

15. Magnetowiderstandsmessung am Molekülkontakt

Der Magnetowiderstand (MR) bei kleinen Spannungen durch einen Molekülkontakt sei wie folgt definiert durch die Leitwerte bei paralleler und antiparalleler Spinpolarisierung der Elektroden:

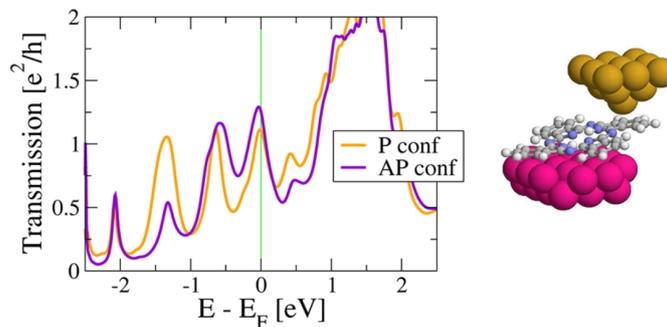
$$MR = \frac{G^P - G^{AP}}{G^{AP}} = \frac{T_{maj,maj} + T_{min,min} - T_{maj,min} - T_{min,maj}}{T_{maj,min} + T_{min,maj}}$$

Dabei wird angenommen, dass nur ein Molekülniveau am Transport beteiligt ist und der Leitwert durch die spinabhängige Transmission

$$T_{S,D} = \frac{\Gamma^S \Gamma^D}{\Delta^2 + \frac{(\Gamma^S + \Gamma^D)^2}{4}}$$

gegeben ist. Δ bezeichnet den Abstand zwischen Molekülniveau und Fermi-Energie der Elektroden; $S, D = maj, min$. Die Hybridisierung mit Spitze und Probe wird als symmetrisch angenommen: $\Gamma_{Spitze}^{maj} = \Gamma_{Probe}^{maj}$ und $\Gamma_{Spitze}^{min} = \Gamma_{Probe}^{min}$

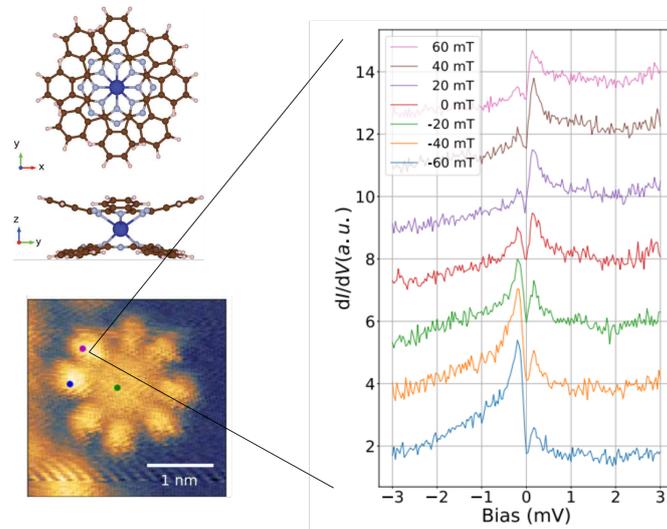
- Zeigen Sie, dass MR für den off-resonant Fall ($\Delta \gg \Gamma^S + \Gamma^D$) nur von der Oberflächen-spinpolarisation $r_s = \Gamma^{maj}/\Gamma^{min}$ abhängt.
- Zeigen Sie, dass MR für den resonanten Fall ($\Delta \ll \Gamma^S + \Gamma^D$) nur noch halb so groß ist.
- Die berechnete Transmission für einen Mn/Molekül/Fe-Kontakt ist unten gezeigt. Im Experiment zeigt sich ein reduziertes MR (50% statt 65%) im Vergleich zum Co/Molekül/Co-Kontakt, der in der Vorlesung vorgestellt wurde. Dabei wurde eine sehr breite Streuung der Werte beobachtet. Warum ist der Mn/Molekül/Fe-Kontakt trotzdem für Anwendungen interessant? Welche Näherung trifft im Experiment oft nicht zu und könnte die Streuung erklären?



Bagrets et al, Nano Lett. 2012, 12, 5131

16. Kondo-Effekt im RTM mit spin-polarisierter Spitze

Wie in Aufgabe 13. besprochen, zeigt ein Phthalocyanin-Doppeldecker-Molekul mit zentralem Dysprosium-Atom einen Kondo-Effekt, der durch ein ungepaartes Elektron auf dem Liganden erklärt werden kann. Nun wird eine mit Chrom beschichtete Spitze verwendet und die differentielle Leitfähigkeit (dI/dU) auf dem Liganden gemessen. Erklären Sie die dI/dU -Spektren qualitativ in Bezug auf Form, Asymmetrie und Veränderung mit Magnetfeld.



Aus Doktorarbeit Timo Frauhammer

17. Molekulare Elektromotoren

Ein auf der Oberfläche verankertes Dreibeinmolekül mit drehbarer Kopfgruppe soll im Rastertunnelmikroskop als molekularer Elektromotor genutzt werden. Schätzen Sie für folgende Realisierungen die Arbeit ab, die ein solcher Motor pro Umdrehung verrichten könnte. Welches Verhältnis aus Umdrehungen entsprechend/entgegen der Antriebsrichtung erwarten Sie bei 5 K (bei 30 mK)?

- Ein spinpolarisierter Strom von 50 nA wird in ein geeignetes Molekül injiziert (links). Dabei ändert sich auf Grund der Spin-Bahn-Wechselwirkung die Spinpolarisierung von 16 % auf 0 %, so dass ein Drehmoment auf das Molekül übertragen wird.
- In Analogie zu makroskopischen Motoren soll die Lorentzkraft als Antrieb für einen molekularen Motor in Betracht gezogen werden. Die effektive Leiterlänge (senkrecht zum angelegten Magnetfeld von 6 T) der molekularen Kopfgruppe, die von einem Strom von 100 nA durchflossen wird, soll 0,7 nm betragen (rechts).
- Überlegen Sie, welche weiteren Anforderungen erfüllt werden müssten, damit ein solcher Motor realisiert/untersucht werden kann.

