

Draadbreuk

Judith en Fons bestuderen ‘samengestelde **figuur 1** stroomdraden’ die gebruikt worden bij proeven met lage gelijkspanning. Samengestelde draden bestaan uit een bundel niet geïsoleerde dunne koperdraadjes. Zie **figuur 1**.



Een voordeel is dat zo’n samengestelde draad soepeler is dan een draad van massief koper.

Fons noemt als ander voordeel dat de draad bij dezelfde lengte met dezelfde massa koper minder elektrische weerstand heeft dan een massieve draad van dezelfde lengte en dezelfde massa.

2p **24** Leg uit of Fons gelijk heeft.

De samenstelling van zo’n soepele draad wordt aangegeven met:

$$(n \times d).$$

Hierin is:

- n het aantal koperdraadjes;
- d de diameter van één draadje in mm.

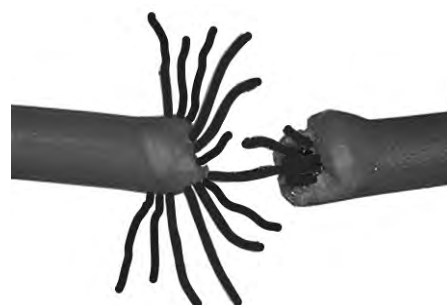
Een nadeel van samengestelde draden is de beperking van de stroomsterkte. De ‘maximale stroomdichtheid’ van samengestelde draden ($d < 0,5 \text{ mm}$) is $3,6 \text{ A mm}^{-2}$.

Fons bestudeert de eigenschappen van een samengestelde draad van 1,0 m met samenstelling: $(30 \times 0,10)$.

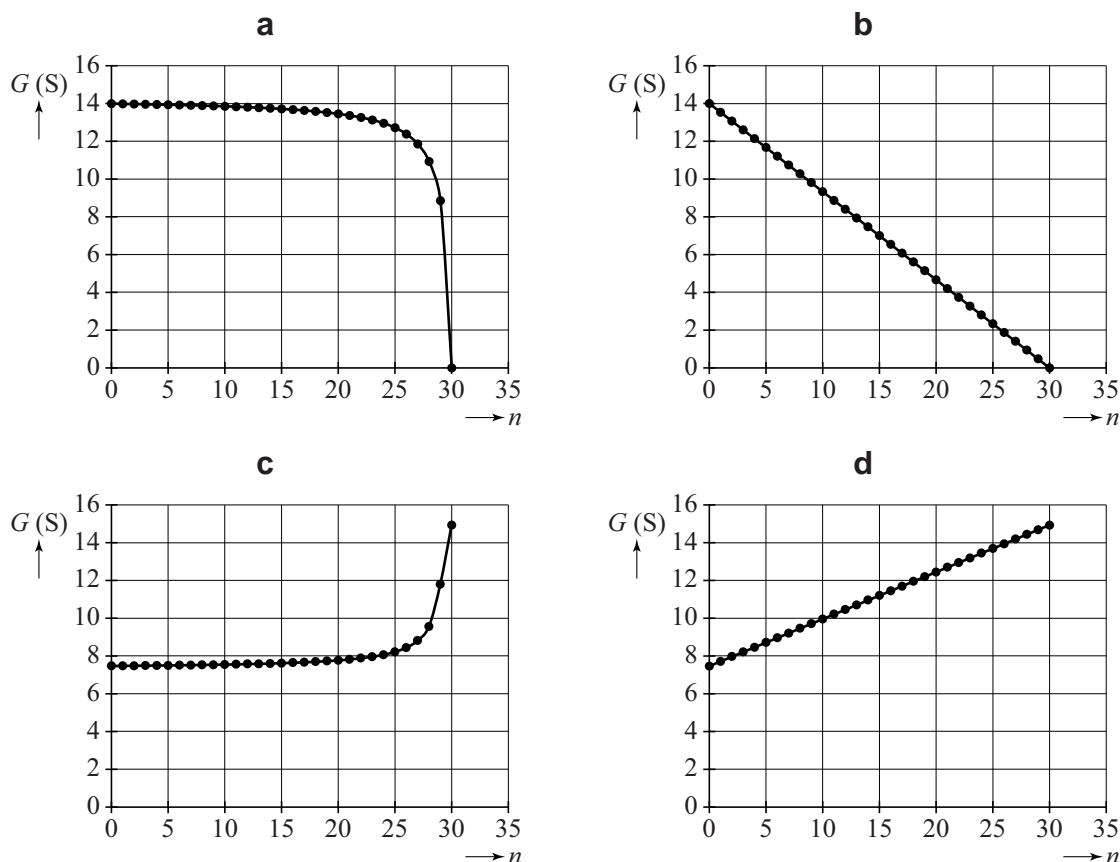
- 6p **25** Voer de volgende opdrachten uit:
- Bereken de weerstand van deze samengestelde draad.
 - Bereken de maximale spanning die over deze samengestelde draad mag staan.

Judith wil uitzoeken hoe de geleidbaarheid G van de totale draad van 1,0 m lengte verandert als ze de draadjes één voor één doorknipt en een klein stukje uit elkaar vouwt. In **figuur 2** is een voorbeeld weergegeven (met minder dan 30 draadjes). Zij tekent daartoe de vier diagrammen die staan weergegeven in **figuur 3a** tot en met **3d**.

figuur 2



figuur 3



In elk diagram staat de geleidbaarheid G uitgezet tegen het aantal doorgeknipte draadjes n .

- 2p 26 Leg met behulp van de begrippen serie en/of parallel uit welk diagram het verloop van de geleidbaarheid G het best weergeeft.

Judith wil weten of er door het quantum-tunneleffect ook geleiding mogelijk is, als er in een draadje door een breuk een minieme lichtspleet ontstaat. Door dit effect te vergelijken met de werking van de Scanning Tunneling Microscope (STM), die afstanden ter grootte van één atoom overbrugt, wil Judith een schatting maken van de *maximale* breedte van de lichtspleet waarbij het quantum-tunneleffect kan optreden.

Hieronder staan drie ordes van grootte van die schatting:

- a 10^{-3} m
- b 10^{-6} m
- c 10^{-9} m

- 2p 27 Kies de beste schatting. Licht je antwoord toe.