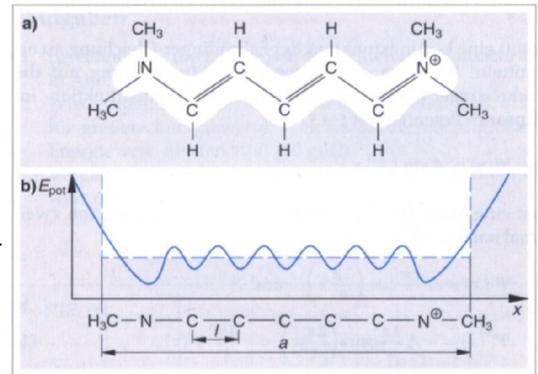


Warum sind Rosen rot? - Elektronen als Wellen Rosen enthalten u.a. organische, d.h. auf Kohlenstoff basierende Moleküle, die Ketten aus Atomen bilden, von denen 8 jeweils ein e^- nicht für eine Bindung benötigen. Diese sind entlang der Kette nahezu frei beweglich (man spricht auch von delokalisierten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

Radioaktivität in der medizinischen Diagnostik Für manche medizinischen Diagnosen ist es wichtig, die Blutmenge im Organismus zu kennen. Man kann dazu folgendes Verfahren anwenden: In den Blutkreislauf des Patienten wird 1 cm^3 einer Lösung mit roten Blutkörperchen gespritzt, die mit radioaktivem Technetium (^{99m}Tc - das m steht dabei für *metastabil* - geht mit einer Halbwertszeit von 6,0 h unter Aussendung von γ -Strahlung in ^{99}Tc über) markiert sind. Nach einiger Zeit hat sich die Lösung gleichmäßig im Blut verteilt. Dem Patienten werden dann 20 cm^3 Blut entnommen und die Aktivität des beigemischten Technetiums gemessen. 1,5 h nach dem Präparieren und Einspritzen der Lösung wird an der entnommenen Blutprobe die Aktivität 43,5 kBq gemessen. Die ursprüngliche Aktivität der eingespritzten Lösung betrug 15 MBq.

- 2.1. Wie viel Gramm des Radionuklids ^{99}Tc wurden beim Ansatz der Lösung für 1 cm^3 verwendet?
- 2.2. Welches Blutvolumen ergibt sich aus den vorliegenden Angaben für den Patienten?

Das entstehende ^{99}Tc -Nuklid ist ein β^- -Strahler mit der maximalen kinetischen Energie der emittierten Elektronen von 0,30 MeV.

- 2.3. Welchen maximalen Impuls erhält der Kern durch den Rückstoß beim Zerfall? Berechnen Sie hieraus (nichtrelativistisch) die kinetische Energie, die der Kern maximal durch diesen Rückstoß aufnimmt.
- 2.4. Geben Sie die vollständige Gleichung für den β^- -Zerfall von ^{99}Tc an. (Tipp: ^{99}Tc finden Sie nicht in dem Ausschnitt der Nuklidkarte, aber ein Blick in das Periodensystem der Elemente sollte Ihnen weiterhelfen.)
- 2.5. Skizzieren und erläutern Sie qualitativ das Energiespektrum der emittierten Elektronen.

(Tipp: Eine Erklärung sollte ein 1930 von Wolfgang Pauli aufgestelltes Postulat zur Rettung des Energieerhaltungssatzes erwähnen.)

Konstanten und Einheiten
siehe Formelsammlung
• Viel Spaß!

