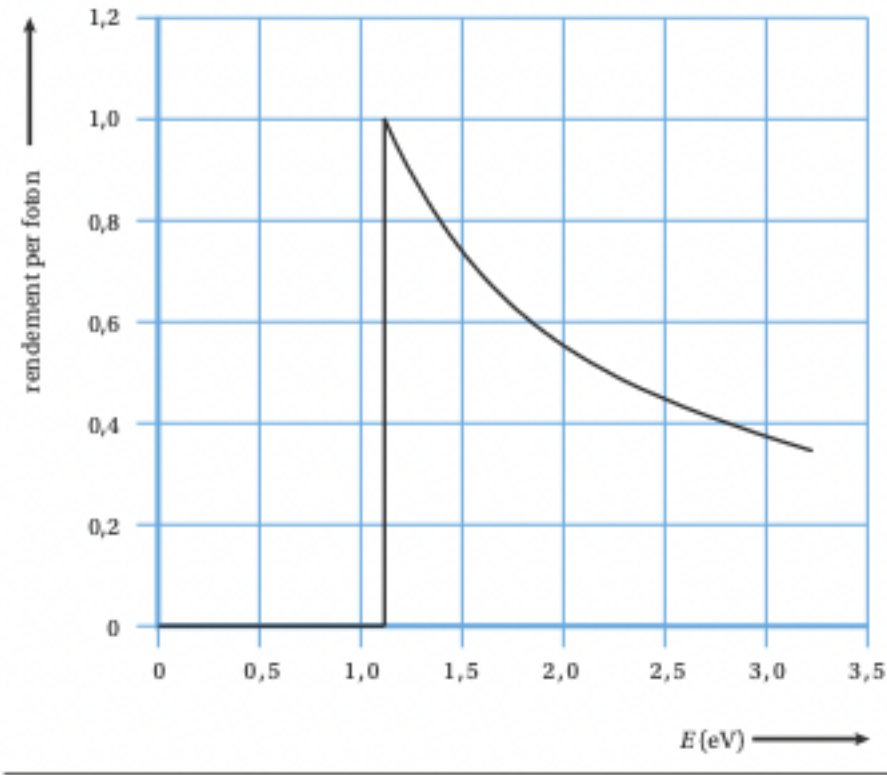


- 30 In tabel 13.3 staat voor verschillende halfgeleiders de band gap weergegeven. Een zonnecel is gemaakt van silicium. Een bepaald foton brengt een elektron in de geleidingsband van silicium.
- a Bepaal met behulp van tabel 13.3 wat de golflengte van dit foton maximaal kan zijn.

Een foton met een kortere golflengte zorgt ervoor dat een elektron hoog in de geleidingsband terechtkomt. Door overgangen binnen de geleidingsband valt het elektron dan weer terug richting de band gap. De energie die bij overgangen in de geleidingsband vrijkomt, gaat verloren aan warmte. Van de meeste fotonen wordt dus niet alle energie omgezet in elektrische energie. Het rendement van één foton is dus afhankelijk van zijn energie. Zie figuur 13.50.

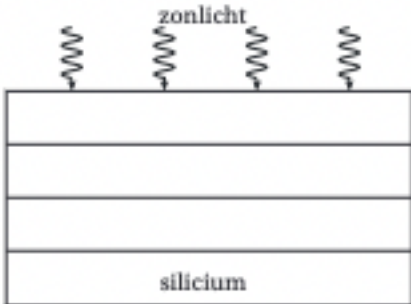
b Verklaar de vorm van de grafiek.



Figuur 13.50

- Wit licht bestaat uit fotonen met energieën tussen de 1,65 eV en 3,10 eV.
- c Schat het rendement van de zonnecel als bij elk van deze fotonenergieën evenveel fotonen op de zonnecel vallen.

- Helaas is het rendement van een zonnecel nog een stuk lager dan geschat bij c. Het rendement van silicium wordt groter als andere halfgeleiders op het silicium worden aangebracht. Deze laagjes zijn zo dun dat fotonen erdoorheen kunnen gaan. In figuur 13.51 staat schematisch een dwarsdoorsnede van een zonnecel getekend, met drie dunne laagjes op het silicium. Ieder laagje is gemaakt van een ander materiaal uit tabel 13.3.
- d Voer de volgende opdrachten uit:
- Geef in figuur 13.51 in iedere laag aan van welk materiaal uit tabel 13.3 deze laag gemaakt is.
 - Leg je antwoord uit.



Figuur 13.51

materiaal	band gap in eV
CdTe	1,58
Ge	0,72
InSb	0,23
PbSe	0,27
Si	1,10
ZnS	3,60
ZnSe	2,70

Tabel 13.3

Opgave 30

- a De golflengte bereken je met de formule voor de energie van een foton. De energie volgt uit de band gap van silicium.

De energie van de band gap van silicium is 1,10 eV. Dit is gelijk aan de (minimale) energie van het foton.

$$E_f = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

$$E_f = 1,10 \text{ eV} = 1,10 \times 1,602 \cdot 10^{-19} = 1,7622 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$h = 6,6260 \cdot 10^{-34} \text{ J s} \quad (\text{zie BINAS tabel 7A})$$

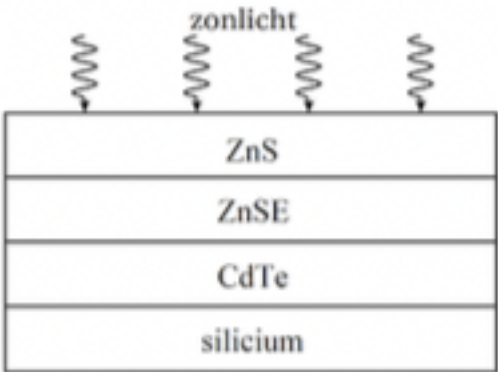
$$c = 2,9979 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1} \quad (\text{zie BINAS tabel 7B})$$

$$\text{Invullen levert: } 1,7622 \cdot 10^{-19} = \frac{6,6260 \cdot 10^{-34} \times 2,9979 \cdot 10^8}{\lambda}$$

$$\lambda = 1,1272 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$\text{Afgerond: } \lambda = 1,13 \cdot 10^{-6} \text{ m.}$$

- b De band gap van silicium is 1,10 eV. Fotonen met een energie kleiner dan 1,10 eV kunnen elektronen de band gap niet laten oversteken en zijn dus verloren: het rendement ervan is 0. Fotonen met een energie groter of gelijk aan 1,10 eV kunnen elektronen wel de band gap laten oversteken. Fotonen met meer energie dan 1,10 eV geven het overschot van hun energie af in de vorm van warmte. Hiermee daalt het rendement van een zonnecel. Hoe groter het verschil, hoe kleiner het rendement.
- c Het rendement schat je met de oppervlakte onder de grafiek tussen 1,65 eV en 3,10 eV. Het rendement bij een foton van 1,65 eV is ongeveer 0,6 = 60%. Het rendement bij 3,10 eV is 0,36 (= 36%). Gemiddeld is dit 48%. Rekening houdend met de kromming zal de schatting dus iets lager zijn. De schatting is 47%.
- d Zie figuur 13.6.



Figuur 13.6

- De stof met de grootste band gap absorbeert fotonen met de meeste energie. Fotonen met de meeste energie moeten als eerste geabsorbeerd worden (om te voorkomen dat deze fotonen zorgen voor rendementsverlies in lager liggend materiaal). Dus moet de stof met de grootste band gap bovenop.
- Vervolgens komen de andere stoffen met een band gap groter dan die van silicium, waarbij van boven naar beneden de band gap steeds kleiner wordt.