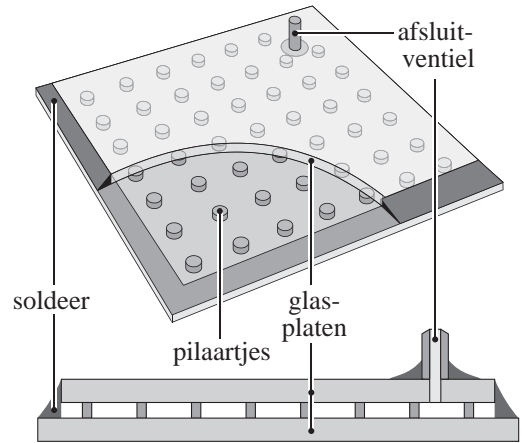


Opgave 4 Vacuümglas

Lees het volgende artikel.

In plaats van ruiten van gewoon dubbelglas worden tegenwoordig in woningen ook ruiten van zogenaamd vacuümglas toegepast. Bij gewoon dubbelglas bevindt zich droge lucht tussen de twee glasplaten. De ruit is 12 mm dik. Bij vacuümglas is de ruimte tussen de twee glasplaten vacuüm. Minuscule pilaartjes voorkomen dat de glasplaten tegen elkaar aangedrukt worden. De ruit is nauwelijks dikker dan 6 mm en isoleert beter dan een ruit van gewoon dubbelglas.



- 2p **12** De warmtegeleiding via de pilaartjes is verwaarloosbaar. Leg uit waarom vacuümglas beter isoleert dan gewoon dubbelglas.

figuur 5



Een ruit van vacuümglas heeft een oppervlakte van $1,20 \text{ m}^2$. Tussen de glasplaten bevinden zich 60 pilaartjes. Deze pilaartjes vangen samen de totale kracht op die de buitenlucht op de ruit uitoefent. In figuur 5 is een gedeeltelijke doorsnede van het vacuümglas met drie pilaartjes getekend. De buitenluchtdruk is 1013 hPa .

- 3p **13** Bereken de kracht die de rechter glasplaat op het pilaartje bij A uitoefent.

Voor P , de hoeveelheid warmte die per seconde door een ruit gaat, geldt:

$$P = \mu A \Delta T$$

Hierin is:

- μ de warmtedoorgangscoefficient van de ruit;
- A de oppervlakte van de ruit;
- ΔT het temperatuurverschil tussen binnen- en buitenkant van de ruit.

De waarde van μ voor een ruit van vacuümglas is $1,4 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$.

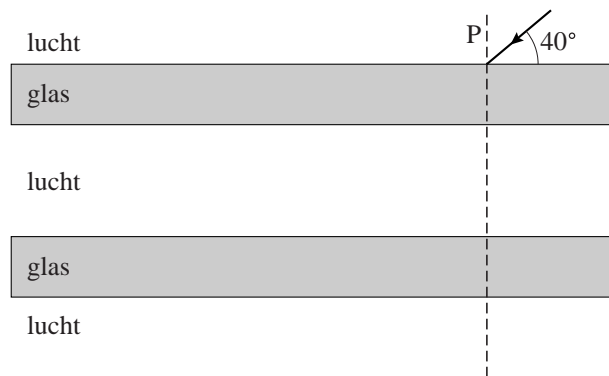
De waarde van μ voor een ruit van dubbelglas is $3,5 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$.

Op een bepaalde middag is gedurende 4,0 uur de buitentemperatuur $3,0 \text{ }^\circ\text{C}$ en de binnentemperatuur $19 \text{ }^\circ\text{C}$. Het vertrek dat verwarmd wordt, heeft ruiten met een totale oppervlakte van $6,0 \text{ m}^2$. De verwarmingsinstallatie verbrandt Gronings aardgas en heeft een rendement van 90%.

- 5p **14** Bereken hoeveel kubieke meter (Gronings) aardgas men in die 4,0 uur bespaart bij gebruik van vacuümglas in plaats van gewoon dubbelglas.

In figuur 6 is gewoon dubbelglas getekend. Een lichtstraal valt onder een hoek van 40° met de ruit in bij punt P.

figuur 6



Figuur 6 staat ook op de uitwerkbijlage. De brekingsindex van het glas is 1,55.

- 5p **15** Teken het vervolg van de lichtstraal door de twee glasplaten. Bereken daartoe eerst de hoek van breking bij punt P.

uitwerkbijlage

15

