

## Anregung von Atomen durch Elektronenstoß (Franck-Hertz-Experiment)

- Beim Franck-Hertz-Versuch mit Quecksilberatomen wurden periodische Stromstärkemaxima von 4,9V gemessen.
  - Berechnen Sie die Stoßgeschwindigkeiten und den Impuls eines Elektrons bei einer Spannung von 4,9V.
  - Welche Geschwindigkeiten können die Elektronen bei einer Spannung von 9,8V besitzen?  
Weshalb ist eine Fallunterscheidung notwendig?
  - Nach Anregung der Hg-Atome geben diese ihre Energie als Strahlung wieder ab.  
Wie groß ist diese Strahlungsfrequenz? In welchem spektralen Bereich liegt sie?
- Zum Nachweis der in Aufgabe 1c) erzeugten Strahlung fällt diese auf die Kathode einer Fotozelle, die aus Cäsium besteht.
  - Wie groß ist die Bewegungsenergie der schnellsten Photoelektronen, die dabei herausgelöst werden?
  - Berechnen Sie die Geschwindigkeit dieser Photoelektronen.
- Beim Franck-Hertz-Versuch mit Magnesiumatomen wurde eine Strahlung der Wellenlänge 468nm beobachtet.
  - Wie groß ist die Anregungsenergie bei diesen Atomen?
  - In welchen Intervallen treten die Spannungsmaxima auf?
- Wasserstoffgas soll durch Elektronenstoßprozesse zum Leuchten angeregt werden.
  - Begründen Sie, weshalb bei verschiedenen Spannungen unterschiedliche Farben entstehen können.
  - Bei welchen Beschleunigungsspannungen entsteht sichtbares Licht
- (Abitur Bayern 2002 GK)  
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.
  - Weisen Sie nach, dass die Wasserstoffatome im Grundzustand von den Elektronen nicht angeregt werden können.
  - Begründen Sie, dass die Wasserstoffatome im ersten angeregten Zustand von den Elektronen in jeden beliebigen höheren Zustand angeregt und auch ionisiert werden können
  - Geben Sie ein mögliches Verfahren an, um die kinetische Energie der Elektronen zu messen, nachdem sie durch das Wasserstoffgas geflogen sind.  
Mit dem unter c) genannten Verfahren wurden Bewegungsenergie von 10,0eV, 8,1eV und 7,5eV gemessen.
  - Erklären Sie die 3 Werte im Energiespektrum der Elektronen.

### Lösungen:

- $E=4,9\text{eV}=7,85 \cdot 10^{-19}\text{J}$       $v = \sqrt{\frac{2E}{m_e}} = 1,31 \cdot 10^6\text{m/s}$       $p = m_e \cdot v = 1,2 \cdot 10^{-24}\text{Ns}$
  - $v_1 = 1,31 \cdot 10^6\text{m/s}$  (zum 2. mal beschleunigt)  
 $v_2 = 1,86 \cdot 10^6\text{m/s}$  (Bewegungsenergie  $E=9,8\text{eV}$ )     ggf.:  $v_3 = 0$
  - Nach der Anregung mit 4,9eV erfolgt eine Energieabgabe in Form von Strahlung (Licht)  
 $f = \frac{E}{h} = 1,185 \cdot 10^{15}\text{Hz}$       $\lambda = 253\text{nm}$  (UV)
- $W_A$  (Cäsium) = 1,94eV      $\Delta E = 2,96\text{eV}=4,74 \cdot 10^{-19}\text{J}$
  - $v = \sqrt{\frac{2\Delta E}{m}} = 1,02 \cdot 10^6\text{m/s}$
- $\lambda = 468\text{nm}$       $f = 6,41 \cdot 10^{14}\text{Hz}$       $E = h \cdot f = 4,24 \cdot 10^{-19}\text{J} = 2,65\text{eV}$
  - $\Delta U=2,65\text{V}$
- Unterschiedliche Spannung erzeugen unterschiedliche Anregungsenergien
  - Quantensprung der BALMER-Serie:  
z.B: 3 → 2     Anregung bis  $E_3$       $\Delta E = E_3 - E_1 = 12,08\text{eV}$       $U=12,08\text{V}$   
z.B: 4 → 2     Anregung bis  $E_4$       $\Delta E = E_4 - E_1 = 12,75\text{eV}$       $U=12,75\text{V}$   
z.B: 5 → 2     Anregung bis  $E_5$       $\Delta E = E_5 - E_1 = 13,06\text{eV}$       $U=13,06\text{V}$
- Zur Anregung muss die Mindestenergie  $\Delta E_{1,2} = 10,2\text{eV}$  aufgebracht werden.      $\Delta E_{1,2} > 10,0\text{eV}$
  - $E_{\text{ionisation}} = \Delta E_{2,\infty} = 3,4\text{eV} < 10\text{eV}$      alle gebundenen Zustände sind kleiner als 3,4eV
  - Ablenkung der Elektronen in einem senkrecht zur Bewegung verlaufenden magnetischen Feld:  
Radius der entstandenen Kreisbahn ermöglicht die Bestimmung der Geschwindigkeit und Energie
  - 10eV:     Elektronen haben keine Energie verloren (elastische Stöße)  
8,1eV:  $\Delta E = 1,9\text{eV}$      entspricht der Anregung 2 → 3  
7,5eV:  $\Delta E = 2,5\text{eV}$      entspricht der Anregung 2 → 4