

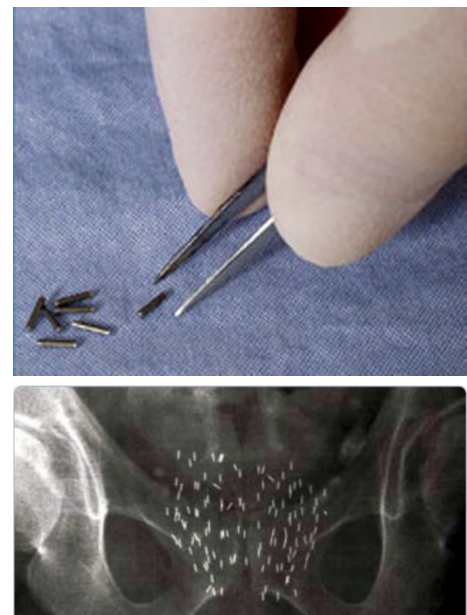
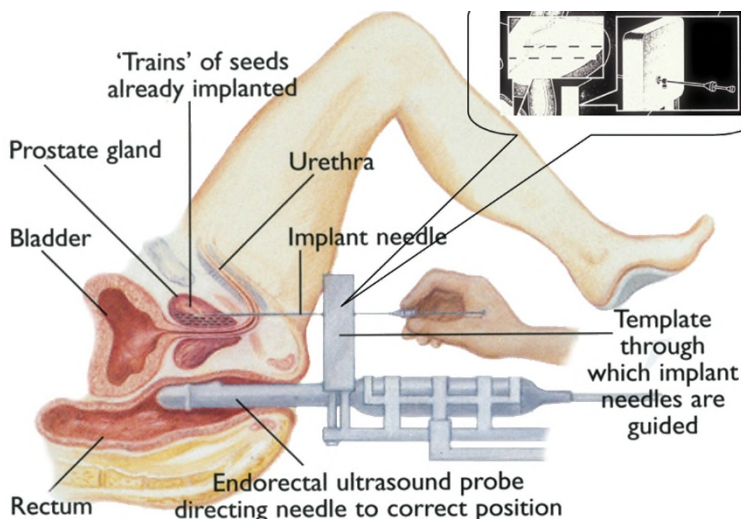
Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Let op het juiste aantal significante cijfers en vergeet de eenheden niet! Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

**Met potlood geschreven tekst wordt niet gecorrigeerd!
Het gebruik van Tipp-Ex is niet toegestaan.**

Opgave 1

Brachytherapie staat voor inwendige bestraling. Het is een vorm van radiotherapie waarbij een stralingsbron enige tijd in, of in de nabijheid, van ziek weefsel wordt gebracht. Er zijn twee varianten voor de behandeling van prostaatkanker. De zogenaamde LDR- (Low Dose Rate, oftewel laag dosistempo) en de HDR- (High Dose Rate, oftewel hoog dosistempo) behandeling.

In het geval van een LDR-behandeling worden jood-125 bronnen (zogenaamde zaadjes) via holle naalden in de prostaat geplaatst. Deze bronnen geven hun energie in ongeveer een jaar tijd af en blijven daarna permanent in het lichaam zitten. In nevenstaande afbeelding zie je hoe dit wordt toegepast als behandeling tegen prostaatkanker.



Er worden 40 tot 80 van die jood-125 bronnen in het lichaam geplaatst. De gehele behandeling duurt zo'n tweeënehalf uur.

a) **Bereken** hoeveel procent van het jood-125 na een jaar is vervallen.

Bij een bepaalde behandeling moet een stukje weefsel van 8,0 g een dosistempo van 1,0 Gy per uur ontvangen op het moment van inbrengen van de stralingsbronnen. De gemiddelde energie van de bij het verval van jood-125 uitgezonden γ -deeltjes is 28 keV. Neem aan dat 80% van de uitgezonden straling door het stukje weefsel wordt opgenomen.

b) **Bereken** de gemiddelde totale activiteit die de ingebrachte stralingsbronnen moeten hebben.

Opgave 2

Begin november in 2006 kwam het isotoop polonium-210 groot in het nieuws vanwege de moord op de Russische ex-agent Alexander Litvinenko. De α -straler werd bij de ex-agent in het eten gedaan, waarna deze binnen drie weken kwam te overlijden aan de gevolgen daarvan.



- Geef de vervalvergelijking van polonium-210.
- Bereken** hoeveel energie bij het verval van een polonium-210-kern vrijkomt.

De bij b berekende waarde is groter dan de in BiNaS vermelde waarde van 5,407 MeV.

- Leg uit** waarom de waarde die in BiNaS staat vermeld iets kleiner is dan de bij b berekende waarde.

In de krant was ten tijde van deze moordzaak onderstaande te lezen:

“Omdat polonium-210 zeer snel vervalt, is de stralingsintensiteit ook zeer hoog. Om een dodelijke dosis te veroorzaken is slechts 0,1 miljoenste deel van een gram nodig. “

“In de ruimtevaart dient polonium-210 als lichtgewicht energiebron. Eén gram polonium-210 kan 144 W aan warmte produceren.”

- Bereken** de activiteit van 1,0 g polonium-210.

Bij opname van polonium-210 in het lichaam is een activiteit van 15 MBq al dodelijk.

- Toon aan** dat de in de krant vermelde hoeveelheid van 0,1 miljoenste deel van een gram voldoende is als dodelijke hoeveelheid.
- Geef een reden waarom het hanteren van polonium-210 voor de moordenaar relatief ongevaarlijk is.
- Ga of de in het krantenartikel vermelde warmteproductie van 140 W klopt.