

## Opgave 4 Röntgenstraling

Lees eerst onderstaande tekst.

In 1901 ontving Wilhelm Röntgen de allereerste Nobelprijs voor natuurkunde 'ter erkenning van de buitengewone diensten die hij heeft geleverd door de ontdekking van de opmerkelijke straling'. Röntgen deed rond 1895 veel onderzoek aan de elektronenbuis. In een elektronenbuis botst een bundel elektronen op een stuk metaal. Ondanks de kartonnen afscherming van de buis zag Röntgen een scherm oplichten dat in de buurt van de elektronenbuis stond. Bij een herhaling van de proef trad opnieuw het lichtverschijnsel op. Vanaf dat moment onderzocht Röntgen systematisch de eigenschappen van deze nieuwe straling, die hij X-straling noemde, naar de onbekende variabele in de wiskunde. Tegenwoordig wordt X-straling ook Röntgenstraling genoemd.



- 2p **19** Is X-straling voor onze ogen zichtbaar?
- A Ja, de golflengte van X-straling is groter dan 750 nm.
  - B Ja, de golflengte van X-straling is kleiner dan 350 nm.
  - C Nee, de golflengte van X-straling is groter dan 750 nm.
  - D Nee, de golflengte van X-straling is kleiner dan 350 nm.
- 2p **20** Is de frequentie van X-straling groter of kleiner dan die van het zichtbare licht?
- A Groter, de energie van het X-foton is groter.
  - B Kleiner, de energie van het X-foton is groter.
  - C Groter, de energie van het X-foton is kleiner.
  - D Kleiner, de energie van het X-foton is kleiner.
- 2p **21** Waar ontstaat de X-straling die Röntgen ontdekte?
- A In het metaal in de röntgenbuis.
  - B In de kartonnen afscherming van de röntgenbuis.
  - C In het scherm dat in de buurt stond van de röntgenbuis.

- Röntgen kreeg tijdens zijn onderzoek met de elektronenbuis soms last van een rode huid. Hij dacht dat dit veroorzaakt zou kunnen worden door de X-straling.
- 2p **22** Zou de veronderstelling van Röntgen kunnen kloppen?
- A Ja, X-straling is ioniserende straling.
  - B Ja, X-straling is radioactieve straling.
  - C Nee, X-straling is ioniserende straling.
  - D Nee, X-straling is radioactieve straling.

Röntgen ontdekte dat het skelet met X-straling kan worden afgebeeld. Twee weken na deze ontdekking nam Röntgen een foto van de hand van zijn vrouw. Zie figuur 1. Toen zij haar handbotjes zag, riep zij: *“Ik heb mijn overlijden gezien!”*

- 2p **23** Is de halveringsdikte van zacht weefsel voor deze X-straling groter dan, even groot als, of kleiner dan van hard weefsel?
- A kleiner
  - B even groot
  - C groter

figuur 1



Halverwege de vorige eeuw stonden in schoenenwinkels apparaten die gebruikmaakten van X-straling waarmee je kon zien of de schoen die je aan had wel paste. Kinderen konden door hun schoen heen de voetbotjes zien bewegen. Zie figuur 2.

figuur 2



Voor de equivalente dosis (het dosisequivalent) die een kindervoet ontvangt, geldt:

$$H = Q \frac{E}{m}$$

Hierin is:

- $H$  de equivalente dosis (in Sv);
- $Q$  de weegfactor (kwaliteitsfactor);
- $E$  de energie die de kindervoet absorbeert (in J);
- $m$  de massa van de kindervoet (in kg).

De energie  $E$  die een kindervoet van  $m = 350$  g per minuut absorbeerde, was bij deze machine 0,21 Joule. De weegfactor  $Q$  voor X-straling is 0,95. Een kind hield gedurende 15 s zijn of haar voet in de machine.

3p **24** Bereken de equivalente dosis die de voet van het kind in 15 s ontving.