

Kärnkraftens egenskaper

Den starka kraftens egenskaper:

- Har kort räckvidd, $B \approx A$.
- Består av attraktiv central potential.
- Blir repulsiv vid korta avstånd.
- Är starkt spinnberoende.
- Är laddningssymmetrisk (nn=pp).
- Är laddningsoberoende (nn=np=pp).
- Innehåller en icke-central term; tensorpotentialen.
- Har perfekt styrka.

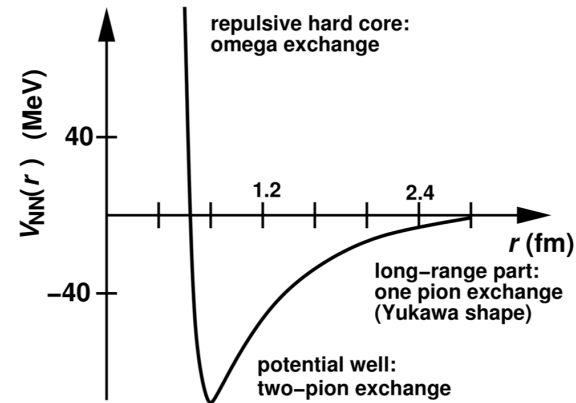
Direkt information får vi genom studier av:

- Deutronen (Krane 4.1)
- Nukleon-nukleon spridning (Krane 4.2)

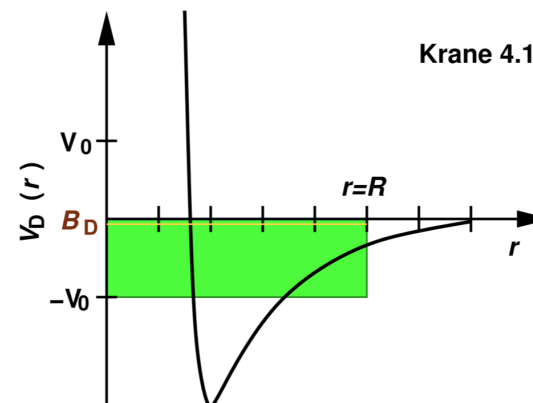
Lös Schrödingerekvationen för ett system av två partiklar med NN-potential (jämför S-ekvationen för väteatomen)

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \psi(\vec{r}) + V(\vec{r}) \psi(\vec{r}) = E \cdot \psi(\vec{r})$$

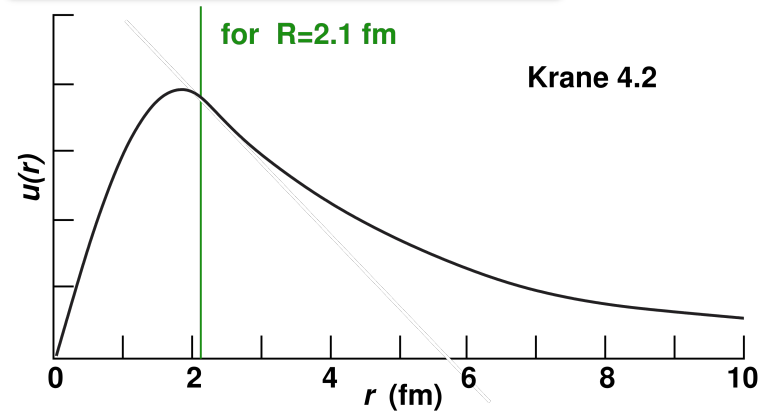
NN Potential – Qualitatively!



Appr.: A Spherical Square Well



Deutronsens vågfunktion



NÅGRA FAKTA OM DEUTRONEN; D

Det enda bundna två-nukleon systemet

Bindningsenergi: $B=2.2246$ MeV

(fås ur uppmätta massor: $B=[m(^1\text{H}) + m_n - m(^2\text{H})]c^2 = 2.2246$ MeV)

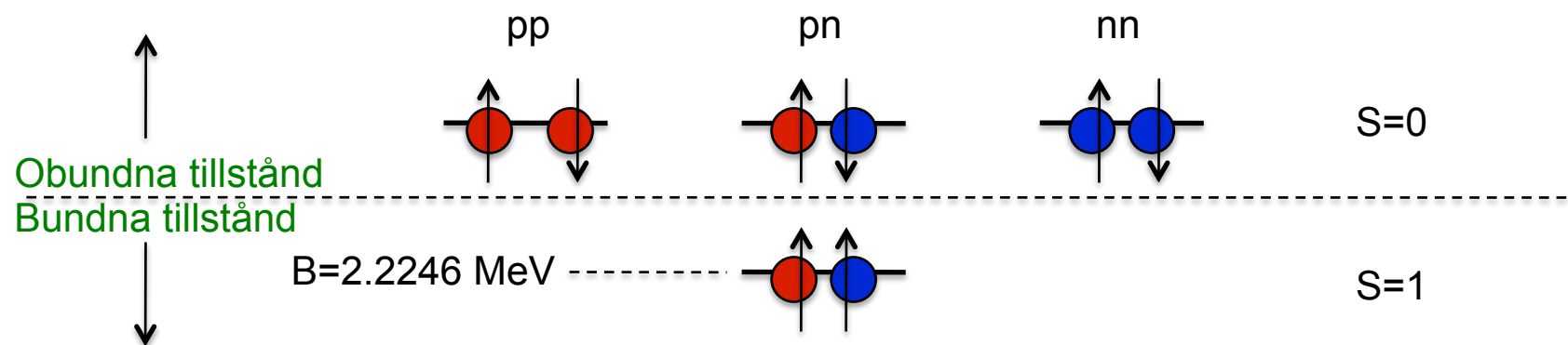
Svagt bundet jämfört med övriga kärnor
(inga bundna exciterade tillstånd)

Spinn och paritet: 1^+
(via hyperfinväxelverkan; se Atomfysik)

Magnetiskt dipolmoment: $\mu = 0.8574376(4) \mu_N$

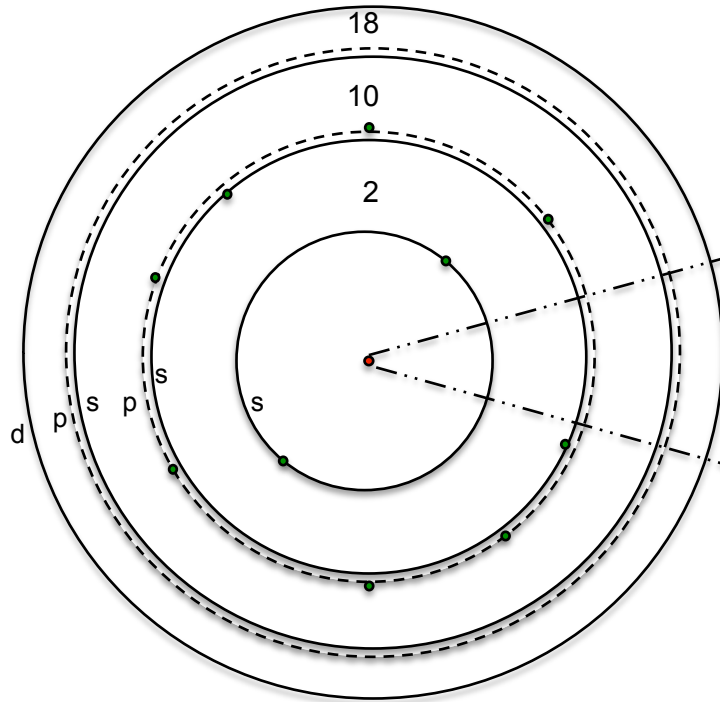
Elektriskt kvadrupolmoment: $Q = 0.00288(2)$ b
($Q \neq 0 \rightarrow$ avviker något från sfärisk symmetri)

Den starka kraftens spinnberoende

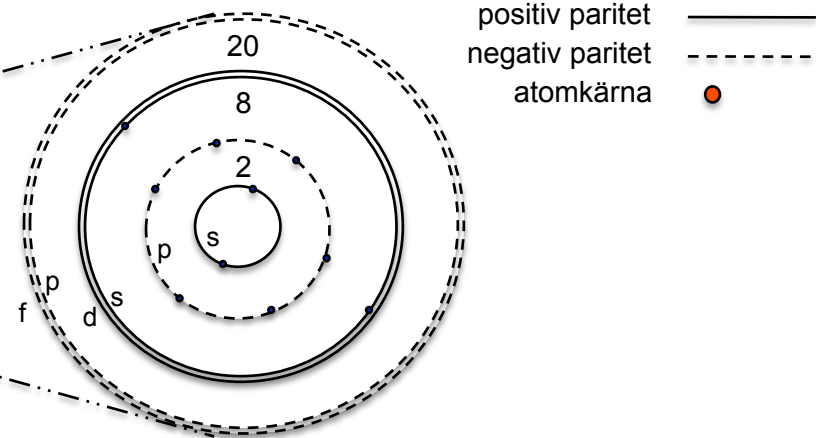


Atomens skalstruktur

Neon, Ne: Z=10



Atomkärnans skalstruktur



Elektronerna rör sig i banor runt den **positivt laddade atomkärnan**:
 - med bestämda energier och bestämda rörelsemängdsmoment
 - med bestämda pariteter på deras vågfunktioner

Stora energigap mellan vissa banor ger upphov till skalgap

Varje bana kan endast innehålla ett visst antal elektroner

När ett skal är fyllt med sin tillåtna kvot av elektroner är skalet slutet:
 - ädelgaser; 2, 10, 18, 36, 54, 86

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \psi(\vec{r}) + V(\vec{r})\psi(\vec{r}) = E \cdot \psi(\vec{r})$$

Coulomb växelverkan

Nukleonerna rör sig i banor **relativt kärnans centrum**:
 - med bestämda energier och bestämda rörelsemängdsmoment
 - med bestämda pariteter på deras vågfunktioner

Stora energigap mellan vissa banor ger upphov till skalgap

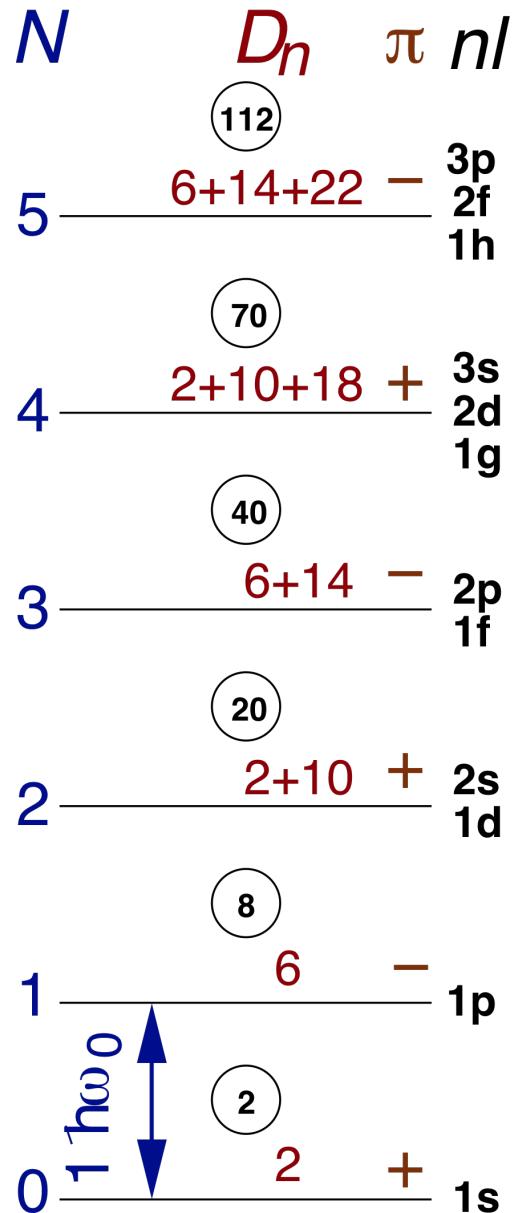
Varje bana kan endast innehålla ett visst antal nukleoner

När ett skal är fyllt med sin tillåtna kvot av nukleoner är skalet slutet:
 - de magiska talen; 2, 8, 20, 28, 50, 82, 126

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \psi(\vec{r}) + V(\vec{r})\psi(\vec{r}) = E \cdot \psi(\vec{r})$$

Stark växelverkan
 Harmonisk oscillator potential

Harmonisk oscillator potential



$$E_{nl} = (N + 3/2)\hbar\omega_0 = [2(n - 1) + l + 3/2]\hbar\omega_0$$

$N = 0, 1, 2, \dots$ oscillator kvanttal eller huvudkvanttal

$n = 1, 2, 3, \dots$ radiella kvanttalet

$l = 0, 2, \dots, N$ om N är jämnt

$l = 1, 3, \dots, N$ om N är udda

Varje bana l har $(2 \cdot l + 1)$ magnetiska subtilstånd, m_l

Varje nukleon har ett inre spinn s :
 s har två magnetiska subtilstånd; $m_s = \pm 1/2$

Total degenerering D_N ges därför av:

$$D_N = \sum 2 \cdot (2 \cdot l + 1) = (N + 1) \cdot (N + 2)$$

Pariteten av nukleonens vågfunktion: $\pi = (-1)^l$

Tillämpa Pauli principen!