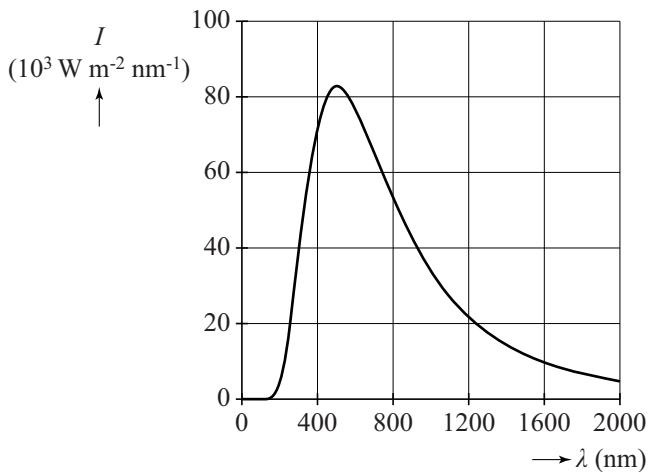


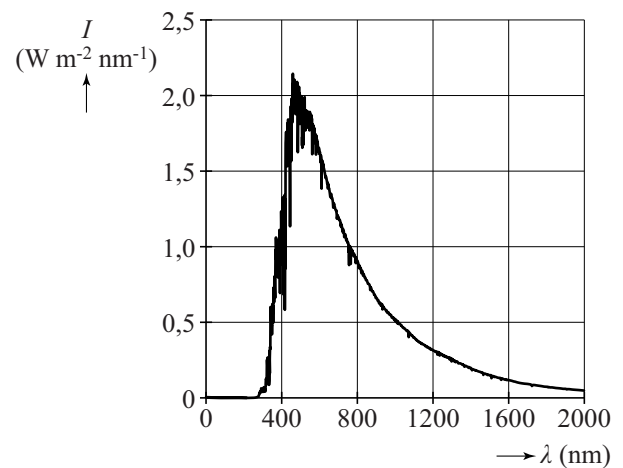
## In de zon

De buitenste gebieden van de zon hebben een temperatuur van  $5,78 \cdot 10^3$  K. Bij deze temperatuur hoort de planck-kromme van het oppervlak van de zon die is weergegeven in figuur 1. In figuur 2 staat het spectrum van het zonlicht weergegeven, gemeten net buiten de aardatmosfeer.

figuur 1



figuur 2

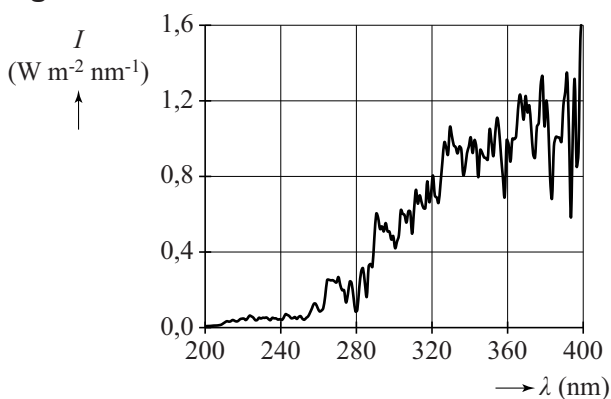


Het grote verschil in de maximale intensiteit van de twee spectra kan ongeveer verklaard worden met behulp van de kwadratenwet.

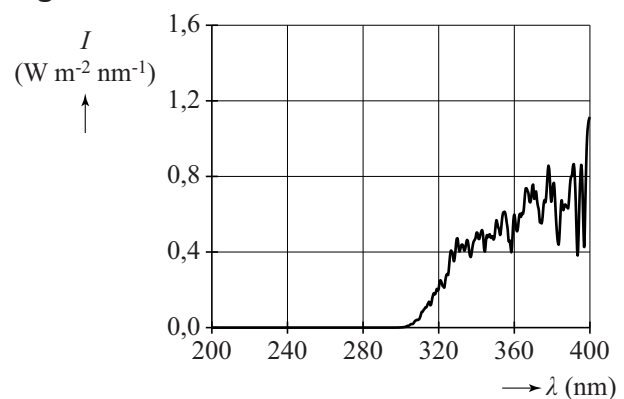
4p 14 Laat dit zien met een bepaling.

Figuur 3 geeft het UV-spectrum (ultraviolet) buiten de dampkring. Figuur 4 geeft het UV-spectrum bij het aardoppervlak midden op een heldere dag rond 21 juni.

figuur 3



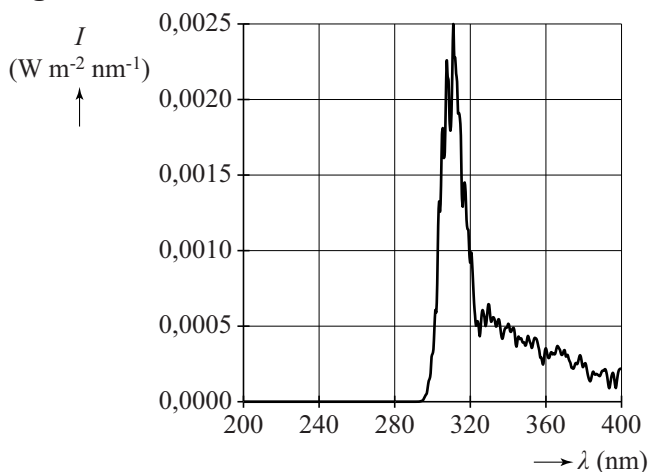
figuur 4



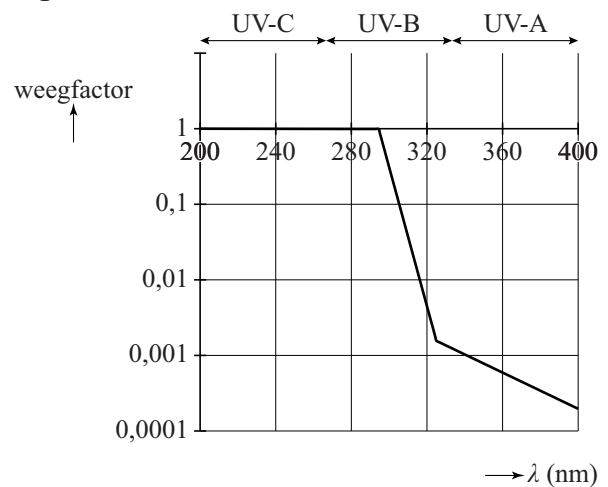
Figuur 5 geeft de intensiteitsverdeling van het 'biologisch effectieve UV-spectrum'. Dat is het UV-spectrum van het zonlicht gewogen met de mate waarin de straling schadelijk is voor de onbeschermd menselijke huid. Figuur 5 geldt voor UV bij het aardoppervlak midden op een heldere dag rond 21 juni.

UV-straling van de zon kan schadelijk zijn voor de huid. Er bestaan drie typen van UV-straling: UV-C, UV-B en UV-A. De mate waarin de drie typen schadelijk zijn voor de huid wordt weergegeven met een weegfactor. In figuur 6 zijn deze weegfactoren weergegeven.

**figuur 5**



**figuur 6**



- 2p **15** Geef aan waarom UV-C en UV-A nauwelijks of geen bijdrage leveren in het biologisch effectieve UV-spectrum van figuur 5.

Voor veilige blootstelling van een gevoelige menselijke huid aan UV-licht geldt een bovengrens van  $80 \text{ J m}^{-2}$ .

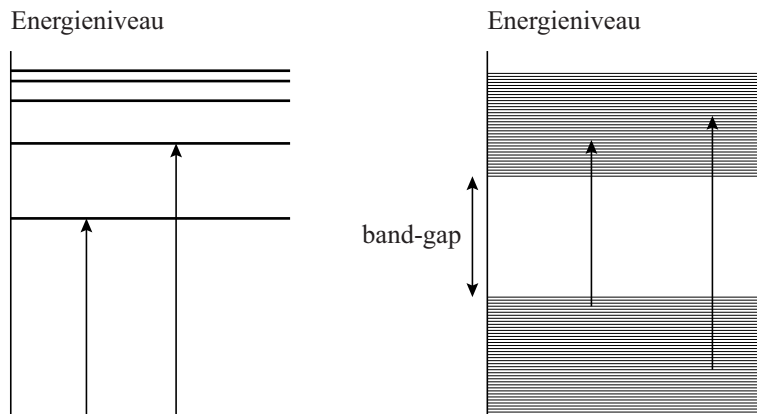
Figuur 5 staat vergroot weergegeven op de uitwerkbijlage.

- 4p **16** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de tijd in minuten die een persoon met zo'n huid zich volgens deze grens kan blootstellen aan de zon midden op een heldere dag rond 21 juni.

Om veilig gedurende een langere tijd in de zon te kunnen liggen, kan men zonnebrandcrème op de huid smeren. In zonnebrandcrème zit een stof die fotonen met een bepaalde energie kan absorberen. Deze energie moet overeenkomen met een sprong in het energieniveauschema van de stof.

In figuur 7 staan twee typen energieniveauschema's weergegeven. De linker figuur kent discrete niveaus. De rechterfiguur kent twee groepen met zeer veel energieniveaus dicht op elkaar met daartussen een sprong, de zogenaamde 'band-gap'.

**figuur 7**



Een stof met een band-gap is beter geschikt voor zonnebrandcrème dan een stof met een discreet energieniveauschema.

2p 17 Leg uit waarom.

Voor een goede zonnebrandcrème gelden twee specificaties:

- De crème absorbeert het UV-B.
- De crème absorbeert geen zichtbaar licht.

In tabel 1 staan drie stoffen met een band-gap gegeven die in zonnebrandcrème verwerkt kunnen worden. De stoffen worden in de vorm van nanodeeltjes toegevoegd aan de crème.

**tabel 1**

stof	band-gap-energie (eV)
galliumoxide $\text{Ga}_2\text{O}_3$	4,4
titaandioxide $\text{TiO}_2$	3,3
zilveroxide $\text{Ag}_2\text{O}$	1,5

Slechts een van de stoffen in tabel 1 is geschikt als werkend bestanddeel in zonnebrandcrème.

5p 18 Voer de volgende opdrachten uit:

- Leg uit, onder andere met een berekening, welke stof dat is.
- Leg uit waarom de andere twee stoffen niet geschikt zijn.

16

