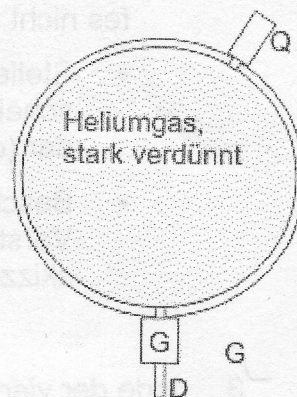


1. Eine Quelle Q emittiert einen Strahl von Elektronen. Diese treten mit der einheitlichen Geschwindigkeit $v_0 = 3,75 \cdot 10^6$ m/s in einen Behälter ein, wo sie mit verdünntem Heliumgas wechselwirken können. Mit Hilfe des Geschwindigkeitsfilters G und eines Detektors D wird das Geschwindigkeitsspektrum der Elektronen untersucht, die aus dem Behälter austreten.



Das Geschwindigkeitsspektrum weist bei folgenden Geschwindigkeiten diskrete Maxima auf:

$$v_0 = 3,75 \cdot 10^6 \text{ m/s}, v_1 = 2,58 \cdot 10^6 \text{ m/s}, v_2 = 2,46 \cdot 10^6 \text{ m/s},$$

$$v_3 = 2,40 \cdot 10^6 \text{ m/s}. \text{ Für } v < v_4 = 2,33 \cdot 10^6 \text{ m/s} \text{ erscheint ein Kontinuum.}$$

- Deuten Sie die Vorgänge im Gasraum und erläutern Sie, wie es zum angegebenen Geschwindigkeitsspektrum kommt.
- Berechnen Sie die aus den Messergebnissen folgenden Energiestufen eines Heliumatoms in Elektronenvolt und zeichnen Sie dazu ein quantitatives Energieniveauschema.
- Das Heliumgas sendet Licht aus, unter anderem eine diskrete Linie mit der Wellenlänge 492 nm. Welchem Übergang entspricht diese Linie im Energieschema von Teilaufgabe 2b?
- Warum ist es sehr unwahrscheinlich, dass bei diesem Versuch ein Elektron mehrere unelastische Stöße durchführt? Begründen Sie Ihre Aussage.

Statt Elektronen trifft nun kontinuierliche elektromagnetische Strahlung auf die Heliumatome im Grundzustand. Im anschließend beobachteten Emissionsspektrum tritt nur eine Linie auf.

- Welche kleinste Wellenlänge darf in der Strahlung noch enthalten sein, ohne dass sich die Zahl der Emissionslinien vergrößert?

(12 VP)

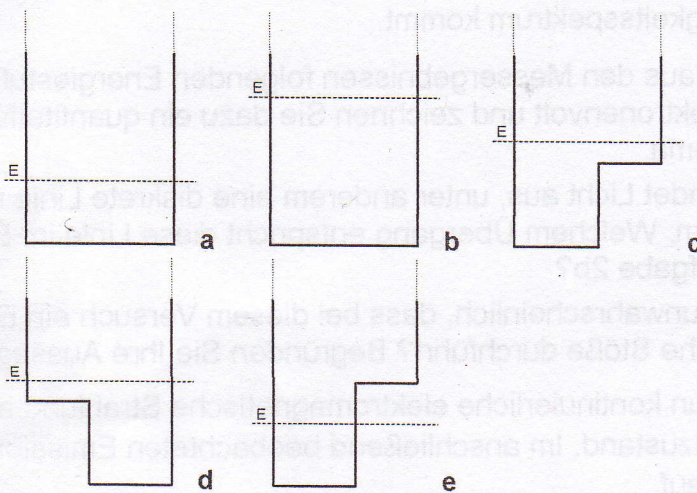
2. In dem linearen organischen Molekül β -Carotin können sich die Elektronen praktisch frei entlang einer Kohlenwasserstoffkette bewegen, das Molekül aber nicht verlassen. Das Verhalten dieser Elektronen kann näherungsweise durch das quantenmechanische Modell des eindimensionalen, linearen Potenzialtopfs der Länge a mit unendlich hohen Potenzialwällen beschrieben werden.

- Dieses Molekül wird als physikalisches System betrachtet.
 - Erläutern Sie, warum dieses System nur ganz bestimmte diskrete Energiezustände einnehmen kann.
- Die Moleküle befinden sich zunächst alle im Grundzustand. Die 22 Elektronen besetzen die Energieniveaus gemäß des Pauli-Prinzips. Die Moleküle werden durch elektromagnetische Strahlung angeregt. Im Absorptionsspektrum findet man als langwelligste Linie die mit $\lambda = 451$ nm.
 - Berechnen Sie die Länge der Kohlenwasserstoffkette.

- Welche Wellenlänge hat die nächst energiereichere Linie im Absorptionsspektrum (bei einer Moleküllänge von $L = 1,77 \text{ nm}$)?
- c) Die Aufenthaltswahrscheinlichkeit für Elektronen ist entlang des Potenzialtopfes nicht überall gleich groß.
- Stellen Sie für die Quantenzahlen $n = 1, 2$ und 3 die Aufenthaltswahrscheinlichkeit eines Elektrons als Funktion der Ortskoordinate x qualitativ dar (drei Diagramme untereinander).
 - Beschreiben Sie, wie sich ein Elektron im Potenzialtopf nach klassischer Vorstellung bewegen müsste. Erläutern Sie, ob diese Vorstellung mit den skizzierten Aufenthaltswahrscheinlichkeiten im Einklang ist.

(11 VP)

3. Jede der vier in Abb. 2 gezeichneten Verläufe der Wellenfunktion Ψ ist eine Lösung der Schrödingergleichung zu einem der in Abb. 1 dargestellten Potenzialverläufe mit den eingezeichneten Energieniveaus.



- a) Ordnen Sie die Verläufe von Ψ dem zugehörigen Potenzial zu. Begründen Sie Ihre Zuordnungen.

- b) Skizzieren Sie zum noch nicht zugeordneten Potenzialverlauf einen möglichen Verlauf der Wellenfunktion.

Abbildung 1

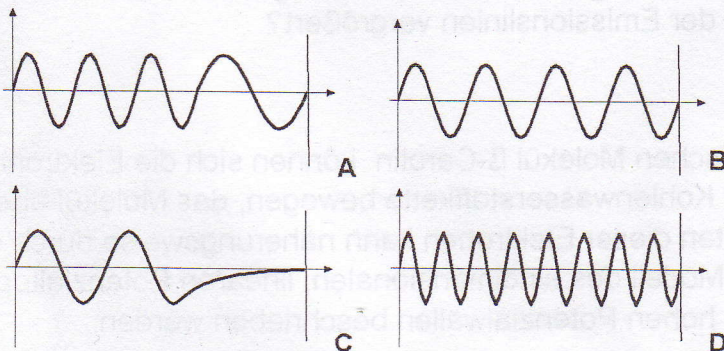


Abbildung 2

- c) Einige der in Abb. 2 skizzierten Funktionen enthalten noch kleine Fehler.
- Stellen Sie die Fehler begründet dar und skizzieren Sie die korrigierten Wellenfunktionen.

(9 VP)

Viel Erfolg

Konstanten: $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Aufgabe Nr.:	1	2	3	Abzug	Summe	N-Punkte	Note
Punkte:	7,5 (12)	7 (11)	6 (9)		20,5 (32)	08	3

Handwritten signature and date: 5.4.09 ϕ 7,5