

Examen Algemene Natuurkunde III

28/01/2019

Vraag 1

- a) Welke voorwaarde geeft aanleiding tot energiekwantisatie? Toon dit expliciet aan via het kwantummechanisch oplossen van een geschikt eendimensionaal modelsysteem.
- b) Energiekwantisatie heeft belangrijke gevolgen voor de interactie van licht met de materie en de toeëssingen van dit, bv het opbouw van LASERs. Bespreek de werking principe van een LASER.

Vraag 2

- a) Beschrijf de nodige stappen van de nucleosynthese. Hoe en waar worden de elementen van H tot U geproduceerd? Wat zijn de bepalende factoren van de verschillende processen.
- b) Welke grootte-orde van energie associeer je met de volgende fysische processen of concepten? (bv. meV, eV, keV, MeV,...)
- (1) Kamertemperatuur
 - (2) Bindingsenergie per nucleon in een atoomkern
 - (3) De Balmerreeks met $n = 3, 4, 5, \dots$
 - (4) X-stralen
 - (5) De energiekloof in een typische halfgeleider
 - (6) Vibratie-overgangen in diatomische moleculen
 - (7) Rotatie-overgangen in diatomische moleculen
 - (8) Gammastralen

Vraag 3

Veronderstel dat een onbekend element een absorptiespectrum heeft met lijnen die overeenkomen met respectievelijk 2.5 eV, 4.7 eV en 5.1 eV boven de grondtoestand en een ionisatiepotentiaal van 11.5 eV.

- a) Teken een energieniveaudiagram voor dit element en toon de mogelijke emissie overgangen.
- b) Een atoom van deze stof absorbeert een foton van 5.1 eV. In welke toestand was het atoom voor het dit foton absorbeerde.
- c) Een elektron in de eerste geëxciteerde toestand van dit atoom blijft gemiddeld genomen circa 10^{-9} s in die toestand alvorens over te springen naar de grondtoestand. Wat is de golflengte en natuurlijke lijnbreedte (in nm) van deze lijn in het emissiespectrum?

Vraag 4

Een kweeltje wordt gegeven door een golffunctie:

$$\psi(x) = \begin{cases} \sqrt{\frac{2}{a}} \exp^{-\frac{x}{a}} & x > 0 \\ 0 & x < 0 \end{cases} \quad (1)$$

- a) Bepaal en schets de waarschijnlijkheid.
- b) Toon aan dat ψ genormaliseerd is.
- c) Bepaal de waarschijnlijkheid om het deeltje te vinden in het gebied $x < 0$.
- d) Bepaal de waarschijnlijkheid om het deeltje te vinden tussen $x = 0$ en $x = a$.

Vraag 5

Een bundel π^- mesonen met een snelheid van $0.9980c$ valt in op een target van protonen in rust. De reactieproducten zijn telkens 2 deeltjes, waarvan één het K_0 -meson is dat beweegt met een impuls van $1561 \text{ MeV}/c$ in een richting die een hoek van 20.6° maakt met de invalrichting van de pionen.

- a) Bepaal de grootte en richting van de impuls van het tweede deeltje.
- b) Bepaal de energie van het tweede deeltje
- c) Bepaal de rustenergie van het tweede deeltje en identificeer het deeltje.