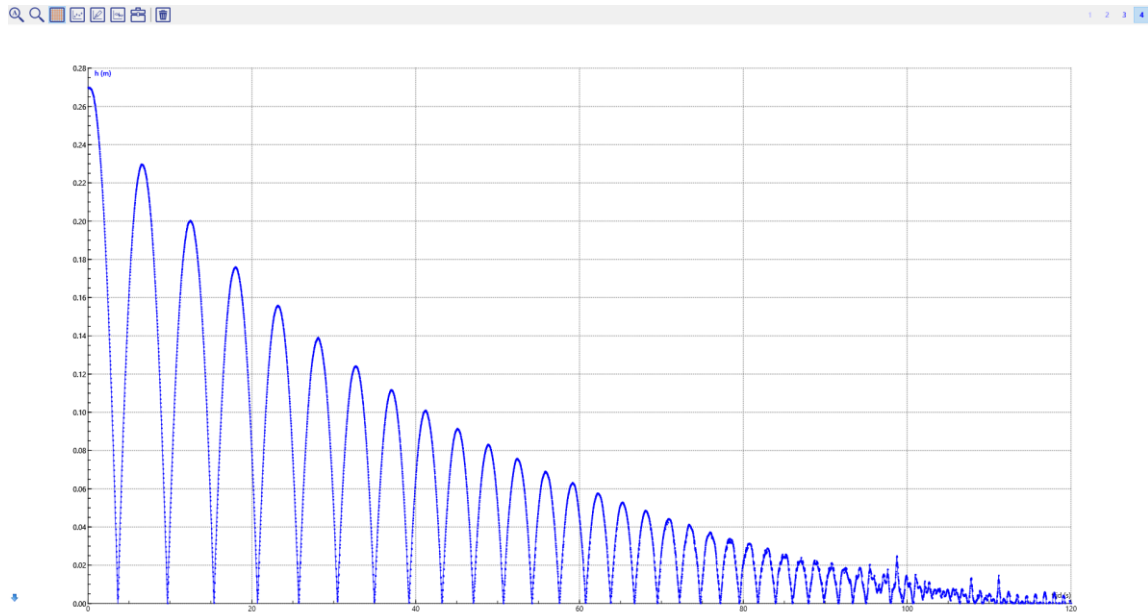
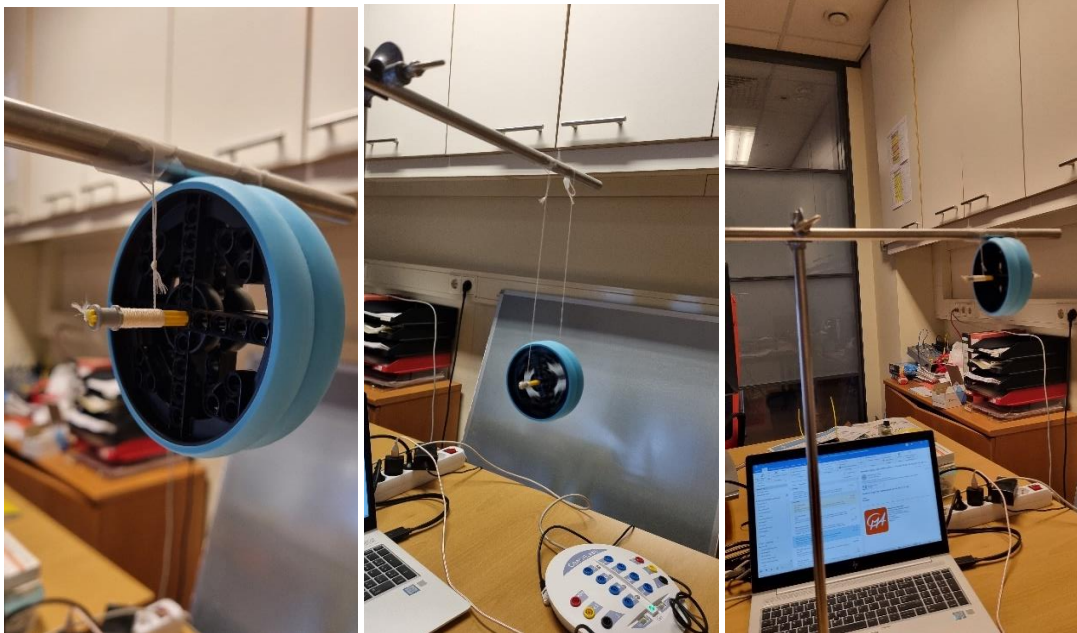


## Maxwell-wiel



Gemeten met afstandssensor.



Massa wiel:  $m = 0,0565 \text{ kg}$  (een enkele wielschijf weegt 27g)

Straal wiel:  $R = 0,0438 \text{ m}$

Straal as:  $r = 0,00224 \text{ m}$

Afstand omlaag:  $h = 0,263 \text{ m}$  (mijn opstelling)

Tijdsduur omlaag:  $t_1 = 3,55 \text{ s}$

4 bouten wegen  $m_b = 14 \text{ g}$ .

### 1. Soort beweging (2 pt)

Door het wiel steeds van een lagere hoogte te laten vallen, kun je een s,t-diagram maken.

Met s tegen t<sup>2</sup> kun je prachtig aantonen dat het een eenparige beweging betreft en ook de versnelling bepalen.

- *tenminste vijf punten, tenminste drie keer gemeten* 0,6
- *notie van de meetonzekerheid meegenomen* 0,4
- *grafiek* 0,5
- *berekening/ bepaling* 0,5

### 2. Traagheidsmoment (2pt)

$$v = 2s/t = 2 \cdot 0,262/3,55 = 0,148 \text{ m/s}$$

As moet zo snel draaien, dat touw aan einde met 0,148 m/s kan bewegen

$$\omega = v/r = 0,148/0,00224 = 66 \text{ rad/s.}$$

Bij start zwaarte energie:  $E_z = mgh = 0,0565 \cdot 9,81 \cdot 0,263 = 0,146 \text{ J.}$

Aan eind kinetische energie:

$$E_k = 0,5 \cdot m \cdot v^2 = 6,2 \cdot 10^{-4} \text{ J, Dus } E_{rot} = E_z - E_k = 0,145 \text{ J}$$

Traagheidsmoment vanuit metingen:

$$E_{rot} = 0,5I\omega^2 \rightarrow I = 2 \cdot E_{rot}/\omega^2 = 0,665 \cdot 10^{-4} \text{ kgm}^2. \text{ (Dat levert een effectieve straal voor roteren van een punt massa van 3,43 cm)}$$

Als holle cilinder berekend:  $I_h = mr^2 = 0,0565 \cdot 0,0438^2 = 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ kgm}^2.$

$$\alpha = I/I_h = 0,665/1,1 = 0,60.$$

Als volle cilinder berekend:  $I = 0,5mr^2 = 0,5 \cdot 0,0565 \cdot 0,0438^2 = 0,55 \cdot 10^{-4} \text{ kgm}^2.$

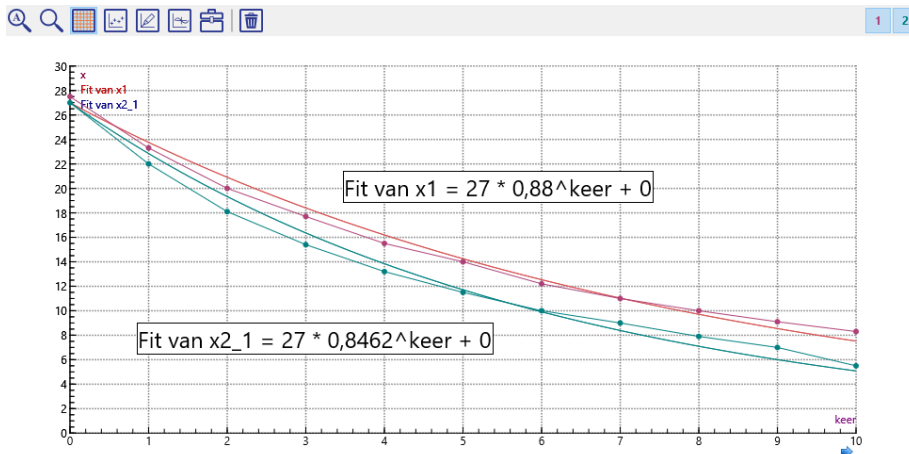
Conclusie: gegeven de redelijk open vorm als cilinder maar toch de hoeveelheid massa meer naar het centrum, lijkt dit goed te passen in het geheel.

- *Snelheidsbepaling* 0,2
- *Rotatiesnelheid* 0,2
- *Energiebeschouwing* 0,8
- *Bepaling van  $\alpha$*  0,6
- *Meetonzekerheid in  $\alpha$*  0,2

### 3. Wrijving: (3 pt)

Na elke bounce onder opnieuw de hoogte bepalen

Dat gaat goed met een maatlint ernaast (data komen overeen met de via coach gemeten hoogtes).



Per keer blijft de energie dus nog 88% van de vorige keer over (x1). Ook te controleren door de data op elkaar te delen voor een gemiddelde constante factor.

(Met één wiel(x2) en dus minder massa speelt de wrijving een grotere rol (85%).)

- Tenminste zeven meetpunten, tenminste drie herhalingen 1,0
- Meetonzekerheid meegenomen 0,4
- Conclusie dat het vooral luchtwrijving is 0,5
- Bepaling  $h = 0,88 \cdot h_0$  1,0
- Meetonzekerheid in constante 0,1

#### 4. Verzwaren (3 pt)

Met 4 bouten vlak bij de as wordt de versnelling iets kleiner.

bouten zitten dan op afstand van midden 1 cm?

Verskil in bouncetijd is 0,3 s met 4 bouten laag ( $h = 0,47$  m), dat wordt daarna minder.

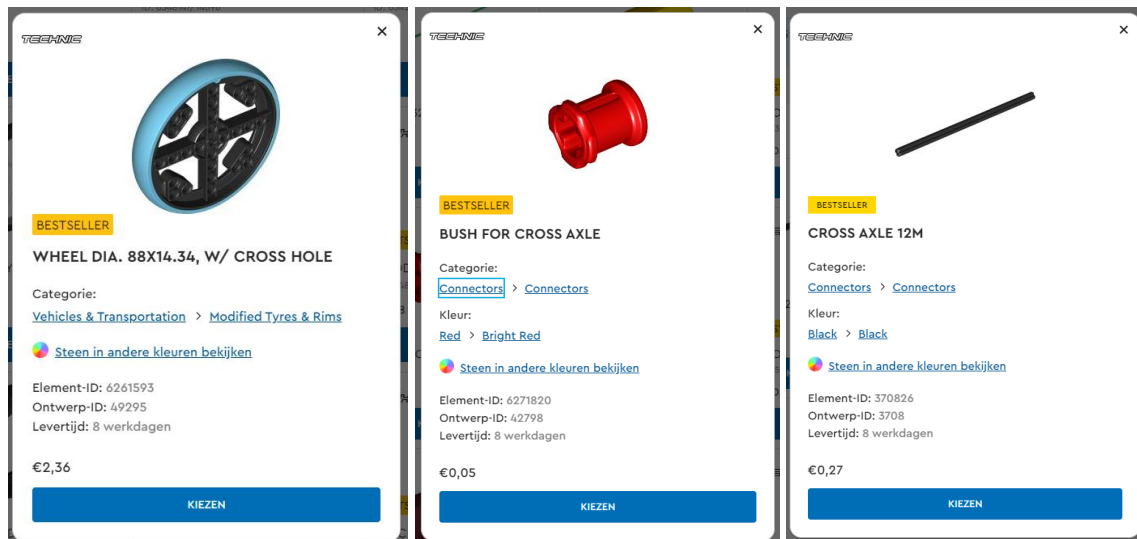
- Metingen tenminste vijf keer bij elke aanpassing. 1,2
- Meetonzekerheid meegenomen 0,3
- Grafiek van de traagheidsmomenten, 0,5
- nulpunt bij traagheidsmoment zonder bouten 0,5
- verklaring veranderingen 0,5

Door bouten in de gaten van het wiel te stoppen verander je het traagheidsmoment. Dit levert slechts versnellingsverschillen van  $0,004 \text{ m/s}^2$  op en de versnelling wordt zelfs iets groter.

Met  $h=0,47$  m is 0 bout 4,3 s, 2 bout 4,15 s en 4bout 4,0 s.

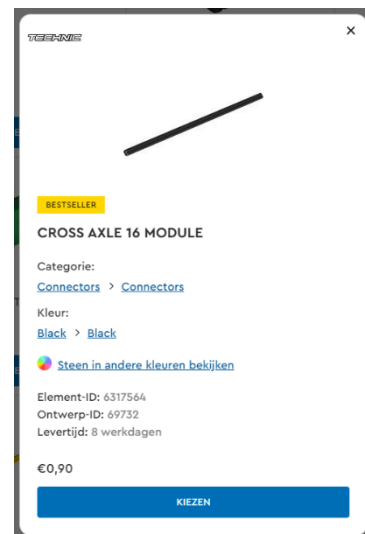
- De lengtes van de touwtjes moet gelijk zijn en de as moet horizontaal hangen.
- Touwtjes aan statief moeten iets minder ver uit elkaar dan op de as van het wiel, dan kan het touw mooi gelijkmatig en naast elkaar opwikkelen. (beter is langere as, dan evt touwtjes iets verder uit elkaar en touw dus meer uit elkaar opwikkelen?)

<https://www.lego.com/nl-nl/pick-and-build/pick-a-brick?query=axle+extension&category=13&system=TECHNIC>



#### Nodig:

- 4 wielen
- 1 as (nu 12m als as voor bij statief)
- 1 as (16 m als as voor de twee wielen)
- 4 busjes
- 4 bouten met moer M4 3 cm
- 2\* een dun stevig touw rond 30 cm. (van vliegertouw...)
- 1\* Stopwatch
- 1\* Meetlint
- 1\* Balans (kan ook massa's doorgeven)
- Statiemateriaal (plaat, stang omhoog, stang opzij met klem, klem en krokodillenklem voor vastmaken as 12M)/
- Vastmaken touw: nu met as en twee bussen. Anders plakband? Krokodillenklemmen?
  - o iets om nauwkeurig de lengte van de touwen te regelen.



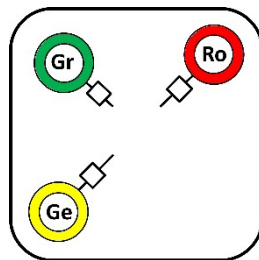
# NATUURKUNDE OLYMPIADE EINDRONDE 2024

## PRAKTIKUMTOETS UITWERKING

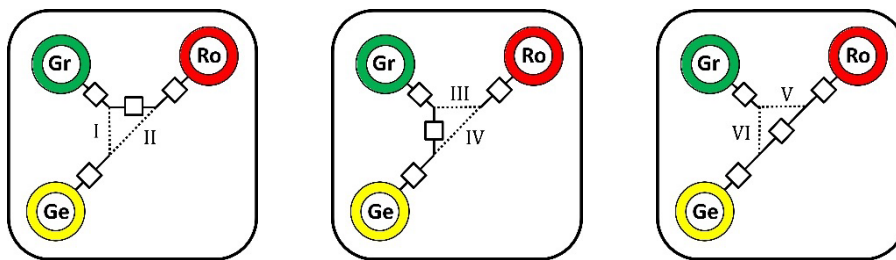


### Onderdeel 1: Blackbox

- B Omdat er aan elk van de drie aansluitpunten slechts één aansluitkant van een component kan zitten kunnen er al drie componenten getekend worden.

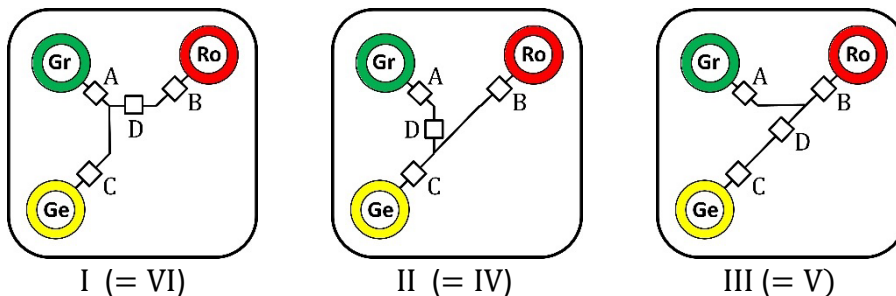


De vierde component kan vervolgens op drie manieren tussen twee losse aansluitkanten worden aangesloten waarbij de overgebleven aansluitkant dan op twee plaatsen kan worden aangesloten. Dit resulteert in de volgende mogelijkheden I, II, III, IV, V, VI.



Hierin zijn echter drie dubbelingen: I = VI, II = IV en III = V

Er zijn dus maar drie wezenlijk verschillende mogelijkheden. Zie de letters A B C D voor de componenten.



- C Waarnemingen (W) + conclusies (C)

W1 Batterij aangesloten op Rood (+) en Groen (-) laat de LED constant branden.

C1 A en B zijn geen condensator in alle drie de gevallen.  $D_I$  en  $D_{II}$  zijn geen condensator.

W2 Batterij aangesloten op Rood (+) en Geel (-) laat de LED branden maar steeds minder fel.

C2 Tussen Rood en Geel zit een condensator.

$C_I$  OF  $D_I$  is een condensator maar samen met C1 wordt dat dus enkel  $C_I$ .

$C_{II}$  is een condensator.  $C_{III}$  is een condensator. Conclusie: C is een condensator.

Maar als C een condensator is dan moet B<sub>I</sub> OF D<sub>I</sub>, B<sub>II</sub>, B<sub>III</sub> OF D<sub>III</sub> de LED zijn. Daarom moet A een weerstand zijn.

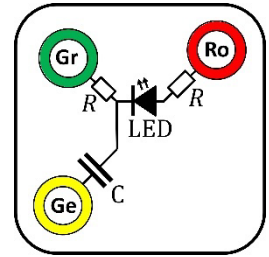
Omdat A een weerstand is en C een condensator blijft over:

Situatie I met B<sub>I</sub> en D<sub>I</sub> een weerstand en LED (volgorde niet te bepalen).

Situatie II met B<sub>II</sub> LED en D<sub>II</sub> een weerstand.

Situatie III met B<sub>III</sub> LED en D<sub>III</sub> een weerstand.

Maar omdat de diode niet direct verbonden is met een aansluitpunt, vervallen situatie II en III en moet in situatie I wel gelden dat B<sub>I</sub> is een weerstand en D<sub>I</sub> de diode.



- D Batterij aansluiten op Rood (+) en Groen (-). De spanning van de batterij is  $U = 8,73$  V. Daarna de stroom meten. Die is  $I = 1,20$  mA.

Aflesen in de diodekarakteristiek bij een stroom van  $I = 1,20$  mA:  $U_{LED} = 3,41$  V.

Dan staat er over de twee weerstanden samen  $U_{R+R} = 8,73 - 3,41 = 5,32$  V

Omdat het identieke weerstanden zijn:  $U_R = 2,66$  V

De stroom is hetzelfde als door de LED (serie schakeling). Dus volgt voor de weerstand:

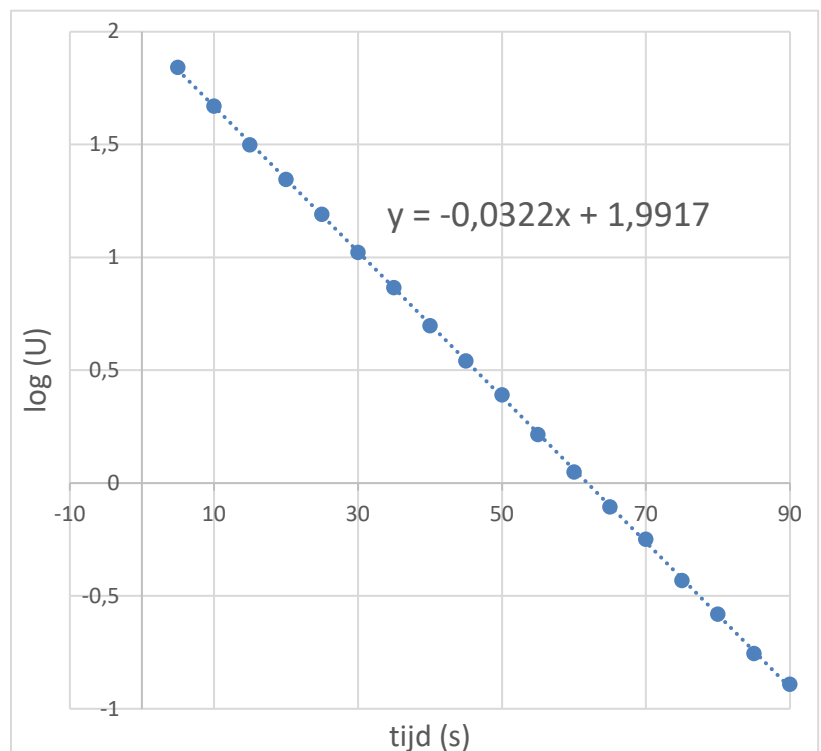
$$R = \frac{U}{I} = \frac{2,66 \text{ V}}{1,20 \text{ mA}} = 2,2 \text{ k}\Omega$$

(Fabriekswaarde 2,2 k $\Omega$ )

- E Hier moet gebruik gemaakt worden van de externe weerstand. Sluit de externe weerstand aan over Geel en Groen. Zo ontstaat een serieschakeling van de condensator en twee weerstanden. Door de spanning over de externe weerstand te meten (over Geel en Groen dus) als functie van de tijd, kan de RC-tijd bepaald worden. Omdat R bekend is, namelijk de som van de twee weerstanden, kan de C bepaald worden. Uiteraard eerst de condensator opladen middels de batterij, daarna aansluiten zoals hierboven beschreven.

Metingen:

t (s)	U (V)	ln U
5	6,31	1,842136
10	5,32	1,671473
15	4,48	1,499623
20	3,84	1,345472
25	3,29	1,190888
30	2,78	1,022451
35	2,38	0,8671
40	2,01	0,698135
45	1,72	0,542324
50	1,48	0,392042
55	1,24	0,215111
60	1,05	0,04879
65	0,9	-0,10536
70	0,78	-0,24846
75	0,65	-0,43078
80	0,56	-0,57982
85	0,47	-0,75502
90	0,41	-0,8916



Resultaat:  $1/RC = 0,0322$  met eerdere resultaat  $R = (25 + 2,2) = 27,16$  k $\Omega$  volgt  $C = 1142$   $\mu$ F. (Fabriekswaarde  $C = 1000$   $\mu$ F = 1 mF.)

## Onderdeel 2: Vijf identieke lampjes

### Metingen

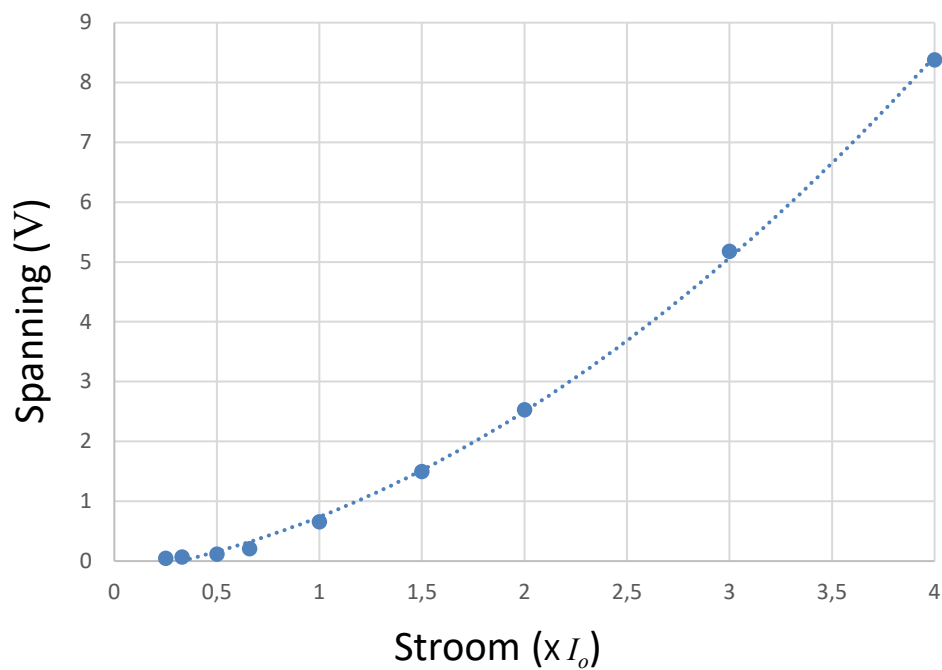
Opdracht 0: Omgevingstemperatuur: 294 K

Opdracht 1, 2 en 3: Invullen tabel.

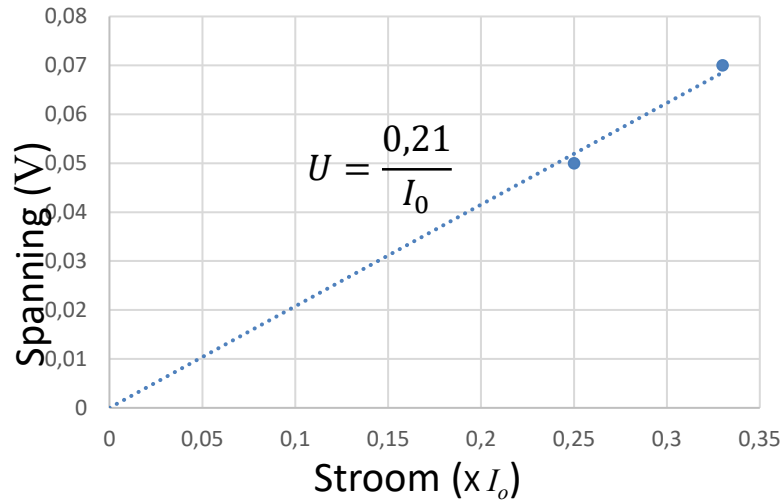
Stroom ( $\times I_0$ )	Spanning (V)	Schakeling (A B C D)	Ingestelde Spanning ( $U_{xy}$ )	Gemeten Spanning ( $U_{xy}$ )
0,25	0,05	A	$U_{14}$	$U_{41}$
0,33	0,07	B	$U_{13}$	$U_{31}$
0,50	0,12	C	$U_{12}$	$U_{21}$
0,66	0,21	D	$U_{23}$	$U_{32}$
1	0,66	A	$U_0 = U_{41}$	$U_{41}$
1,5	1,50	D	$U_{32}$	$U_{23}$
2	2,53	C	$U_{21}$	$U_{12}$
3	5,18	B	$U_{31}$	$U_{13}$
4	8,38	A	$U_{41}$	$U_{14}$

### Verwerking

Opdracht 1: grafiek



## Opdracht 2: Lage temperatuur



De twee meetpunten met de kleinste stroom liggen (vrijwel) op een rechte lijn door de oorsprong. De weerstand moet dan dus wel hetzelfde zijn.

Voor die weerstand geldt:

$$R(T_0) = \frac{0,07}{0,33 I_0} = \frac{0,21}{I_0}$$

En dus geldt voor de coëfficiënt  $\alpha$ :

$$\alpha = \frac{0,21}{I_0 T_0}$$

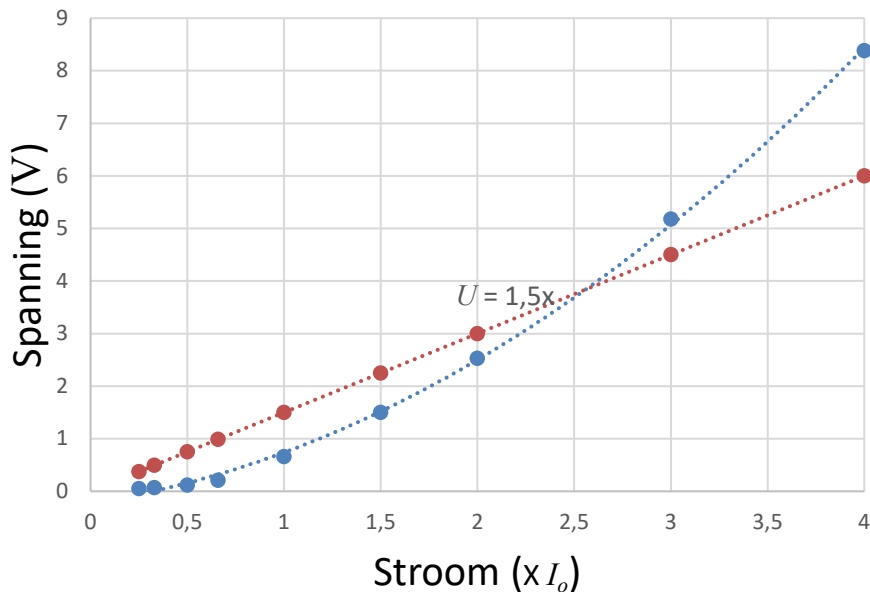
## Opdracht 3:

De weerstand bij  $T = 2100$  K wordt dus gegeven door:

$$R(2100) = \frac{0,21}{I_0 T_0} \cdot 2100 = 1,5 \cdot \frac{1}{I_0}$$

Deze kan in de eerste grafiek worden ingetekend middels:

$$U = R \cdot I = 1,5 \cdot \frac{1}{I_0} \cdot x \cdot I_0 = 1,5 x$$



Het snijpunt is de gevraagde situatie. Aflezen:  $U = 2,6$  V.



## Beoordeling

### Onderdeel 1

- Bepaling configuratie 3
- Bepaling  $R$  3
- Bepaling  $C$  4

TOTAAL 10

### Onderdeel 2

- Metingen, invullen tabel 3
- Grafiek 2
- Bepaling  $R(T_0)$  en  $\alpha$  2
- Bepaling  $U(T = 2100 \text{ K})$  3

TOTAAL 10

## Bronnen

Onderdeel 2: N.a.v. eindronde SNON 1998