Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механикии оптики





Группа <u>Р3110</u>	К работе допущен	Студент	Балтабаев Дамир
<u>Темиржанович</u>			
Преподаватель	Коробков Максим Петр	ович	
Отцет прицат			

Рабочий протокол и отчет по виртуальной работе №3

Эффект Холла: определение концентрации носителей заряда

Дата и время измерений: 25.05.2021, 09:25

1. Цель работы.

• Вычислить значения коэффициента Холла и концентрацию носителей в материале образца.

2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

При последовательном изменении тока соленоида, в диапазоне от 1A до 5A с шагом 0.5A вычислить значения магнитного поля (B).

При выбранных значениях толщины t и тока Холла ($I_{\scriptscriptstyle H}$) вычислить значения напряжения Холла ($V_{\scriptscriptstyle H}$).

По вычисленным раннее данным, вычислить коэффициент Холла ($R_{\scriptscriptstyle H}$) и значения концентрации носителей (n). После чего найти их средние значения, а также погрешности.

3. Объект исследования.

Германий.

4. Метод экспериментального исследования.

Многократные измерения.

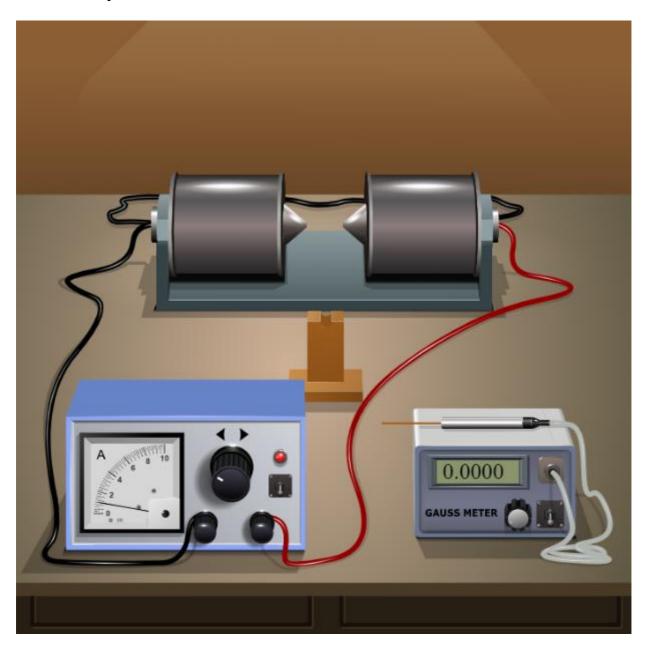
5. Рабочие формулы и исходные данные.

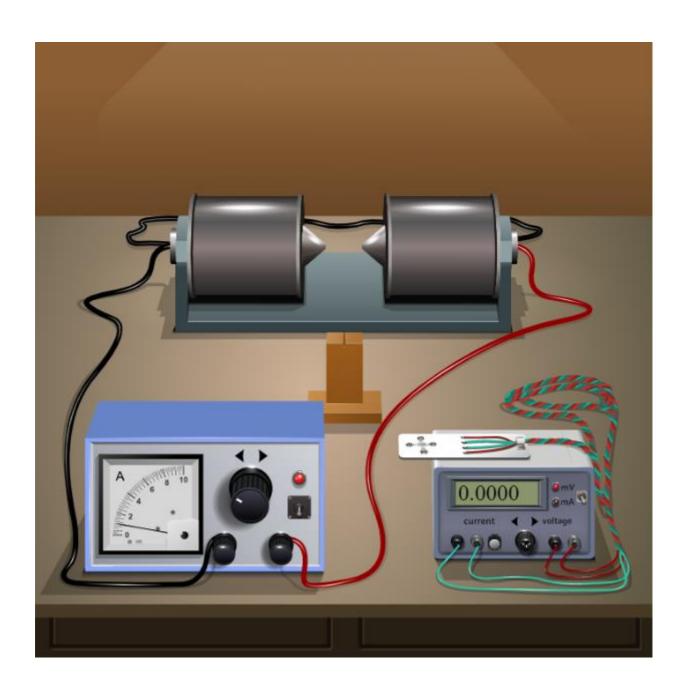
$$t = 0.0003$$
м
 $I_H = 2$ мА
 $e = 1.602 * 10^{-19}$ Кл
 $R_H = \frac{V_H * t}{I_H * B}$
 $n = \frac{1}{R_H * e}$

6. Измерительные приборы.

№ n/n	Наименование	Тип прибора	Погрешность прибора
1	Вольтметр	Виртуальный	0,0001
2	Гауссметр	Виртуальный	0,0001

7. Схема установки.





8. Результаты прямых измерений и их обработки (таблицы, примеры расчетов)

Ток через соленоид (I _s),	Толщина (t), м	Ток Холла (I _H), мА	Магнитное поле (В), Т	Напряжение Холла (V _H), мВ	Коэффициент Холла (R _H), м ³ /Кл	Концентрация носителей (п), м-3
1			0,1482	19,17	0,019402834	3,21716E+20
1,5			0,2223	28,756	0,019403509	3,21705E+20
2			0,2964	38,341	0,01940334	3,21707E+20
2,5			0,3706	47,926	0,019398003	3,21796E+20
3	0,0003	2	0,4447	57,511	0,019398808	3,21783E+20
3,5			0,5188	67,097	0,019399672	3,21768E+20
4			0,5929	76,682	0,019400067	3,21762E+20
4,5			0,667	86,267	0,019400375	3,21757E+20
5			0,7411	95,852	0,019400621	3,21752E+20

Примеры расчетов (для многочисленных расчетов показан пример при $I_S=1A$):

$$R_{\rm H} = \frac{V_H * t}{I_H * B} = \frac{19,17 * 0,0003}{2 * 0,1482} = 0,019402834 \frac{{\rm M}^3}{{\rm K}\pi}$$

$$n = \frac{1}{R_H * e} = \frac{1}{0,019402834 * 1,602 * 10^{-19}} = 3,2172 * 10^{20} \text{ m}^{-3}$$

9. Расчет погрешностей измерений (для прямых и косвенных измерений)

Погрешность коэффициента Холла					
R _H	$< R_{\rm H} >$	$(R_H - < R_H >)^2$	$S_{\overline{R_H}}$	ΔR_H	
0,019402834	0,0194008	0,00037647	0,00685922	0,015817361	
0,019403509		0,000376496			
0,01940334		0,00037649			
0,019398003		0,000376283			
0,019398808		0,000376314			
0,019399672		0,000376347			
0,019400067		0,000376363			
0,019400375		0,000376375			
0,019400621		0,000376384			

Погрешность концентрации носителей						
n	< n >	$(n - < n >)^2$	$S_{ar{n}}$	Δn		
3,21716E+20	3,2175E+20	1,13418E+33	1,10105E+16	2,53902E+16		
3,21705E+20		2,01291E+33				
3,21707E+20		1,76976E+33				
3,21796E+20		2,15673E+33				
3,21783E+20		1,0948E+33				
3,21768E+20		3,51728E+32				
3,21762E+20		1,48854E+32				
3,21757E+20		5,04541E+31				
3,21752E+20		9,15131E+30				

Примеры расчетов:
$$S_{\overline{R_H}} = \sqrt{\frac{\sum (R_{\rm H} - < R_{\rm H} >)^2}{n(n-1)}} = 0,00685922 \; \frac{{\rm M}^3}{{\rm K}\pi}$$

$$\Delta R_H = t_{\alpha,k} S_{\overline{R_H}} = 2,306 * 0,00685922 = 0,015817361 \frac{\text{M}^3}{\text{K}\pi}$$

$$S_{\bar{n}} = \sqrt{\frac{\sum (n - \langle n \rangle)^2}{n(n-1)}} = 1,1011 * 10^{16} \,\mathrm{m}^{-3}$$

$$\Delta n = t_{\alpha,k} S_{\bar{n}} = 2,306 * 1,1011 * 10^{16} = 2,5390 * 10^{16} \text{ m}^{-3}$$

10. Окончательные результаты

Погрешность коэффициента Холла:

$$\Delta R_H = 0.015817361 \frac{M^3}{K\pi}$$

Погрешность концентрации носителей заряда:

$$\Delta n = 2,5390 * 10^{16} \text{ m}^{-3}$$

11. Выводы и анализ результатов работы:

В ходе лабораторной работы мною были вычислены значения коэффициента Холла и концентрации носителей в материале образца, также были вычислены их погрешности. Из таблицы с результатами прямых измерений видна зависимость: при увеличении магнитного поля увеличивается напряжение Холла. Данная зависимость не распространяется на коэффициент Холла и концентрацию носителей соответственно.