

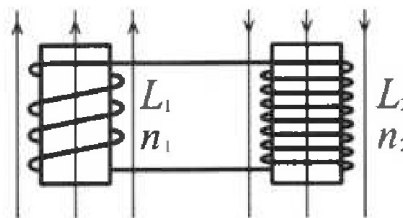
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

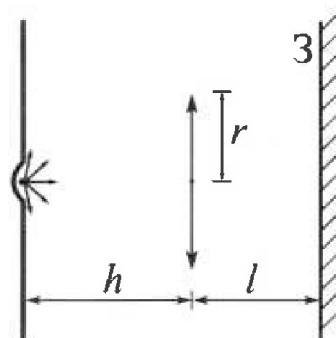


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек.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



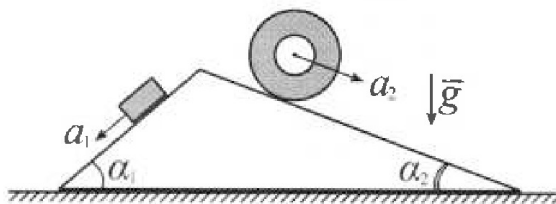
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

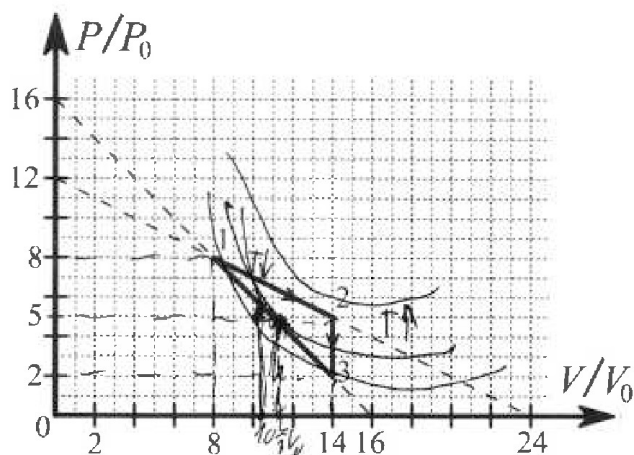


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

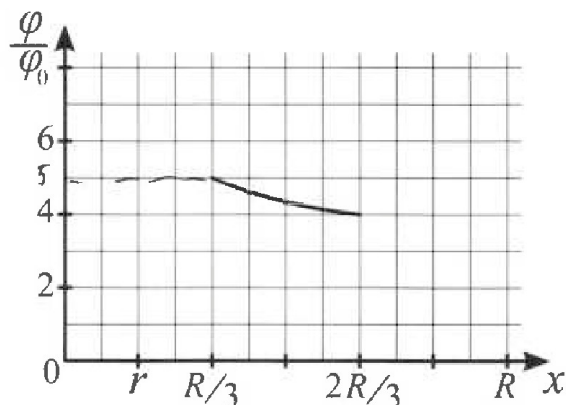
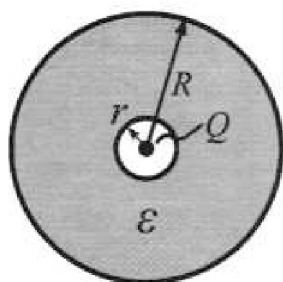
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .





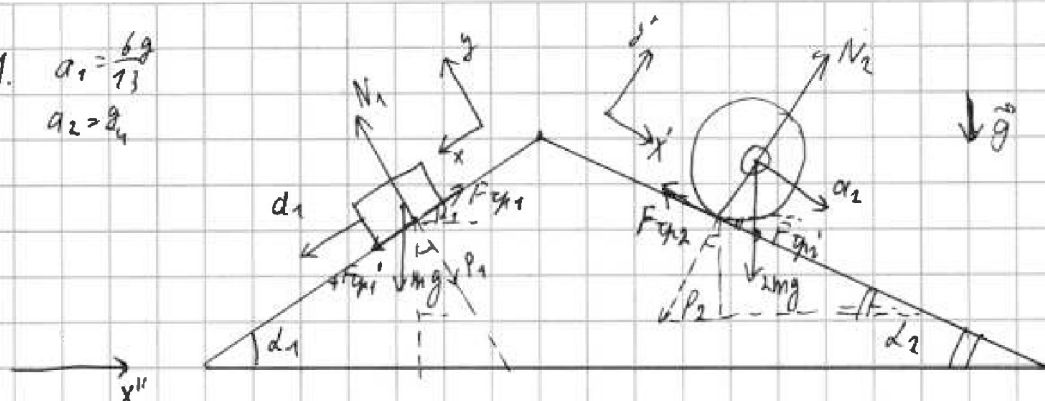
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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

1. $a_1 = \frac{6g}{13}$
 $a_2 = \frac{9g}{20}$



1) 2 3 Н для блока на обоих угол:

$$\text{ОК! } m a_1 = m g \sin \alpha_1 - F_{fr1} \Rightarrow F_{fr1} = m g \sin \alpha_1 - m a_1 = m g \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{6g}{13} = m g \cdot \frac{9}{60} = \frac{3}{20} m g$$

2) условие отсутствия скольжения выполняется. $V_{\text{кас}} = V_{\text{центр}} = 0 \Rightarrow$

близко к $V_{\text{кас}} = v \cdot R$; условие отсутствия скольжения с учетом $a_2 \Rightarrow$
 $\Rightarrow V_{\text{кас}} = f_2 \cdot R$. В то же время сама трение "задерживает" цилиндр
относительно угла: $F_{fr2} = 2 m \frac{dv}{dt} \cdot R$. Но $v R = f_2 \cdot R \Rightarrow dv = a_2 dt \cdot R$

$$F_{fr2} = 2 m R \frac{1}{R} a_2 dt \cdot \frac{1}{R} = 2 m a_2 = 2 m \cdot \frac{9}{20} = \frac{9}{10} m g$$

3) Запишем условие равновесия для блока на обоих углах.

$$\frac{F_{fr1}}{F_{fr2}} \cos \alpha_1 - \frac{F_{fr2}}{F_{fr1}} \cos \alpha_2 + 2 m g \cos \alpha_2 \cdot \sin \alpha_1 - m g \cos \alpha_1 \cdot \sin \alpha_2 + F_{frk} = 0$$

$|N_2| = |P_2| \quad |N_1| = |P_1|$

$$F_{frk} = \left| \frac{3}{20} m g \cdot \frac{4}{5} - \frac{m g}{2} \cdot \frac{12}{13} \cdot 2 m g \cdot \frac{11}{13} \cdot \frac{5}{13} - m g \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} \right| =$$

$$= \left| \frac{3}{20} m g - \frac{12}{13} m g + \frac{120}{169} m g - \frac{12}{25} m g \right| = \left| \frac{42}{169} m g - \frac{9}{25} m g \right| =$$

$$= \frac{671}{4225} m g$$

Омлом: 1) $\frac{3}{20} m g$; 2) $\frac{9}{10} m g$; 3) $\frac{671}{4225} m g$.



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!

2. 3) $Q_{12} = 9 p_0 V_0$

$$\int Q_{12} = \int \frac{1}{2} p dV + \frac{1}{2} V dp = -\frac{6}{4} \frac{p_0}{V_0} V dV + 30 p_0 dV + \frac{3}{4} \frac{p_0}{V_0} V = 0$$
$$-2 \frac{p_0}{V_0} V = -30 p_0$$

$V = 15 V_0$ — это точка на графике нашей задачи $\Rightarrow$ $Q_{12} = 9 p_0 V_0$ (19)

$$Q_{12} = \frac{3}{2} [70 p_0 V_0 - 64 p_0 V_0] + \frac{13 p_0}{2} \cdot 6 V_0 = 12 p_0 V_0 + 39 p_0 V_0 = 51 p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A_{12}}{Q_{12} + Q_{13}} = \frac{9 p_0 V_0}{34 p_0 V_0 + 39 p_0 V_0} = \frac{1}{10} = 0,1$$

Ответ: 1) $\frac{4}{3}$; 2) $\frac{18}{7}$; 3) 0,1



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 1

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

3

1) Внутренняя часть шара радиуса R только экранирует заряд Q .
При $x > R$ напряженность зависит как от точечного заряда Q в центре шара, но диэлектрическая проницаемость увеличивается по-разному.

В E раз. $E_{\text{вн}}(x > R) = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$. В R напряженность убывает как от точечного заряда: $E_{\text{вн}}(R) = \frac{kQ}{R^2}$

2) $-\frac{d\varphi}{dx} = E_x$ 1) $d\varphi = -E dx = -\int_R^x \frac{kQ}{r^2} dx$

$\varphi_R - \varphi_0 = \frac{kQ}{R}$

$\varphi_R = \frac{kQ}{R}$

2) Выводим: $\int_R^x d\varphi = -\int_R^x E dx = -\int_R^x \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx$

$\varphi_x - \varphi_R = -\frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ}{\epsilon x}$

$\varphi_x = \varphi_R + \frac{kQ}{\epsilon x} - \frac{kQ}{\epsilon R} = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon x} - \frac{kQ}{\epsilon R}$

$|\varphi_{5R}| = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{5\epsilon R} - \frac{kQ}{5\epsilon R} = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{5\epsilon R} = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{1}{5\epsilon} \right)$

3)

$|\varphi_{2R}| = 4\varphi_0 = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{2\epsilon R} - \frac{kQ}{\epsilon R}$

$|\varphi_{\frac{R}{3}}| = 5\varphi_0 = \frac{kQ}{R} + \frac{3kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{\epsilon R} \quad | \cdot \frac{4}{3}$

$\frac{kQ}{R} + \frac{3kQ}{2\epsilon R} - \frac{kQ}{\epsilon R} = \frac{4}{3} \frac{kQ}{R} + \frac{12}{5} \frac{kQ}{\epsilon R} - \frac{4}{3} \frac{kQ}{\epsilon R}$

$\frac{1}{3} \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{2\epsilon R} = \frac{8}{3} \frac{kQ}{\epsilon R} \quad | \cdot \frac{\epsilon R}{kQ} \cdot 5$

$\epsilon + \frac{5}{2} = 8 \rightarrow \epsilon = 5.5$

Ответ: 1) $\frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{1}{5\epsilon} \right)$; 2) 5.5.



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!

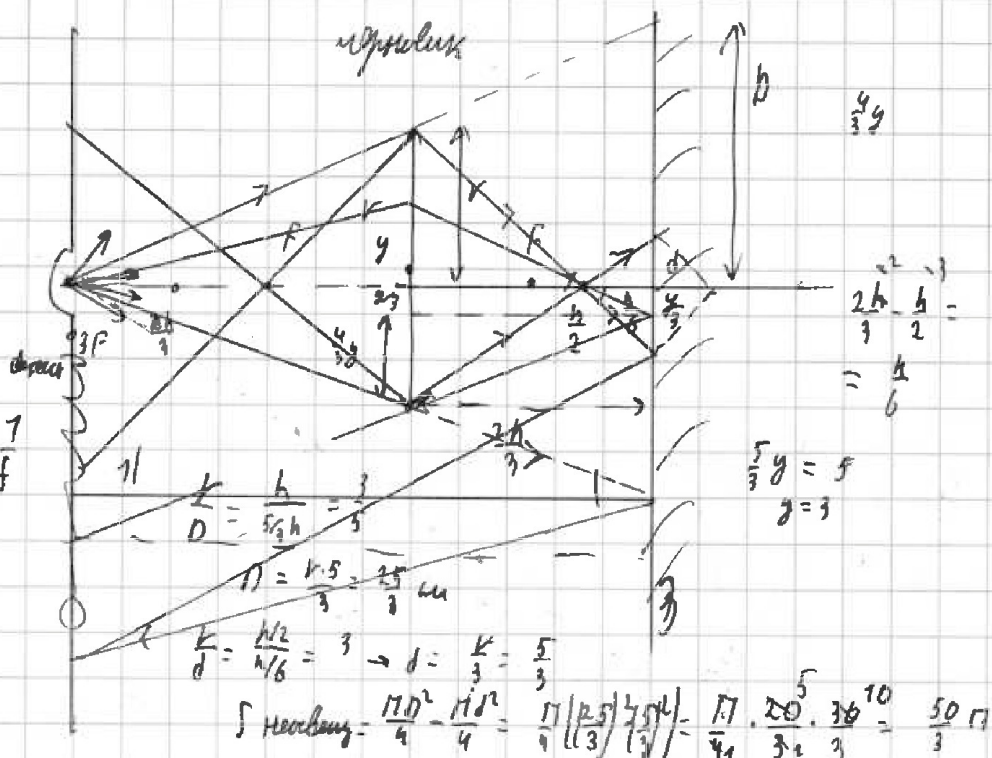
5.

$$f = \frac{h}{3}$$
$$V = 56 \text{ м}$$
$$L = \frac{2h}{3}$$

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

$$\frac{1}{f} = \frac{2}{3} F$$

$$f = \frac{3F}{2}$$



$$2) \frac{1}{F} = \frac{1}{2h/3} + \frac{1}{d} = \frac{3F}{2h} - \frac{1}{2h} \Rightarrow d = 2F \quad d' = \frac{2h}{3}$$



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.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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

4. 1) Увеличение магнитного потока в проводящем контуре,
приводит к появлению ЭДС индукции: $\Phi = B S_n$; $\mathcal{E}_i = \left| \frac{d\Phi}{dt} \right| = \frac{dB}{dt} S_n$
Касательная сила по закону Ома, ток: $\mathcal{E}_i = L \frac{dI}{dt} + 16L \frac{dI}{dt}$ (при этом магнитный
поток сохраняется) $R=0$
 $2 S_n: 17L \frac{dI}{dt} \rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{2 S_n}{17L}$ $\left(\frac{d\Phi}{dt} = 0 = \frac{d\Phi_n}{dt} + \frac{d\Phi_{ext}}{dt} \right)$
- 2) При изменении внешнего М.П. ЭДС индукции будет направлена
для противодействия $\Rightarrow \mathcal{E}_2 = |\mathcal{E}_{i2} - \mathcal{E}_{i1}|$ $\mathcal{E}_{i1} = \left| S_n \frac{dB_1}{dt} \right|$; $\mathcal{E}_{i2} = \left| S_n \frac{dB_2}{dt} \right|$
 $\mathcal{E}_2 = L \frac{dI}{dt} + 16L \frac{dI}{dt}$ $R=0$, ток направлен - и по полю катушки
 $S_n \left(4 \left| \frac{dB_1}{dt} \right| - \left| \frac{dB_2}{dt} \right| \right) = 17L \frac{dI}{dt}$ $1 - dt$
 $\Rightarrow I \cdot 17L = S_n \left(4 \cdot \frac{3}{4} B_0 - \frac{3}{4} B_0 \right) = \frac{3}{2} B_0 S_n$
 $I = \frac{3 B_0 S_n}{57L}$
Ответ: 1) $\frac{2 S_n}{17L}$; 2) $\frac{3 B_0 S_n}{57L}$.

4) $S_{\text{своб}} = S_{\text{вп}} - S_{\text{пр}} = \pi \cdot 1^2 - \pi \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \pi \cdot \frac{1^2 - \frac{1}{4}}{2} = 68 \text{ см}^2$ (или $66\frac{1}{2} \text{ см}^2$); 68 см^2



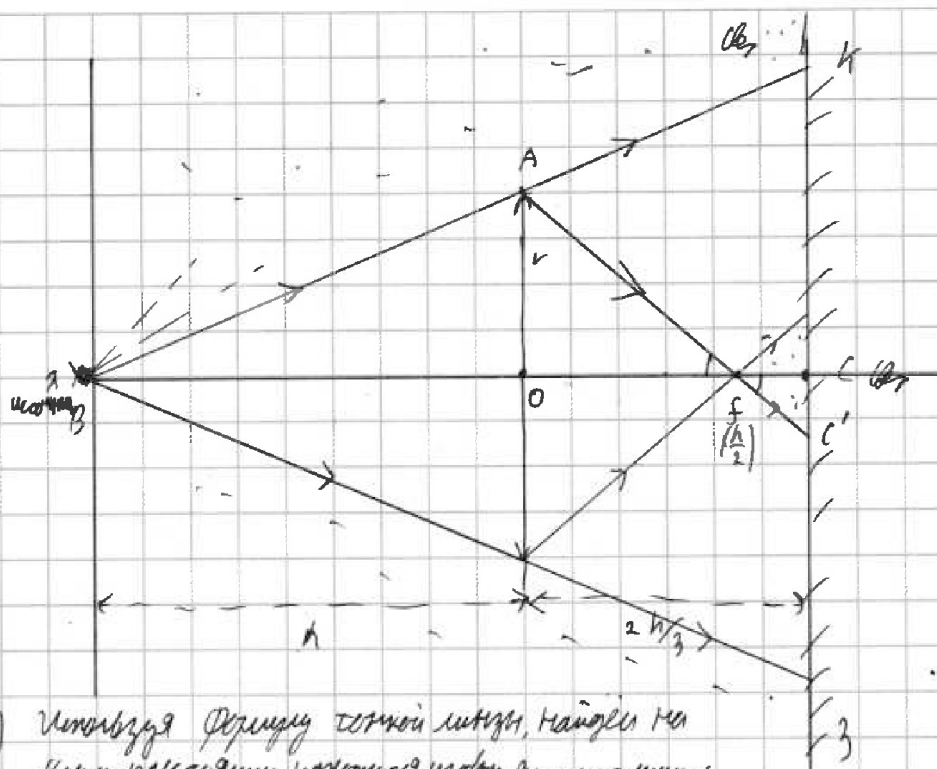
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

5.



- 1) Используя формулу тонкой линзы, найдем на каком расстоянии находится изображение источника:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f} \quad \frac{1}{f} = \frac{3}{h} - \frac{1}{h} = 2f = \frac{h}{2}$$

- 2) Присланный луч, проходящий через точку линзы. Т.к. это параллельный луч, то часть пройдет не преломившись, а другая пойдет в изображение. Все лучи, идущие ниже, попадают в область C C'.

Крестовина симметрична оси относительно OC. $fC = \frac{h}{2} + \frac{2h}{3} = \frac{h}{6}$

- 3) Из подобия $\triangle AOD$ и $\triangle C'C$: $\frac{h/2}{h/6} = \frac{r}{C'C} \Rightarrow C'C = \frac{r}{3}$

Решив, получим: $\triangle AOD$ и $\triangle C'C$. $S_1 = \frac{\pi r^2}{9}$

- 4) Из подобия $\triangle AOD$ и $\triangle AKC$:

$$\frac{h}{5h} = \frac{r}{KC} \Rightarrow KC = \frac{5}{3}r \Rightarrow S_2 = \frac{\pi 25r^2}{9}$$

$$S_{\text{неосв}} = S_2 - S_1 = \frac{24\pi r^2}{9} = \frac{24 \cdot 25 \pi r^2}{9} = \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2$$



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

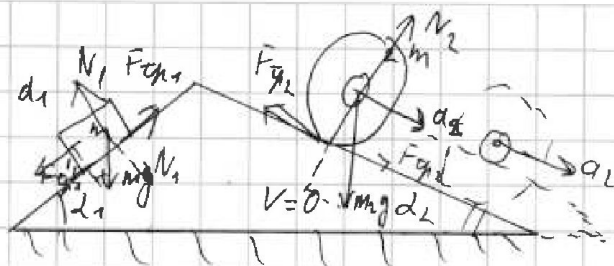
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

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

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

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



$$d_2 = \frac{9}{4}$$

чертовик

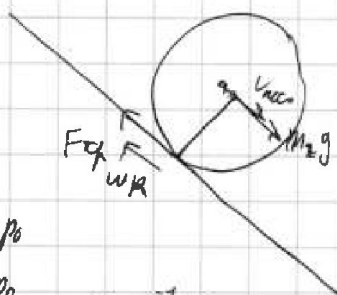
$$ma_1 = mgsin\alpha_1 - F_{fr1}$$

$$1) F_{fr1} = mgsin\alpha_1 - ma_1 = mg \cdot \frac{4}{5} - m \cdot \frac{9}{4} = mg \frac{16-5}{20} = mg \frac{11}{20}$$

$$2) \text{Условие равновесия} \Rightarrow A_{fr} = 0 \text{ или } V_{cm} = 0$$

$$-F_{fr2} + mgsin\alpha_2 = ma_2 \quad |V_2 = mgsin\alpha_2$$

$$F_{fr} = \frac{1}{2}ma = mgsin\alpha - F_{fr1}$$



$$V_{cm} = V_{rot} + \omega R$$

$$V_{cm} = \omega R$$

$$V_{cm} = \omega R \quad \text{где } T \text{ — радиус колеса}$$

$$V_{cm} = \omega R$$

$$\omega R = \omega R \quad \omega = \frac{V}{R}$$

$$F_{fr} = \frac{d\omega}{dt} R = \frac{dV}{dt} = a = \frac{mg}{2}$$

Выводы 1-2

$$P = -\frac{3}{8}P_0 V + 12P_0$$

$$P = -\frac{1}{2}P_0 V + 12P_0$$

(3) Термодинамический процесс

2.

$$1) \frac{\Delta U_{12}}{A_{12}}$$

$$2) \frac{T_{max12}}{T_3}$$

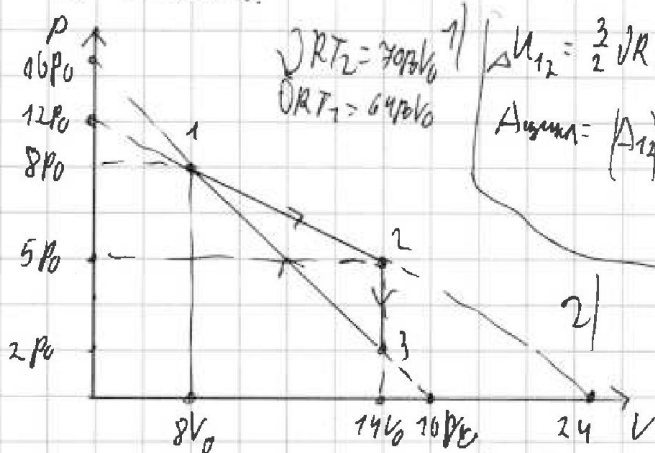
$$3) \eta$$

$$UR T_3 = 28P_0 V_0$$

$$T_3 = \frac{28P_0 V_0}{UR}$$

$$\frac{T_1}{T_3} = \frac{64}{28} = \frac{16}{7}$$

$$T_{max} = T_1 = 64P_0 V_0$$



$$UR T_2 = 70P_0 V_0$$

$$UR T_1 = 64P_0 V_0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}UR(T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{2}P_0 V_0 = \frac{12}{33}P_0 V_0$$

$$A_{12} = \int P dV = \int \left(-\frac{1}{2}P_0 V + 12P_0 \right) dV = \left(-\frac{1}{4}P_0 V^2 + 12P_0 V \right) \Big|_{8V_0}^{16V_0} = 3P_0 V_0 - 12P_0 V_0 = 9P_0 V_0$$

$$T(V) = -\frac{P_0}{2UR} V^2 + \frac{12P_0 V}{UR}$$

$$T_{max} \text{ при } T = T_{max} \quad V_{max} = \frac{b}{2a} = \frac{12P_0 V_0}{UR \cdot 2P_0} = 6V_0 \Rightarrow \text{граница}$$

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!



$$L_1 = L$$

$$L_2 = 10L$$

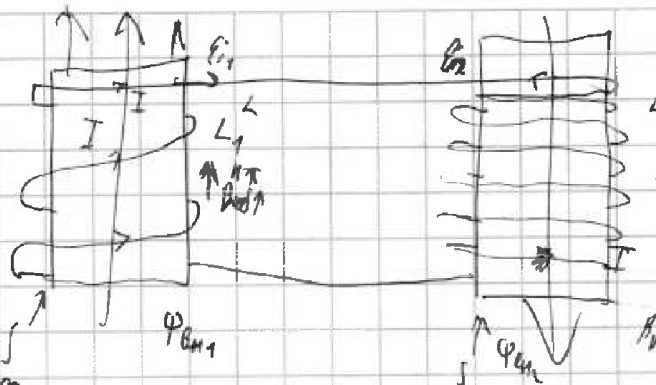
$$n_1 = n$$

$$n_2 = 4n$$

$$\frac{dB}{dt} = 2$$

черновик

Амт



$$L_2 = 10L$$

$$n_2 = 4n$$

$$\Phi = \Phi_{L1} + \Phi_{L2}$$

$$\mathcal{E}_1 = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{d\Phi_{L1}}{dt} = - \frac{d\Phi_{L2}}{dt}$$

$$\Phi = \Phi_{L1} + \Phi_{L2}$$

$$\text{Второе } \Phi_{L2} = 0$$

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

$$\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = L \frac{dI}{dt} = L \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E}_1}{L}$$

$$\frac{d\Phi_{L1}}{dt} = - \frac{d\Phi_{L2}}{dt}$$

$$\mathcal{E}_1 = L \frac{dI}{dt}$$

$$\Phi \propto I$$

$$\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = 0$$

$$\mathcal{E}_1 \neq \mathcal{E}_2$$

$$\mathcal{E}_1 = \frac{L_1 dB}{dt}$$

$$\mathcal{E}_2 = \frac{L_2 dB}{dt}$$

$$\mathcal{E}_1 = 3L_1 \frac{dB}{dt}$$

$$\mathcal{E}_1 = L_1 \left(\frac{dB_1}{dt} + 4 \frac{dB_2}{dt} \right) = L_1 \frac{dB}{dt} + 4L_1 \frac{dB}{dt}$$

$$\frac{12L_1}{4} - \frac{9L_1}{4} = \frac{3}{4} L_1$$

$$L_1 (4 \frac{dB_1}{dt} - \frac{dB_2}{dt}) = 17L_1 \frac{dB}{dt}$$

$$I = \frac{L_1}{17L_1} \left(4 \cdot \frac{3}{4} \frac{dB}{dt} - \frac{2}{4} \frac{dB}{dt} \right) = \frac{L_1}{17L_1} \frac{dB}{dt}$$



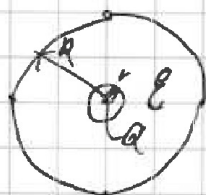
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

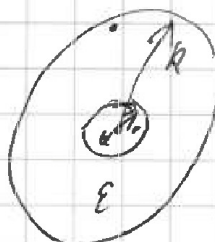
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

3.



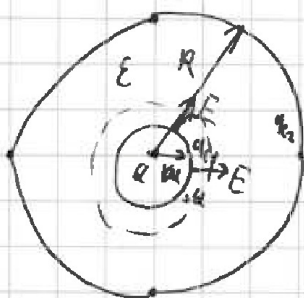
черновик

$$\varphi = \frac{kQ}{r}$$



$$\varphi = \frac{kQ}{r}$$

$$\frac{q}{\epsilon} = E \cdot 4\pi r^2$$



$$\varphi_1 + \varphi_2 = 0$$

$$E = \frac{kQ}{r^2}$$

$$E' = \frac{kQ}{\epsilon r^2}$$

$$\left(\frac{1}{r}\right)' = \left(r^{-1}\right)' = -\frac{1}{r^2}$$

$$-d\varphi = E$$

$$d\varphi = E dx$$

$$d\varphi = -E \cdot dr$$

$$\Delta\varphi = -\int \frac{kQ}{\epsilon r^2} dr$$

$$\Delta\varphi = -\frac{kQ}{\epsilon} \left(-\frac{1}{r} \right) = \frac{kQ}{\epsilon} \frac{1}{r}$$

$$\varphi_1 + \varphi_2 = \frac{kQ}{\epsilon} \frac{1}{r} + \frac{kQ}{\epsilon} \frac{1}{r} = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{r} \right) = \frac{kQ}{\epsilon} \frac{2}{r}$$

$$= \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{r} \right) = \frac{kQ}{\epsilon} \frac{2}{r}$$

$$= \frac{kQ}{\epsilon} \frac{2}{r}$$

$$677$$

$$4225$$

$$\begin{array}{r} 42 \\ \times 25 \\ \hline 210 \\ 84 \\ \hline 1030 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 71 \\ \times 6 \\ \hline 426 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 169 \\ \times 21 \\ \hline 338 \\ 677 \\ \hline 3529 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 169 \\ \times 25 \\ \hline 845 \\ 338 \\ \hline 4225 \end{array}$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
из

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

Для процесса 1-2: $\frac{5}{8}V_0 = \frac{5}{8} \cdot 24 = 15 \Rightarrow R$ *подписана*

$$V_0 \cdot \frac{18 \cdot 5}{81} = 10$$

$$\delta Q_{12} = \nu R dT + p dV$$

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

$$\nu R dT = p dV + V dp$$

$$\delta Q_{12} = 2 p dV + V dp$$

$$dp = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} dV$$

$$= 2 \left(-\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V + 12 p_0 \right) dV + V \cdot -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} dV = -\frac{p_0}{V_0} V dV + 24 p_0 dV - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V dV =$$

$$= -\frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} V dV + 24 p_0 dV$$

$$Q_{12} = -\frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} \frac{1}{2} V^2 + 24 p_0 V = -\frac{3}{4} \frac{p_0}{V_0} V^2 + 24 p_0 V$$

$$\eta = \frac{A}{Q_H}$$

$$p_H = -\frac{p_0}{V_0} V + 12 p_0$$

$$Q' = 0 = -\frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} V + 24 p_0 \rightarrow V = \frac{2}{5} \cdot 24 V_0 = 16 V_0 - \text{подлог}$$

$$dp = -\frac{p_0}{V_0} dV$$

$Q_{23} - 100\% \text{ одлог}$
 $Q_{31} - \text{нежно}$

$$\delta Q_{31} = \nu R dT + p dV = 2 p dV + V dp = -2 \frac{p_0}{V_0} V dV + 32 p_0 dV - \frac{p_0}{V_0} V dV$$

$$Q_{31} = -\frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} V^2 + 32 p_0 V$$

$$Q_{31} = 0 \quad -\frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} V + 32 = 0 \Rightarrow V = V_0 \cdot \frac{32}{3} = V_0 \cdot 10 \frac{2}{3} - \text{смена знака с нуля?}$$

$$\Rightarrow \text{от } 14 V_0 \text{ до } 10 \frac{2}{3} V_0 - \text{также подлог}$$

$$Q_{31} = A_{31} + A_{32}$$

$$\begin{array}{r} 200 \overline{) 3} \\ 18 \overline{) 00} \\ \underline{20} \\ 18 \\ \underline{2} \end{array} \quad 66 \frac{2}{3}$$