

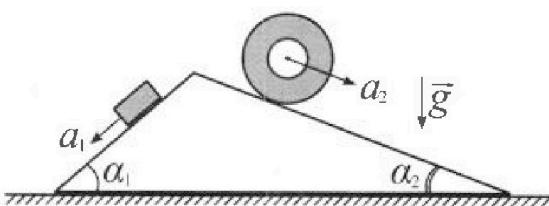
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**

Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок 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 $\alpha_1 (\sin \alpha_1 = 3/5, \cos \alpha_1 = 4/5)$ и $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 5/13, \cos \alpha_2 = 12/13)$. 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 числом коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

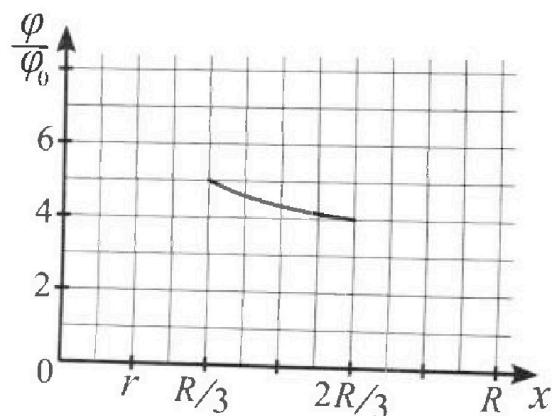
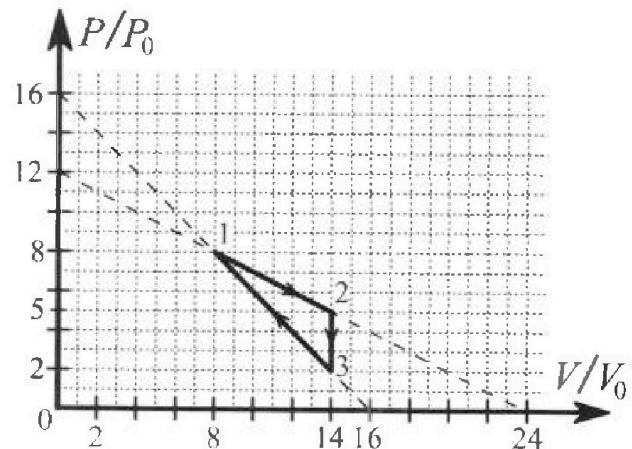
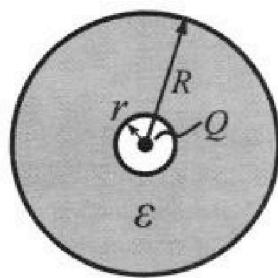
2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость P/P_0 от V/V_0 . Здесь V и P - объем и давление газа, V_0 и P_0 - некоторые неизвестные объем и давление.

- 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.

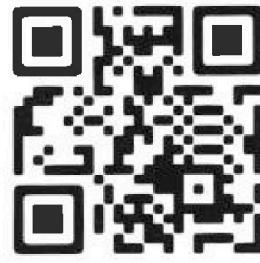
Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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 .

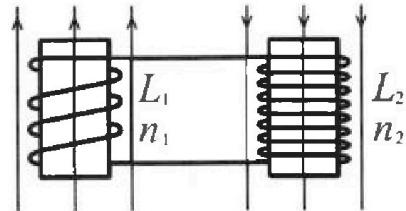


**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024
Вариант 11-03**



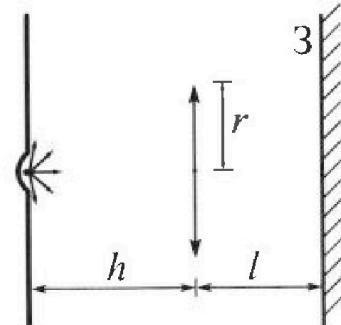
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 из меняться 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 изменились 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 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 $\gamma\pi$, 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
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!

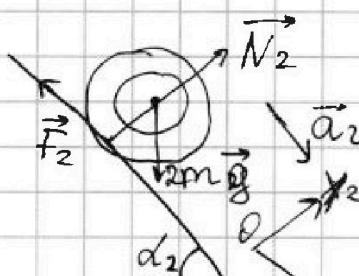
Ответ: $F_1 = \frac{9}{65} mg$; $F_2 = \frac{7}{26} mg$; $F_3 = \frac{6}{65} mg$

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.

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!



~~Рассмотрим силы~~

находясь в ИСО земли \rightarrow

можно использовать второй закон

Иьютона:

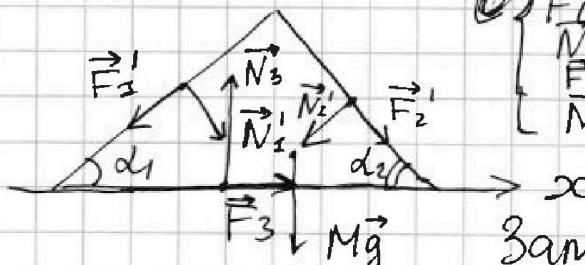
$$2ma_2 = \vec{F}_2 + 2m\vec{g} + \vec{N}_2$$

Введём систему координат как показано на рисунке

$$\begin{cases} OX_2: 2ma_2 = 2mgs \sin d_2 - F_2 \\ OY_2: 0 = N_2 - 2mgo \cos d_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_2 = 2mgs \sin d_2 - 2ma_2 \\ N_2 = 2mgo \cos d_2 \end{cases}$$

$$F_2 = \frac{10}{13}mg - \frac{mg}{2} = \frac{7}{26}mg$$

Рассмотрим силы, действующие на клин.



$$\textcircled{O} \begin{cases} \vec{F}_1' = -\vec{F}_1 \text{ (по 3 закону)} \\ \vec{N}_1' = -\vec{N}_1 \\ \vec{F}_2' = -\vec{F}_2 \\ \vec{N}_2' = -\vec{N}_2 \end{cases} \text{ Иьютона)$$

Запишем условие равновесия для клина в проекции по оси x.

$$OX: -F_1 \cdot \cos d_1 + N_1 \cdot \sin d_1 - N_2 \sin d_2 + F_2 \cos d_2 +$$

$$F_{3x} = 0$$

$$- \frac{9}{65} \cdot \frac{4}{5}mg + mg \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} - 2mg \cdot \frac{5}{13} \cdot \frac{12}{13} + \frac{7}{26} \cdot \frac{12}{13}mg$$

$$+ F_{3x} = 0; \quad \left(\frac{3 \cdot 4 \cdot 13 - 9 \cdot 4}{65 \cdot 5} + \frac{7 \cdot 6 - 10 \cdot 12}{13 \cdot 13} \right) mg + F_{3x} = 0$$

$$\left(\frac{2 \cancel{4}}{65} - \frac{6}{13} \right) mg + F_{3x} = 0; \quad F_{3x} = \frac{6}{65}mg$$



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.

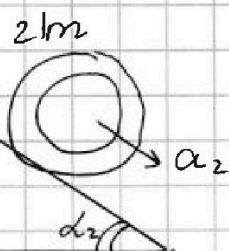
- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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.

$$a_1 = 6g/13; \quad a_2 = g/4;$$

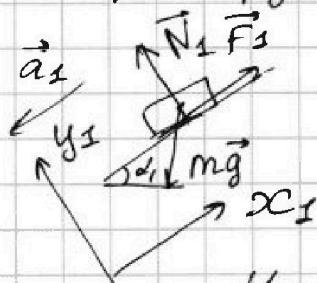


$$d_1 (\sin d_1 = \frac{3}{5}; \cos d_1 = \frac{4}{5})$$

$$d_2 (\sin d_2 = \frac{5}{13}; \cos d_2 = \frac{12}{13})$$

Рассмотрим силы, действующие

на брускок со стороны ка.



Введём оси координат Ox_1, y_1 , так, как показано на рисунке.

Мы находимся в ИСО земли, поэтому можем использовать 2 закон Ньютона.

$$m\vec{a}_1 = \vec{mg} + \vec{N}_1 + \vec{F}_1, \text{ где } \vec{mg} - \text{ это сила тяжести}$$

Спроектируем все оси

Ox_1, Oy_1

\vec{N}_1 - это сила реакции опоры, действующая на брускок со стороны

илиниа.

$$\left\{ \begin{array}{l} OX_1: -ma_1 = F_1 - mg \sin d_1 \\ OY_1: 0 = N_1 - mg \cos d_1 \end{array} \right.$$

между бруском и илином.

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} F_1 = mg \sin d_1 - ma_1 \\ N_1 = mg \cos d_1 \end{array} \right.$$

$$1) F_1 = \left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) mg = \left(\frac{9}{65} mg \right)$$

Теперь рассмотрим силы, действующие на цилиндр.



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
5 ИЗ 5

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!

$$\gamma = \frac{9 \rho_0 V_0}{80 \rho_0 V_0} = \frac{9}{80}$$

Ответ: 1) 1 2) $\frac{18}{\cancel{4}}$ 3) $\frac{9}{80}$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
4 из 5

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!

$$pV^{5/3} = \text{const}; \quad p = \frac{\text{const}}{V^{5/3}}$$

$$p'(V) = -\frac{5}{3} \frac{\text{const}}{V^{8/3}}; \quad \text{в точке D}$$

$$p'(V) = -\frac{P_m}{V_m}; \quad \frac{5}{3} \frac{P_0 V_0^{5/3}}{V^{8/3}} = \frac{P_m}{V_m}$$

$$\frac{P_0}{V_0} = \frac{3}{5} \frac{P_m}{V_m}; \quad P_0 = \frac{3}{5} \frac{P_m}{V_m} \cdot V_0;$$

подставим в уравнение прямой:

$$\frac{3}{5} \frac{P_m}{V_m} V_0 = P_m - \frac{P_m}{V_m} V_0;$$

$$V_0 \cdot \left(\frac{3}{5} + 1 \right) = V_m, \rightarrow \begin{cases} V_0 = \frac{5}{8} V_m \\ P_0 = \frac{3}{8} P_m \end{cases}$$

Отметим на графике

критические точки:

заметим, что на процессе 1-2;

точка D делит все отрезка 1-2:

а значит в точке D совершается 3-2

$Q > 0$, точка K(10; 6);

$$3-K: Q > 0 \quad \nu = \frac{A_{23}}{Q_{12} + Q_{3K}};$$

$$K-1: Q < 0;$$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{13}{2} \cdot 6 p_0 V_0 + 9 p_0 V_0 =$$

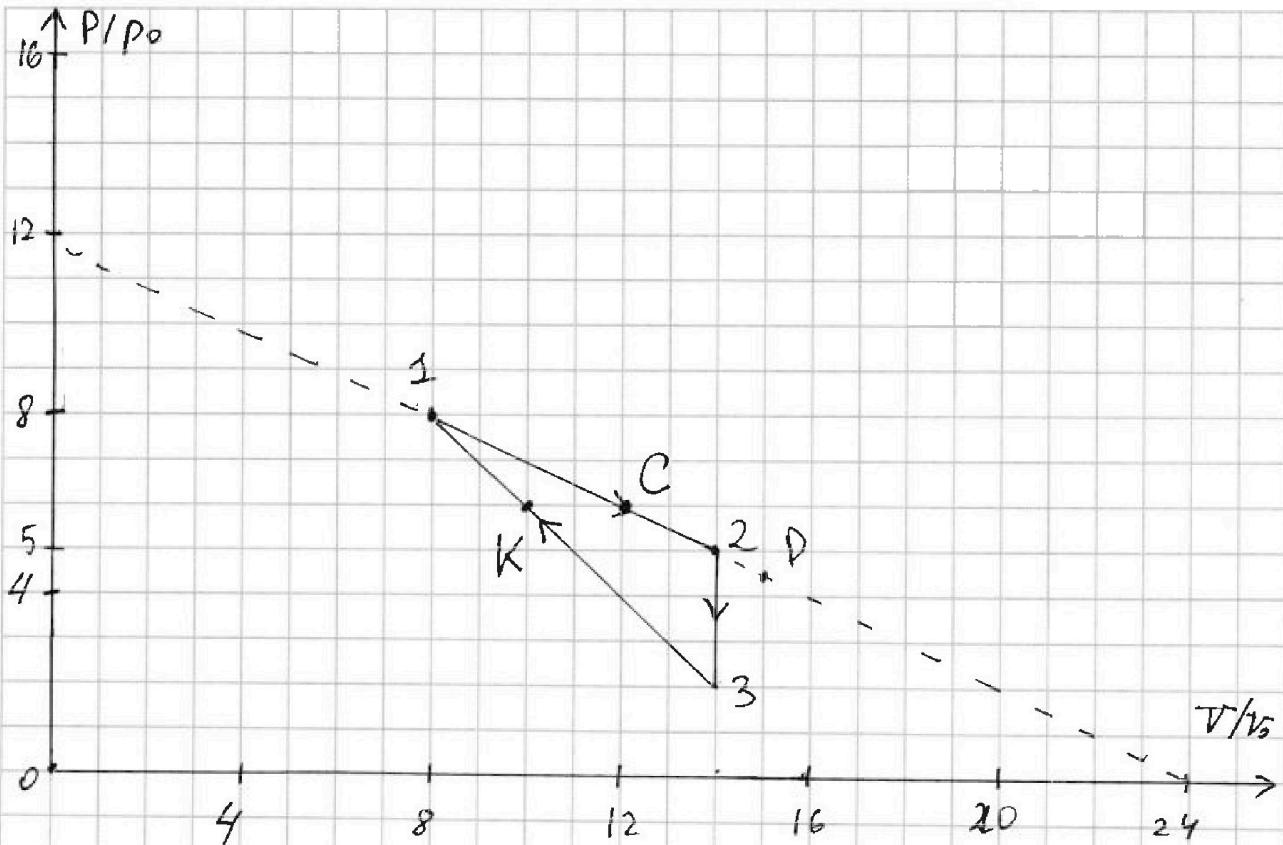
$$= 48 p_0 V_0$$

$$Q_{3K} = A_{3K} + \Delta U_{3K} = -16 p_0 V_0 + \frac{3}{2} (0 - 28) p_0 V_0 = 32 p_0 V_0$$

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.

СТРАНИЦА
1 из 5

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) А_{газа} - можно найти как площадь под графиком P[~]V, заметим что в нашем случае газ совершил положительную работу за цикл.

$$A_{газа} = S_{\Delta 123} = \frac{3 \cdot 6}{2} p_0 V_0 = 9 p_0 V_0$$

|U = \frac{i}{2} VRPT| У нас газ однотипный, а значит

$$i = 3; \quad \Delta U_{12} = \frac{3}{2} VRT_2 - \frac{3}{2} VRT_3,$$

Пользуясь законом Клапейрона Менделесева так как газ идеальный: $PV = VRT;$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} P_2 V_2 - \frac{3}{2} P_1 V_1 = \frac{3}{2} (70 - 64) p_0 V_0 = \\ = 9 p_0 V_0$$

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.

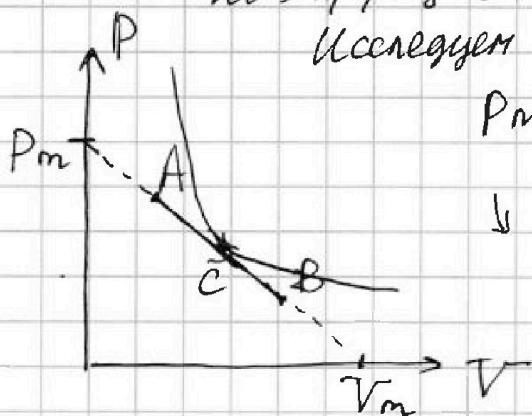
СТРАНИЦА
2 из 5

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!

$$1) \frac{|\Delta U_{12}|}{\text{Адия}} = 1;$$

- Исследуем процесс, который описывается линейной зависимостью P от V с отрицательным коэффициентом.

Исследуем процесс A-B



P_m, V_m - точки насыщения прямой графика. Ось координат.
 $\Rightarrow P(V) = P_m - \frac{P_m}{V_m} V$

Температура будет возрастать до точки насыщения прямой AB с изотермой а потом будет убывать. Точка максимума будет в точке насыщения изотермы и прямой A-B;

A-C: $T \uparrow$; C-B: $T \downarrow$; найдём такую точку C;

Уравнение изотермы:

$$PV = \nu RT; T = \text{const}; P = \frac{\nu R T}{V}$$

$$P'(V) = -\frac{\nu R T}{V^2}; P'(V_c) = -\frac{\nu R T}{V_c^2}$$

Так как изотерма насыщена прямой, то

$$P'(V_c) = -\frac{\nu R T}{V_c^2} = -\frac{P_m}{V_m} \cdot \frac{P_c}{V_c} = \frac{P_m}{V_m}$$

$$P_c = \frac{P_m \cdot V_c}{V_m}; \text{ подставим это в уравнение прямой}$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
3 из 5

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!

$$P_c = P_m - \frac{P_m}{V_m} V_c; \quad \frac{P_m}{V_m} V_c = P_m - \frac{P_m}{V_m} V_c$$

$$\rightarrow V_c = \frac{V_m}{2}; \quad P_c = \frac{P_m}{2};$$

А теперь рассмотрим процесс 1-2 и найдём
издент с мал температурой.

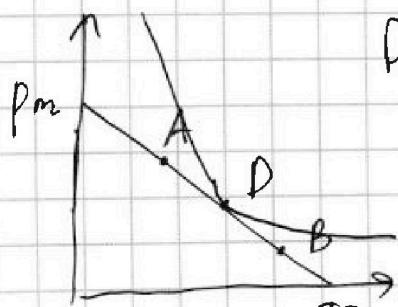
По нашему воле, это будет точка
с координатами: C(6; 12)

$$\begin{aligned} \gamma R T_c &= 72 \text{ Pa} \cdot V_c \\ \gamma R T_3 &= 28 \text{ Pa} \cdot V_0 \end{aligned} \rightarrow \frac{T_c}{T_3} = \frac{72}{28} = \frac{18}{7}$$

3) Найти КПД цикла.

$\gamma = \frac{\text{Araya}}{Q^+}$; Заметим, что
в процессе

1-2 темнота будет ~~по~~ меняться сложным
образом, опять же исследуем это:



D - точка касания прямой с
адиабатой ($Q=0$)

A-D: $Q > 0$;

D-B: $Q < 0$;

$$P(V) = P_m - \frac{P_m}{V_m} V;$$

Уравнение адиабаты: $PV^\gamma = \text{const}$,

$$\text{тогда } \gamma = \frac{C_p}{C_V} = \frac{i+2}{i} = \frac{5}{3};$$

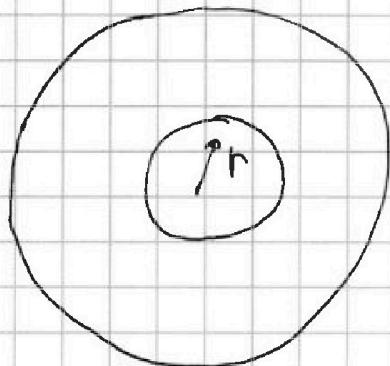


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



Внутри малой области где $x < r$, заряд Q будет создавать электрическое поле E , меняющееся по закону $E = \frac{KQ}{x^2}$

а внутри диэлектрика $E = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$.

и аналогично с потенциалом.

$$\begin{cases} \varphi = \frac{kQ}{x}; x < r \\ \varphi = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon x} - \frac{kQ}{\epsilon r}, x \geq r \end{cases}$$

1) при $x = \frac{5}{6}R$; $\varphi = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon \frac{5}{6}R} - \frac{kQ}{\epsilon r}$

$$\varphi = \frac{kQ}{r} + \frac{6}{5} \frac{kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{\epsilon r}$$

$$x \geq r \text{ и } x \in \mathbb{R}$$

2) найдём численное значение ϵ :

$$\varphi(R/3) = 5\varphi_0 \quad r = R/6;$$

$$\varphi(2R/3) = 4\varphi_0 \quad \left\{ \begin{array}{l} 5\varphi_0 = \frac{6kQ}{R} + \frac{3kQ}{\epsilon R} - \frac{6kQ}{\epsilon R} \\ 4\varphi_0 = \frac{6kQ}{R} + \frac{3kQ}{2\epsilon R} - \frac{6kQ}{\epsilon R} \end{array} \right.$$

$$5\varphi_0 = \frac{6kQ}{R} - \frac{3kQ}{\epsilon R}$$

$$4\varphi_0 = \frac{6kQ}{R} - \frac{3kQ}{2\epsilon R}$$

$$4\varphi_0 = \frac{6kQ}{R} + \frac{3kQ}{2\epsilon R} - \frac{6kQ}{\epsilon R}$$



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 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

$$\frac{5}{4} = \frac{6 - 3/\varepsilon}{6 - 4,5/\varepsilon}; \quad 30 - \frac{22,5}{\varepsilon} = 24 - \frac{12}{\varepsilon}$$

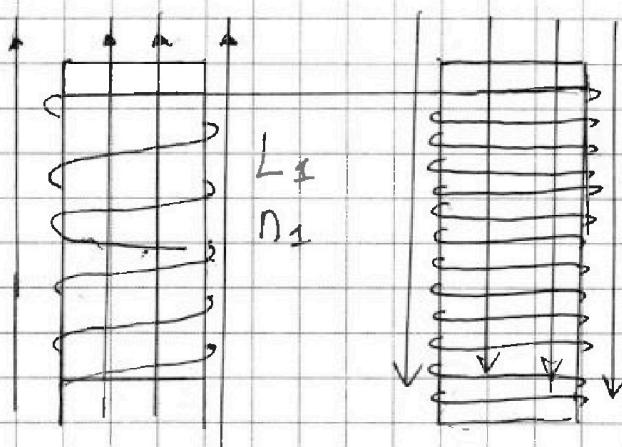
$$6 = \frac{10,5}{\varepsilon}; \quad (\varepsilon = 1,75)$$

Ответ: $\varepsilon = 1,75$

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.

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!



$$L_1 = L \quad L_2 = 16L$$

$$n_1 = n \quad n_2 = 4n$$

С какой скоростью
изменяется магнитный ток
в катушках

при увеличении магнитной индукции
в первой катушке $\frac{dB}{dt} = d$ ($d > 0$)?

Закон электромагнитной индукции:

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathcal{E}_{in} = -L \cdot \frac{dI}{dt}; \text{ ток в катушках} \\ \frac{d\phi}{dt} = \mathcal{E}; \text{ в первой катушке возникает } \mathcal{E} \text{ индукции} \end{array} \right.$$

$$\mathcal{E}_{in} = \frac{d\phi}{dt} = \frac{dB \cdot n_1 \cdot S}{dt} = d n_1 \cdot S;$$

Эта \mathcal{E}_{in} создает ток, но из-за свойства инерции в катушках, в них возникает \mathcal{E} самоиндукции. ее уравновесит

$$\mathcal{E}_{самоиндукции 1} = L_1 \cdot \frac{dI}{dt}$$

Второе правило
Кирхгофа

$$\mathcal{E}_{самоиндукции 2} = L_2 \cdot \frac{dT}{dt}$$

$$\mathcal{E}_{in} = \mathcal{E}_{самоиндукции 1} + \mathcal{E}_{самоиндукции 2}$$



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 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

$$\Delta nS = L \cdot \frac{dI}{dt} + 16L \cdot \frac{dI}{dt}$$

$$\left(\frac{dI}{dt} = \frac{1}{17} \cdot \frac{\Delta nS}{L} \right)$$

$\frac{dI}{dt} = \text{const}$, а значит
так будет меняться
равнение перво со скоростью $\frac{\Delta nS}{17L}$.

2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 , уменьшилась от B_0 до $B_0/3$, а во второй от $3B_0$ до $9B_0/4$.

$$\frac{dB_1}{dt} \cdot n \cdot S = E_{in1};$$

$$\frac{dB_2}{dt} \cdot 4n \cdot S = E_{in2};$$

$E_{in1} + E_{in2} = E_1 \text{ самондушил} + E_2 \text{ самондушил}$
Правило Кирхгофа для контура.

$$\frac{dB_1}{dt} nS + \frac{dB_2}{dt} 4nS = L \frac{dI}{dt} + 16L \frac{dI}{dt}$$

$$n \cdot \frac{dB_1}{dt} \cdot S + dB_2 \cdot 4n \cdot S = 17L \frac{dI}{dt} / \text{просто суммируем}$$

маленькие члены.

$$\Delta B_1 \cdot n \cdot S + \Delta B_2 \cdot 4n \cdot S = 17L \Delta I$$

$$\frac{2}{3} B_0 nS + \frac{3}{4} B_0 \cdot 4n \cdot S = 17L \Delta I$$

$$\Delta I = I - 0; \quad \left(I = \frac{11}{51} \frac{B_0 nS}{L} \right)$$

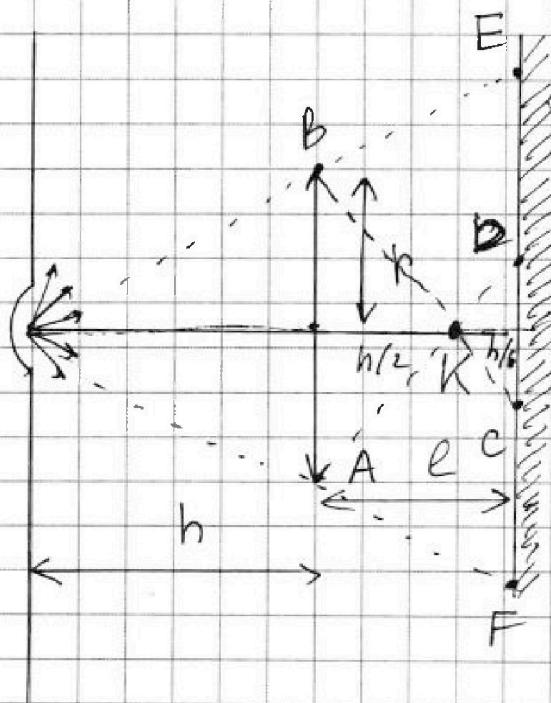


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
1 из 4

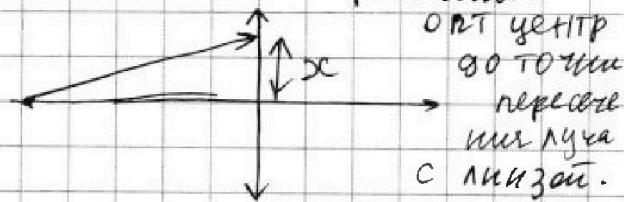
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$F = h/3; \quad l = 2\frac{h}{3}; \\ r = 5 \text{ см.}$$

Рассмотрим луч
, исходящий от лампочки,
которой падает на линзу.

за \times обозначим
расстояние от
центра
обратим
предмета
и изображения



Чтобы знать куда пойдет этот луч,
надо пустить фронтальный луч, параллельный
дальнему, и тогда по свойству тонкой собирающей
линзы лучи собираются в фокальной плоскости
с помощью формулы тонкой линзы
можно найти изображение лампочки.

Пусть f - это расстояние от линзы до
изображения, d - расстояние от предмета до
линзы, тогда

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

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{f} = \frac{3}{h}; \rightarrow f = \frac{h}{2}.$$

$f < l$, Обозначим изображение лампочки 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 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
2 ИЗ 4

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!

Что же мы увидим в зеркале?

Мы увидим кольцо из Тени.
на картинке, точки лежащие на окружности с диаметром CD будут освещены
а области E-D и C-F не будут освещены.

из подобия найдём высоту точки E:

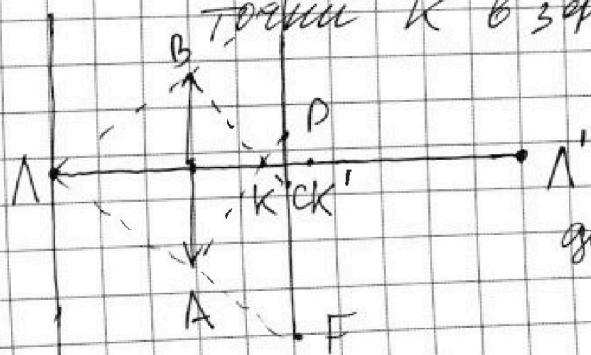
$$h_E = \frac{5}{3}r; \text{ аналогично из подобия:}$$

$$h_D = \frac{1}{3}r. \rightarrow \text{найдём площадь неосвещённой части зеркала } S = \pi \left(\frac{5}{3}r\right)^2 - \pi \left(\frac{1}{3}r\right)^2 =$$

$$= \frac{8\pi r^2}{3} = \frac{200\pi}{3} \text{ см}^2$$

2) Найдём площадь неосвещённой части стены.

для этого найдём изображение лампочки в зеркале и изображение изображения точки K в зеркале.



После отражения
через зеркало
у нас появятся
два противоположные
источника света.



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

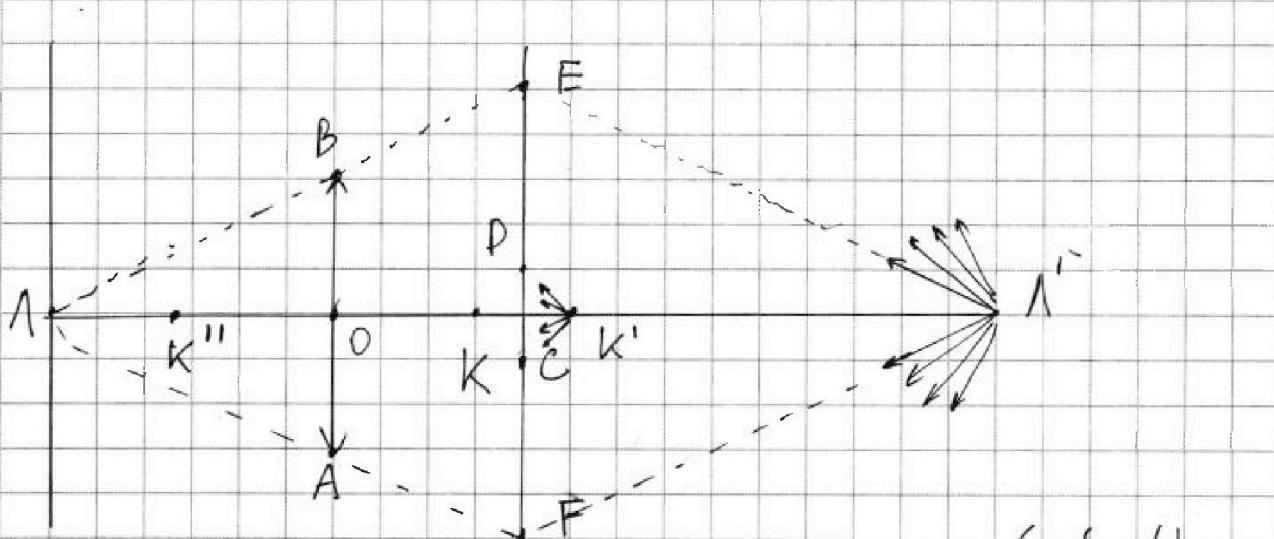
5

6

7

СТРАНИЦА
3 из 4

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!



Зона действия этих источников (L' , K') показана на чертеже. Найдём пересечение прямой $L'E$ со стекней. Пусть это будет точка L

$$h_L = 2h_E \text{ (из подобия)} \rightarrow h_L = \frac{10}{3}r;$$

то, что выше точки L тоже будет освещено.

Теперь рассмотрим источник K' :

найдём пересечение $K'D$ со стекной, то есть

$$P; \quad h_P = \frac{11}{3}r \text{ (из подобия)}$$

Найдём точку пересечения $K'B$ со стекной.

$$\text{точка } M; \quad h_M = \frac{11}{5}r; \quad \text{здесь}$$

Область от точки M до точки P будет освещена. Дальше рассмотрим лучи из K' проходящие через линию



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 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
4 из 4

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!

Найдём изображение точки K' внизе.

$$OK' = \frac{5}{6}h = d; \quad f - \text{расстояние от линзы до изображения; тогда: } \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F};$$

$$\frac{6}{5h} + \frac{1}{f} = \frac{3}{h} \quad f = \frac{5}{8}h$$

$$OK'' = \frac{5}{8}h; \quad K'' - \text{изображение точки } K' \text{ внизе.}$$

Найдём пересечение $K''A$ со стеной. Пусть это точка Q ;

$$P \quad \text{да} \quad OK'' = \frac{5}{8}h; \quad NK'' = \frac{4}{8}h; \rightarrow$$

$$h_Q (\text{из подсчёта}) = \frac{4}{5}r;$$

на стене тоже будет колбушка темн.

неосвещённая область будет $Q-M$;

Площадь неосвещённой области на

$$\text{стене: } S = \pi \cdot h_M^2 - \pi \cdot h_Q^2 =$$

$$= \pi \cdot \left(\frac{11}{5}r\right)^2 - \pi \cdot \left(\frac{4}{5}r\right)^2 = 105\pi \text{ см}^2$$

Ответ: 1) $\frac{200}{3}\pi$, 2) 105π