

Voor deze opgave moet je gebruikmaken van de tabel met stofeigenschappen van ijzer in figuur 1.

figuur 1

stofeigenschap	waarde
dichtheid	$7,87 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$
elasticiteitsmodulus	$2,20 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$
smeltpunt	$1,811 \cdot 10^3 \text{ K}$
soortelijke warmte	$0,46 \cdot 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
soortelijke weerstand	$1,05 \cdot 10^{-7} \Omega \text{ m}$
treksterkte	$3,5 \cdot 10^8 \text{ Pa}$
warmtegeleidingscoëfficiënt	$80,3 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Lassen is een techniek om metalen delen aan elkaar te bevestigen. Dit kan door die delen met een brander zo te verhitten dat op de plek van de verhitting het materiaal van beide delen smelt en vervolgens na afkoeling tot één geheel samen vast wordt. Zie figuur 2. Deze plek wordt een 'las' genoemd.

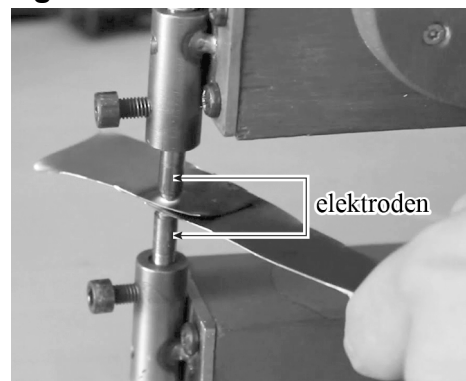
figuur 2



- 1p 1 Hoe heet de tweede faseovergang in het beschreven lasproces?
- A bevrozen
 - B condenseren
 - C stollen
 - D sublimeren

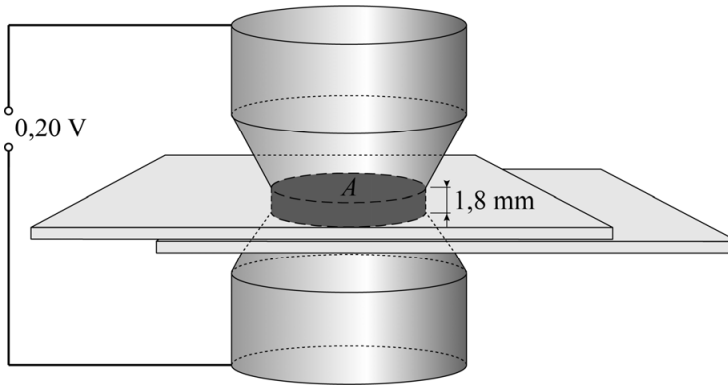
Het smeltpunt kan ook bereikt worden door een elektrische stroom door de metalen delen te laten lopen. Hiervoor wordt een puntlasapparaat gebruikt. Een puntlasapparaat levert een hoge stroomsterkte bij een lage spanning over twee elektroden. Twee plaatjes ijzer worden met een puntlasapparaat aan elkaar gelast. Zie figuur 3. De plaatjes worden op elkaar gelegd en krachtig op elkaar gedrukt door de twee elektroden.

figuur 3

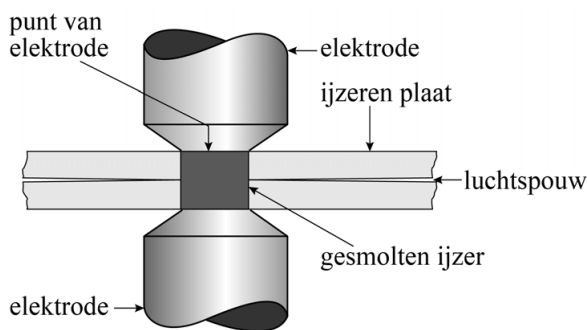


Als de elektroden tegen de plaatjes worden gedrukt gaat er een stroom I door het ijzer tussen de elektroden lopen. Het ijzer tussen de elektroden is bij benadering cilindervormig. Zie figuur 4a. De ijzeren plaatjes tussen de elektroden zijn samen 1,8 mm dik en raken elkaar alleen tussen de elektroden. De oppervlakte A waarmee de ijzeren plaatjes elkaar raken, is $6,4 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$; deze is even groot als de oppervlakte van de punt van een elektrode. Zie figuur 4a en 4b.

figuur 4a



figuur 4b



Over de plaatjes staat een spanning van 0,20 V. De stroomsterkte door het ijzer is op dat moment gelijk aan 68 kA.

3p **2** Toon dat aan met een berekening.

De massa van het cilindervormige deel ijzer tussen de elektroden is $9,1 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$. Het ijzer heeft een begintemperatuur van 20°C . Van de warmte die ontstaat tussen de elektroden wordt 15% gebruikt om het ijzer tussen de elektroden tot het smeltpunt te verhitten. De weerstand van het ijzer tussen de elektroden wordt als constant beschouwd.

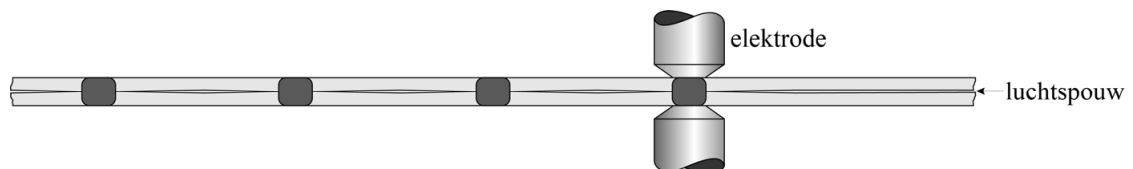
5p **3** Bereken na hoeveel tijd het ijzer begint te smelten.

Vaak worden meerdere lassen naast elkaar gemaakt. Zie figuur 5 en schematisch in figuur 6. De elektrische spanning over de elektroden is voor iedere las even groot.

figuur 5



figuur 6



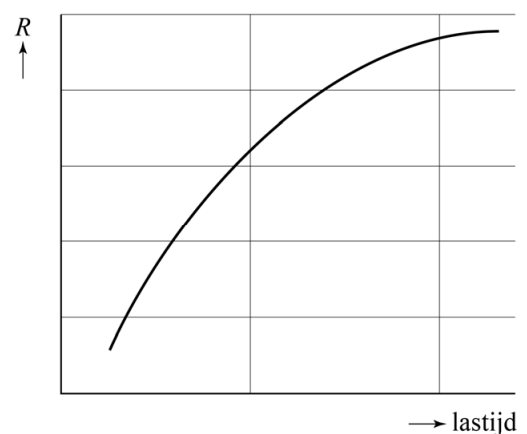
De platen raken elkaar alleen op de lassen. Zie figuur 6.

- 2p 4 Leg uit of de stroomsterkte door de elektroden tijdens het maken van meerdere lassen naast elkaar groter wordt, kleiner wordt of gelijk blijft.

In werkelijkheid blijft de weerstand van het ijzer tussen de elektroden niet constant gedurende het vormen van een las (de 'lastijd'). Zie figuur 7.

- 2p 5 Leg met behulp van figuur 7 uit of ijzer een PTC-materiaal of een NTC-materiaal is.

figuur 7



De koperen elektroden worden heet tijdens het lassen. Ze moeten daarom gekoeld worden door er met slangen water doorheen te pompen. Zie figuur 8.

figuur 8

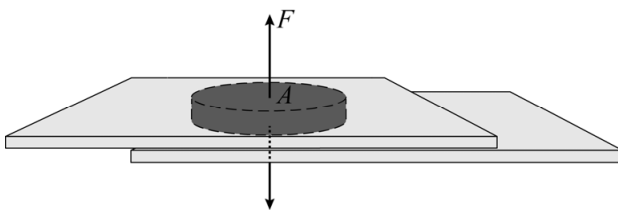


Op de uitwerkbijlage staan drie stellingen over het heet worden van de elektroden.

- 2p 6 Geef op de uitwerkbijlage per stelling met een kruisje aan of deze waar of niet waar is.

Als de las is afgekoeld zijn de ijzeren plaatjes op die plek tot één geheel met elkaar verbonden. De oppervlakte A van de las is $6,4 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$. Op de las kan een trekkracht F uitgeoefend worden. Zie figuur 9.

figuur 9



- 2p 7 Bereken de maximale trekkracht F op de las zonder dat de las breekt.