



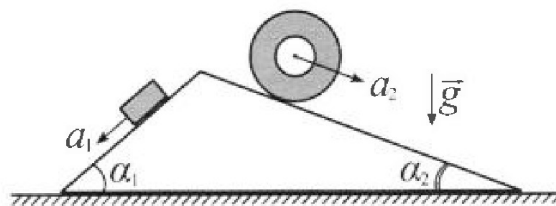
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

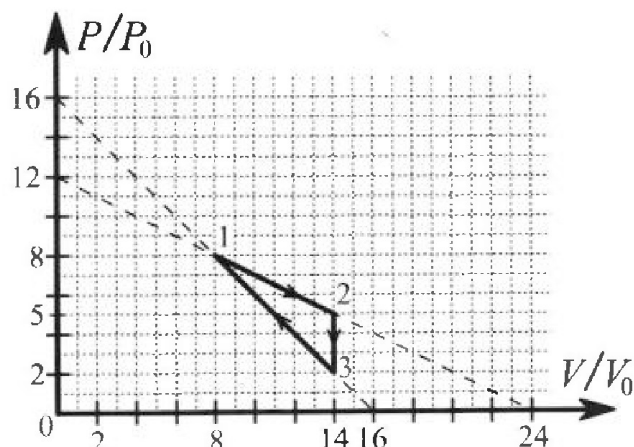


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

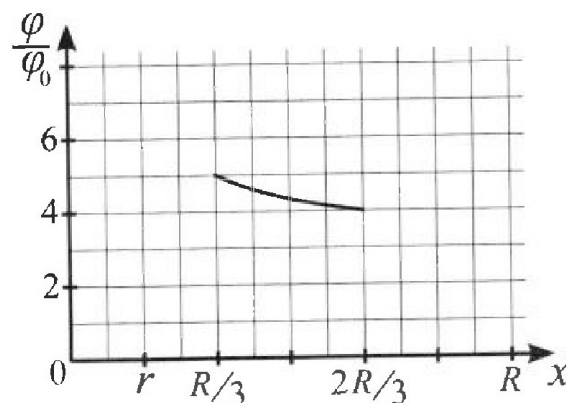
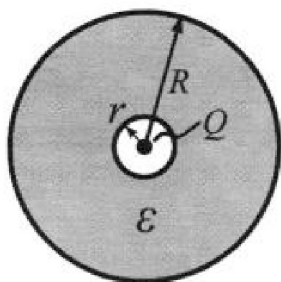
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .



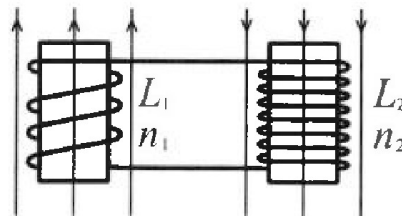
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

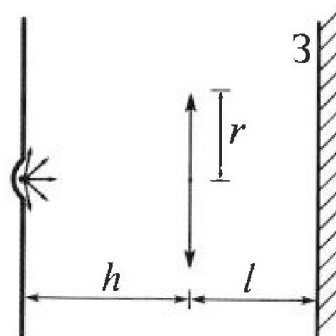


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. 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 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 неосвещенной части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

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

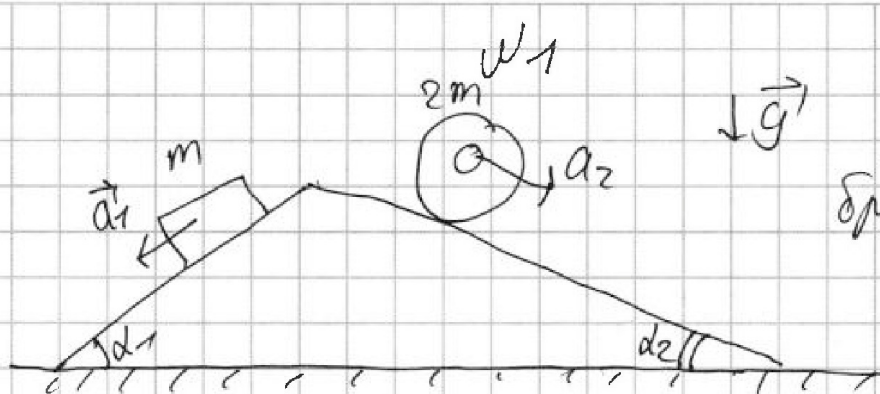


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$a_1 = \frac{6g}{13}$$

$$a_2 = \frac{g}{4}$$

$$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5} \quad \cos \alpha_1 = \frac{4}{5}$$

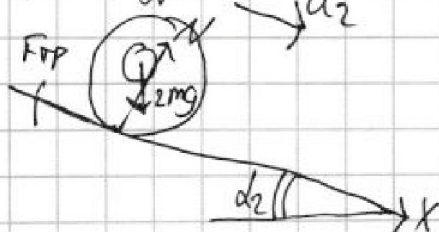
$$\sin \alpha_2 = \frac{5}{13} \quad \cos \alpha_2 = \frac{12}{13}$$

1) $F_{rp1} = ?$

2) $F_{rp2} = ?$

3) $F_{rp3} = ?$

2) Рассмотри цилиндр



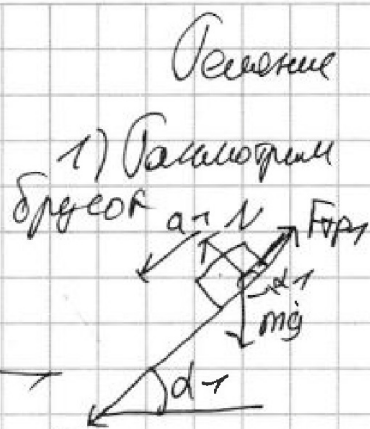
т.е. движение цилиндра без проскальзывания, то $F_{p2} = F_{rp1}$

т.е. о движении цилиндра как о движении:

$$\sum \vec{F}_{\text{внеш}} = 2m \vec{a}_c$$

т.е. $2ma_2 = 2mg \sin \alpha_2 - F_{rp2}$

$$F_{rp2} = 2m(g \sin \alpha_2 - a_2) = 2mg \left(\frac{5}{13} - \frac{1}{4} \right) = \frac{17}{26} mg$$



решение

1) Рассмотри блок

т.е. $ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_{rp1}$

$$F_{rp1} = m(g \sin \alpha_1 - a_1)$$

$$F_{rp1} = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) = mg \left(\frac{39 - 30}{65} \right) = \frac{9}{65} mg$$



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.

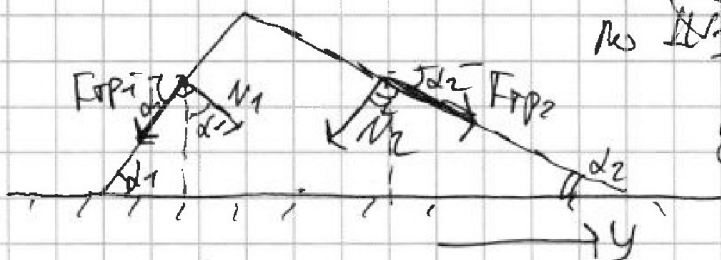
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 2

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

3) Рассмотрим блок

Со стороны бруска и цилиндра вдоль плоскостей их движения по ИЗ-н Ньютона будет действовать силы трения $F_{тр1}$ и $F_{тр2}$, также



направленные в другую сторону, и силы реакции $\vec{N}$ как.

$$N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$$

$$N_2 = 2mg \cos \alpha_2 = \frac{24}{13} mg$$

Сам блок постоит т.к. между ним и поверхностью действует сила трения пока $F_{тр3} = ?$

2) Найдём блок:

$$y: F_{тр3y} + F_{тр2} \cos \alpha_2 - N_2 \sin \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 - F_{тр1} \cos \alpha_1 = 0$$

$$\begin{aligned} F_{тр3y} &= N_2 \sin \alpha_2 + F_{тр1} \cos \alpha_1 - N_1 \sin \alpha_1 - F_{тр2} \cos \alpha_2 = \\ &= \frac{24}{13} mg \cdot \frac{5}{13} + \frac{9}{65} mg \cdot \frac{4}{5} - \frac{4}{5} mg \cdot \frac{3}{5} - \frac{4}{26} mg \cdot \frac{12}{13} = \\ &= mg \left(\frac{24 \cdot 5}{169} + \frac{36}{13 \cdot 25} - \frac{12}{25} - \frac{48}{2 \cdot 169} \right) = \\ &= mg \left(\frac{240}{338} - \frac{48}{338} + \frac{36 - 156}{325} \right) = mg \left(\frac{156}{338} - \frac{120}{325} \right) = \\ &= mg \left(\frac{316}{175} - \frac{24}{65} \right) = \left(\frac{6}{65} mg \right) \rightarrow F_{тр3} \text{ равно } \\ &\text{направлено} \end{aligned}$$

Итого: 1) $F_{тр1} = \frac{9}{65} mg$; 2) $F_{тр2} = \frac{4}{26} mg$; 3) $F_{тр3} = \frac{6}{65} mg$



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
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!

$V_A = 15V_0 \rightarrow$ можно заметить, что во всем процессе 1-2 ($V \in [8V_0; 14V_0]$) температура повышается

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = 39\rho_0 V_0 + 6\rho_0 V_0 = 45\rho_0 V_0$$

$$Q_{23} = C_V V (\Gamma_3 - \Gamma_2) = \frac{3}{2} \sqrt{R} (\Gamma_3 - \Gamma_2) = \frac{3}{2} (28\rho_0 V_0 - 40\rho_0 V_0)$$

изотермический процесс $= -\frac{3}{2} 12\rho_0 V_0 = -63\rho_0 V_0$

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} = \frac{3}{2} (\sqrt{R} \Gamma_1 - \sqrt{R} \Gamma_3) + (-30\rho_0 V_0) =$$

$$= \frac{3}{2} (64\rho_0 V_0 - 28\rho_0 V_0) - 30\rho_0 V_0 = 24\rho_0 V_0$$

В процессах 12 и 3-1 температура в действительности повышается $\rightarrow Q_H = Q_{12} + Q_{31} = 69\rho_0 V_0$

$$A_E = 9\rho_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A_E}{Q_H} = \frac{9\rho_0 V_0}{69\rho_0 V_0} = \frac{3}{23}$$

Ответ: (1) $\frac{\Delta U_{12}}{A_E} = \frac{2}{3}$; (2) $\frac{\Gamma_{12 \max} - \Gamma_3}{\Gamma_3} = \frac{18}{4}$; (3) $\eta = \frac{3}{23}$

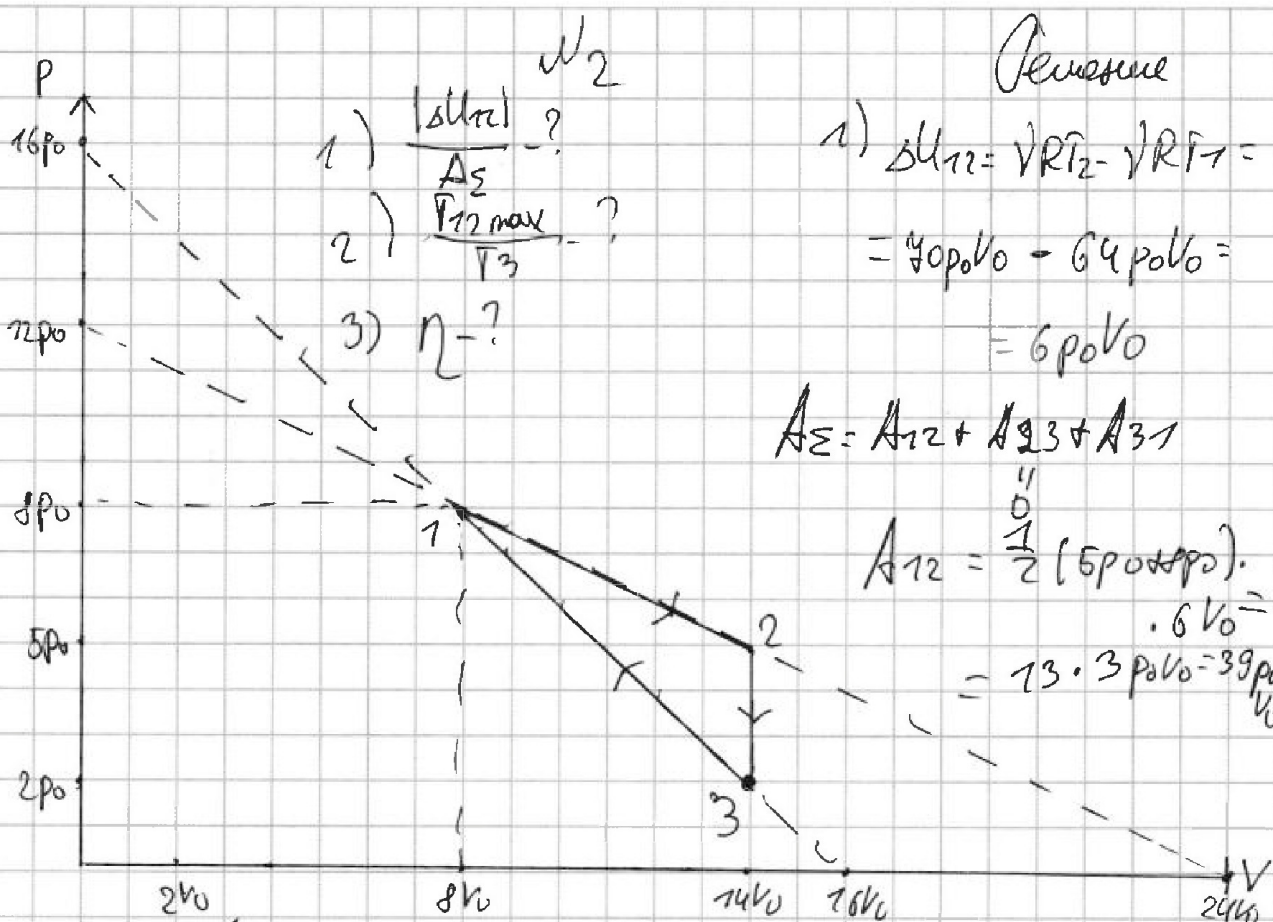


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Решение

$$1) \Delta U_{12} = \nu R T_2 - \nu R T_1 =$$

$$= 40 p_0 V_0 - 64 p_0 V_0 =$$

$$= 6 p_0 V_0$$

$$A_{\Sigma} = A_{12} + A_{23} + A_{31}$$

$$A_{12} = \frac{1}{2} (6 p_0 + 12 p_0) \cdot 6 V_0 =$$

$$= 13 \cdot 3 p_0 V_0 = 39 p_0 V_0$$

$$A_{31} = \frac{1}{2} (2 p_0 + 8 p_0) \cdot 6 V_0 = 30 p_0 V_0$$

т.к. газ сжимается ($\Delta V < 0$)

$$A_{\Sigma} = A_{12} + A_{31} = 9 p_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{\Sigma}} = \frac{6 p_0 V_0}{9 p_0 V_0} = \frac{2}{3}$$

2) Рассмотрим процесс 1-2. Это процесс линейной зависимости давления от объема: $p(V) = \alpha V + \beta$

$$p(V) = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V + 12 p_0$$

$$p(0) = 12 p_0 \quad p(24 V_0) = 0$$

$$p(0) = \beta = 12 p_0 \quad 0 = \alpha \cdot 24 V_0 + 12 p_0$$

$$\alpha = -\frac{12 p_0}{24 V_0} = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0}$$

$$\alpha = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0}$$

$$pV = \nu R T$$

$$-\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V^2 + 12 p_0 V = \nu R T$$

$$T(V) = \frac{1}{\nu R} \left(-\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V^2 + 12 p_0 V \right)$$



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 ☐

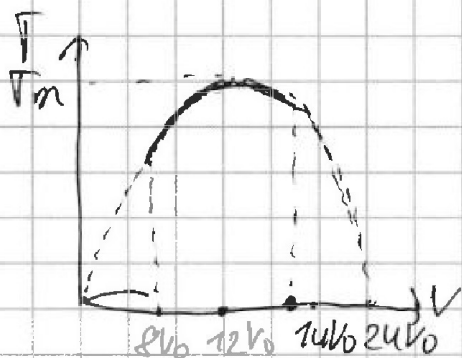
СТРАНИЦА
2 из 3

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!

$$P(V) = \frac{1}{2R} \left(-\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 + 12 P_0 V \right) - \text{это график параболы}$$

верши вниз

$$P=0 \rightarrow V=0 \text{ и } \left(-\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V + 12 P_0 \right) = 0$$



$$\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V = 12 P_0$$

$$V = 24 V_0$$

$$P_0 = 12 P_0$$

$$P_m = P(12 V_0) = \frac{1}{2R} \left(-\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} 144 V_0^2 + 144 P_0 V_0 \right) = \frac{1}{2R} 42 P_0 V_0$$

$$P_{m12} = \frac{42 P_0 V_0}{2R}$$

$$2R P_3 = 28 P_0 V_0$$

$$\frac{P_{m12}}{P_3} = \frac{42 P_0 V_0}{2R} \cdot \frac{1R}{28 P_0 V_0} = \frac{P_3}{P_3} = \frac{28}{42} = \frac{2}{3}$$

3) $\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_{\Sigma}}$ в процессе 1-2 молекулярная тепловая работа
не совершается, до т.А. будет подводиться теплота
далее отводиться от т.А до т.В. В окрестности т.А.

$$C_A = 0 \rightarrow \delta Q = 0$$

$$\delta Q = dU + \delta A = 0$$

$$dp = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} dV$$

$$\frac{3}{2} d(pV) = p dV$$

$$P_A = 0,3 \frac{P_0}{V_0} V_A$$

$$\frac{3}{2} V_A dP + \frac{3}{2} P_A dV = -P_A dV$$

$$P_A = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V_A + 12 P_0$$

$$3 V_A \cdot \left(-\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} dV \right) = -5 P_A dV$$

$$0,3 \frac{P_0}{V_0} V_A = -0,5 \frac{P_0}{V_0} V_A + 12 P_0 \cdot V_0$$

$$3 V_A \frac{P_0}{V_0} = 10 P_0$$

$$0,8 P_0 V_A = 12 P_0 V_0$$

$$V_A = 15 V_0$$

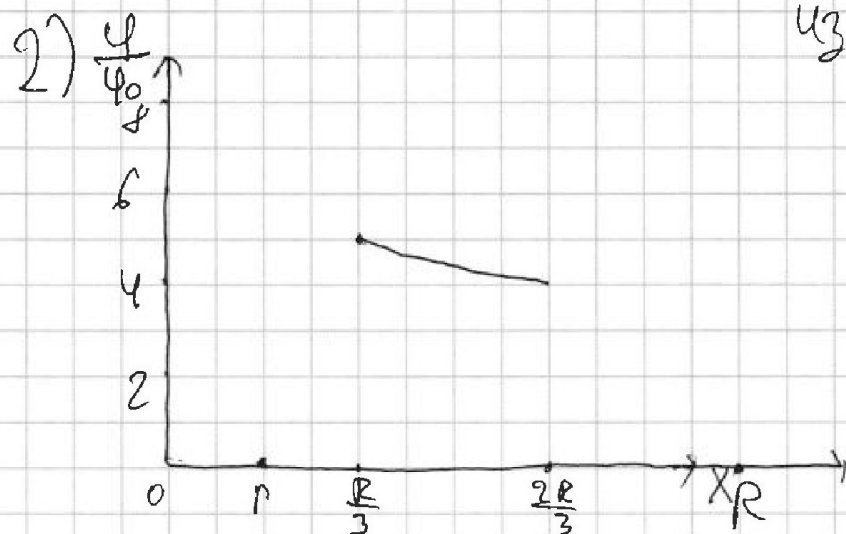


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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 можно
найти что

$$r = \frac{R}{6}$$

$$R = 6r$$

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

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

Анализировать из прошлого пункта

$$(\varphi(r) - \varphi\left(\frac{R}{3}\right)) = \frac{kQ}{\epsilon} \left(-\left(\frac{1}{x}\right) \Big|_r^{\frac{R}{3}} \right) = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{3}{R} \right)$$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \varphi(r) - \frac{kQ}{\epsilon r} + \frac{3kQ}{\epsilon R} = \frac{kQ}{r} \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} + \frac{3kQ}{\epsilon R} = 5\varphi_0$$

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

$$+ \frac{3kQ}{2\epsilon R} = 4\varphi_0$$

$$5\varphi_0 = \frac{kQ}{r} \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} + \frac{3kQ}{\epsilon R} = \frac{kQ}{r} \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} + \frac{3kQ}{6\epsilon r} = \frac{kQ}{r} \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} + \frac{kQ}{2\epsilon r}$$

$$4\varphi_0 = \frac{kQ}{r} \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} + \frac{3kQ}{2\epsilon R} = \frac{kQ}{r} \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} + \frac{3kQ}{12\epsilon r} = \frac{kQ}{r} \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} + \frac{kQ}{4\epsilon r}$$

$$\frac{5}{4} = \frac{\frac{kQ}{r} \left(\frac{\epsilon - 1}{\epsilon} + \frac{1}{2\epsilon} \right)}{\frac{kQ}{r} \left(\frac{\epsilon - 1}{\epsilon} + \frac{1}{4\epsilon} \right)} \quad \text{поделим}$$

$$= 5 \left(\frac{\epsilon - 1}{\epsilon} + \frac{1}{4\epsilon} \right) = 4 \left(\frac{\epsilon - 1}{\epsilon} + \frac{1}{2\epsilon} \right) \cdot \epsilon$$

$$5(\epsilon - 1 + \frac{1}{4}) = 4(\epsilon - 1 + \frac{1}{2})$$

$$5\epsilon - \frac{15}{4} = 4\epsilon - 2$$

$$\epsilon = \frac{15}{4} - 2 = \frac{7}{4} = 1.75$$

Ответ:

$$\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{kQ}{r} \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} + \frac{6kQ}{5\epsilon R}$$

$$\epsilon = 1.75$$



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!

$\varphi(\frac{5R}{6}) - ?$ W3 Решение

Поле от точечной заряда при $x \in (0, r]$
 $E(x) = \frac{kQ}{x^2}$

при $x \in (r, R]$
 $E(x) = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$
 $E(x) = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$

2) $\epsilon - ?$

0 r $\frac{5R}{6}$ R

$\varphi(r) = \frac{kQ}{r}$ $\varphi(\frac{5R}{6}) - ?$

$-d\varphi = E(x)dx$
 $-d\varphi = \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx$
 $-d\varphi = \frac{kQ}{\epsilon} \int x^{-2} dx \rightarrow$

$-(\varphi(\frac{5R}{6}) - \varphi(r)) = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \left(-\left(\frac{1}{x} \right) \Big|_r^{\frac{5R}{6}} \right) = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \left(1 - \left(\frac{6}{5R} - \frac{1}{r} \right) \right)$
 $= \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{6}{5R} \right) \rightarrow \varphi(r) - \varphi(\frac{5R}{6}) = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{6}{5R} \right) \rightarrow$
 $\rightarrow \varphi(\frac{5R}{6}) = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{6}{5R} \right) = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ}{\epsilon r} + \frac{6kQ}{5\epsilon R} =$
 $= \frac{kQ}{r} \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} + \frac{6kQ}{5\epsilon R}$



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!

$$L_1 = L$$

$$L_2 = 16L$$

$$n_1 = n$$

$$n_2 = 4n$$

$\int$

$$1) \left| \frac{dI_L}{dt} \right| = ?$$

Катушка L_2 :

$$\Phi_{\Sigma 2} = (B_2 S + L_2 I) n_2$$

$$\Phi_{\Sigma 2} = n_2 B_2 S + L_2 I$$

Какой поток пронизывает катушку L_1 : $\Phi_{\Sigma 1} = \Phi_{\text{вн}} + \Phi_{\text{вн}} = n_1 B_1 S + L_1 I$

$$\Phi_{\Sigma 1} = \Phi_{\text{вн}} + \Phi_{\text{св}} = (B_1 S + L_1 I) n_1$$

Т.к. катушка сверхпроводящая (R пренебрежимо мал)

то при изменении магнитного потока со временем (мало)

возникнет ЭДС индукции, но т.к. $R=0 \rightarrow \mathcal{E} = IR = 0 \rightarrow$

$$\frac{d\Phi}{dt} = 0$$

$$\Phi_{\Sigma} = \Phi_{\Sigma 1} + \Phi_{\Sigma 2} = B_1 S + L_1 I + B_2 S + L_2 I$$

$$\frac{d\Phi_{\Sigma}}{dt} = \frac{dB_1}{dt} S + L \frac{dI}{dt} + 0 + 16L \frac{dI}{dt} = 0$$

$$2) B_1 \downarrow \text{от } B_0 \text{ до } \frac{B_0}{2}$$

$$B_2 \downarrow \text{от } 3B_0 \text{ до } \frac{9B_0}{4}$$

$$2S n_1 + 16L \frac{dI}{dt} = 0 \rightarrow \left| \frac{dI}{dt} \right| = \frac{2S n_1}{16L} \left| \frac{dB_1}{dt} \right|$$

Изменение магнитных полей первоначально

т.к. катушка сверхпроводящая то через 3-х катушек

магнитного потока $\rightarrow \Phi_{\Sigma} = \text{const}$



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!

$$P_{\Sigma 0} = n_1 B_0 S + L \underset{b}{I_0} + n_2 L \underset{b}{I_0} + n_2 B_0 S = \cancel{4B_0 S} n_1 B_0 S + n_2 n B_0 S = 13 n B_0 S$$

$$P_{\Sigma 1} = \frac{1}{3} B_0 S_{n_1} + n_2 L I_1 + \frac{9 B_0}{4} S_{n_2} = n_2 L I_1 + B_0 S_{n_2} \left(\frac{1}{3} + 9 \right) = n_2 L I_1 + \frac{28}{3} B_0 S_{n_2}$$

$$4 B_0 S = n_2 L I_1 + \left(\frac{9}{4} + \frac{1}{3} \right) B_0 S = n_2 L I_1 + \frac{31}{12} B_0 S$$

$$n_2 L I_1 = \frac{28}{12} B_0 S$$

$$n_2 L I_1 + \frac{28}{3} B_0 S_{n_2} = 13 B_0 S_{n_2}$$

$$n_2 L I_1 = \frac{28}{13} B_0 S_{n_2}$$

$$I_1 = \frac{11 B_0 S_{n_2}}{22 L}$$

Врем: (1) $\left| \frac{dI_1}{dt} \right| = \frac{dS_{n_2}}{11 L} = \frac{dS_{n_2}}{11 L}$

(2) $I_1 = \frac{11 B_0 S_{n_2}}{22 L}$



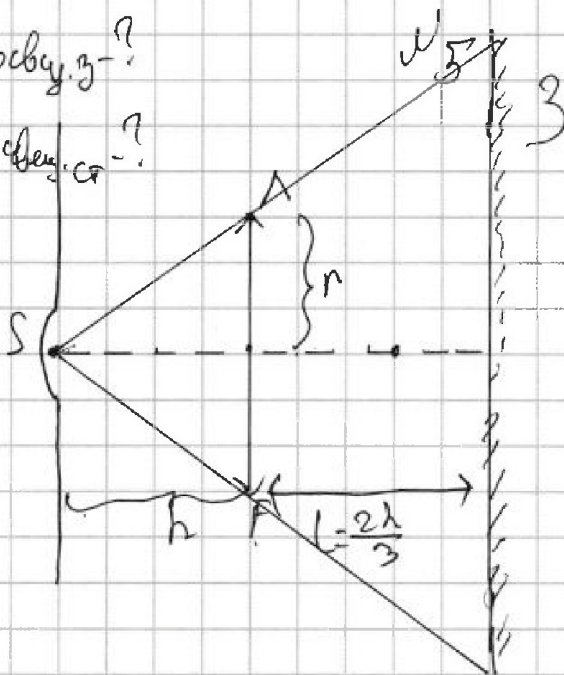
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

- 1) Скорость?
 2) Скорость?
 3) Скорость?



$$F = \frac{1}{3}$$

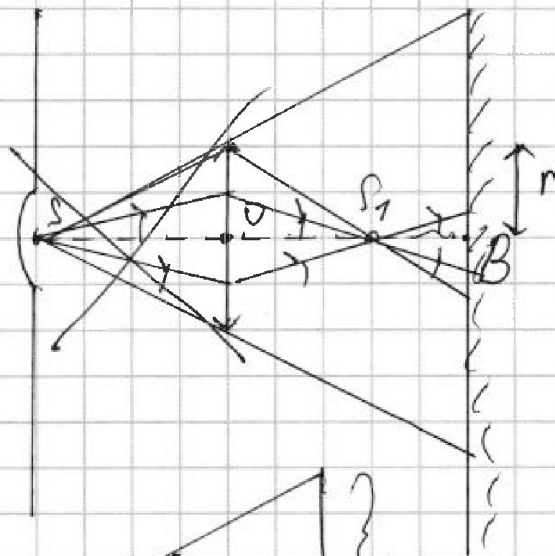
Решение

Найдём где находится
Изображение действительного
предмета S (лапочки) в СФ.Л.

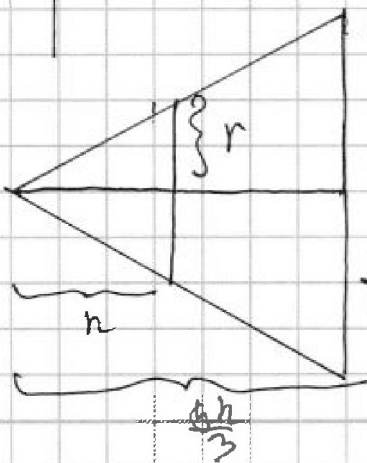
$$т.к. d = h > F = \frac{b}{3} \rightarrow$$

И: действительное

$$f = \frac{dF}{d-F} = \frac{h \cdot K}{\frac{3}{2}K} = \frac{1}{2}$$



Все лучи попадающие
на линзу собираются
в точку S1 на расстоянии
 $f = \frac{1}{2}$ от линзы

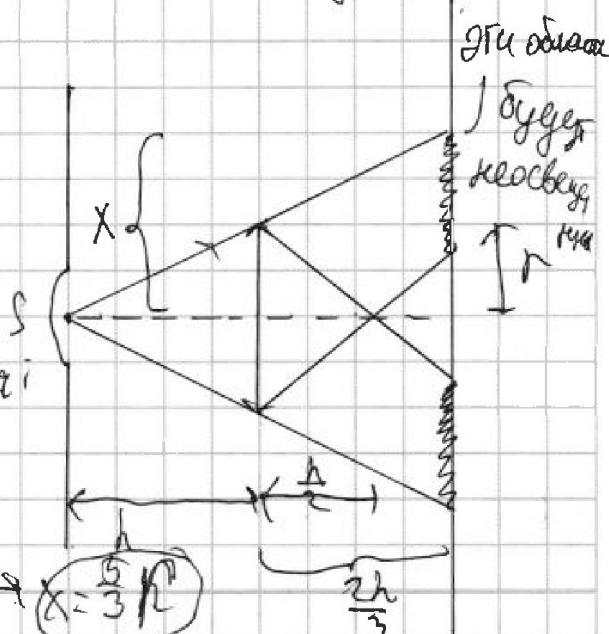


Условие:

$$\frac{2r}{2x} = \frac{K}{\frac{5h}{3}}$$

$$\frac{r}{x} = \frac{3}{5} \rightarrow$$

$$x = \frac{5}{3}K$$





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.

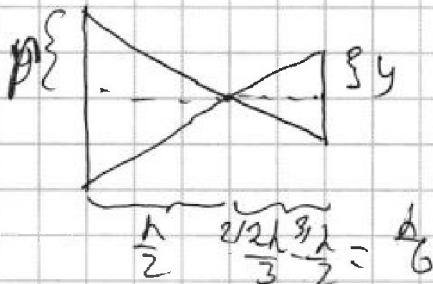
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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!

$$X = \frac{5}{3} r$$

$$S_{\text{несвез.з}} = \pi X^2 - \pi y^2 = \pi \frac{25}{9} r^2 - \pi \frac{r^2}{9} =$$



из подобия $\frac{2y}{2r} = \frac{h/6}{h/2} = \frac{24}{8} \pi r^2 = \frac{3}{8} \pi r^2$

$$\frac{y}{r} = \frac{h}{3h} \rightarrow y = \frac{1}{3} r$$

$$S_{\text{несвез.з}} = \frac{3}{8} \pi r^2$$

2) $S_{\text{несвез.з}} = ?$

S_2 - это изображение предмета S_1 в зеркале

т.е. лучи расходящиеся

вперед идут по разному

уменьши то, что отражал

от зеркала будут лучи

которые прошли мимо

зеркала и те лучи которые

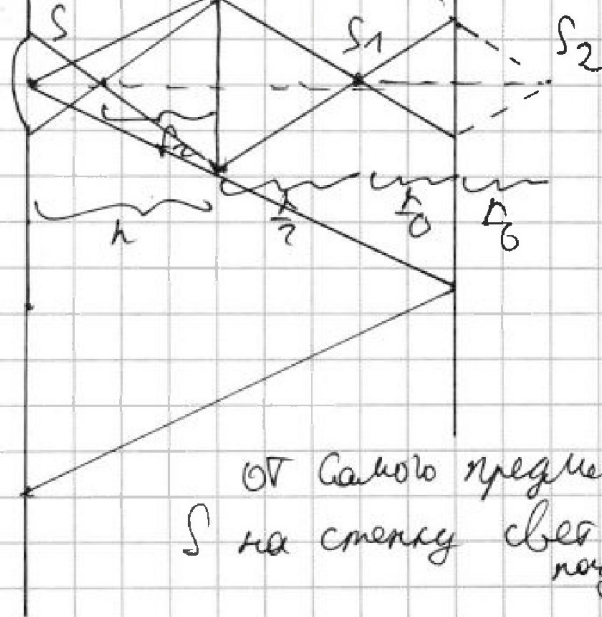
попали в линзу $\rightarrow$ они опять параллельны.

д2 - расстояние от S_2 до л $d_2 = \frac{h}{2} + \frac{h}{3} = \frac{5h}{6} > F$

$\rightarrow$ его изобр S_3 будет находиться на расстоянии f_2

от линзы

$$f_2 = \frac{d_2 F}{d_2 - F} = \frac{\frac{5h}{6} \cdot h}{\frac{5h}{6} - \frac{h}{3}} = \frac{5}{9} h$$



от самого предмета S на стенку свет не падает



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!

Стенка

Размерами во всем пределах

лучи которые после параллельны стене
отражения в зеркале по ним
внешние линзы

S_2

Несколько несветящихся
областей будут, те которые
выделены на рисунке

луч, который вначале параллельно
стене

луч, который изначально
прошел мимо линзы

Ответ: 1) $S_{\text{несв.уз.}} = \frac{8}{3} \pi r^2$; 2) $S_{\text{несв.уз.}} = \frac{21}{5} \pi r^2 = 105 \pi \text{ см}^2$

лучи которые после параллельны стене, отражаясь в зеркале
попадают в опять в линзу и параллельны $S_{\text{несв.уз.}} = \frac{21}{5} \pi r^2$

S

S_1

S_2

r

h

g

$d_2 = \frac{5h}{5}$

$4h/5$

$5h/5$

$S_{\text{несв.уз.}} = \pi r^2 - \pi g^2 = \pi \frac{121}{25} r^2 - \frac{16}{125} \pi r^2$

Из подобия: $\frac{2r}{2g} = \frac{5h/5}{12h/5}$

$\frac{2r}{2g} = \frac{4}{5}$

$g = \frac{11}{5} r$

$\frac{2r}{2g} = \frac{4}{5}$

$g = \frac{11}{5} r$



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.

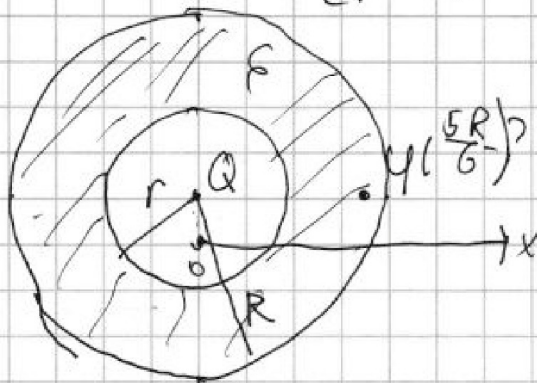
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
из

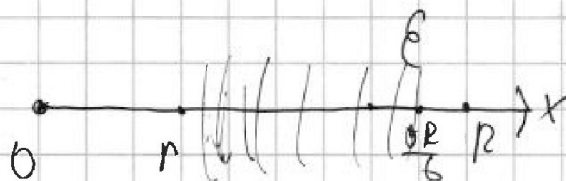
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{5kQ}{4\epsilon r} = \frac{3}{4} \frac{kQ}{r} + \frac{1}{4} \frac{kQ}{r}$$

$$\frac{3F^2}{2F} = \frac{3}{2} F = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{3} \frac{kQ}{r}$$



$$x = \frac{5R}{6}$$



$$U(x) - dU = E(x)dx$$

$$U(x) - dU =$$

$$\frac{3}{4} \frac{kQ}{r} + \frac{1}{4} \frac{kQ}{r}$$

$$U(x) = \frac{1}{4} \frac{kQ}{r}$$

$$U_0 = \frac{1}{4} \frac{kQ}{r}$$

$$U(r) = \frac{kQ}{r}$$

$$-dU = E(x)dx$$

$$-dU = \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx$$

$$-(U(5R/6) - U(r)) = \frac{kQ}{\epsilon} \int \frac{1}{x^2} dx$$

$$\frac{kQ}{r} - U(5R/6) = \frac{kQ}{\epsilon} \left[-\frac{1}{x} \right]_r^{5R/6}$$

$$\frac{kQ}{r} - U(5R/6) = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{6}{5R} \right)$$

$$\frac{kQ}{r} - U(5R/6) = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{6}{5R} \right)$$

$$E(x) =$$

Потенциал точечного
заряда

Полное поле точечного
заряда при

$$E(x) = \frac{kQ}{x^2}$$

$$x > r$$

$$E(x) = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$$

$$U(5R/6) = U_0 = \frac{2kQ}{5R} + \frac{1}{4} \frac{kQ}{r}$$



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
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!

$$-p_0 v_1 / v_0 + \pi p_0 = 0$$

$$\pi = \frac{v_1}{v_0} \quad (v_1 = \pi v_0)$$

$$\frac{2h}{3} - \frac{h}{2} = \frac{h}{6}$$

$$d_1 = \frac{3/4}{2} + \frac{2/3}{3} = \frac{5h}{8}$$

$$f_1 = \frac{d_1 F}{d_1 - F} = \frac{5h \cdot h}{\frac{5h}{6} - \frac{2h}{3}}$$

$$B = \mu \mu_0 I n$$

$$L_2 = N^2$$

$$\frac{5d^2}{28 \cdot \frac{h}{2}} = \frac{5}{14} h$$

$$p(v) = d v \theta p$$

$$p(v_0) = \theta p_0 \quad p(v_0) = \theta p$$

$$\theta p_0 = d \theta v_0 + \beta$$

$$\theta p_0 = \mu_0 d v_0 \theta p$$

$$\theta p_0 = -d v_0$$

$$d = -\frac{1}{2} p_0 v_0$$

$$p(v) \quad \theta p_0 = -\mu_0 p_0 v_0$$

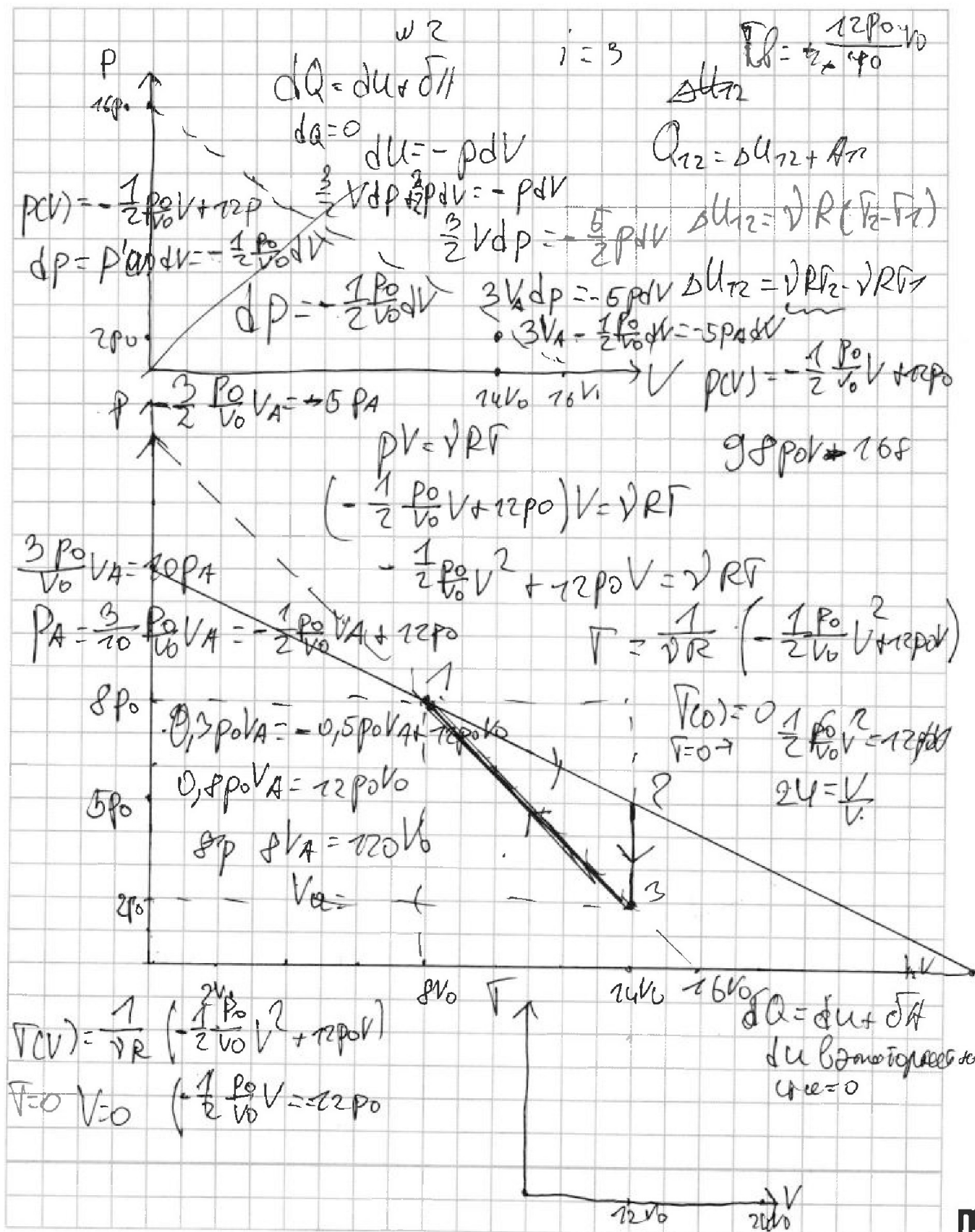
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!



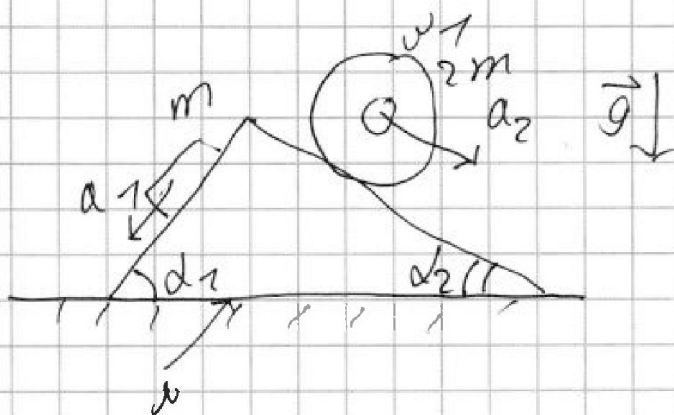


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$a_1 = \frac{6g}{13}$$

$$2m$$

$$a_2 = \frac{g}{4}$$

$$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$$

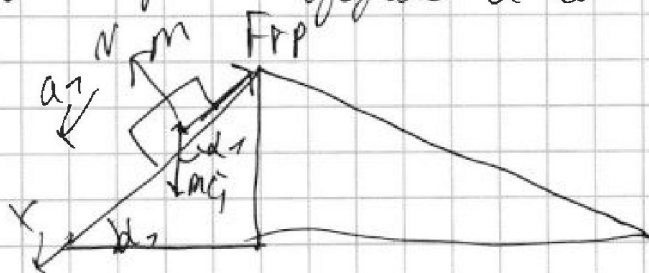
$$\cos \alpha_1 = \frac{4}{5}$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{5}{13}$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{12}{13}$$

Решение

1) Рассмотрим блок и шар

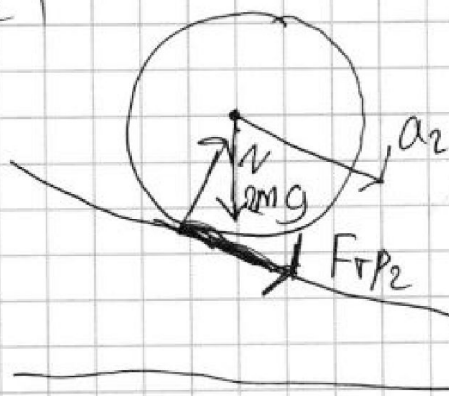


$$x: ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_{rp1}$$

$$F_{rp1} = (g \sin \alpha_1 - a_1)m$$

$$F_{rp1} = m \left(\frac{3g}{5} - \frac{6g}{13} \right) = \frac{gm}{65}$$

2) Рассмотрим шар



$$y: F_{rp2} + 2mg \sin \alpha_2 = 2ma_2$$

$$F_{rp2} = (a_2 - g \sin \alpha_2)2m =$$

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