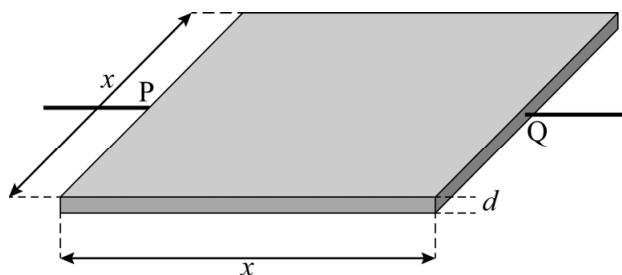


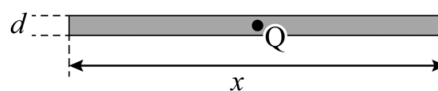
Vierkantsweerstand

Bij elektronica wordt gebruikgemaakt van de grootheid 'vierkantsweerstand'. De vierkantsweerstand is de weerstand R_{vw} tussen de zijvlakken P en Q van een vierkant stuk materiaal. Het vierkant kan worden opgevat als een geleidende laag met een constante dikte d en een lengte en breedte x . Zie figuur 1a. In figuur 1b is een zijaanzicht van de laag weergegeven.

figuur 1a



figuur 1b



Voor de vierkantsweerstand R_{vw} van een geleidende laag geldt de volgende formule:

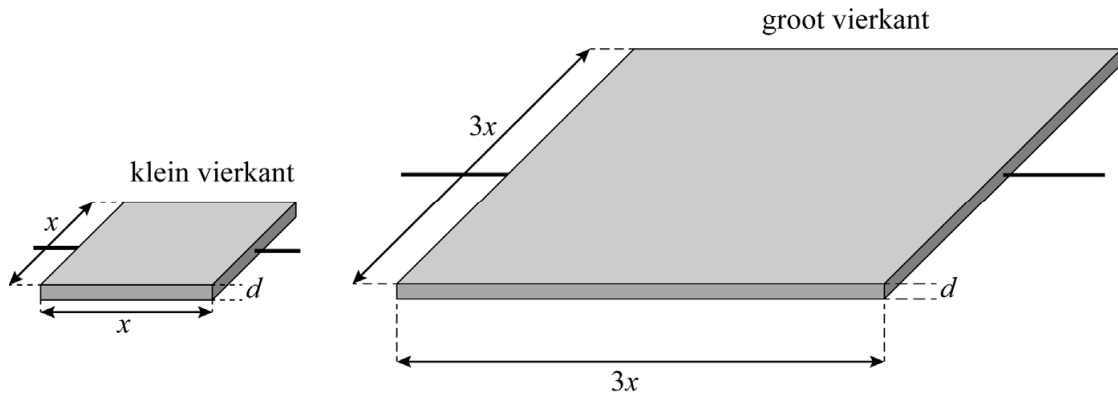
$$R_{vw} = \frac{\rho}{d} \quad (1)$$

Hierin is ρ de soortelijke weerstand van het materiaal en d de dikte van de laag.

3p **18** Leid deze formule af met een formule uit het informatieboek en figuur 1a.

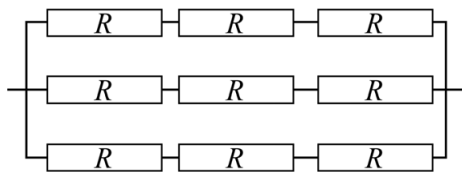
Uit formule (1) blijkt dat de vierkantsweerstand niet verandert als een vierkant met een andere lengte en breedte x gekozen wordt. In figuur 2 zijn afgebeeld: een klein vierkant en daarnaast een vierkant met een drie keer zo lange zijde. Beide vierkanten zijn gemaakt van hetzelfde geleidende materiaal met dezelfde dikte d .

figuur 2



Het kleine vierkant wordt voorgesteld als een weerstand R . Het grote vierkant kan worden gemodelleerd als negen van deze weerstanden, die onderling verbonden zijn volgens het schema in figuur 3.

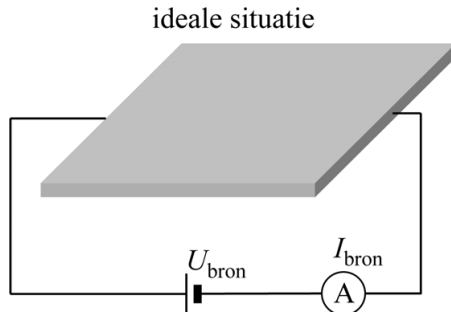
figuur 3



- 3p **19** Toon met behulp van de regels voor serie- en parallelschakelingen aan dat de weerstand van het grote vierkant gelijk is aan die van het kleine vierkant.

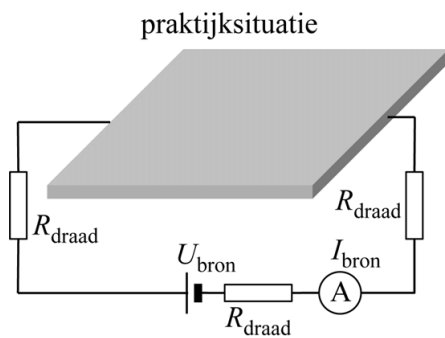
Bij de productie van computerchips wordt de vierkantsweerstand van de geproduceerde lagen gemeten. Figuur 4 toont een mogelijke meetopstelling. In een ideale situatie zonder weerstand van de aansluitdraden volgt de vierkantsweerstand uit de ingestelde spanning U_{bron} en gemeten stroomsterkte I_{bron} .

figuur 4



In de praktijk moet bij het meten van de vierkantsweerstand rekening worden gehouden met de weerstand van de aansluitdraden. Zie figuur 5.

figuur 5

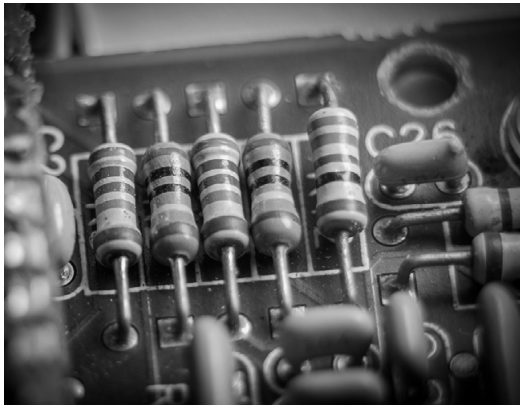


Op de uitwerkbijlage staan drie zinnen over de situaties in figuur 4 en 5.

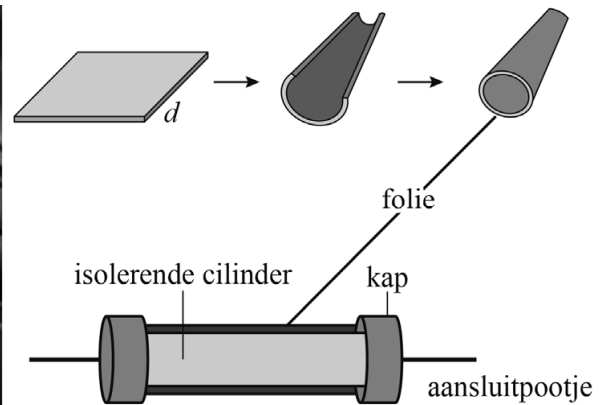
3p **20** Omcirkel op de uitwerkbijlage in iedere zin het juiste antwoord.

Weerstanden worden veel gebruikt in elektronica. Zie figuur 6.

figuur 6



figuur 7



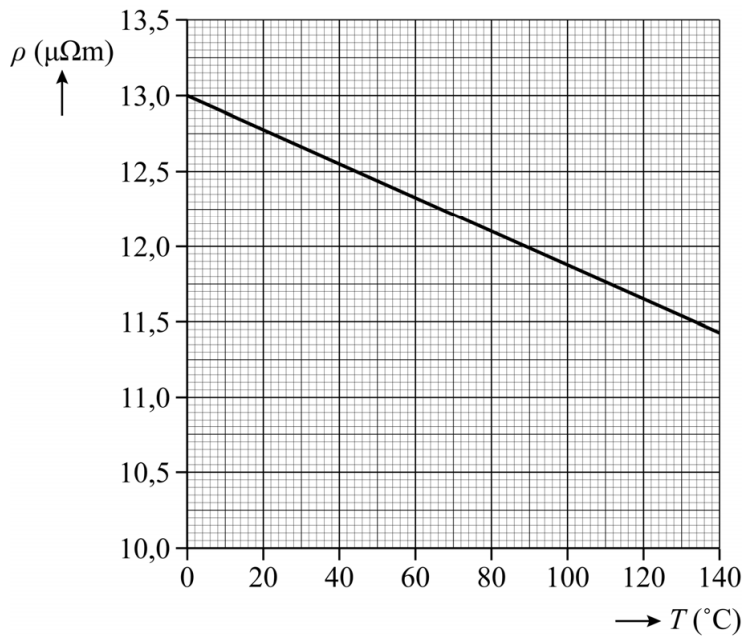
Een weerstand kan worden voorgesteld als een vierkant stuk geleidende folie (met oppervlakte A en dikte d) dat om een isolerende cilinder is gerold. Aansluitpootjes maken via geleidende kappen contact met de folie. Zie figuur 7.

Bij koolfilmweerstand is de geleidende folie een grafietlaag. De dikte van deze grafietlaag bepaalt de vierkantsweerstand en daarmee de weerstandswaarde. Een veelvoorkomende weerstandswaarde is $330\ \Omega$.

- 2p **21** Bereken met behulp van formule (1) de dikte van de grafietlaag bij deze weerstandswaarde.

Tijdens het gebruik wordt een weerstand warm. De weerstandswaarde van een koelfilmweerstand mag door de temperatuurtoename niet meer dan 10% afwijken van de weerstandswaarde bij 20 °C. Figuur 8 toont hoe de soortelijke weerstand van een bepaald soort grafiet afhangt van de temperatuur.

figuur 8



- 4p 22 Voer de volgende opdrachten uit:
- Leg uit of een koelfilmweerstand zich gedraagt als PTC of NTC.
 - Bepaal de maximale temperatuur die deze weerstand mag krijgen. Noteer je antwoord in twee significante cijfers.