Eindronde
Natuurkunde Olympiade
2023

NATUURKUNDE
OLYMPIADE

practicumtoets
De verende slinger

De verende slinger

Inleiding

Een gewicht aan een veer aan een draad kun je beschouwen als een slinger.
Het gewicht kan echter ook trillen door de veer. Het trillen en slingeren kunnen ook (deels) in elkaar overgaan. Hoe en hoeveel hangt af van veer, gewicht en lengte van de slinger.
Het effect is het grootst als slingertijd en trillingstijd op een bepaalde manier bij elkaar passen.

1. **Vooraf (3pt)**
   - Wat kun je verwachten voor de relatie tussen trillingstijd T_t en slingertijd T_s
   - Wat betekent dat voor de lengte van de slinger l voor een zo groot mogelijk effect?

Experiment:

2. **Veer (2pt)**
   De gebruikte veer heeft een massa van 27 g, de gebruikte massa is totaal, met paperclip 100g.
   - Bepaal de veerconstante C van de veer nauwkeurig op twee manieren. Beargumenteer daarna hoe groot C moet zijn, met een redelijke foutmarge.
   - Bij welke lengte l zal het effect het grootst zijn?

3. **Herhalingstijd. (13pt)**

Als je de slinger voorzichtig een klein zetje geeft, zal deze gaan slingeren en dan ook even trillen en dan weer slingeren, en zo verder. De tijd dat het systeem van alleen slingeren overgaat naar (slingeren en) trillen en dan weer naar alleen slingeren, noemen we de herhalingstijd T_h. Deze T_h gaan we onderzoeken als functie van de slingerlengte l. Bedenk daarbij dat de uitwijking van de slinger klein moet zijn

- Bepaal met redelijke nauwkeurigheid de herhalingstijd als functie van de lengte van de slinger. Geef aan wat je gedaan hebt.
- Bepaal met behulp van je metingen (grafiek) bij welke lengte de herhalingstijd het grootst is
- Kun je iets zeggen over wat voor functie $T_h(l)$ zou kunnen zijn? Hoe hangt de herhalingstijd af van de lengte?

4. **Conclusies (2pt)**

Je hebt nu de lengte bepaald waarbij je het grootste effect verwacht en je hebt met je metingen grafisch bepaald wanneer de herhalingstijd het grootst is. Je zou verwachten dat die twee wellicht gelijk kunnen zijn. Dat blijkt toch niet echt het geval.

- Benoem een paar redenen waarom de twee lengtes van elkaar afwijken en geef ook aan wat het effect van die redenen op de afwijking van de lengtes is.

NATUURKUNDE OLYMPIADE

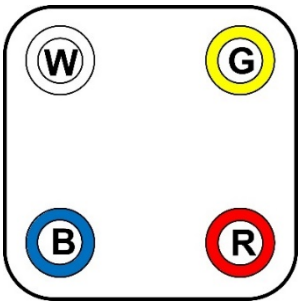
EINDRONDE 2023

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 het eerste onderdeel kunnen 15 punten worden gescoord, voor het tweede onderdeel 10 punten. (Er wordt vervolgens genormeerd naar 20 punten.)
5. Voor foutenbeschouwingen worden in het eerste onderdeel geen punten gegeven. Er wordt wel van je verwacht dat je daar het juiste aantal significante cijfers gebruikt.

Onderdeel 1 Blackbox



Inleiding

In de blackbox met vier aansluitpunten zijn naast twee identieke weerstanden en twee verschillende LEDs (zichtbaar aan de zijkant van de blackbox) nog twee andere componenten op een zekere manier aan elkaar geschakeld.

Materialen

Je hebt de beschikking over de volgende materialen:

- Een aluminium doosje (black box) met vier aansluitpunten Rood, Blauw, Geel en Wit.
- 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.)
- 3 snoertjes. 2 (blauw en rood) om verbinding te maken met de multimeter, 1 (geel) om aansluitpunten met elkaar te verbinden.
- Een losse weestand van 25 kΩ gemonteerd in een (zwart) snoertje.
- Stopwatch.

Opdrachten

A Bepaal hoe de zes componenten in de blackbox geschakeld kunnen zijn. (NB: Het is uiteraard niet te achterhalen wat de volgorde van twee componenten is als deze in serie tussen twee aansluitpunten geschakeld zijn.) Noteer je uiteindelijke bevindingen op de bijlage. Geef telkens duidelijk aan hoe je aan je antwoorden komt!

De volgende opdrachten hoeven niet noodzakelijkerwijs in de gegeven volgorde.

B Bepaal de weerstandswaarde van de twee (identieke) weerstanden.

C Bepaal de drempelspanning van de rode en de blauwe LED. Zie onder voor informatie over het begrip drempelspanning.

D Als er een batterij in de blackbox zit: Bepaal de spanning die de batterij levert.

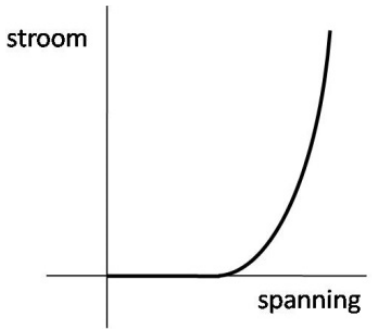
E Als er een condensator in de blackbox zit: Bepaal de capaciteit van de condensator.

F Als er een spoel in de blackbox zit: Bepaal de zelfinductie van de spoel.

Geef telkens duidelijk aan welke metingen je verricht.

Opmerkingen

- Je mag de multimeters niet als Ohmmeter gebruiken.
- Je mag aannemen dat een LED alleen in één richting stroom geleidt.
- 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. Bij spanningen hoger dan deze drempelspanning is de LED dus een zeer goede geleider. Zie de figuur. Deze drempelspanning is verschillend bij verschillende kleuren LEDs.



Onderdeel 2 Vallende magneetjes

Theorie

Als een permanente magneet door een geleidende holle cilindrische buis valt, ondervindt deze een tegenwerkende kracht door geïnduceerde wervelstromen. Daardoor bereikt de magneet een eindsnelheid. Voor deze geometrie wordt de eindsnelheid gegeven door:

$$v_{eind} = \frac{8\pi m g a^2}{\mu_0^2 (\pi r_m^2 M)^2 \sigma \omega f\left(\frac{d}{a}\right)}$$

Hierbij is m de massa van de magneet, σ de elektrische geleidbaarheid van het materiaal van de buis, a is de straal binnen in de buis, r_m en d zijn respectievelijk de straal en hoogte van de magneet, M is de remanente magnetisatie van de magneet, w is de dikte van de buiswand en $f(d/a)$ is een schalingsfunctie.
In dit geval is $a \approx r_m$, $d = 2r_m \approx 2a$ en $f(2) \approx 1{,}75$. Daarom kan de tijd die de magneet nodig heeft om door de buis te vallen benaderd worden door:

$$t = 0{,}22\ \frac{\pi r_m^2 (\mu_0 M)^2 w L_0}{mg}\ \sigma$$

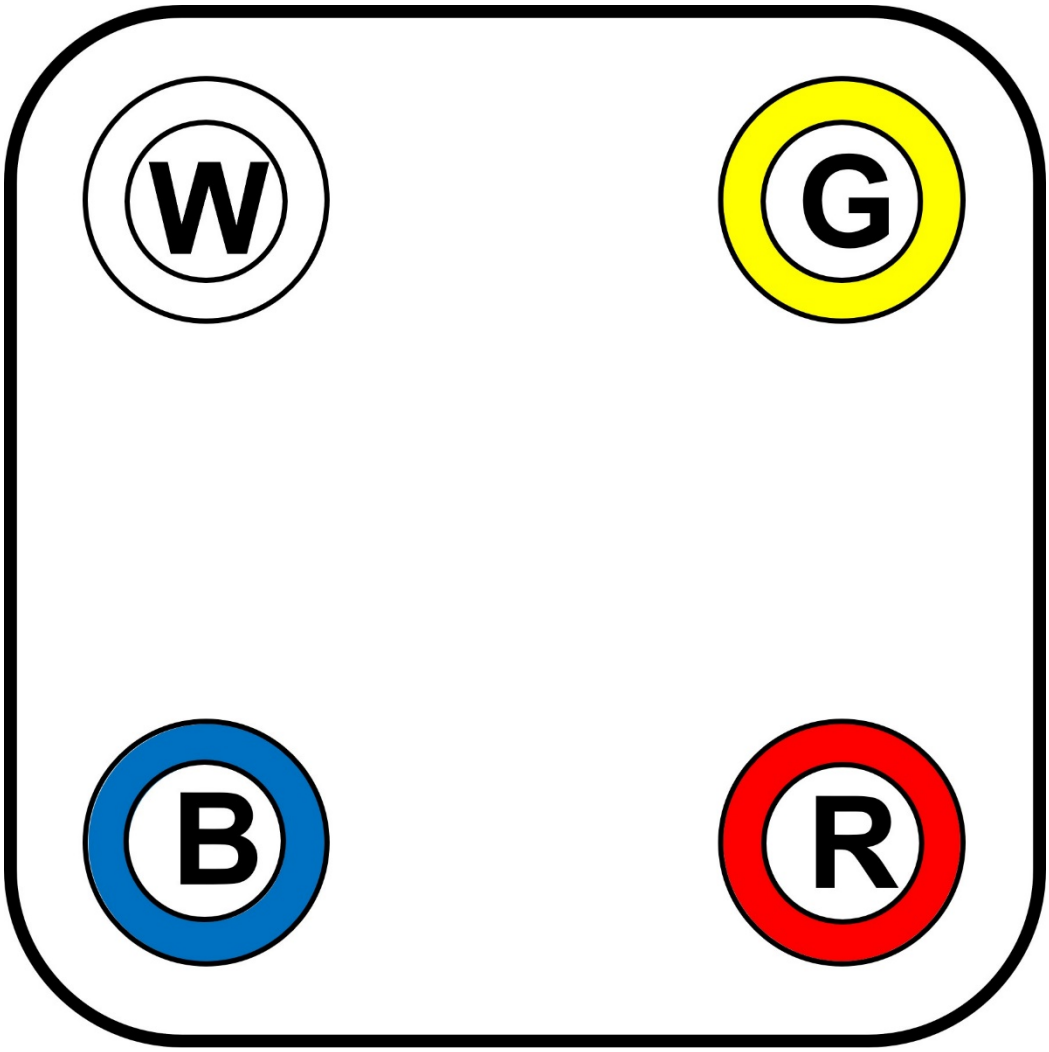
Hierbij is $L_0 = (0{,}200 \pm 0{,}001)$ m de lengte van de buis en we nemen aan dat de magneet zijn eindsnelheid meteen bereikt op het moment dat deze wordt losgelaten in de buis.
De karakteristieke eigenschappen van de buis en de magneet die nodig zijn om de berekeningen uit te voeren zijn:
$\mu_0 M = (0{,}63 \pm 0{,}05)$ T
$w_{Aluminium} = w_{Koper} = w_{Messing} = (7{,}0 \pm 0{,}2) \cdot 10^{-3}$ m
$m = (1{,}24 \pm 0{,}05) \cdot 10^{-3}$ kg
$r_m = (3{,}0 \pm 0{,}1) \cdot 10^{-3}$ m
$g = (9{,}81 \pm 0{,}02)$ m/s^2

Opdracht

Gebruik een stopwatch en meet de tijd die de magneet nodig heeft om te vallen door de holle buis gemaakt van aluminium (kleur: zilverwit), koper (kleur: rood/geel) en messing (kleur: geel/goud). Bepaal de fout in je bepaalde tijd.
Maak gebruik van de bovenstaande vergelijking en bepaal de elektrische geleidbaarheid van aluminium, koper en messing. Je hoeft hier GEEN foutenanalyse te doen maar bediscussieer je resultaten.

Onderdeel 1: Blackbox

NAAM:

BLACKBOX (zie onderkant, omcirkel):

01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11