

Papieren schakelingen

Het materiaal van de stift van een potlood is elektrisch geleidend. Een potloodlijn die op papier getekend is, is daardoor ook elektrisch geleidend en werkt als een draad met weerstand.

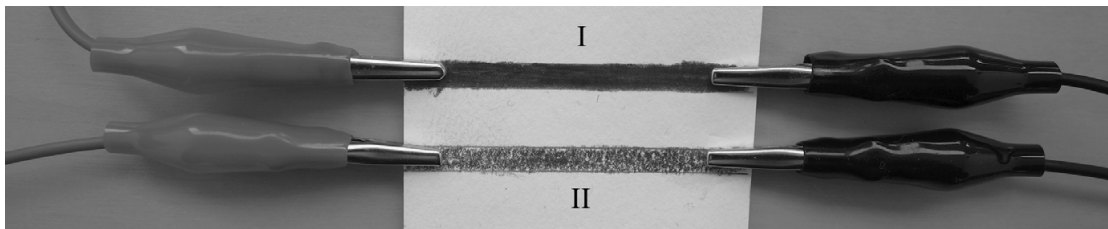
Er bestaan verschillende soorten potloden. De stift van ieder potlood bestaat uit een mix van grafiet en vulmiddel. Harde 'H' potloden bevatten veel vulmiddel en weinig grafiet, zachte 'B' potloden bevatten weinig vulmiddel en veel grafiet. De soortelijke weerstand van het vulmiddel is $2,5 \cdot 10^2 \Omega \text{m}$.

Theo en Rob hebben een artikel gelezen over op papier getekende draden en gaan hier onderzoek naar doen. Ze willen een potloodlijn met een zo klein mogelijke weerstand tekenen.

- 3p **5** Leg met behulp van het informatieboek uit of Theo en Rob voor een hard (H) of een zacht (B) potlood moeten kiezen.

Theo en Rob hebben elk een potloodlijn getekend met hetzelfde potlood. Beide lijnen zijn gelijk in lengte en breedte. Ze meten de elektrische weerstand met een multimeter. De multimeter is met zogenaamde krokodillenklemmen verbonden met de potloodlijn. De potloodlijn van Theo (I) is met een dikkere laag getekend en daardoor donkerder gekleurd dan de lijn van Rob (II). Zie figuur 1.

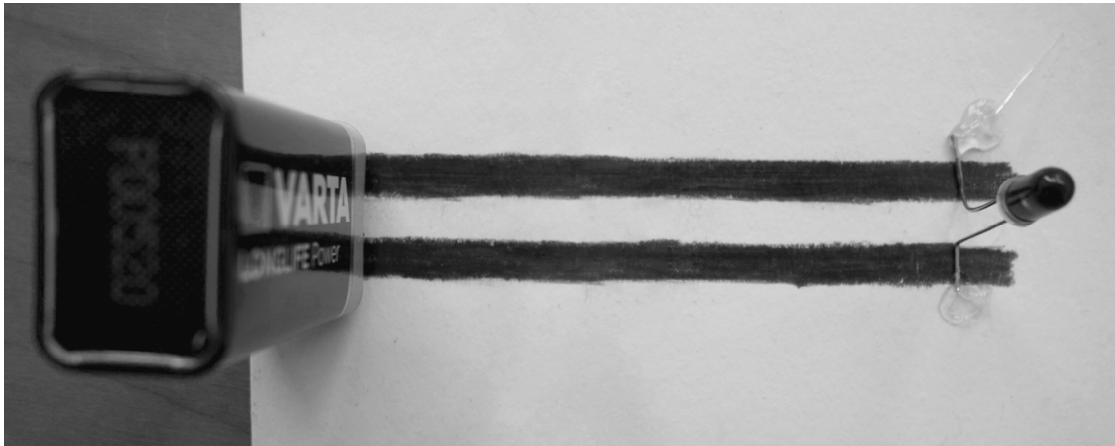
figuur 1



- 2p **6** Leg met behulp van de formule voor soortelijke weerstand uit bij welke potloodlijn (I of II) ze de kleinste weerstand meten.

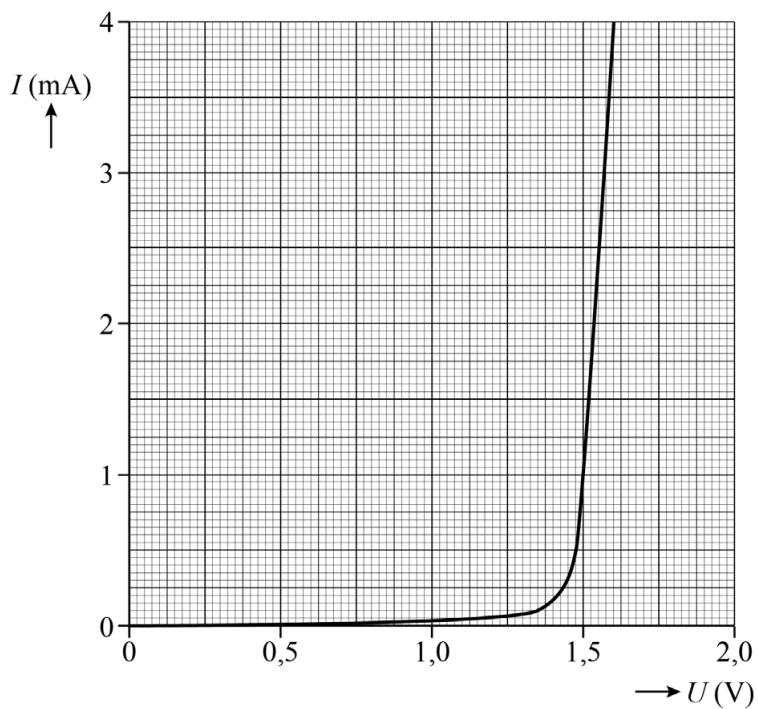
Rob sluit een 9,0 V batterij en een led aan op twee identieke potloodlijnen. Zie figuur 2.

figuur 2



De led heeft minimaal een spanning van 1,4 V nodig om licht te geven. In figuur 3 staat het (I, U) -diagram van de led.

figuur 3



- 5p 7 Bepaal met behulp van een berekening en figuur 3 bij welke weerstand van één potloodlijn de led net brandt. Noteer je antwoord in twee significante cijfers.

Voor de weerstand van één getekende potloodlijn uit figuur 2 geldt het volgende verband:

$$R = k \cdot \frac{\ell}{b} \quad (1)$$

Hierin is:

- R de weerstand van het lijnstuk;
- k een constante;
- ℓ de lengte van het lijnstuk;
- b de breedte van het lijnstuk.

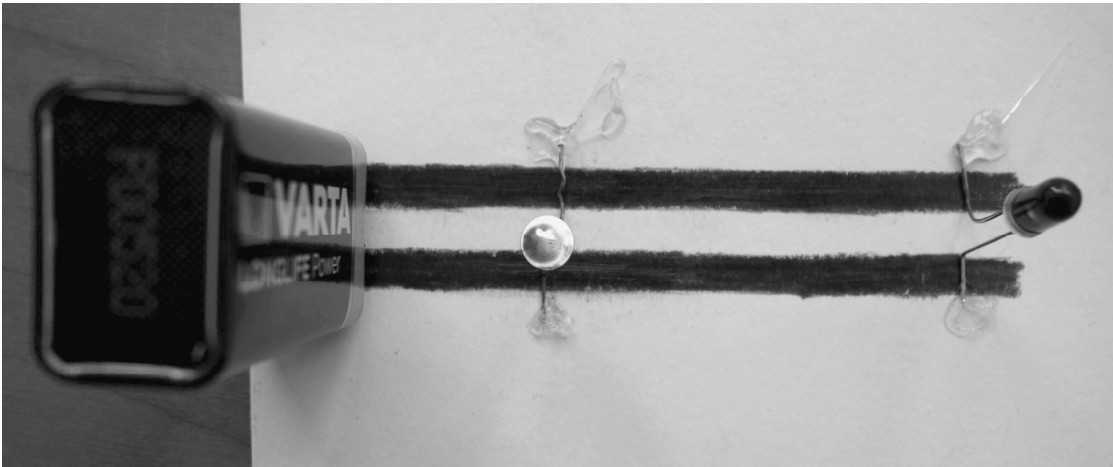
Eén potloodlijn in figuur 2 heeft in werkelijkheid een weerstand van $1,2 \cdot 10^4 \Omega$ bij een breedte van 0,50 cm en een lengte van 12 cm.

3p **8** Voer de volgende twee opdrachten uit:

- Leid af dat de constante k de eenheid Ω heeft.
- Bereken de waarde van de constante k .

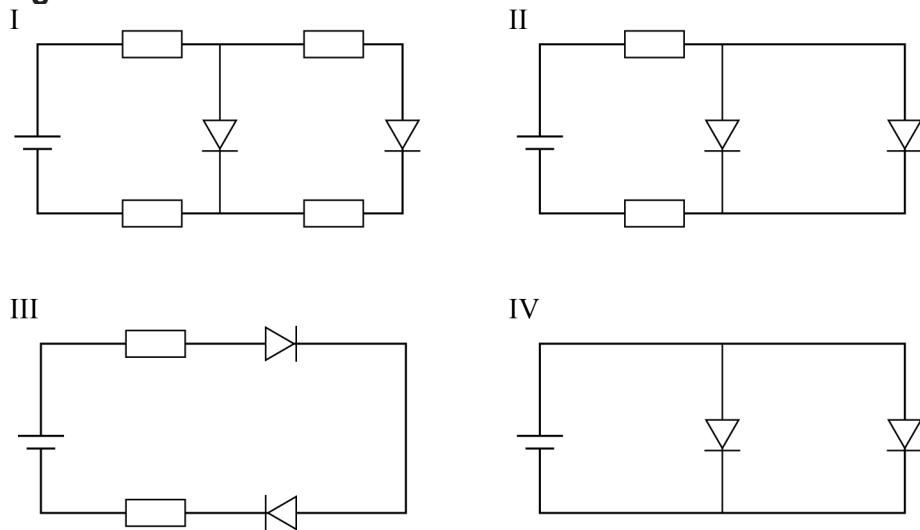
Theo maakt een nieuwe schakeling. Hierbij sluit hij twee identieke leds aan op twee getekende potloodlijnen. Zie figuur 4.

figuur 4



Theo constateert dat de led dicht bij de batterij feller brandt dan de led verder van de batterij. In figuur 5 zijn vier mogelijke schakelschema's getekend.

figuur 5



- 3p **9** Voer de volgende twee opdrachten uit:
- Geef aan welk schakelschema (I, II, III of IV) de situatie het best weergeeft.
 - Leg het verschil in felheid tussen de leds uit met behulp van het gekozen schakelschema.