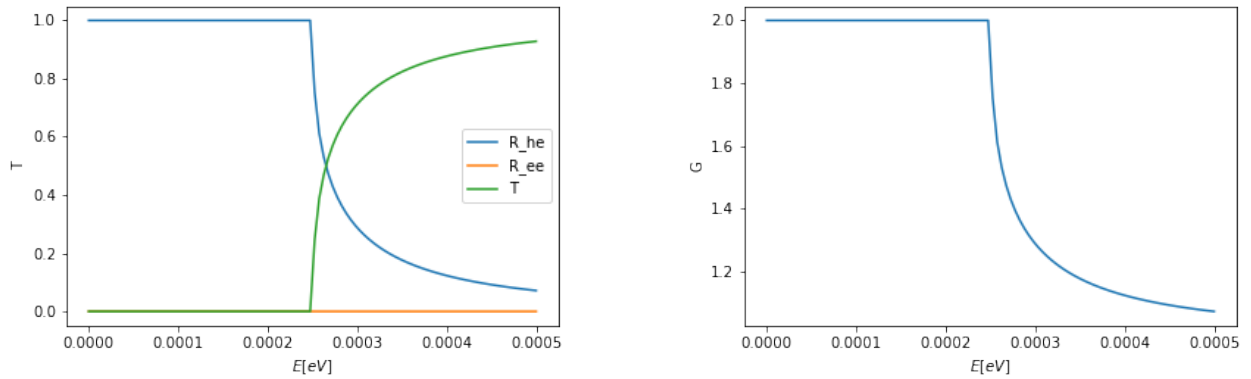


Projekt 8: Złącze metal(ferromagnetyk)/nadprzewodnik - odbicia Andreeva.

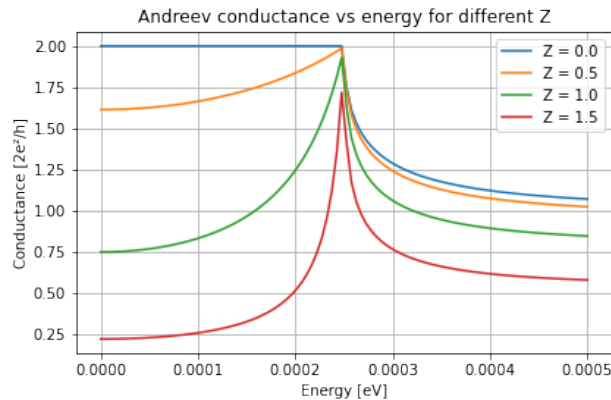
Kacper Połuszejko, 412183

Zadanie 1



Rys. 1: Współczynniki transmisji (po lewej) oraz konduktancja (po prawej) w funkcji energii padającego elektronu dla złącza NM/SC.

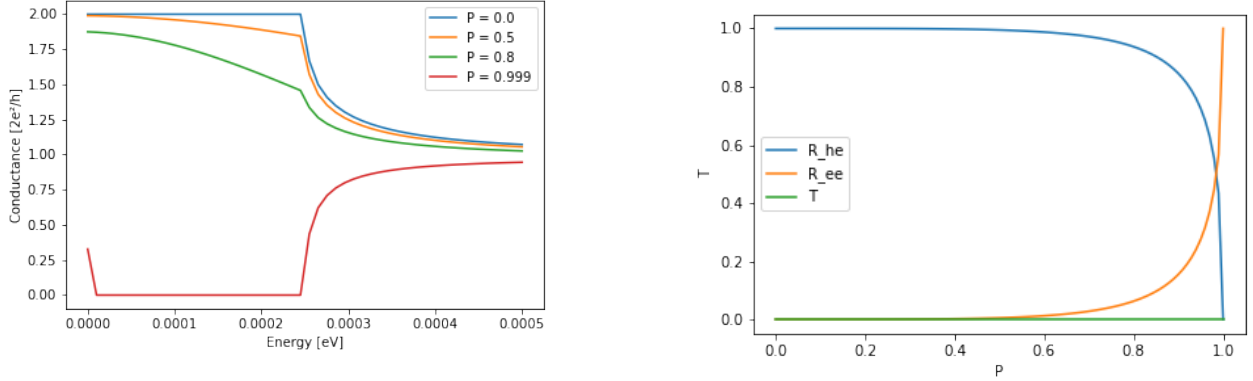
Jak widać na powyższych wykresach, konduktancja podwaja się dla energii niższych od energii przerwy nadprzewodzącej.



Rys. 2: Konduktancja w funkcji energii padającego elektronu dla złącza NM/SC przy założeniu różnej siły rozpraszania na złączu.

Powyższy rysunek powstał dla układu, w którym w miejscu będącym granicą nadprzewodnika oraz metalu umieszczono potencjał rozpraszania przeskalowany przez liczbę Z . Jak pokazuje powyższy wykres, konduktancja jest tym mniejsza, im większe jest Z . Elektron dla

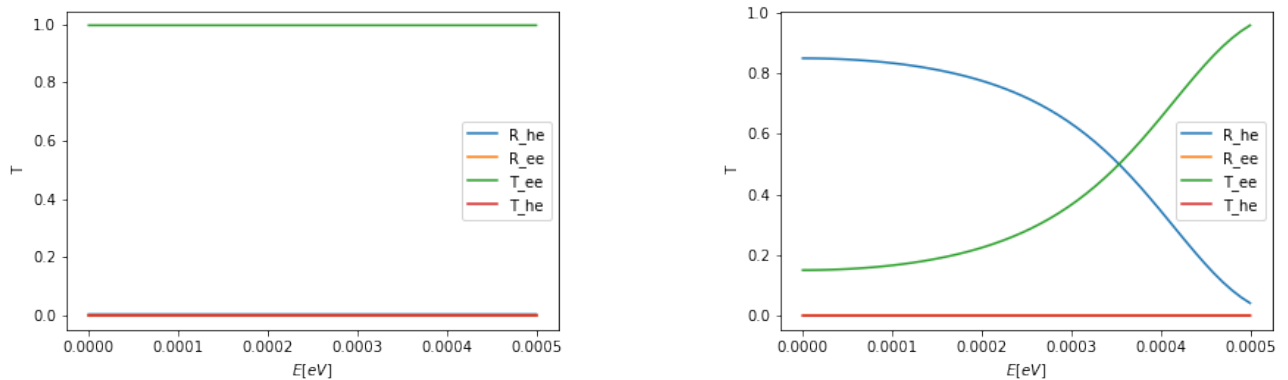
niskich energii może więc najzwyczajniej odbić się od bariery jako elektron (a nie dziura jak w przypadku odbicia Andreeva). Dla energii elektronu równej energii przerwy nadprzewodzącej ($\Delta = 0.25\text{meV}$) zachodzi natomiast rezonans. Elektron zaczyna "widzieć" gęstość stanów w nadprzewodniku i na wykresie konduktancji pojawia się charakterystyczny pik, którego obecność jest niezależna od Z .



Rys. 3: Konduktancja w funkcji energii padającego elektronu dla złącza FM/SC przy założeniu różnej spinowej polaryzacji ferromagnetyka P (po lewej). Po prawej konduktancja w funkcji polaryzacji obszaru ferromagnetyka dla energii padającego elektronu 10^{-6} meV.

Jak widać na rysunku po lewej, konduktancja maleje wraz ze wzrostem parametru P . Po prawej wyraźnie natomiast widać, że im większe P , tym mniejsze jest odbicie Andreeva (elektrony przestają odbijać się jako dziury). W zjawisku odbicia Andreeva dziura, która jest odbijana, ma przeciwny spin do wysyłanego elektronu. W przypadku dużej polaryzacji spinowej w ferromagnetyku dziura, która miałaby się odbić nie ma dostępnego stanu. Z tego powodu odbicie Andreeva nie zachodzi dla dużych P .

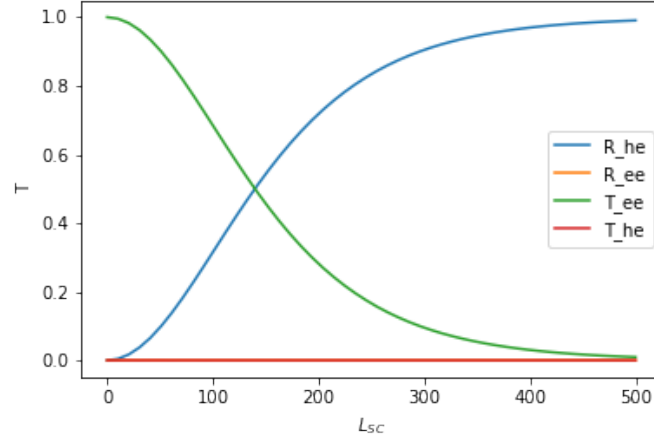
Zadanie 2



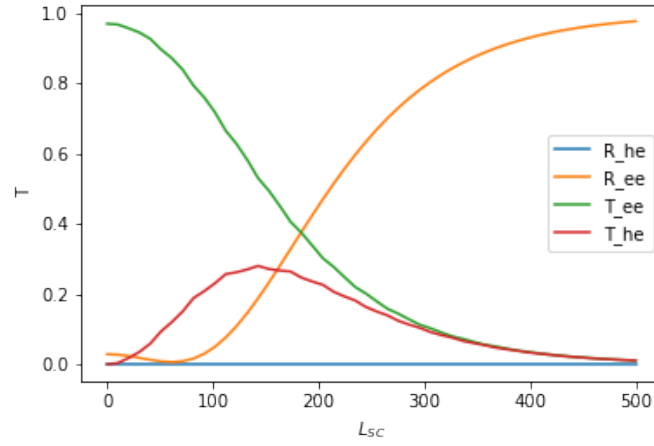
Rys. 4: Współczynniki transmisji w funkcji energii padającego elektronu dla złącza NM/SC/NM. Wyniki dla złącza, w którym długość obszaru SC (lewy) $L_{SC} = 10$ nm oraz (prawy) $L_{SC} = 250$ nm

Dla $L_{SC} = 10\text{nm}$ elektron po prostu przelatuje przez obszar nadprzewodnika - $T_{ee} = 1$. Natomiast dla $L_{SC} = 250\text{nm}$ zachodzi odbicie Andreeva. Transmisja T_{ee} rośnie dopiero dla wyższych energii elektronu. W obu przypadkach R_{ee} oraz T_{he} są równe 0.

...



Rys. 5: Współczynniki transmisji w funkcji długości obszaru nadprzewodzącego L_{SC} dla złącza NM/SC/NM. Wyniki dla energii padającego elektronu $E = 0.1$ meV.



Rys. 6: Współczynniki transmisji w funkcji długości obszaru nadprzewodzącego L_{SC} dla złącza FM/SC/NM. Wyniki dla energii padającego elektronu $E = 0.1$ meV, $P_r = 0$ oraz $P_l = 0.995$.

W przypadku złącza FM/SC/NM możemy zaobserwować skośne odbicia Andreeva. Z powodu wysokiej polaryzacji ferromagnetyka po lewej stronie, R_{he} jest równe 0. Mimo to odbicie Andreeva zachodzi poprzez skośne odbicie dziury z obszaru metalu znajdującego się po prawej stronie.