

Aufbau der Materie - WS 2014/15

Beginn 13.10.2014

Montags 10-12 Vorlesung Erg 2

Ende 06.02.2015

Freitag 10-11 Vorlesung Erg 2

11-12 Übung

1x Vorrechnen Pflicht Erg 2

Esch kein Blatt für Freitag, aber Übung

Ausfalltermine: 28.11.2014 SANS

01.12.2014 SANS

22.12.2014 Dins

05.01.2015 Dins

Klausur 70 2003

Termin → 06.02.2015
10-12h

Praktikumsgruppen
manche nicht
bekommen

Keine Klausur sondern Kollegs!

23.02. - 25.02.2015

Anmeldung übers Prüfungsamt

1. Nachholtermin

23.03. - 25.03.2015

Hoffentlich kein 2. Nachholtermin

→ Film gucken BRα

(~15 min)

Episode 49 Das Atom

Film Dalton & Niels Bohr

Meilensteine der Naturwissenschaften

Zweck der Vorlesung:

Verständnis über den Auf-

bau und die Beschreibung

von einfachen Atomen

Anwendung dieses Wissens auf

Spektroskopie

Warum muss man den Aufbau der Materie verstehen?

Historisch betrachtet gab es eine Vielzahl von experimentellen Beobachtungen, die mit dem jeweiligen Modell zur Beschreibung von Materie nicht übereinstimmen

• Aufkommen des Atombegriffs: Demokrit 5. Jahrhundert
von Christus, Athen

↳ Elemente (Feuer, Wasser, Erde, Luft) sind alle das selbe und werden in einander umgewandelt. Sie bestehen aus kleinen nicht weiter zerlegbaren Teilchen, den Atomen (gr. *atomos*: unteilbar)

• Dalton (1806): Gesetz der multiplen Proportionen
Bilden zwei Elemente mehrere Verbindungen miteinander, dann stehen die Massen desselben Elements zueinander im Verhältnis kleiner ganzer Zahlen

Immer noch Betrachtung: Atome sind kleine nicht weiter zerlegbare Kugeln (→ Vorlage für kin. Gastheorie)

⇒ Messung der Viskosität von Stoffen (Elementen) als Anhaltspunkt für die Dimensionen der Atome

$$r_A \approx 10^{-10} \text{ m (1 \AA bzw 100 pm)}$$

$$m_A \approx 10^{-27} - 10^{-25} \text{ kg}$$

Bis hier Welt noch in Ordnung..

• Henry Becquerel (1896): Entdeckung der Radioaktivität

→ Photoplatte wird neben Uranpräparat geschwärzt
Problem: Beides versperrt, kein Kontakt; Woher als die Reaktion?

→ Es muss eine ionisierende, unsichtbare Strahlung vom Uran ausgehen ↓ zum bestehenden Atommodell

→ 3 Sorten Strahlung

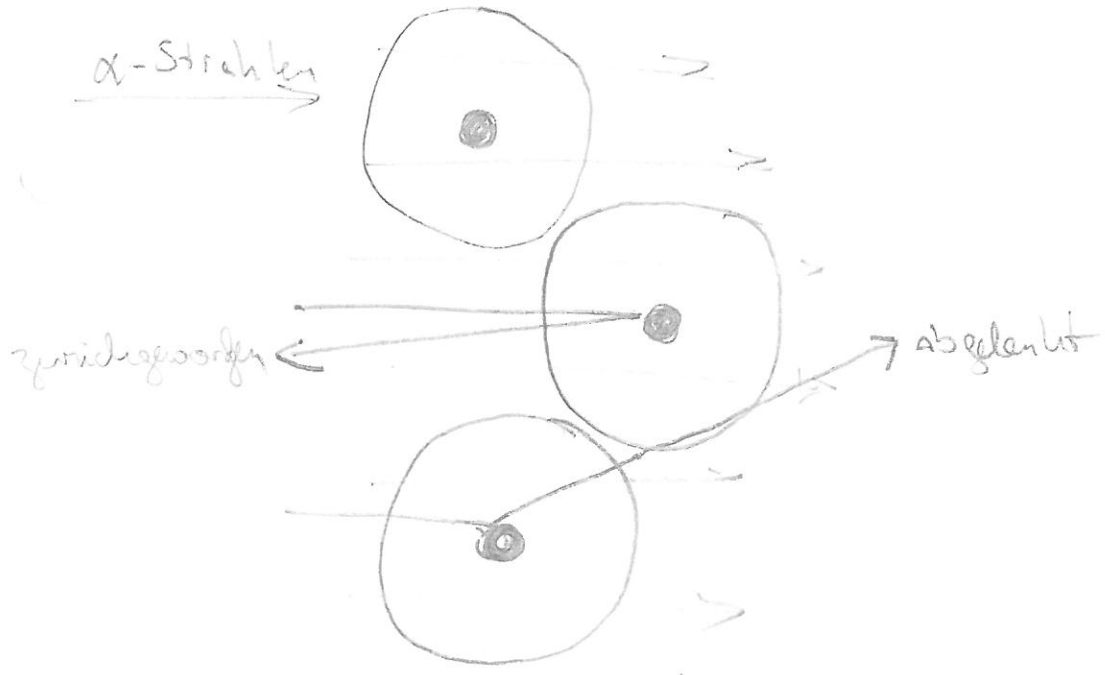
α-Strahlung: He^{2+} (${}^4_2\text{He}$ -Teilchen)

β-Strahlung: e^- ($e_0 = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ As}$, $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$)

γ-Strahlung: energiereiche elektromagnetische Strahlung (Röntgen, Licht etc)
 $\lambda = 10^{-10} - 10^{-8} \text{ cm}$ (Licht etwa 10^{-4} cm)

• Ernest Rutherford (1911): Atome müssen eine Struktur haben

Experiment: Dünne Goldfolie mit α-Strahlen beschossen



Beobachtung:
Fast alle Teilchen passieren die Goldfolie

Deutung: Die Ablenkung (Streuung) erfolgt immer dann, wenn die α-Teilchen auf eine positive Ladung (Kern) treffen. Diese elektrostatische Abstößung findet nicht statt, wenn der Abstand groß genug ist.

→ Rutherford'sches Atommodell

Atome Kern $\sim 10^{-15}$ m = r_A , fast komplette Masse im Kern, ansonsten leer. Elektronen umkreisen den Kern auf fixen Bahnen, so dass die elektrostatische Anziehung F_{el} und die Fliehkraft F_z sich kompensieren

$$F_{el} = F_z$$

(vgl. mit Sonnensystem)

Modell in Übereinstimmung mit klassischer Mechanik, aber im Konflikt mit der Elektrodynamik.

Elektron sollte beim Umlauf kontinuierlich Energie (Licht) abstrahlen und spiralförmig in den Kern stürzen

→ Atom ist instabil! ⚡
Aber Atome sind stabil! ⚡

• Strahlung eines schwarzen Körpers

Heiße Objekte geben elektromagnetische Strahlung ab
Hohe Temperatur → viel des Lichts im sichtbaren Spektrum
Je höher die Temperatur, desto kurzwelliger und energiereicher das Licht

Experiment: Schwarzer Körper $\hat{=}$ idealer Strahler
(absorbiert und emittiert alle Wellenlängen gleich stark)

Aufbau: hohle Kugel, von innen schwarz mit kleiner Öffnung, Kugel hat Temperatur T und Strahlung wird im Inneren mehr fach absorbiert und emittiert die sie austritt (Loch) und deklattiert wird, d.h. Strahlung im GGW auf den Wänden

④ Frage: Wellenlängenverteilung?

Stromlinien

Abb. \rightarrow pptx $\rho(\lambda)_T$

Mit steigender Temperatur nimmt Energiedichte im sichtbaren Bereich zu, das Maximum schieft zu kleineren λ .
Die gesamte Energie E (Integral über Kurve) nimmt mit steigender Temperatur zu ($E \sim T^4$)
Relative Intensität der Strahlen:

$$I = \frac{E}{A \cdot t}$$

\rightarrow Stefan-Boltzmann Gesetz $E \sim T^4$

\rightarrow Wiensche Verschiebungsgesetz $\lambda_{\max} \sim \frac{1}{T}$

• Max Planck (1900)

17.10.2014

Beobachtung am schwarzen Strahler erklärbar, wenn man annimmt, dass die Energie eines elektromagnetischen Oszillators auf bestimmte Werte begrenzt ist. (Quantelung oder Quantisierung)

$$\Delta \epsilon_{\text{Osz.}} = n \cdot h \cdot \nu$$

$n \in \mathbb{N}$ $\nu = c/\lambda$ Frequenz

$$h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

(Plancksches Wirkungsquantum)

widerspricht komplett der klassischen Physik z.B. Fedes

• Albert Einstein (1905) Photoelektrischer Effekt

Beobachtung: Werden Metalloberflächen mit UV-Licht bestrahlt, so werden Elektronen herausgelassen \rightarrow Strom fließt

aber • für jedes Metall ist eine bestimmte Frequenz nötig, egal wie hoch die Intensität ist

$$E_{\text{kin, e}^-} \sim \lambda \neq f(I)$$

• sobald Licht-Schwelle überschritten ist, nehmen sehr kleine I damit e^- fließen

(5)

Schlussfolgerung: Energie des Lichts löst Elektronen ab und beschleunigt sie

$$E_{\text{Licht}} = W_A + E_{\text{kin}}$$

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m_e v^2 = e_0 U_B$$

Intensität des Lichts legt nur fest, wie viele Elektronen abgelöst werden, E_{kin} ist aber nur proportional zu λ

$$E_{\text{Ph}} = h \nu = W_A + e_0 U_B$$

↑ Welle ↑ Teilchen Dualismus

Widerspruch zum bestehenden Atommodell?

Das Bohr'sche Atommodell (1913)

Bohr (Rutherford's Schüler) verbesserte Rutherford's Modell

4 Postulate:

1. Die Elektronen bewegen sich auf kreisförmigen Bahnen
2. Elektronen dürfen nur auf Bahnen mit dem Drehimpuls $L = \frac{n h}{2\pi}$ mit $n \in \mathbb{N}$ aufhalten
3. Strahlungsfreier Umlauf auf diesen Bahnen
4. $\Delta E = h \nu \cdot \Delta n$ bei Bahnwechsel

Zum 1. Postulat:

Zwischen elektrisch geladenen Teilchen treten elektrostatische Kräfte auf. Diese elektrostatische Kraft wird durch das Coulomb'sche Gesetz beschrieben (im Vakuum)

$$F_C \sim \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} \quad \text{bzw.} \quad F_C = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

$$\text{mit } \epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{A} \cdot \text{s}}{\text{V} \cdot \text{m}}$$

$$(1 \text{ VA} \cdot \text{s} = 1 \text{ VC} = 1 \text{ Ws} = 1 \text{ J})$$