

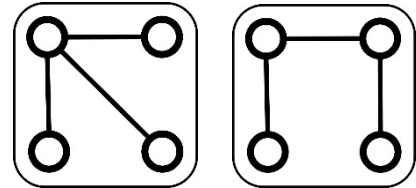
## Natuurkunde Olympiade 2018

### UITWERKING

#### Onderdeel A: Blackbox

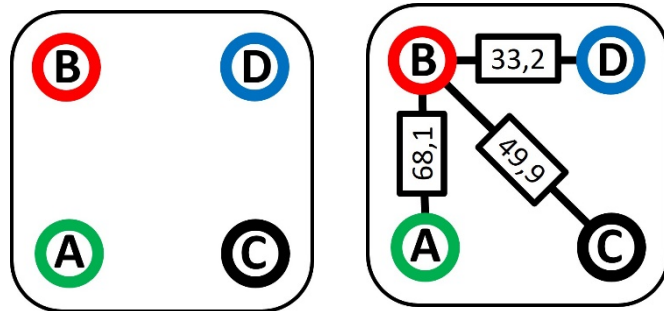
Vanwege de vier restricties geldt dat er geen parallelle schakelingen gemeten kunnen worden. Tussen 2 aansluitpunten kan dus 1 weerstand dan wel 2 of 3 weerstanden in serie gemeten worden.

Elk aansluitpunt is minimaal aan 1 en maximaal aan 3 van de onderdelen verbonden. Dan zijn er maar twee soorten oplossingen die voldoen aan de randcondities. Zie hiernaast. De blackbox bevat dus 3 weerstanden. Elke weerstand is uniek te meten.



#### Metingen

Paar	Weerstand ( $\Omega$ )
A – B	68,1
A – C	118,0
A – D	100,3
B – C	49,9
B – D	33,2
C – D	83,1



De laagste drie gemeten weerstand kunnen niet anders zijn dan enkele weerstanden. (Anders zou het een combinatie zijn van twee weerstanden in serie en zou er dus nog ergens een kleinere weerstand gemeten moeten worden.)

Tussen BD zit dus een weerstand van 33,2  $\Omega$ , tussen BC 49,9  $\Omega$  en tussen AB 68,1  $\Omega$ .

De controle van de drie andere aansluitingen klopt.

#### Correctie/normering

Item	Specificatie	p
Analyse	Conclusie: 1, 2 of 3 weerstanden in serie	1

	Conclusie: 2 mogelijke configuraties	1,5
	Conclusie: 3 weerstanden	1,5
Metingen	Metten van 6 paren	2
Verwerking	Conclusie: 3 laagste weerstanden	2
	Intekenen antwoordblad	1
<b>Totaal</b>		<b>9</b>

## Onderdeel B: Een rollende kogel

### Metingen

n	s (cm)	log (s)
2	35,4	1,549
4	31,6	1,500
6	28,2	1,450
8	25,2	1,401
10	22,4	1,350
12	19,9	1,299
14	17,8	1,250
16	15,7	1,196
18	14,3	1,155
20	12,8	1,107
22	11,5	1,061
24	10,4	1,017
26	9,4	0,973
28	8,5	0,929
30	7,7	0,886

### Verwerking

De wrijvingscoëfficiënt  $f$  is middels [7] te bepalen. Daartoe moeten de verhouding  $F_w/F$  en de hoek  $\alpha$  bepaald worden. De hoek  $\alpha$  kan eenvoudig door opmeten.

Uit [6] volgt:

$$\log s_n = \log s_0 \left[ \frac{1 - \frac{F_w}{F}}{1 + \frac{F_w}{F}} \right]^n = \log s_0 + n \log \left[ \frac{1 - \frac{F_w}{F}}{1 + \frac{F_w}{F}} \right] \quad [8]$$

Door  $\log s_n$  uit te zetten tegen  $n$ , ontstaat een rechte met als richtingscoëfficiënt

$$\log \left[ \frac{1 - \frac{F_w}{F}}{1 + \frac{F_w}{F}} \right]$$

Hieruit is de verhouding  $F_w/F$  te bepalen.

Uit de grafiek:  $rc = -0,0238$

Dus:

$$\left[ \frac{1 - \frac{F_w}{F}}{1 + \frac{F_w}{F}} \right] = 10^{-0,0238} = 0,09467$$

Een beetje wiskunde:

$$\frac{F_w}{F} = \frac{1 - 0,09467}{1 + 0,09467} = 0,027397$$

Om  $\alpha$  te bepalen is het beter om een zijde plat te leggen en dan  $2\alpha$  te bepalen.

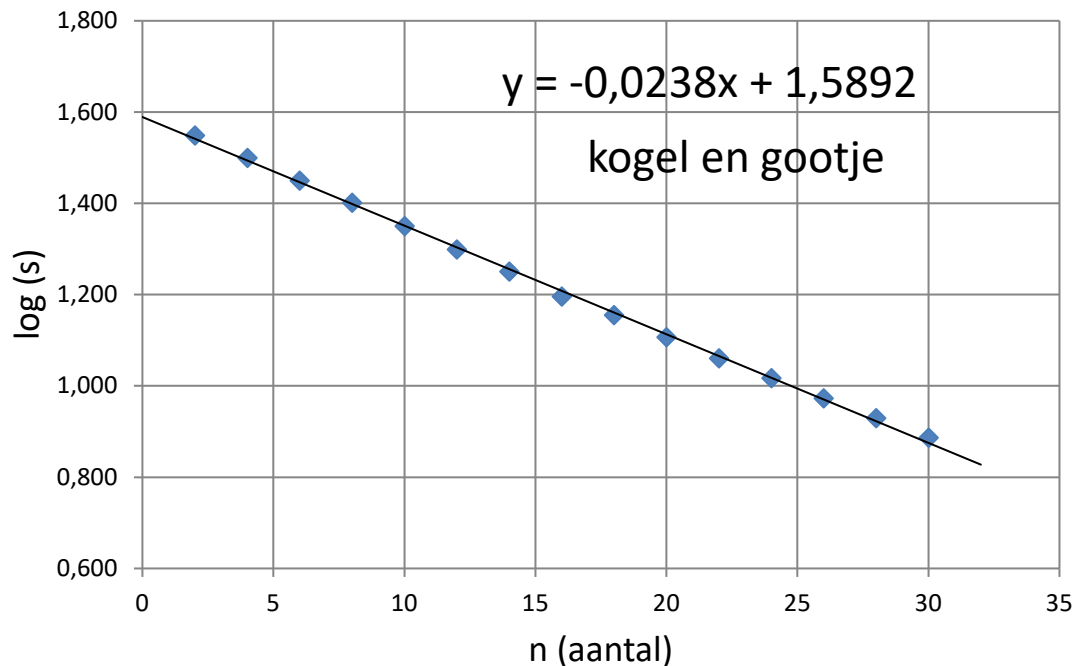
$$\alpha = \frac{1}{2} \sin^{-1} \frac{1,4}{49,5} = 0,81^\circ$$

Nu volgt voor de wrijvingscoëfficiënt:

$$f = \left( \frac{F_w}{F} \right) \tan(\alpha) = 0,027397 \cdot \tan 0,81^\circ = 3,875 \cdot 10^{-4}$$

[7]

### Grafiek



### Discussie

Vanwege de kleine hoek  $\alpha$  is het horizontaal staan van de ondergrond erg belangrijk.

Verder moeten de hoeken aan beide kanten gelijk zijn.

Aanname dat de rolwrijving constant is.

Andere vormen van (niet constante) wrijving.

Enkel rollen, of ook slippen?

### Correctie/normering

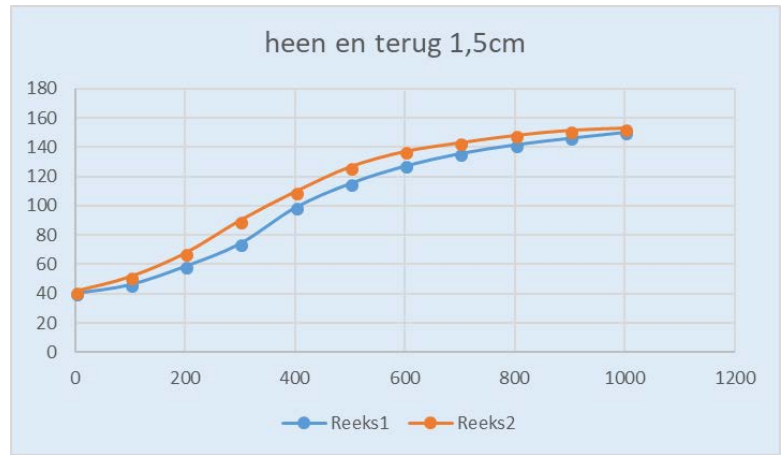
Item	Specificatie	p
------	--------------	---

Metingen	15 metingen	3
Verwerking	Keuze grafiek	3
	Bepalen helling in grafiek	2
	Bepalen $F_w/F$	2
	Bepalen $\alpha$	2
	Bepalen $f$	1
Conclusie	Foutenanalyse/beschouwing	2
	Bonus	1
<b>Totaal</b>		<b>16</b>

## Een Latex veer

Antwoorden...

### Opdracht 1 (4pt)



Data gemeten, Netjes heen en daarna weer terug (zichtbaar in grafiek)  
Grafiek gemaakt, volgens de regels.

Het blijkt dat de grafiek niet lineair is(0,2),

in eerste instantie neemt de veerconstante af, daarna weer toe(0,5).

De moleculen zitten eerst in kluiten bij elkaar, bij een beetje rekken komen ze uit elkaar, aantrekkingskracht iets minder, dus makkelijker. Daarna zijn ze redelijk gestrekt, dus minder uitrekbaar, waardoor de veerconstante weer stijgt. (0,3)

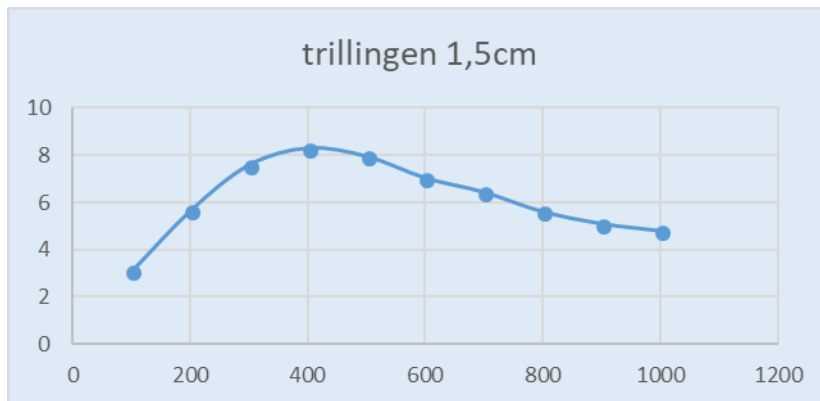
0,7

0,8

1,5

1

### Opdracht 2 (4pt)



Data metingen (genoeg, mogelijk controlemetingen)

Grafiek (relevante punten goed meegenomen)

Relevante omschrijving

verklaring

Mooi te zien dat de stijfheid van de band en daarmee de 'veerconstante' eerst bijna gelijk blijft en iets kleiner wordt doordat de kluiten moleculen iets uit elkaar gerekt worden en makkelijker ontvouwen maar dan groter wordt bij toenemende uitrekking, wat komt doordat de elastiekmoleculen uitgerekt beginnen te raken.

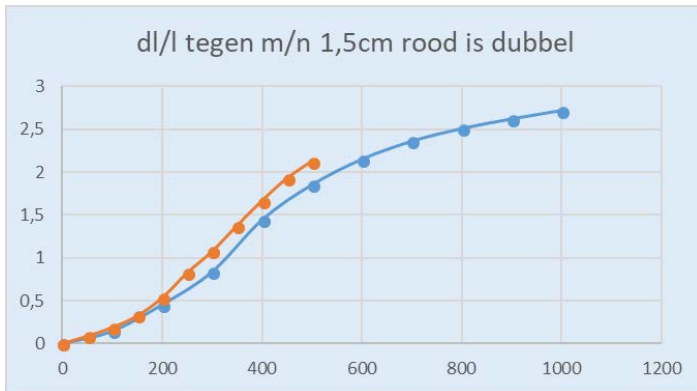
2

0,5

0,5

1

### Opdracht 3 (2pt)



Metingen netjes uitgevoerd	0,2
In grafiek gezet	0,3
Als je de massa per band uitzet ( $\frac{m}{n}$ ) tegen de lengteverandering per lengte ( $\frac{\Delta l}{l}$ ), zou je in beide gevallen een redelijk gelijke lijn moeten krijgen.	0,5
	0,5

m	l	dl/l	l terug	5T	dubbel	dl/l	m/2
0	40,5	0	41,5		20	0	0
100	46,5	0,148148	51,5	3,09	21,8	0,09	50
200	59	0,45679	67,5	5,65	23,8	0,19	100
300	74,5	0,839506	90	7,58	26,5	0,325	150
400	99	1,444444	109,5	8,29	30,7	0,535	200
500	115,5	1,851852	126,5	7,94	36,5	0,825	250
600	127,5	2,148148	137	7,03	41,5	1,075	300
700	136	2,358025	143	6,43	47,5	1,375	350
800	142	2,506173	148	5,61	53,3	1,665	400
900	146,5	2,617284	151,5	5,1	58,5	1,925	450
1000	150,5	2,716049	153	4,8	62,5	2,125	500

1,5cm dik