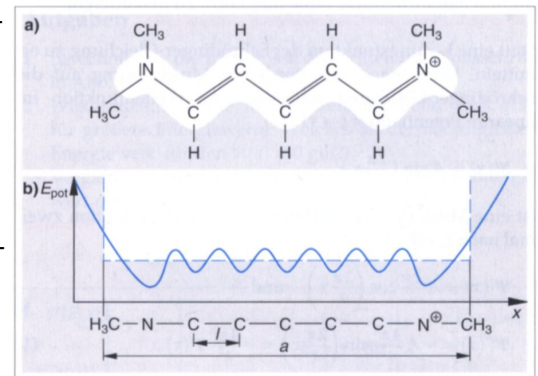


Warum sind Rosen rot? - Elektronen als Wellen Rosen enthalten u.a. organische, d.h. auf Kohlenstoff basierende Moleküle, die Ketten aus Atomen bilden, von denen 8 jeweils ein e^- nicht für eine Bindung benötigen. Diese sind entlang der Kette nahezu frei beweglich (man spricht auch von delokalisierten 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 Energieniveaus her: $E_n = \frac{h^2}{8m_e a^2} \cdot n^2$ mit $n=1,2,3,\dots$ (9 Punkte)
- 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? (5 Punkte)
- 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. (5 Punkte)
- 1.4.
 - a) Welche Wellenlänge hat das emittierte Licht, wenn sich das Molekül energetisch abregt? (5 Punkte)
 - b) Welcher Farbe entspricht diese Wellenlänge? (3 Punkte)
 - c) Warum erscheinen die Rosen dem Betrachter dann trotzdem rot? (3 Punkte)

Das Bohrsche Atommodell war das erste Atommodell, das Elemente der Quantenmechanik enthielt. Bei allen Schwächen (Widersprüche zur Heisenbergschen Unschärferelation, kann chemische Bindungen nicht erklären etc.) ebnete es doch den Weg zu einem Verständnis der Atomhülle. Viele beobachtbare Eigenschaften des Wasserstoffs lassen sich mit ihm erklären und z.T. präzise vorausberechnen.

Elektronen mit der kinetischen Energie $E_{\text{kin}} = 10,0 \text{ eV}$ treffen auf ein Gas aus Wasserstoffatomen, die sich zum größeren Teil im Grundzustand, zum kleineren Teil im ersten angeregten Zustand befinden ($n=2$).

(Tipp: Für die gesamte Aufgabe ist es hilfreich, sich die Energiestufen, das sog. Termschema, vom Wasserstoff einmal aufzuzeichnen.)

- 2.1. Weisen Sie nach, dass die Wasserstoffatome im Grundzustand von den Elektronen nicht angeregt werden können. (5 Punkte)
- 2.2. Zeigen Sie, dass die Wasserstoffatome im ersten angeregten Zustand von den Elektronen in jeden beliebigen höheren Zustand angeregt und auch ionisiert werden können. (5 Punkte)
- 2.3. Geben Sie ein mögliches Verfahren an, um die kinetische Energie der Elektronen zu messen, nachdem sie durch das Wasserstoffgas geflogen sind. (5 Punkte)

Es wurden nun die Energien der Elektronen nach Verlassen des Gases gemessen¹, d.h. das Energiespektrum der Elektronen wurde ermittelt.

- 2.4. Erklären Sie, wie die drei Werte $10,0 \text{ eV}$, $8,1 \text{ eV}$ und $7,5 \text{ eV}$ im Energiespektrum dieser Elektronen zustande kommen. (8 Punkte)

Ein H^+ -Ion fängt ein freies Elektron mit geringer kinetischer Energie ($E_{\text{kin}} < 0,1 \text{ eV}$) ein, wobei ein Photon mit $\lambda = 800 \text{ nm}$ entsteht.

- 2.5. Ermitteln Sie durch Rechnung und Vergleich mit den Überlegungen zu 2.2., auf welchem Energieniveau sich das Elektron unmittelbar nach dem Einfang befindet. [zur Kontrolle: $n = 3$] (4 Punkte)
- 2.6. Berechnen Sie die Geschwindigkeit des Elektrons vor dem Einfang. (6 Punkte)

1 Unabhängig davon, ob Ihnen in 2.3. ein geeignetes Verfahren eingefallen ist. ;-)