

KJM 1060 Fasit til kollokvieoppgaver

1) Proton 948,3 MeV, nøytron 939,6 MeV, elektron 0,511 MeV, 1 u = 931.5 MeV

2) $\Delta G = \Delta G_{\text{produkter}} - \Delta G_{\text{reaktanter}} = -237 \text{ kJ/mol}$. Dvs. vi får frigjort 237 kJ/mol. Per H₂O molekyl blir dette $237 \text{ kJ} / N_A = 237 \text{ kJ} / 6,022 \cdot 10^{23} = 3,936 \cdot 10^{-22} = 2,456 \cdot 10^{-6} \text{ MeV}$ (=2,456 eV). Sammenlikner vi med de $0.0303 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV/u} \cdot 0.0303 \text{ u} = 28.2 \text{ MeV}$ som ble frigjort for å lage He fra nøytroner og protoner, ser vi at kjernereaksjoner operer med energier som er ca. 10 millioner ganger større!

3) $(\Delta(40\text{Ca}) = -34,847 \text{ MeV}; \Delta(56\text{Fe}) = -60,604 \text{ MeV}; \Delta(208\text{Pb}) = -21,759 \text{ MeV})$
 $M(40\text{Ca}) =$

Partikkel	Atomære masse-enheter (u):	Antall	Total masse (u)	Energi (MeV)	Masse-overskudd (MeV)	Målt masse (MeV)	Forskjell (MeV)	Forskjell /nukleon (MeV)
proton	1,0072765							
elektron	0,0005486							
hydrogen	1,0078251	20	20.1565	18775.67				
nøytron	1,0086649	20	20.1733	18791.31				
Totalt		40	40.3298	37566.98	-34.8400	37225	342.0	8.5511

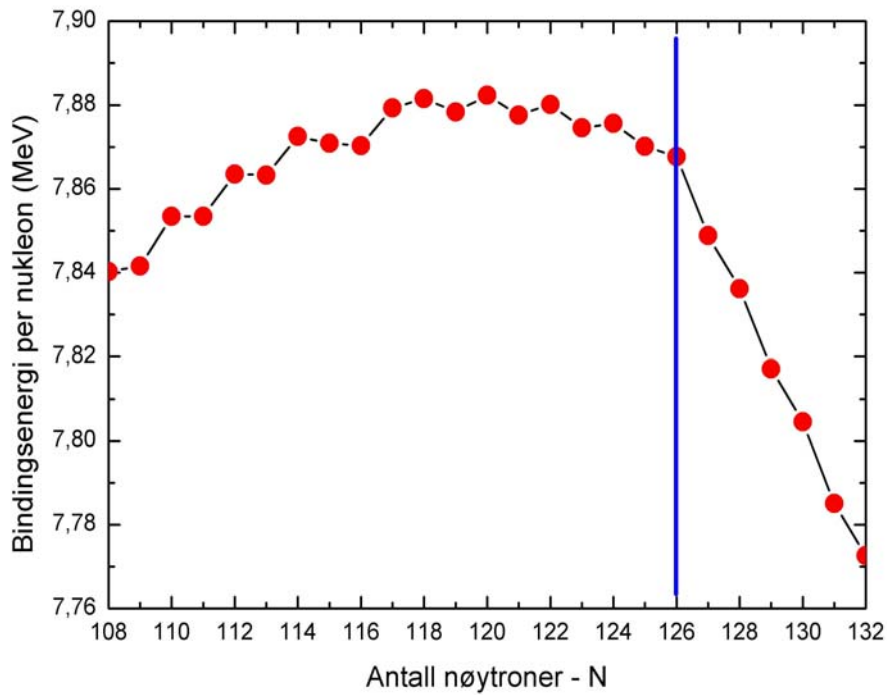
Partikkel	Atomære masse-enheter (u):	Antall	Total masse (u)	Energi (MeV)	Masse-overskudd (MeV)	Målt masse (MeV)	Forskjell (MeV)	Forskjell /nukleon (MeV)
proton	1,00727647							
elektron	0,00055							
hydrogen	1,00782505	26	26,2034513	24408,36605				
nøytron	1,0086649	30	30,259947	28186,96875				
Totalt		56	56,4633983	52595,3348	-60.604	52103.1	492.2569	8.7903

Partikkel	Atomære masse-enheter (u):	Antall	Total masse (u)	Energi (MeV)	Masse-overskudd (MeV)	Målt masse (MeV)	Forskjell (MeV)	Forskjell /nukleon (MeV)
proton	1,0072765							
elektron	0,0005486							
hydrogen	1,0078251	82	82,6417	76980,23				
nøytron	1,0086649	126	127,0918	118385,27				
Totalt		208	209,7334	195365,50	-21.7590	193729	1636.4	7.8675

4) $^{235}\text{U} \rightarrow ^{131}\text{Xe} + ^{101}\text{Ru} + 3 \text{ nøytroner} + \text{energi}$
 Energien = $M(^{235}\text{U}) - [M(^{131}\text{Xe}) + M(^{101}\text{Ru}) + 3 \cdot M_n]$
 = $[\Delta(^{235}\text{U}) + 235] - [\Delta(^{131}\text{Xe}) + 131] - [\Delta(^{101}\text{Ru}) + 101] - 3 \cdot [\Delta(n) + 1]$
 = $\Delta(^{235}\text{U}) - \Delta(^{131}\text{Xe}) - \Delta(^{101}\text{Ru}) - 3 \cdot \Delta(n)$
 = $40,916 + 88,421 + 87,952 - 3 \cdot 8,071 = 193,08 \text{ MeV}$

5) Klassisk, for 10 MeV nukleoner:
 $E = \frac{1}{2}Mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{2 \cdot 10 \text{ MeV} / 1u} = \sqrt{2 \cdot 16,027 \cdot 10^{-13} \text{ J} / 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}$
 $v = 4,3936 \cdot 10^7 \text{ m/s}$.
 Siden $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ er v ca. 14,6% av lyshastigheten og vi behøver derfor ikke bruke relativistisk kvantemekanikk, i alle fall ikke i første omgang.
 Egentlig bør vi regne relativistisk, for 10 MeV nukleoner blir dette:
 Total energi $E = E_0 + T = 931,5 \text{ MeV} + 10 \text{ MeV} = 941,5 \text{ MeV} = m_0 c^2 / \sqrt{1 - \beta^2}$.
 Siden $m_0 c^2 = 931,5 \text{ MeV}$ (for nukleoner) så er $\beta = 0.1454$ og $v = 4,358 \cdot 10^7 \text{ m/s}$.

6) Grafen ser slik ut - merk knekkpunktet ved $N=126$ - et magisk tall!



7) $\epsilon_0 = 8,854 \text{ pF/m}$ [$F = A^2s^4 / (kg \text{ m}^2)$], $e = 1,60218 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ [$C = A \cdot s$]

$$E_b = \frac{z_1 \cdot z_2 \cdot (1,60218 \cdot 10^{-19} \text{ A} \cdot \text{s})^2}{4\pi \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ A}^2 \cdot \text{s}^4 / \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \frac{1}{\text{m}} \cdot R \cdot 10^{-15} \text{ m}}$$

$$E_b = 2,3071 \cdot 10^{-13} \cdot \frac{z_1 \cdot z_2}{R} \text{ kg} \text{ m}^2 / \text{s}^2$$

$$E_b = 1,44 \cdot \frac{z_1 \cdot z_2}{R} \text{ MeV}$$

der z_1 og z_2 er antall ladninger og R er gitt i enheten fm.

8) For 12C: $R(\text{proton}) = 1.0 \text{ fm}$, $R(12\text{C}) = 1,2 \cdot (12)^{1/3} = 2,8 \text{ fm}$; $R = 3,8 \text{ fm}$.
 $E_b(12\text{C}) = 2.2737 \text{ MeV}$.

For 238U: $R(\text{proton}) = 1.0 \text{ fm}$, $R(238\text{U}) = 1,2 \cdot (238)^{1/3} = 7,44 \text{ fm}$; $R = 8,44 \text{ fm}$.
 $E_b(238\text{U}) = 15,7 \text{ MeV}$

9) 236,97 MeV