



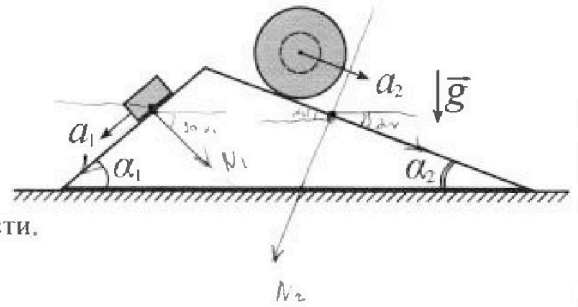
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 7g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $5m$ с ускорением $a_2 = 8g/25$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 8/17$, $\cos \alpha_2 = 15/17$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

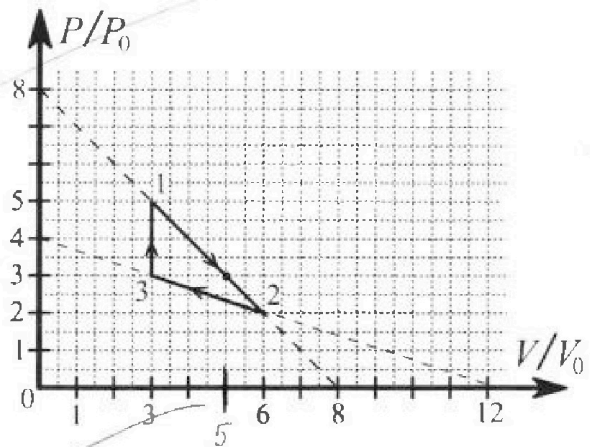


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ выразить через m и g с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

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

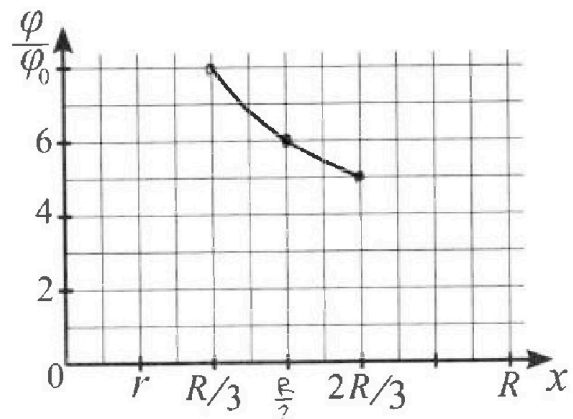
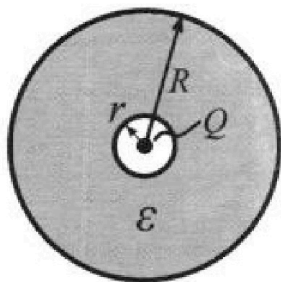
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь φ_0 - потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = 3R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



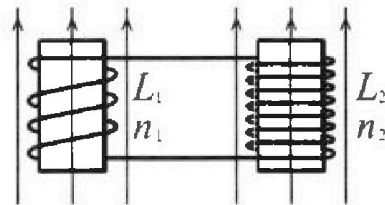
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

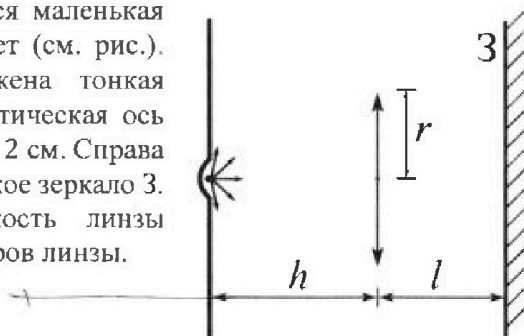


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет уменьшаться со скоростью $\Delta B / \Delta t = -\alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $2B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $B_0/3$ до $B_0/12$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = 2h$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 2$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h$ расположено параллельно стене плоское зеркало 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 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!

Задача 1.

Числовые



1) На спуске: $x: mg \sin \alpha_1 - F_{\text{тр}1} = mg \cdot \frac{7}{17}$
 $y: mg \cos \alpha_1 = N_1; N_1 \sin \alpha_1 = F_{\text{тр}1}$

$F_{\text{тр}1} = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right) = mg \left(\frac{51-35}{85} \right) = \frac{mg \cdot 16}{85}$ Ответ 1

2) На шар можно рассмотреть в центре масс

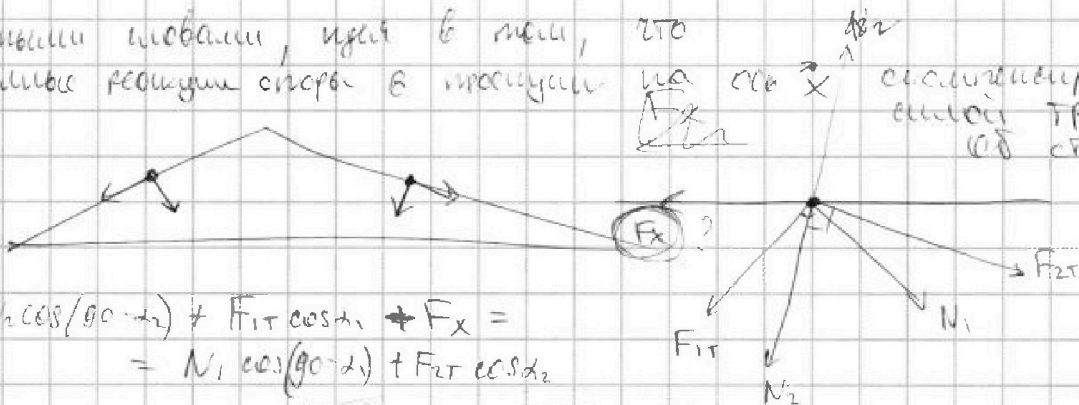
\Rightarrow ЧДП $M_{\text{тр}} = \int dJ$ $J = \left(\int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \cos^2 \alpha d\alpha \right) \cdot \frac{m r^2}{2} = \frac{2}{3} \cdot \frac{m r^2}{2} = \frac{1}{3} m r^2$
(объем на поверхности) тут правильно угол
 $F_{2r} = \frac{dJ}{dr} = \frac{2}{3} m r$
массовый момент

(Остальные силы к центру масс, они без момента)

$F_{2r} = \frac{2}{3} \cdot 5m \cdot \frac{8}{5} g = \frac{16}{15} mg$ Ответ 2 $N_2 = 5m \cos \alpha_2$

3) На блок действуют только $F_{\text{тр}1}$ и $F_{\text{тр}2}$ вдоль граней и N_1 и N_2 перпендикулярно граням (по III закону)

Иными словами, если в массе, это полные реакции опор в массе на ось x сориентированы, этой трение от опор



$N_2 \cos(90-\alpha_2) + F_{\text{тр}1} \cos \alpha_1 + F_x = N_1 \cos(90-\alpha_1) + F_{\text{тр}2} \cos \alpha_2$

$5mg \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17} + mg \cdot \frac{16}{85} \cdot \frac{4}{5} - \frac{4mg \cdot 3}{5} - \frac{16}{15} \cdot \frac{15}{17} mg = -F_{\text{тр}1} x$

$F_{\text{тр}1} x = \frac{5820}{17^2 \cdot 28} mg = \frac{1164}{17^2 \cdot 5} mg$ $2mg + \frac{12mg}{289}$

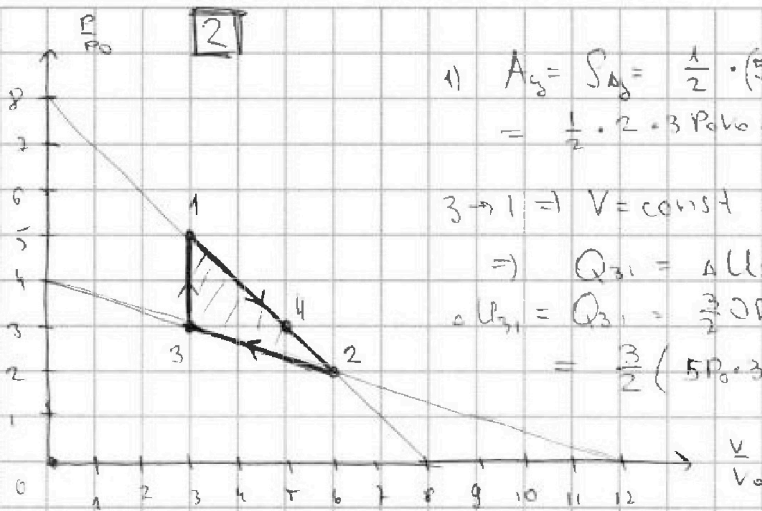


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



числовый

$$1) A_{cy} = \oint p dV = \frac{1}{2} \cdot (5-3) P_0 \cdot (6-3) V_0 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 3 P_0 V_0 = 3 P_0 V_0$$

$$3 \rightarrow 1 \Rightarrow V = \text{const} \Rightarrow A_{3 \rightarrow 1} = \int P dV = 0$$

$$\Rightarrow Q_{31} = \Delta U_{31}$$

$$Q_{31} = Q_{31} = \frac{3}{2} \nu R T_3 - \frac{3}{2} \nu R T_2 = \frac{3}{2} P_1 V_1 - \frac{3}{2} P_2 V_2 = \frac{3}{2} (5 P_0 \cdot 3 V_0 - 3 P_0 \cdot 3 V_0) = \frac{3}{2} \cdot (15 - 9) P_0 V_0 = \frac{3}{2} \cdot 6 P_0 V_0 = 9 P_0 V_0$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta U_{31}}{A_{cy}} = \frac{9 P_0 V_0}{3 P_0 V_0} = \boxed{3} \text{ ответ.}$$

$$2) \frac{P_i}{P_0} = 8 - \frac{V_i}{V_0} \quad P_2 V_2 = \nu R T_2 \quad 2 P_0 \cdot 6 V_0 = \nu R T_2$$

$$\frac{12 P_0 V_0}{\nu R} = T_2$$

$$P_i V_i = \nu R T_i \quad \left(8 - \frac{V_i}{V_0}\right) P_0 \cdot V_i \cdot \frac{1}{\nu R} = T_i$$

$$\frac{P_0}{\nu R V_0} \cdot (8 V_i V_0 - V_i^2) = T_i \quad (8 V_i V_0 - V_i^2) / \text{max} \quad -V_i^2 + 8 V_i V_0 / \text{max}$$

$$\frac{P_0}{\nu R V_0} (8 \cdot 4 V_0 \cdot V_0 - 16 V_0^2) = \frac{P_0}{\nu R V_0} (16 V_0^2)$$

$$\frac{-8 V_0}{-2 \cdot 1} = 4 V_0$$

$$\frac{16 P_0 V_0}{\nu R} = T_{\text{max}} \Rightarrow \frac{T_{\text{max}}}{T_2} = \frac{16}{12} = \boxed{\frac{4}{3}} \text{ ответ.}$$

3) В процессе $1 \rightarrow 2$ происходит касание с адиабатой, известной график, это же точка $\frac{1+2V^*}{2+2} = \frac{3+2V^*}{2 \cdot 3+2} = \frac{5}{8} V^*$

где V^* на оси абсцисс, т.е. у нас $V^* = 8 V_0$

$\Rightarrow 5 V_0$ касание адиабаты. $\cancel{P_1 V_1 = P_2 V_2}$ $\eta = \frac{A_{cy}}{Q_{12} + Q_{31}}$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} \quad A_{12} = \frac{1}{2} \cdot (2 P_0 + 5 P_0) \cdot 3 V_0 = \frac{1}{2} (7 P_0) \cdot 3 V_0 = \frac{21}{2} P_0 V_0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (2 P_0 \cdot 6 V_0 - 5 P_0 \cdot 3 V_0) = \frac{3}{2} \cdot (12 - 15) P_0 V_0 = -\frac{9}{2} P_0 V_0 \Rightarrow Q_{12} = 6 P_0 V_0$$

$$\eta = \frac{3 P_0 V_0}{6 P_0 V_0 + 9 P_0 V_0} = \frac{3}{15} = \frac{1}{5} \Rightarrow \boxed{20\%} \text{ ответ.}$$



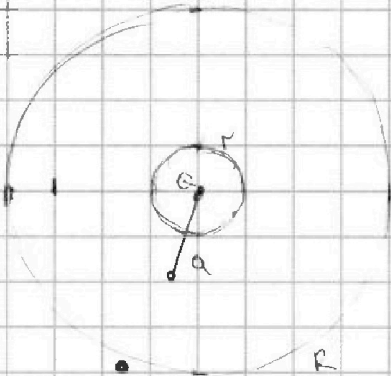
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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) Диаметр так устроен, что индуцируемая зарядом делится в обе стороны ~~по~~ по радиусу или если бы его не было.

Черновик

Тут диаметр шариков не связан с радиусом, $E_{tot} = \frac{kQ}{R^2}$ | $a \ll R$

$$\Rightarrow \text{Найдём } \varphi_{\text{внутри}} = \int \frac{kQ}{a^2} da = kQ \left(-\frac{1}{\infty} + \frac{1}{R} \right) = \frac{kQ}{R}$$

Теперь найдём для области $R < a < R$

$$\Rightarrow \int \frac{kQ}{\epsilon a^2} + \varphi_{\text{внутри}} = \frac{kQ}{\epsilon} \left(-\frac{1}{R} + \frac{1}{a} \right) + \frac{kQ}{R}$$

нас просят $\varphi_x = \varphi_a = \frac{3R}{4} = \frac{kQ}{\epsilon} \left(-\frac{1}{R} + \frac{4}{3R} \right) + \frac{kQ}{R} =$
 $= \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{1}{3R} + \frac{3\epsilon kQ}{3\epsilon R} = \boxed{\frac{kQ}{3\epsilon R} (3\epsilon + 1)}$ Ответ.

2) $\varphi_0 = \frac{kQ}{A}$ $\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 8\varphi_0 = \frac{kQ}{\epsilon} \left(-\frac{1}{R} + \frac{3}{R} \right) + \frac{kQ}{R}$

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

$$\frac{8}{A} = \frac{1}{\epsilon} \cdot \frac{2}{R} + \frac{1}{R} \quad ; \quad \frac{5}{A} = \frac{1}{\epsilon} \cdot \frac{1}{2R} + \frac{1}{R}$$

$$\frac{40}{A} = \frac{10}{\epsilon R} + \frac{5}{R} = \frac{40}{A} = \frac{10}{2\epsilon R} + \frac{8}{R}$$

$$\frac{8^2}{\epsilon R} = \frac{3}{R}$$

$$2R = \epsilon R$$

$$\boxed{\epsilon = 2}$$
 Ответ

$\frac{1}{\epsilon} \cdot \frac{2}{R} + \frac{1}{R} = \frac{10}{\epsilon R} + \frac{8}{R}$
 $\frac{5}{A} = \frac{1}{\epsilon} \cdot \frac{1}{2R} + \frac{1}{R}$
 $\frac{40}{A} = \frac{10}{\epsilon R} + \frac{8}{R}$
 $\frac{10}{\epsilon R} + \frac{8}{R} = \frac{10}{\epsilon R} + \frac{8}{R}$
 $\frac{8}{R} = \frac{8}{R}$



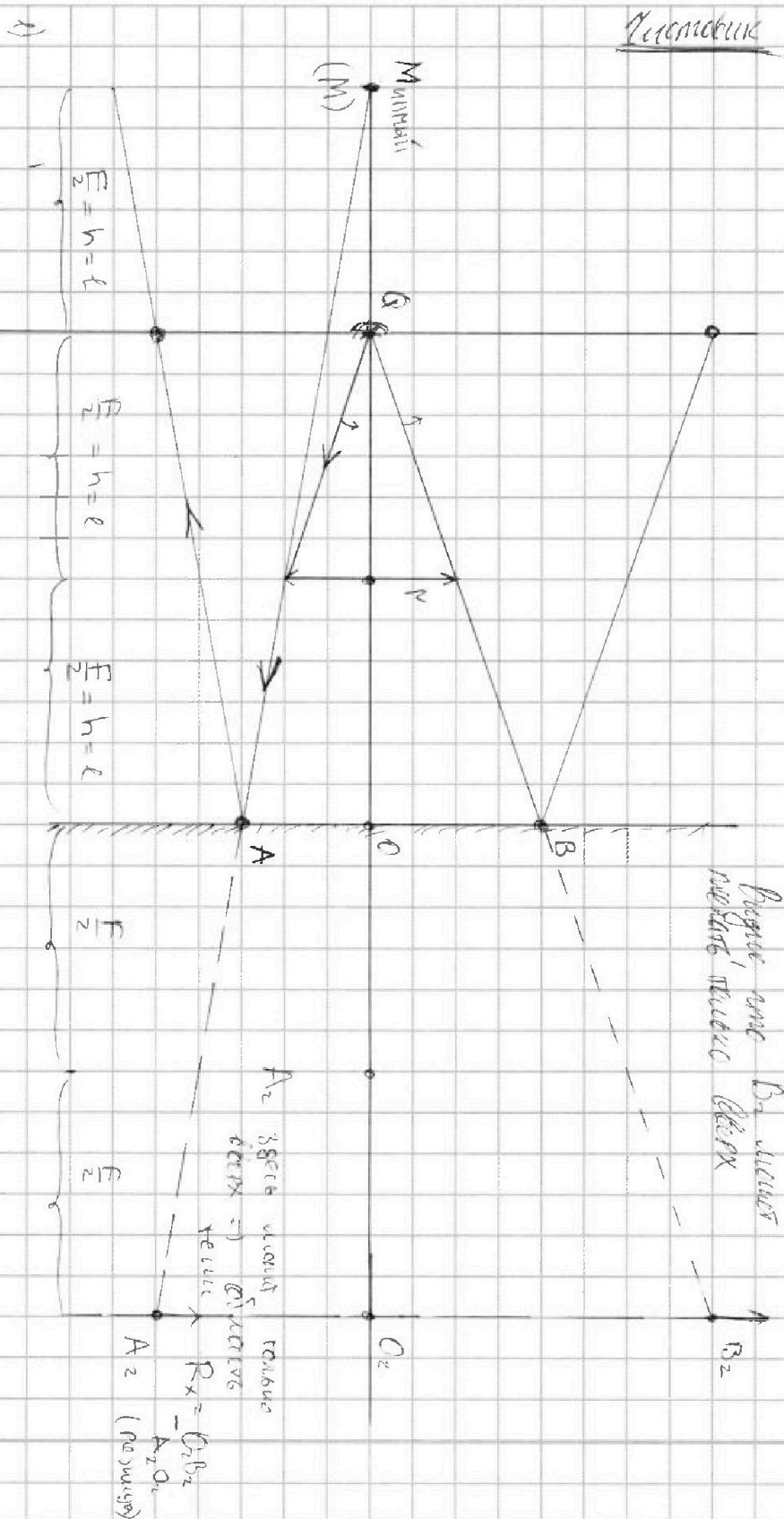
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

Геометрия



1)

$$\frac{DA}{\frac{3}{2}F} = \frac{N}{F}$$

$$DA = \frac{3}{2}N$$

$$\frac{DB}{F} = \frac{F}{2}$$

$$DB = 2N$$

2)

$$\frac{O_2 A_2}{5 \cdot \frac{F}{2}} = \frac{N}{F}$$

$$O_2 A_2 = \frac{5}{2}N$$

$$\frac{O_2 B_2}{4 \cdot \frac{F}{2}} = \frac{N}{\frac{F}{2}}$$

$$O_2 B_2 = 4N$$

⇒ Избегаем прыжки прыжки.

$$S_{\text{серед}} = 57 \left(16N - \frac{25}{4}N^2 \right)$$

$$S = 57 \cdot N^2 \left(\frac{64 - 25N}{4} \right) = 57 \cdot \frac{39}{4} N^2 = 57 \cdot \frac{39}{4} \cdot 4 \text{ см}^2 = 39 \cdot 57 \text{ (см}^2\text{)}$$

$$\boxed{39 \cdot 57 \text{ (см}^2\text{)}}$$

Ответ.

A2 зреть вперед только

Рх = O2B2

A2O2 (пошугу)

Решение, сие B2, шло бы не было, только B2, шло бы

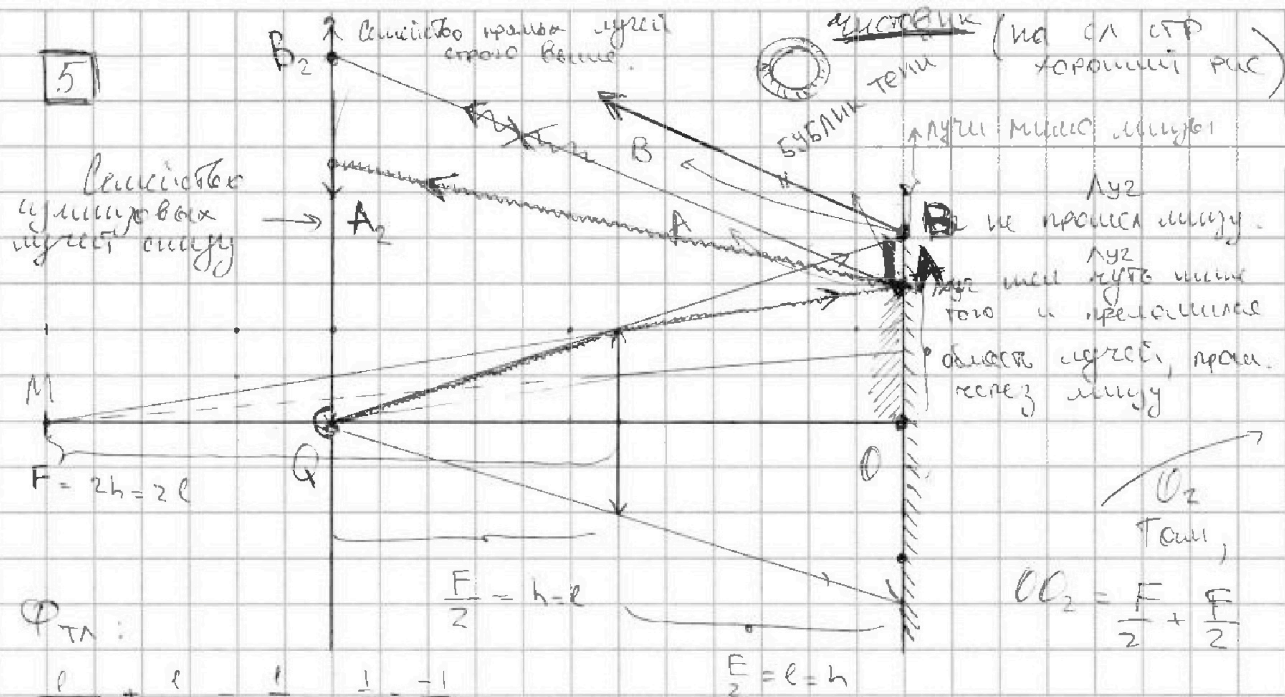


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$\varphi_{\text{ТЛ}}$:

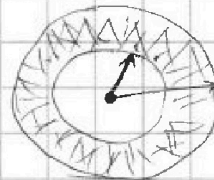
$$\frac{1}{\frac{F}{2}} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F} \quad \frac{1}{x} = -\frac{1}{F}$$

→ мнимое изображение увеличивается в 2 раза в левом фокусе

$$\frac{OA}{\frac{3}{2}l} = \frac{M}{F} \quad OA = \frac{2}{3}M$$

Линзу для удобства

$$\frac{OB}{F} = \frac{M}{\frac{F}{2}} \quad OB = 2M$$



$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Площадь диска} &= \pi \left((2M)^2 - \left(\frac{2}{3}M\right)^2 \right) = \\ &= \pi \cdot \left(4M^2 - \frac{4}{9}M^2 \right) = \pi \cdot \frac{32}{9}M^2 = \pi \cdot \left(4M^2 \left(1 - \frac{1}{9} \right) \right) = \\ &= \pi \cdot 4M^2 \cdot \frac{8}{9} = \frac{32}{9} \cdot 2 \text{ см}^2 \cdot \pi = \boxed{\frac{64}{9} \pi \text{ (см}^2\text{)}} \quad \text{Ответ} \end{aligned}$$

2) На стене образуется аналогичная конусообразная область тени. Линзу аналогично перевернуть, изображение отразится в заданном треугольнике $MA_2O_2 \sim MAO$, $QBO \sim QBO_2$

Рисунок погрешен мимими, см. стр. далее.



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!

$$\cos^3 \alpha = \cos \alpha (\cos^2 \alpha) = \cos \alpha \frac{\cos 2\alpha + 1}{2} = \frac{1}{2} (\cos 2\alpha \cos \alpha + \cos \alpha) \text{ неприменяем}$$

$$\cos^3 \alpha = \cos 2\alpha \cos \alpha - \sin 2\alpha \sin \alpha = \cos 2\alpha \cos \alpha - 2 \sin^2 \alpha \cos \alpha =$$

$$= \cos 2\alpha \cos \alpha - 2 \cos \alpha + \cos^3 \alpha \quad - 2(1 - \cos^2) \cos = -2\cos + 2\cos^3$$

$$2\cos^3 = \cos 2\alpha \cos \alpha + \cos \alpha$$

$$2\cos^3 = \cos 3\alpha + 2\cos \alpha + \cos^3 \alpha + \cos \alpha \quad 3\cos^3 \alpha = \cos 3\alpha + 3\cos \alpha$$

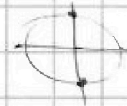
$$\cos^3 \alpha = \frac{\cos 3\alpha + 3\cos \alpha}{3}$$

$$3 \int \cos^3 \alpha + 3\cos \alpha d\alpha = 3 \left(\frac{\sin 3\alpha}{3} + 3\sin \alpha \right) = \left(\frac{\sin 3\alpha}{3} \right)' = \frac{3\cos 3\alpha}{3}$$

$$\sin \frac{3\pi}{2} = -1$$

$$\sin \frac{-3\pi}{2} = 1$$

$$3 \cdot 2 = 6$$

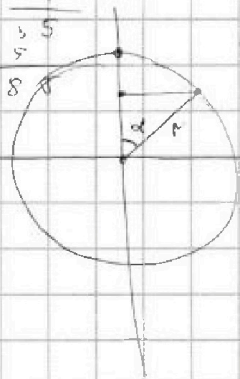


$$\frac{51}{35} = \frac{16}{16}$$

$$\frac{5}{17} = \frac{5}{17}$$

$$\frac{3 \cdot 17 - 5 \cdot 7}{5 \cdot 17}$$

$$\frac{51 - 35}{5 \cdot 17}$$



$$dl = dm \cdot N^2 \sin^2 \alpha$$

$$dm = \rho d\alpha \cdot 2\pi r \sin \alpha \cdot \frac{m}{2} = \frac{m}{2} \sin \alpha d\alpha$$

$$\int \frac{m}{2} N^2 \sin^3 \alpha d\alpha$$

$$\int_{-\pi/2}^{\pi/2} \frac{m}{2} N^2 \cos^3 \alpha d\alpha$$

$$\sin^3 = \sin^2 \sin$$

$$2\cos^3 = \cos \alpha \cos 2\alpha + \cos \alpha$$

$$\sin^2 = 1 - \cos^2 = 1 - \frac{\cos 2\alpha + 1}{2} = 1 - \frac{1}{2} - \frac{\cos 2\alpha}{2} = \frac{1 - \cos 2\alpha}{2}$$

$$\left(\frac{1 - \cos 2\alpha}{2} \right) \cdot \frac{1}{2} \cdot \sin \alpha = \frac{1}{2} (\sin \alpha - \cos 2\alpha \sin \alpha)$$

$$\frac{\pi}{2} \int_{-\pi/2}^{\pi/2}$$

π
 \emptyset

$$\sin 3\alpha = \sin 2\alpha \cos \alpha + \sin \alpha \cos 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos^2$$

$$\cos^3 \alpha = \cos^2 \cos = \frac{(\cos 2\alpha + 1) \cos}{2} = \frac{1}{2} (\cos \alpha \cos 2\alpha + \cos \alpha)$$

$$\cos 3\alpha = \cos \alpha \cos 2\alpha - \sin \alpha \sin 2\alpha = \cos \alpha \cos 2\alpha - 2 \sin^2 \alpha \cos \alpha =$$

$$= \cos \alpha \cos 2\alpha - 2(1 - \cos^2) \cos = \cos \alpha \cos 2\alpha - 2\cos + 2\cos^3$$

$$\cos 3\alpha = 2\cos^3 - \cos \alpha - 2\cos \alpha + 2\cos^3 \quad 4\cos^3 = \cos 3\alpha + 3\cos \alpha$$

$$\cos^3 = \frac{\cos 3\alpha + 3\cos \alpha}{4}$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
из

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

$\frac{2}{5} m r^2$? Черновик

$\mu = 2 r m$
 $J = 2 \cdot 5 m r^2$
 $N F_{тр2} = g J$
 $\beta = \frac{d\omega}{dt} = \frac{dv}{r dt} = \frac{a_2}{r}$
 $F_{тр2} = \frac{dL}{dt} = \frac{d(I\omega)}{dt} = I \beta = \frac{2}{5} m r^2 \cdot \frac{a_2}{r}$
 $F_{тр2} = a_2 \cdot 2 \cdot 5 m$
 $F_{тр2} = \frac{2}{5} g \cdot 2 \cdot 5 m$
 $F_{тр2} = \frac{8}{5} m g \alpha$

$mg \sin \alpha - F_{тр1} = m \cdot \frac{7}{17} g$
 $mg \cos \alpha = N_1 \quad F_{тр} = N_1 N_2$

$dm = \rho \cdot r da \cdot 2\pi r \cos \alpha$
 $\rho = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi R^3}$
 $dm = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi R^3} \cdot \rho \cdot r da \cdot 2\pi r \cos \alpha = \frac{m}{2} \cos \alpha da$
 $dJ = dm \cdot R^2 \cos^2 \alpha$
 $J = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \frac{m}{2} R^2 \cos^2 \alpha da = \frac{3}{2} m R^2 (I_1 - I_2)$

$\cos^3 = \cos^2 \cos = (1 - \sin^2) \cos = \cos - \cos \sin^2$
 $\cos^3 \cos =$
 $2 \cos^3 - 1 = \cos 2\alpha$
 $\cos^3 = \frac{\cos 2\alpha + 1}{2}$
 $2 \cos^2 \alpha \cdot \cos \alpha =$

$\frac{\cos 2\alpha + 1}{2} \cdot \cos \alpha = \frac{\cos \alpha \cdot \cos 2\alpha + \cos \alpha}{2}$

$\cos(\alpha + \beta) + \sin(\alpha - \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta + \sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta$

$\cos 3\alpha = \cos(2\alpha + \alpha) = \cos 2\alpha \cos \alpha - \sin 2\alpha \sin \alpha =$
 $= \cos 2\alpha \cos \alpha - 2 \sin^2 \alpha \cos \alpha = \cos 2\alpha \cos \alpha - 2 \cos \alpha - \cos^3 \alpha$



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 __

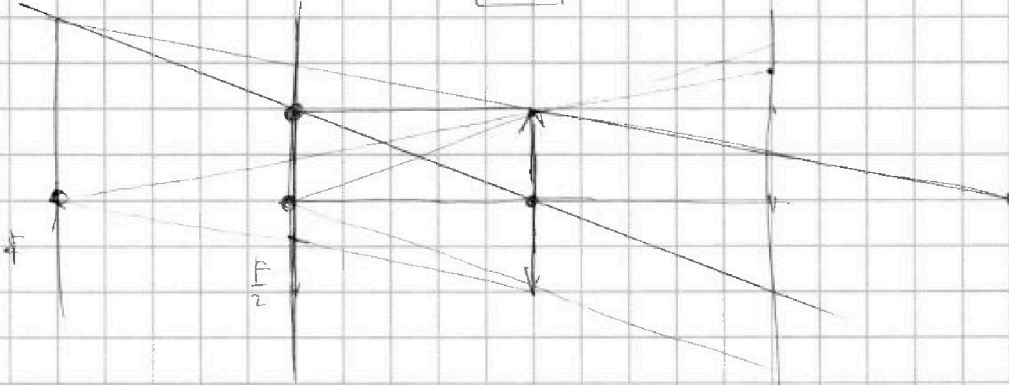
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$B = \mu_0 n I$$



$$L I' = 9 L I$$

Черновик



$$\frac{1}{\mu_0 L I} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F} \quad \frac{2}{F} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F} \quad \frac{1}{x} = \frac{1}{F} - \frac{2}{F} = -\frac{1}{F}$$

$$\frac{B_2 Q}{2F + F} = \frac{2}{F}$$

$$A_2 Q$$

$$\Phi_0 = B_0 S (n_1 + n_2) = L_2 I + L_1 I$$

$$B_0 S n_2 - B_0 S n_1 = L_2 I + L_1 I$$

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!

$$\int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \cos^3 x = \frac{1}{4} \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \cos 3x dx + 3 \cos x = \frac{1}{4} \left(\frac{\sin 3x}{3} + 3 \sin x \right) \Big|_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}}$$

$$= \frac{1}{4} \left(\frac{\sin \frac{3\pi}{2} + \sin \frac{3\pi}{2}}{3} + 3 \sin \frac{\pi}{2} + 3 \sin \frac{\pi}{2} \right) - \frac{1}{4} \left(-\frac{2}{3} + 6 \right) = \frac{289}{4}$$

$$= \frac{1}{4} \left(\frac{18-2}{3} \right) = \frac{1}{4} \cdot \frac{16}{3} = \frac{4}{3}$$

$$\frac{m}{2} v^2 \cdot \frac{4}{3} = \frac{2}{3} m v^2$$

$$\frac{5 \cdot 15 \cdot 8}{17 \cdot 17} + \frac{16 \cdot 4}{85 \cdot 5} = \frac{4 \cdot 3}{5 \cdot 5} - \frac{16}{17}$$

$$= \frac{(5 \cdot 15 \cdot 8 \cdot 25) + (16 \cdot 4 \cdot 17) - (4 \cdot 3) \cdot 17^2 - 16 \cdot 17 \cdot 25}{25 \cdot 17^2}$$

$$= \frac{25 \cdot 3 \cdot 8 + 8^2 \cdot 17 - 17^2 \cdot 4 \cdot 3 - 25 \cdot 4^2 \cdot 17}{25 \cdot 17^2}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ + 15000 \\ + 1088 \\ - 3468 \\ \hline 2560 \\ - 289 \\ \hline 1250 \\ - 15000 \\ \hline 15000 \end{array}$$

$$\frac{3+2}{2 \cdot 3+2} \cdot 8V_0 = \frac{5}{7} \cdot V_0$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ 17 \\ \hline 173 \\ \hline 17 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ + 17 \\ \hline 175 \\ + 25 \\ \hline 425 \\ + 16 \\ \hline 441 \\ + 425 \\ \hline 6800 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ 17 \\ \hline 173 \\ \hline 17 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ 17 \\ \hline 173 \\ \hline 17 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ 17 \\ \hline 173 \\ \hline 17 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 64 \\ + 17 \\ \hline 448 \\ + 64 \\ \hline 1088 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ 17 \\ \hline 173 \\ \hline 17 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ 17 \\ \hline 173 \\ \hline 17 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1164 \\ + 153 \\ \hline 63 \\ + 51 \\ \hline 124 \\ + 123 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ 937 \end{array}$$

$$C_V = \frac{3}{2} R$$

$$Q = \Delta U + A'$$



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!

Task 1: Electric Field of a Charged Shell

$$\int \frac{1}{R^2} dR = \frac{1}{R} + \frac{1}{R}$$

$$R^2 \quad -R^{-1} \rightarrow +R^{-2}$$

$$\int \frac{kQ}{R^2} dR = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{R} \left(\frac{1}{R} + \frac{3}{R} \right)$$

$$= \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{R} \cdot \frac{2}{R}$$

Task 2: Induced EMF in a Solenoid

$$B = \mu_0 n I$$

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

Task 3: Forces on a Current Loop

$$F_{\text{top}} = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right) = mg \cdot \frac{3 \cdot 17 - 5 \cdot 7}{5 \cdot 17}$$

$$= \frac{51 - 35}{85} mg = \frac{16}{85} mg$$

$$F_{\text{left}} = \frac{16}{25} \cdot \frac{2}{3} \cdot 5m \cdot \mu^k = F_{\text{right}}$$

$$\frac{16}{25 \cdot 3} \cdot 5mg = \frac{16}{15} mg$$

$$5mg \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17} + \frac{16}{85} mg \cdot \frac{1}{5} = mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} + \frac{16}{13125} mg + X$$

Task 4: Induced EMF in a Solenoid

$$\frac{d\Phi}{dt} = \frac{10}{51} - 3''$$

$$\frac{3}{7} \cdot \frac{1}{6}$$

Task 5: Forces on a Current Loop

$$51 - 35 = 16$$

$$\frac{16}{85} mg$$

$$\frac{16}{15} mg$$

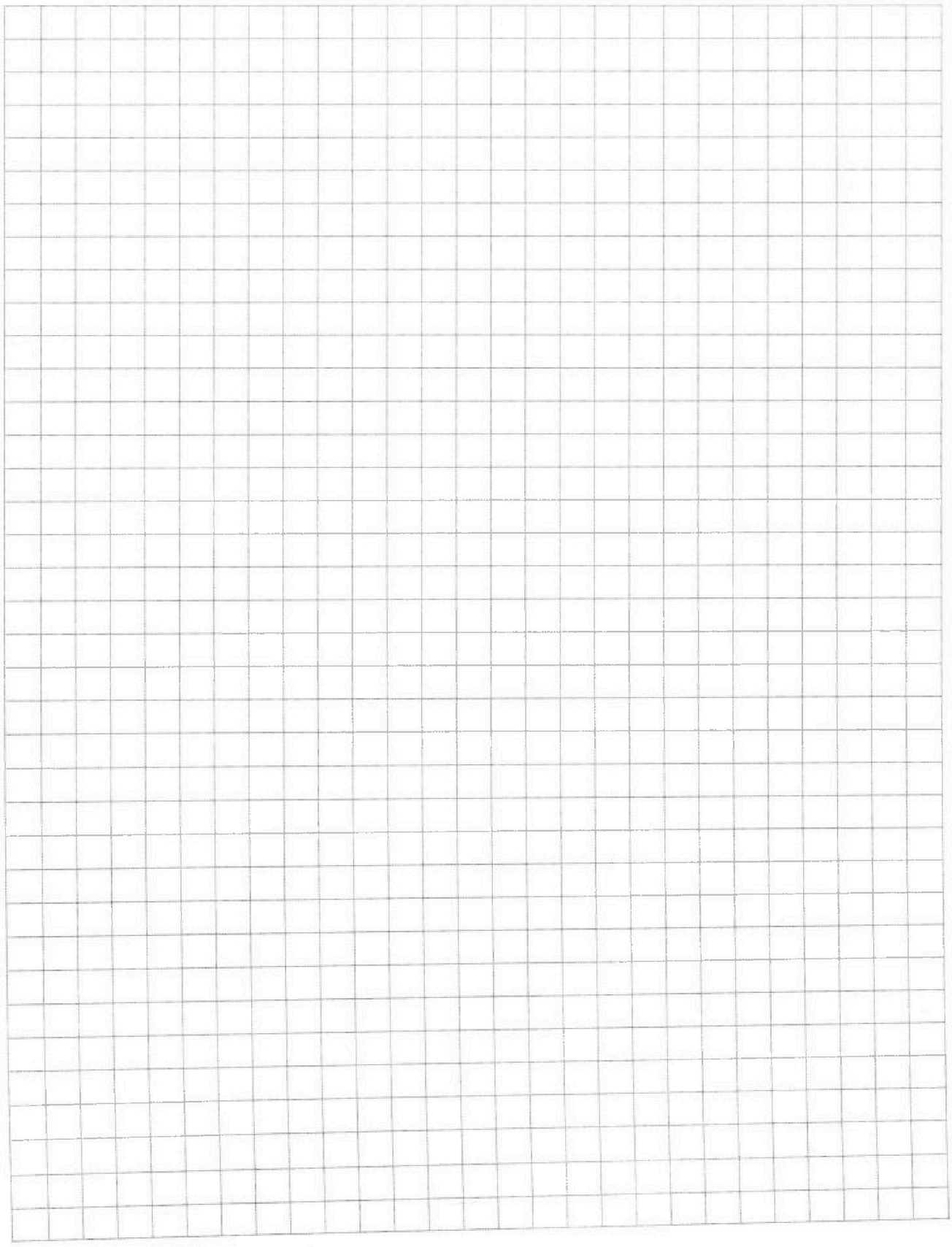


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ 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

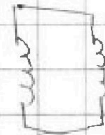
СТРАНИЦА
1 из 1

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 Катушка при токе I_0 создает в себе однородное магнитное поле

$B = \frac{\mu_0 N I}{L}$. Такие катушки сопротивляются изменению через себя магнитного потока и создают за счет появления тока свое поле B чтобы вернуть "как было"

В начале катушки соединены и в них выполняется работа так как протекает ток. Катушка L создает ток, что порождает поле B в катушке L



$$\begin{aligned} B_0 S n_2 &= \Phi \\ \dot{B} S n_2 &= L I \end{aligned} \quad \left(\begin{array}{l} \text{Падение в катушке } B \\ \text{с-ку или где соединены} \\ \text{такой ток, } I_0 \neq 0 \end{array} \right)$$

$$B_0 S n_2 - B_0 S n_1 = L_2 I_0 + L_1 I_0$$

$$B_0 S n_2 - (B + \mu B) S n_1 = L_2 I + L_1 I$$

Выражение про дифференциал $\frac{d}{dt}$ (разность градиентов) / dt

$$\dot{B} S n_1 = (L_2 + L_1) \dot{I}$$

$$\dot{I} = \frac{-\dot{B} S n_1}{L_1 + L_2} \quad \text{Ответ } I = \frac{-\dot{B} S n_1}{10 L}$$

Проинтегрировав по времени

$$-\left(B_0 - \frac{2B_0}{3}\right) S n_1 + \left(\frac{B_0}{3} - \frac{B_0}{12}\right) S n_2 = (L_1 + L_2) \Delta I$$

$$-\frac{B_0}{3} S n_1 + \frac{B_0}{6} \cdot 3 S n_2 = 10 L I$$

$$I = \frac{\frac{1}{6} B_0 S n_2}{10 L} \quad \text{Ответ } \Delta I = \frac{B_0 S n_2}{60 L}$$