

Physik IV – Atome und Moleküle

Sommer 2009, Prof. Thomas Müller, Universität Karlsruhe

Übungsleiter: Frank Hartmann, Forschungszentrum Karlsruhe,
Tel.: +41 (76) 487 4362; Email: Frank.Hartmann@cern.ch
Was mir wichtig ist: Ich bin für Vorschläge, Kritik und Kommentare dankbar.

LÖSUNGEN Übung 1

- Hier sollen Sie eine Vorstellungen den Größordnungen und Einheiten erlangen. Bei der letzten Klausurkorrektur las ich den Wert $B = 10^{26} T$ und einen Radius von $r = 10^{-35} m$, für ein bewegtes Elektron in einem Kondensator; das B-Feld sollte das E-Feld ausgleichen. Niemand ist gegen Rechenfehler gefeit, aber solche Werte mit diesen Größenordnungen sollte man nicht unreflektiert stehen lassen.
 - Wasserstoffatom $1\text{Å} = 10^{-10}$ (auch grösser; beachte Wellenfunktion); Atomkern $1fm = 10^{-5}\text{Å} = 10^{-15}$; hier bitte Abhängigkeit von Element/Isotop klarmachen;
 $m_H \approx m_p \approx 10^{-27}kg \approx 1u$ genau 1.007 u ; Wieso nicht genau 1?
1 mol immer $6.02 \times 10^{23} = N_A$ Teilchen unabhängig von der Substanz;
1 mol $H_2O \cong 18g \rightarrow 1l \cong 1000g \cong 55.56mol \rightarrow 55.56 \times N_A \approx 10^{25}$ Wassermoleküle.
 $1A = 1C/s = n_e \times 1.6 \times 10^{-19}C/s \rightarrow n_e \approx 10^{19}$ Elektronen.
 $Q = CU = 10^{-12} \times 10C = 10^{-11}C \approx 6 \cdot 10^7 e^-$
 - Loschmidtzahl: $6.02 \times 10^{23} = N_A$ Anzahl Atome oder Moleküle, um die Substanzmenge in Gramm der Atomaren Masseinheit u zu erhalten, Elektrolyse (Haken Wolf Seite 7f)
 - $1eV \cong 1.6 \times 10^{-19}J \rightarrow 1MeV = 1.6 \times 10^{-13}J$ Warum:
Proton mit $5GeV$ $E_p = \gamma m_p c^2$; $m_p = 1GeV/c^2 \rightarrow \gamma = 5GeV/1GeV \rightarrow \beta = v/c = 0.98$; 98% der Lichtgeschwindigkeit
Elektron mit $1MeV$: $\beta = 0.87$
Elektron mit $E=10eV$: $E = 1/2mv^2$; $m_e = 0.5MeV/c^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \times 10eV}{0.5MeV}}c = 0.0063c = 1.9 \times 10^6 m/s$
Bindungsenergie im H-Atom $\sim eV$
- Hier geht es darum den Studenten die 3 verschiedenen Hauptverfahren zur Gittergrößenbestimmung nahezubringen.
Konstruktive Interferenz für $\Delta = 2d \sin \vartheta = n$ Haken-Wolf Seite 17
 - Bragg Drehkristallverfahren:

Einkristall; monochromatisches Licht; Kristall wird gedreht \rightarrow konstruktive Interferenz für verschiedene Netzebenen erfüllt

- Laue:
Einkristall; fester Einfallswinkel; Röntgenlicht mit kontinuierlicher Spektralverteilung \rightarrow konstruktive Interferenz für bestimmte Wellenlänge erfüllt
- Debeye-Scherer:
polykristalline (pulverförmige) Probe; monochromatisches Licht; jede Netzebene und Kristallorientierung kommt gleichzeitig vor \rightarrow Interferenzkegel \rightarrow Interferenzringe

3. Radius de He-Atoms:

$$m_{He} = 4.003g/mol; \rho_{He} = 0.13g/cm^3 \text{ dichteste Kugelpackung}=74\%; V = \frac{m_{He}}{\rho_{He}}$$
$$V_{He} = 0.74 \times V_0 = 0.74 \times \frac{m_{He}}{\rho_{He}} = 22.79 \frac{cm^3}{mol}; \frac{V_{He}}{N_A} = \frac{4\pi}{3} r_{He}^3 \Rightarrow r_{He} = \left(\frac{3}{4\pi} \frac{V_{He}}{N_A} \right)^{\frac{1}{3}} = 2.083\text{\AA}$$

4. Auflösung: Die Linsenfehler gehen in n und α ein. Sichtbares Licht: theoretisch 5000\AA ; praktisch 5000\AA
Röntgenlicht $\lambda = 1\text{\AA}$: theoretisch 1\AA ; praktisch einige 100\AA ; es gibt keine geeigneten Linsen!
Elektronen $100\ 000\text{Volt} \cong 0.037\text{\AA} \rightarrow 0.04\text{\AA}$ praktisch einige $2\text{-}5\text{\AA}$ Linsen bestehen hier aus elektrischen und magnetischen Feldern; Probleme Linsenfehler!
Kerne: theoretisch $\lambda = 1fm$ $c = \lambda\nu \rightarrow \nu = 3 \times 10^{23} Hz$; praktisch HA!HA!
5. Bitte Haken Wolf Seite 21f lesen. Dieser Stoff wird vorraussichtlich nicht in der Vorlesung behandelt.