



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Калужский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
«Московский государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА

"МК"  
МК10 "Высшая математика и физика"

### ОТЧЕТ

ПО ДОМАШНИМ ЗАДАНИЯМ вариант № 3

ДИСЦИПЛИНА: "Физика"

Выполнил студент Иудин А.В. группы ИУК4-326

Проверил преподаватель Богаченко И.И.

Наименование работы	Рейтин говые баллы	Дата защит ы	№ задачи	Подпис ь
Модуль 4. «Электростатика. Постоянный ток» min -6 max -7				
Домашнее задание №1 «Электростатика. Постоянный ток»	75	23, 11, 22	№1	И.И. Богаченко
			№2	
			№3	
			№4	
Модуль 5 «Магнитостатика. Уравнения Максвелла» min -6 max -8				
Домашнее задание №2 « Магнитостатика. Уравнения Максвелла»	75	23, 11, 22	№1	И.И. Богаченко
			№2	
			№3	
			№4	
Модуль 6«Электромагнитные волны. Оптика» min -6 max -8				
Домашнее задание №3 «Электромагнитные волны. Оптика»			№1	
			№2	
			№3	
			№4	

Калуга 20 22 / 23



# Домашнее задание №2

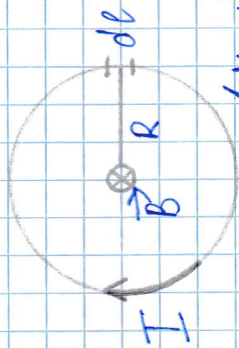
## Вариант №3

Задача №1. По тонкому проводящему кругу течет ток. Не учитывая сил тока в проводнике, ему придана форму квадрата. По сколько раз изменится магнитное индукция в центре контура?

Дано: Решение:

1. Рассмотрим проводник с током в форме круга  $B_1$  и найдем магнитную индукцию  $B_1$  в центре круга.

по 3. Био-Савара-Лапласа:



$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi r^3} [d\vec{l} \times \vec{r}]$$

для круга:  $d\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi r^3} dl \sin \alpha$

$$(\sin \alpha = 1) \sin \alpha = \sin \frac{\pi}{2} = 1$$

$$d\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi r^3} dl$$

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi r^2} \int_0^{2\pi R} dl = \frac{\mu_0 I}{4\pi r^2} \cdot 2\pi R = \frac{\mu_0 I}{2r}$$

2. Рассмотрим проводник с током в форме квадрата и найдем магнитную индукцию  $B_2$  в центре проводника.

Все стороны квадрата создают в его центре

одинаковое магнитное поле  $\Rightarrow B_2 = 4B_1$

по 3. Био-Савара-Лапласа:

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi r^3} [d\vec{l} \times \vec{r}]$$

для линейного проводника:  $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi r} (\cos \varphi_1 - \cos \varphi_2)$

$$\varphi_1 = 45^\circ \quad \varphi_2 = 135^\circ \quad r = \frac{1}{2}a$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi r} (\cos 45^\circ - \cos 135^\circ) = \frac{\mu_0 I}{4\pi r} \sqrt{2} = \frac{2\mu_0 I}{4\pi a} \sqrt{2} = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \sqrt{2}$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \sqrt{2} = \frac{2\sqrt{2} \mu_0 I}{4\pi a}$$

3. Найдем  $B_1$ , учитывая, что длина проводника не измен  $L = 2\pi R$  - длина проводника в 1 круге

4a - длина проводника во 2-й круге  $\Rightarrow 4a = 2\pi R \Rightarrow a = \frac{\pi R}{2}$

$$B_2 = \frac{2\sqrt{2} \mu_0 I}{4\pi \cdot \frac{\pi R}{2}} = \frac{2\sqrt{2} \mu_0 I}{2\pi^2 R}$$

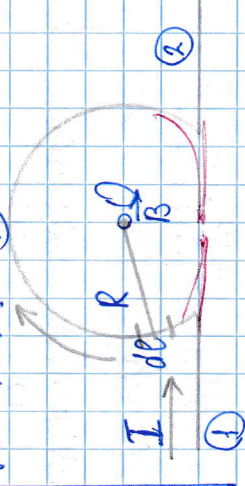
$$\frac{B_2}{B_1} = \frac{2\sqrt{2} \mu_0 I}{2\pi^2 R} \cdot \frac{2\pi R}{\mu_0 I} = \frac{8\sqrt{2}}{\pi^2} \approx 1,15$$

Ответ:  $\frac{B_2}{B_1} = \frac{8\sqrt{2}}{\pi^2} = 1,15$

Задача №2. Бесконечно длинный тонкий проводник с током  $I = 50$  А имеет изгиб (плоскую петлю)  $R = 10$  см. Определите в точке O магнитную индукцию B поле, созданное этим током.



Дано:	CU	Решение: ③
$I = 50 \text{ A}$		
$R = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$		
$B = ? \text{ Tл}$		



по 3. Био-Савара-Лапласа:

$$dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi r^3} [dl \times r]$$

Найдем  $B$  в точке  $O$  по принципу суперпозиции:

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3$$

Рассмотрим участки ① и ②:

$$dB_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{\sin \alpha}{r^2} dl; \quad \sin \alpha = 0 \Rightarrow \sin \alpha = 0 \Rightarrow$$

$$B_1 = B_2 = 0 \Rightarrow B = B_3$$

Рассмотрим участок ③:

$\delta B_3$  будем на участке ③ элемент  $dl$

$$dB_3 = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{\sin \alpha}{r^2} dl; \quad \alpha = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \sin \alpha = 1 \quad (\mu = 1)$$

Принцип суперпозиции по радиальности:

$$B_3 = \frac{\mu_0 I}{4\pi r^2} \int dl = \frac{\mu_0 I R}{4\pi R^2} = \frac{\mu_0 I}{4R} \quad (r = R)$$

$$B_3 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 50}{4 \cdot 0,1} = 1,57 \cdot 10^{-4} \text{ Tл}$$

Ответ:  $B = 1,57 \cdot 10^{-4} \text{ Tл}$

Задача №3. Прямой провод длиной  $l = 40 \text{ cm}$  движется в однородном магнитном поле со скоростью  $v = 5 \text{ м/с}$  перпендикулярно линиям индукции. Разность потенциалов  $U$  между концами провода равна  $0,6 \text{ В}$ . Вычислить индукцию  $B$  магнитного поля.

Дано:	CU	Решение:
$l = 40 \text{ cm}$		Разность потенциалов $U$ на концах
$v = 5 \text{ м/с}$		провода длиной $l$ в однородном
$U = 0,6 \text{ В}$		магнитном поле $U = Blv$ :
$B = ? \text{ Tл}$		$U = v \cdot l \cdot B \Rightarrow B = \frac{U}{vl}$
		$\alpha = 90^\circ \Rightarrow \sin 90^\circ = 1$
		$U = Blv \Rightarrow B = \frac{U}{vl}$

$$B = \frac{0,6 \text{ В}}{5 \text{ м/с} \cdot 0,4 \text{ м}} = 0,3 \text{ Tл}$$

Ответ:  $B = 0,3 \text{ Tл}$

Задача №4. Определить индуктивность  $L$  соленоидной линии на участке длиной  $l$ . Задача проста, равен  $R$ , расстояние между витками  $d$ . (часть тока входит в витки)



Дано:  $\uparrow$  ток

$l, R, d$  ток, радиусы концов проводов, радиус контура

$$\Phi = \int \vec{B} dS$$

По 3. Бун-Лава-Лаваса:

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi r^3} [d\vec{l} \times \vec{r}] \quad (\mu=1)$$

$$d\vec{B} \rightarrow \frac{\mu_0 I \sin \alpha}{4\pi r^2} dl$$

Для бесконечного прямого провода:

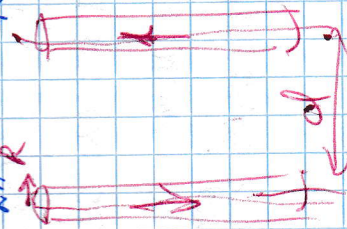
$$B_\infty = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$\Phi = \int \frac{\mu_0 I}{2\pi r} d(l \cdot r) = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \int \frac{d(l \cdot r)}{r}$$

$$= \frac{\mu_0 I l}{2\pi} \ln \frac{d-R}{R}$$

$$\text{Угнетенность } L = \frac{\Phi}{I} = \frac{2\Phi}{I}$$

$$L = \frac{\mu_0 I l}{2\pi} \ln \frac{d-R}{R} = \frac{\mu_0 l}{2\pi} \ln \frac{d-R}{R}$$



Ответ:  $L = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln \frac{d-R}{R}$

