

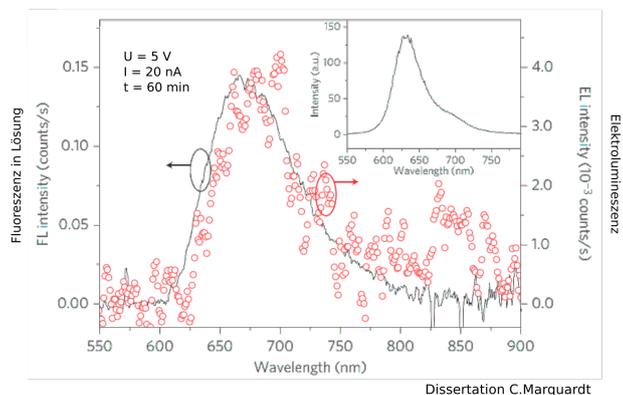
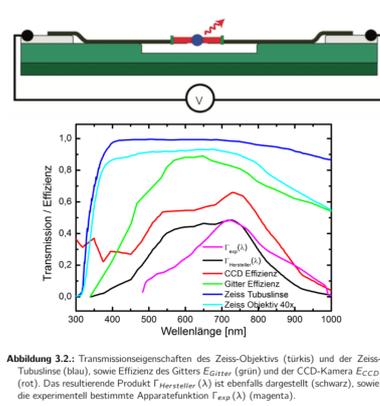
15. Elektrolumineszenz von NDI-Molekülen im CNT-Kontakt

Es soll die Elektrolumineszenz eines Naphthalenediimide-Molekülkomplexes untersucht werden. Dazu soll das Molekül in einer Carbon-Nanotube-Lücke elektrisch kontaktiert (siehe Bild) und das emittierte Licht spektroskopisch untersucht werden.

- Wozu dienen die einzelnen Teile des Moleküls, das in a) skizziert ist? Wie groß/klein sollte die Lücke in der CNT sein? Wie könnte man diese herstellen?

Für den Aufbau des Experiments soll die zu erwartende Lichtintensität an einem vereinfachten Modell abgeschätzt werden. Nehmen Sie dazu an, dass Löcher und Elektronen symmetrisch in das Molekül injiziert werden und dort unter Lichtemission rekombinieren können. Warum können wir hier in erster Näherung Anregungen in Triplet-Zustände vernachlässigen?

- Die mittels Fluoreszenzspektroskopie ermittelte Lebenszeit des angeregten Zustands sei 50 ns. Der Strom durch den molekularen Kontakt betrage 20 nA. Wie viele Photonen pro injiziertem Elektron-Loch-Paar erwarten Sie maximal?
- Um die Ausbeute am Detektor abzuschätzen, nehmen Sie an, dass das Molekül in alle Raumrichtungen isotrop abstrahlt und das Objektiv des Mikroskops einen Linsendurchmesser von der Probe entfernt ist. Die Effizienz des optischen Systems ist in der Abbildung angegeben. Wie lange dauert die Messung eines aussagekräftigen Spektrums, wenn Sie den Wellenlängenbereich von 600 bis 900 nm einer Auflösung von 1 nm abdecken möchten und durchschnittlich 100 Counts pro Bin brauchen?



- Im tatsächlichen Experiment wurde das unten gezeigt Spektrum bei einem Strom von 20 nA aufgenommen. Vergleichen Sie mit obiger Abschätzung.

16. Lumineszenz von H₂-Pc im STM

Ein H₂-Phthalocyanin-Molekül wird auf einer NaCl-Schicht deponiert und mit dem Rastertunnelmikroskop untersucht. Wird die Spitze über dem Moleküle positioniert, so dass Elektronen in das Molekül tunneln können, beobachtet man Lichtemissionsspektren wie im Bild links gezeigt. Die angegebene Spannung wird dabei an die Probe mit dem Molekül angelegt. Es sind zwei Emissionslinien zu erkennen, die mit X (1,4 eV) und Q (1,8 eV) bezeichnet werden. Nehmen Sie an, dass zu einer bestimmten Zeit nur eine der beiden Linien emittiert wird und im Spektrum eine Überlagerung zu sehen ist.

- Wie könnte die X-Linie erklärt werden, die nur bei negativen Spannungen auftritt und bei Photolumineszenz-Experimenten in Lösung nicht zu sehen ist? Hinweis: Durch welchen Prozess rücken HOMO und LUMO näher zusammen?
- Die Intensität (Photonenzählrate) der X-Linie scheint höher zu sein, als die der Q-Linie. In einem zweiten Experiment werden die Intensitäten der beiden Linien als Funktion des Stroms gemessen (mittleres Bild). Die Intensität der Q-Linie steigt schwächer als linear mit dem Strom an, die der X-Linie deutlich steiler. Wenn die selben Daten als Funktion des Abstands und normiert mit dem Strom geplottet werden (rechts), erhält man einen Abfall der Photonenzahl/Ladung für die Q-Linie und einen steileren Anstieg für die X-Linie. Was bedeutet das für die Effizienz der X-Linie im Vergleich zur Q-Linie?

