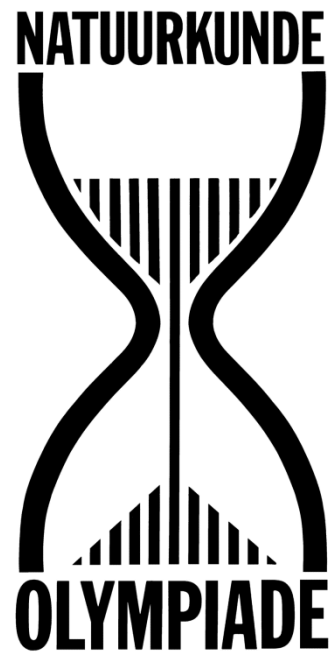


# Eindronde Natuurkunde Olympiade 2024



## practicumtoets Het wiel van Maxwell



# Het wiel van Maxwell

## Inleiding

Het lijkt net een jojo, en is het eigenlijk ook wel.

Het dubbele wiel zit aan een as. Om de as is een draad gewikkeld en deze zit bovenin aan een andere as.

Als de draad netjes om de as is gewikkeld( zie fotootje) en het wiel is bovenin, dan kan deze netjes naar beneden rollen. Maxwell heeft deze opstelling gebruikt om  $g$  te bepalen. Wij gebruiken hem om het traagheidsmoment van het wiel met as te bepalen (neem  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ). Je kunt het wiel horizontaal hangen door de as bovenin wat te verdraaien.



In dit experiment onderzoeken we verschillende zaken.

Vooraf: noteer wat je doet, zodat we begrijpen wat je gedaan hebt!

### 1. Soort beweging. (2pt)

Toon experimenteel overtuigend aan dat de beweging van het wiel omlaag en omhoog eenparig versneld is.

### 2. Traagheidsmoment (2pt)

- Bepaal de snelheid onderin van het wiel en de rotatiesnelheid
- Bepaal met behulp van een energiebeschouwing het traagheidsmoment van het wiel en bepaal  $\alpha$  in  $I = \alpha MR^2$



### 3. Wrijving (3pt)

Het wiel ondervindt wrijving, het komt steeds minder hoog.

- Bepaal of de wrijving zich als luchtwrijving (steeds dezelfde factor minder) of als oppervlaktewrijving (steeds evenveel minder) gedraagt.
- Druk de hoogte per bounce uit in een nette formule.

### 4. Verzwaren (3 pt))

- Steek 4 bouten en moeren nu eerst in de gaten vlak bij de as en bepaal het traagheidsmoment, verplaats nu de bouten steeds verder en doe hetzelfde. Geef de verandering van traagheidsmoment weer in een grafiek.
- Kun je de verandering van het traagheidsmoment verklaren?

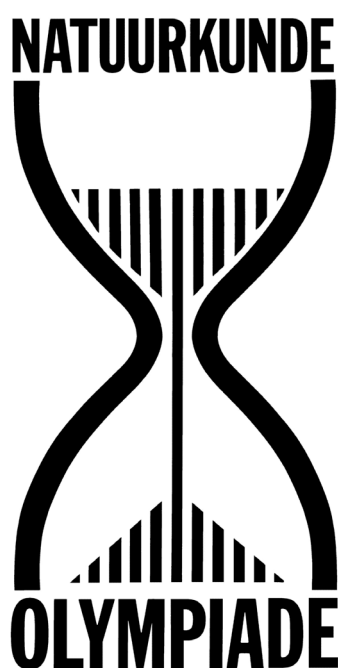
Nodig:

- Opstelling
- Massa wiel (met een los wiel bij een balans...)
- Meetlint
- Schuifmaat.
- Stopwatch
- Grafiekpapier
- 8 bouten en moeren M4-3cm

# NATUURKUNDE OLYMPIADE

## EINDRONDE 2024

### PRAKTIKUMTOETS



#### *Opmerkingen*

1. Schrijf bovenaan elk papier dat je inlevert je naam.
2. Nummer elke bladzijde.
3. Schrijf op de eerste pagina het totale aantal bladen dat je inlevert.
4. Deze toets bestaat uit 2 onderdelen die onafhankelijk van elkaar kunnen worden uitgevoerd. Voor beide onderdelen kunnen 10 punten worden gescoord.
5. Voor foutenbeschouwingen worden geen punten gegeven. Er wordt wel van je verwacht dat je het juiste aantal significante cijfers gebruikt.

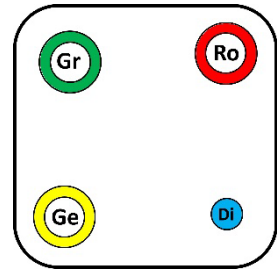


## Onderdeel 1 Blackbox

### Inleiding

In de blackbox met drie aansluitpunten (groen, rood, geel) zijn twee identieke weerstanden, een LED en een condensator op een zekere manier geschakeld. De LED is zichtbaar op de bovenkant van de blackbox.

De vier genoemde componenten hebben elk twee aansluitkanten. In totaal zijn er dus acht aansluitkanten. Voor de schakeling in de blackbox geldt:



- 1 Voor elk van de drie aansluitpunten van de blackbox geldt dat het met slechts één van de (acht) aansluitkanten van een component is verbonden.
- 2 Tussen twee willekeurige aansluitpunten zit geen parallelschakeling.
- 3 Alle acht aansluitkanten van de vier componenten zijn verbonden, niet met zichzelf.
- 4 De (twee) aansluitkanten van de diode zijn niet verbonden met een aansluitpunt.

### Materialen

Je hebt de beschikking over de volgende materialen:

- Een aluminium doosje (black box) met drie aansluitpunten (rood, groen en geel).
- 1 multimeter die stroom of spanning kan meten. De werking van de multimeter wordt als bekend verondersteld. (De aansluiting van 10A op de multimeter is niet nodig.)
- Meerdere snoertjes.
- Een losse weerstand van 25 k $\Omega$  gemonteerd in een (zwart) snoertje.
- Stopwatch.
- Een 9V batterij met klip.

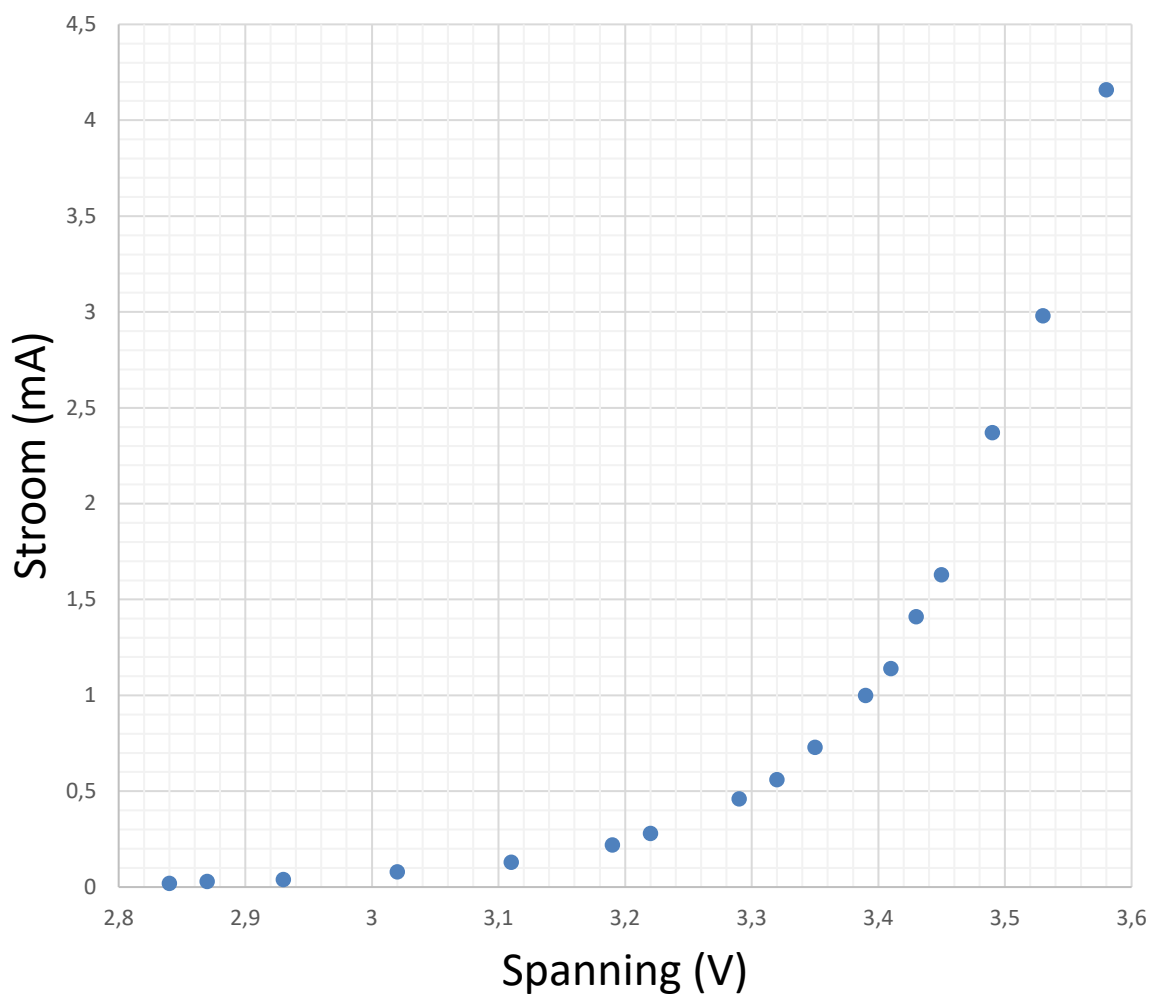
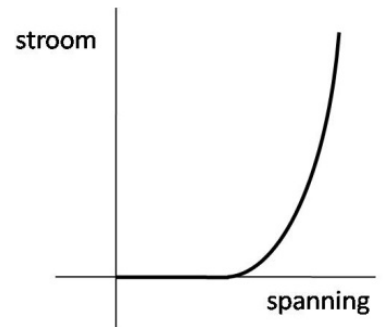
### Opdrachten

- A Noteer op de bijlage je naam en het nummer van de blackbox.
  - B Neem eerst aan dat het 4 dezelfde componenten zijn, aangegeven met de vorm van een blokje. Geef op de bijlage aan welke mogelijke schakelingen er zijn, gegeven de randcondities genoemd in de inleiding. Dat er op de bijlage 9 'lege' blackboxes getekend zijn betekent niet dat er 9 mogelijkheden zijn.
  - C Bepaal m.b.v. metingen hoe de vier componenten in de blackbox geschakeld kunnen zijn. Noteer je uiteindelijke bevindingen op de bijlage. Geef duidelijk aan hoe je aan je antwoord komt!
  - D Bepaal de weerstandswaarde van de twee (identieke) weerstanden.
  - E Bepaal de capaciteit van de condensator.
- Geef telkens duidelijk aan welke metingen je verricht.

## Opmerkingen

Je mag de multimeter niet als Ohmmeter gebruiken.

De stroom-spanning karakteristiek van een LED laat zien dat er een drempelspanning is waarbij de LED in de voorwaartse richting zeer goed gaat geleiden. Zie hiernaast voor een globale grafiek. Zie hieronder de opgemeten karakteristiek van de gebruikte LED. Deze is ook weergegeven op de bijlage. Als je deze gebruikt, laat dan duidelijk zien hoe je de karakteristiek hebt gebruikt.



## Onderdeel 2 Vijf identieke lampjes

### Theorie

Hoe groter de aangesloten spanning op een gloeilampje, hoe hoger de temperatuur van de gloeidraad zal worden. De weerstand van de gloeidraad in het lampje is afhankelijk van de temperatuur. We nemen voor dit experiment aan dat voor de weerstand  $R$  als functie van de temperatuur  $T$  (in  $K$ ) geldt:

$$R(T) = \alpha T$$

Hierbij is  $\alpha$  een constante.

### Materialen

Je hebt in het experiment de beschikking over een spanningsbron (9V batterij), een potmeter (zie uitleg verderop in de beschrijving), vijf identieke lampjes (6V; 50 mA) en een multimeter die enkel als voltmeter gebruikt mag worden. De lampjes kunnen allemaal of voor een deel op verschillende manieren (serie, parallel of een combinatie daarvan) geschakeld worden. Het geheel is gemonteerd op een experimenteerbordje. De lampjes kunnen met de snoertjes via een zgn. breadboard (zie uitleg verderop in de beschrijving) geschakeld worden.

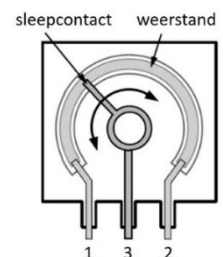
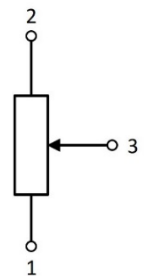
### Opdracht

Bepaal de spanning waarbij de gloeidraad van de lampjes een temperatuur heeft van 2100 K. Lees daartoe eerst de rest van de instructie hieronder goed door.

### Potmeter

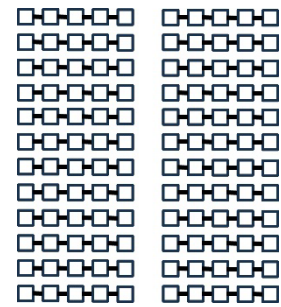
We gebruiken voor dit experiment een regelbare weerstand (een zgn. potmeter) om van de batterij een soort van variabele voeding te maken. Deze potmeter heeft drie aansluitkanten zoals te zien is in de figuur hiernaast. De weerstand tussen aansluitkanten 1-2 heeft een vaste waarde, de weerstand tussen 1-3 en 2-3 is afhankelijk van de positie van 3. De weerstandswaarde tussen 1-3 is 0  $\Omega$  in de laagste stand en maximaal in de hoogste stand. Voor 2-3 is dat net andersom.

Er wordt in dit experiment echter gebruik gemaakt van een draaipotmeter, zoals te zien is in de figuur hiernaast. De weerstandswaarde tussen 1-3 is 0  $\Omega$  in de stand volledig linksom en maximaal in de stand volledig rechtsom. Voor 2-3 is dat net andersom. Door de punten 1-3 in serie met de door te meten schakeling aan te sluiten, zal er dus een te variëren spanningsval over de potmeter zijn en dus een in te stellen spanning over de schakeling.



## Breadboard

Een breadboard wordt gebruikt om relatief snel en gemakkelijk schakelingen te kunnen maken. De uiteinden van de snoertjes kunnen in het breadboard gestoken worden. De aansluitpunten zijn in groepjes van 5 in rijen horizontaal intern met elkaar verbonden. Zie de figuur hiernaast.



## Opstelling

Het breadboard is gemonteerd op een printplaat waar ook de vijf lampjes, de potmeter en de aansluiting voor de batterij zijn gemonteerd. Elke lampje heeft twee snoertjes die in het breadboard kunnen worden gestoken. Voor de multimeter zijn twee snoertjes die beide aan de ene kant een stekker hebben voor de multimeter, de andere kant om in het breadboard te steken. Er zijn nog wat losse snoertjes voor gebruik bij het breadboard, indien nodig.

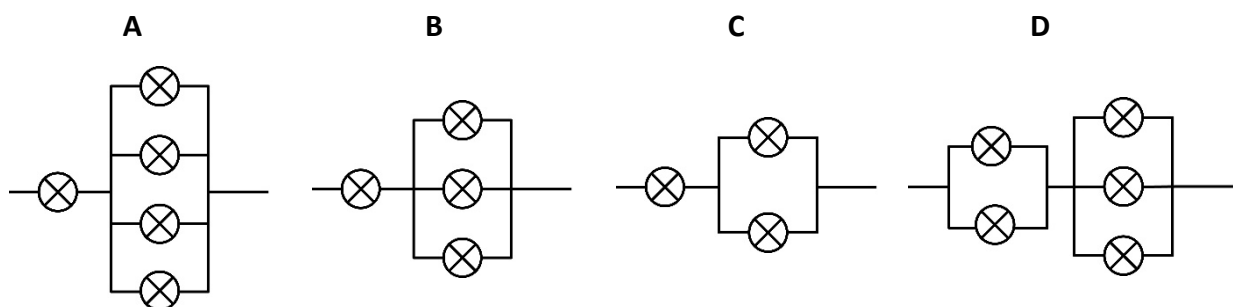
## Opmerking

**PAS OP! Er kan relatief eenvoudig kortsluiting gemaakt worden. Daardoor kan de batterij, de potmeter of de multimeter kapot gaan. Controleer je schakeling dus telkens goed! De multimeter mag niet in de Ampère stand!**

## Werkwijze

Omdat de multimeter enkel als voltmeter gebruikt mag worden is het niet mogelijk een 'eenvoudige' stroom-spanning karakteristiek op te meten.

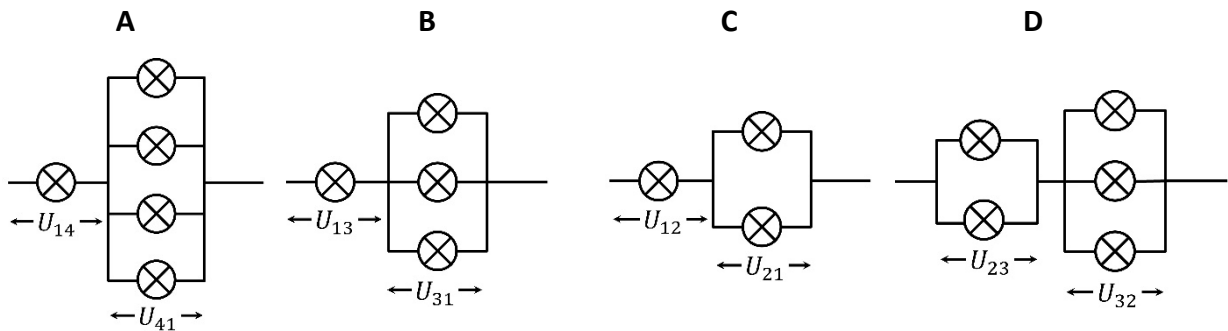
Met de vijf lampjes kunnen op vele manieren serie- en parallelschakelingen gemaakt worden. Ga uit van de volgende vier verschillende schakelingen:



Hierbij verhouden zich de stroomsterktes in de lampjes zich resp. als: (4:1), (3:1), (2:1) en (3:2).

Alleen de spanning kan gemeten worden. Het enige dat vaststaat is dat als de spanning over verschillende lampjes dezelfde waarde heeft, de stroomsterkte ook hetzelfde moet zijn.

Gegeven een schakeling (**A B C D**) kunnen de volgende spanningen gemeten worden (het subscript geeft duidelijk aan om welke spanning het gaat):



### Metingen

- 0 Noteer de omgevingstemperatuur  $T_0$  op het antwoordblad. (Er is een thermometer in het lokaal.)
- 1 Maak de schakeling **A**. Zorg hierbij dat het lampje dat in serie staat met de vier parallelle lampjes maximaal brandt. (De potmeter staat dan op een minimum.) De spanning over de vier parallelle lampjes noemen we de referentiespanning  $U_0$ . De stroom door één van de vier parallelle lampjes noemen we  $I_0$ , de referentiestroom. Door nu de spanning te meten over het lampje dat in serie staat met de vier parallelle lampjes ( $U_{14}$ ) weet je dat er bij die spanning  $4I_0$  door dat lampje stroomt. Noteer je metingen voor deze twee (!) situaties in de tabel. Geef hierbij duidelijk aan welke schakeling (**A B C D**, kolom 3) je gebruikt, welke spanning je instelt (kolom 4) en welke spanning je meet (kolom 5).
- 2 Maak nu schakeling **B**. (Dat kan eenvoudig door één van de vier parallelle lampjes los te draaien!) Zorg er met behulp van de potmeter nu voor dat de spanning over de drie parallelle lampjes weer de referentiespanning is die je in het vorige onderdeel hebt ingesteld. Door elke van de drie parallel geschakelde lampjes loopt nu wederom  $I_0$ . Door nu de spanning te meten over het lampje dat in serie staat met de drie parallelle lampjes ( $U_{13}$ ) weten we dat er bij die spanning  $3I_0$  door dat lampje stroomt. Noteer je metingen in de tabel. Noteer de juiste elementen in de derde en vierde kolom, zoals je dat voor het eerste onderdeel al gedaan hebt.
- 3 Pas de schakeling meerdere keren aan zodat je de rest van de tabel kan invullen.

### Verwerking

- 1 Maak van je metingen een  $(I, U)$ -karakteristiek. De horizontale  $I$ -as wordt (dus) uitgedrukt in eenheden  $I_0$ .
- 2 Toon grafisch aan dat de bij kleine stromen de temperatuur van het gloeidraadje van het lampje nog gelijk is aan de omgevingstemperatuur  $T_0$ . Druk met behulp van je meetwaarden de weerstand  $R(T_0)$  uit in  $I_0$ . Bepaal tevens  $\alpha$  (uitgedrukt in  $I_0$  en  $T_0$ ).
- 3 Bepaal grafisch bij welke spanning de gloeidraad een temperatuur heeft van 2100 K. Laat duidelijk zien welke stappen je hierbij maakt.



# Onderdeel 1: Blackbox

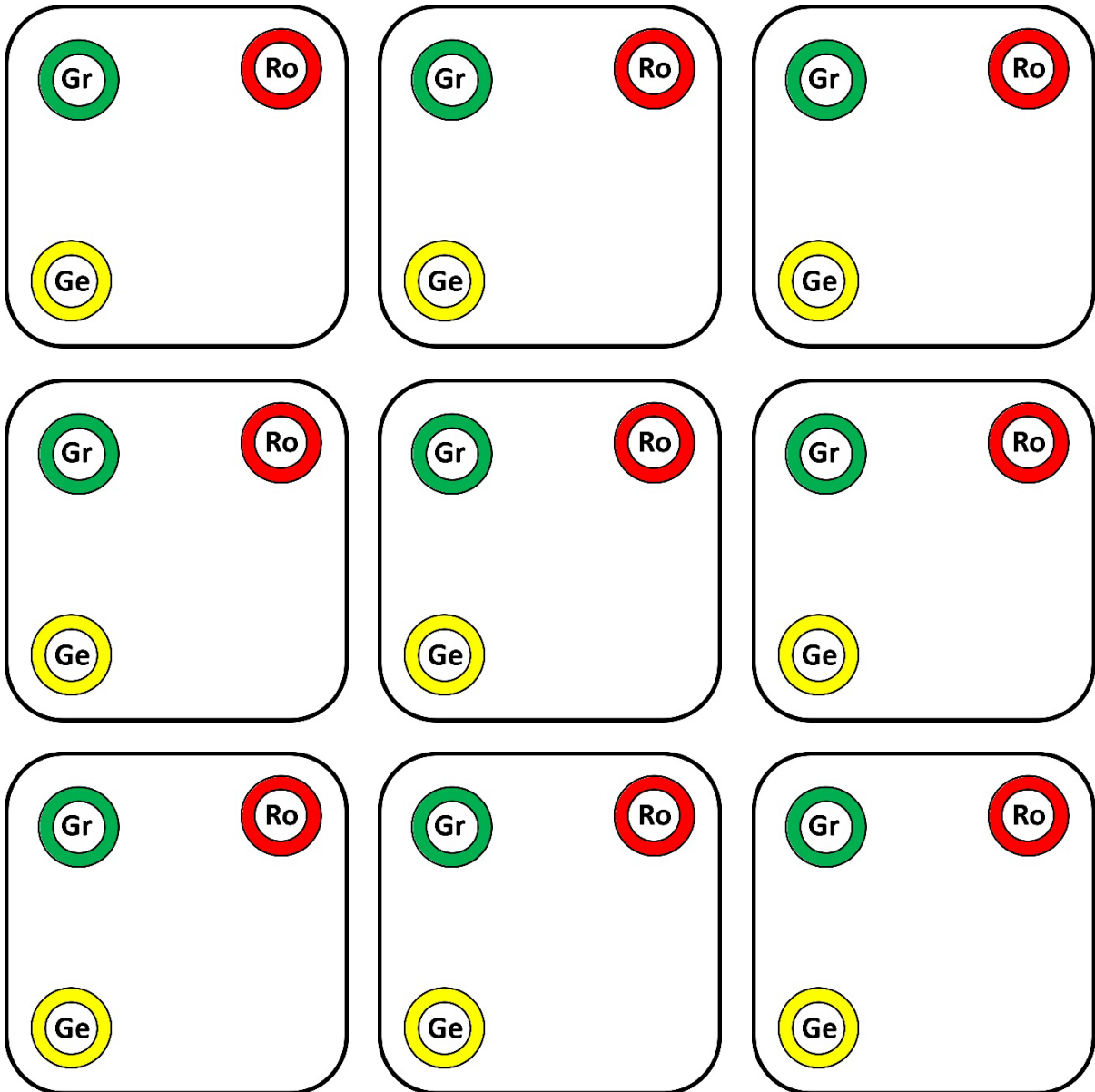


NAAM:

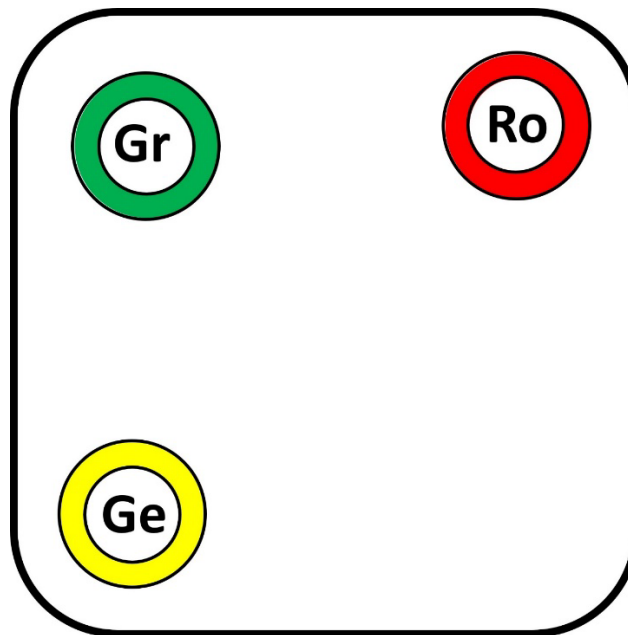
BLACKBOX (zie onderkant, omcirkel):

01   02   03   04   05   06   07   08   09   10   11

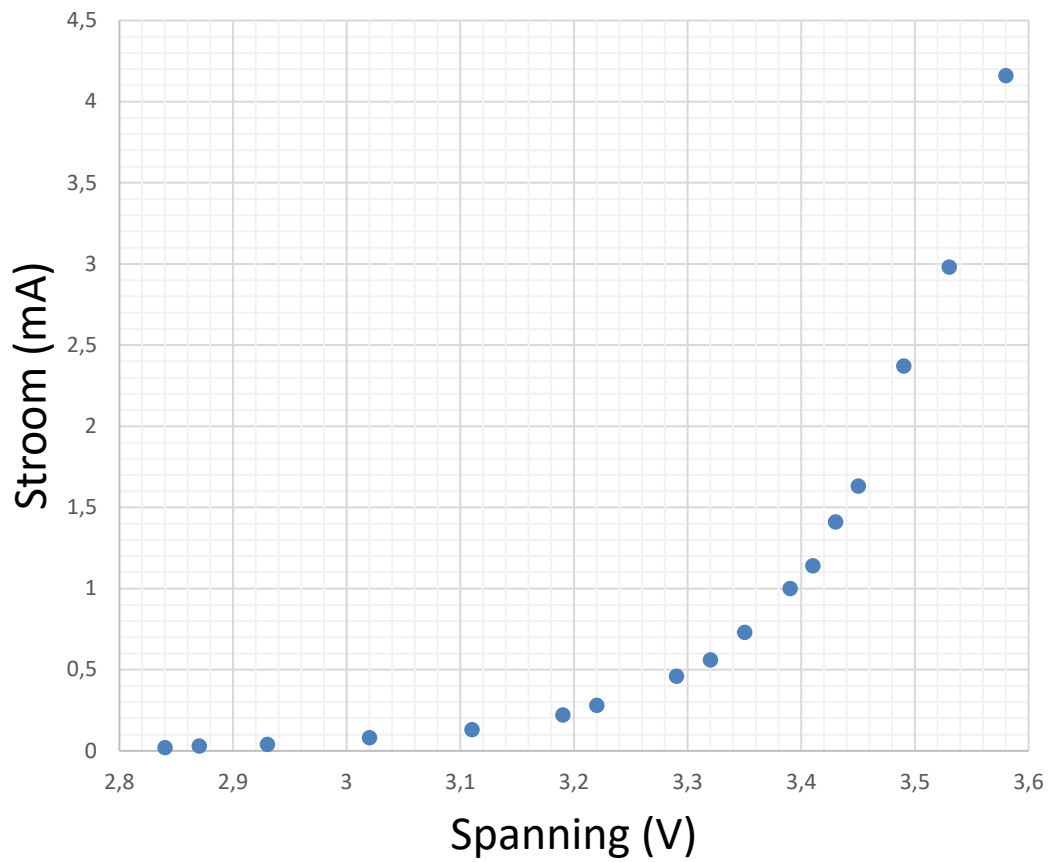
Opdracht B Mogelijke schakelingen (blokjes)



Opdracht C Blackbox schakeling (2X weerstand, LED en condensator)



Opdracht D Bepaling weerstandswaarde, karakteristiek gebruikte LED.



## Onderdeel 2: Vijf identieke lampjes



NAAM:

Opdracht 0: Omgevingstemperatuur:  $T_0 =$

Opdracht 1, 2 en 3: Invullen tabel.

Stroom ( $\times I_0$ )	Spanning ( $V$ )	Schakeling ( <b>A B C D</b> )	Ingestelde Spanning ( $U_{xy}$ )	Gemeten Spanning ( $U_{xy}$ )
0,25				
0,33				
0,50				
0,66				
1		<b>A</b>	$U_0 = U_{41}$	$U_{41}$
1,5				
2				
3				
4				