

Energieopwekking door kernsplijting in een kernreactor



Kerncentrale van Tihange (bij Hoei)

Benodigdheden

- Chemisch element: Uranium
- Uranium kent verschillende isotopen
 - Definitie isotoop?

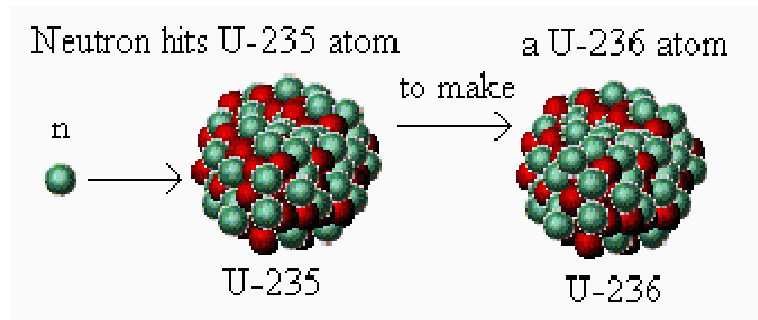
Benodigdheden

- Chemisch element: Uranium
- Uranium kent verschillende isotopen
 - Definitie isotoop?
 - In de natuur komt Uranium bijna enkel voor onder de isotopen:
 - U-235 (0.7%) ${}_{92}^{235}\text{U}$ en U-238 (99.3%) ${}_{92}^{238}\text{U}$
- Wat betekent het cijfer 235 en 238?
- Wat betekent het cijfer 92?
- Welk uraniumisotoop wordt gebruikt in een kerncentrale?

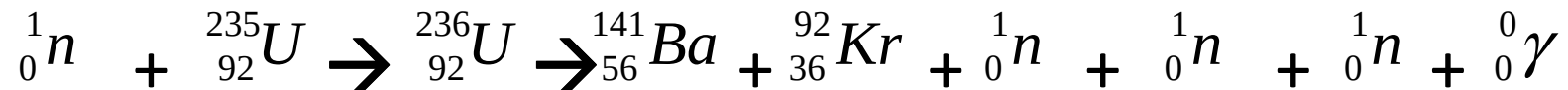
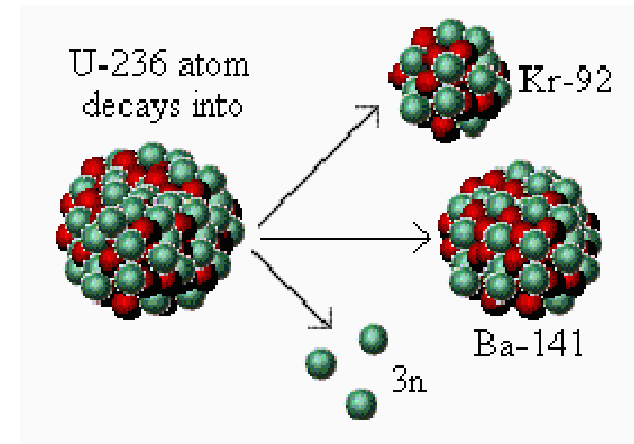
Benodigdheden

- Chemisch element: Uranium
- Uranium kent verschillende isotopen
 - Definitie isotoop?
 - In de natuur komt Uranium bijna enkel voor onder de isotopen
 - U-235 (0.7%) ${}_{92}^{235}\text{U}$ en U-238 (99.3%) ${}_{92}^{238}\text{U}$
- In een kernreactor wordt enkel gebruikt gemaakt van U-235!

Energieopwekking door kernsplijting van uranium

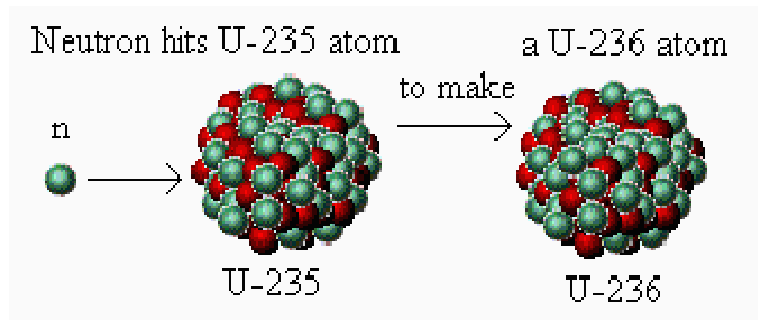


Herhaling: de kernreactie!

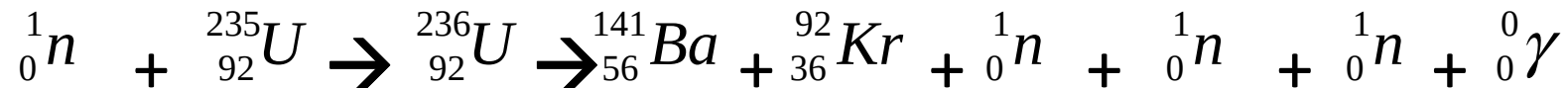
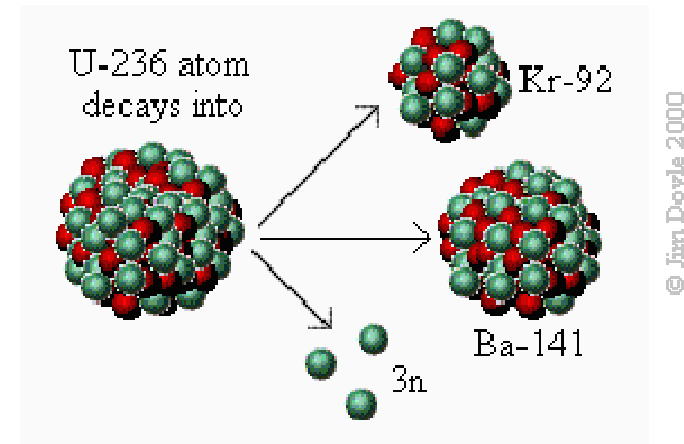


Herhaling: Wat gebeurt er concreet?

Energieopwekking door kernsplijting van uranium



Herhaling: de kernreactie!

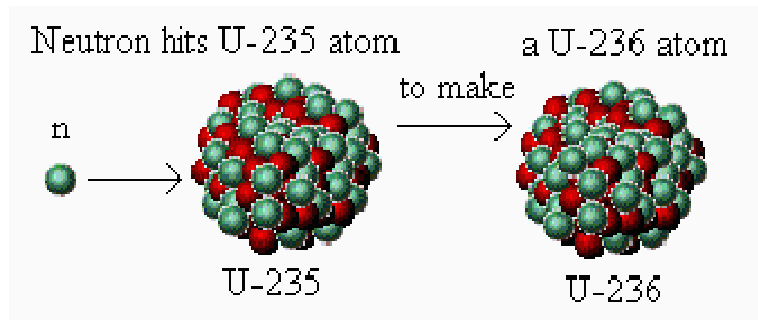


Herhaling: Wat gebeurt er concreet?

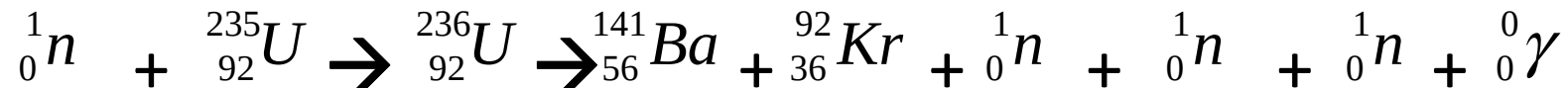
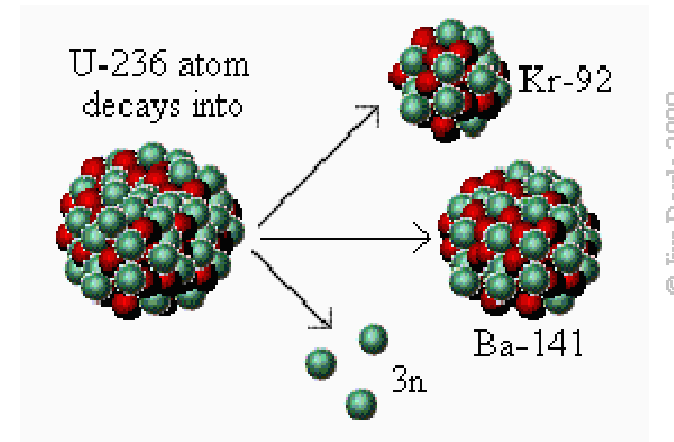
U-235 wordt beschoten met een neutron.

Dit U-235 wordt U-236 en valt uit elkaar (splijt).

Energieopwekking door kernsplijting in een kernreactor



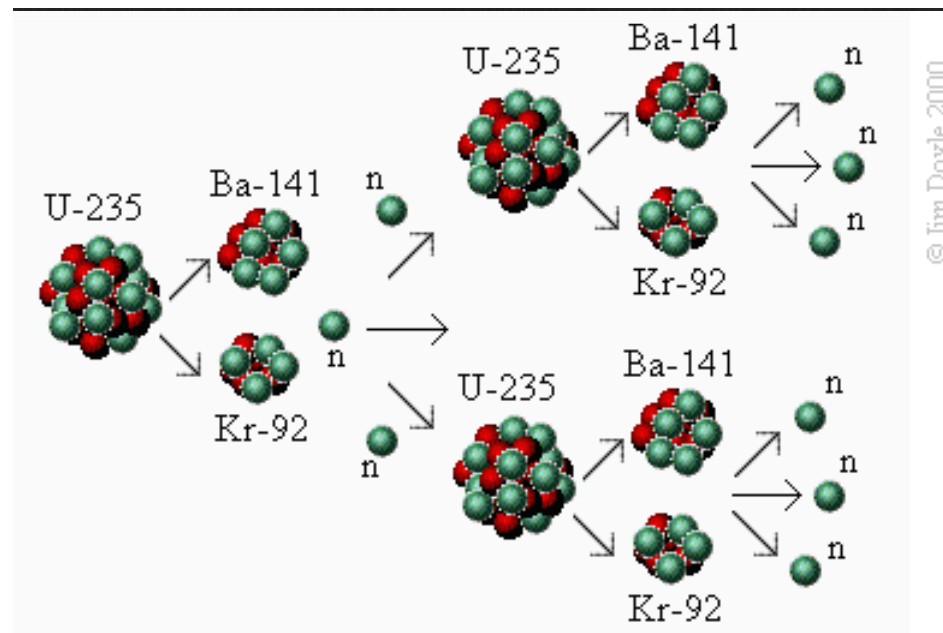
Herhaling: de reactie!



Kernsplijting van U-236 levert dus **radioactieve elementen** op (Barium en Krypton in dit geval), **3 neutronen**, **gammastraling** en zeer veel energie

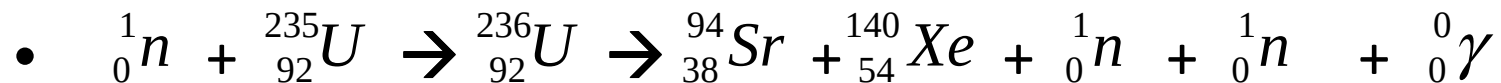
De kernreactie is een kettingreactie

- De nieuw gevormde neutronen zullen op hun beurt zelf U-235 atomen bestoken in de kernreactor en dit uranium laten splijten. Zo kan enorm **veel energie** worden opgewekt, **zonder veel** menselijke **moeite**!



Opmerking

- U-236 wordt niet altijd omgezet in Krypton en Barium!
- Er zijn **verschillende** kernreacties mogelijk, bv ook:



- Het eindproduct is echter steeds:
 - 2 radioactieve splijtingsproducten
 - Gammastraling
 - Veel energie
 - Enkele neutronen die de kettingreactie in stand houden.

Waarom gebruiken wij U-235

- *In de natuur zijn maar heel weinig elementen splijtbaar!
- *Na splijting moeten er neutronen worden gevormd die automatisch nieuwe uraniumatomen splijten.
- *Zoniet, wordt er nooit op korte tijd veel energie opgewekt!

Waarom levert kernsplijting energie op?

- Formule van Einstein: $E = mc^2$
- Betekenis:
 - $E = ?$
 - $m = ?$
 - $c = ?$
 - Grootte van c ?

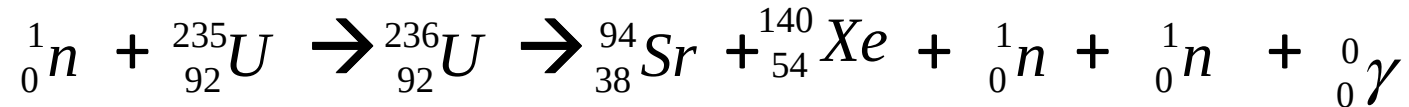
Energieproductie?

- **Bij kernsplijting** wordt er inderdaad **massa omgezet in energie!**
- We overlopen een voorbeeld!

Bij de kernfysica wordt massa uitgedrukt in de atomaire massa-eenheid (U)

Met $u = 1,661 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Voorbeeld van massa in energieomzetting



De atoommassa's van de verschillende onderdelen zijn:

$$*m_{{}_{92}^{235}U} = 235,04393u$$

$$*m_{{}_0^1n} = 1,00866u$$

$$*m_{{}_{38}^{94}Sr} = 93,91523u$$

$$*m_{{}_{54}^{140}Xe} = 139,92144u$$

Voor de reactie: 236,05259u

Na de reactie: 235,85399u

Voorbeeld van massa in energieomzetting

- Massaverlies = $236,05259\text{u} - 235,85399\text{u}$
= $0,19860\text{u}$
= $\pm 0,1\%$ van de beginmassa (= $1/1000$)

Een blokje van 200 gram Uranium zal dan
hoeveel gram massa omzetten in energie?

Voorbeeld van energieomzetting

- Hoeveel energie komt er dan vrij uit de splijting van een blokje Uranium van 200 gram?
- $E = mc^2$ (met m in kg en c in m/s)
- $E = 0,00020 \text{ kg} \cdot 300\,000\,000^2$
- $E = ?$

Voorbeeld van energieomzetting

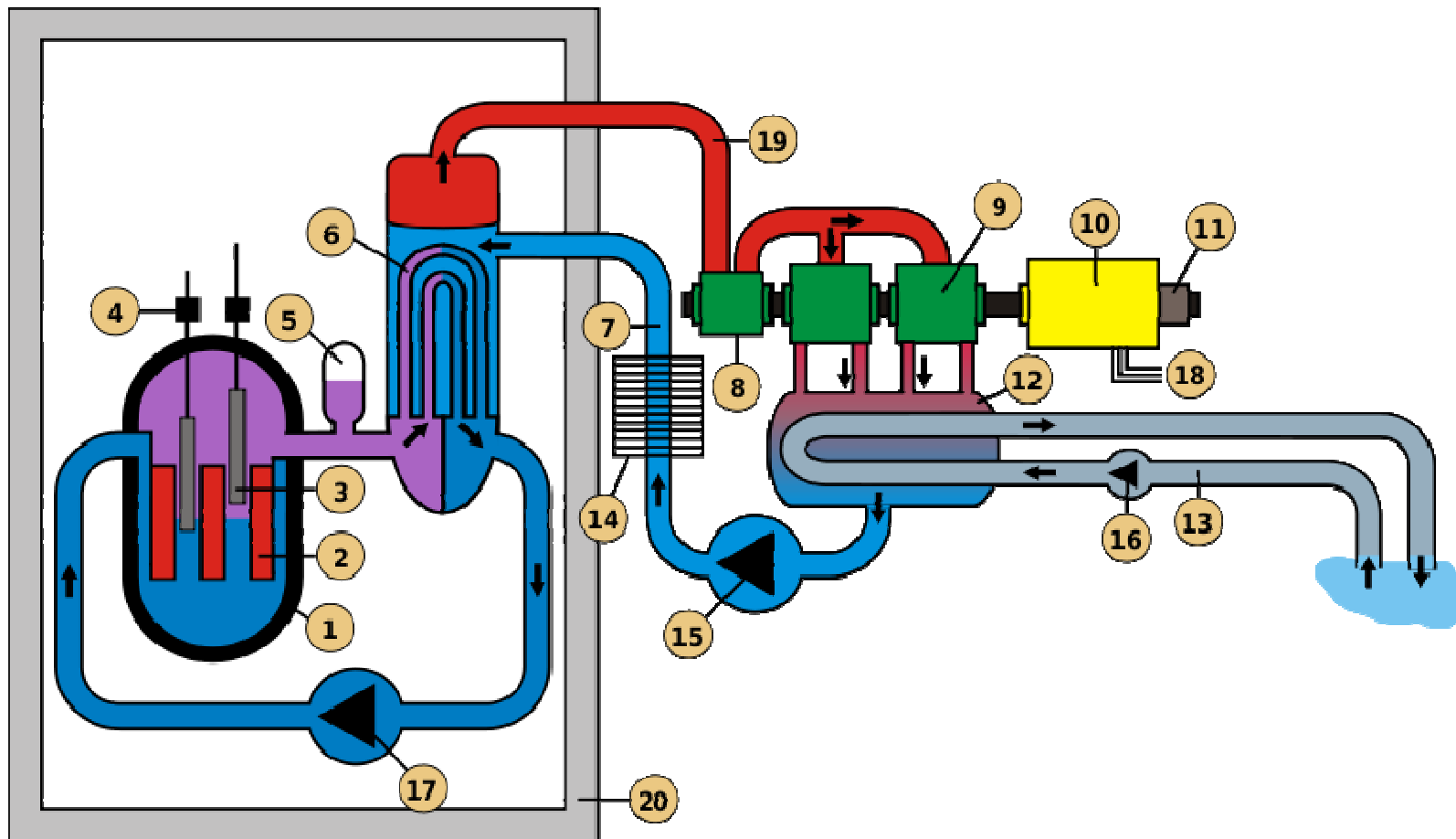
- Hoeveel energie komt er dan vrij uit de splijting van een blokje Uranium van 200 gram?
- $E = mc^2$ (met m in kg en c in m/s)
- $E = 0,00020 \text{ kg} \cdot 300\,000\,000^2$
- $E = 18\,000\,000\,000\,000 \text{ Joule}$
- Dit komt overeen met 2 miljoen liter benzine!

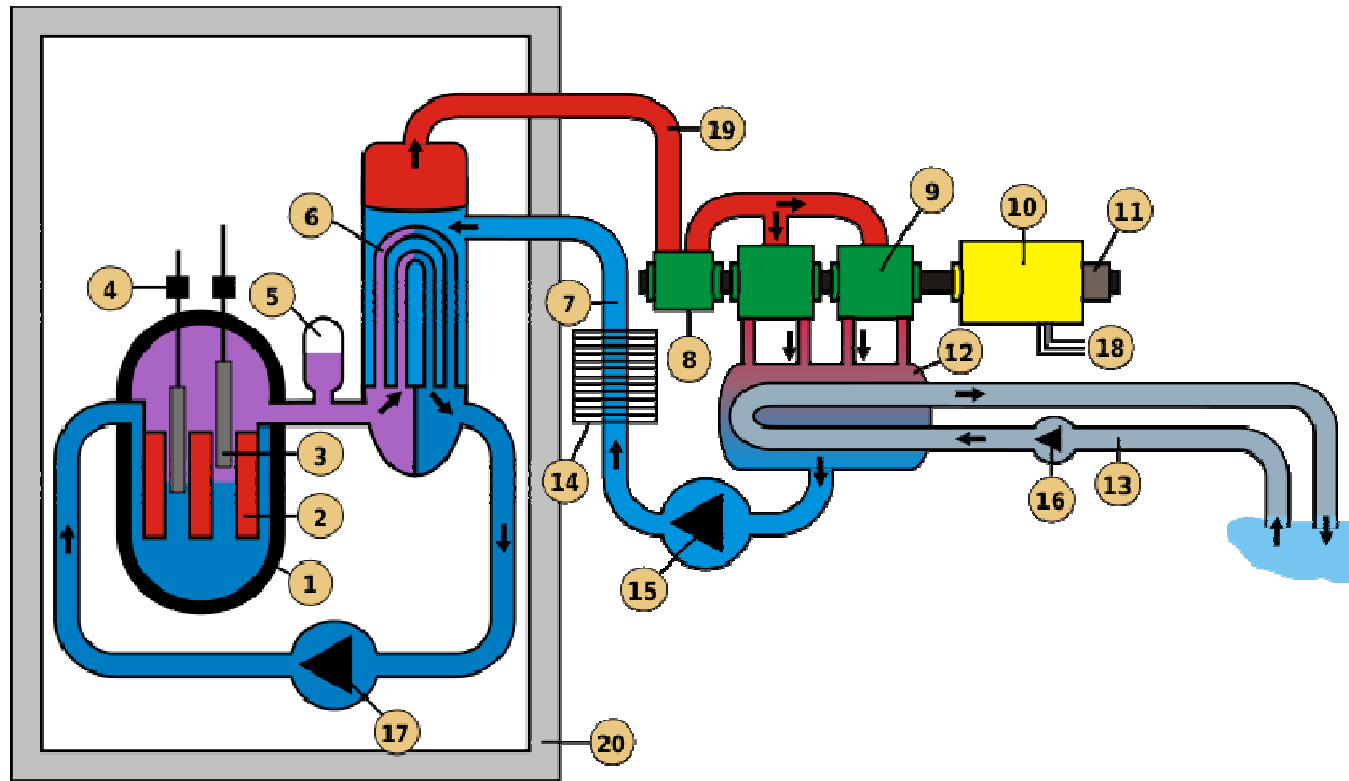
Bouw en werking van een kerncentrale



Kerncentrale van Doel (bij Antwerpen)

Bouw en werking van een kerncentrale





1 = Reactorvat (zwart omhulsel), in dit vat gebeurt de kernsplijting

2 = Uraniumstaven (rood) waar kernsplijting plaatsvindt

20 = Betonnen wand van het reactorgebouw (grijs)

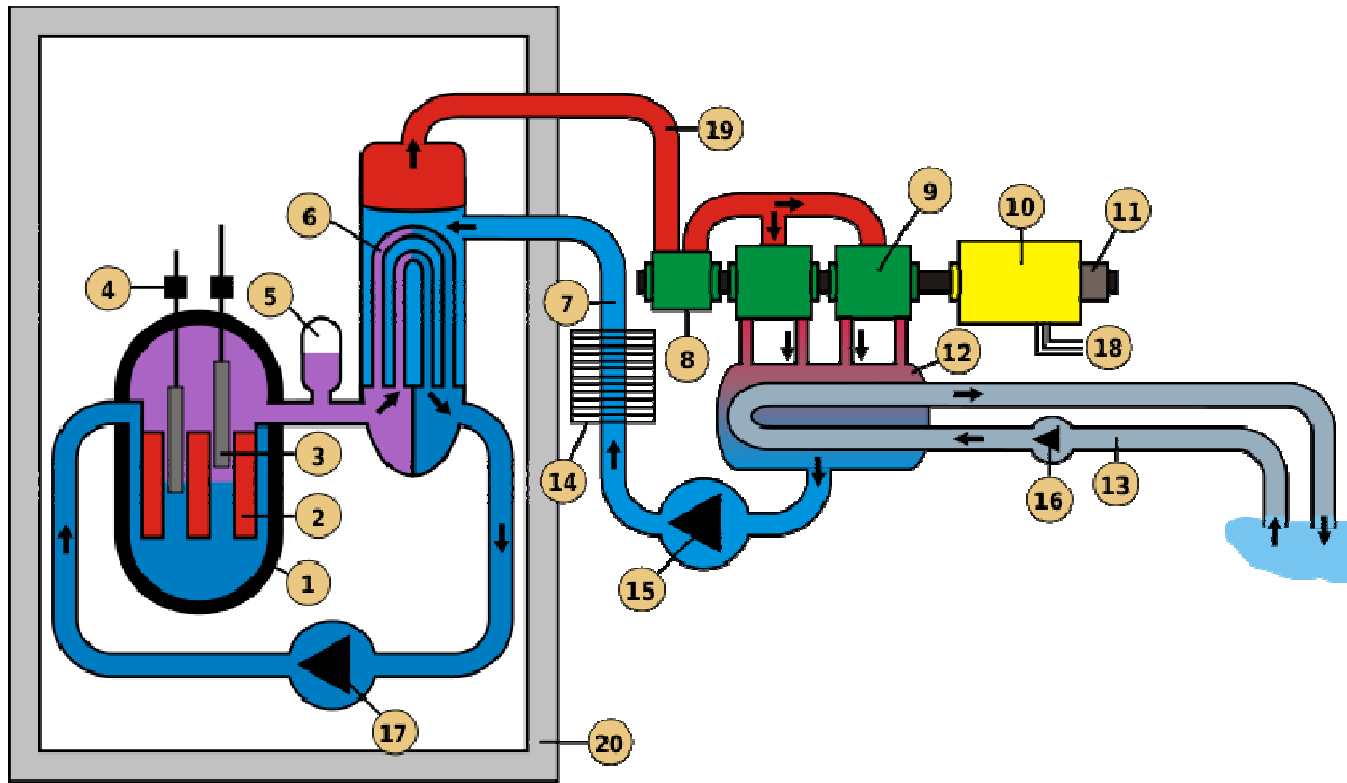
Blauwe pijplijnen waar nr 17 instaat: Primaire watercirculatie

6 = warmtewisselaar

Werking van de primaire watercirculatie?

Betekenis van nr. 3 en 4?

Betekenis van nr 5?



*In de warmtewisselaar (6) wordt de warmte van de primaire waterkringloop afgegeven aan het water van de secundaire waterkringloop . Er is echter geen watermenging tussen beide!!!
Via 7 wordt koel water aangebracht, via 19 wordt stoom weggebracht!

*Betekenis van nr 8 en 9?

*Betekenis van nr 10?

*Nr 12 = Condensor. Wat doet deze?

Nut van koeltorens?

