

# Forelesning - 25.03.22

FYS009-G 21H - Fysikk realfagskurs

## Kapittel 11 - Kjernefysikk

Forelesningene dekker i hovedsak boken *Rom-Stoff-Tid - Fysikk forkurs* fra Cappelen Damm. I tillegg til teorien gjennomgås det endel simuleringer og regnede eksempler. De fleste eksemplene er orientert etter oppgaver fra boka, men også andre oppgaver og problemstillinger kan taes opp.

### Atomkjernen

Boka: side 282-284.

- Protontall  $Z$
- Nøytrontall  $N$
- Nukleontall  $A$
- Atomisk masseenheter  $u$
- Isotoper

Regnet: Oppgave 11.05

### Radioaktivitet og kjernereaksjoner

Boka: side 284-287.

De forskjellige standardtypene radioaktiv nedbrytning:

- $\alpha$ -nedbrytning
- $\beta$ -nedbrytning
- $\gamma$ -nedbrytning

### Bevarelseslover

Boka: side 287-288.

Størrelser som er bevarte i kjernereaksjoner:

- Ladning  $q$
- Nukleontall  $A$
- Energi  $E$

Regnet: Utvidet eksempel 11.1

## Energi-masse loven

Boka: side 288-291.

Hvis masseendringen i en kjernereaksjon er  $\Delta m > 0$  vil kjernereaksjonen kunne gi et energioverskudd gitt ved

$$\Delta E = (\Delta m)c^2$$

Hvis  $\Delta m < 0$  vil ikke reaksjonen kunne frigjøre energi. Hvis det skal gå må det da tilføres en energi  $\Delta E = (|\Delta m|)c^2$ .

Regnet: Oppgave 11.10

Regnet: Oppgave 11.316

Regnet: Eksempel  ${}^{238}_{92}\text{U}$

11.05

$\begin{smallmatrix} 3 \\ 1 \end{smallmatrix} \text{H}$

$$\left. \begin{array}{l} Z=1 \\ A=3 \end{array} \right\} N=2$$

$\begin{smallmatrix} 13 \\ 6 \end{smallmatrix} \text{C}$

$$\left. \begin{array}{l} Z=6 \\ A=13 \end{array} \right\} N=7$$

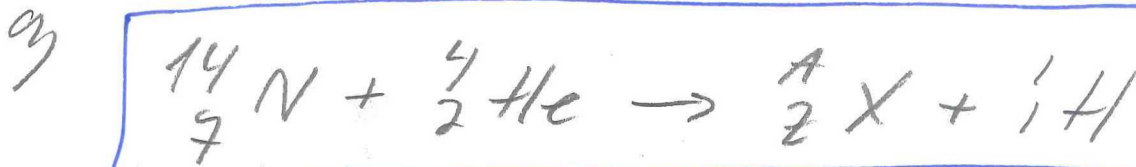
$\begin{smallmatrix} 107 \\ 47 \end{smallmatrix} \text{Ag}$

$$\left. \begin{array}{l} Z=47 \\ A=107 \end{array} \right\} N=60$$

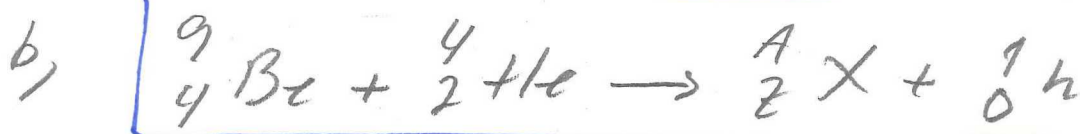
$\begin{smallmatrix} 239 \\ 92 \end{smallmatrix} \text{U}$

$$\left. \begin{array}{l} Z=92 \\ A=239 \end{array} \right\} N=147$$

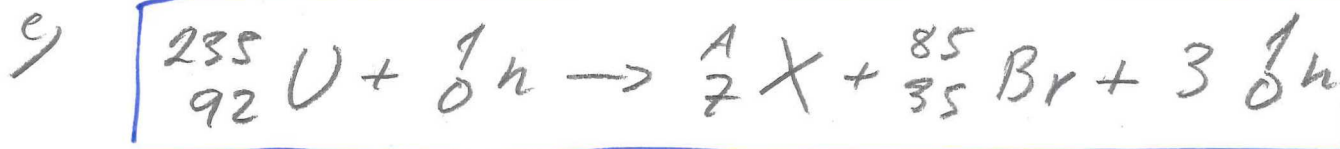
## Utvärdet exempel 11.1



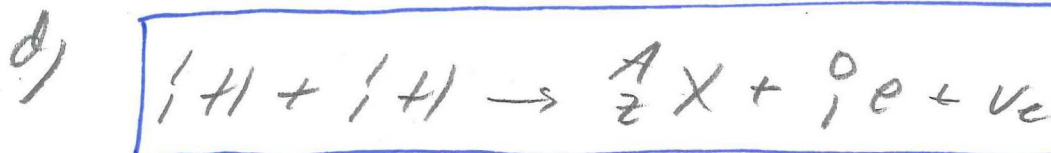
$$\begin{cases} A: 14 + 4 = A + 1 \Rightarrow A = 17 \\ Z: 7 + 2 = Z + 1 \Rightarrow Z = 8 \end{cases} \Rightarrow \begin{matrix} 17 \\ 8 \end{matrix} \text{O}$$



$$\begin{cases} A: 9 + 4 = A + 1 \Rightarrow A = 12 \\ Z: 4 + 2 = Z + 0 \Rightarrow Z = 6 \end{cases} \Rightarrow \begin{matrix} 12 \\ 6 \end{matrix} \text{C}$$



$$\begin{cases} A: 235 + 1 = A + 85 + 3 \Rightarrow A = 148 \\ Z: 92 + 0 = Z + 35 + 0 \Rightarrow Z = 57 \end{cases} \Rightarrow \begin{matrix} 148 \\ 57 \end{matrix} \text{La}$$



$$\begin{cases} A: 1 + 1 = A + 0 \Rightarrow A = 2 \\ Z: 1 + 1 = Z + 1 \Rightarrow Z = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{matrix} 2 \\ 1 \end{matrix} \text{H}$$

Beispiel  $^{238}_{92}\text{U}$



$$m(^{238}_{92}\text{U}) = \underline{238.0436 \text{ u}}$$

$$\left. \begin{array}{l} m(^{234}_{90}\text{Th}) = 234.0436 \text{ u} \\ m(^4_2\text{He}) = 4.0026 \text{ u} \end{array} \right\} \underline{238.0462 \text{ u}}$$

$$\Delta m = 0.00460 \text{ u} = 7.636 \cdot 10^{-30} \text{ kg} > 0.$$

$$\Rightarrow \Delta E = (\Delta m)c^2 = \underline{6.87 \cdot 10^{-13} \text{ J}}$$

17.10

a)



$$m({}_{5}^{11}\text{B}) = \underline{11.00931 \text{ u}}$$

$$m({}_{3}^{7}\text{Li}) = 7.01600 \text{ u}$$

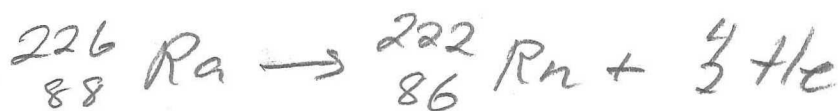
$$m({}_{2}^{4}\text{He}) = 4.00260 \text{ u}$$

$$\left. \begin{array}{l} m({}_{3}^{7}\text{Li}) = 7.01600 \text{ u} \\ m({}_{2}^{4}\text{He}) = 4.00260 \text{ u} \end{array} \right\} \underline{11.01860 \text{ u}}$$

$$\Delta m = -9.29 \cdot 10^{-3} \text{ u} < 0$$

Reaksjonen går ikke uten tilførsel av energi.

b)



$$m({}_{88}^{226}\text{Ra}) = \underline{226.02540 \text{ u}}$$

$$m({}_{86}^{222}\text{Rn}) = 222.01757 \text{ u}$$

$$m({}_{2}^{4}\text{He}) = 4.00260 \text{ u}$$

$$\left. \begin{array}{l} m({}_{86}^{222}\text{Rn}) = 222.01757 \text{ u} \\ m({}_{2}^{4}\text{He}) = 4.00260 \text{ u} \end{array} \right\} \underline{226.02017 \text{ u}}$$

$$\Delta m = 5.23 \cdot 10^{-3} \text{ u} > 0$$

Reaksjonen går uten tilførsel av energi.

11.316



$$\left. \begin{array}{l} m({}^1_1\text{H}) = 1.00783 \text{ u} \\ m({}^{14}_6\text{C}) = 14.00324 \text{ u} \end{array} \right\} \underline{15.01107 \text{ u}}$$

$$\left. \begin{array}{l} m({}^{14}_7\text{N}) = 14.00307 \text{ u} \\ m({}^1_0\text{n}) = 1.00866 \text{ u} \end{array} \right\} \underline{15.01173 \text{ u}}$$

$$\Delta m = -6.6 \cdot 10^{-4} \text{ u} = \underline{1.096 \cdot 10^{-30} \text{ kg}}$$

Da blir

$$E = (\Delta m)c^2 = 9.86 \cdot 10^{-14} \text{ J}$$

Denne energien må tilføres til reaksjonen for å få den til å gå. Hvis den tilføres via kinetisk energi hos  ${}^1_1\text{H}$ , får vi

$$\frac{1}{2}mv^2 = E \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E}{m}}$$

der m er  
massen til  
 ${}^1_1\text{H}$ .

$$\underline{v = 1.09 \cdot 10^7 \text{ m/s} = \frac{1}{30} c}$$