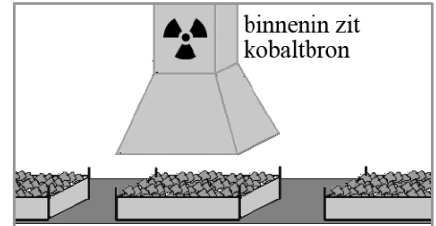


Oefenopgaven bij Kernfysica(1): radioactieve bronnen en ioniserende straling

1. Fruit (en groente) wordt soms net na het plukken bestraald om het langer houdbaar te maken.

- Kun je dit fruit veilig aanraken?
- Kun je dit fruit veilig opeten?
- Is dit fruit nu radioactief?
- Is het fruit besmet?
- Welke gezondheidsrisico's zijn er bij deze behandeling?
- Leg uit hoe het kan dat bijvoorbeeld aardbeien op deze manier langer goed kunnen blijven. *TIP: voedsel bederft doordat bacteriën stoffen uit het voedsel omzetten in andere stoffen die voor mensen giftig kunnen zijn.*



2. Wijzers van oude horloges zijn soms beschilderd met radioactief radium omdat dit licht geeft in het donker (ook *zonder* eerst belicht te zijn geweest, foto rechts).

- Tegenwoordig mag dit niet meer gebruikt worden. Waarom zou dat zijn?
- Leg uit waarom het waarschijnlijk ongevaarlijk is om zo'n horloge even in je hand te houden.
- Bij het aanbrengen op de wijzers van de verf met daarin radium gebruikten de arbeiders penseeltjes waarvan de ze punten telkens nat maakten met hun tong. Welk gevaar liepen ze daarbij?

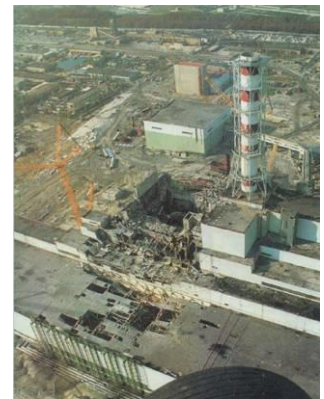


3. Als het goed is komen arbeiders in kerncentrales nooit in contact met het radioactief materiaal. Toch wordt hun gezondheid heel goed in de gaten gehouden en mogen ze maar een vast aantal dagen per jaar werken.

- Welk risico lopen ze wel, besmetting of bestraling?
- Stel, een arbeider heeft door een kleine vergissing een te hoge hoeveelheid straling binnengekregen en mag pas na een maand weer komen werken (natuurlijk krijgt hij wel doorbetaald). Kan deze arbeider thuis zijn vrouw veilig aanraken?

4. Bij de kernramp bij Chernobyl in 1986 ontplofte de behuizing van een kernreactor (rechter foto, boven) en werden talloze piepkleine stukjes radioactief materiaal kilometers ver weggeslingerd. Dit kwam onder meer in de nabijgelegen stad Pripyat terecht. Alle (ongeveer) 50.000 inwoners werden geëvacueerd (foto rechtsonder: in verval geraakt zwembad).

- Welk gevaar liepen de inwoners van de stad, besmetting of bestraling?
- Veel van het radioactief materiaal blijft nog eeuwen radioactief. Als je nu door de stad heenloopt, welk gevaar loop je dan nog steeds?
- Door de wind kwamen zeer kleine (stofachtige) deeltjes radioactief materiaal zelfs in Nederland terecht. Mensen hoefden daarvoor niet binnen te blijven (daarvoor was het te weinig materiaal) maar er was wel een andere maatregel die getroffen werd. Kun je bedenken welke (denk aan waar het stof allemaal neer zou kunnen komen)?



5. Bij de problemen met het kerncentralescomplex (meerdere reactoren in de problemen) Fukushima 1 in Japan was er sprake van water met daarin radioactief materiaal dat weglekte en de zee inliep.

- Hoe zou dit gevaarlijk kunnen zijn voor mens en dier?
- Stukjes radioactief materiaal werden door het water meegespoeld de zee in. Werd het zeewater zelf daar radioactief van?



6. Leg in je eigen woorden uit wat de term "radioactief" betekent.

7. Leg in je eigen woorden uit waarom "radioactieve straling" vanuit natuurkundig oogpunt een verkeerde naam is en geef een verbetering.

8. Leg uit wat "ioniserend" precies betekend en hoe ioniserende straling schade veroorzaakt aan je lichaam.

9. Kun je naast de ioniserende straling van radioactieve bronnen en Röntgenstraling nog een voor mensen schadelijke vorm van straling noemen?

Oefenopgaven bij **Kernfysica(2)**: Soorten radioactieve bronnen

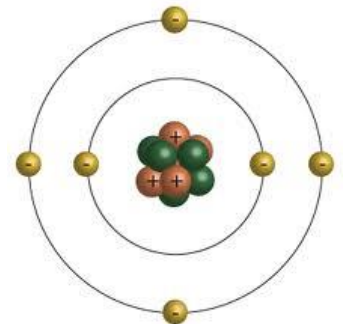
10. Hoog in de bergen (bijvoorbeeld in de Alpen) is de achtergrondstraling groter dan bij ons in Nederland. Geef daar twee redenen voor.
11. Als je heel nauwkeurig wilt bepalen hoeveel straling een bepaalde bron per seconde uitzendt moet je eerst de achtergrondstraling meten. Leg uit waarom dat is en hoe je dan precies te weten komt hoeveel straling het voorwerp zelf uitzendt. Geef een getallenvoorbeeld.
12. Noem twee radioactieve bronnen en geef aan of ze natuurlijk zijn of door de mens gemaakt.
13. Leg uit wat achtergrondstraling is en noem twee bronnen waaruit het afkomstig kan zijn.



14. 2022 (niet) Leg uit hoe een Geigerteller werkt. (in de les!)

>>>>> **BEGIN Herhalingsvragen scheikunde (kennis die later van pas gaat komen) BEGIN** <<<<<

15. Welke deeltjes zijn kerndeeltjes? Kies uit: protonen, neutronen, elektronen.
16. Welke deeltjes (hoeveel ervan in de kern zitten) bepalen tot welk element een atoom behoort?
17. Bekijk de afbeelding rechts, welke soort (ongeladen) atoom is dit?



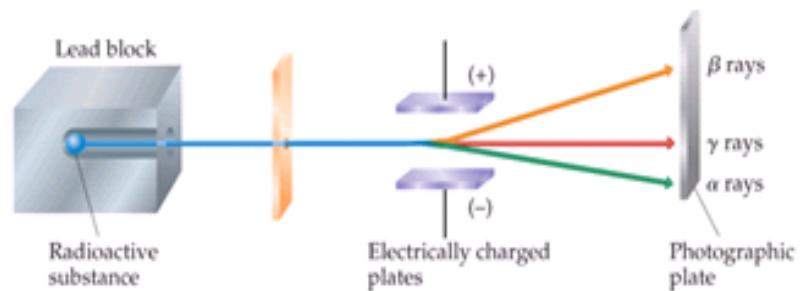
18. Hoeveel protonen zitten er in de kern van een atoom:
 - a. Koolstof
 - b. Stikstof
 - c. Lood
 - d. IJzer
 - e. Helium
 - f. Waterstof
19. Wat is het verschil tussen een ion en een atoom?
20. Geef twee voorbeelden van een ion en een atoom die “bij elkaar horen”
21. Welke relatie is er tussen het aantal elektronen die om een atoom heen draaien en de protonen in de kern?
22. Wat is het verschil tussen moleculen en atomen?
23. Bekijk onderstaande molecuulformules. Uit welke soorten atomen en hoeveel van welke soort bestaan deze moleculen?
 - a. H_2O
 - b. CO_2
 - c. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{11}$ (glucose)
 - d. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (alcohol)
 - e. NH_3 (ammoniak)
 - f. CH_4 (methaangas)

>>>>> **EINDE Herhalingsvragen scheikunde EINDE** <<<<<

Oefenopgaven bij **Kernfysica(3)**: Soorten ioniserende straling

24. Stel dat je drie koekjes krijgt die allemaal precies even radioactief zijn (dus ze zenden alle drie evenveel deeltjes per seconde uit), maar eentje zendt alfastraling uit, eentje bètastralen en eentje gammastraling. Stel dat je er eentje moet opeten, eentje in je hand moet houden en eentje in je zak mag stoppen. Wat zou je dan met welk koekje doen? Denk aan de eigenschappen van elke soort straling.
25. Als een straling (een stroom afzonderlijke deeltjes dus) op een stof (op een voorwerp) valt kunnen er twee dingen gebeuren: het deeltje wordt "geabsorbeerd" of het wordt doorgelaten.
- Wat kan er gebeuren als een atoom in het voorwerp de straling absorbeert?
 - Probeer te bedenken hoe het kan dat een deeltje gewoon door een massief voorwerp heen vliegt.

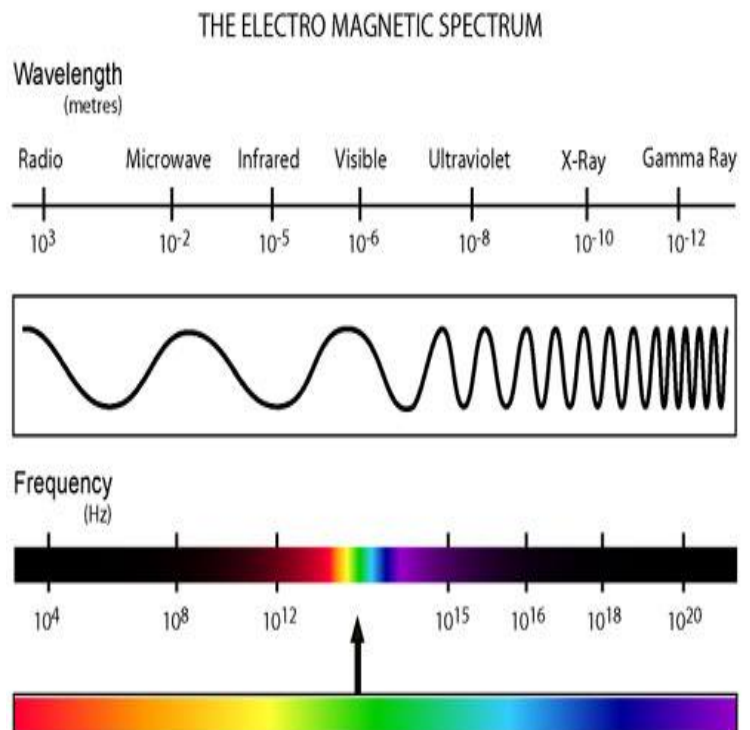
26. Bekijk de afbeelding rechts. Je ziet dat de drie soorten straling die door een bron worden uitgezonden op verschillende plaatsen op de "photographic plate" terechtkomen.



▲ **Figure 1.21 Behaviour of alpha (α), beta (β) and gamma (γ) rays in an electric field.** The α rays consist of positively charged particles and are therefore attracted to the negatively charged plate. The β rays consist of negatively charged particles and are attracted to the positively charged plate. The γ rays, which carry no charge, are unaffected by the electric field.

- Leg uit voor elk soort straling uit waarom deze terechtkomt waar deze terechtkomt. Je ziet dat bètastraling een grotere afwijking heeft dan alfastraling.
- Geef een reden dat bètadeeltjes een grotere afwijking zouden moeten krijgen.
- Geef een reden dat juist alfadeeltjes een grotere afwijking zouden moeten krijgen.
- Uiteindelijk krijgen toch bètadeeltjes de grootste afwijking. Welke van de twee factoren die je bij c en d genoemd hebt is kennelijk het sterkst?

27. Alfa- en bètastraling blijkt een stroom deeltjes te zijn.
- Hoe kun je uit het tikken van een Geigerteller al merken dat dit waarschijnlijk het geval is?
 - Gammastraling blijkt niet uit een massief deeltjes te bestaan, maar is een soort licht, net als Röntgenstraling. Bekijk onderstaande afbeelding van het *elektromagnetisch spectrum*. Leg uit wat het dit voorstelt (herhaling 2^e klas! ☺).
 - Schrijf van deze soorten licht op wat de golflengte is
 - Zichtbaar licht
 - Ultraviolet licht
 - Röntgenstraling
 - Gammastraling
 - Waarom staan alfa- en bètastraling niet in het elektromagnetisch spectrum?



Oefenopgaven bij **Kernfysica(4)**: Atoombouw, isotopen (en notatie)

28. Geef de notatie (*alle 3 de varianten!*) van deze kernen:

- Kobalt met massagetal 56
- Zink met 34 neutronen in de kern
- Plutonium met 146 neutronen in de kern
- Calcium met massagetal 45
- Een kern met 16 protonen en 19 neutronen
- Een kern met 228 kerndeeltjes waarvan 160 neutronen
- Een kern met 110 kerndeeltjes waarvan 47 protonen
- Een kern met atoomnummer 7 en 5 neutronen
- Een kern met atoomnummer 26 en in totaal 55 kerndeeltjes

29. Geef van deze kernen aan hoeveel protonen en neutronen erin zitten:

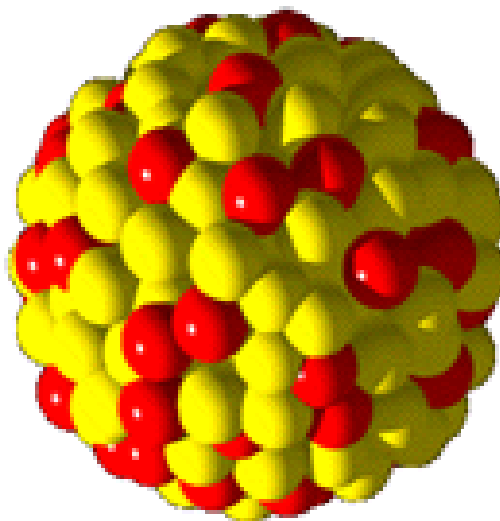
- Helium-7
- Krypton-85
- Ra-224
- U-235
- Po-209
- Ar-38

30. Leg uit wat het verschil is tussen het massagetal en het atoomnummer.

31. Twee verschillende kernen hebben allebei massagetal 140. Waarom hoeven dit niet dezelfde atoomsoorten te zijn?

32. Wat wordt verstaan onder het atoomnummer van een atoom, en wat is het massagetal?

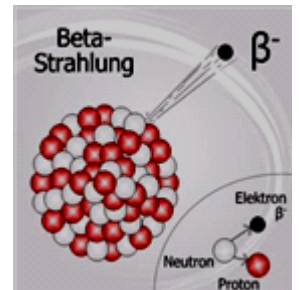
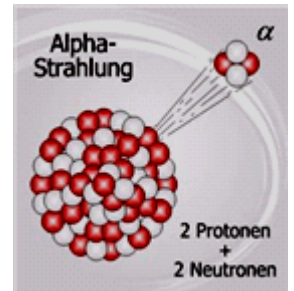
33. OPEN DENKVRAAG: Het uranium dat in kerncentrales en kernwapens wordt gebruikt moet veel Uranium-235 bevatten. Natuurlijk uranium dat uit de grond (in de vorm van een erts) gewonnen wordt bevat voornamelijk het onbruikbare U-238. Het U-235 moet uit dit natuurlijk uranium gezuiverd worden. Kun je een verschil noemen tussen U-235 en U-238-atomen en wat je zou moeten kunnen gebruiken om deze twee isotopen van elkaar te scheiden?



Oefenopgaven bij **Kernfysica**(5): Vervalreacties

34. Geef de vervalreactie die hoort bij:

- a. Bismuth-184, alfaverval
- b. Uranium-238, alfaverval
- c. **Natrium-22, bèta + verval 2022 niet**
- d. Cesium-132, bèta - verval
- e. Plutonium-240, bèta- verval
- f. **Koolstof -11, bèta + verval 2022 niet**
- g. Silicium – 28, gammaverval



35. Protonen zijn positief elektrisch geladen, neutronen zijn neutraal.

- a. Leg uit welke twee krachten de protonen in de kern op elkaar uitoefenen en zeg iets over de onderlinge balans tussen die twee krachten
- b. Leg uit dat neutronen eigenlijk een soort lijm voor protonen kunnen worden gezien.
- c. Kun je bedenken waarom een tekort aan neutronen in grote kernen de kern onstabiel maakt?
- d. Kun je bedenken waarom een overschot aan neutronen een kern onstabiel maakt?

36. DENKVRAAG: Stel je hebt een plak radioactief plutonium, die aan het vervallen is. Zal deze altijd radioactief blijven of moet er wel een keer een moment komen, dat de plak geen straling meer uitzendt? Leg duidelijk uit waarom wel of waarom niet.

37. DENKVRAAG: Alle deeltjes, die bij kernreacties betrokken zijn hebben massa.

- a. Verandert de massa van een kern als deze alfaverval ondergaat?
- b. Verandert het massagetal als een kern alfaverval ondergaat?
- c. Verandert de massa van een kern als deze bètaverval ondergaat?
- d. Verandert het massagetal als een kern bètaverval ondergaat?

38. Straling van radioactieve stoffen wordt ook wel *kernstraling* genoemd.

- a. Leg uit dat deze benaming niet verkeerd is.
- b. Bedenk een reden waarom *ioniserende straling* wel beter is dan *kernstraling*.
- c. Is alle ioniserende straling ook meteen kernstraling?

39. De kern die ontstaan is na een vervalreactie kan op zijn beurt ook weer radioactief zijn en opnieuw vervallen.

Voor onderstaande situaties:

Bepaal welke kern ontstaat na het eerste verval en kijk vervolgens wat er gebeurt als deze kern op zijn beurt verder vervalt in de tweede reactie:

- a. Lood-211, eerst bètaverval en vervolgens nog eens alfaverval
- b. Protactinium-231, eerst alfaverval en vervolgens nog een bètaverval
- c. Radon-219, eerst alfaverval, dan bètaverval en tenslotte nog eens alfaverval.

42. Een kern kan op deze manier zelfs talloze achtereenvolgende vervalreacties ondergaan.

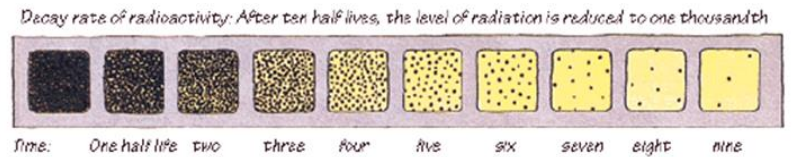
Bepaal welke kern (stof dus eigenlijk) je overhoudt als Uranium-235 achtereenvolgens de volgende vervalreacties ondergaat: alfa, bèta -, alfa, alfa, bèta +, alfa, alfa, alfa, bèta -, alfa, bèta +.

Ja, dat is een hoop werk.

Oefenopgaven bij Kernfysica(6): Halfwaardetijd

43. Van een stof X is de halfwaardetijd 5 uur. Je begint met 1000 gram van deze stof. Bereken hoeveel gram er nog over is na:

- 5 uur
- 10 uur
- 20 uur
- 30 uur
- 50 uur
- 120 uur



44. De halveringstijd van Polonium 210 is 138 dagen. De kern ondergaat alfaverval.

- Leg uit wat wordt verstaan onder alfaverval
- Leg uit wat dit getal 138 precies betekent.
- Als je begint met 100 gram Polonium, hoeveel gram is er dan nog over na 138 dagen?
- En na 276 dagen?
- Hoeveel dagen moet je wachten tot je nog maar 6,25 gram over hebt?
- Hoeveel dagen moet je wachten tot je nog maar 3,125 gram over hebt?

45. Stel je hebt een blokje radioactief materiaal. Je meet de activiteit met een geigerteller.

- De teller geeft 560 Becquerel aan. Wat betekent dit?
- Na een week meet je nog eens: de teller geeft nu 558 Becquerel aan. Waarom is dit getal nu lager?

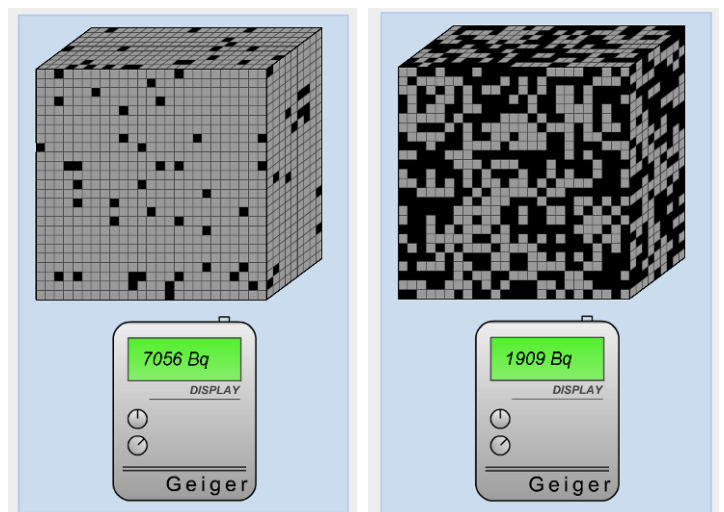
46. We nemen een ander blok radioactief materiaal en meten de activiteit: 23 Becquerel. Na een maand meten we nog eens: de meter geeft nog steeds 23 Becquerel aan. Hoe zou het kunnen dat de activiteit van dit blokje niet (of in ieder geval nauwelijks) afgenomen?

47. Een radioactieve stof heeft een beginactiviteit van 20.000 Bq en een halveringstijd van 20 u. Schets in een grafiek het verloop van de activiteit (verticale as) tegen de tijd (horizontale as) voor 0 tot 200 uur. TIP >>> Maak eerst een tabel (met $t = 20u$; $t = 40u$; $t = 60u$; enzovoort).

48. Een isotoop die in de natuur gewoon (in kleine hoeveelheden) voorkomt is Radon-222. Deze isotoop van radon heeft een halfwaardetijd van 3,8 dagen. Van een stof met zo'n korte halfwaardetijd zou je verwachten dat er vandaag de dag niets meer van voorkomt in de natuur; er is sinds het ontstaan van de aarde immers al 4,6 miljard jaar verstreken. Leg uit hoe het toch zou kunnen dat radon-222 waargenomen wordt.

49. De afbeeldingen rechts komen uit de animatie die in de les vertoond is. De kubus stelt een blok van het onstabiele Koolstof-14 voor. De donkere blokjes zijn vervallen kernen, de lichte blokjes zijn kernen die nog moeten vervallen.

- Leg uit wat de teller onder het blok aangeeft en waarom er in de linker afbeelding een groter getal in het display staat dan in de rechter afbeelding.
- Leg uit waarom in de linker afbeelding er nog maar weinig donkere blokjes zijn en in de rechter afbeelding meer.
- Is het blok in de linker afbeelding sterker of minder sterk radioactief dan het blok in de rechter afbeelding?
- Met behulp van de afgebeelde Geigertellers, bepaal hoeveel halfwaardetijden er (ongeveer) zijn verstreken tussen de linker afbeelding en de rechter.



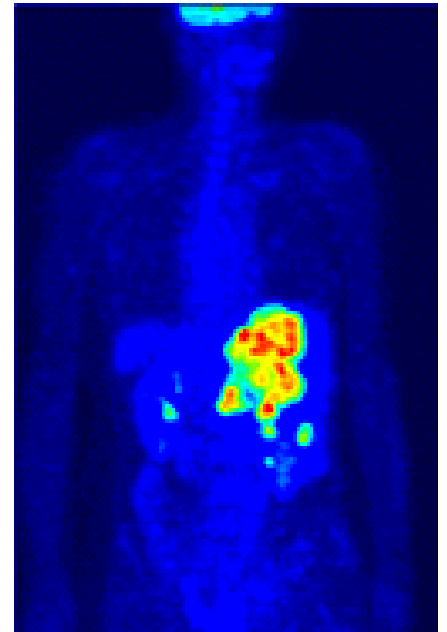
Oefenopgaven bij **Kernfysica(7)**: Nuttige toepassingen van radioactiviteit

50. Bekijk de afbeelding hiernaast. In het lichaam van een patient is een *tracer* ingebracht, een radioactieve stof die zich verspreid door het lichaam. In dit geval is glucose (een soort suiker) gebruikt met een radioactief atoom erin. Met speciale apparatuur kan een "foto" worden gemaakt waarop te zien is vanuit welk deel van het lichaam de meeste straling naar buiten komt. Dit gebied geeft een grote intensiteit aan gammastraling. Dit is waar de meeste glucose opgehoopt zit en hier blijkt dan vaak een tumor te zitten. Een tumor bestaat uit te snel delende ("woekerende") cellen en is gevaarlijk omdat deze andere organen kan platdrukken.

- a. Waarom zou het glucose zich juist in een tumor ophopen?

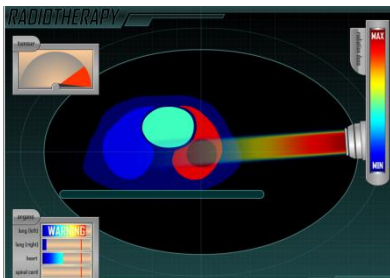
Stel je moet een isotoop (een bepaalde variant van een stof dus) kiezen om als tracer te gebruiken. Wil je dan een isotoop:

- b. met een lange of korte halfwaardetijd? Leg uit.
c. die alfa, bèta of gammastraling uitzendt? Leg uit.

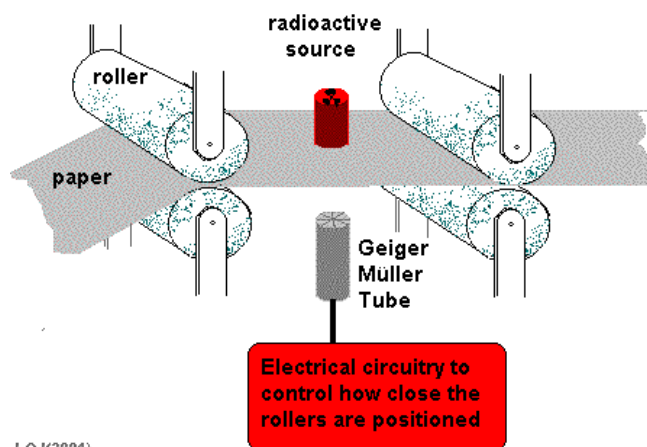


51. Bekijk de afbeeldingen hieronder. In dit apparaat zit een radioactieve bron. Het apparaat kan kantelen. De patient wordt gedurende een paar minuten aan straling blootgesteld.

- a. Leg uit dat tumoren (kankergezwellen) bestreden kunnen worden door bestraling van het lichaam.
b. Leg uit dat deze methode duidelijke nadelen heeft.



53. Bekijk onderstaande afbeelding. In een papierfabriek wordt de dikte van het geproduceerde papier gecontroleerd met behulp van een radioactieve bron. Bekijk de afbeeldingen de tekst die er bij staat en probeer te bedenken welke functie het radioactief materiaal hier heeft en hoe dit systeem werkt om het papier de juiste dikte te laten krijgen.



52. Halveringstijd.

- a. Leg uit wat halveringstijd betekent.

De halveringstijd van jodium-131 is 8 dagen. We beginnen met 320 g jodium. Jodium-131 is een beta – straler.

b. Geef de reactievergelijking van het verval van jodium-131.

c. Na hoeveel dagen heb je nog 80 g van jodium-131 over. Hoeveel gram heb je dan van het reactieproduct?

d. Na hoeveel dagen heb je nog maar 2 gram over van het jodium? Geef de berekening.

53. Bekijk de onderstaande grafiek. Teken de beste lijn door de meetpunten en bepaal de halveringstijd van deze stof.

