

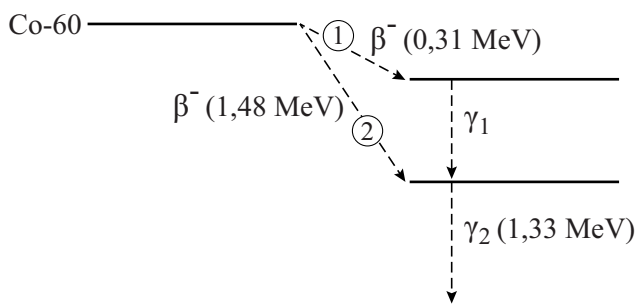
### Gamma-chirurgie

Gamma-chirurgie ('gamma knife radiosurgery') **figuur 1** wordt toegepast voor de behandeling van tumoren die kleiner zijn dan ongeveer 3 cm en in een gebied van de hersenen liggen dat moeilijk bereikbaar is tijdens een operatie. Er wordt gebruikgemaakt van  $\gamma$ -straling die sterk geconcentreerd kan worden op het aangetaste gebied.



Tijdens de behandeling draagt de patiënt een speciaal soort helm waarin cobalt-60-bronnen geplaatst zijn. Zie figuur 1. Cobalt-60 is een radioactieve stof die vervalt onder uitzending van  $\beta^-$ -straling en  $\gamma$ -straling. Het radioactieve verval van cobalt-60 kan op twee manieren verlopen. Deze manieren zijn weergegeven in figuur 2, met 1 en 2.

**figuur 2**

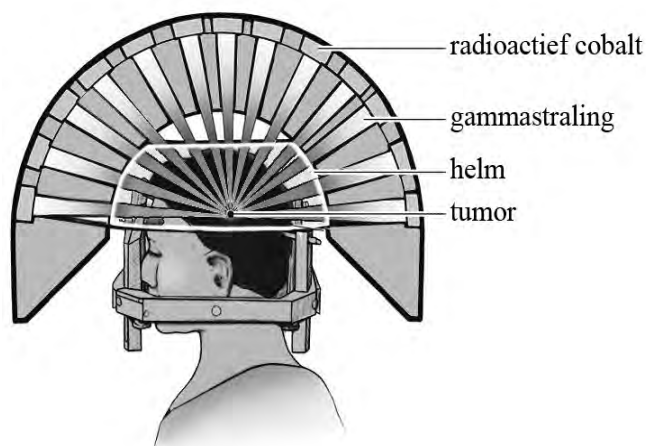


Verreweg de meeste deeltjes vervallen volgens manier 1.

- 3p **21** Geef de vervalvergelijking van dit verval.
- 3p **22** Bereken de golflengte van  $\gamma_2$ .

In figuur 3 is de situatie van figuur 1 schematisch weergegeven.

**figuur 3**



De  $\gamma$ -straling vanuit de cobalt-bronnen wordt sterk geconcentreerd op het deel van de hersenen waar zich een tumor bevindt. De gebruikte cobalt-bronnen hebben elk een activiteit van 1,1 TBq.

- 4p **23** Bereken de massa van het cobalt-60 in een bron.

Bij een bepaalde patiënt staat de opstelling zo afgesteld dat een bolvormige tumor met een diameter van 3,0 cm bestraald wordt. Per seconde worden door de tumor  $3,5 \cdot 10^9$   $\gamma$ -fotonparen geabsorbeerd. Om de tumor volledig te kunnen vernietigen is een stralingsdosis nodig van 150 Gy. Hiertoe moet de patiënt gedurende een bepaalde tijd bestraald worden.

- 5p **24** Bereken deze tijd. Gebruik voor de tumor de eigenschappen van water. Ga uit van het verval volgens manier 1 (van figuur 2).

De cobalt-bronnen worden jaren achter elkaar gebruikt. Om in de loop van die jaren een gelijke stralingsdosis te kunnen realiseren is het noodzakelijk de bestralingstijd bij te stellen.

- 2p **25** Leg uit of deze bestralingstijd in de loop van de jaren langer of korter wordt.