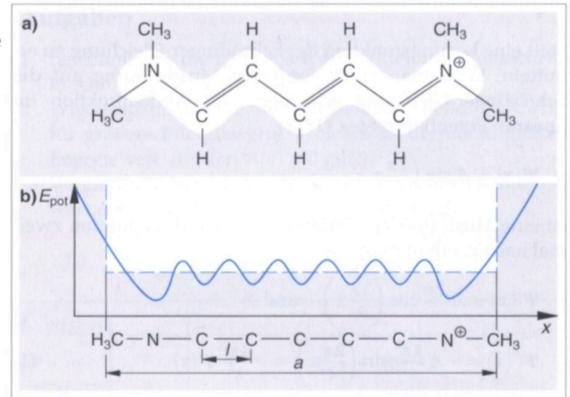


Warum sind Rosen rot? - Elektronen als Wellen Rosen enthalten u.a. organische, d.h. auf Kohlenstoff basierende Moleküle, die Ketten aus Atomen bilden, von denen 8 jeweils ein e^- nicht für eine Bindung benötigen. Diese sind entlang der Kette nahezu frei beweglich (man spricht auch von delokalisierten π -Elektronen).

Ein solches Molekül lässt sich in guter Näherung als unendlich hoher linearer Potentialtopf für die e^- betrachten, in dem diese nur bestimmte Energieniveaus einnehmen können (nach dem Pauliprinzip jeweils höchstens zu zweit). Rechts ist ein solches Cyaninmolekül sowie der Potentialverlauf dargestellt.



- 1.1. Leiten Sie allgemein unter der Annahme, dass die Ψ -Funktionen der e^- in einem Potentialtopf der Länge a stehende Wellen mit den Randbedingungen $\Psi(0)=0$ und $\Psi(a)=0$ sind, die Gleichung für die erlaubten

$$\text{Energieniveaus her: } E_n = \frac{h^2}{8m_e a^2} \cdot n^2 \quad \text{mit } n=1,2,3,\dots$$

- 1.2. Beschreiben und erläutern Sie den energetisch tiefsten, d.h. stabilen Zustand des Moleküls: Welche Energieniveaus sind normalerweise besetzt, wenn keines der e^- angeregt ist?
- 1.3. Das angeregte Cyaninmolekül besitzt ein e^- mit $n=5$. Berechnen Sie E_5 unter der Annahme, dass der mittlere Abstand der Atome, die den Potentialtopf bilden, $l=0,15 \text{ nm}$ ist.
- 1.4.
- Welche Wellenlänge hat das emittierte Licht, wenn sich das Molekül energetisch abregt?
 - Welcher Farbe entspricht diese Wellenlänge?
 - Warum erscheinen die Rosen dem Betrachter dann trotzdem rot?

Eingesperrte Teilchen In der Quantenmechanik ist einiges anders als in der makroskopischen Welt. Insbesondere auf einen bestimmten Raumbereich beschränkte Teilchen verhalten sich mitunter sehr merkwürdig.

- 2.1. Begründen Sie, warum es unmöglich ist, ein Elektron an einem Punkt zu fixieren.
- 2.2. Um wieviel „günstiger“ ist es für zwei H-Atome ein H_2 -Molekül zu bilden („kovalente Bindung“): Berechnen Sie die Energie, die bei diesem Vorgang frei wird. (Gehen Sie dabei von einem H-Atomdurchmesser von 2 \AA aus.)
- 2.3. Beim β -Zerfall zerfällt ein Neutron in ein Proton und ein Elektron.
- Warum muss das Elektron aus dem Kern entweichen („ β^- -Strahlung“)? Was müsste nach der „klassischen“ Physik geschehen? Begründen Sie Ihre Antworten physikalisch!
 - Schätzen Sie die Geschwindigkeit des e^- ab.
 - Warum darf das Proton bleiben?

- $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$
- siehe Formelsammlung

