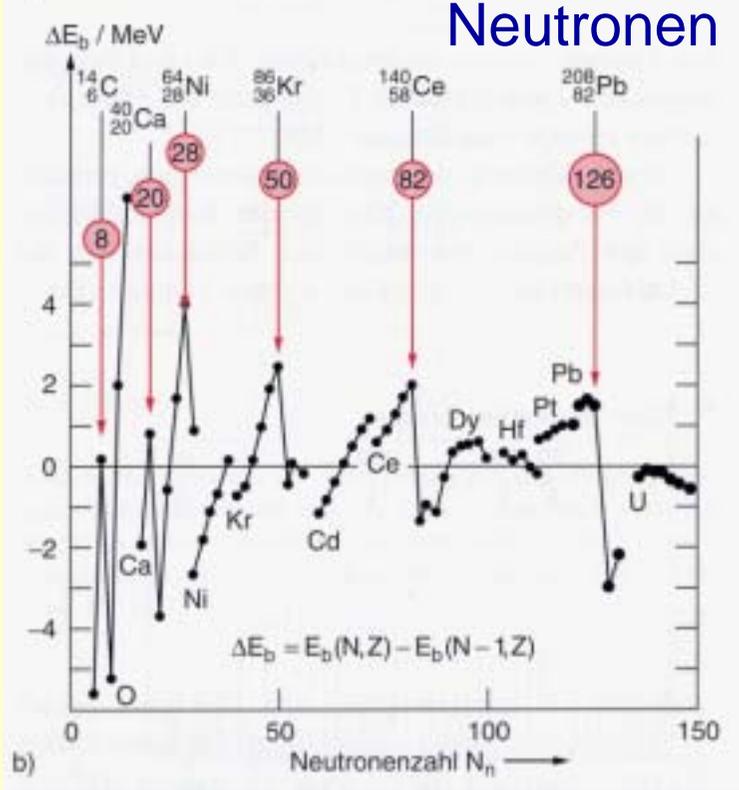
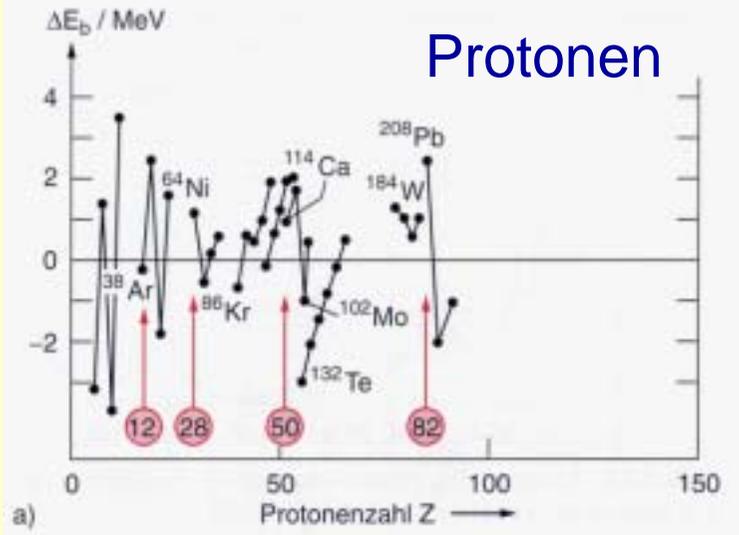
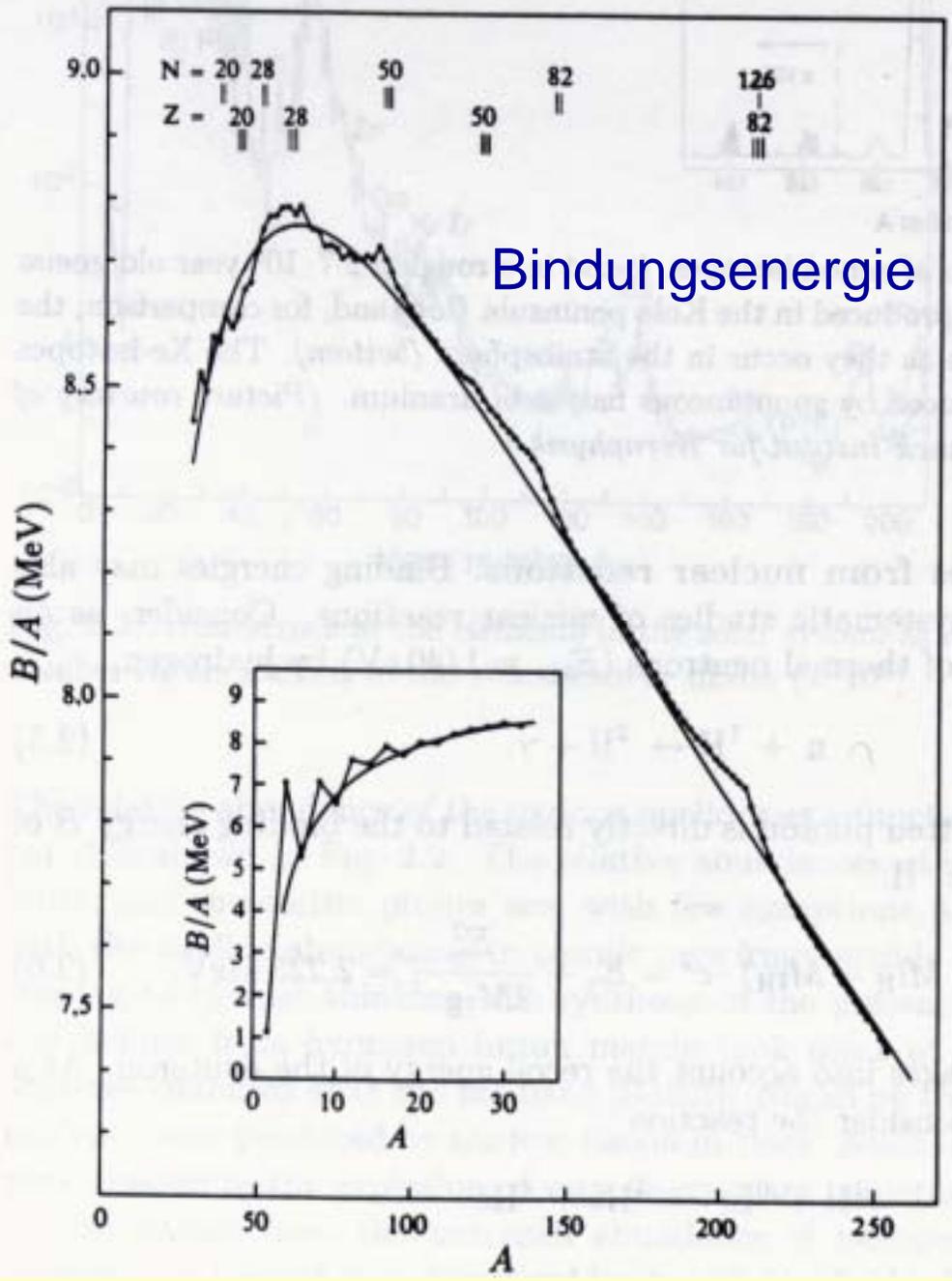
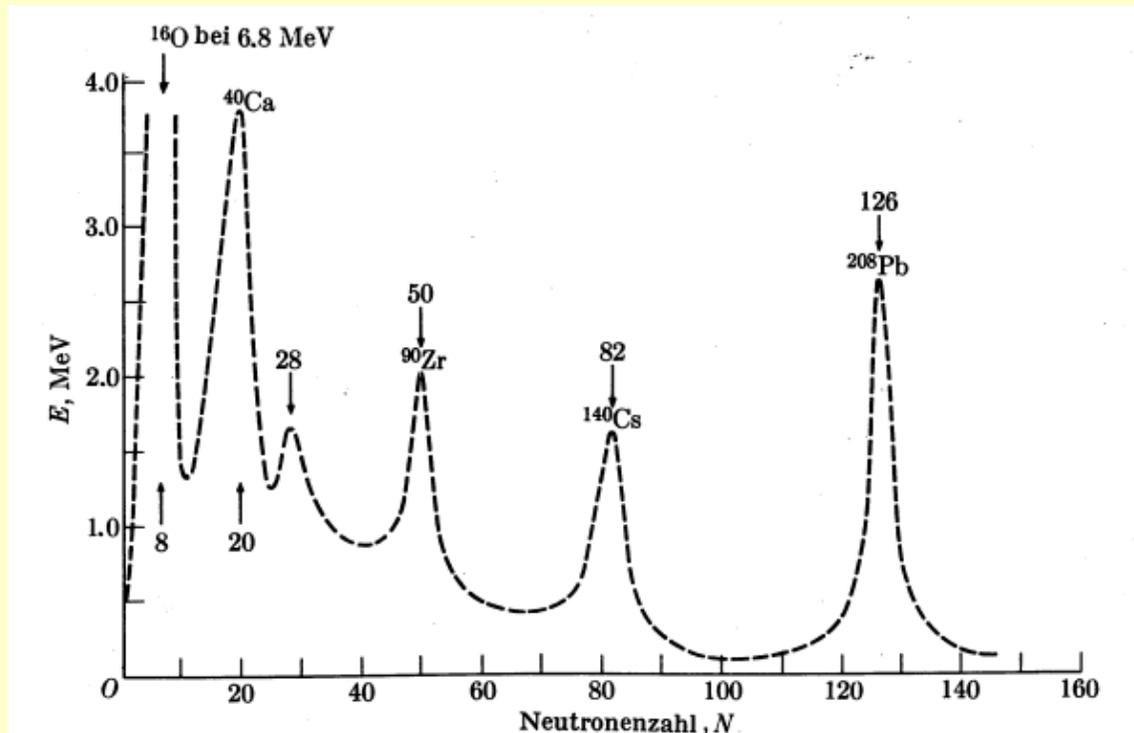


Magische Zahlen



Magische Zahlen



Im Ggs. zu Fermigas-Modell findet man ausgesprochene Maxima der Bindungsenergie und der angeregten Zustände bei **magischen Protonen- und Neutronenzahlen**:

2, 8, 20, 28, 50, 82, 126

→ Schalenstruktur!

Schalenstruktur

$$E = \frac{\hbar^2 \pi^2}{2m a^2} (n_x^2 + n_y^2 + n_z^2)$$

Kastenpotential

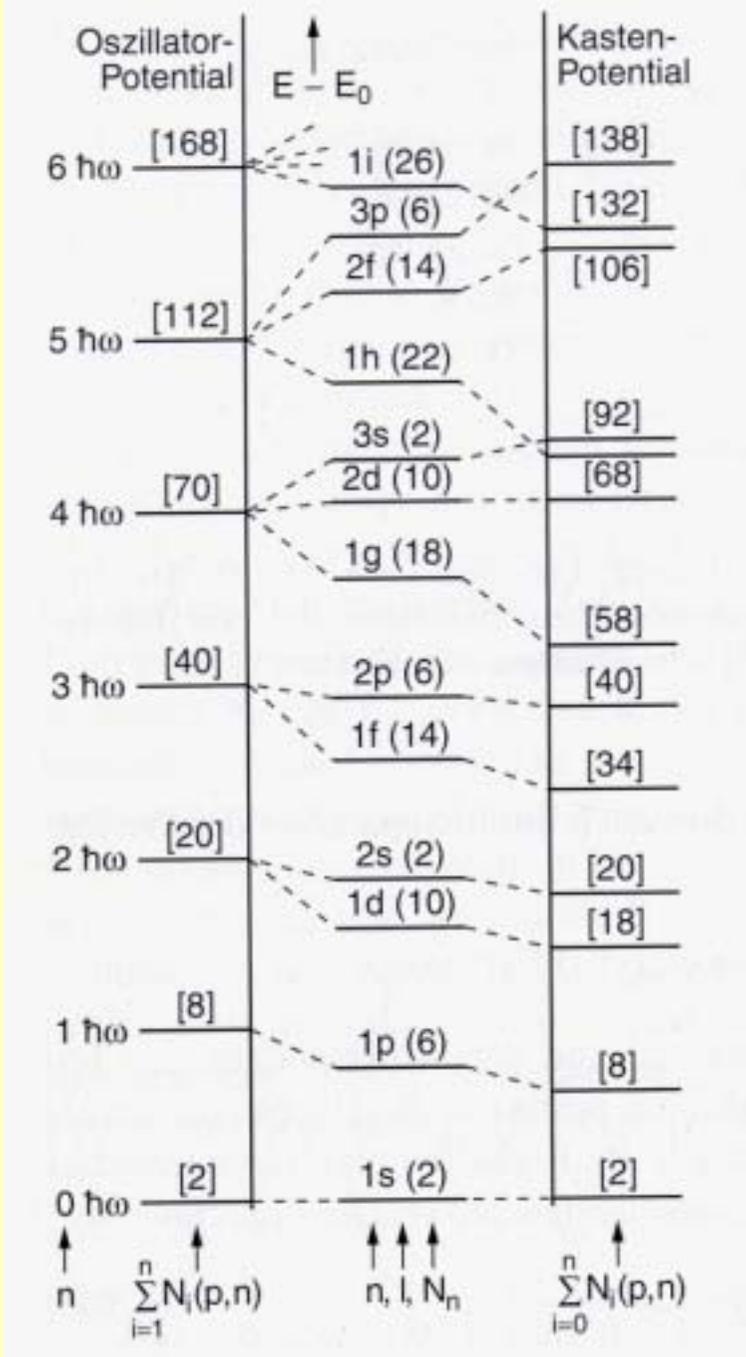
$$E = \hbar\omega \left(n_x + n_x + n_x + \frac{3}{2} \right)$$

harmonischer Oszillator

Schalen beim harmonischen Oszillator ?

n	$n_x n_y n_z$	Zahl der Permutationen	Zahl der möglichen Nukleonen	Summe
n=0	0 0 0	1	2	2
n=1	1 0 0	3	6	8
n=2	2 0 0	3	12	20
	1 1 0	3		
n=3	3 0 0	3	20	40
	2 0 1	6		
	1 1 1	1		

Schalenstruktur



$$E = \hbar\omega \left(n_x + n_x + n_x + \frac{3}{2} \right) = \hbar\omega \left(n + \frac{3}{2} \right)$$

$$E = \hbar\omega \left(2(n-1) + l + \frac{3}{2} \right)$$

$$\psi = R_n(r) Y_l^m(\vartheta, \varphi)$$

Magische Zahlen im Übergang von Harmonischem Potential zu Kastenpotential ?

Nein!

Spin-Bahn-Ww

Spin-Bahn-Ww führt zu großer Aufspaltung im Kern
wg. der starken Kernkraft

$$V_i(r) = V(r) + V_{ls}(r) \cdot \vec{l} \cdot \vec{s}$$

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

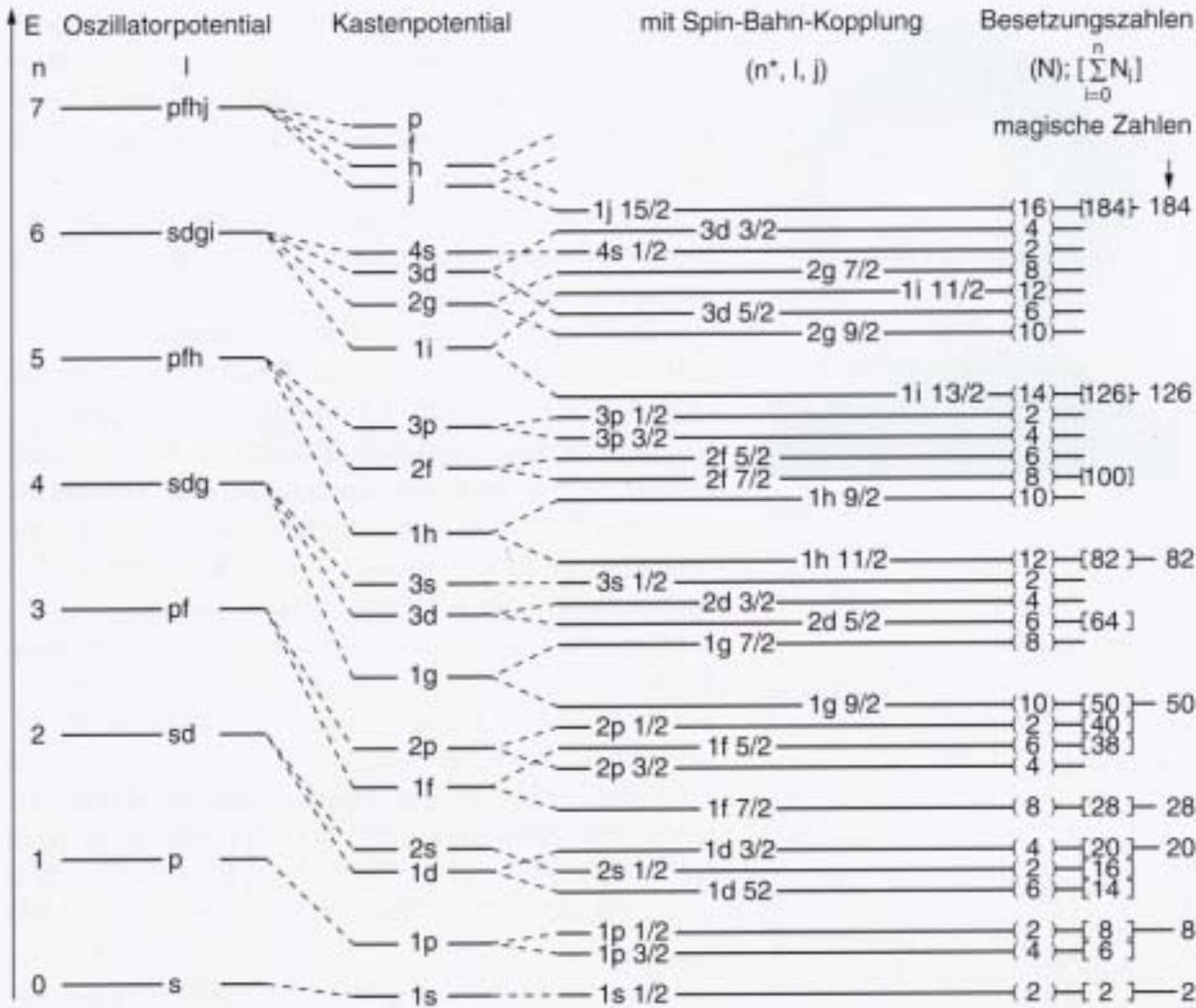
$$\langle \vec{l} \cdot \vec{s} \rangle = \frac{l}{2} \hbar^2 \quad j = l + s$$

$$\langle \vec{l} \cdot \vec{s} \rangle = -\frac{l+1}{2} \hbar^2 \quad j = l - s$$

$$\Delta E = \frac{1}{2} (2l + 1) \hbar^2 V_{ls}$$

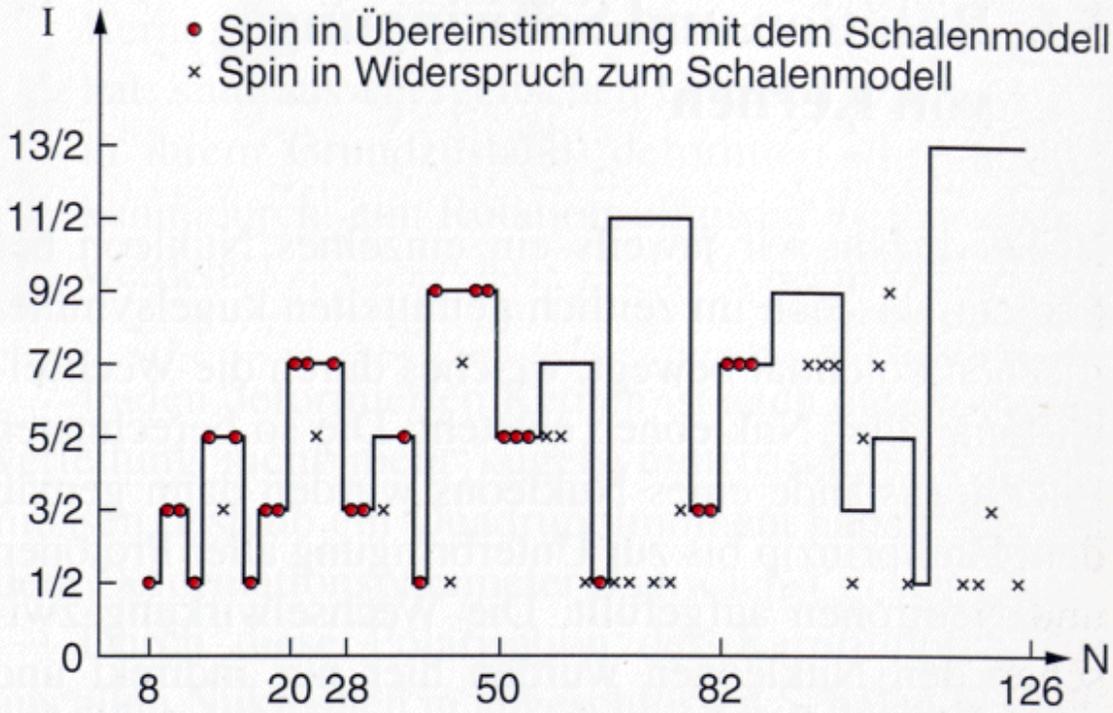
große Aufspaltung für
große l (und n)

Spin-Bahn-Ww

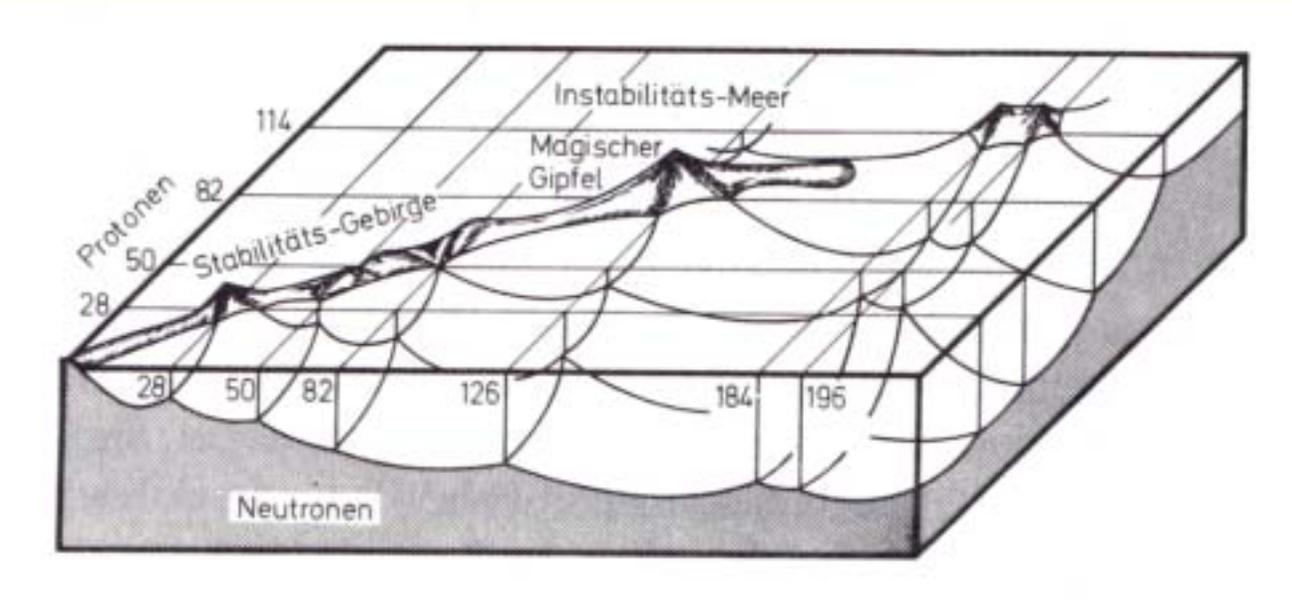


Schalenmodell erklärt die magischen Zahlen

Spin-Bahn-Ww



Kernspins I aus Schalenmodell
 in guter Übereinstimmung
 mit Experiment
 für kleine und mittlere Kerne
 Abweichung für größere Kerne



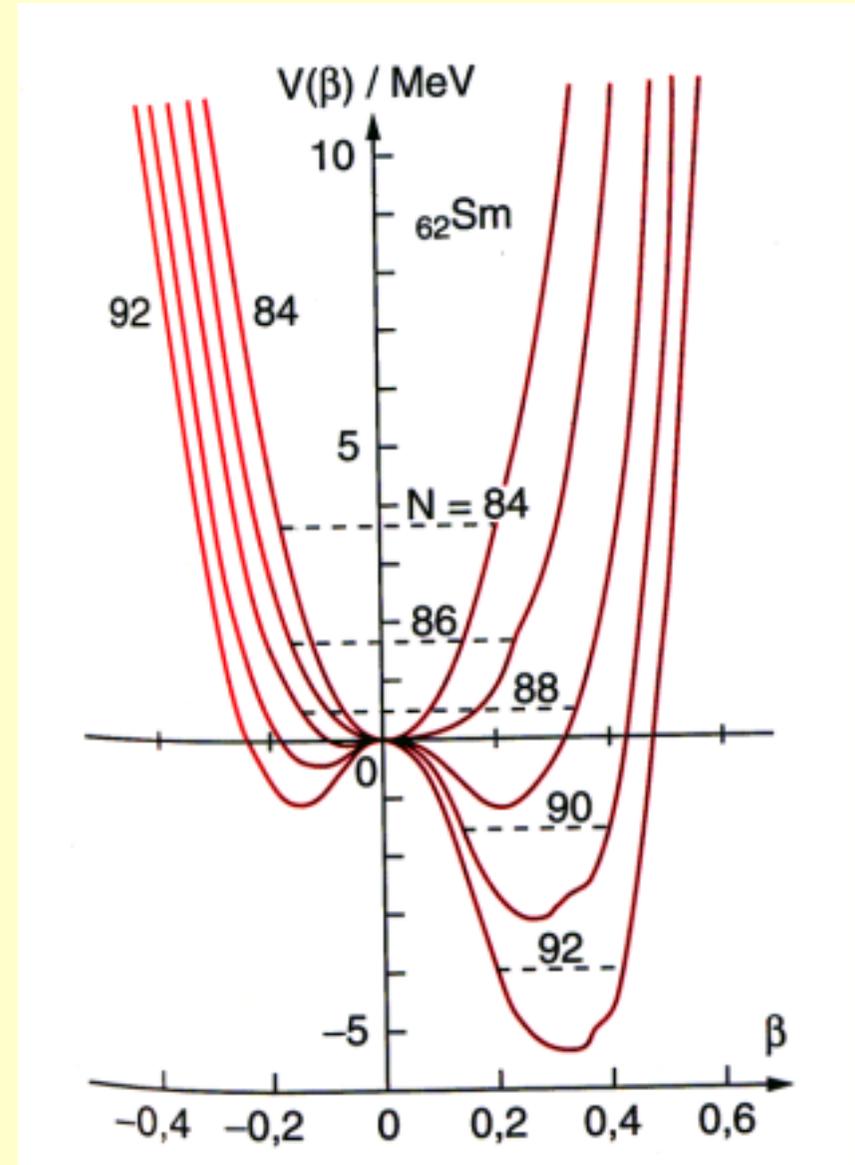
Kollektivmodell: Deformation

$$R(\vartheta) = R_0 \left[1 + \beta Y_2^0(\cos \vartheta) \right]$$

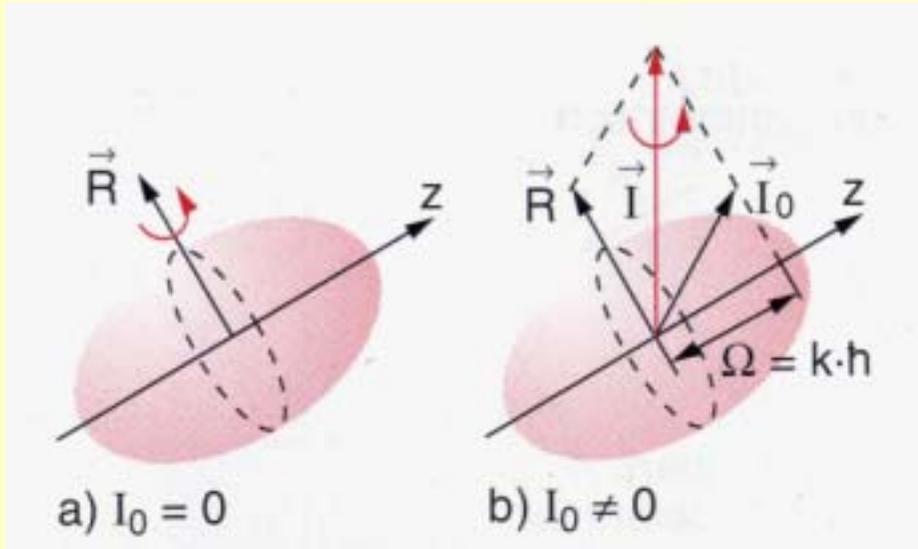
$$\beta = \frac{4}{3} \sqrt{\frac{\pi}{5}} \frac{\Delta R}{R_0}$$

Kern als Rotationsellipsoid

Deformierte Kerne
im Grundzustand
möglich



Kollektivmodell: Rotation



Nur deformierte Kerne können zu Rotationen angeregt werden

$$E_{rot} = \frac{I(I+1) - K^2}{2\Theta} \hbar^2$$

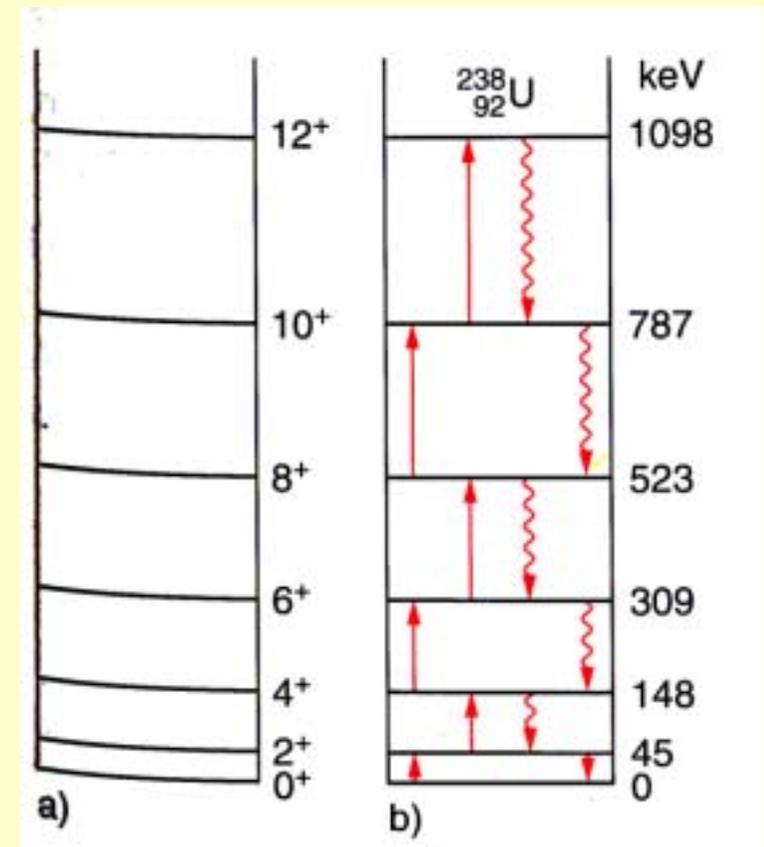
Beispiel:

Für $I_0=0$ ist $K=0$
und $\Delta I=2$ wg. Paritätserhaltung von γ

$$h\nu = \frac{(I+2)(I+3) - I(I+1)}{2\Theta} \hbar^2$$

$$= \frac{2I+3}{\Theta} \hbar^2$$

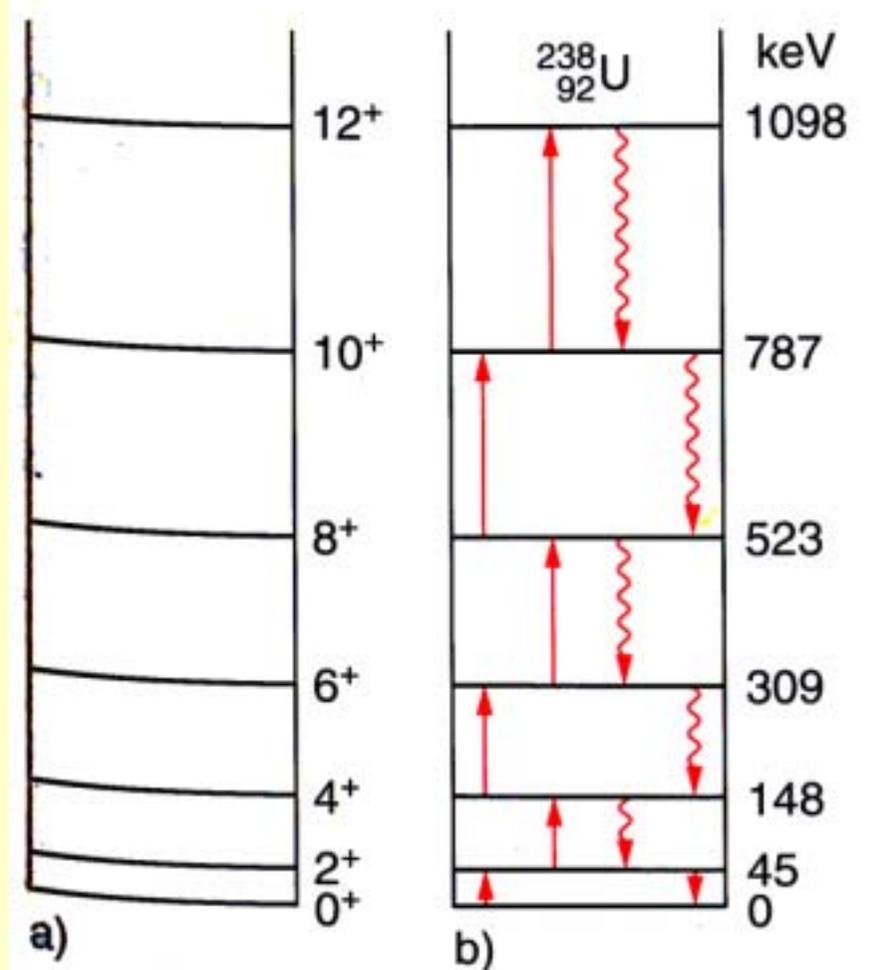
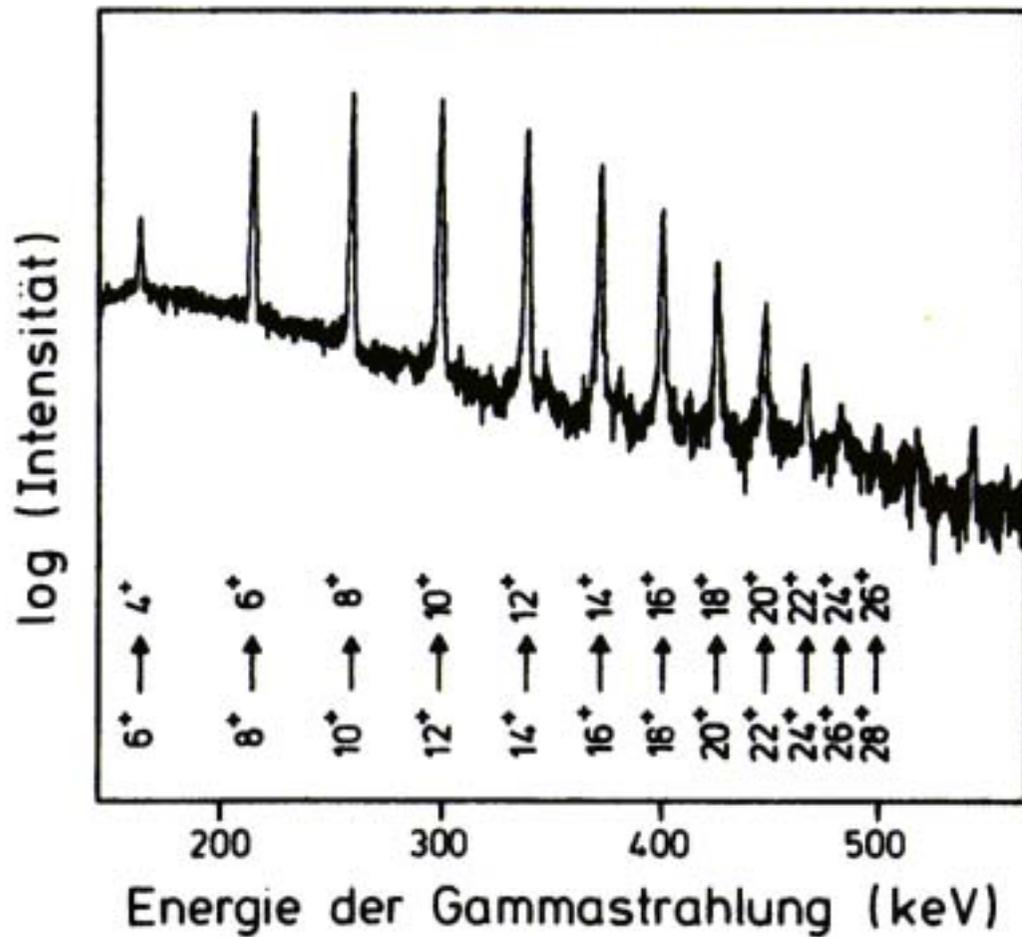
Abregung durch Aussenden von γ -Quanten



Kollektivmodell: Rotation

$$h\nu = \frac{(I+2)(I+3) - I(I+1)}{2\Theta} \hbar^2$$

$$= \frac{2I+3}{\Theta} \hbar^2$$



Kollektivmodell: Schwingungen

Schwingungen bei deformierten und kugelsymmetrischen Kernen

$$R(\vartheta, \varphi, t) = R_0 \left[1 + \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{m=-l}^l a_{lm}(t) Y_l^m(\vartheta, \varphi) \right]$$

$l=0$ Monopolschwingung

$l=1$ Dipolschwingung

$l=2$ Quadrupolschwingung ...

Riesenresonanz bei Reaktion

