0} \cdot \frac{V}{V_0} \right) = \frac{21}{2} p_0 V_0 + \frac{3}{2} \cdot (-3 p_0 V_0)$$

$$= 6 p_0 V_0$$

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

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

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

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

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
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 с осью симметрии изображения ласины L .

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

\Rightarrow меньшая область зеркала - кольцо

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

Рассмотрим луч отрезывающийся от зеркала в точке P , прошедший

Все образы лучи F_1Z_1 и $F_1Z'_1$ от зеркала. Пусть они попадают на

стенку в точках Z_2 и Z'_2 соотв.

$$\text{Из } \triangle: \frac{LZ'_2 - SZ'_1}{SZ'_1} = \left(\frac{F_1S}{LS}\right)^{-1} = \frac{2h}{3h} = \frac{2}{3}$$

$$\Rightarrow LZ'_2 = \frac{5}{2} SZ'_1 = \frac{15}{4} r$$

$$\text{Аналогично: } LZ_2 = \frac{5}{2} SZ_1 = 5r$$

Меньшая область - область кольца:

$$S_{\text{кольца}} = \pi (LZ_2)^2 - \pi (LZ'_2)^2 = \frac{175}{16} \pi r^2 = \frac{175\pi}{4} \text{ см}^2$$

Ответ: 1) $S = 4\pi \text{ см}^2$, $\delta_1 = 4$
2) $S = \frac{175}{4} \pi \text{ см}^2$, $\delta_2 = \frac{175}{4}$

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!

282 12-4
x 84
1156
1212
18246

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

$$\frac{1}{2h} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$$

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

$$\frac{256 + 16}{242} = \frac{f + d}{f + d}$$

$$f + d = f + d$$

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

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

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

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

$$\frac{1}{F} - \frac{1}{f} = \frac{1}{d}$$

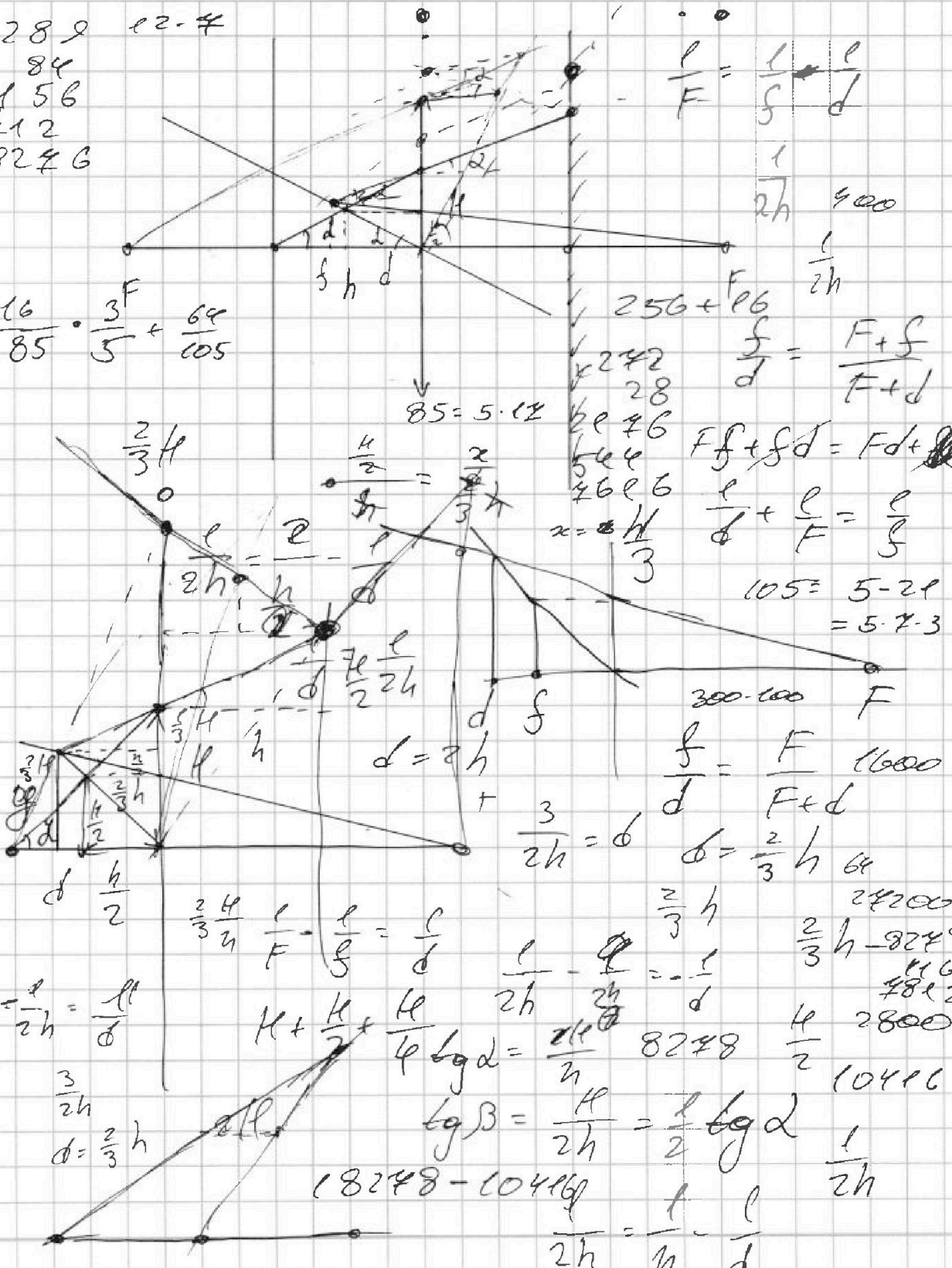
$$\frac{1}{2h} - \frac{1}{f} = \frac{1}{d}$$

$$8248 \cdot \frac{1}{2} = 10416$$

$$\lg \beta = \frac{1}{2h} = \frac{1}{2} \lg d$$

$$18248 - 10416$$

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





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!

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

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

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

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

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

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

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

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



$$d\Phi = L dI$$

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

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

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

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

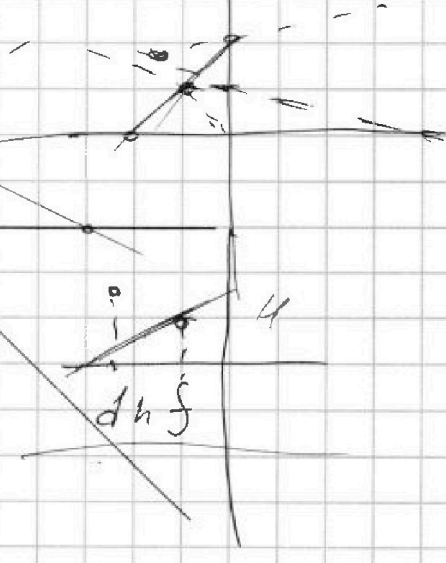
$$\frac{6}{4} - \frac{9}{4} = \frac{4}{4}$$

$$\int d\Phi = LI$$

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

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

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



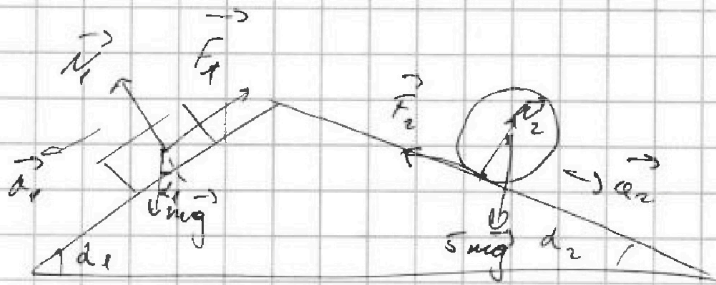


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

$$\frac{A}{Q_2} \begin{matrix} 3, 3 \\ 6, 2 \\ 3, 5 \\ 3, 3 \end{matrix}$$

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

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

$$= \frac{i}{2} \nu R \Delta(PV) = \frac{3}{2} \nu P_0 V_0 \cdot \frac{\nu}{V_0} \Delta \left(\frac{P}{P_0} \right)$$

$$\frac{P}{P_0} + \frac{V}{V_0} = 8$$

$$= \frac{3}{2} \cdot P_0 V_0 \cdot 3 \cdot 2 = 9 P_0 V_0$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{q}{\epsilon_0} \frac{4\pi R^3}{3}$$

$$\nu R T = P_0 V_0$$



$$E \cdot 4\pi x^2 = \frac{q}{\epsilon_0} \frac{4\pi x^3}{3}$$

$$\varphi = \int E dx$$

$$\varphi = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \left(\int \frac{dx}{x^2} + \int \frac{dx}{\epsilon r} \right)$$

$$\frac{4}{2} \cdot 3 = \frac{5}{2} \cdot 3 \Rightarrow E = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{q}{r^2} = 3$$



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

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

$$PV = \nu R T$$

$$\frac{31 - 35}{85} = \frac{16}{85} \Rightarrow \frac{5 \cdot \left(\frac{8}{17} - \frac{8}{25} \right)}{425} = \frac{64}{105}$$

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



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!

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

$$\rightarrow \frac{1}{2} p_0 V_0 \cdot 3$$

2-3:

$$1-3: Q_{13} = A_{13} + aU_{13} = 3 p_0 V_0$$

$$\Phi \quad A = \int_{-\infty}^{\infty} E dl \quad A = -q\Phi$$

$$\Phi = - \int_{-\infty}^{\infty} E dl = \int_{-\infty}^{\infty} E dl$$

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

$$- \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int_{R}^{\infty} \frac{dl}{\epsilon l^2} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{1}{\epsilon} \right]_{R}^{\infty} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{\epsilon R} = \frac{1}{4} \frac{q}{V} \quad h = \frac{3}{2} V$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{225}{4} - \frac{400}{4} \right) \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[\int_{\infty}^R \frac{dl}{l^2} + \int_{R}^{\infty} \frac{dl}{\epsilon l^2} \right]$$

$$\frac{225}{4} \frac{400}{64} - \frac{225}{64} = \frac{175}{4} \cdot \frac{8}{5} = 2 \frac{(2+\epsilon)}{(1+2\epsilon)}$$

$$\frac{1}{3RE} - \frac{1}{RE} + \frac{1}{R} = \frac{4-3+3\epsilon}{3RE} = \frac{1+3\epsilon}{3RE}$$

$$\Phi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 y} \quad \epsilon = 2 \quad \Phi_0 \left(\frac{R}{2} \right) = 6$$

$$\frac{20}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{2}{3R} - \frac{1}{\epsilon R} + \frac{1}{R} \right) = \frac{6\Phi_0}{y\Phi_0} \left(-\frac{1}{\epsilon x} \Big|_R - \frac{1}{x} \Big|_R \right)$$

$$\Phi_1 = y\Phi_0 \left(\frac{3}{\epsilon R} - \frac{1}{\epsilon R} + \frac{1}{R} \right) = y\Phi_0 \frac{(2+\epsilon)}{\epsilon R}$$

$$\Phi_2 = y\Phi_0 \left(\frac{3}{2\epsilon R} - \frac{1}{\epsilon R} + \frac{1}{R} \right) = \frac{y\Phi_0 (1+2\epsilon)}{2\epsilon R}$$