

Detectie van ioniserende straling

Opgave: Gammacamera

- a) Een voordeel is dat er meer fotonen door een collimatorbuis kunnen en er dus meer signaal gemeten kan worden.

Een nadeel is dat de resolutie kleiner wordt, want het is ook niet meer mogelijk zo nauwkeurig aan te geven waar het foton precies uit het lichaam kwam.

- b)

$$N = \frac{E}{E_f}$$

$$* E = 1,0 \text{ MeV} = 1,602 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

$$* E_f = h \cdot f = h \cdot \frac{c}{\lambda} = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{2,9979 \cdot 10^8}{410 \cdot 10^{-9}} = 4,84 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 3,02 \text{ eV}$$

$$\Rightarrow N = 3,30 \cdot 10^5$$

- c) Een atoom in het scintillatiekristal kan de energie afkomstig van de gammastraling uitzenden in de vorm van elektromagnetische straling, de energie kan echter ook worden toegevoegd aan de kinetische energie van het atoom als geheel. Met andere woorden het scintillatiekristal zal ook opwarmen.

- d) $\gamma \rightarrow {}^0_{-1}e + {}^0_{+1}e$

Het foton moet dus de energie hebben om via $E = mc^2$ de massa van het elektron en het positron te creëren.

$$E = 2 \cdot 9,10938291 \cdot 10^{-31} \cdot (2,99792458 \cdot 10^8)^2 = 1,63742101 \cdot 10^{-13} \text{ J} = 1,02199790 \text{ MeV}$$

Let op!

Het aantal significante cijfers wordt bepaald door de massa van het elektron. Met de nieuwe BiNaS zijn dat er maar liefst 9.

Het aantal cijfers van de lichtsnelheid is niet bepalend, want de lichtsnelheid is een exacte waarde. De waarde voor de lichtsnelheid is zo afgesproken en definitie van de meter is hierop aangepast.

- e) De straling afkomstig van het scintillatiekristal ligt tussen de 325 nm en de 525 nm. De grensgolflengte moet dus minimaal 525 nm bedragen, zodat ook de energie-armste fotonen in staat zijn foto-elektronen vrij te maken.

In BiNaS tabel 24 komen dan een aantal elementen in aanmerking. Te weten: Cs, K, Na en Rb.

Cs heeft de grootste grensgolflengte en dus de kleinste uittree-energie. Elektronen vrijgemaakt uit Cs hebben dus de grootste kinetische energie en kunnen dus de meeste elektronen vrijmaken als ze op dynode D₁ treffen.

- f) $E_k = E_f - W_u$

$$* E_f = h \cdot f = h \cdot \frac{c}{\lambda} = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{2,9979 \cdot 10^8}{325 \cdot 10^{-9}} = 6,11 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 3,81 \text{ eV}$$

$$* W_u = 1,94 \text{ eV (zie BiNaS, tabel 24)}$$

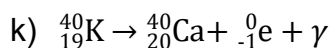
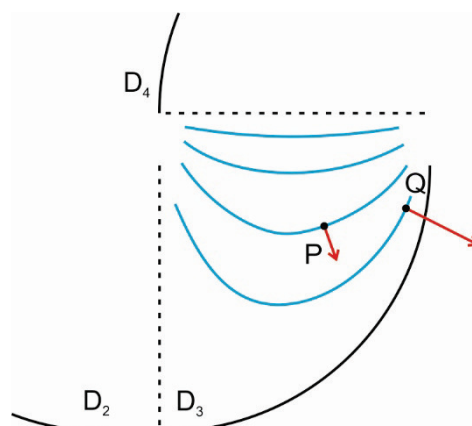
$$\Rightarrow E_k = 3,81 - 1,94 = 1,87 \text{ eV} = 3,00 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

- g) $I = 3,5 \cdot 10^{-17} \text{ A} = 3,5 \cdot 10^{-17} \text{ C/s} = 218 \text{ elektronen per seconde.}$

5% van de fotonen maakt elektronen vrij, dus het totale aantal fotonen was $4,4 \cdot 10^3$.

- h) $I = 5^{10} \cdot 3,5 \cdot 10^{-17} = 3,4 \cdot 10^{-10} \text{ A}$

- i) Elektrische veldlijnen staan altijd loodrecht op equipotentiaalijnen.
Voor negatieve deeltjes staat de elektrische veldsterkte tegengesteld gericht aan de elektrische kracht.
- j) De elektrische veldsterkte is het grootst daar waar de equipotentiaalijnen het dichtst bij elkaar liggen.
Dus de elektrische veldsterkte is het grootst in punt Q.



l) $m_{\text{voor}} = m({}^{40}\text{K}) - 19 \cdot m_e = 39,96400 - 19 \cdot 0,00054858 = 39,9535770 \text{ u}$

$m_{\text{na}} = m({}^{40}\text{Ca}) - 20 \cdot m_e + m_e = 39,96259 - 20 \cdot 0,00054858 + 0,00054858 = 39,9521670 \text{ u}$

$\Delta m = 1,4100 \cdot 10^{-3} \text{ u} = 2,3413614 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$

$E = \Delta m \cdot c^2 = 2,3413614 \cdot 10^{-30} \cdot (2,99792458 \cdot 10^8)^2 = 2,10431068 \cdot 10^{-13} \text{ J} = 1,31 \text{ MeV}$

- Je had de elektronen ook buiten beschouwing kunnen laten, omdat zowel bij m_{voor} als bij m_{na} 19 m_e moeten worden verrekend en deze vallen tegen elkaar weg.
- De uitkomst moet in 3 significante cijfers. De bottleneck zit in Δm . 5 cijfers achter de komma levert 3 significante cijfers.