

## Лабораторная работа №2.30

### Изучение з. Ампера

Магнитное поле, характеризуемое вектором магнитной индукции  $\vec{B}$ , действует на элемент  $dl$  отрезка проводника, по которому течет ток  $I$ , с силой

$$d\vec{F} = I [d\vec{l} \times \vec{B}]$$

(напр-е  $d\vec{l}$  совп. с напр-е тока)

Полная величина — суммирование.

Если прямолинейный отрезок проводника длины  $l$  помещен в однородное магнитное поле, то:

$$\vec{F} = I [\vec{l} \times \vec{B}]$$

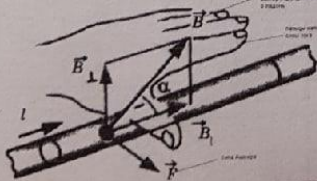
$$F = IB l \sin \alpha$$

$\alpha - \angle \vec{l}, \vec{B}$

Вектор силы  $\perp$  к каждому из этих век-ов, а направ-е его определяется пр. векторного произведения (винта). Направ-е силы определено по пр. левой руки.

#### Правило левой руки

Направление силы Ампера определяется **правилом левой руки**: четыре вытянутых пальца располагаем по направлению тока в проводнике, вектор магнитной индукции должен входить в ладонь, тогда отогнутый под большой палец укажет искомое направление.



заряд  $q$ , движ-ся со скоростью  $\vec{v}$  в магнитн. поле с индукцией  $\vec{B}$ , действ-т сила Лоренца

$$\vec{F} = q [\vec{v} \times \vec{B}]$$

От электр-в эти силы передаются проводнику, в результате чего и палец силы Ампера.

элемент заряд

$$F = e \cdot v \cdot B \sin \alpha$$

$\vec{v} = \frac{I}{e}$

сила, действ-е на один электрон, движ-ся вдоль проводника со средн. скоростью  $v$ :

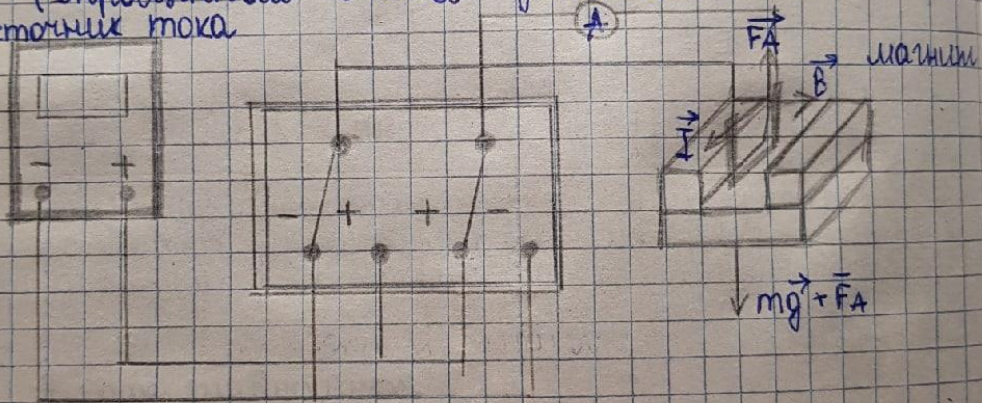
на отрезок любого из проводников длиной  $l$  действует сила:

$$[14] \quad F = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2 I_1 \cdot I_2 l}{b},$$

где  $\mu_0$  - магнитн. постоянная  
 $b$  - расстояние между проводниками

**Описание аппаратуры и метода измерений**

(Упрощенная схема установки)



$$b = 4 \text{ см}$$

N	I, A	$m_1, \text{г}$	$m_2, \text{г}$	$\Delta m, \text{г}$	$F_A, \text{Н} \cdot 10^3$
1	1,0	193,38	192,8	0,58	2,842
2	1,5	193,52	192,65	0,87	4,268
3	2,0	193,66	192,51	1,15	5,685
4	2,5	193,80	192,35	1,45	7,105
5	3,0	193,94	192,21	1,73	8,477
6	3,5	194,08	192,07	2,01	9,849
7	4,0	194,22	191,92	2,3	11,27

табл. 1

$$F_A = \frac{m_1 - m_2}{2} g = \frac{\Delta m}{2} g, \quad \Delta m = m_1 - m_2$$

$$\Delta m_1 = 0,582 \rightarrow F_{A1} = 2,842 \text{ H} \cdot 10^{-3}$$

$$\Delta m_2 = 0,872 \rightarrow F_{A2} = 4,268 \text{ H} \cdot 10^{-3}$$

$$\Delta m_3 = 1,152 \rightarrow F_{A3} = 5,635 \text{ H} \cdot 10^{-3}$$

$$\Delta m_4 = 1,452 \rightarrow F_{A4} = 7,105 \text{ H} \cdot 10^{-3}$$

$$\Delta m_5 = 1,732 \rightarrow F_{A5} = 8,477 \text{ H} \cdot 10^{-3}$$

$$\Delta m_6 = 2,012 \rightarrow F_{A6} = 9,849 \text{ H} \cdot 10^{-3}$$

$$\Delta m_7 = 2,32 \rightarrow F_{A7} = 11,27 \text{ H} \cdot 10^{-3}$$

$$I = 3 \text{ A}$$

$l, \text{cm}$	$m_1, \text{g}$	$m_2, \text{g}$	$\Delta m, \text{g}$	$F_A, \text{H} \cdot 10^{-3}$
1	193,24	192,72	0,52	2,548
2	193,47	193,24	0,23	1,127
4	193,89	192,16	1,73	8,477
8	194,66	191,37	3,29	16,121

масса 2

$$\Delta m_1 = 0,522 \rightarrow F_{A1} = 2,548 \text{ H} \cdot 10^{-3}$$

$$\Delta m_2 = 0,232 \rightarrow F_{A2} = 1,127 \text{ H} \cdot 10^{-3}$$

$$\Delta m_4 = 1,732 \rightarrow F_{A4} = 8,477 \text{ H} \cdot 10^{-3}$$

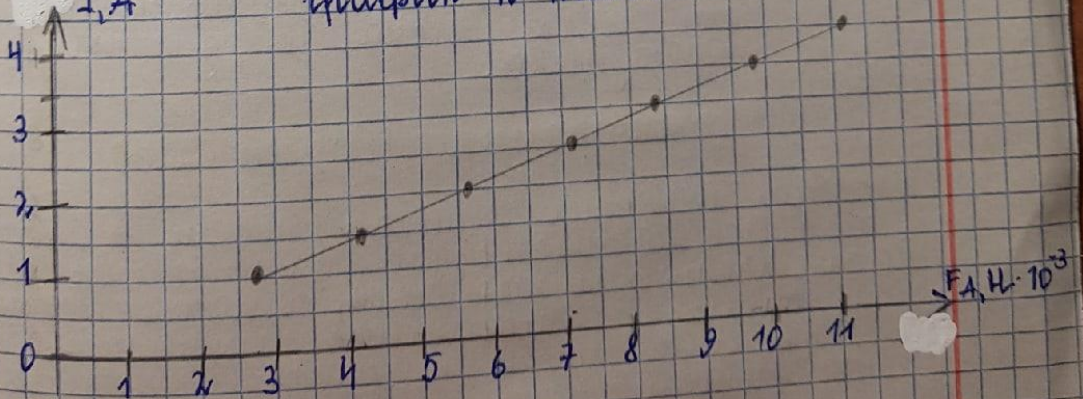
$$\Delta m_8 = 3,292 \rightarrow F_{A8} = 16,121 \text{ H} \cdot 10^{-3}$$

$$\Delta m = m_1 - m_2$$

$$F_A = \frac{\Delta m \cdot g}{2}$$

$I, \text{A}$

график к массе 1

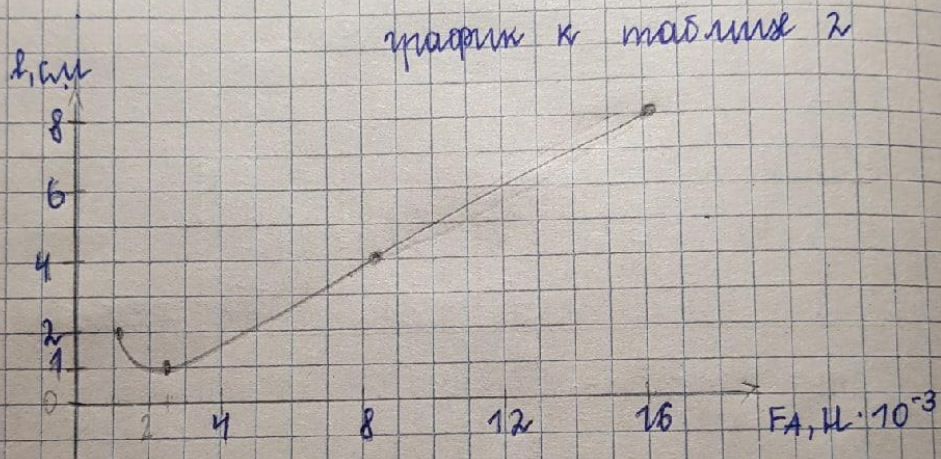


$$\approx 3, k = \frac{\Delta F}{\Delta I} = \frac{11,27 - 2,842}{4 - 1} = 2,809 \cdot 10^{-3} \approx 3 \cdot 10^{-3}$$

$$\sim 4. B = \frac{F}{I \cdot l} = \frac{k}{l} = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 10^{-2}} = 0,075$$

$$\sim 5. E = \frac{\Delta B}{B} = \frac{\Delta k}{k} + \frac{\Delta l}{l} = \frac{2,191}{3} + \frac{0,01}{0,04} \approx 0,314$$

$$\Delta B = E \cdot B = 0,314 \cdot 0,075 = 0,02355$$



**вывод:** сила Ампера линейно зависит (прямопропорционально) от силы тока и длины проводника.

### контрольные вопросы 2.30

1. Если проводник с током внести в магн. поле, то на него будут действовать электромагнитная сила, которая пропорциональна магнитной индукции поля, силе тока и длине проводника с учётом угла

$$F_A = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha$$

2. Направление силы Ампера можно определить правилом левой руки.

3. Сила Лоренца:  $\vec{F} = q[\vec{v} \cdot \vec{B}]$

4.  $F = I \cdot l \cdot B \cdot \sin \alpha$

5. Магнитное поле действует на помещенный в него проводник с током с некоторой силой.

Направление этой силы зависит от направления тока в проводнике и направления магнитного поля (расположение полюсов магнита).

6. Электродвигатели дренов и кулеров, и т.п.

7.  $F_A = mg$ ,  $F_A = I \cdot B \cdot l \rightarrow mg = I \cdot B \cdot l \rightarrow B = \frac{mg}{I \cdot l}$

$$B = \frac{9,8 \cdot 0,005}{1 \cdot 0,2} = 0,245 \text{ Тл}$$

8.  $F = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2I_1 \cdot I_2 \cdot l}{B}$

9. Ампер-сила постоянного тока, который при прохождении по 2-м параллельным проводникам бесконечной длины и взаимно перпендикулярно малому круговому сечению, расположенному на расстоянии 1 м один от другого в вакууме, вызвал бы между этими проводниками силу магнитного взаимодействия, равную  $2 \cdot 10^{-7}$  Н на каждый метр длины.

10. Индукция магнитного поля обратно-пропорциональна силе тока, порешность

величина зависит от квадратичной  
иной постоянной.

$$D = \frac{F}{Il} = \frac{k}{l}$$

$$E = \frac{\Delta B}{B} = \frac{\Delta k}{k} + \frac{\Delta l}{l}$$

$$B = \frac{F}{Il} + \frac{\Delta k}{k} + \frac{\Delta l}{l}$$