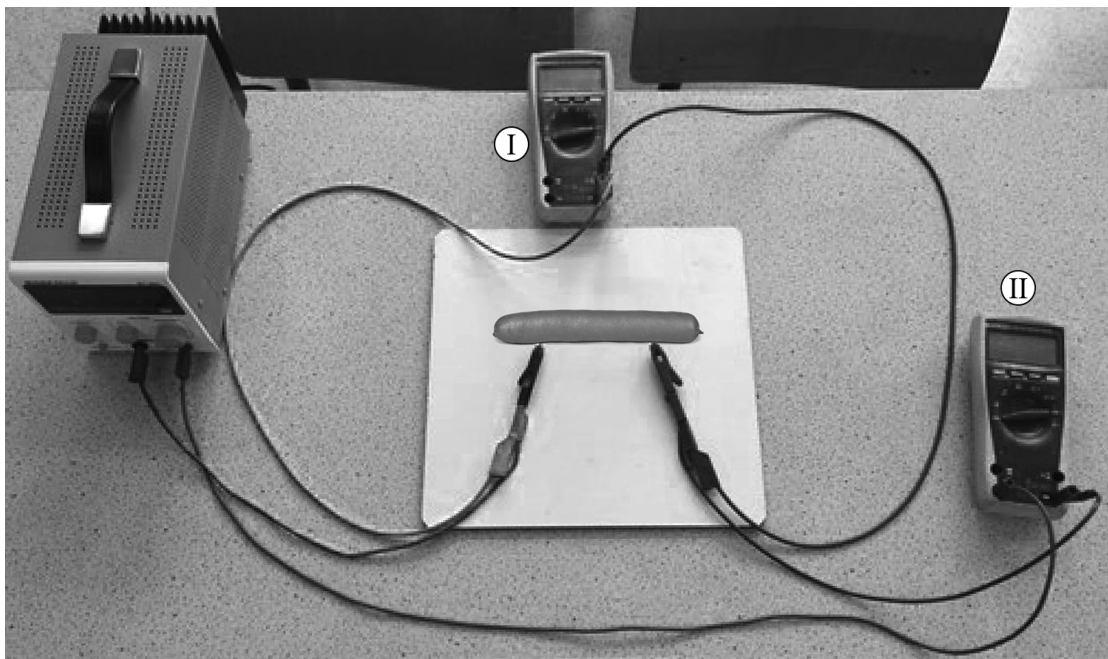


## Knakworstenverwarmer

Lieke onderzoekt of het mogelijk is om een knakworst te verwarmen door er een elektrische stroom doorheen te sturen. Hiervoor prikt ze twee aansluitpunten in een knakworst en bouwt ze de schakeling van figuur 1.

figuur 1



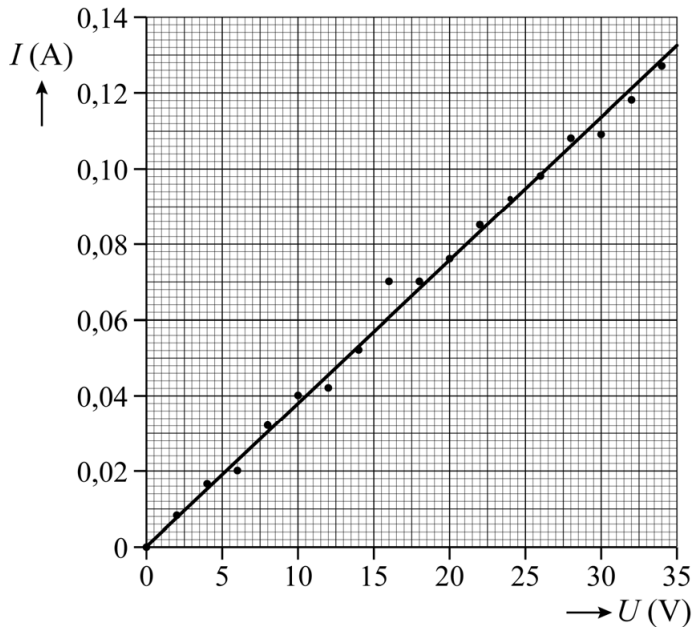
In de schakeling van figuur 1 zijn twee meters (I en II) opgenomen. Eentje werkt als spanningsmeter, de andere als stroommeter.

- 2p 7 Leg op basis van de schakeling in figuur 1 uit welke meter (I of II) de stroommeter is.

Lieke meet de stroom  $I$  door de knakworst bij verschillende spanningen  $U$ . Ze voert de metingen in zeer korte tijd uit, om de knakworst tijdens deze metingen nog niet te laten opwarmen.

Van haar metingen maakt ze een  $(I, U)$ -diagram. Zie figuur 2.

**figuur 2**



Op het potje van de knakworsten staat dat er zout in zit. Lieke vraagt zich af of de soortelijke weerstand van de knakworst hetzelfde is als die van zout water. Op internet vindt ze dat de soortelijke weerstand van zout water gelijk is aan  $0,24 \Omega\text{m}$ .

De knakworst heeft een diameter van 15 mm en de lengte van de knakworst tussen de aansluitpunten van de draden is 8,0 cm.

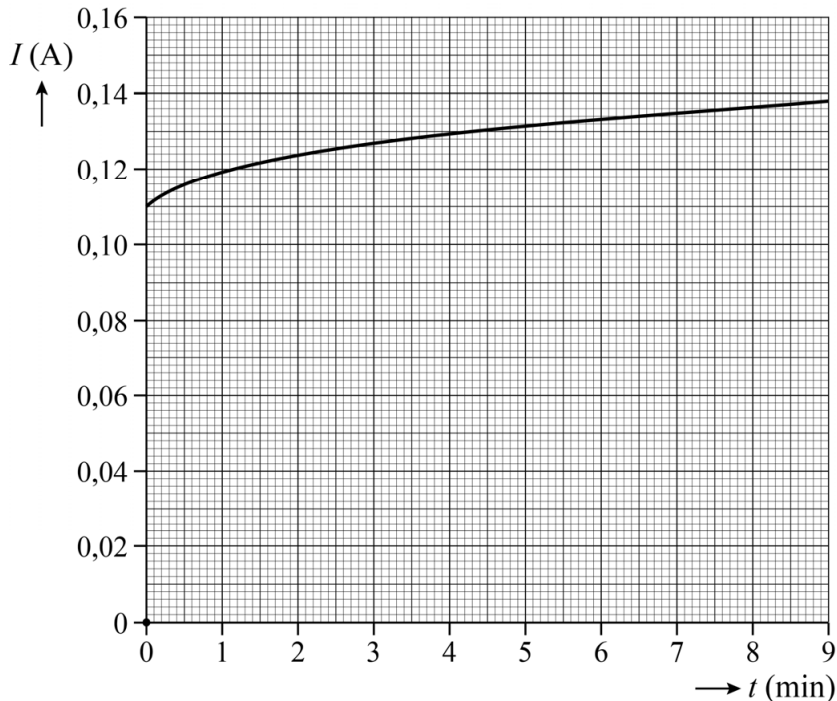
6p 8

Voer de volgende opdrachten uit:

- Bepaal met behulp van figuur 2 de weerstand van de knakworst. Noteer je antwoord in twee significante cijfers.
- Toon met een berekening aan of de soortelijke weerstand van de knakworst gelijk is aan die van zout water.

Vervolgens zet Lieke een constante spanning over de knakworst. Nu laat ze de knakworst wel opwarmen. Het valt Lieke op dat de stroomsterkte niet constant blijft tijdens het verwarmen. Ze maakt daarom een  $(I, t)$ -diagram. Zie figuur 3.

**figuur 3**



- 3p **9** Leg met behulp van figuur 3 uit of de knakworst zich gedraagt als een NTC of als een PTC.

Lieke laat de knakworst in 14 minuten opwarmen van een temperatuur van  $22\text{ }^{\circ}\text{C}$  tot een temperatuur van  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ze vraagt zich af wat het rendement is van haar opstelling tijdens het opwarmen van de knakworst. Het gemiddelde elektrische vermogen tijdens het opwarmen is  $3,9\text{ W}$ . De massa van de knakworst is  $20\text{ g}$ .

Ze vindt op internet dat vlees een soortelijke warmte heeft van  $3,0 \cdot 10^3\text{ J kg}^{-1}\text{ K}^{-1}$ .

- 4p **10** Bereken het rendement van de opstelling.

Lieke wil nu met haar opstelling, in dezelfde tijd als bij één knakworst, meerdere knakworsten tegelijk opwarmen tot een temperatuur van  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Op de spanningsbron staat vermeld dat deze een maximale spanning van  $35\text{ V}$  kan leveren en een maximale stroomsterkte van  $5,0\text{ A}$ .

- 3p **11** Leg met behulp van figuren 2 en 3 uit of ze de knakworsten dan in serie of parallel moet aansluiten op de spanningsbron.