



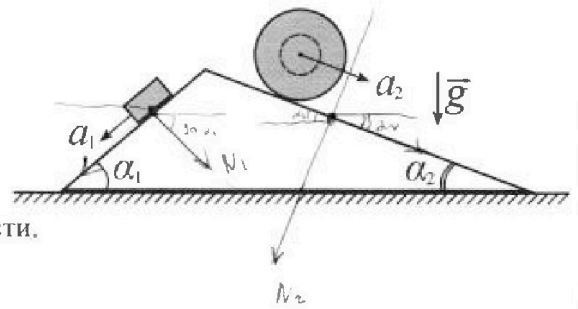
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 8/17$ ,  $\cos \alpha_2 = 15/17$ ). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

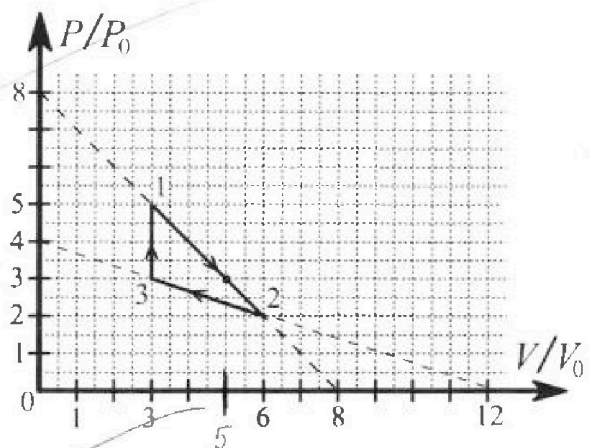


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

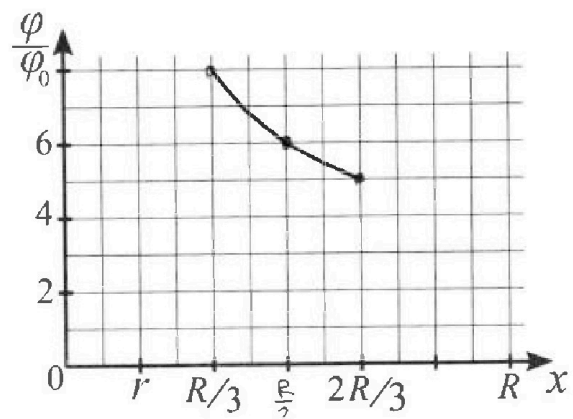
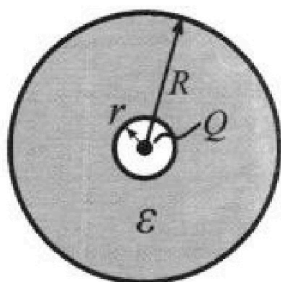
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  и радиусами поверхностей  $r$  и  $R$  находится шарик с зарядом  $Q$  (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала  $\varphi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\varphi_0$  - потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

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



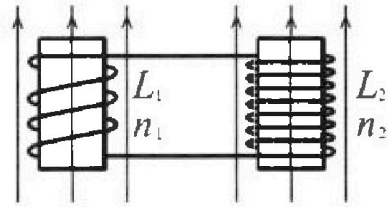
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

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  $[см^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - 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.

Чистовик



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

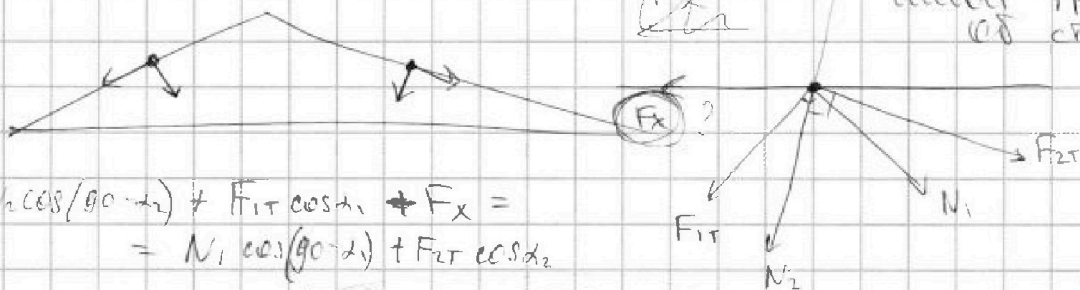
$\Rightarrow$  ЧДП  $M_{\text{тр}} = \int J \frac{d\omega}{dt}$   $J = \left( \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^2 \alpha d\alpha \right) \cdot \frac{m R^2}{2} = \frac{2}{3} \cdot \frac{m R^2}{2} = \frac{1}{3} m R^2$   
(объем на поверхности) тут правильно угол

(Остальные силы в центре масс, они без момента)

$F_{\text{тр}} = \frac{2}{3} \cdot 5m \cdot \frac{8}{25} g = \frac{16}{15} mg$  Ответ 2  $N_2 = 5m \cos \alpha_2$

3) На вершине 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, тогда третья ось  $z$  сориентирована вдоль грани



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

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

$F_{\text{тр}x} = \frac{5820}{17^2 \cdot 25} mg = \frac{1164}{17^2 \cdot 5} mg$   $2mg + \frac{12mg}{289}$



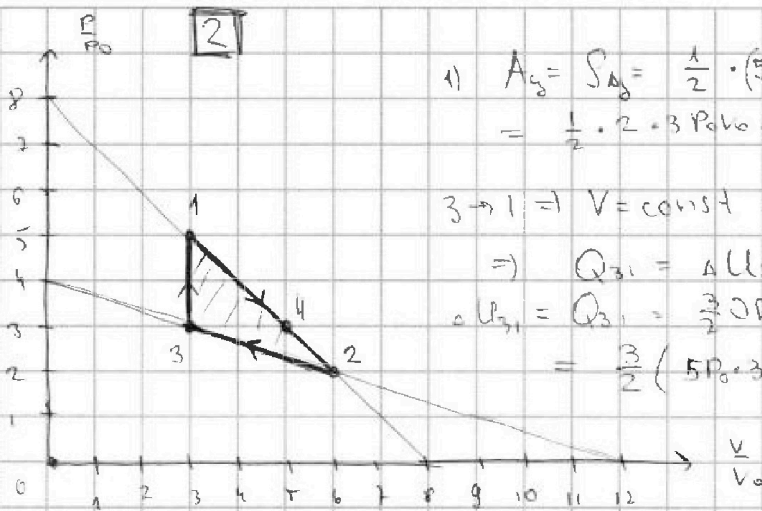


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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 → 1 ⇒ V = const ⇒  $A_{3→1} = \int p dV = 0$

⇒  $Q_{31} = \Delta U_{31}$

$\Delta U_{31} = Q_{31} = \frac{3}{2} \nu R T_1 - \frac{3}{2} \nu R T_3 = \frac{3}{2} P_1 V_1 - \frac{3}{2} P_3 V_3 = \frac{3}{2} (5 P_0 \cdot 3 V_0 - 3 P_0 \cdot 3 V_0) = \frac{3}{2} \cdot (15-9) P_0 V_0 = \frac{3}{2} \cdot 6 P_0 V_0 = 9 P_0 V_0$

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

2)  $\frac{P_i}{P_0} = 8 - \frac{V_i}{V_0}$       $P_2 V_2 = \nu R T_2$       $2 P_0 \cdot 6 V_0 = \nu R T_2$   
 $\frac{12 P_0 V_0}{\nu R} = T_2$

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

$\frac{P_0 V_0}{\nu R} \cdot (8 V_i - V_i^2) = T_i$       $(8 V_i - V_i^2) / \text{max}$       $-V_i^2 + 8 V_i V_0 / \text{max}$   
 $\frac{-8 V_0}{-2 \cdot 1} = 4 V_0$

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

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

3) В процессе 1 → 2 происходит касание с адиабатой, известной фронт, это фронт  $\frac{1+2V^*}{2+2} = \frac{3+2V^*}{2 \cdot 3+2} = \frac{5}{8} V^*$   
где  $V^*$  на оси абсцисс, т.е. у нас  $V^* = 8 V_0$

⇒  $5 V_0$  касание адиабаты.  $\eta = \frac{A_{cy}}{A_{12} + A_{23}}$

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

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

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





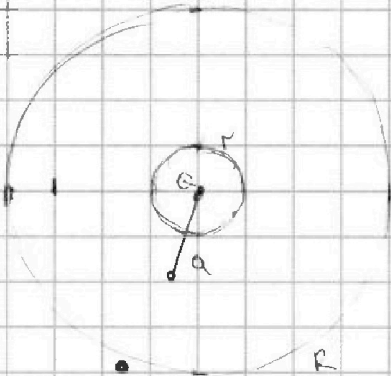
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 равным частям или если бы его не было.

Черновик

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

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

Теперь найдём для области  $R < a \leq R$

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

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

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

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

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

$$\frac{4\varphi_0}{A} = \frac{10}{\epsilon R} + \frac{5}{R} = \frac{4\varphi_0}{A} = \frac{4}{2\epsilon R} + \frac{8}{R}$$

$$\frac{7\varphi_0}{\epsilon R} - \frac{4}{\epsilon R} = \frac{10\varphi_0}{R} - \frac{5}{R}$$

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

$$2R = \epsilon R$$

$$\boxed{\epsilon = 2}$$
 Ответ

Handwritten notes on the right side of the page, including a diagram of a sphere with a charge Q and a point at distance r from the center. The notes include the formula  $E_{tot} = \frac{kQ}{R^2}$  and a calculation for the potential difference between two points.



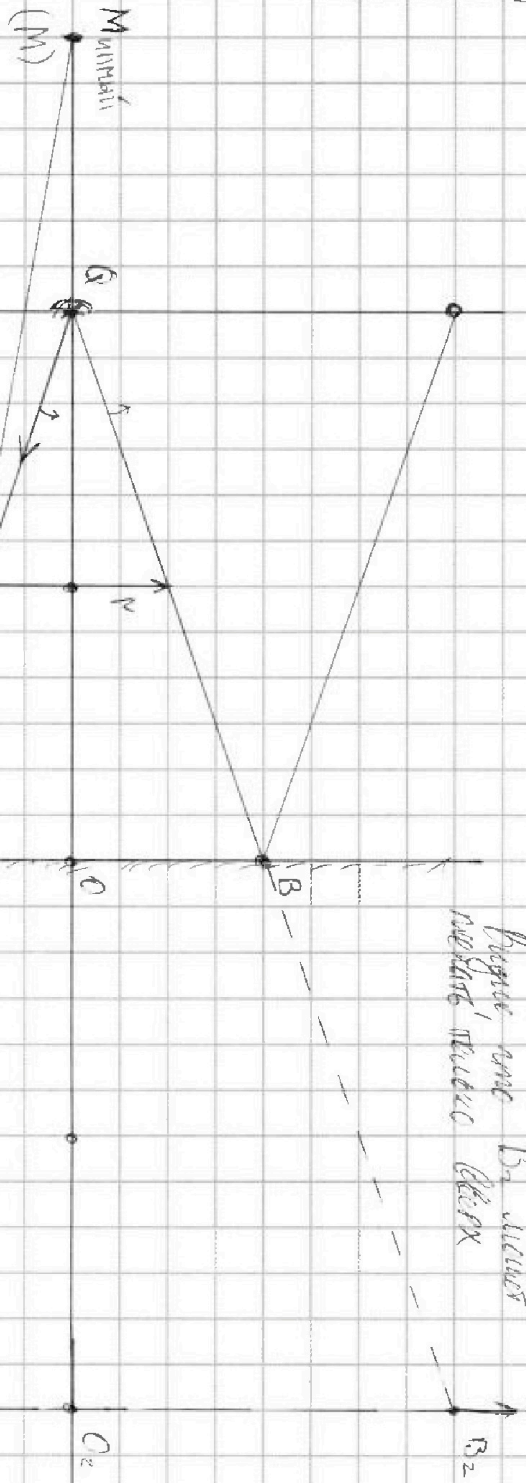
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Черновик



1)

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

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

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

$$DB = 2N$$

$$F_2 = h = l$$

$$F_2 = h = l$$

$$F_2 = h = l$$

$$F_2$$

$$F_2$$

2)

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

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

$$\frac{O_2 B_2}{4 \cdot \frac{F}{2}} = \frac{N}{\frac{5}{2}N}$$

$$O_2 B_2 = 4N$$

⇒ Аналитическое решение задачи.

$$S_{total} = 57(16N - \frac{25}{4}N^2)$$

$$S = 57 \cdot N^2 \left( \frac{64 - 25N}{4} \right) = 57 \cdot \frac{39}{4} N^2 = 51 \cdot \frac{39}{4} \cdot 4 \text{ км}^2 = 39 \cdot 57 \text{ км}^2$$

$$\boxed{39 \cdot 57 \text{ км}^2}$$

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  
\_\_ 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!

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$3 \cdot 2 = 6$$

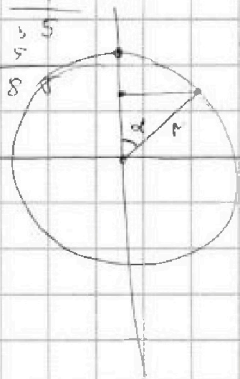


$$\frac{51}{35} = \frac{17}{16}$$

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

$\pi$   
 $\emptyset$

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

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

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

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

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

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



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

$mg \sin \alpha$   
 $T \alpha$   
 $\alpha \cdot r$

$mg \sin \alpha - F_{fr1} = m \cdot \frac{7}{17} g$   
 $mg \cos \alpha = N_1$      $F_{fr} = N_1 \cdot \mu$

$J = 2 \alpha m r^2$   
 $J = \alpha \cdot 5 m r^2$   
 $N F_{fr2} = \beta J$   
 $\beta = \frac{dw}{dt} = \frac{dv}{r dt} = \frac{a_2}{r}$   
 $F_{fr2} = \frac{a_2}{r} \cdot \frac{5}{2} m r^2$   
 $F_{fr2} = a_2 \cdot \frac{5}{2} m$   
 $F_{fr2} = \frac{8}{25} g \cdot \frac{5}{2} m$   
 $F_{fr2} = \frac{8}{5} m g \alpha$

$dm = \rho \cdot r da \cdot 2\pi r \cos \alpha$   
 $\rho = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi r^3}$   
 $dm = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi r^3} \cdot \pi \cdot r^2 da \cdot 2 \cos \alpha = \frac{m}{2} \cos \alpha da$   
 $dJ = dm \cdot r^2 \cos^2 \alpha$   
 $J = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \frac{m}{2} r^2 \cos^2 \alpha da = \frac{3}{2} m r^2 (\frac{1}{2} - \frac{1}{2})$

$\cos^3 = \cos^2 \cos = (1 - \sin^2) \cos = \cos - \cos \sin^2$   
 $\cos^3 \cos = \cos^4 - \cos^2 \sin^2$   
 $2 \cos^3 - 1 = \cos 2\alpha$   
 $\cos^3 = \frac{\cos 2\alpha + 1}{2}$   
 $\cos^2 2\alpha \cdot \cos \alpha =$

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

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

$x = 0$   
 $y = 8$   
 $x = 8$   
 $y = 0$



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 \_\_

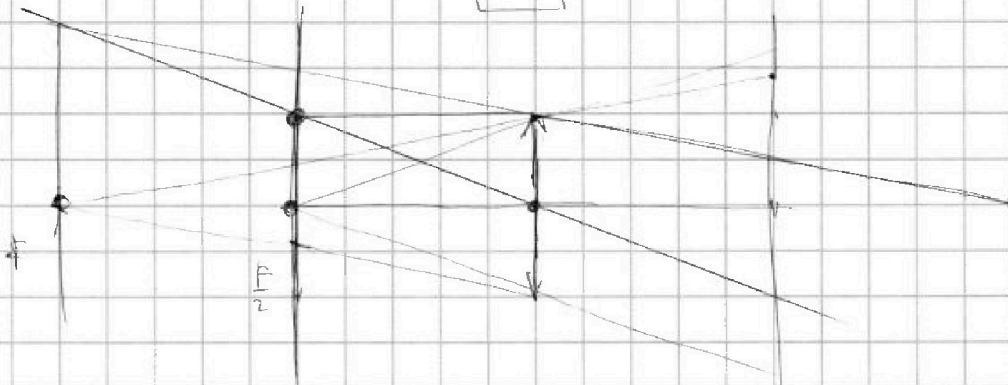
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$B = \mu_0 n I$$



$$L I' = 9 L I$$

Черновик



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

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

$$A_2 Q$$

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

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



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!

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

$$= \frac{1}{4} \left( \frac{\sin \frac{3\pi}{2} + \sin \frac{3\pi}{2}}{3} + 3 \sin \frac{\pi}{2} + 3 \sin \frac{\pi}{2} \right) = \frac{1}{4} \left( -\frac{2}{3} + 6 \right) = \frac{289}{16}$$

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

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

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

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

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

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

$$\begin{array}{r} 3+2 \\ 2 \cdot 3+2 \\ \hline 5 \\ \hline 17 \\ 17 \\ 1+3 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ + 17 \\ \hline 42 \\ + 16 \\ \hline 58 \\ + 10 \\ \hline 6800 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ 17 \\ 1+3 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ 17 \\ 1+3 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ 17 \\ 1+3 \\ \hline 289 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} 12 \\ 1578 \\ \hline 283 \\ 3468 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ 17 \\ 1+3 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ 17 \\ 1+3 \\ \hline 289 \end{array}$$

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

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

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

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



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**

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

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

$$\frac{kQ}{R^2} dR$$

$$\int \frac{kQ}{a^2 \epsilon} da = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{1}{R} - \frac{3}{R} \right)$$

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

$$= \frac{3kQ}{R}$$

**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: Arithmetic Progression**

$$5 \cdot 10 = 50$$

$$5 \cdot 17 = 85$$

$$5 \cdot 8 = 40$$

$$5 \cdot 5 = 25$$

$$5 \cdot 2 = 10$$



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

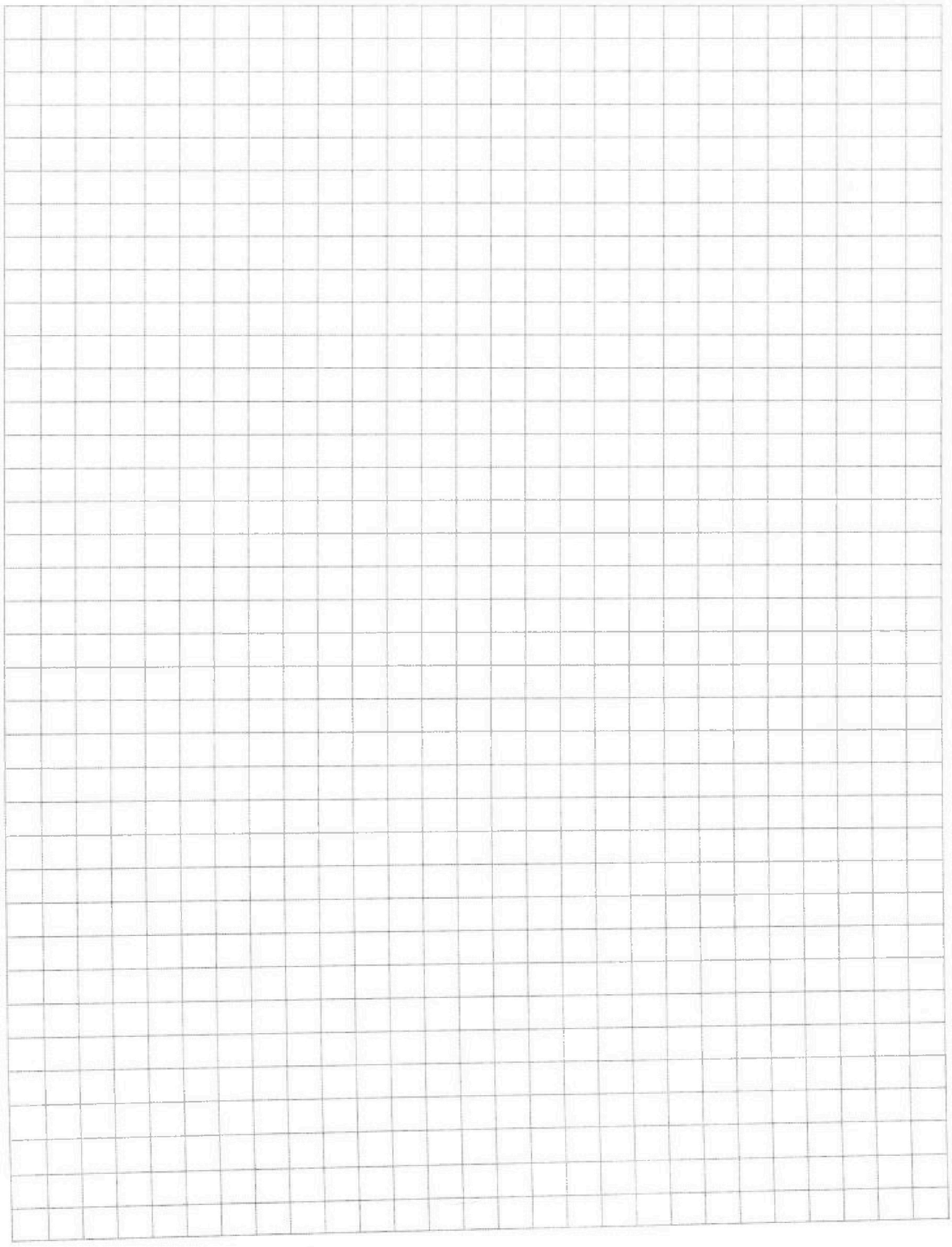
5

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 равенство  $B_0 S n_2 = B_0 S n_1$  → протекает ток  $I_0$  через себя катушка  $L$  вызывает ток, что порождает поле  $B$  в катушке  $L$



$$\begin{aligned} B_0 S n_2 &= \mu_0 I_0 N & \left( \text{вращение катушки в} \right. \\ B_0 S n_1 &= L I & \left. \text{с-ку или при изменении} \right. \\ & & \left. \text{тока, } I_0 \neq 0 \right) \end{aligned}$$

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

$$B_0 S n_2 - (B_0 + B) S n_1 = L_2 I_0 + L_1 I_0$$

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

$$B S n_1 = (L_2 + L_1) I$$

$$I = \frac{-d S n}{(L_1 + L_2) 10 L} \quad \text{Ответ } I = \frac{-d S n}{10 L}$$

Проинтегрировав получим

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

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

$$I = \frac{1 B_0 S n}{60 L} \quad \left[ \Delta I = \frac{B_0 S n}{60 L} \right] \text{ Ответ}$$