

## Opbrengst van zonnepanelen

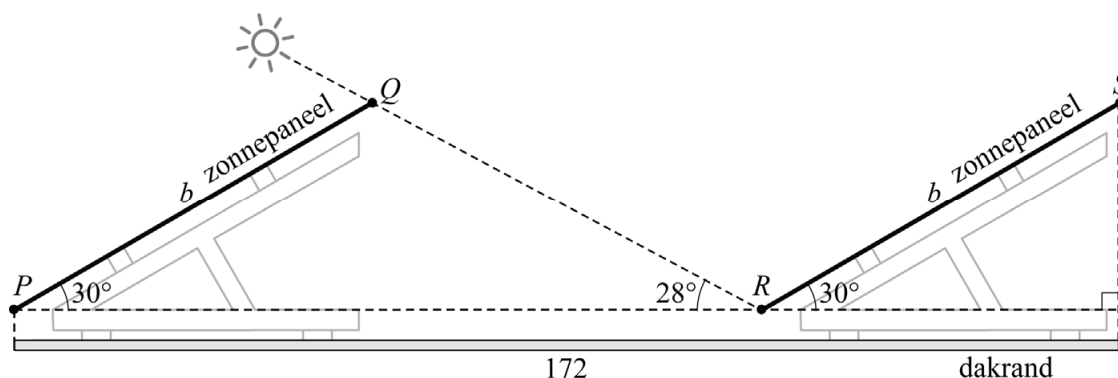
Op het platte dak van de uitbouw van een huis aan de Parallelweg 10A worden tien even grote zonnepanelen geïnstalleerd. De panelen worden op een stalen frame gemonteerd dat gekanteld is in de richting van het zuiden. Op het horizontale platte dak worden ze in twee rijen achter elkaar geplaatst. Zie de foto.

**foto**



Voorafgaand aan de installatie heeft de leverancier een tekening gemaakt van een zijaanzicht van de opstelling van de panelen. Zie figuur 1, die ook vergroot op de uitwerkbijlage staat. In die situatie verwacht de leverancier maximale energieopbrengst.

**figuur 1**



Met behulp van deze tekening berekent de leverancier de lengte  $b$  (in cm) van de te gebruiken panelen. In de tekening geldt:

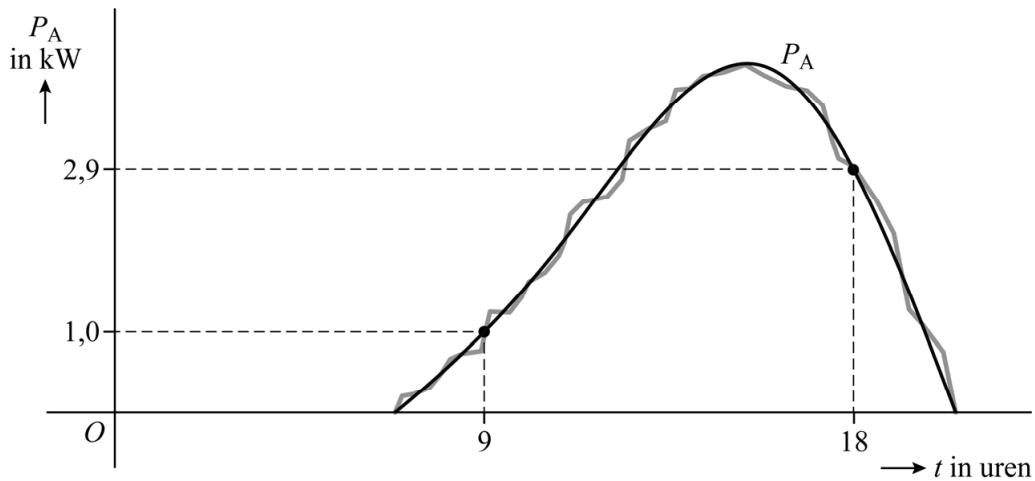
- de punten  $P$ ,  $Q$ ,  $R$  en  $S$  zijn de hoekpunten van twee panelen; punt  $P$  ligt recht boven de linker dakrand en punt  $S$  recht boven de rechter dakrand;
- de panelen maken een hoek van  $30^\circ$  met het dakoppervlak;
- de lengte van de dakrand is 172 cm;
- de lengte van  $PQ$  en van  $RS$  is  $b$  cm;
- $b$  is zo gekozen dat een zonnestraal door  $Q$ , die een hoek van  $28^\circ$  met de dakrand maakt, in  $R$  terecht komt; in dat geval ligt de achterste rij panelen niet in de schaduw van de voorste rij panelen.

De rand en de dikte van de zonnepanelen worden in deze opgave buiten beschouwing gelaten.

- 5p    **4** Bereken algebraïsch de waarde van  $b$  die de leverancier heeft berekend. Geef je eindantwoord in gehele centimeters. Je mag hierbij gebruikmaken van de uitwerkbijlage.

In figuur 2 is het door de zonnepanelen geleverde vermogen  $P_A$  in kW op een zonnige 31 augustus uitgezet tegen de tijd  $t$  in uren. Uitgaande van de meetwaarden tussen zonsopkomst en zonsondergang is de zwarte vloeiende kromme getekend.

**figuur 2**



De formule bij deze kromme is van de vorm:

$$P_A = p \cos(qt) + \sin(2qt) \text{ met } 0 < q < 0,4$$

Hierbij is  $t$  de tijd in uren met  $t = 7$  om 7.00 uur.

De kromme gaat onder andere door de punten  $(9; 1,0)$  en  $(18; 2,9)$ .

- 4p **5** Bereken met behulp van deze punten de waarde van  $p$  en van  $q$ . Geef je eindantwoorden in drie decimalen.

De burens op huisnummer 10B hebben ook zonnepanelen. De energieopbrengst van deze panelen wordt direct gebruikt of direct teruggeleverd aan de energiemaatschappij. Eventueel energieverlies wordt in deze opgave buiten beschouwing gelaten.

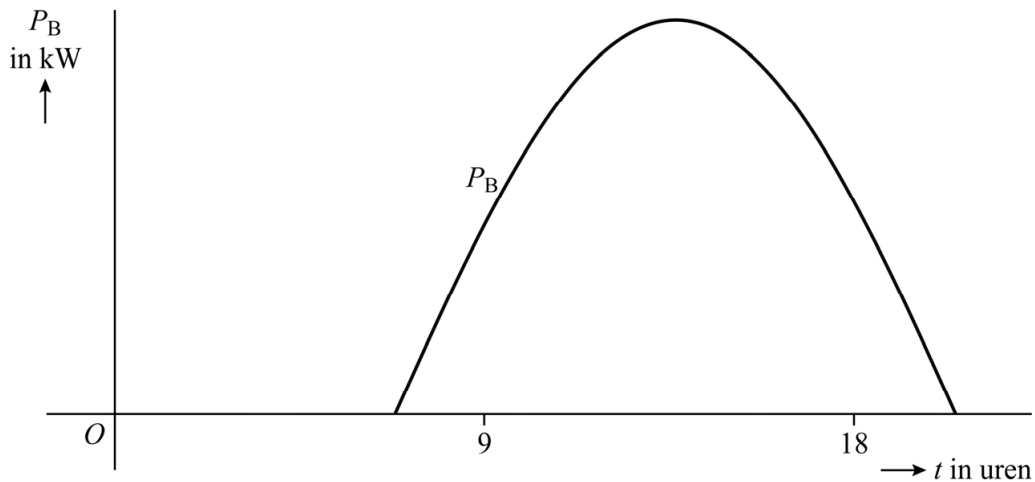
De energieopbrengst wordt onder andere gebruikt voor het opladen van een elektrische auto. Alle elektriciteit die tijdens het opladen wordt opgewekt, wordt direct in de accu van de auto opgeslagen. Zo wordt de accu met enkel zonne-energie opgeladen.

Op 31 augustus wordt het geleverde vermogen  $P_B$  in kW tussen zonsopkomst en zonsondergang van de zonnepanelen op dit adres in een model benaderd met de formule:

$$P_B = -4,8 \cos(0,23t)$$

Hierbij is  $t$  de tijd in uren met  $t = 7$  om 7.00 uur. De grafiek van  $P_B$  is in figuur 3 weergegeven.

**figuur 3**



De energieopbrengst  $E$  in kWh tussen twee tijdstippen  $t_1$  en  $t_2$  is te berekenen met de integraal:

$$E = \int_{t_1}^{t_2} P_B \, dt \text{ met } t_1 < t_2$$

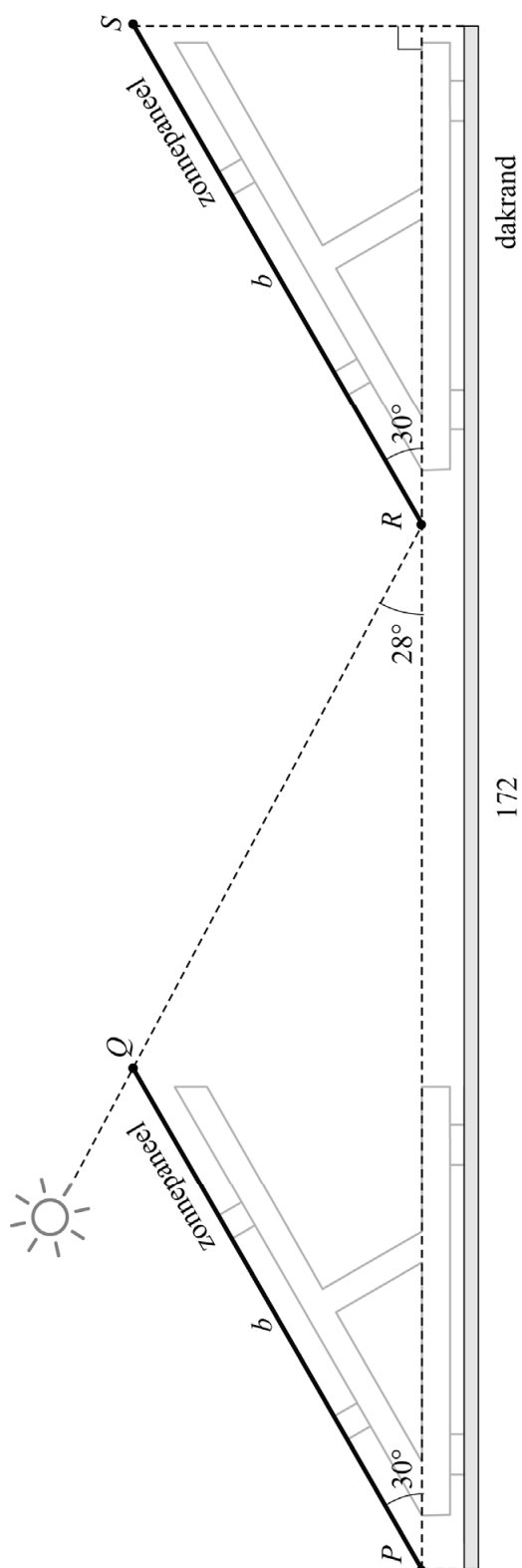
Om 11.00 uur wordt de elektrische auto aan de laadpaal gekoppeld. De accu, met opslagcapaciteit 72 kWh, is op dat tijdstip voor de helft opgeladen.

Met behulp van de integraal  $\int_{11}^{t_2} P_B \, dt$  kan worden berekend hoe lang

het duurt tot de accu voor driekwart is opgeladen met de elektriciteit die door de panelen is opgewekt.

- 5p **6** Bereken met behulp van primitiveren hoeveel minuten dat duurt. Geef je eindantwoord als geheel getal.

4



#### Bronvermelding

Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift.