

## Övning 9 - Kapitel 42

R: 2,10,19,28,48,61,66

2. Hur nära kärna kan en alpha partikel komma kärnan om dess kinetiska energi är 5.3 MeV?

Beräkningen är lik den som är gjord i "Sample Problem 42-1". Där konstateras att avståndet ges då inkommande rörelseenergi ( $K_\alpha$ ) är lika med den potentiella elektriska energin ( $U(d)=q_1q_2/(4\pi\epsilon_0d)$ ).

$$K_\alpha = 5.30 \text{ MeV} = U = (1/4\pi\epsilon_0)(q_\alpha q_{\text{Cu}} / r_{\text{min}})$$

Lös för,  $r_{\text{min}}$ :

$$r_{\text{min}} = \frac{q_\alpha q_{\text{Cu}}}{4\pi\epsilon_0 K_\alpha} = \frac{kq_\alpha q_{\text{Cu}}}{4\pi\epsilon_0 K_\alpha} = \frac{(2e)(29)(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(8.99 \times 10^9 \text{ V} \cdot \text{m/C})}{5.30 \times 10^6 \text{ eV}}$$
$$= 1.58 \times 10^{-14} \text{ m} = 15.8 \text{ fm.}$$

10. Vilken atom har a)  $Z = 39$ , och b)  $Z = 53$ ? Hur många neutroner har c) atomen i uppg a) atomen i uppg b)? Hur många neutroner blir det då över?

(a) Yttrium har atomnummer  $Z = 39$

(b) Jod har atomnummer  $Z = 53$

(c) En detaljerad lista över stabila kärnor finns på <http://nucleardata.nuclear.lu.se/nucleardata> eller från Appendix F (Molar Mass –  $Z = \#$  neutroner). Ytterbium har  $88,9 - 39 = 50$  neutroner

(d) Pss har 74 neutroner

(e) Över blir det då  $(235 - 92) - (127 - 53) - (89 - 39) = 19$  neutroner.

19. a) Visa att  $E_{\text{be}} = Z\Delta_H + H\Delta_n - \Delta$ . b) beräkna bindningsenergin för  $^{197}\text{Au}$ . Jämför med tabell 42-1.

Om en kärna ha  $Z$  protoner och  $N$  neutroner är dess bindningsenergi (ekv 42-7):

$$\Delta E_{\text{be}} = (Zm_H + Nm_n - m)c^2,$$

där  $m_H$  är väteatomens massa,  $m_n$  är neutronens massa, och  $m$  är massan för den aktuella atomen. Om vi använder atomenheter (u) blir massöverskotten:

$\Delta_H = (m_H - 1)c^2$ ,  $\Delta_n = (m_n - 1)c^2$ , och  $\Delta = (m - A)c^2$ . Vilket betyder:  
 $m_H c^2 = \Delta_H + c^2$ ,  $m_n c^2 = \Delta_n + c^2$ , och  $mc^2 = \Delta + Ac^2$ . Alltså:

$$E = (Z\Delta_H + N\Delta_n - \Delta) + (Z + N - A)c^2 = Z\Delta_H + N\Delta_n - \Delta,$$

där  $A = Z + N$  använts. För  ${}^{197}_{79}\text{Au}$ ,  $Z = 79$  och  $N = 197 - 79 = 118$ . Alltså,

$$\Delta E_{\text{be}} = (79)(7.29 \text{ MeV}) + (118)(8.07 \text{ MeV}) - (-31.2 \text{ MeV}) = 1560 \text{ MeV}.$$

Det betyder att bindningsenergin per nukleon är  $\Delta E_{\text{ben}} = (1560 \text{ MeV}) / 197 = 7.92 \text{ MeV}$ .

”Samma” som i Tabell 42-1.

28. Vilken andel av  ${}^{90}\text{Sr}$  fanns kvar 30 år efter provsprängningarna 1976?

Använd ekv 42-15 ( $N = N_0 e^{-\lambda t}$ ) som beskriver #sönderfall som funktion av tiden.  
 Tillsammans med ekv 42-18 ( $\lambda = \ln 2 / T_{1/2}$ ), blir andelen:

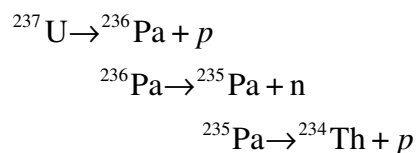
$$\frac{N}{N_0} = e^{-t \ln 2 / T_{1/2}} = e^{-30 \ln 2 / 29} = 0.49.$$

48. Hur mycket energi frigörs då  ${}^{238}\text{U}$  emitterar a) en alpha partikel och b) en sekvens av en neutron en proton en neutron och en proton? Bekräfta att skillnaden är lika med totala bindningsenergin för en alpha partikel.

(a) Reaktionen skrivs:  ${}^{238}\text{U} \rightarrow {}^{234}\text{Th} + {}^4\text{He}$ . Den frigjorda energin är:

$$\begin{aligned} \Delta E_1 &= (m_{\text{U}} - m_{\text{He}} - m_{\text{Th}})c^2 \\ &= (238.05079 \text{ u} - 4.00260 \text{ u} - 234.04363 \text{ u})(931.5 \text{ MeV} / \text{u}) \\ &= 4.25 \text{ MeV}. \end{aligned}$$

(b) Reaktionen skrivs  ${}^{238}\text{U} \rightarrow {}^{237}\text{U} + n$ , följt av:



Tillsammans frigörs:

$$\begin{aligned}
\Delta E_2 &= (m_{238\text{U}} - m_{237\text{U}} - m_n)c^2 + (m_{237\text{U}} - m_{236\text{Pa}} - m_p)c^2 \\
&\quad + (m_{236\text{Pa}} - m_{235\text{Pa}} - m_n)c^2 + (m_{235\text{Pa}} - m_{234\text{Th}} - m_p)c^2 \\
&= (m_{238\text{U}} - 2m_n - 2m_p - m_{234\text{Th}})c^2 \\
&= [238.05079 \text{ u} - 2(1.00867 \text{ u}) - 2(1.00783 \text{ u}) - 234.04363 \text{ u}](931.5 \text{ MeV / u}) \\
&= -24.1 \text{ MeV}.
\end{aligned}$$

(c) Bindningsenergin för en alpha partikel är skillnaden mellan reaktionerna:

$$|(2m_n + 2m_p - m_{\text{He}})c^2| = |-24.1 \text{ MeV} - 4.25 \text{ MeV}| = 28.3 \text{ MeV}.$$

61. Hur många a)  $^{238}\text{U}$  och b)  $^{206}\text{Pb}$  atomer innehåller stenen? c) Hur många  $^{238}\text{U}$  atomer fanns vid bildningen av stenen och d) hur gammal är stenen.

(a) Massan för  $^{238}\text{U}$  är  $(238 \text{ u})(1.661 \times 10^{-24} \text{ g/u}) = 3.95 \times 10^{-22} \text{ g}$ , så antalet uranatomer i stenen är:

$$N_U = (4.20 \times 10^{-3} \text{ g}) / (3.95 \times 10^{-22} \text{ g}) = 1.06 \times 10^{19}.$$

(b) Massan för  $^{206}\text{Pb}$  är  $(206 \text{ u})(1.661 \times 10^{-24} \text{ g}) = 3.42 \times 10^{-22} \text{ g}$ , så antalet blyatomer i stenen är:

$$N_{\text{Pb}} = (2.135 \times 10^{-3} \text{ g}) / (3.42 \times 10^{-22} \text{ g}) = 6.24 \times 10^{18}.$$

(c) Om inget bly försvunnit från stenen har alla blyatomer tidigare varit en uranatom. Antal Uranatomer från start är alltså.

$$N_{U0} = N_U + N_{\text{Pb}} = 1.06 \times 10^{19} + 6.24 \times 10^{18} = 1.68 \times 10^{19}.$$

(d) Använd ekvationen  $N_U = N_{U0}e^{-\lambda t}$  där  $\lambda$  är sönderfallskonstanten som är relaterad till halveringstiden  $T_{1/2}$  som  $\lambda = (\ln 2) / T_{1/2}$ . Alltså:

$$t = -\frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{N_U}{N_{U0}}\right) = -\frac{T_{1/2}}{\ln 2} \ln\left(\frac{N_U}{N_{U0}}\right) = -\frac{4.47 \times 10^9 \text{ y}}{\ln 2} \ln\left(\frac{1.06 \times 10^{19}}{1.68 \times 10^{19}}\right) = 2.97 \times 10^9 \text{ y}.$$

66. Hur aktiv är strålningskällan i a) becquerel (Bq) och b) curie?

(a) Becquerel och curie definieras i §42-4. Alltså  $R = \# \text{sönderfall/sekund} = 8700/60 = 145 \text{ Bq}$ .

$$(b) 1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq} \rightarrow R = \frac{145 \text{ Bq}}{3.7 \times 10^{10} \text{ Bq / Ci}} = 3.92 \times 10^{-9} \text{ Ci}.$$