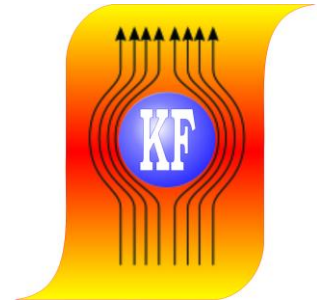


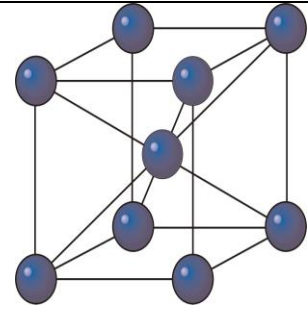
KATEDRA FIZYKI

***WYDZIAŁ INŻYNIERII PRODUKCJI
I TECHNOLOGII MATERIAŁÓW***

POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA



***PRACOWNIA
FIZYKI CIAŁA STAŁEGO***



ĆWICZENIE NR FCS - 6

BADANIE ZJAWISKA HALLA

I. Zagadnienia do opracowania

1. Ruch ładunków elektrycznych w polu elektrycznym i magnetycznym.
2. Teoria efektu Halla.
3. Budowa i zastosowanie hallotronów.

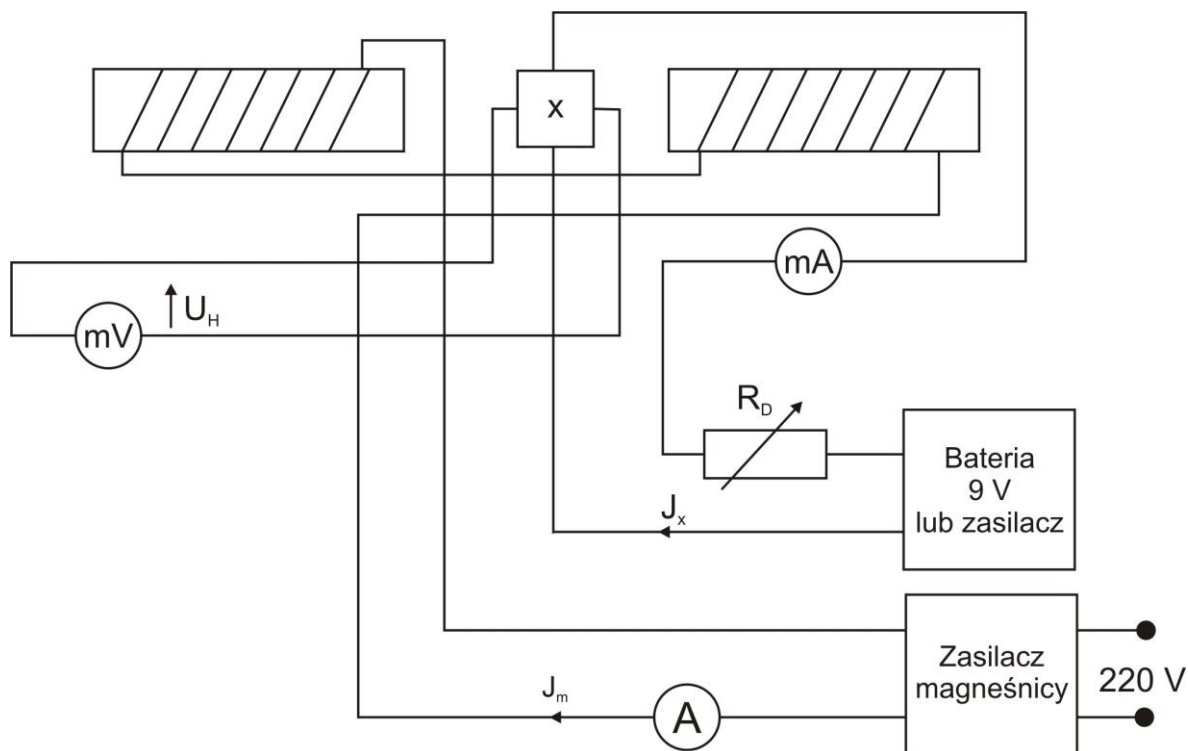
II. Przebieg ćwiczenia

Włączamy prąd zasilający próbkę I_x (bateria 9V lub zasilacz) oraz zasilacz magnesnicy. Ustawiamy wartość prądu zasilającego magnesnicę I_m przez zmianę napięcia wyjściowego zasilacza ZT 980-IM na 0 mA. Utrzymując stałą wartość tego prądu odczytujemy napięcie hallotronu U^H dla różnych ustalonych wartości prądu sterującego I_x . Wartość tego prądu regulujemy poprzez zmianę rezystancji dekadowej R_D . Zwiększając napięcie zasilacza powtarzamy pomiary U^H dla różnych wartości I_m (patrz tabela).

III. Tabela pomiarowa

U^H [mV]									
	$I_x = 3,0$ [mA]	$I_x = 3,5$ [mA]	$I_x = 4,0$ [mA]	$I_x = 4,5$ [mA]	$I_x = 5,0$ [mA]	$I_x = 5,5$ [mA]	$I_x = 6,0$ [mA]	$I_x = 6,5$ [mA]	$I_x = 7,0$ [mA]
$I_m = 0$ [mA]									
$I_m = 100$ [mA]									
$I_m = 200$ [mA]									
$I_m = 300$ [mA]									
$I_m = 400$ [mA]									
$I_m = 500$ [mA]									
$I_m = 600$ [mA]									
$I_m = 700$ [mA]									

IV. Schemat pomiarowy



Przyrządy:

- Magneśnica EKL-1
- Miliwoltomierz cyfrowy
- Miliamperomierz kl. 0,5, zakres pomiarowy 7 mA
- Amperomierz kl. 0,5, zakres pomiarowy 1,5 A
- Regulator prądu I_x
- Opór dekadowy - R_D
- Zasilacz magneśnicy ZT 980-IM

V. Opracowanie wyników pomiarów

1. Narysować charakterystyki:
 - $U^H = f(I_x)$ dla $B = \text{const}$
 - $U^H = f(B)$ dla $I_x = \text{const}$
2. Wyznaczyć stałą Halla korzystając ze wzoru:

$$U_y^H = R_H \frac{I_x B_z}{c}$$

gdzie B_z [T] = B [T] = I_m [A] · 0,35 [T/A] oraz $c = 10^{-6}$ m

Ćwiczenie FCS-6: Badanie zjawiska Halla

Biorąc pod uwagę powyższy wzór oraz równanie prostej $y = ax + b$ wyznaczyć parametry a , Δa , b , Δb metodą regresji liniowej. W równaniu tym $y = U_y^H = U^H$, $x = I_x$, współczynnik kierunkowy prostej $U^H = f(I_x)$ dla $B = \text{const}$ będzie równy $a = R_H B / c$. Stałą Halla obliczyć jako średnią arytmetyczną wyznaczoną z 8 współczynników kierunkowych prostych $U^H = f(I_x)$.

3. Obliczyć błąd stałej Halla metodą podaną poniżej

Na podstawie prawa przenoszenia odchyłeń standardowych względne odchylenie standardowe przyjmuje postać:

$$\delta = \frac{\sigma_{\bar{R}}}{\bar{R}} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{R_1}}{R_1}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{R_2}}{R_2}\right)^2 + \dots}$$

Ponieważ stała Halla wyraża się wzorem:

$$R = \frac{ac}{B}$$

i odchylenie standardowe, w przypadku zależności $U_H = f(I_x)$ dla jednego pola B_m , wynosi:

$$\sigma_{R_1} = \frac{c}{B} \sigma_{a_1} = \frac{a_1 c}{B a_1} \sigma_{a_1} = R_1 \frac{\sigma_{a_1}}{a_1}$$

to niepewność pomiarowa względna wyraża się wzorem:

$$\frac{\sigma_{R_1}}{R_1} = \frac{\sigma_{a_1}}{a_1}.$$

W przypadku pomiarów $U_H = f(I_x)$ dla wielu pól magnetycznych B_m , względne odchylenie standardowe przyjmuje postać:

$$\delta = \frac{\sigma_{\bar{R}}}{\bar{R}} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{a_1}}{a_1}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{a_2}}{a_2}\right)^2 + \dots}$$

Efektywne odchylenie standardowe wynosi:

$$\sigma_{\bar{R}} = \delta \bar{R}.$$

Zestawienie wyników:

$$\bar{R} \pm \sigma_{\bar{R}} =$$

VI. Literatura

1. F. Kaczmarek - Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki dla zaawansowanych
2. Ch. Kittel - Wstęp do fizyki ciała stałego.

Zasada sporządzania wykresów

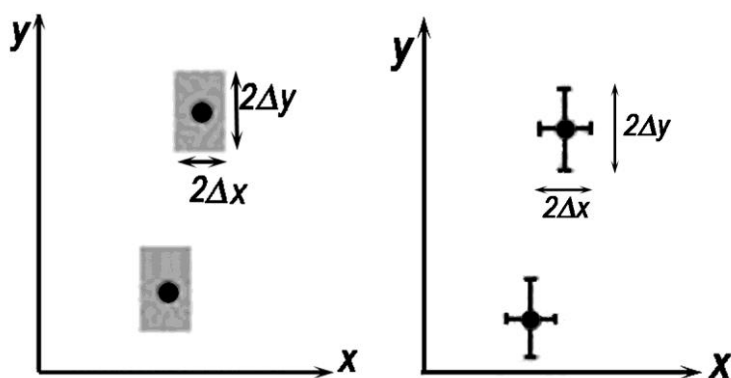
Prawidłowe opracowanie wyników pomiarów wymaga wykonania odpowiedniego wykresu. Podczas robienia wykresu należy kierować się następującymi zasadami:

1. Wykres wykonuje się na papierze milimetrowym. Na układzie współrzędnych definiujemy liniowe osie liczbowe w przedziałach zgodnych z przedziałami zmienności wartości X i Y ; oznacza to, że na każdej z osi odkładamy tylko taki zakres zmian mierzonej wielkości fizycznej, w którym zostały wykonane pomiary. Nie ma zatem obowiązku odkładania na osiach punktów zerowych, gdy nie było w ich okolicy punktów pomiarowych (chyba, że w dalszej analizie konieczne będzie odczytanie wartości Y dla $X=0$). Skalę na osiach układu nanosimy zazwyczaj w postaci równooddalonych liczb. Ich wybór i gęstość na osi musi zapewniać jak największą prostotę i wygodę korzystania z nich. Na osiach wykresu muszą być umieszczone odkładane wielkości fizyczne i ich jednostki lub wymiary.

2. Punkty nanosimy na wykres tak, by były wyraźnie widoczne, zaznaczamy je kółkami, trójkątami, kwadracikami itp. Na rysunku należy zaznaczyć również niepewności pomiarowe w postaci prostokątów lub odcinków.

Graficzne przedstawienie niepewności systematycznej:

Założmy, że wartości x i y otrzymane z pomiarów są obarczone odpowiednio niepewnościami Δx i Δy . Oznacza to, że rzeczywiste wartości tych wielkości mieszczą się w przedziałach od $x-\Delta x$ do $x+\Delta x$ oraz od $y-\Delta y$ do $y+\Delta y$. Na wykresie zależności $Y(X)$ przedziały te wyznaczają wokół punktów (x,y) prostokąty o bokach $2\Delta x$ i $2\Delta y$. Niepewności te można również zaznaczać wokół punktu pomiarowego (x,y) poprzez odcinki o długości $2\Delta x$ i $2\Delta y$ (rys.1)

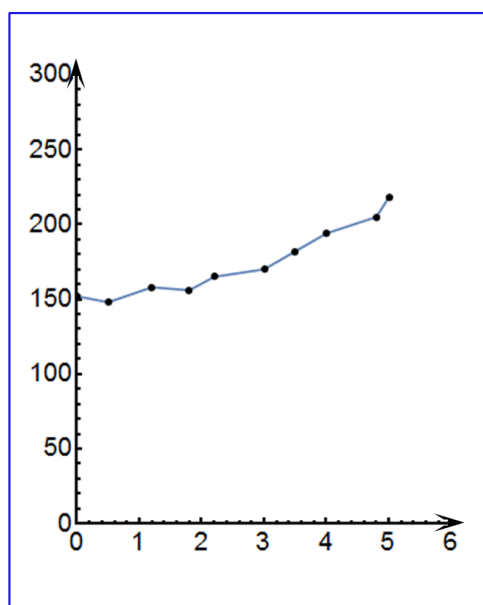


Rys.1 Zaznaczanie niepewności wokół punktów pomiarowych.

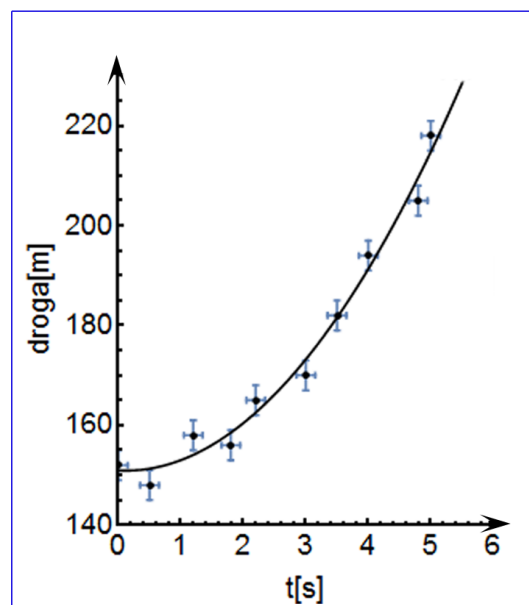
Uwaga: Jeżeli wartość zmiennej X jest dokładnie znana (czyli $\Delta x=0$), to na wykresie zaznaczamy tylko niepewności na osi zmiennej zależnej (na osi y).

3. Rozmiar wykresu nie jest dowolny i nie powinien wynikać z tego, że dysponujemy takim, a nie innym kawałkiem papieru (na rys.2 arkusz papieru milimetrowego zaznaczony jest kolorem niebieskim). Rozmiar powinien być określony przez niepewności pomiarowe tych wielkości, które odkłada się na osiach. Niepewność ta powinna w wybranej skali być odcinkiem o łatwo zauważalnej, znaczącej długości.
4. Następnie prowadzimy odpowiednią krzywą (nie może to być linia łamana!) tak, by przecinała w miarę możliwości punkty pomiarowe, ale nie należy dążyć do tego, aby przechodziła ona przez wszystkie punkty, ponieważ każdy z nich obarczony jest niepewnością. W przypadku dużych rozrzutów staramy się, by ilość punktów poniżej i powyżej krzywej była zbliżona- w ten sposób uśredniamy graficznie wyniki pomiarów. W przypadku zależności nieliniowych korzystamy z krzywek.
5. Każdy rysunek powinien być podpisany. Etykieta wykresu wyjaśnia, co rysunek zawiera, co reprezentują zaznaczone krzywe.

PODSUMOWANIE:



zły wykres



dobry wykres

Rys.2