

Uitwerking 2010-A practicum gat geleidingsband en valentieband in halfgeleider

Gebruikte thermistor: zie

<http://be.farnell.com/betatherm/100k6a372i/thermistor-ntc/dp/9707298>

Opletten bij meten:

- analoge thermometers wijken nog wel eens af, wat hier direct te merken is.
- Opwarmen van water moet niet te snel ivm met traagheid thermometer
- Zorg dat thermistor en reservoir van thermometer dicht bij elkaar zitten.

Een eigen meetserie, waarbij bleek dat thermometer toch een systematische fout vertoonde van een paar graden... Meetonzekerheid verder van temperatuur 0,2 graden celsius en weerstand via de multimeter ongeveer 2%.

T grad C	R ohm	$273,151/T$ 1/K	sigma ohm ⁻¹	ln sigma ln mho
20,8	123800	0,003402	8,08E-06	-11,7264226
21,2	116900	0,003397	8,55E-06	-11,6690741
23	107100	0,003377	9,34E-06	-11,5815183
24,3	99700	0,003362	1E-05	-11,509921
26	96300	0,003343	1,04E-05	-11,4752236
27	87800	0,003332	1,14E-05	-11,3828168
28,4	85100	0,003316	1,18E-05	-11,3515823
29	82300	0,00331	1,22E-05	-11,3181264
34	64900	0,003256	1,54E-05	-11,0806029
35	62100	0,003245	1,61E-05	-11,0365013
36,8	57600	0,003226	1,74E-05	-10,9612778
38	54300	0,003214	1,84E-05	-10,9022795
44	41700	0,003153	2,4E-05	-10,6382564
52,1	29800	0,003075	3,36E-05	-10,3022637
53	29180	0,003066	3,43E-05	-10,2812388
55	27300	0,003047	3,66E-05	-10,214642
56	25900	0,003038	3,86E-05	-10,1619982
59	22390	0,003011	4,47E-05	-10,0163697
60	21700	0,003002	4,61E-05	-9,98506754
62	19900	0,002984	5,03E-05	-9,89847501
65	17900	0,002957	5,59E-05	-9,79255599
66	17200	0,002949	5,81E-05	-9,75266466
67	16600	0,00294	6,02E-05	-9,71715797
72,2	13860	0,002896	7,22E-05	-9,53676227
79,5	10500	0,002836	9,52E-05	-9,25913054
81	10300	0,002824	9,71E-05	-9,23989917
82	9800	0,002816	0,000102	-9,19013766
83	9330	0,002808	0,000107	-9,14099029
85	8810	0,002792	0,000114	-9,08364272
90	7440	0,002754	0,000134	-8,91462613
92	6900	0,002739	0,000145	-8,83927669
96	6080	0,002709	0,000164	-8,71275997
100	5500	0,00268	0,000182	-8,61250337
101	5470	0,002673	0,000183	-8,6070339

Voorbeeld (eigen meting)

Dit levert op:

$$\sigma_0 = 18 \pm 5 \Omega^{-1}$$

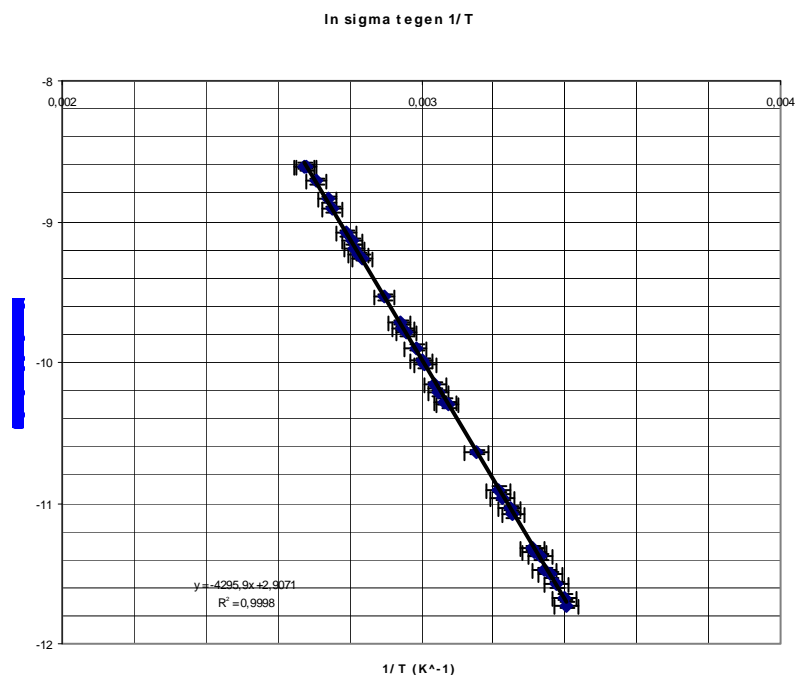
$$W = 0,74 \pm 0,05 \text{ eV}$$

Volgens opgave fabrikant
(zie datasheet)

$$\sigma_0 = 11,9 \Omega^{-1}$$

$$W = 0,717 \text{ eV}.$$

Waar op te letten bij het
meten van de leerlingen:



1. Wordt de temperatuur en de weerstand gemeten als de temperatuur niet sterk stijgt, cq even bijna constant is?
2. Wordt thermistor dicht bij vloeistofreservoir gehouden?
3. Zijn er voldoende metingen over voldoende groot bereik?
4. Is meetonzekerheid verantwoord afgeschat? (op grond van apparatuur of een kleine serie metingen over hetzelfde?)
5. Assen grafiek goed neergezet?
6. punten goed ingetekend, met de meetonzekerheid?
7. Vereiste gegevens goed uit grafiek gehaald?
8. meetonzekerheid van die gegevens verantwoord bepaald (max/min).
9. Worden de gestelde vragen beantwoord, doelen behaald?
10. Kloppen de gevonden waarden met wat je mag verwachten?
11. Is er voldoende kritisch gekeken naar opstelling en meetgegevens?

Eindronde Natuurkunde Olympiade 2010 practicumtoets

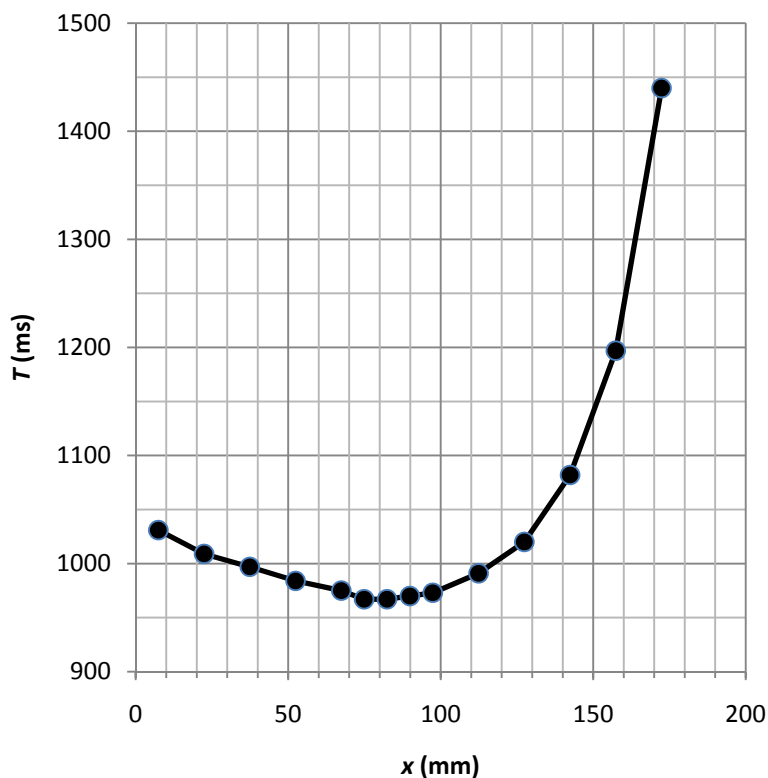
DE FYSISCHE SLINGER (uitwerking)

- **Opdracht 1** De slingertijd als functie van de positie van de rotatie-as.
- a. Gebruik maken van de spoed van de schroef. Elke 10 slagen levert een 15,00 mm extra. Voor de moer helemaal bovenaan, volgt voor de lengte $x = 7,9 - 0,5 = 7,4$ mm (zie tabel gegevens van de moer)
Vanwege de geringe verschillen is het noodzaak veel trillingstijden te meten. Na de eerste serie zijn er nog twee extra metingen in de buurt van het minimum gedaan.

Slag	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
x (mm)	7,4	22,4	37,4	52,4	67,4	82,4	97,4	112,4	127,4	142,4	157,4	172,4	187,4
$30T$ (s)	30,92	30,28	29,91	29,53	29,24	29,02	29,18	29,74	30,60	32,45	35,96	43,19	62,76
T (ms)	1031	1009	997	984	975	967	973	991	1020	1082	1197	1440	2092

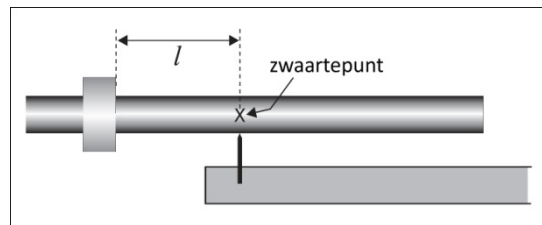
slag	45	55
x (mm)	74,9	89,9
$30T$ (s)	29,02	29,09
T (ms)	967	970

- b. In de grafiek is het meetpunt met 120 slagen niet opgenomen.



- c. Uit de grafiek kunnen de antwoorden gehaald worden:
- $T = 950$ ms : geen enkele waarde van x .
 - $T = 1000$ ms : voor 2 waarden van x .
 - $T = 1100$ ms : voor 1 positie van x .

- d. Uit de tabel is te halen dat er tussen de 45 en 50 slagen van de moer een minimum is. We kiezen voor 48 slagen en bepalen voor de zekerheid de tijd voor $30T$. Dat blijkt 28,99 s te zijn. Dat is inderdaad een minimum.
 Een minimum ontstaat dus voor $x = 48 \cdot 1,500 + 7,4 = 79,4$ mm.
 Nu kan de staaf (inclusief moer), voor deze waarde van x , horizontaal gebalanceerd worden, zie de figuur hieronder. Daarmee kan het zwaartepunt gevonden worden.



Nauwkeurig opmeten levert op:

$$x + l = 194,5 \text{ mm}$$

Daarmee volgt voor de lengte l :

$$l = 194,5 \text{ mm} - 79,4 \text{ mm} = 115,1 \text{ mm}$$

(NB: Het zwaartepunt valt vanwege de moer niet samen met het midden van de staaf.)

► **Opdracht 2**

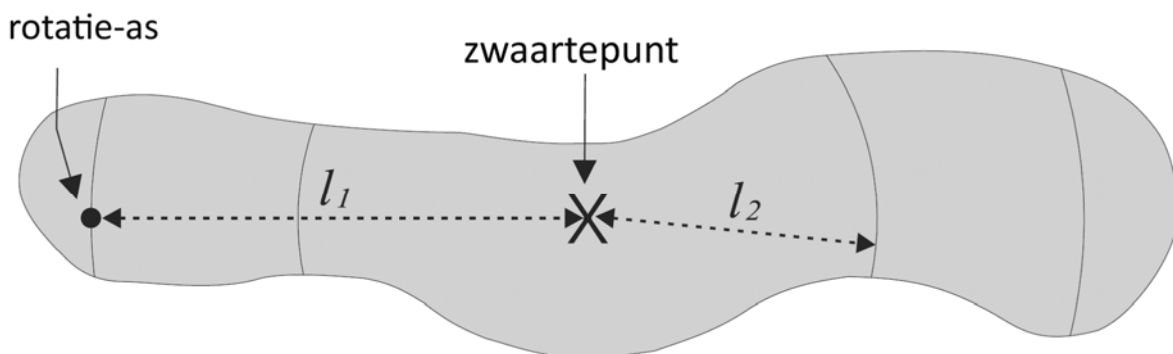
De twee cirkeldelen met een straal l_1 kunnen direct ingetekend worden. Zie de figuur.

Opmeten van de lengte l_1 op de bijlage geeft: 60 mm

Dat betekent m.b.v. formule [2] voor de lengte l_1 :

$$l_2 = \frac{I}{M l_1} = \frac{2100 \text{ mm}^2}{60 \text{ mm}} = 35 \text{ mm}$$

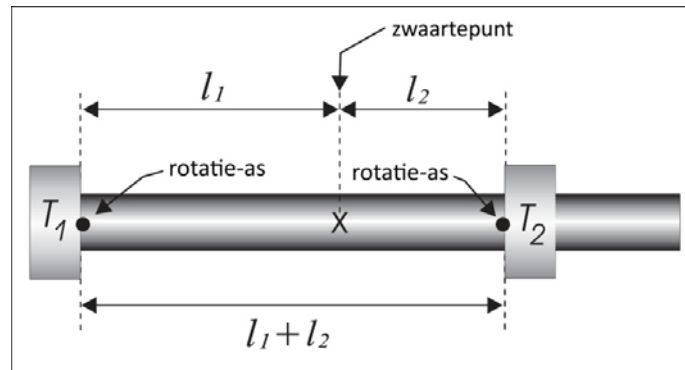
Ook deze straal kan ingetekend worden. Dat geeft de twee cirkelbogen met straal l_2 zoals aangegeven in de figuur.



► **Opdracht 3 Bepaling van g .**

a. De twee moeren moeten zodanig worden geplaatst zodat er eenzelfde periode gemeten wordt. Zie de figuur hieronder.

Een van de twee moeren zetten we aan het einde zodat de som $l_1 + l_2$ zo groot mogelijk wordt. De globale positie van de tweede moer kan uit de eerste opdracht gehaald worden. Daarvoor gebruiken we de tabel. De moer aan het einde levert een periode van 1031 ms. Dat zal ook het geval zijn tussen de 80 en 90 slagen vanaf de andere kant van de staaf. We stellen in op 80 slagen.



	Meting 1		Meting 2		Meting 3		Meting 4	
Slag 1 / 30T	0	31,00	0	30,92	0	30,90	0	30,77
Slag 2 / 30T	80	30,57	82	31,06	81	30,72	81,5	30,77

De gevonden periode is $30,77/30 = 1026$ ms

De afstand tussen de moeren kan worden opgemeten: 262,0 mm

Bij de gevonden afstand tussen de moeren moet de diepte van de groeven nog opgeteld worden:

$$l_1 + l_2 = (262,0 + 2 \cdot 0,50) \text{ mm} = 0,2630 \text{ m}$$

Dan volgt voor de valversnelling:

$$g = \frac{4\pi^2}{T^2}(l_1 + l_2) = \frac{4 \cdot 3,1416^2 \cdot 0,2630 \text{ m}}{(1,026 \text{ s})^2} = 9,863 \text{ m/s}^2$$

b. Als $S \equiv l_1 + l_2$ dan volgt:

$$g = \frac{4\pi^2 S}{T^2}$$

Als fouten gebruiken we: $\Delta S = 1$ mm en $\Delta T = 2$ ms.

Dan volgt voor de fout:

$$\frac{\Delta g}{g} = \sqrt{\left(\frac{\Delta S}{S}\right)^2 + \left(-2 \frac{\Delta T}{T}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{1}{263,0}\right)^2 + \left(2 \frac{2}{1026}\right)^2} = 0,0054$$

$$\Delta g = 0,0054 \cdot 9,863 = 0,053 \text{ m/s}^2$$

$$g = 9,863 \pm 0,053 \text{ m/s}^2$$

De literatuurwaarde valt nog binnen de foutenmarge.

c. De trillingstijd kan nog nauwkeuriger gemeten worden door meer trillingen te meten. De afstand kan op zich vrij nauwkeurig worden gemeten maar het is de vraag of bij de ingestelde afstand voor het reversiepoint wel exact dezelfde trillingstijden worden gemeten.

Een betere methode zou zijn om de afstand tussen de moeren vast in te stellen (nauwkeurig te realiseren m.b.v. de bekende spoed) en met een derde moer tussen de vast ingestelde moeren te variëren. Door voor beide rotatie-assen de slingertijd als functie van de positie van de derde moer te meten en deze grafisch uit te zetten kan middels het snijpunt van de gevonden lijnen gevonden worden voor welke positie van de derde moer de trillingstijd gelijk is.