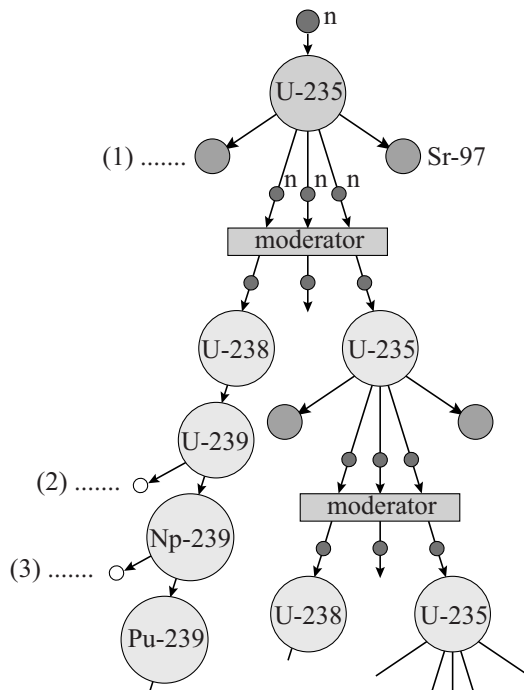


## Opgave 5 Tritium in een kerncentrale

In figuur 1 is schematisch het proces van kernsplijting weergegeven dat zich in een kerncentrale afspeelt. In het schema staan op drie plaatsen stippeltjes. Figuur 1 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

figuur 1



- 2p 23 Vul in de figuur op de uitwerkbijlage op de drie plaatsen van de stippeltjes de naam van de kern met zijn massagetal in of de naam van het betreffende deeltje.

Per splijting van een uranium-235-kern komt gemiddeld een hoeveelheid energie vrij van 190 MeV. Deze energie wordt met een rendement van 35% omgezet in elektrische energie.

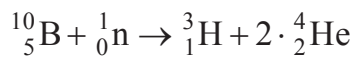
In één jaar vinden  $2,93 \cdot 10^{27}$  splijtingen in de kerncentrale plaats.

- 3p 24 Bereken het gemiddeld elektrisch vermogen in gigawatt dat de kerncentrale levert in dat jaar.

Bij een moderne kerncentrale vervult het koelwater onder meer de functie van moderator.

In het schema van figuur 1 lijkt het dat in de moderator geen neutronen verdwijnen. Maar in werkelijkheid gebeurt dat wel, maar in geringe mate. Er kunnen namelijk verschillende reacties optreden waarbij een neutron wordt geabsorbeerd: het kan een reactie zijn met het water zelf of een reactie met één van de stoffen die aan het water zijn toegevoegd.

Door boorzuur toe te voegen kan een neutron worden ingevangen door een kern van boor-10. De volgende reactie treedt op:



- 3p **25** Laat zien of bij deze reactie energie vrijkomt of dat er energie nodig is.

Ongeveer twee op de miljoen van de neutronen die vrijkomen bij de  $2,93 \cdot 10^{27}$  splijtingen in één jaar, worden geabsorbeerd volgens bovenstaande reactie, waarbij tritium ontstaat.

Gebruikmakend van de formule  $A(t) = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N(t)$  is de orde van grootte van

de activiteit van het tritium te berekenen.

Stel dat de kerncentrale na het opstarten één jaar continu draait.

Hieronder staan vier ordes van grootte van de activiteit na dat jaar.

- a  $10^8$  Bq
- b  $10^{13}$  Bq
- c  $10^{18}$  Bq
- d  $10^{23}$  Bq

- 3p **26** In welke orde van grootte ligt de activiteit? Motiveer je keuze met een berekening.

