

# 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 fotonansorbeerde.
- 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  $\psi$  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  $\pi^-$  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  $20.6^\circ$  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.