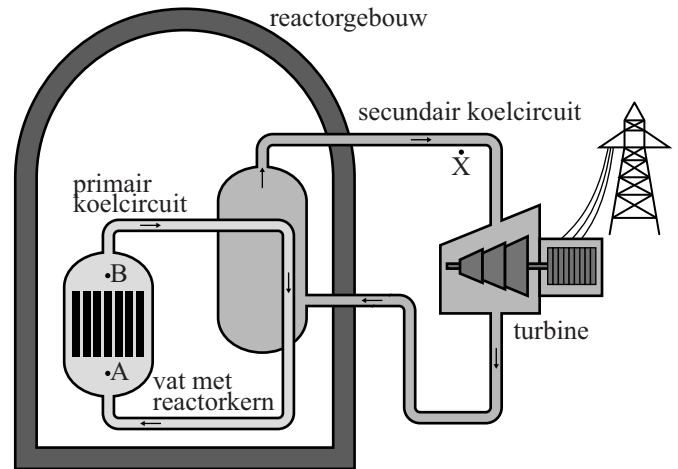


Opgave 3 N-16 in een kerncentrale

In de reactor binnen in het reactorgebouw van een kerncentrale komt warmte vrij door kernsplijtingen. Die warmte wordt afgevoerd door het water in het primaire koelcircuit. De warmte wordt via een warmtewisselaar afgegeven aan het secundaire koelcircuit, waarin ook de turbine zit die de generator aandrijft. Zie figuur 1.

figuur 1

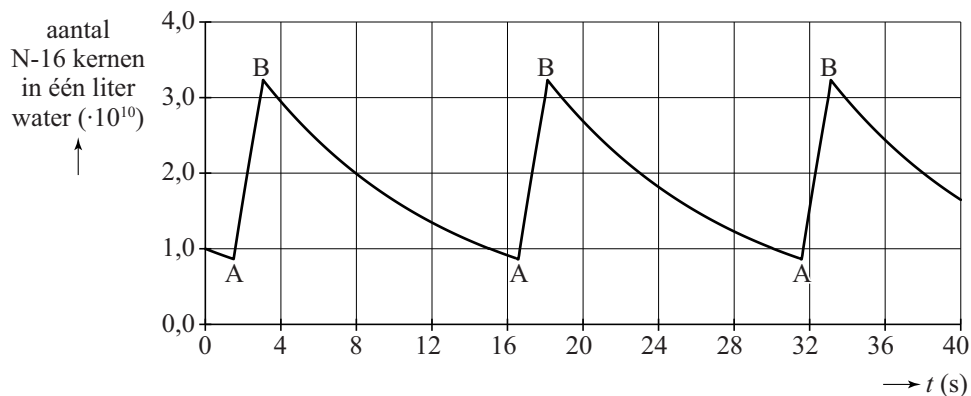


Bij kernsplijting komen ook neutronen vrij. Hierdoor wordt het water in het primaire koelcircuit dat door de reactor stroomt bestraald. Als een neutron de zuurstofkern in een watermolecuul treft, ontstaat een stikstof-16-kern (N-16). Bij deze reactie komt nog een deeltje vrij. Op de uitwerkbijlage staat hiervan de reactievergelijking waar op 6 plaatsen nog iets moet worden ingevuld.

2p 11 Maak de reactievergelijking op de uitwerkbijlage compleet.

Het N-16 wordt meegevoerd in het primaire koelcircuit. In gedachten volgen we een liter water bij het doorlopen van het primaire koelcircuit. Het aantal kernen N-16 in deze liter water varieert tijdens het rondgaan. In figuur 2 is dit weergegeven.

figuur 2



Bij A komt het water elke keer in de reactorkern, bij B gaat het eruit. De punten A en B zijn ook in figuur 2 aangegeven. We nemen aan dat de kerncentrale een jaar lang continu in bedrijf is.

Een klein percentage van de oorspronkelijk aanwezige watermoleculen in één liter water wordt in dat ene jaar geraakt.

4p 12 Bepaal dat percentage.

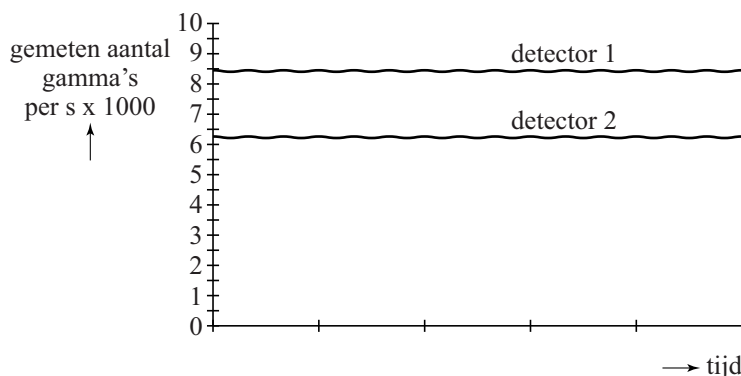
N-16 is instabiel en vervalt onder uitzending van β^- en γ . Het bijzondere is dat het uitgezonden gammafoton een zeer hoge energie heeft, namelijk 6,1 MeV. Er bestaan speciale detectoren die alleen deze hoog-energetische gammafotonen meten. Daarmee kan dus de aanwezigheid van N-16 vastgesteld worden.

We bespreken twee toepassingen waarbij N-16 een rol speelt.

Een **eerste** toepassing is het meten van de stroomsnelheid van het koelwater in het primaire circuit. Zie nogmaals figuur 1.

Op twee plekken langs de pijp waar het water doorheen stroomt wordt een detector geplaatst. De detectoren meten op identieke wijze hoog-energetische gammafotonen.

figuur 3



In figuur 3 staat het meetresultaat van beide detectoren. De afstand tussen de detectoren is 15 m.

4p 13 Bepaal de stroomsnelheid van het water in de pijp.

Een **tweede** toepassing is lekdetectie.

In figuur 1 is met de letter X een plek aangegeven vlak bij het secundaire koelcircuit buiten het reactorgebouw. Hier staat een detector. Bij normaal functioneren meet deze detector geen hoog-energetische gammafotonen. Als detector X toch hoog-energetische gammafotonen registreert, is meteen duidelijk dat er ergens een lek is.

2p 14 Leg uit waar het lek zich dan bevindt.

uitwerkbijlage

11

