

Physikalische Chemie Vordiplom

Datum: 21.08.09

Prüfer: Prof. Bertagnoli (P)

Prüfling: Wewi (I)

P: Mit was wollen Sie denn beginnen?

I: QM, z.B. Bohrsches Atommodell

P: Gut dann fangen wir damit an. Erzählen Sie mal...

I: Beispiel H-Atom, Elektron bewegt sich auf Kreisbahn um den Kern, dabei gilt:

$$\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

Wobei man die ganzen Konstanten sowie e und m des Elektrons kennt, v und r unbekannt sind.

P: Wie können Sie denn e und m bestimmen?

I: Am einfachsten durch Bestimmung der spezifischen Ladung $\frac{e}{m}$ z.B. nach

Durchlaufen eines Magnetfelds nach Beschleunigung in einem elektrischen Feld (Anordnung kurz skizziert, Heizkathode, Anode mit Loch anschließend M-Feld).

P: Welche Kraft in vektorieller Schreibweise wirkt auf das Elektron im M-Feld?

I: Lorentzkraft $\vec{F} = e \cdot (\vec{v} \times \vec{B})$, nach Gleichsetzen mit Zentripetalkraft kann man nach $\frac{e}{m}$ umformen.

P: Ok. Wie gehts bei Bohr weiter?

I: Hat postuliert, dass Drehimpuls gequantelt ist: $mvr = n \frac{h}{2\pi} \Rightarrow 2\pi r = n\lambda$

Der Umfang der Bahn muss also ein Vielfaches der Wellenlänge sein. Auf die Energie des Elektrons kommen wir über

$$E = T + V = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} = \dots$$

P: Jaja glaub ich Ihnen, dass sie das zu Ende rechnen können, was kommt dann raus?

I: $E = -\frac{Rhc}{n^2}$ mit n als Hauptquantenzahl und R als Rydbergkonstante.

P: Wissen Sie, wer nach Bohr nicht mit Kreisbahnen gerechnet hat, sondern mit ...

I: Ellipsenbahnen, war Sommerfeld (danke alte Prüfungsprotokolle :))

P: Gut das gilt nun alles fürs H-Atom. Wie siehts denn mit Atomen höherer Ordnungszahl aus?

I: Kann man Näherungen machen mit effektiver Kernladungszahl, d.h. die effektive Ladung was übrig bleibt nachdem die ganzen inneren Elektronen das betrachtete äußere abschirmen.

P: Jop. Das Bohrsche Atommodell find ich eigentlich nur interessant wenn man dann auch das gyromagnetische Verhältnis betrachtet (keine Ahnung wieso er dies in Zusammenhang wollte). Was ist das denn? Können Sie's herleiten?

I: $\vec{\mu} = I \cdot \vec{A}$ I: geschlossener Strom um Kreisfläche A durch Bewegung des Elektrons dieser Kreisbahn mit Bahngeschwindigkeit $v = \frac{2\pi r}{t}$

$$|\vec{\mu}| = \frac{Q}{t} \cdot r^2\pi = \frac{-ev}{2\pi r} \frac{m_e}{m_e} r^2\pi = -\frac{e}{2m_e} |\vec{L}| \quad \vec{L}: \text{Drehimpuls des Elektrons}$$

$\gamma = \frac{-e}{2m_e}$ nennt man gyromagnetisches Verhältnis.

P: Hm was wissen Sie zu Ethen?

I: Was QM betrifft nichts ...

P: Wie siehts aus mit H-Atom? (und ich hatte gehofft er macht nach 15 mins QM endlich was anderes...)

I: so naja: $V = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}$

in Schrödingergleichung $\Rightarrow \left[-\frac{\hbar^2}{8\pi^2\mu} \Delta + V\right]\Psi = E\Psi$

$$\frac{1}{\mu} = \frac{1}{m_{\text{kern}}} + \frac{1}{m_e} \approx \frac{1}{m_e} \quad \Rightarrow m_e \approx \mu$$

Weiter weiß ich nicht, weil das wird dann kompliziert, da man irgendwie mit Polarkoordinaten weiterrechnen muss.

P: Dann erklären Sie qualitativ was man macht.

I: Aufteilen in Radialanteil und winkelabhängiger Anteil und durch Separationsansatz Lösen.

P: Warum kann man das machen?

I: Man darf die Funktion nach Variablen aufteilen wie man will, man kann dabei jedoch Lösungen von Funktionen übersehen, die alle Variablen enthalten?!

P: Ja schon, aber der Separationsansatz gelingt nur wenn auf der einen Seite eben die eine Variable (r) und der anderen die winkelabhängigen Variablen (φ, ϑ) stehen und man sie gleich einer Konstante setzt. Auf was kommt man zum Schluß?

I: Also gaaanz zum Schluss auf die Quantenzahlen

$l = 0, 1, 2 \dots (n-1)$ und $m = -l, -(l+1), \dots, 0, \dots, l$

P: Welche fehlt noch? Da gibts n tolles Experiment dazu!

I: Spinquantenzahl, Stern-Gerlach-Experiment. Strahl von Ag-Atomen durch inhomogenes M-Feld \rightarrow man erhält scharfe Linien am Schirm und keine breiten Banden.

P: Wieso gerade Ag-Atome?

I: keine Ahnung

P: Wie ist denn die Konfiguration von Ag? 11. Gruppe!

I: $s^1 d^{10}$?

P: Genau, und das s-Elektron ist für diesen Effekt verantwortlich! (meinte irgendwas von $l=0$ und das sieht man eben bei Bohr nicht). Okay war genug QM!

1. Hauptsatz?

I: $dU = \delta Q + \delta W$

P: Wenn die Arbeit reversibel sein soll was gilt dann?

I: Innendruck muss jederzeit gleich Außendruck sein, Arbeit wird immer gegen Außendruck verrichtet.

P: Was passiert nun mit der Gleichung bei einem reversiblen Prozess?

I: $dU = \delta Q_{\text{rev}} + \delta W_{\text{rev}}$??

P: Können Sie Q_{rev} durch was anderes ausdrücken?

I: $dU = SdT + \delta W_{\text{rev}}$

P: Was erhält man dann für eine Energie wenn man umformt? Denken Sie doch an die maximale Arbeit, das ist doch die reversibel geleistete Arbeit!

I: Ah klar, freie Energie $A = U - TS$

P: Oft wird jedoch aus praktischen Gründen nicht die freie Energie sondern die ...

I: ... freie Enthalpie G betrachtet.

P: Totales Differenzial?

$$I: dG = \left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_{p,n} dT + \left(\frac{\partial G}{\partial p}\right)_{T,n} dp + \left(\frac{\partial G}{\partial n}\right)_{p,T} dn$$

P: Wenn Sie jetzt die ganzen partiellen Ableitungen ersetzen?

I: $dG = -SdT + Vdp + \mu dn$.

P: Okay, können Sie noch die Gefrierpunktserniedrigung herleiten?

I: Über reinem Feststoff α ist eine flüssige Mischphase β :

Bei Gleichgewicht gilt:

$$\mu^{\alpha*} = \mu^{\beta*} + RT \ln x_1$$

$$\ln x_1 = \frac{\Delta_{Sm}G}{RT} = \frac{\Delta_{Sm}H}{RT} - \frac{\Delta S_{Sm}}{R}$$

$$\ln x_1 \approx -x_2$$

P: Gut dann differenzieren nach T $\Rightarrow -\frac{\Delta_{Sm}H}{RT^2}$, was steht am Ende da?

I: $\Delta T = T - T^* = K_k \cdot x_2$

P: Zugehöriges μ -T-Diagramm?

I: \rightarrow siehe Atkins

P: Können Sie noch zum Schluss den Nernstschen Verteilungssatz herleiten?

I: Potentiale gleichsetzen:

$$\mu^{\alpha*} + RT \ln a^\alpha = \mu^{\beta*} + RT \ln a^\beta$$

$$\Rightarrow a^\alpha = a^\beta \Rightarrow \frac{x^\alpha}{x^\beta} = \frac{\gamma^\beta}{\gamma^\alpha}$$

Fazit: Mega lässiger Prüfer! Hatte jedoch gehofft, dass wenn ich mit QM anfangen, wir nach meinem Wunschthema dann schnell zu PCI wechseln, war leider nicht der Fall. War aber nicht wild, weil vor allem bei PCII macht es anscheinend nichts aus, wenn man sich ein Thema nicht angeschaut hat. Er hat mir auch sehr viel geholfen wenns mal nicht weiter ging (seine Hilfestellungen waren eigentlich immer gleich die Lösungen). Verzeiht einem auch alle Fehler wenn man es nach seiner Erklärung dann gecheckt hat!