

Orbity węzowe w złączu p-n w grafenie

Marta Wleklińska

16 lipca 2025

1 Wstęp

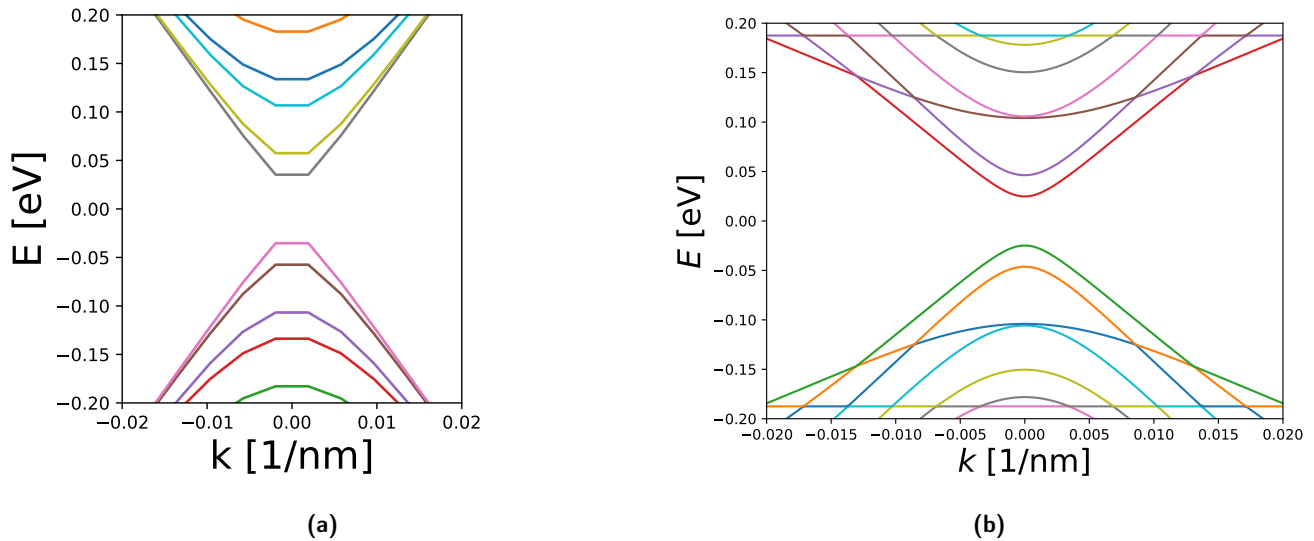
Ćwiczenie miało na celu zbadanie układu grafenu za pomocą pakietu Kwant.

2 Wyniki

Rozpoczęliśmy wobec tego od definicji układu korzystając z wbudowanych funkcji Kwant. Na początku ustaliliśmy parametry układu

$$y_{\min}=-12.9, y_{\max} = 12.9, x_{\max} = 15., x_{\min} = -15, V_{np}=0.0, B=0.$$

Wyznaczyliśmy relacje dyspersji przy $sf=1$ (rys. 1a) i $sf=16$ (rys. 1b). Dla porównania wyniki zestawiono na jednym



Rysunek 1: Relacja dyspersji (a) dla $sf = 1$ (b) $sf = 16$

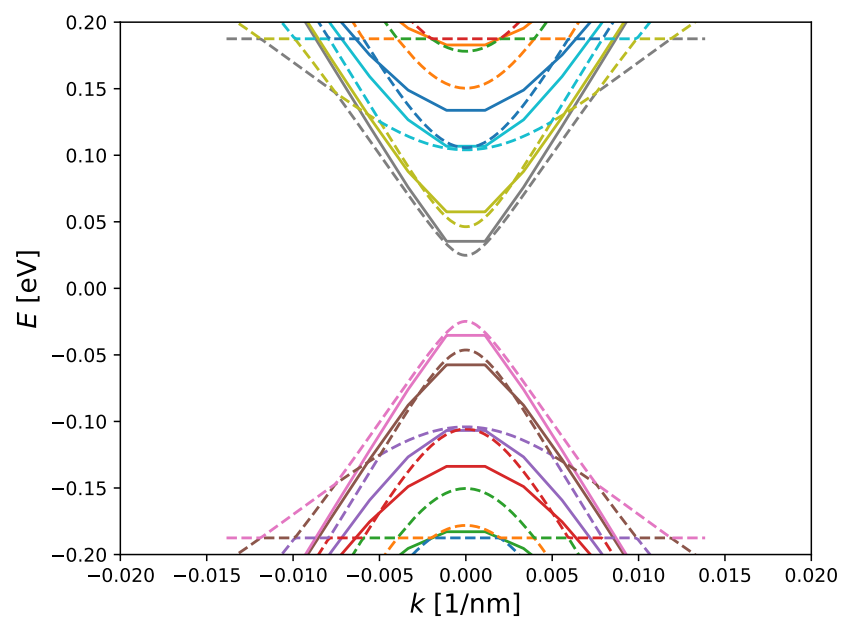
rysunku 2. Zauważmy, że dla niższych energii (na wartość bezwzględną) krzywe się pokrywają.

Ustaliliśmy następnie parametry

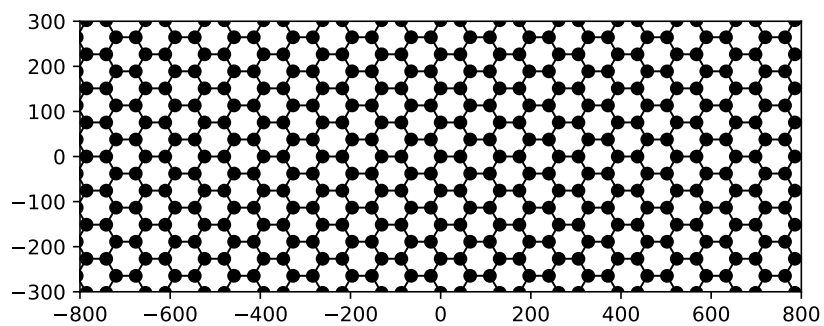
$$y_{\min}=-79.9, y_{\max} = 79.9, x_{\max} = 200, x_{\min} = -200, V_{np}=0.1, B = 1.5.$$

Mapa takiego układu została zapisana na rysunku 3. Zatem ponownie wyznaczyliśmy relację dyspersji (rys. 4). Możemy wyraźnie zauważyć poziomy Landaua oraz przesunięte spektrum energetyczne o wartość $V_{np}=0.1$ eV.

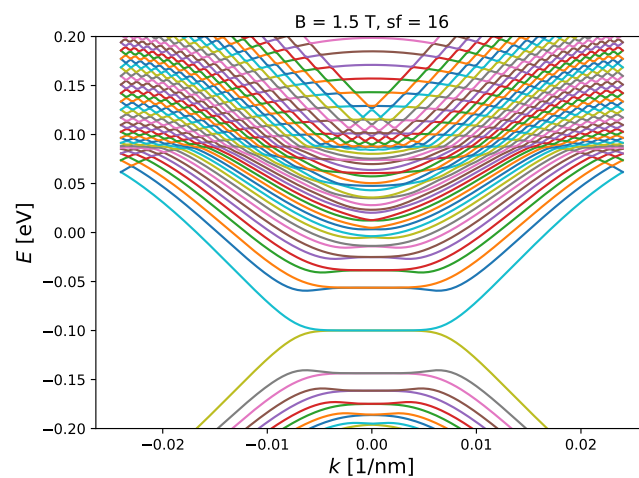
Wprowadzając zmienne pole B mogliśmy wyznaczyć wykres konduktancji w funkcji pola B . Wyniki zostały zapisane na rysunku 5. Ostatecznie dla ekstremów lokalnych, które widać na rysunku 5 ($B=1.9$, $B=2.2$, $B=2.4$) obliczone zostały mapy prądu na rysunku 6.



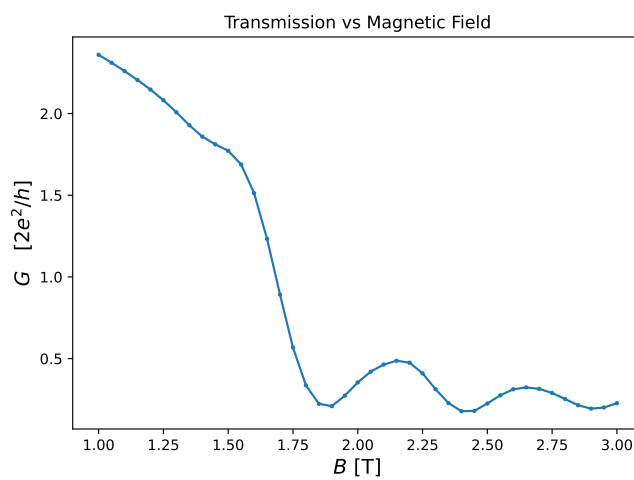
Rysunek 2: Porównanie relacji dyspersji: ciągłe krzywe przedstawiają przypadek $sf=1$, a przerywane - $sf=16$



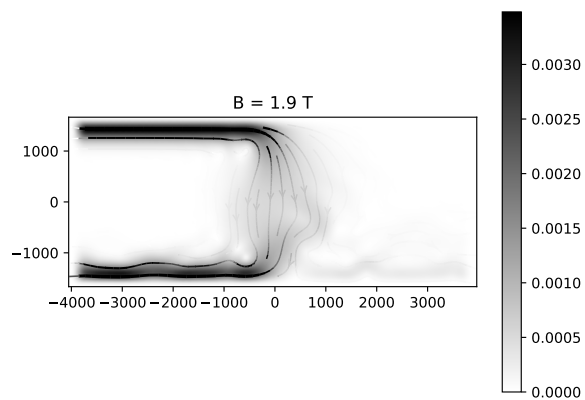
Rysunek 3: Mapa układu



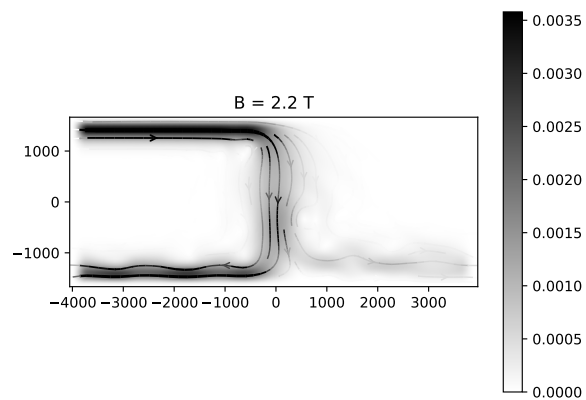
Rysunek 4: Relacja dyspersji dla $B = 1.5 \text{ T}$, przy $sf = 16$



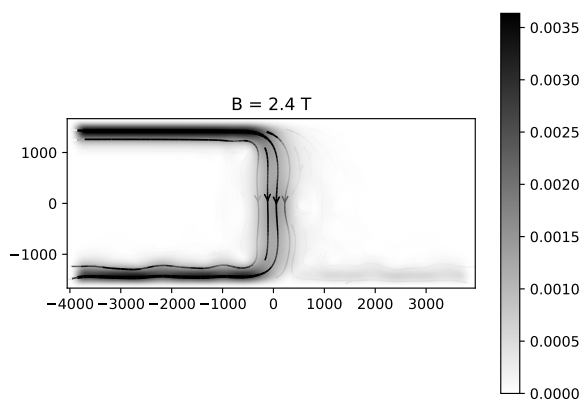
Rysunek 5: Przewodność w funkcji pola magnetycznego dla $V_{np} = 0.1 \text{ eV}$



(a)



(b)



(c)

Rysunek 6: Mapy prądu przy B odpowiadającego minimum i maksimum G

3 Podsumowanie

W ramach ćwiczenia zbadano właściwości układu grafenowego zawierającego złącze typu $p-n$ przy użyciu pakietu Kwant. Wyznaczono relacje dyspersji dla różnych wartości współczynnika skalowania s_f , obserwując ich zgodność przy niskich energiach.

Następnie przeanalizowano wpływ pola magnetycznego oraz potencjału złącza na strukturę widma energetycznego, identyfikując poziomy Landaua oraz przesunięcie spektrum energetycznego. Obliczono również przewodność w funkcji pola magnetycznego, a dla wybranych jego wartości (w okolicach ekstremów lokalnych przewodności) przedstawiono rozkłady prądu w układzie. Wyniki potwierdzają istnienie orbit węzowych w złączu $p-n$ w obecności pola magnetycznego.