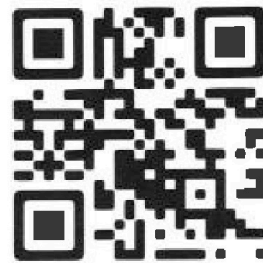


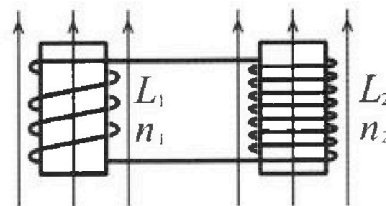
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

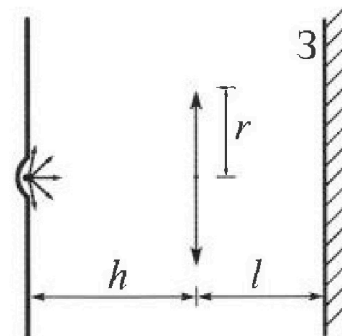


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L/4$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n/2$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. 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 $3B_0/4$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $4B_0$ до $8B_0/3$, 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 $F = 2h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 4$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h/2$ 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 $[см^2]$ в виде γl , где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

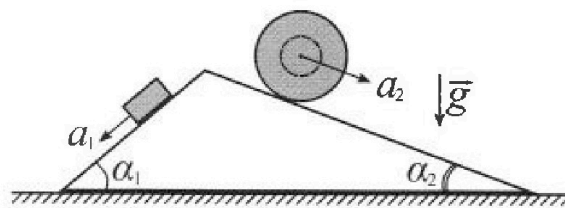
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



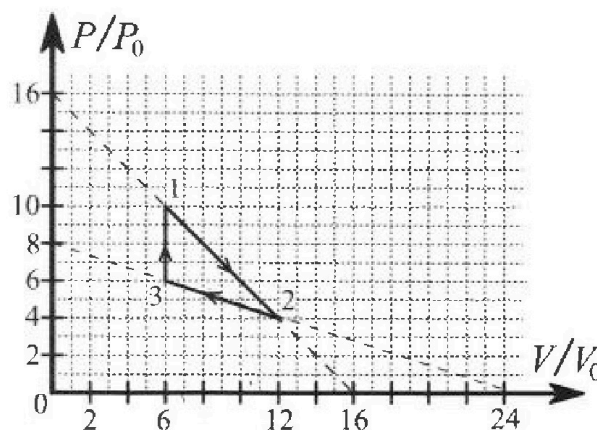
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $9m/4$ с ускорением $a_2 = 8g/27$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) 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 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.

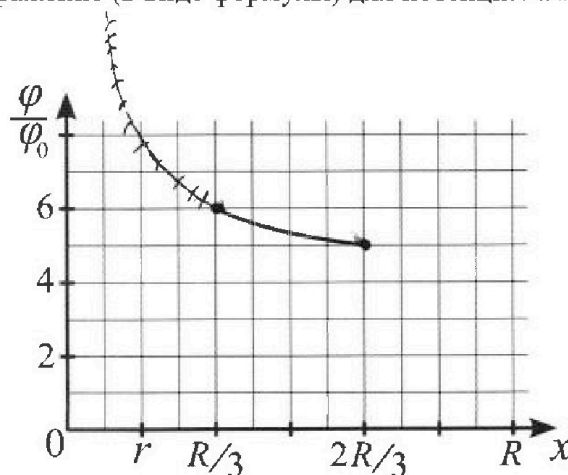
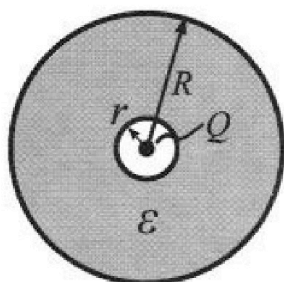


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 $x = 11R/12$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



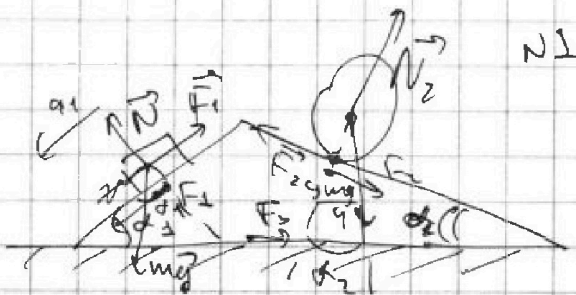


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 2

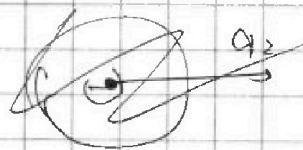
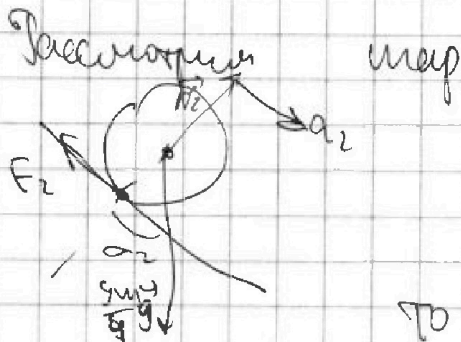
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



По оси $ma_2 = \cancel{mg} \sin \alpha_2 - F_1$

$$F_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{5g}{7} = \frac{mg(5(1-25))}{85} =$$

$$= \frac{26}{85} mg$$



$F_{\text{ш}} \rightarrow$ перпенд в с.о шара

то его центр не вращается, а

поверхность шара с ускорением a_2 около

Ош проходит через его центр

перпендикулярно плоскости рисунка.

$$\Gamma E = F_2 \cdot r; \text{ где } r - \text{ радиус шара, } g$$

g - ускорение свободного падения.



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!

$$\epsilon_{\text{т}} = a_2$$

$$\Gamma = \frac{2}{5} m v^2; \quad \frac{18}{20} m v^2 - \epsilon = F_2 \cdot x'$$

$$\frac{9}{10} m a_2 = F_2; \quad F_2 = \frac{8}{10} \cdot \frac{8}{24} m g = \frac{4}{15} m g$$

Кривой и угол наклона: $F_2 \cdot \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 =$
 $= F_3; \quad F_3 = \frac{26}{85} m g \cdot \frac{4}{5} + \frac{4}{15} \cdot \frac{18}{17} m g =$
 $= \frac{4}{17} m g - \frac{26}{85 \cdot 5} m g = \frac{80 - 26}{85 \cdot 5} m g = \frac{54}{425} m g$

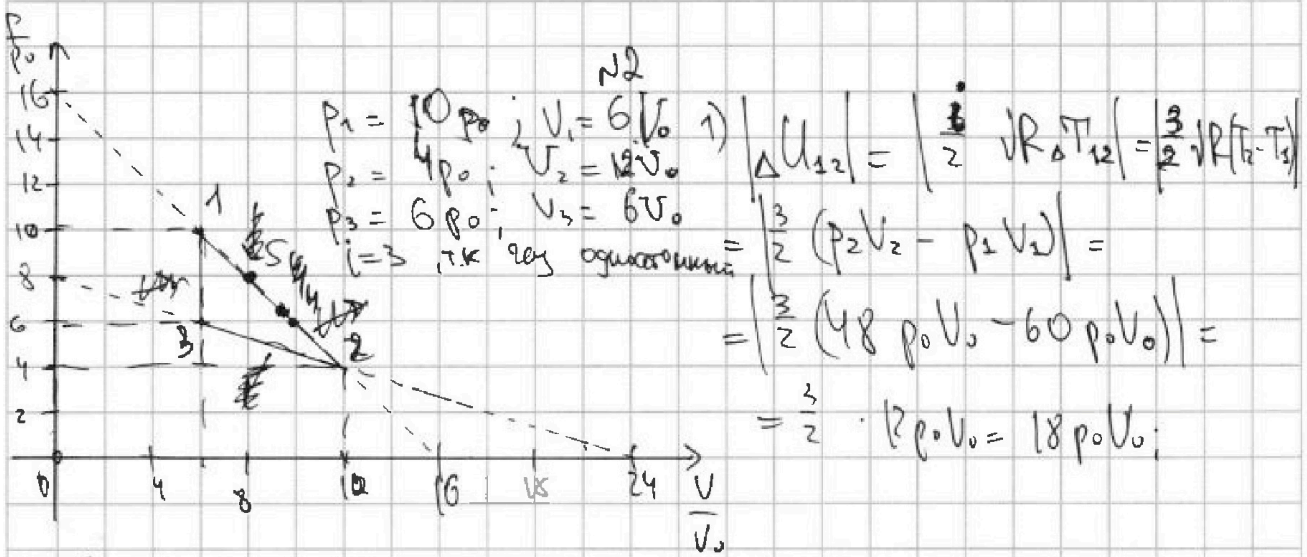
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!



A_2 — площадь под графиком $p(V)$;

$$A_2 = \frac{(10 p_0 - 4 p_0) \cdot (12 V_0 - 6 V_0)}{2} = \frac{4 p_0 \cdot 6 V_0}{2} = 12 p_0 V_0$$

$$\frac{|\Delta U_{12}|}{A_2} = \frac{18 p_0 V_0}{12 p_0 V_0} = \frac{3}{2}$$

2) Максимальная температура газа в процессе 1-2

будет, когда $\nu R T$ — максимальна, т.е. когда pV — максимальна. Это будет в точке касания

графика 1-2 с изотермой $p \cdot V = \text{const}$.

$\frac{pV}{p_0 V_0} = \text{const}$ — уравнение изотермы. $p = \frac{\text{const}}{V}$

$\frac{p}{p_0} = k \frac{V}{V_0} + b$ — уравнение 1-2, $\text{при } V_0 = 0; \frac{p}{p_0} = 6 = b;$

$b = 6;$ при $p_0 = 0; \frac{V}{V_0} = 16; 16 = -k \cdot 16 \Rightarrow k = -1$

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 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!

~~$\left(\frac{P}{P_0}\right)' = \frac{\alpha}{\left(\frac{V}{V_0}\right)^2}$~~ ~~$\alpha = \frac{P_5 V_5}{P_0 V_0}$~~ ~~$\frac{P_5}{P_0} = \frac{V_5}{V_0}$~~ (линия изогрета касаются, $\forall \alpha \left(\frac{V_5}{V_0}\right)^2 = -1$;

$$\alpha = \left(\frac{V_5}{V_0}\right)^2 = \frac{P_5 V_5}{P_0 V_0}; \frac{P_5}{P_0} = \frac{V_5}{V_0}; \frac{V_5}{V_0} = -\frac{V_5}{V_0} + 16; \frac{V_5}{V_0} = 8;$$

т.е. T_{max} при $V_5 = 8V_0$; $P_5 = 8P_0$; $\sqrt{P T_{max}} = 64 P_0 V_0$;

$$T_{max} = \frac{64 P_0 V_0}{\sqrt{P}};$$

$$T_3 = \frac{P_3 V_3}{\sqrt{P}} = \frac{36 P_0 V_0}{\sqrt{P}}; \frac{T_{max}}{T_3} = \frac{64 P_0 V_0}{\frac{36 P_0 V_0}{\sqrt{P}}} = \frac{64}{36} = \frac{16}{9};$$

3) $\eta = \frac{Q_{out}}{A_2}$

$$Q_{out} = Q_{out, ion} + Q_{out, электрон} + Q_{out, нейтрон}$$

В процессе 1-2 температура не постоянна, поэтому по некоторой формуле масса в ней темп уменьшается, с учетом энергии и массы этой точки. Пусть это точка 4.

Тогда эта точка будет состоят из смеси

адиабата 1-2: $\frac{P}{P_0} \left(\frac{V}{V_0}\right)^{\frac{5}{3}} = P_3 - \text{ур-ние адиабаты}$

$$\frac{P}{P_0} = \frac{P_3}{\left(\frac{V}{V_0}\right)^{\frac{5}{3}}}; \left(\frac{P}{P_0}\right)' = \frac{5}{3} \frac{P_3}{\left(\frac{V}{V_0}\right)^{\frac{8}{3}}}; \text{и т.д.}$$

$$\left(\frac{P}{P_0}\right)' = -1 \text{ т.е. } -1 + \frac{5}{3} \frac{P_3}{\left(\frac{V}{V_0}\right)^{\frac{8}{3}}} = +1; \frac{P_3}{\left(\frac{V}{V_0}\right)^{\frac{8}{3}}} = \frac{3V_3}{5V_0} = \frac{P_3}{P_0} \left(\frac{V_3}{V_0}\right)^{\frac{5}{3}}$$

$$\frac{3}{5} \frac{V_3}{V_0} = \frac{P_3}{P_0} = \frac{V_3}{V_0} + 16; \frac{V_3}{V_0} = \frac{16 \cdot 5}{8} = 10; V_3 = 10V_0; P_3 = 6P_0$$

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
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!

$$Q_{12\text{max}} = Q_{14} = \Delta U_{14} = \frac{(10V_0 + 6V_0)(10V_0 - 6V_0)}{2} = \frac{3}{2} p_0 V_0$$

$$-6p_0 V_0 = \frac{16 \cdot 4}{2} p_0 V_0 = 32 p_0 V_0$$

Нам процесс 1-3 проведен также же

рассуждения:

$$p_2 = \frac{p}{p_0} \cdot \left(\frac{V}{V_0}\right)^{\frac{5}{3}} \quad \text{30-е}$$

$$\frac{p}{p_0} = \frac{1}{5} \frac{V}{V_0} + 8 \quad \text{3-е}$$

$$\frac{p}{p_0} = \frac{p_2}{\left(\frac{V}{V_0}\right)^{\frac{5}{3}}}; \quad \left(\frac{p}{p_0}\right)' = \frac{5}{3} \cdot \frac{p_2}{\left(\frac{V}{V_0}\right)^{\frac{2}{3}}}$$

$$\frac{1}{5} \cdot \frac{p_2}{\left(\frac{V}{V_0}\right)^{\frac{5}{3}}} = \frac{1}{3}; \quad \left(\frac{V}{V_0}\right)^{\frac{2}{3}} = \frac{1}{5} p_2$$

$$\frac{1}{5} \left(\frac{V}{V_0}\right)^{\frac{2}{3}} = \frac{p_2}{p_0} \cdot \left(\frac{V}{V_0}\right)^{\frac{5}{3}}; \quad \frac{p_0}{p_2} = \frac{1}{5} \frac{V_0}{V} = -\frac{1}{3} \frac{V_0}{V} + 8$$

$$\frac{8}{5} \frac{V_0}{V} = 8; \quad V_0 = 15V_0; \quad \text{16 не умножим}$$

$$Q_{32\text{max}} = \Delta U_{32} = \frac{3}{2} (p_1 V_1 - p_3 V_3) + 0 =$$

$$= \frac{3}{2} 4p_0 \cdot 6V_0 = 36 p_0 V_0;$$

$$Q_{\text{max}} = Q_{12\text{max}} + Q_{23\text{max}} + Q_{32\text{max}} = 36 p_0 V_0 + 32 p_0 V_0 = 68 p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{\text{max}}} = \frac{12 p_0 V_0}{68 p_0 V_0} = \frac{3}{17} = \frac{300}{17} \% \approx 18\%$$

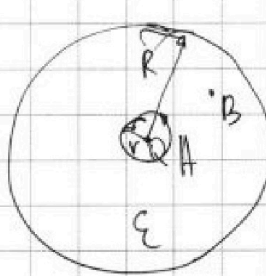


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



~~$\Phi = \frac{kQ}{\epsilon r^2}$~~
 $r < R$
 $-\varphi_B + \varphi_A = \int_r^R E \cdot dl = \int_r^R \frac{kQ}{\epsilon l^2} \cdot dl =$

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

$$= \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} + \frac{kQ}{\epsilon R}$$

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

$$= \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{\epsilon - 1}{\epsilon} + \frac{R}{R^2} \right)$$

Из графика видно, что $R = \frac{R}{\epsilon}$

$$6\varphi_0 = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{\epsilon - 1}{\epsilon} + \frac{1}{R} \right) = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{6\epsilon - 1}{\epsilon} + \frac{3}{R} \right) =$$

$$= \frac{3kQ}{\epsilon R} (2\epsilon - 2 + 1) = \frac{3kQ}{\epsilon R} (2\epsilon - 1)$$

$$5\varphi_0 = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{6(\epsilon - 1)}{R} + \frac{3}{2R} \right) = \frac{3kQ}{\epsilon R} \cdot \frac{4\epsilon - 4 + 1}{2} = \frac{3kQ}{\epsilon R} \cdot \frac{4\epsilon - 3}{2}$$

$$\frac{6}{5} = \frac{6\epsilon - 1}{4\epsilon - 3}; \quad 24\epsilon - 18 = 20\epsilon - 10; \quad 4\epsilon = 8; \quad \epsilon = 2$$

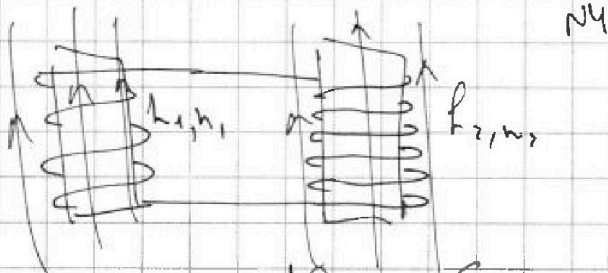


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 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!



$$1) \mathcal{E}_{\text{инд}_1} = - \frac{d\Phi_1}{dt} = - \frac{S n_1 dB}{dt} = S n_1 \alpha = S n \alpha$$

$$\mathcal{E}_{\text{инд}_1} = L_1 \frac{dI_1}{dt} = L_2 \frac{dI_2}{dt}; \quad \frac{dI_1}{dt} = \frac{\mathcal{E}_{\text{инд}_1}}{L_1} = \frac{S n \alpha}{L}$$

$$\frac{dI_2}{dt} = \frac{\mathcal{E}_{\text{инд}_2}}{L_2} = \frac{4 S n \alpha}{9 L} = \frac{4 S n \alpha}{9 L}$$

$$2) L_1 \frac{dI_1}{dt} = S n \frac{dB_1}{dt} + \frac{3 S n}{L_2} \frac{dB_2}{dt}$$

$$L_2 \frac{dI_2}{dt} = - S n \frac{dB_1}{dt}$$

Если B_1 меняется со скоростью $\frac{dB_1}{dt}$

А B_2 со скоростью $\frac{dB_2}{dt}$

$$\text{Тогда } L_1 \frac{dI_1}{dt} = \frac{S n_1 dB_1}{dt} + \frac{S n_2 dB_2}{dt}$$

$$L_1 \frac{dI_1}{dt} = - S n_1 \frac{dB_1}{dt} + 3 S n_2 \frac{dB_2}{dt}$$

$$L_1 \frac{dI_1}{dt} = S n \left(\frac{3 B_0}{4} \right) + \frac{3}{2} S n \left(4 B_0 - \frac{8 B_0}{3} \right) =$$

$$I_1 = \frac{S n \cdot B_0}{4} + \frac{3 S n \cdot 4 B_0}{2} = - S n$$

$$L_1 I_1 = S n \cdot \frac{B_0}{4} = \frac{3}{2} S n \cdot \frac{4}{3} B_0; \quad I_1 = - \frac{7 S n B_0}{4 L_1} = - \frac{7 S n B_0}{4 \cdot 9 L}$$

$$L_2 I_2 = - S n \cdot \frac{B_0}{4} + \frac{3}{2} S n \cdot \frac{4}{3} B_0; \quad I_2 = \frac{7 S n B_0}{4 \cdot 9 L} = \frac{7 S n B_0}{9 L}$$

Алексей

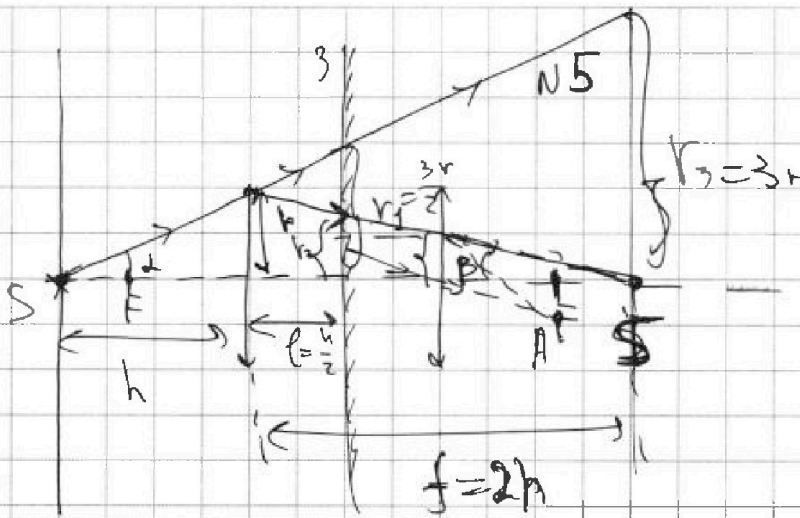


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Лучи, которые проходят через ~~зеркало~~ ~~лучи~~
~~лучи~~ лучи, которые выходят из источника
 и левой осц. осц.
 под углом α , таким что $\tan \alpha > \frac{r}{h}$ не
 преломляются в луче они освещают всю
 область зеркала кроме участка радиуса r_2 .

$$\frac{r_2}{h+r} = \frac{r}{h}; \quad r_2 = \frac{r(h+r)}{h} = \frac{3}{2}r;$$

Если $\tan \alpha \leq \frac{r}{h}$, то лучи будут

сфокусированы лучи по формуле тонкой линзы:

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

Точка P — угол преломленной луча с левой

осц. осц.; $\tan \beta = \frac{r}{f} = \frac{r}{2h};$

Лучи света для которых $\tan \alpha \leq \frac{r}{h}$ освещают зеркало
 в области освещен на зеркале почти радиуса r_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 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. Печка QR-кода недопустима!

$$\frac{r-r_2}{l} = \frac{r}{f} \quad ; \quad r_2 = r - \frac{rl}{f} = r - \frac{r \cdot \frac{h}{2}}{2h} = \frac{3r}{4}$$

Тогда площадь несвещенной поверхности будет

$$S_3 = \pi r_1^2 - \pi r_2^2 = \pi \left(\left(\frac{3r}{2} \right)^2 - \left(\frac{3r}{4} \right)^2 \right) = \pi \cdot \frac{3r}{4} \cdot \frac{9r}{4} =$$

$$= \frac{27\pi r^2}{16} = \frac{27\pi \cdot 16}{16} \text{ см}^2 = 27\pi \text{ см}^2 ;$$

Чтобы найти нашу область света луча на стене, посмотрим какую область света луча в зеркале на изображении стены в зеркале. Луч прошедший мимо

мыса света все равно почти радиуса

$$r_3 \quad ; \quad \frac{r_3}{h+f} = \frac{r}{h} \quad ; \quad r_3 = \frac{r(h+f)}{h} = 3r$$

Лучи приходящие мимо попадут в

изображение мыса в зеркале в область радиуса r_4 .

Этот лучи будет сфокусирован в т. X на

расстоянии x от оптической оси, а потом света

почти радиуса r_5 на изображении стены $\frac{r_5}{h-x} = \frac{r_4}{x}$;

лучи проходящие из углов β и от оп. оси

пересекут параллельную плоскость в т. A на расстоянии l_1 от оп. оси ; $\frac{l_1}{f} = \tan \beta = \frac{r}{h}$; $l_1 = \frac{rf}{h} = \frac{r \cdot 2h}{2h}$



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
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!

$$\frac{x}{r_4} = \frac{F}{r_4 + l_1} = \frac{h-x}{r_5} \quad | \quad x = \frac{F r_4}{r_4 + l_1} = \frac{12h \cdot \frac{r}{2}}{\frac{r}{2} + \frac{r}{3}} =$$

$$= \frac{h}{\frac{1}{3} + \frac{1}{2}} = 0,6h$$

$$r_5 = \frac{h-x}{F} (r_4 + l_1) = \frac{\left(\frac{h}{2} + \frac{h}{3}\right) \cdot \frac{1}{3}}{\frac{2h}{3}} = \frac{3r}{4} =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} \cdot r = \frac{5}{4} r = \frac{15}{20} r = \frac{3}{4} r$$

Площадь ^{сферы} ~~к~~ поверхности: $S_2 = \pi r_3^2 - \pi r_5^2 =$
 $= \pi \left(3r\right)^2 - \left(\frac{3r}{4}\right)^2 = \frac{9r^2\pi}{16} = \frac{135\pi r^2}{16} = 135\pi \text{ см}^2$

En

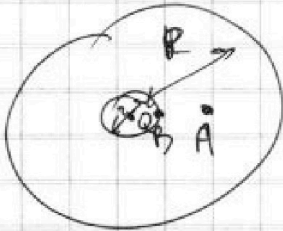
На одной странице можно оформить только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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. Парча QR-кода недопустима!



$$\varphi_0 = \frac{kQ}{r}$$

$$E dx = d\varphi$$

$$\begin{aligned} \cos(\varphi + d\varphi) &= \\ &= \cos\varphi - \sin\varphi \cdot d\varphi \end{aligned}$$

$$\frac{kQ}{\epsilon x^2} dx = d\varphi$$

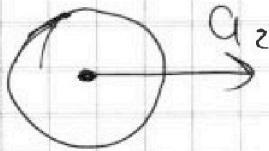
$$-\frac{kQ}{\epsilon R^2} + \frac{kQ}{\epsilon r}$$

kQ

$$\frac{I\omega^2}{2} = \sum$$

$m \cdot x$

ω



$$\epsilon r = a\epsilon$$



$$I\epsilon r = F_2 \cdot r$$

$$I I\epsilon = F_2 r$$

$$dM \cdot (\omega \cdot R \cos(\varphi + d\varphi))^2$$



$$\epsilon r = a\epsilon = a_z$$

$$m\epsilon r = F_2 r$$

$$m a_z = F_2$$

$$\frac{2}{5} \cdot \frac{g_m}{4} \epsilon \cdot R^2 =$$

$$= F_2 \cdot r$$

$$\frac{m \cdot R^2 \cdot d\varphi \cdot R}{2 \cdot 4\pi R^2}$$

$$I = \frac{2}{5} m r^2$$

$$\epsilon r = a_z$$

$$\frac{9}{10} m a_z = F_2$$

$$F_2 = \frac{9}{10} m g$$

$$= \frac{9}{10} m g$$

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
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!

$q \cdot d\varphi \cdot q = q \cdot E \cdot dx$
 $d\varphi = E \cdot dx$
 $\frac{2h}{2x} = \frac{2x}{2h}$
 $\frac{1}{x} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$
 $2h = 5x$
 $x = \frac{2h}{5} = 0,4$
 $\frac{1}{\frac{5}{2}} + \frac{1}{3} = \frac{x}{\frac{x}{2}}$
 $\frac{2}{5} + \frac{1}{3} = \frac{x}{\frac{x}{2}}$
 $\frac{4}{5} + \frac{2}{3} = \frac{2x}{x}$
 $\frac{12}{15} + \frac{10}{15} = \frac{2x}{x}$
 $\frac{22}{15} = \frac{2x}{x}$
 $x = \frac{22}{15} \cdot \frac{x}{2}$
 $x = \frac{22}{15} \cdot \frac{x}{2}$
 $x = \frac{22}{15}$
 $U = \pi k \left(\frac{3r}{2} \right)^2 - \pi k \left(\frac{2r}{4} \right)^2 =$
 $\frac{27\pi \cdot 2 \cdot \pi}{16} = 27\pi$

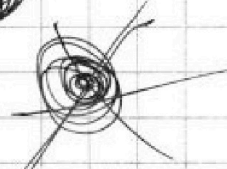
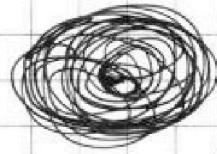
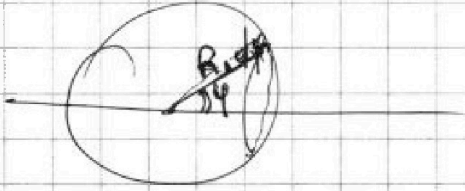


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

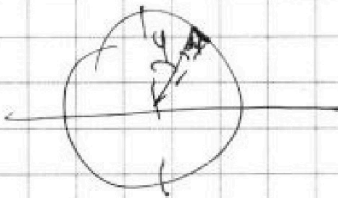
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\int \frac{m \cdot d\varphi}{\pi} \cdot (R \sin \varphi)^2 \cdot \omega^2 =$$

$$= I \omega^2$$

$$I = \int m \cdot \frac{m}{\pi} R^2 \int \sin^2 \varphi \cdot d\varphi$$



$$\frac{I \omega^2}{2} = \frac{\pi}{2} \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{m \cdot d\varphi}{\pi} \cdot R^2 \cos^2 \varphi \omega^2$$

$$I = \frac{m R^2}{\pi} \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \cos^2 \varphi \cdot d\varphi$$

$$\frac{m R^2}{\pi} \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \cos^2 \varphi \cdot d\varphi = \int_0^{\pi} (1 - \cos^2 \varphi) d\varphi =$$



$$\frac{\pi}{2} \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \cos^2 \varphi \cdot d\varphi + \int_0^{\pi} \cos^2 \varphi \cdot d\varphi = \pi$$

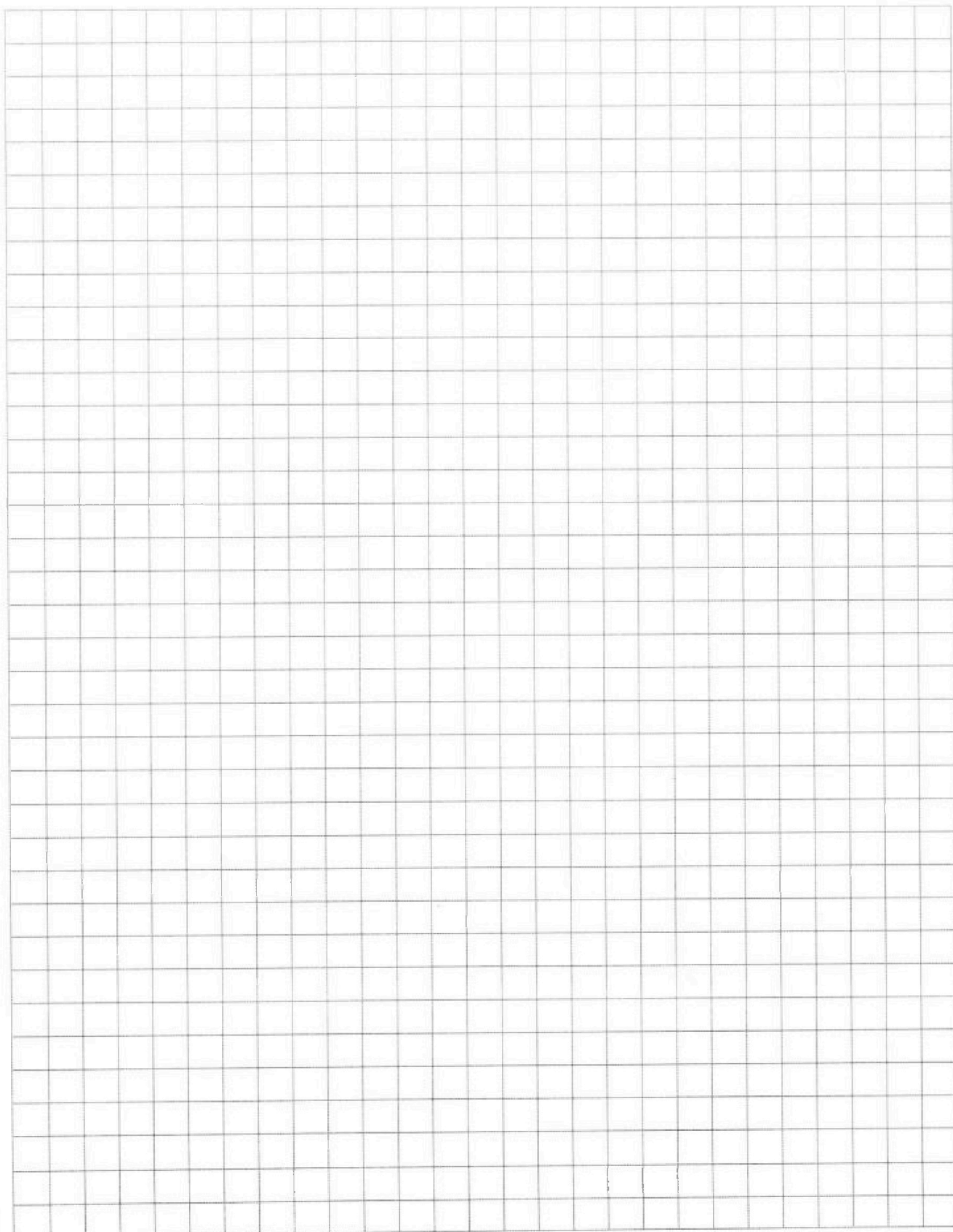


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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!



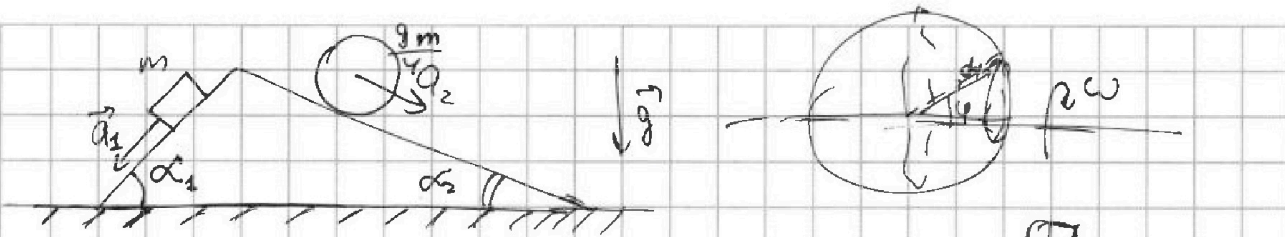
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!

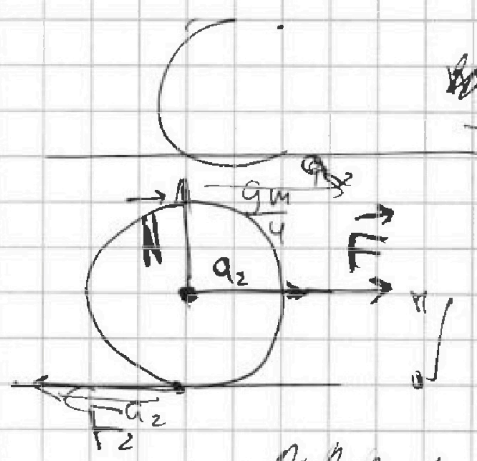
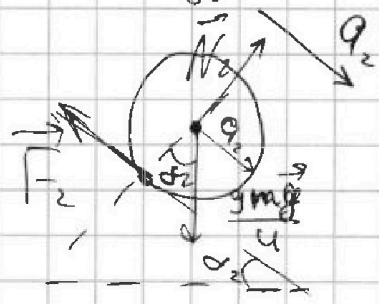


$$ma_1 = mgsin\alpha_1 - F_{sp1} \frac{I\omega^2}{2}$$

$$F_s = mgsin\alpha_1 - ma_1 =$$

$$= mg \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{5g}{17} = mg \cdot \frac{3 \cdot 17 - 5 \cdot 5}{5 \cdot 17} = \frac{mg(51 - 25)}{85}$$

$$= \frac{26mg}{85}$$



$$m \cdot a_2 \cdot (R \sin\varphi)^2$$

$$F = \frac{gm}{4} \cdot \sin\alpha_2$$

$$\frac{gm}{4} \cdot \frac{8g}{25} = \frac{2}{5} mg = ma$$

~~Handwritten scribbles and crossed-out text.~~

$$\sum M = I\omega \quad ; a = \omega \quad I = \int \frac{mR}{\pi} (\cos\varphi) =$$

$$\int \sin^2 \varphi \cdot d\varphi = \frac{2mR}{\pi}$$

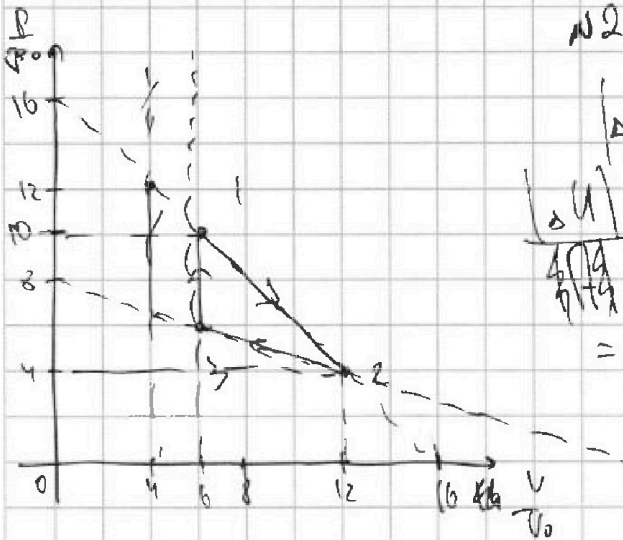
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



№2

$$|\Delta U| = \left| \frac{3}{2} \nu R \Delta T \right| = \left| \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) \right| =$$

$$\frac{|\Delta U|}{A_2} = \left| \frac{3}{2} (12 \cdot 4 p_0 V_0 - 10 \cdot 6 p_0 V_0) \right| =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 6 p_0 V_0 = 18 p_0 V_0$$

$$A = 6 p_0 \cdot 6 V_0 - 6 V_0 \cdot 2 p_0 =$$

$$= 6 \cdot 4 \cdot p_0 V_0 = 24 p_0 V_0$$

$$\frac{|\Delta U_{12}|}{A_2} = \frac{18 \cdot p_0 V_0}{24 \cdot p_0 V_0} = \frac{3}{4}$$

$$\pi_3 = \frac{p_3 V_3}{\nu R} = \frac{36 p_0 V_0}{\nu R}; T_{\text{max}} - \text{будет в}$$

точке второй ~~к~~ T_{max} , т.е. $p V_{\text{max}}$
т.е. ϕ там наименьшие затраты

$$pV = \alpha$$

$$p = \frac{\alpha}{V}; p = \frac{\alpha}{V^2} \cdot V$$

$$\frac{pV}{p_0 V_0} = \alpha; p = \frac{\alpha p_0 V_0}{V}$$

$$\frac{dp}{dV} = \frac{\alpha}{V^2}; \frac{p}{p_0} = k \frac{V}{V_0} + b$$

$$\frac{p}{p_0} + k \frac{V}{V_0} = 16$$

$$b = 16 \frac{p}{p_0}; -k \frac{V}{V_0} = 16 \frac{p}{p_0} \quad k=1$$

$$k = \frac{16 p V_0}{p_0 V}$$

$$\frac{p}{p_0} = \frac{16 p}{p_0} -$$



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!

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

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

$$6\varphi_0 = \varphi_1 + \varphi_2$$

$$5\varphi_0 = \frac{\varphi_1}{2} + \varphi_2$$

$$\varphi_1 + 2\varphi_2 = 10\varphi_0; \quad 6\varphi_0 = \varphi_1 + \varphi_2$$

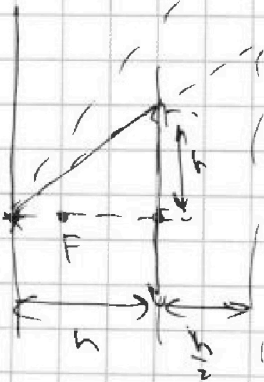
$$4\varphi_0 = \varphi_2$$

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{4r}$$

$$\text{1) } \epsilon_{\text{инд}} = -\frac{d\varphi}{dt} = -\frac{S \sin \alpha}{\omega t} = \alpha S \sin \alpha; \quad \epsilon_{\text{инд}_2} = h_1 \frac{dI_2}{dt}$$

$$h_2 \frac{dI_2}{dt} = \epsilon_{\text{инд}_2}$$

$$\frac{dI_2}{dt} = \frac{\alpha S \sin \alpha}{h_2}; \quad \frac{dI_2}{dt} = \frac{\alpha S \cdot \frac{3\pi}{2}}{h_2} = \frac{3\alpha S \sin \alpha}{2} = \frac{2\alpha S \sin \alpha}{3}$$



$$\frac{1}{2h} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f}; \quad f = \frac{1}{\frac{1}{2h}}; \quad f = 2h$$



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!

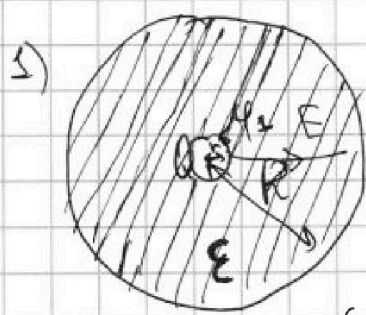
~~$\phi_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 R^2} \cdot \frac{Q}{3} \cdot r$~~
 ~~$\phi_0 = \frac{2Q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$~~

$\left(\frac{1}{x}\right)' = -\frac{1}{x^2}$
 $(x^u)' = ux^{u-1}$
 $= \frac{1}{u+1} x^{u+1}$

5) $\phi_1 = 6\phi_0 = \frac{kQ}{\epsilon_0 \left(\frac{R}{5} - r\right)} + \frac{kQ}{\epsilon_0 r}$
 $\phi_2 = 5\phi_0 = \frac{kQ}{\epsilon_0 \left(\frac{2R}{5} - r\right)} + \frac{kQ}{\epsilon_0 r}$
 $\frac{\phi_0}{5} =$

~~$\int x^{-2} dx =$~~

$\int \left(\frac{1}{x^2}\right) = \frac{1}{-1} \cdot \frac{1}{x} = -\frac{1}{x}$



$\frac{kQ}{r}$

~~$E(x) = \frac{kQ}{\epsilon_0 x^2 \cdot 4\pi} = \frac{kQ}{\epsilon_0 x^2}$~~ , если $x > R$

$q \cdot E \cdot dx = dq \cdot q$

~~$\int dx =$~~ $\phi_2 - \phi_1 = \int \frac{kQ}{\epsilon_0 x^2} \cdot dx$

$(\phi_2 - \phi_1) q = q \cdot \int \frac{kQ}{\epsilon_0 x^2} \cdot dx$

~~$\phi_2 = \frac{kQ}{\epsilon_0 r} + \frac{kQ}{\epsilon_0 x}$~~

$-\phi_2 + \phi_1 = \frac{kQ}{\epsilon_0 r} - \frac{kQ}{\epsilon_0 x}; \phi_1 = \frac{kQ}{r}; \phi_2 = \frac{kQ}{\epsilon_0 x} + \frac{kQ}{\epsilon_0 r} \left(\frac{\epsilon-1}{\epsilon}\right)$



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
__ 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!

$$\frac{p U_{31}}{p_0 V_0^{3/2}} = \beta_2 \cdot \left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{1}{\gamma}} = \frac{5}{8} \cdot \frac{\beta_2}{\left(\frac{V}{V_0}\right)^{\frac{1}{\gamma}}} = \frac{1}{8}$$

$$\beta_2 = \left(\frac{V}{V_0}\right)^{\frac{1}{\gamma}} \cdot \frac{1}{5} = \frac{p U_0^{\frac{1}{\gamma}}}{p_0 V_0}$$

$$\frac{1}{5} \cdot \frac{V}{V_0} = \frac{p}{p_0}$$

~~$$\frac{p}{p_0} = \frac{V}{V_0} \cdot \frac{1}{5}$$~~

$$\frac{1}{5} \frac{V}{V_0} = \frac{1}{3} \frac{V}{V_0} + 8$$

$$\frac{10}{15} \frac{V}{V_0} = 8; \quad \frac{V}{V_0} = 15$$

$$Q = \cancel{Q_{12}} + Q_{21} + Q_{12} + Q_{23} + Q_{32} =$$

$$= \Delta U_{32} + A_{21} \Delta U_{34} + 0 = \frac{3}{2} (60 p_0 V_0 - 36 p_0 V_0) =$$
~~$$= 36 p_0 V_0$$~~

$$A_{12} = \frac{(10+6)p_0 \cdot (10-6)V_0}{2} = \frac{1064 p_0 V_0}{2} = 24 p_0 V_0$$

~~$$Q_{12} = \frac{3}{2} (60 p_0 V_0 - 60 p_0 V_0) = 0$$~~

$$Q = 38 p_0 V_0; \quad A = 24 p_0 V_0; \quad \eta = \frac{24}{38} = \frac{6}{17}$$



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!

~~$$P = k \frac{V}{V_0} + B; B = 16 \frac{P}{P_0}$$~~

$$\frac{P}{P_0} = -\frac{V}{V_0} + 16;$$

~~$$P = k \frac{V}{V_0} + B$$~~

~~$$\frac{PV}{P_0 V_0} \rightarrow \infty$$~~

~~$$16 = B; 16 + k \cdot 16 = 0$$~~

$$k = -1$$

~~$$\left(\frac{P}{P_0}\right)' = \frac{1}{\left(\frac{V}{V_0}\right)^2} = k = -1$$~~

$$\alpha = \left(\frac{V_{\text{max}}}{V_0}\right)^2$$

$$\frac{PV}{P_0 V_0} = \left(\frac{V}{V_0}\right)^2; \frac{P}{P_0} = \frac{V}{V_0};$$

$$2 \frac{V}{V_0} = 16; \frac{V}{V_0}; \sqrt{T_{\text{max}}} = \frac{P_0 V_0}{UR}$$

$$\frac{T_{\text{max}}}{T_3} = \frac{64}{36} = \frac{16}{9};$$

~~$$\frac{PV}{P_0 V_0} = \frac{P}{P_0} \cdot \left(\frac{V}{V_0}\right)^3 = B; \left(\frac{P}{P_0}\right)' = \frac{1}{\left(\frac{V}{V_0}\right)^3} = k = -1$$~~

~~$$\frac{5B}{3 \left(\frac{V}{V_0}\right)^3} = 1; B = \frac{3}{5} \left(\frac{V}{V_0}\right)^3; \frac{1}{\left(\frac{V}{V_0}\right)^3} = -1$$~~

~~$$\frac{P}{P_0} \frac{V^3}{V_0^3} = \frac{3}{5} \left(\frac{V}{V_0}\right)^3 \frac{V}{V_0}$$~~

~~$$\frac{P}{P_0} = \frac{3V}{5V_0}; \frac{3V}{5V_0} = -\frac{V}{V_0} + 16; \frac{8V}{V_0} = \frac{80 \cdot V}{10 \cdot V_0}$$~~

~~$$2-3: \frac{P}{P_0} = \frac{10}{3} \frac{V}{V_0} + 8; B_2 = \frac{3}{5} \left(\frac{V}{V_0}\right)^3; \frac{P}{P_0} = \frac{2}{5} \frac{V}{V_0}; \frac{6}{5} \frac{V}{V_0} = 8 \cdot \frac{V}{V_0} = \frac{80 \cdot V}{10 \cdot V_0}$$~~