

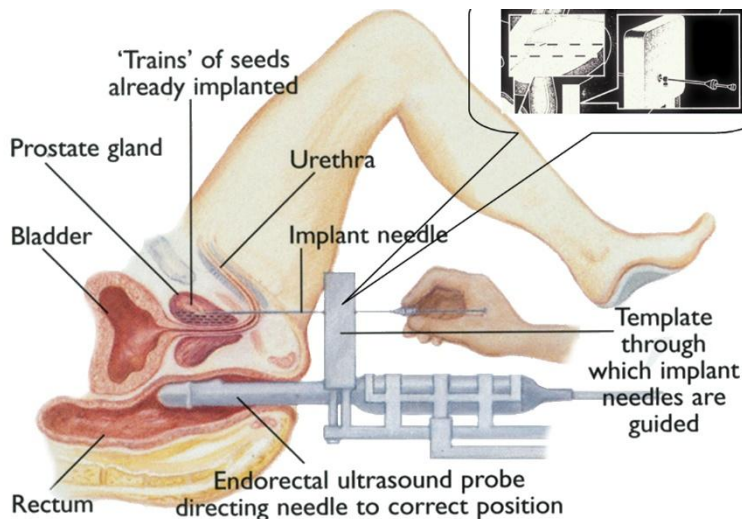
Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

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. Noteer jouw antwoord in twee significante cijfers.

Opgave 2

Jood-131 (atoomnummer 53) wordt onder andere gebruikt voor behandeling van schildklierziekten. Jood-131 vertoont bèta-afval en heeft een halveringstijd van 8,0 dagen.

Men heeft voor een onderzoek aan een patiënt een preparaat nodig met een activiteit van precies 150 MBq. De behandeling wordt om 8:00 uur 's ochtends uitgevoerd.

Het jood-131 preparaat wordt de dag tevoren om 6:00 uur 's ochtends verstuurd.

- Geef de vervalvergelijking voor het verval van jood-131.
- Bereken** de activiteit die het preparaat op het moment van versturen moet hebben om precies de gewenste activiteit te hebben op het moment van de behandeling.

Het preparaat (activiteit van 150 MBq) bevat 10^{13} kernen radioactief jood-131.

65% van dit aantal jodiumkernen wordt opgenomen in de schildklier. De schildklier heeft gemiddeld een massa van 15 g.

De rest zal via de urine het lichaam verlaten.

De gemiddelde energie van een bèta-deeltje bedraagt $9,6 \cdot 10^{-14}$ J. De stralingsweegfactor voor deze bèta-straling bedraagt 2.

- Bereken** de equivalente dosis die de schildklier op den duur zal ontvangen ten gevolge van deze behandeling. Ga ervan uit dat alle in de schildklier opgenomen kernen op den duur zullen vervallen.

Patiënten zullen in totaal 35% van het radioactieve jodium via hun urine uitscheiden. De eerste twee keer dat de patiënten na de behandeling naar toilet gaan zullen zij 90% van deze hoeveelheid uitscheiden. In een ziekenhuis worden al gauw 10 van deze behandelingen per dag uitgevoerd.

Daar ziekenhuizen niet zomaar radioactiviteit op het grondwater mogen lozen, wordt op radiologische afdelingen het toiletspoelwater in de kelder opgevangen in opslagtanks. Een ziekenhuis mag het afvalwater lozen als de concentratie radioactiviteit niet meer dan 100 Bq per liter bedraagt.

Neem aan dat patiënten uit het ziekenhuis worden ontslagen nadat zij twee keer naar toilet zijn geweest. Neem tevens aan dat zij vrij snel na de behandeling twee keer naar toilet moeten, zodat de effecten van radioactief verval op de activiteit kunnen worden verwaarloosd.

- Bereken** de activiteit die 10 patiënten aan de opslagtank toevoegen.

De capaciteit van één opslagtank bedraagt 500 L. De activiteit in de tank bedraagt op een zeker moment 409,6 MBq.

- Bereken** hoeveel dagen de tank minimaal moet staan voordat deze op het riool mag worden geloosd. Noteer jouw antwoord in twee significante cijfers.

