

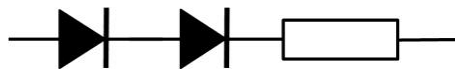
# Natuurkunde Olympiade Eindronde 2014

## Praktikum toets Black box uitwerking

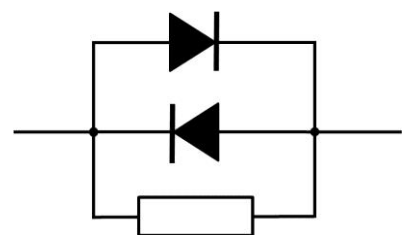
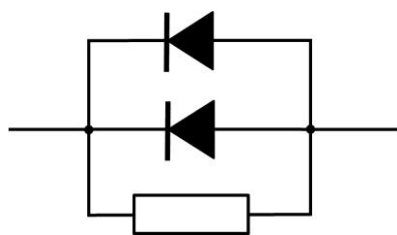
### Opdracht 1

Elk 'paar' oplossingen bestaat uit een oplossing met de diodes in dezelfde richting en een oplossing met de diodes in tegengestelde richting.

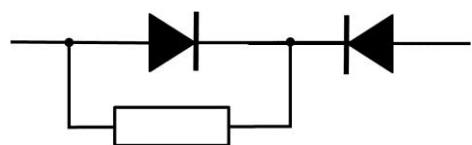
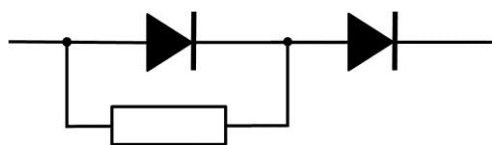
Alles in serie (1a en 1b)



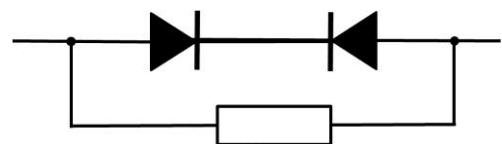
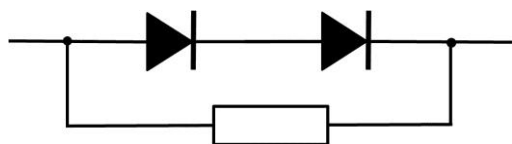
Alles parallel (2a en 2b)



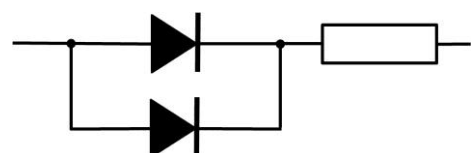
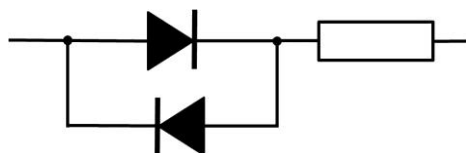
Diodes in serie, weerstand parallel over 1 diode (3a en 3b)



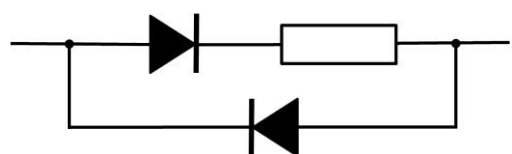
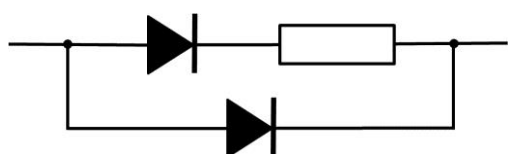
Diodes in serie, weerstand parallel over beide diodes (4a en 4b)



Diodes parallel, in serie met weerstand (5a en 5b)

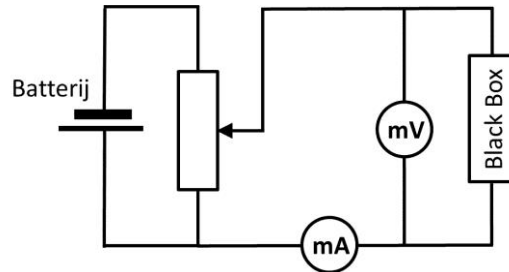


Diode in serie met weerstand, parallel met diode (6a en 6b)



## Opdracht 2

Met de materialen kan de onderstaande (schematische) opstelling gemaakt worden. De voltmeter moet enkel de spanning over de black box meten omdat de weerstand van de diode laag is en vergelijkbaar met de weerstand van de stroommeter.



## Opdracht 3

Voor twee waarden van de spanning,  $U_1$  and  $U_2$ , wordt de stroom gemeten. Maar eveneens bij omgekeerde aansluiting een aanpassing via de regelbare weerstand zodat we dezelfde (absolute) waarde van de spanning hebben.

We krijgen dus  $I(U_1)$ ,  $I(U_2)$ ,  $I(-U_1)$  en  $I(-U_2)$ .

In tabelvorm:

Spanning (Volt)	Stroom (mA)
0,901	16,7
- 0,901	- 84,1
0,700	10,0
- 0,700	- 4,6

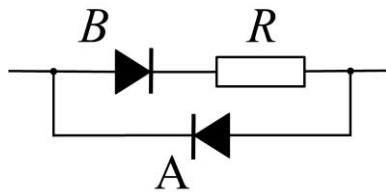
Hieruit kunnen we concluderen:

1. De black box geleidt stroom in **beide** richtingen.
2. Er is een **asymmetrie** voor de stroom voor wat betreft het teken van de spanning.
3. In beide richtingen is de stroom **niet** rechtevenredig met de spanning.

Hiermee kunnen we de volgende tabel maken (X betekent uitsluiting):

schakeling	1.	2.	3.
1a	X	nvt	nvt
1b	X	nvt	nvt
2a			X
2b		X	
3a	X	nvt	
3b	X	nvt	
4a		X	
4b		X	
5a		X	
5b	X	nvt	
6a	X	nvt	
6b			

Enkel oplossing 6b voldoet aan de 3 conclusies die aan de vier metingen zijn verbonden.  
De oplossing is dus:



#### Opdracht 4

Voor de spanningen over de weerstand in de schakeling geldt:

$$U_R = U_B - U_A = \Delta U \quad [1]$$

Hierin is  $U_R$  de spanning over de weerstand als er een stroom  $I$  door tak B loopt.  $U_A$  is de spanning over de black box als er eenzelfde stroom  $I$  door tak A loopt en  $U_B$  de spanning over de black box als er eenzelfde stroom  $I$  door tak B loopt.

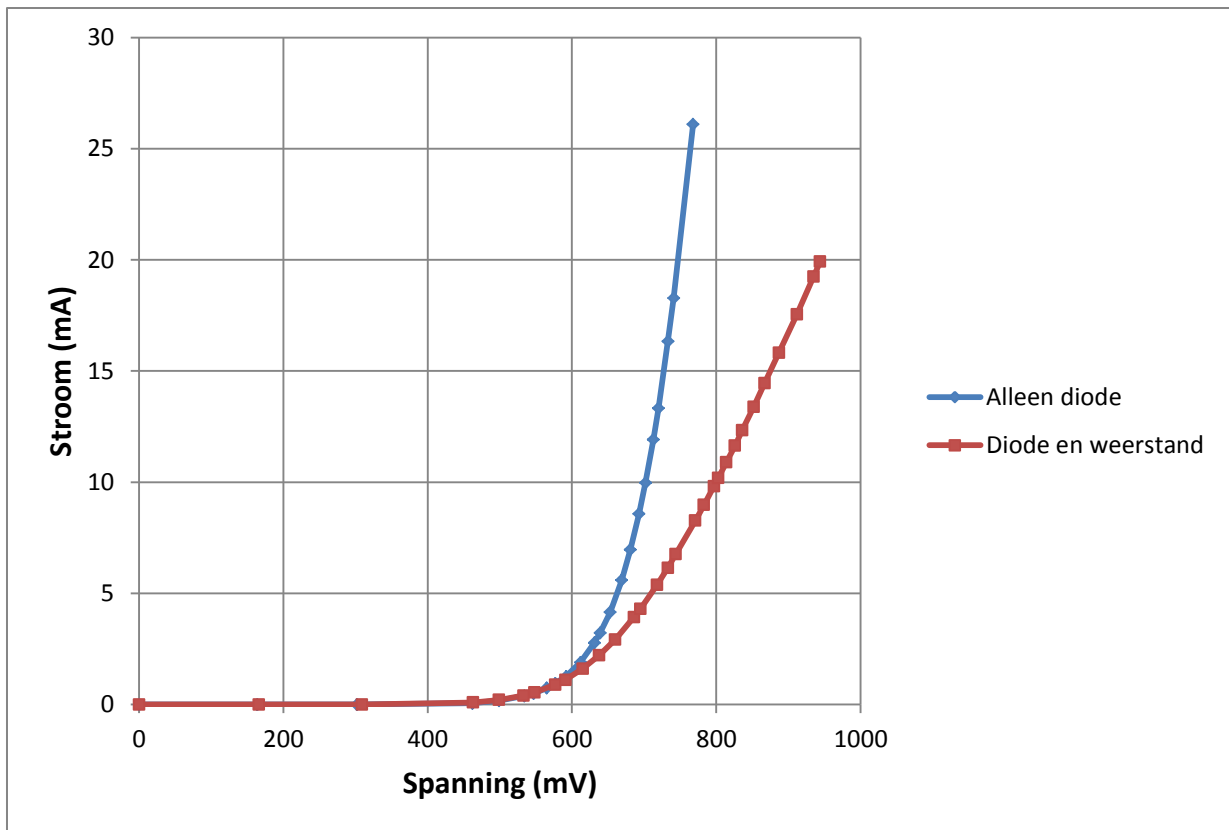
Dan geldt dus:

$$R = \frac{U_R(I)}{I} = \frac{U_B(I) - U_A(I)}{I} = \frac{\Delta U}{I} \quad [2]$$

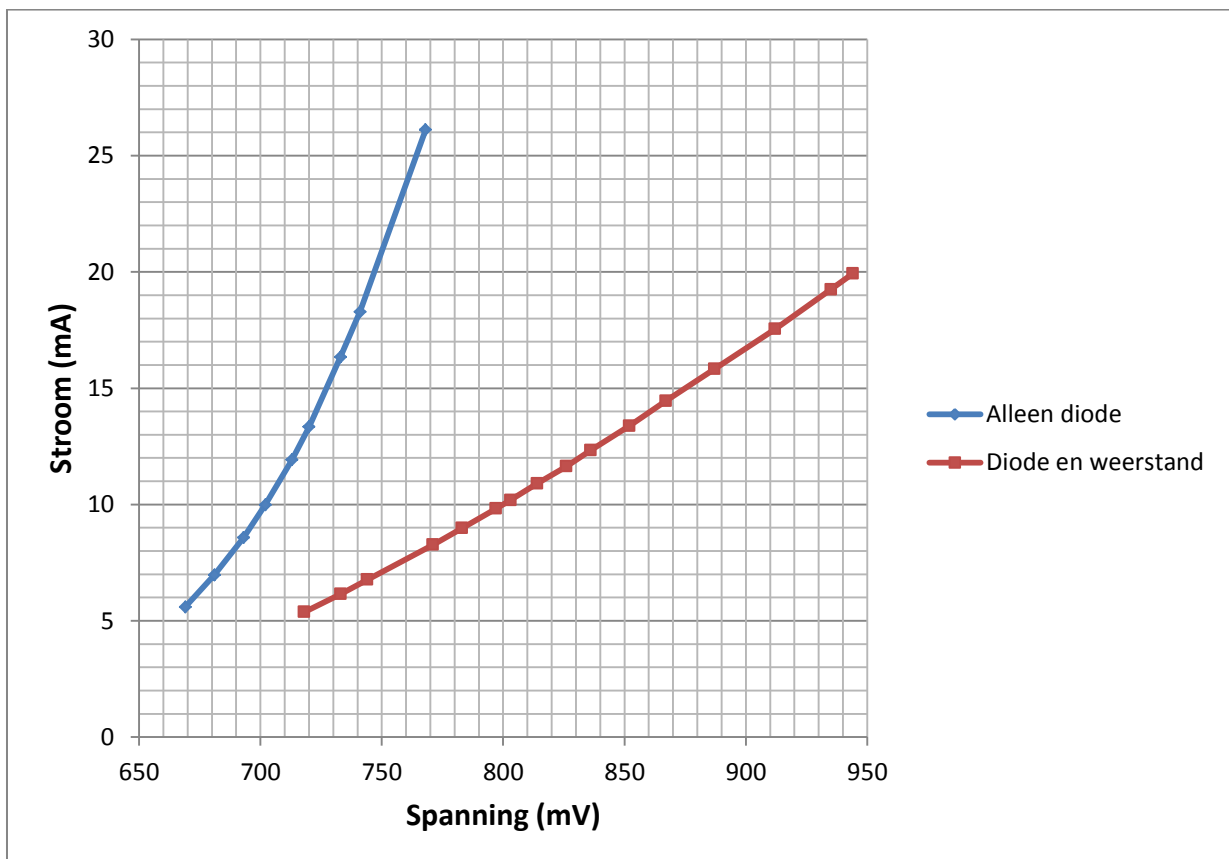
Hieruit volgt dat het volstaat om de karakteristiek van de black box in beide richtingen op te nemen. Door bij een aantal stromen  $I$  de bijbehorende spanningen in de twee karakteristieken af te lezen en het verschilspanning  $U_B(I) - U_A(I) = \Delta U$  te bepalen is een  $(\Delta U, I)$ -grafiek te maken. De helling van deze grafiek geeft de gevraagde weerstand.

Metingen en grafiek op volgende pagina.

Alleen diode		Diode + weerstand	
$U$	$I$	$U$	$I$
(mV)	(mA)	(mV)	(mA)
0	0,00	0	0,00
164	0,00	166	0,00
302	0,00	309	0,00
462	0,06	463	0,09
499	0,17	499	0,21
534	0,39	533	0,40
547	0,50	548	0,54
565	0,74	577	0,89
577	0,95	591	1,11
592	1,27	615	1,61
612	1,90	638	2,22
631	2,77	660	2,92
639	3,22	686	3,93
653	4,15	695	4,30
669	5,59	718	5,38
681	6,97	733	6,15
693	8,57	744	6,77
702	9,98	771	8,27
713	11,92	783	8,98
720	13,33	797	9,82
733	16,34	803	10,19
741	18,28	814	10,90
768	26,1	826	11,64
781	30,4	836	12,33
785	32,0	852	13,38
796	35,8	867	14,45
806	39,7	887	15,82
815	43,7	912	17,54
828	49,2	935	19,24
837	53,2	944	19,92
852	59,9		
858	63,0		
866	66,6		
873	70,2		
887	77,5		
911	89,8		
928	98,9		
936	103,9		
946	109,4		
965	119,9		
981	129,1		



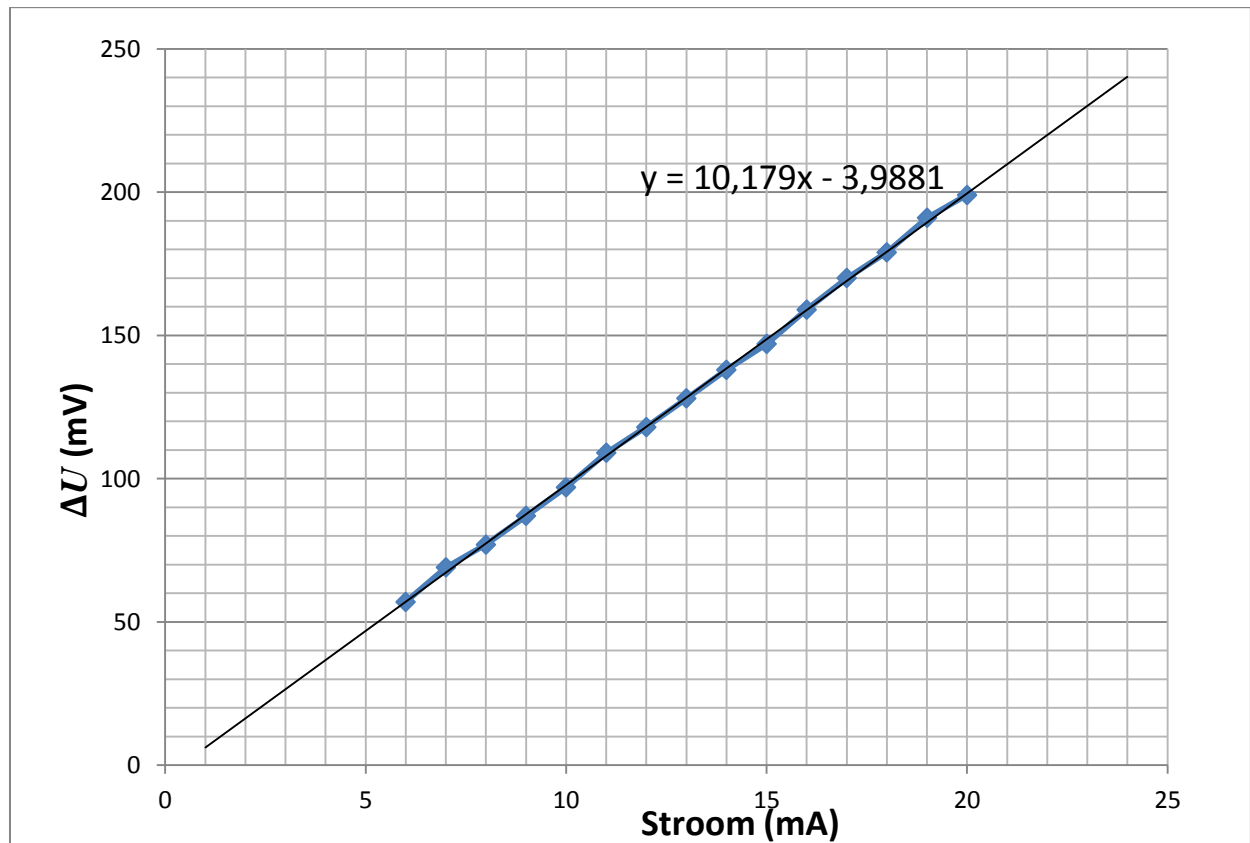
Uitvergroting van gedeelte:



Uit de laatste grafiek bij gekozen waarden van  $I$  de bijbehorende  $U$  aflezen:

$I$	$U$	$U$	$\Delta U$
	alleen diode	diode + weerstand	
(mA)	(mV)	(mV)	(mV)
6	673	730	57
7	680	749	69
8	690	767	77
9	696	783	87
10	703	800	97
11	708	817	109
12	713	831	118
13	719	847	128
14	723	861	138
15	728	875	147
16	731	890	159
17	735	905	170
18	740	919	179
19	743	934	191
20	747	946	199

In grafiekvorm:



Uit de helling volgt de waarde van  $R$ :  $10,2 \Omega$ . (Valt binnen de tolerantie.)

## Beoordelingsschema

### Opdracht 1

- Inzien van 2 mogelijkheden voor diode's per soort schakeling 2
- $2 \times 6 = 12$  mogelijkheden, -1 per ontbreken 10

### Opdracht 2

- Correct opnemen regelbare weerstand 2
- Correct plaatsen multimeters 2

### Opdracht 3

- 4 (goede) metingen 4
- Conclusies uit metingen om te komen tot juiste schakeling 8

### Opdracht 4

- Afleiding bepaling R 6
- Opmeten karakteristieken 10
- Maken grafieken 6
- Bepalen  $(\Delta U, I)$  - paren 6
- Maken  $(\Delta U, I)$  - grafiek 4
- Bepalen R 4

### Literatuur

R. Kunfalvi, *Collection of Competition Tasks from the 1st through XVth International Physics Olympiads, 1967 – 1984*, Roland Eotvos Physical Society and UNESCO, Budapest 1985

### Opmerkingen

Proef n.a.v. IPhO 1974.

Gebruik gemaakt van Diode 1N4004 en Metaalfilm weerstand  $10 \Omega$  (tolerantie 5%).

Regelbare weerstand  $100 \Omega$ .

## Spechtproef uitwerking en beoordeling

### Opstelling

Afstand van gewicht tot midden van de stang heet  $d$ .

Afstand van uiteinde wrijvingscirkel tot massa noemen we  $l$ .

Massa gewicht is  $m$ .

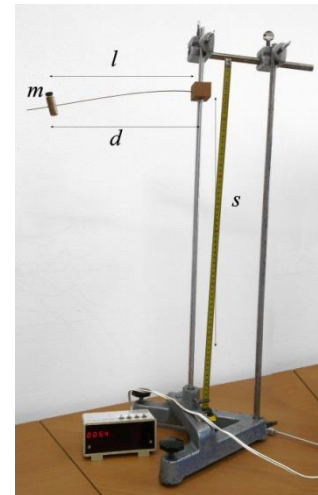
Afstand waarover gewicht naar beneden gaat noemen we  $s$ .

De veerconstante van de trilstang noemen we  $k$ .

Dan is de "echte" veerconstante  $C = \frac{k}{l}$ .

Uitwijking gewicht maakt alleen in begin uit, daarna een vaste uitwijking bij een bepaalde  $l$ .

Niet uitgezocht in hoeverre die uitwijking functie is van...



### Theorie

Aannemende dat de frequentie vooral afhangt van veer-massasysteem, dat het geheel even wrijvingloos is tijdens de relaxatietrilling en dus een (vaste?) fractie  $p$  van de trillingstijd valt,

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}} = 2\pi\sqrt{\frac{ml}{k}}, \text{ waarvan een fractie van } T \text{ gevallen wordt met } s = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}ap^2T^2$$

Er per seconde  $\frac{1}{T}$  keer gevallen wordt, levert dat voor de snelheid op:

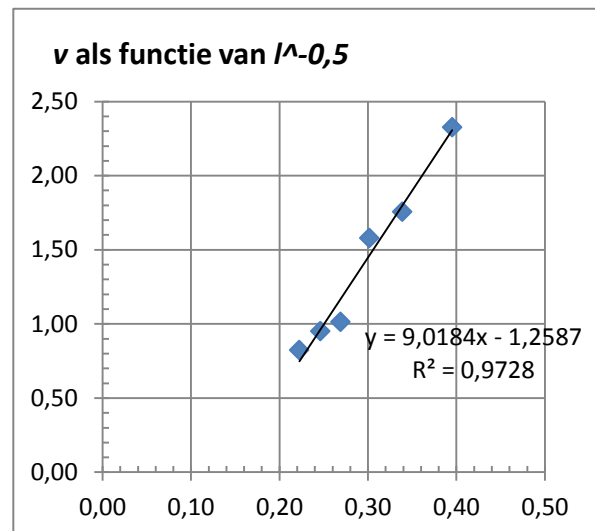
$$v = \frac{1}{T} \frac{1}{2} ap^2 T^2 = \text{const} \cdot T = \text{const} \cdot \sqrt{l}$$

### metingen

Uit exp blijkt dat eerder  $v = \frac{c_1}{\sqrt{l}} + c_2$

De trilling zelf gedraagt zich redelijk als een standaard trilling.

De aanname dat er steeds een constante proportie van de trillingstijd gevallen wordt, lijkt niet te gelden.





### **a.beredenering**

beredenering 0,5

Redenering moet een aantal componenten bevatten die op fysica gebaseerd zijn. Trillingstijd en afstand, dat een deel van de trilling gevallen wordt en dergelijk

bepaalde relatie 1

Er moeten in de relatie een aantal elementen zitten, die leiden tot de formule die als hypothese geldt.

formule neergezet. 0,5

De relatie moet netjes in een formule gevat zijn, die goed weergeeft wat van belang is.

### **b. Experiment 6**

Aantal metingen 2

Er zullen tenminste 7 metingen gedaan moeten zijn en elk meting zal tenminste drie maal herhaald moeten zijn, afhankelijk van de gevonden spreiding.

Grafiek 2

Er moet een stevige poging ondernomen zijn om een rechte lijn te krijgen, bijvoorbeeld via log-log of anderszins

Grafiek moet de goede elementen bevatten en de spreiding moet ook weergegeven zijn.

M.O. meegenomen 1

Er is een kleine foutendiscussie om een idee te hebben van de mogelijk onzekerheden en fouten en die zijn in de grafiek verdisconteerd.

Verband gevonden 1

Er is een verband gevonden, in formule gezet.

### **c. discussie en conclusie2**

Het verband is besproken, 0,5

vergeleken met de oorspronkelijke gedachte 0,5

en daaruit is voorzichtig een conclusie getrokken over de gemaakte hypothese. 1