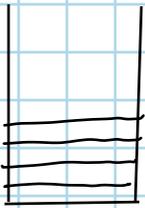


FERMI GAS MODELL



k_x, k_y, k_z

$$n = \frac{1}{h^3} 4\pi \int_0^{p_F} p^2 dp = \frac{(2m)^{3/2}}{3\pi h^3} p_F^3$$

Vol. im Phasenraum
das mit Kern in Verb. bringen

$R = r_0 A^{1/3}$
Kern

$\frac{N}{a^3} \rightarrow J = \frac{4\pi}{3} r_0^3 \cdot A$

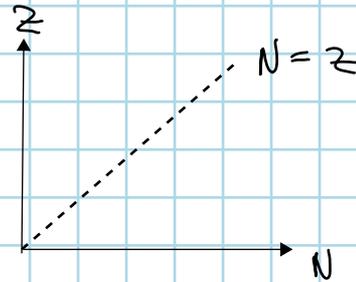
$\frac{A}{J} = \frac{3}{4\pi r_0^3}$ konst. Sättigung

$p_F^n = \left(\frac{9\pi}{4}\right)^{1/3} \frac{h}{r_0} \left(\frac{N}{A}\right)^{1/3}$

$\frac{p_F^2}{2m} = E_F$

$p_F^p = \left(\frac{9\pi}{4}\right)^{1/3} \frac{h}{r_0} \left(\frac{Z}{A}\right)^{1/3}$

keine Isotopie

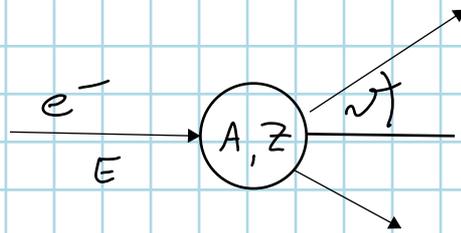


$N=Z = \frac{A}{2}$

$p_F^p = p_F^N = p_F$

$r_0 = 1,2 - 1,3 \text{ fm}$

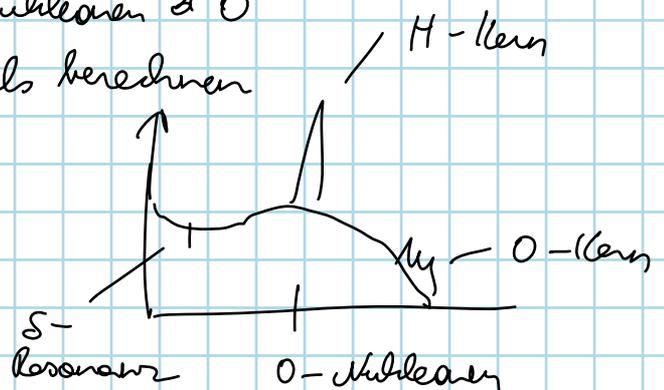
R e^- - Kernstreuung



1 Spitze: Streuung an H_2 Moleken // Abb 6.3

breiter Untergrund: Streuung an Nukleonen & O
aus Breite lässt sich Fermi Impuls berechnen

// quasi-elastische Streuung



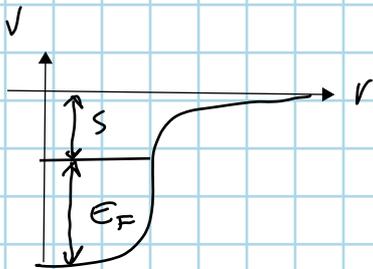
$$N = \frac{Z}{h^3} 4\pi \int_0^{p_F} dp p^2 \frac{4\pi}{3} r_0^3 A = \frac{Z}{h^3} \frac{4\pi}{3} p_F^3 \frac{4\pi}{3} r_0^3 A \Rightarrow p_F$$

TRÖPFCHENMODELL

$$B = a_v \cdot A - a_s \cdot A^{2/3} - a_c \frac{Z^2}{A^{1/3}} - a_A \frac{(N-Z)^2}{A} + S \frac{a_p}{A^{1/2}}$$

Fermigas Mod.: 20 - 25 MeV (E_F)

absächlich: 15 - 16 MeV



$$E_F = \frac{p_F^2}{2m}$$

$$T = \frac{p^2}{2m}$$

$$\bar{T} = \frac{3}{5} E_F$$

$$\bar{T}(Z, N) = Z \bar{T}(Z) + N \bar{T}(N)$$

mittel v Kern
mittel E v 1 Proton
mittel v 1 Neutron

$$= \underbrace{\frac{3}{5} \frac{1}{2m} \left(\frac{9\pi}{4}\right)^{2/3} \left(\frac{\hbar}{r_0}\right)^2}_{\text{konst. Vorf.}} \cdot \underbrace{\frac{Z Z^{2/3} + N N^{2/3}}{A^{2/3}}}_{*1}$$

$$*1 = \frac{Z^{5/3} + N^{5/3}}{A^{2/3}} = \frac{\left(\frac{1}{2}(Z+N) + \frac{1}{2}(Z-N)\right)^{5/3} + \left(\frac{1}{2}(Z+N) - \frac{1}{2}(Z-N)\right)^{5/3}}{A^{2/3}}$$

$$= \left(\frac{1}{2}\right)^{5/3} \frac{A^{5/3}}{A^{2/3}} \left[\left(1 + \frac{(Z-N)}{A}\right)^{5/3} + \left(1 - \frac{(Z-N)}{A}\right)^{5/3} \right]$$

// Entwicklung: $(1+x)^n = 1 + nx + \frac{1}{2} n(n-1)x^2 + \dots$

$$= \left(\frac{1}{2}\right)^{5/3} A \left[1 + \cancel{\frac{5}{3} \frac{Z-N}{A}} + \frac{1}{2} \frac{5}{3} \frac{2}{3} \frac{(N-Z)^2}{A} + \dots - \cancel{1 - \frac{5}{3} \frac{Z-N}{A}} + \frac{1}{2} \frac{5}{3} \frac{2}{3} \frac{(N-Z)^2}{A} + \dots \right]$$

1. Term ist v. a_v

2. Term ist v. a_A (T^2 Term) $\frac{N-Z}{2} \left(\frac{N-Z}{2} + 1\right)$

$A = \text{const}$ hier steht alles mit A drin

$$B = C - a_c \frac{z^2}{A^{1/3}} - a_A \frac{(A - 2z)^2}{A}$$

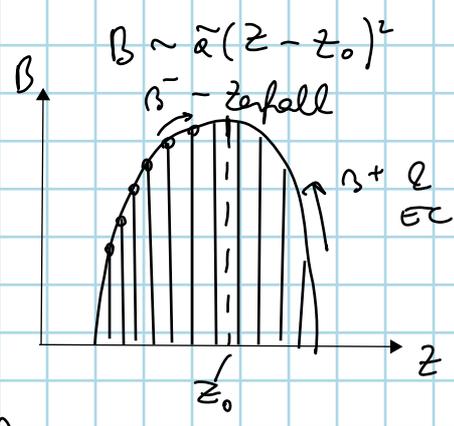
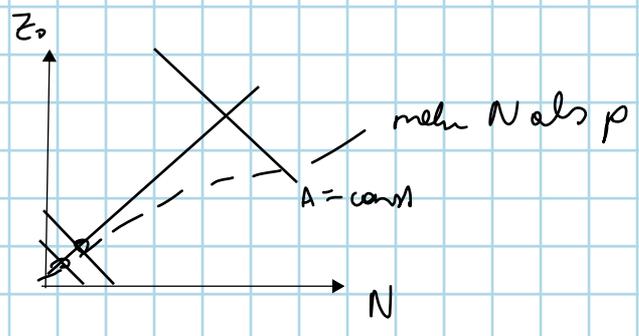
unim. gleiche Klasse
u.u., u.g. od. s.g.

$$\left. \frac{\partial B}{\partial z} \right|_{A=\text{const}} = 0$$

$$- 2 a_c \frac{z_0}{A^{1/3}} - a_A 2 \frac{A - 2z_0}{A} (-2) = 0$$

$$z_0 \left(-8 a_A \frac{1}{A} - 2 a_c \frac{1}{A^{1/3}} \right) + a_A = 0$$

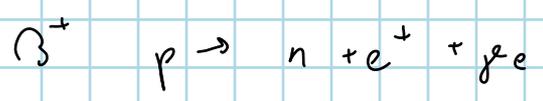
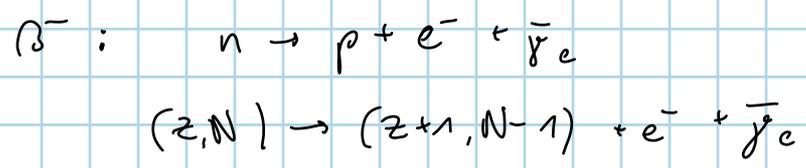
$$\rightarrow z_0 = \frac{4 a_A}{8 a_A \frac{1}{A} + 2 a_c \frac{1}{A^{1/3}}}$$



u.g. / g.u. Kerne
 $A = \text{const}$

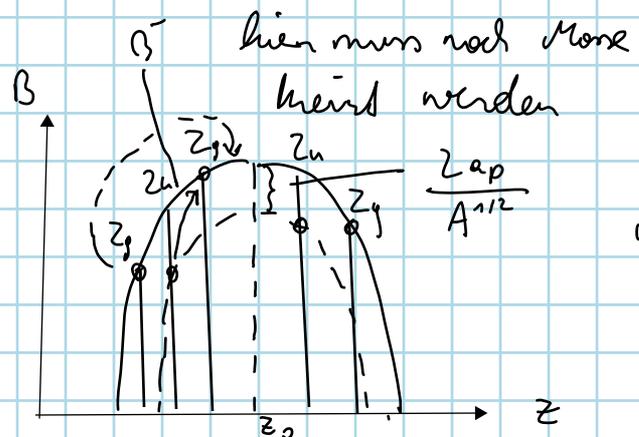
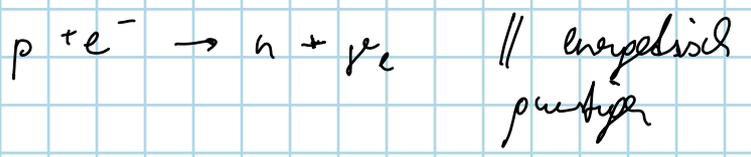
Kerne zu höheren Z ($N \rightarrow P$) // β^- zerfall

Kerne zu niedr. Z ($P \rightarrow N$) // β^+ zerfall



Konkurrenz: Electron Capture

K-Einfang



u.u. Kerne
 s.g. Kerne

von Z_0 auf Z_1 nicht möglich
 (energetisch)

Suche nach d. Neutrinolosen β^- zerfall

doppelter β -Zerfall | sollte laut Std.-Modell nicht auftreten.

man findet jedoch Sprung v. Z_0 auf Z_2 (exp)

Abbl 4.4. Exp. Abwe. u. Tröpfchenmodell

Diff. ist immer groß bei gewissen Protonen/Neutronen-Zahlen

— Deutet auf Schalenstruktur d. Kerne hin!

Schalenstruktur der Kerne

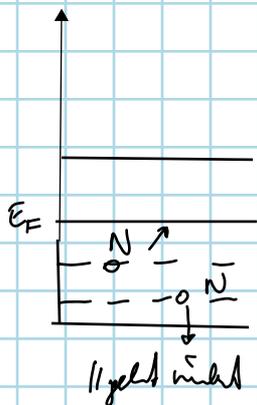
Schalenmodell

$$N \quad R \sim 2-10 \text{ fm}$$

$$\rho \sim 0,15 \text{ Nukleonen / fm}^3$$

$$p_F = 250 \text{ MeV/c} \quad // \text{ schnelle Teilchen} \quad \text{sehr eng zusammen}$$

Frage: Hat Eindeutenmod. Sinn weil T sehr eng zusammen sind nicht so einf. wie bei e^- (weiter außen)



Wenn T stößen konnte E übergeben od Teilchen auf anderen Zustand wechseln

Wechsel gibt es (kann man es nicht unter scheiden) weil die Zust. oben dicht gepackt sind können sie nicht in andere Energie wechseln (Pauli Prinzip)

// eins müsste auf 2 eins runter — geht nicht weil besetzt!

⇒ nur elastische Stöße bei Kernteilchen — Basis für ein off. - Eindeutenpotential

SGL (rad. Anteil)

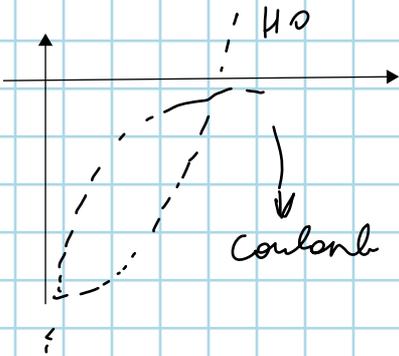
$$\left\{ -\frac{\hbar^2}{2\mu} \left(\frac{d^2}{dr^2} - \frac{l(l+1)}{r^2} \right) + V(r) \right\} u_l(r) = E u_l(r)$$

|
1
rad. Einnullknoten VF

// schon in Riccati Form

// orig: $\left\{ -\frac{\hbar^2}{2\mu} \left(\frac{d^2}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{d}{dr} - \frac{l(l+1)}{r^2} \right) + V(r) \right\} \frac{u_l(r)}{r} = E \frac{u_l}{r}$

Kern Oszill - Pot

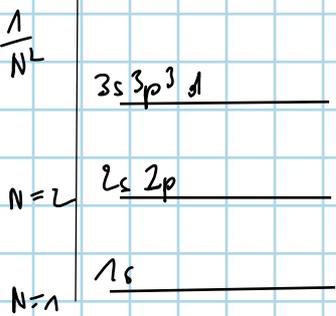


$$\psi(r^2) = \frac{u_l(r)}{r} Y_{lm}(r, \varphi)$$

Coulomb: $N = n + l + 1$

H0: $N = 2n + 1$ $l = 0, 1, \dots$
 $n = 0, 1, \dots$

H-Atom



N	Subshells	Electrons	States
N=3	1f, 2p	14 + 6	40
N=2	2s, 1d	2 + 10	20
N=1	1p	6	8
N=0	1s	2	2

2s
1 1
N 2

22
20 → Ca
8 → O
2 → He

Im Coulomb-Pot ∞ viele Zust

Bei Kernpot. gibt es nur gewisse

mögliche Zahlen

40 & 28 --
stimmen nicht mehr

→ Annahme: Es gibt Spin-Bohr Term

$$V_{H0}(1 + K \vec{l} \cdot \vec{s})$$

$$\vec{l} \cdot \vec{s} = \frac{1}{2} (j(j+1) - l(l+1) - s(s+1))$$

$$j = l \pm \frac{1}{2}$$

|
s ?

$$\Rightarrow \text{f. } N=3: \quad 1l_{\frac{7}{2}}, 1l_{\frac{5}{2}}$$

$$2p_{\frac{3}{2}}, 2p_{\frac{1}{2}}$$

$1g_{\frac{9}{2}}$ liefert 50

$$N=3: 40 \left\{ \begin{array}{l} 1f_{\frac{5}{2}} \quad 2p_{\frac{3}{2}} \quad 2p_{\frac{1}{2}} \\ 1f_{\frac{7}{2}} \quad 8 \quad - \quad -\frac{7}{2} \quad \dots \quad \frac{7}{2} \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \quad 2 \quad 8 \quad 20 \quad 28 \quad 50 \quad 82 \quad 120 \quad N$$

$$\quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 114 \quad Z$$

statt 40 bel. man 28, 50...