

1 vraag 1

a) We weten: $\Delta l = \pm 1$, $\Delta m_l = 0, \pm 1$. Gezien over het magnetisch kwantumgetal niets gezegd is mag men ervan uitgaan dat deze laatste irrelevant is. Beschouw volgende figuur:

5f	4f				
5d	4d	3d			
5p	4p	3p	2p		
5s	4s	3s	2s	1s	

We zien uit de figuur dat de 5d kan vervallen naar 4f, 4p, 3p en 2p, dus 4 mogelijke overgangen.

b) We weten van 3 overgangen. Er zijn echter nog andere overgangen mogelijk na deze. Merk hier echter op dat we in een waterstofatoom zitten, en dus de energie enkel afhankelijk is van n . De lijnen die we waar kunnen nemen zijn:

$$5 \rightarrow 4 (E = 9E_0)$$

$$5 \rightarrow 3 (E = 16E_0)$$

$$5 \rightarrow 2 (E = 21E_0)$$

En in het vervolg ervan: (bij alle overgangen is alles mogelijk: ga van p naar s)

$$4 \rightarrow 3 (E = 7E_0)$$

$$4 \rightarrow 2 (E = 12E_0)$$

$$4 \rightarrow 1 (E = 15E_0)$$

$$3 \rightarrow 2 (E = 5E_0)$$

$$3 \rightarrow 1 (E = 8E_0)$$

$$2 \rightarrow 1 (E = 3E_0)$$

Ge zou u kunnen afvragen waarom we niet gewoon alle mogelijke combinaties nemen en die uitrekenen. Wel, we moeten checken of er niet toevallig twee overgangen zijn met dezelfde energie. Die zijn er niet, dus er zijn 9 mogelijke spectraallijnen.

2 vraag 2

Compton:

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos\phi) = \frac{hc}{E_1} - \frac{hc}{E_2}$$

Uit behoud van momentum en energie volgt dan dat $T = E_1 - E_2 = 660 \text{ keV}$.

3 vraag 3

Het kan dat ge geen Balmer ziet, als het zo koud is dat alle e^- in de grondtoestand zitten. Lyman zie je echter altijd wel (er zijn altijd elektronen in de grondtoestand, tenzij in een plasma maar dan hebt ge tout court geen absorptielijnen).

4 vraag 4

Uit Heisenberg volgt: $\Delta t \geq 5.50e - 24 \text{ s}$

5 vraag 5

5.1 a

Nee, want er zijn geen randvoorwaarden

5.2 b

We hebben de tijdsafhankelijke Schrödingervergelijking:

$$\left(-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2 + V\right)\psi = E\psi$$

met $V = 0$ voor $x < 0$ en $V = U_0$ voor $x > 0$. Dan is:

$$\psi = A \exp\left(i\sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}}\right) + B \exp\left(-i\sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}}\right)$$

voor $x < 0$ en:

$$\psi = C \exp\left(\sqrt{\frac{2m(V-E)}{\hbar^2}}\right) + D \exp\left(-\sqrt{\frac{2m(V-E)}{\hbar^2}}\right)$$

voor $x > 0$. We willen dat de kansdichtheid daalt voor $x \rightarrow \infty$, dus moet $C = 0$. Continuïteit van de afgeleiden en de waarden eisen (waarbij we normaliseren tot $D = 1$ want echt normaliseren lukt toch niet):

$$A = \frac{-i\sqrt{E} + \sqrt{V-E}}{-2i\sqrt{E}}$$

$$B = \frac{i\sqrt{E} + \sqrt{V-E}}{2i\sqrt{E}}$$

$$D = 1$$

Als ik https://en.wikipedia.org/wiki/Rectangular_potential_barrier goed begrepen heb moet er gelden dat

$$t = \frac{D}{A} = \frac{-2i\sqrt{E}}{-i\sqrt{E} + \sqrt{V-E}}$$

en

$$r = \frac{B}{A} = \frac{i\sqrt{E} + \sqrt{V-E}}{\sqrt{V-E} - i\sqrt{E}}$$

Dan zien we dat $1 = r + t$. Heel zeker van het correct zijn hiervan ben ik echter niet.

5.3 c

We zoeken de afstand d zodat $\psi\psi^*(d) = \frac{\psi\psi^*(0)}{e}$. Dit is vrij triviaal:

$$d = \frac{\hbar}{\sqrt{2m(V-E)}}$$

6 6

Weer een kwestie van de Schrödingervergelijking op te lossen in een oneindige potentiaalput, niet zo moeilijk, we vinden:

$$P = 0.3 - \frac{(-1)^n \sin(0.3n\pi)}{2n\pi}$$

Voor $n = 20$ en $n \rightarrow \infty$ wordt dit 0.3, wat we klassiek ook zouden verwachten.

Minimale snelheid $v_{min} = \frac{\hbar\pi}{md}$ met d de dikte van de doos.

Wanneer we 5 elektronen in de doos steken is er Pauli exclusion maar hou rekening met de spins, dus $E = 19E_0$.

7 7

$$\cos\theta = v/c$$

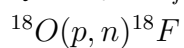
$$E = \gamma mc^2/2$$

8 8

Antielektron, zelfde massa al de rest tegengesteld, zal annihileren en 2γ vormen; elektron dat terugreist in de tijd.

β^+ , een proton vervalt tot een neutron, een positron en een neutrino.

$$Q = E_i - E_f$$



Er zijn twee dees, de protonen worden versneld ertussen, draaien in veld, als ze te rap draaien gaan ze weg

kan gamma's redelijk goed detecteren; excitatie zorgt voor fotonen die worden gemeten in de fotodetector.

9 11

a kan, b) nee baryon, c) nee, strangeness, d) een π^0 (want strangeness niet behouden)