

## Opgave 6 Castor-container

Het radioactief afval van Duitse kerncentrales wordt in zogenaamde Castor-containers per trein naar de opwerkingsfabriek in La Hague aan de Franse kust afgevoerd. Zie figuur 17.

figuur 17



Een Castor-container is een cilindervormig vat met een stalen wand van 50 cm dikte, waarin ongeveer 10 ton (1 ton = 1000 kg) aan afgewerkte splijtstofstaven bewaard kan worden. Castor-containers worden luchtdicht afgesloten zodat de hoog radioactieve inhoud niet naar buiten kan. De wand is niet alleen voor de stevigheid zo dik, maar biedt ook bescherming tegen de straling.

- 3p **24**  Geef voor elk van de drie soorten straling ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) aan of deze wel of niet bijdraagt aan de stralingsbelasting buiten de Castor-container.

Technisch is het mogelijk om containers met een dunnere wand te maken die toch stevig genoeg zijn. Bovendien zou een container met een wand van 30 cm dikte aanmerkelijk goedkoper zijn dan eentje met een wand van 50 cm. De stralingsbelasting zou dan toenemen.

De halveringsdikte van staal is voor de betrokken straling gelijk aan 2,5 cm.

- 3p **25**  Bereken met welke factor de stralingsbelasting zou toenemen als een container een wanddikte van 30 cm in plaats van 50 cm zou hebben.

Het transport van Castor-containers gaat meestal per trein. In verband met de veiligheid rijden die treinen slechts 20 tot 30 km/h. Het transport vindt plaats onder politiebewaking. Voor de manier van bewaken moest men kiezen uit twee alternatieven:

- óf een beperkte groep van ongeveer honderd agenten mee laten reizen met de trein, wat betrekkelijk goedkoop is,
- óf een enorme groep van enkele duizenden agenten langs de spoorlijn posteren, wat veel geld kost.

Tabel 99E in Binas bevat de stralingsnormen die in de Europese Gemeenschap worden toegepast. Politieagenten worden in dit verband gerekend tot de categorie 'individuele leden van de bevolking'. De stralingsnorm voor de effectieve totale lichaamsdosis is van toepassing.

Agenten die met de trein meereizen, zouden een dosisequivalent oplopen van ongeveer 0,2 mSv per uur.

- 3p **26**  Leg uit waarom men niet de goedkopere maar de duurdere manier van bewaken gekozen heeft. Uit je antwoord moet blijken dat je tabel 99E van Binas hebt gebruikt.

De splijtstofstaven in de container zijn zeer radioactief. In een bepaalde container bedraagt de activiteit  $4,4 \cdot 10^{17}$  Bq. Per vervalreactie komt gemiddeld 0,78 MeV energie vrij. Deze energie wordt vrijwel volledig geabsorbeerd en omgezet in warmte.

- 3p **27**  Bereken hoeveel warmte, in joule, per seconde in de container wordt ontwikkeld.