

## Zonnepanelen

---

**21 maximumscore 3**

voorbeeld van een berekening:

Aflezen in figuur 3 bij  $U = 0,50 \text{ V}$  geeft  $P = 1,35 \text{ W}$ .

Er geldt:  $P = U \cdot I$ ,

invullen levert:  $I = \frac{P}{U} = \frac{1,35}{0,50} = 2,7 \text{ A}$ .

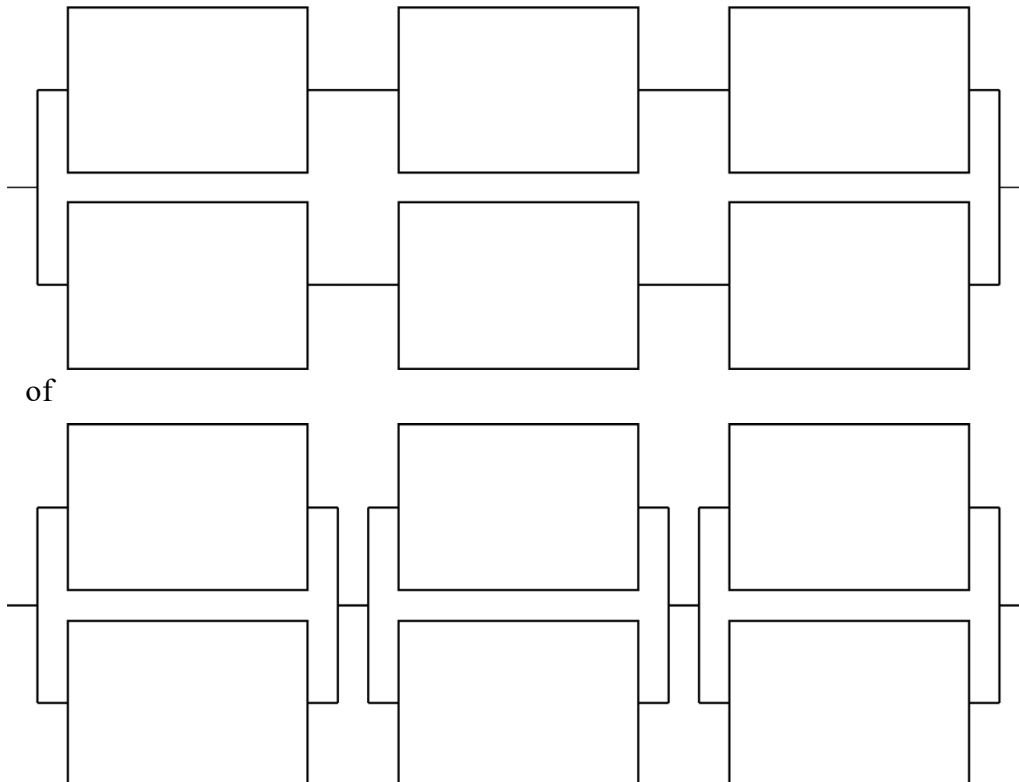
- gebruik van  $P = U \cdot I$  1
- aflezen van  $P$  uit figuur 3 met een marge van  $0,02 \text{ W}$  1
- completeren van de berekening 1

**22 maximumscore 5**

uitkomst:  $I = 5,4 \text{ A}$

voorbeeld van een antwoord:

- Er staan 24 zonnecellen met een spanning van  $0,50 \text{ V}$  in serie.  
Dit geeft:  $U = 24 \cdot 0,50 = 12 \text{ V}$ .
- (De spanning moet  $36 \text{ V}$  zijn en de stroomsterkte door ieder paneel moet hetzelfde zijn. Dit betekent dat er 3 panelen in serie staan en twee series van 3 panelen parallel / dat er 3 groepen van 2 parallel geschakelde panelen in serie staan.)



- (Een paneel levert een stroomsterkte van 2,7 A. Iedere serie van panelen levert dus ook 2,7 A. Er staan twee series van drie panelen parallel / er staan drie groepen van twee parallel geschakelde panelen in serie.) Dus geldt voor de stroomsterkte die de set panelen levert:  
 $I = 2 \cdot 2,7 = 5,4 \text{ A}$ .

- gebruik van de spanningsregel bij serieschakeling 1
- inzicht dat drie (groepen van) panelen in serie staan 1
- inzicht dat de stroomsterkte door elk paneel gelijk moet zijn 1
- consequent gebruik van de stroomregels 1
- completeren van de berekeningen 1

*Opmerking*

*Als een niet naar behoren werkende schakeling is getekend, bijvoorbeeld door extra verbindingen: maximaal vier scorepunten toekennen.*

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**23 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

- In beide gevallen maakt één foton één elektron los.
- Bij een halfgeleider blijft het elektron op het moment van losmaken in het materiaal; bij het foto-elektrisch effect verlaat het elektron het materiaal.

- benoemen dat in beide gevallen fotonen elektronen losmaken 1
- benoemen dat bij een halfgeleider het elektron op het moment van losmaken het materiaal niet verlaat en bij het foto-elektrisch effect wel 1

**24 maximumscore 3**

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

voorbeeld van een bepaling:

De waarde van de bandgap van silicium is 1,10 eV.

Dit is gelijk aan de (minimale) energie van het foton.

Er geldt:  $E_f = \frac{hc}{\lambda}$ .

Invullen geeft:  $1,10 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 2,998 \cdot 10^8}{\lambda}$ .

Dit geeft als maximale golflengte:  $\lambda = 1,13 \cdot 10^{-6}$  m.

- gebruik van  $E_f = \frac{hc}{\lambda}$  met  $E_f = 1,10$  eV 1
- omrekenen van eV naar J 1
- completeren van de bepaling 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**25 maximumscore 4**

voorbeeld van een antwoord:

–

ZnS
ZnSe
CdTe
(silicium)

- De stof met de grootste bandgap 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 bandgap bovenop.
- Vervolgens komen de andere stoffen met een bandgap groter dan die van silicium, waarbij van boven naar beneden de bandgap steeds kleiner wordt. Dan is er maar één mogelijke oplossing.

- keuze van de juiste stoffen 1
- keuze van de juiste volgorde 1
- inzicht dat bij een grote bandgap fotonen met veel energie geabsorbeerd worden 1
- inzicht dat fotonen met de meeste energie het eerst geabsorbeerd moeten worden 1

*Opmerking*

*Als de kandidaat alleen de eerste deelstreep beantwoordt en geen toelichting geeft, maximaal 2 scorepunten toekennen.*