

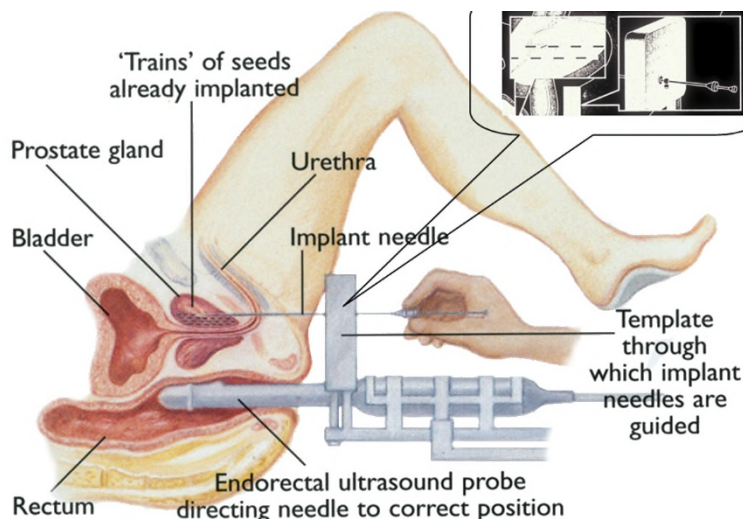
Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Let op het juiste aantal significante cijfers en vergeet de eenheden niet! Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

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

Opgave 2

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

In een ambulance staat een gascilinder met zuurstof. De gascilinder heeft een inhoud van 10 L en druk van de zuurstof in de gascilinder bedraagt 20 bar.

a) **Bereken** hoe groot de dichtheid van de zuurstof in de gascilinder is.

Een patiënt met een acute astma-aanval moet zuurstof toegediend krijgen.

Stel de patiënt krijgt 1,5 L zuurstof per minuut toegediend.

b) **Bereken** hoe lang de patiënt maximaal van zuurstof kan worden voorzien met deze gascilinder.



Opgave 3

Met een zogenaamde gammacamera kan een opname gemaakt worden van het hart. In de gammacamera zit een film die gevoelig is voor γ -straling.

Enige tijd voordat de opname gemaakt wordt, krijgt een patiënt een oplossing van kaliumchloride toegediend. Deze oplossing is 'gemerkt' met het radioactieve kalium-43.

Kalium, en dus ook kalium-43, wordt door goed werkende hartspieren beter opgenomen dan door slecht werkende hartspieren. Kalium-43 vervalt onder uitzending van β -straling en γ -straling.

a) Geef de vervalreactie van kalium-43.

Van een bepaalde hoeveelheid kalium-43 is de activiteit als functie van de tijd gemeten. Dit is weergegeven in onderstaande afbeelding.

Tijdens het maken van de opname is de activiteit van het kalium-43 in het hart op een bepaald tijdstip 0,11 MBq.

b) **Bepaal** de massa van het kalium-43 dat op dat tijdstip in het hart aanwezig is.

De β -straling die het radioactieve kalium uitzendt, zorgt voor een extra stralingsbelasting van het hart. Het totaal

aantal kernen kalium-43, dat door het hart is opgenomen en daar vervalt, bedraagt

$8,0 \cdot 10^9$. Neem aan dat 70% van de β -straling door het hart geabsorbeerd wordt.

Het hart heeft een massa van 250 g. De stralingsweegfactor van β -straling is 1.

De β -deeltjes hebben een energie van $1,3 \cdot 10^{-13}$ J.

c) Geef op grond van een **berekening** aan of je bij het maken van deze hartfoto het gezondheidsrisico voor de patiënt aanvaardbaar vindt.

