

Klas: 5 TW

Groep:

Namen: Van Belle Werner

$\frac{9}{10}$ *Janssen*

*Janssen
Mangino
Belle*

**Titel en nummer
van de labo-opdracht**

..... Proef 13 : De temperatuurscoëfficiënt.....

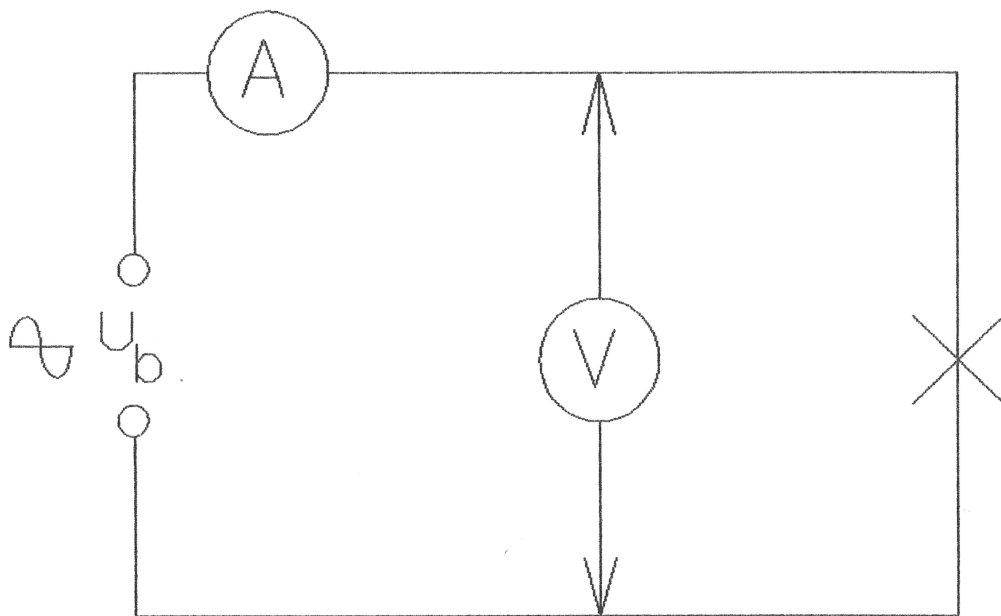
.....
.....

Proef 13 : de temperatuurscoëfficiënt :

1. Doel :

- Proefondervindelijk aantonen dat de weerstand afhankelijk is van de temperatuur.

2. Schema's



3. Schema :

- 3 lampen :
 - + 2 metaaldraadlampen (wolfram)
40 W & 60 W
 - + 1 kooldraadlamp (koolstof)
60 W
- voltmeter : METRIX digitaal
- ampèremeter : METRIX Digitaal
- rheotor : voeding U_b

4. Meetbeschrijving :

a) theorie :

Voor het uitzetten van metalen bestaat er een formule die de lengte van een metaaldraad weergeeft bij een bepaalde temperatuur. Hierin spelen de lengte van de draad bij 0°C , de aard van het materiaal en het verschil in temperatuur een rol.

$$l_T = l_0 + l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

l_T : de lengte van de draad bij temperatuur T

l_0 : de lengte van de draad bij 0°C

α : de aard van het materiaal

ΔT : het temperatuursverschil in $^\circ\text{C}$

Naar analogie hiermee kan men eenzelfde formule opbouwen voor de weerstand van een geleider in plaats van voor de lengte. Indien de weerstand van een geleider gekend is bij een temperatuur van T' $^\circ\text{C}$. Dan moet men l_T vervangen door R_T omdat men nu met een weerstand te doen heeft in plaats van met een lengte en l_0 moet men vervangen door R_T , omdat de weerstand niet bij 0°C gekend is maar wel bij T' $^\circ\text{C}$. (ook omdat het niet meer om een lengte gaat maar om een weerstand).

$$R_T = R_{T'} + R_{T'} \cdot \alpha \cdot \Delta T = R_{T'} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

R_T = de weerstand bij T °C in Ω

$R_{T'}$ = de weerstand bij T' °C in Ω

α = de temperatuurscoëfficiënt uitgedrukt in 1/°C

ΔT = het temperatuursverschil in °C

Het temperatuursverschil ΔT bestaat uit het verschil van de huidige temperatuur (T) en de temperatuur die als ijk wordt gebruikt (T').

$$\Delta T = T - T'$$

Als men dit in de formule toepast heeft men de volgende formule :

$$R_T = R_{T'} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T) = R_{T'} \cdot [1 + \alpha \cdot (T - T')]$$

Als in deze formule α groter is dan 0 dan heeft men een positieve temperatuurscoëfficiënt. Dit wordt aangeduid met PTC. Als bij zo een materiaal de temperatuur stijgt dan zal de weerstand ook stijgen bijgevolg zal bij een dalende temperatuur ook de weerstand dalen.

Als in de formule α kleiner is dan nul dan heeft men een negatieve temperatuurscoëfficiënt. Dit wordt aangeduid met NTC. Als bij zo een materiaal de temperatuur stijgt dan zal de weerstand dalen en omgekeerd. Dus als de temperatuur daalt zal de weerstand stijgen.

Als men nu als referentietemperatuur 0°C neemt dan wordt de formule eenvoudiger. De term $R_{T'}$ wordt dan R_0 en de term T' valt gewoon weg. De formule wordt dan :

$$R_T = R_{T'} \cdot [1 + \alpha \cdot (T - T')] = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot T)$$

Indien men de weerstand kent bij 0°C en men kent de weerstand bij temperatuur T dan kan men de soortelijke weerstand bepalen :

Temperatuurscoëfficiënt α

$$R_T = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot T) \rightarrow \alpha = \frac{\frac{R_T}{R_0} - 1}{T} = \frac{R_T - R_0}{R_0 \cdot T}$$

b) opgave :

Stel de opstelling op zoals aangeduid in het schema. De eerste keer met een metaaldraadlamp van 40 W (L_1), de tweede keer met een metaaldraadlamp van 60 W (L_2) en de derde en laatste keer met een kooldraadlamp van 60 W (L_3). Bepaal voordat men de lampen gebruikt de weerstand bij kamertemperatuur. Sluit nadien de spanningsbron aan en laat de spanning toenemen per 10 V. Meet telkens de stroomsterkte en de spanning. Bereken hieruit de weerstand en teken hiervan de grafieken.

+ $I = f(U)$

+ $R = f(I)$

5. Meetresultaten :

L ₁ : metaaldraadlamp van 40 W $R_{koud} = 195 \Omega$ $I_{koud} = 0,8863636\dots$			L ₂ : metaaldraadlamp van 60 W $R_{koud} = 67 \Omega$ $I_{koud} = 0,304545\dots A$			L ₃ : kooldraadlamp van 60 W $R_{koud} = 1400 \Omega$ $I_{koud} = 6,363636\dots A$		
U (V)	I (mA)	R (Ω)	U (V)	I (mA)	R (Ω)	U (V)	I (mA)	r (Ω)
0	0	195	0	0	67	0	0	1400
9,8	49,5	198,0	10	66	151,5	10,4	7,70	1350,6
20,2	62,5	323,2	20,2	82,8	244,0	20	15,14	1321,0
29,8	70,5	422,7	30,3	94,2	321,7	30,5	24,4	1250,0
40	78,7	508,3	39,9	104,3	382,6	40,5	33,3	1216,2
49,5	85,6	578,3	50	114,7	435,9	50	42,5	1176,5
60	92,7	647,3	60,3	124,4	484,7	60,5	52,7	1148,0

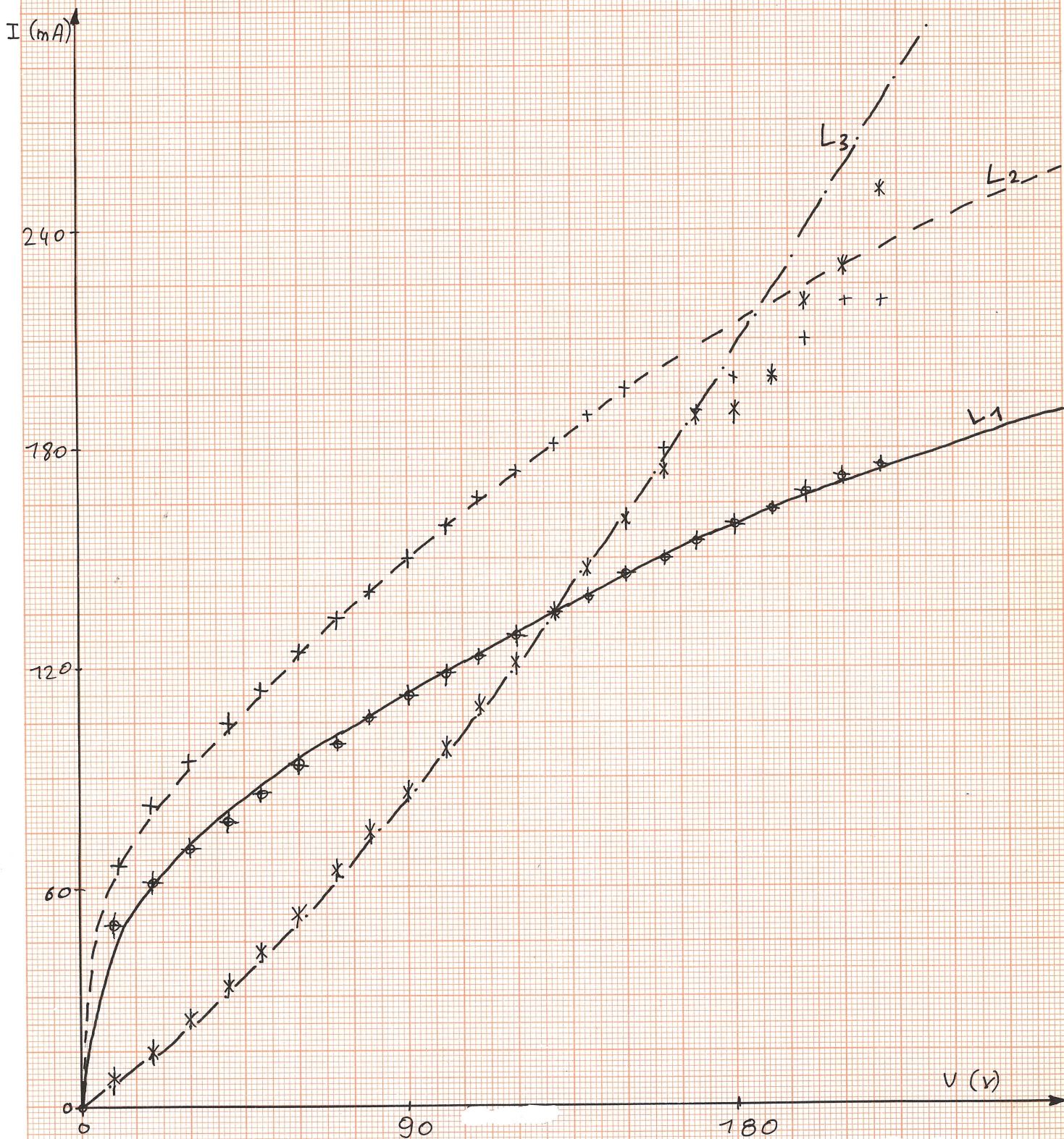
70	99,5	703,5	70	133,4	524,7	70,9	63,8	1111,3
80	106	754,7	79,5	141,6	561,4	80,5	74,5	1080,5
90,5	112	808,0	89,8	150,1	598,3	90,5	85,5	1058,5
100,5	118	851,7	100	158,8	629,7	100,7	97,6	1031,8
110	123,4	891,4	110	166,8	659,5	110	109	1009,2
120	129	930,2	120	174	689,7	120,5	121,8	989,3
130,4	134,5	969,5	130	181,5	716,3	130,5	135,3	964,5
140	139,5	1003,6	140	188,5	742,7	140	147,6	948,5
150	144,8	1035,9	150	195,8	766,1	150	160,5	934,6
160	150	1066,7	160,4	0,18 A	891,1	160	174,5	916,9
170	154,2	1102,5	170,5	0,19 A	897,4	170	188,7	900,9
180	159	1132,1	180,5	0,20 A	902,5	180,5	0,19 A	950,0
190	163,3	1163,5	190,5	0,20 A	952,5	190,5	0,20 A	952,5
200	168	1190,5	200	0,21 A	952,4	200	0,22 A	909,1
210	172	1220,9	210	0,22 A	954,5	210	0,23 A	913,0
220	176	1250,0	220	0,22 A	1000,0	220	0,25 A	880,0

6. Grafieken :

$$I = f(U)$$

1 cm = 15 V

1 cm = 15 mA

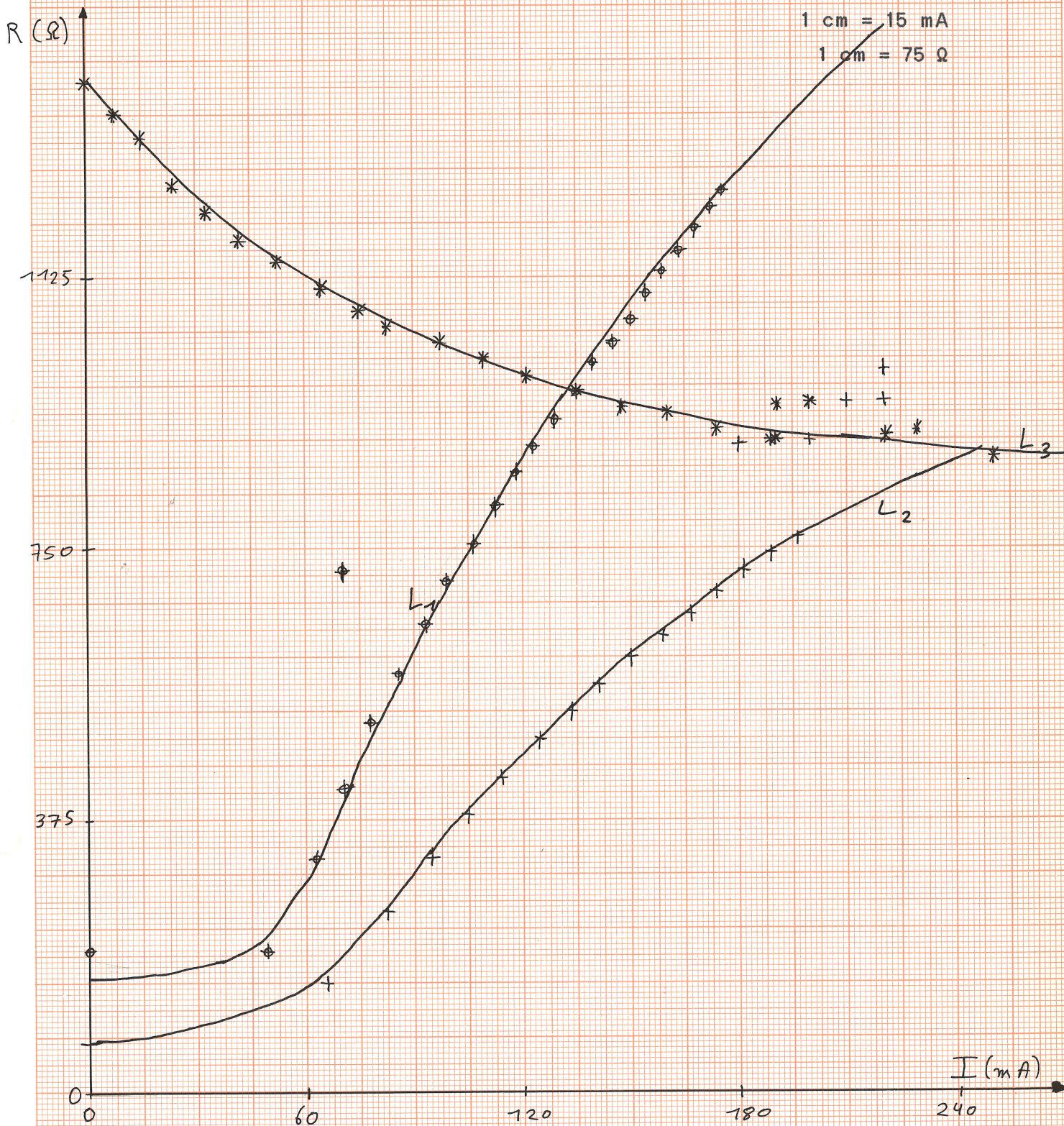


- \diamond : LAMP L_1
- - - $+$: LAMP L_2
- · - $*$: LAMP L_3

$$R = f(I)$$

1 cm = 15 mA

1 cm = 75 Ω



- \diamond : LAMP L₁
- + : LAMP L₂
- * : LAMP L₃

7. Besluiten :

- Hoe is het verloop van $I = f(U)$ bij metaaldraad- en kooldraadlampen ?

+ Bij metaaldraadlampen zal de weerstand stijgen bij een stijgende temperatuur. Ze hebben een positieve temperatuurscoëfficiënt. Hierdoor zal de curve van $I=f(U)$ een kromme vormen die doorbuigt naar de Y-as. In het begin zal de weerstand klein zijn en zal de karakteristiek $I=f(U)$ dus stijlg zijn. Naarmate de lamp een grotere spanning ontvangt zal ook de gloeidraad meer opwarmen. Hierbij zal de weerstand stijgen en bijgevolg zal de karakteristiek $I=f(U)$ minder hellen. Omdat de spanning en de temperatuur met elkaar in verband staan zal men een krommende curve bekomen.

+ Bij kooldraadlampen doet zich juist het zelfde voor met dit verschil dat deze een negatieve temperatuurscoëfficiënt hebben. Ze zullen dus met een stijgende spanning (dus een stijgende temperatuur) een kleinere weerstand vertonen waardoor de karakteristiek $I=f(U)$ meer gaat hellen. Deze curve zal dus doorzakken naar de X-as.

- Hoe is het verloop van $R=f(I)$ bij metaaldraad- en kooldraadlampen ?

+ Bij metaaldraadlampen zal de weerstand toenemen met een stijgende temperatuur (Wolfraam is een gewone geleider). Op deze karakteristiek staan spanning en temperatuur zodanig met elkaar in verband dat bij een stijgende spanning, de temperatuur zal stijgen.

+ Bij kooldraadlampen zal de weerstand afnemen met een stijgende temperatuur. Dit komt omdat koolstof een halfgeleider is. Er vormen zich meer mobiele ladingsdragers door een toevoeren van energie. Spanning en temperatuur staan op deze karakteristiek ook in verband.

- Welke is de PTC - weerstand ?

+ De metaaldraadlamp is de PTC-weerstand.

+ De kooldraadlamp is de NTC-weerstand.

- Welk is de invloed van de meettoestellen?

Tijdens de proef is het meetbereik van het toestel verandert moeten worden. Dit had de volgende effecten op de metingen.

+ Bij metaaldradlamp L_2 : De grafiek vertoont bij een omschakelen van het meetbereik een kap die naar beneden is gericht.

+ Bij kooldraadlamp L_3 : Net zoals bij de metaaldradlamp L_2 vertoont deze grafiek een kap naar beneden waar het meetbereik is omgeschakeld.