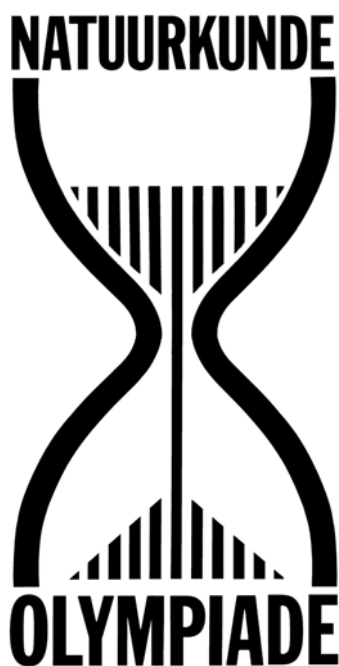


NATUURKUNDE OLYMPIADE

EINDRONDE 2013

PRAKTIKUMTOETS



Opmerkingen

1. Schrijf bovenaan elk papier je naam.
2. Nummer elke bladzijde.
3. Schrijf op de eerste pagina het totale aantal bladen dat je inlevert.
4. Voor foutenbeschouwingen worden geen punten gegeven. Er wordt wel van je verwacht dat je steeds het juiste aantal significante cijfers gebruikt.

De lineaire uitzettingscoëfficiënt van koper

Inleiding

We beschouwen een lange dunne koperdraad.

Het verband tussen de lengte l en de temperatuur T van deze draad wordt gegeven door:

$$l = l_0 [1 + \alpha (T - T_0)] \quad [1]$$

Hierin is T_0 de omgevingstemperatuur en l_0 de lengte van de draad bij deze temperatuur. De constante α is de zogenaamde lineaire uitzettingscoëfficiënt.

Voor de weerstand van de draad kan geschreven worden:

$$R = R_0 [1 + \alpha_R (T - T_0)] \quad [2]$$

Hierin is R_0 de weerstand van de draad bij de temperatuur T_0 en is α_R een constante (de zgn. weerstandstemperatuurcoëfficiënt). Deze constante bedraagt voor koper $3,9 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$.

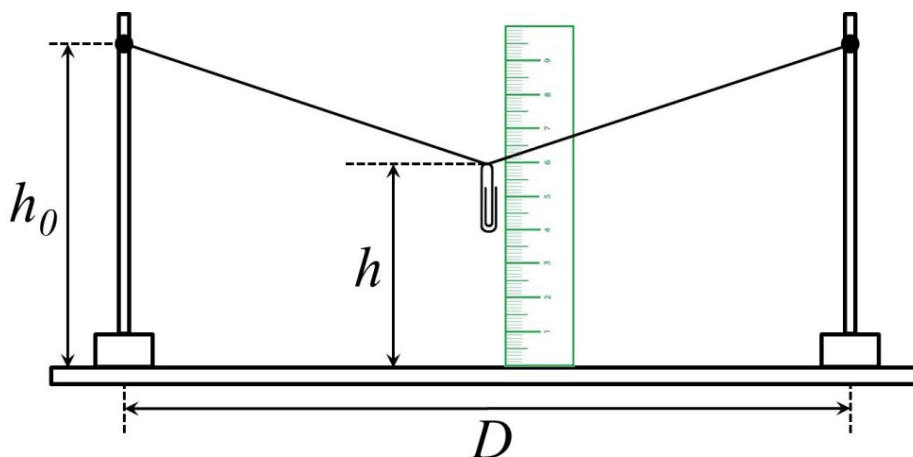
Materialen

Je hebt de beschikking over de volgende materialen:

- Een stuk koperdraad van ca. 1 meter lengte.
- Variabele voeding.
- 2 multimeters waarmee stroom en spanning gemeten kunnen worden.
- Verschillende snoertjes om een schakeling te kunnen maken.
- 2 statieven op een bank waartussen de draad opgehangen kan worden.
- Een paperclip.
- Een liniaal op statief en een meetlint.

Meetopstelling

Met de materialen kan de onderstaande (schematische) opstelling gemaakt worden. Door de voeding en multimeters goed aan te sluiten, kan de stroom door de draad en de spanning over de draad gevarieerd worden. De stroom door de koperdraad mag niet meer dan 2 A bedragen. Span de koperdraad niet, laat deze een klein beetje slap hangen.



Opdracht

Bepaal de lineaire uitzettingscoëfficiënt α van koper.

Opmerkingen

Om de lineaire uitzettingscoëfficiënt α van koper te kunnen bepalen moet in principe, zoals in [1] te zien is, de lengte van de draad en de bijbehorende temperatuur van de draad gevonden worden. En dat terwijl in dit geval enkel de hoogte h , de stroom I en spanning U gemeten kunnen worden. Het experiment wordt daarom opgesplitst in twee delen.

1. De temperatuur van de koperdraad kan bepaald worden m.b.v. [2]. Geef aan hoe, bij zekere waarden van de stroom en de spanning, deze temperatuur bepaald kan worden. Geef aan welke constanten daarbij bekend moeten zijn en bepaal deze. Je mag hierbij geen gebruik maken van de directe weerstandsmeting van de multimeter.
2. Bij een temperatuur T_0 wordt een hoogte $h(T_0)$ gemeten. Er geldt (zie figuur):

$$l_0 = \sqrt{D^2 + 4[h_0 - h(T_0)]^2} \quad [3]$$

Evenzo wordt bij een temperatuur T een hoogte $h(T)$ gemeten. Dan geldt dus:

$$l_T = \sqrt{D^2 + 4[h_0 - h(T)]^2} \quad [4]$$

Uit [3] en [4] volgt:

$$l_T^2 - l_0^2 = 4[h_0 - h(T)]^2 - 4[h_0 - h(T_0)]^2 \quad [5]$$

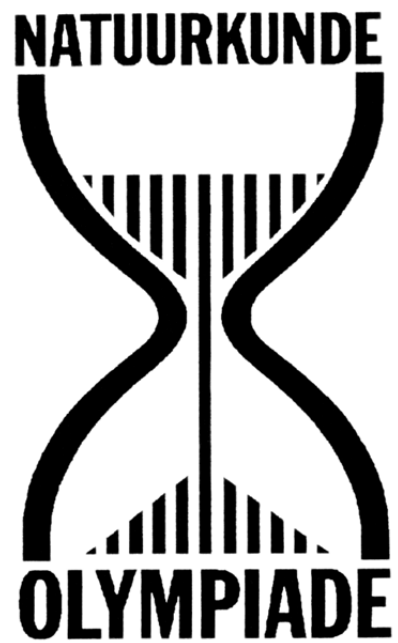
De temperatuursafhankelijkheid van de lengte van de draad wordt gegeven door [1]. Als mag worden aangenomen dat $\alpha(T - T_0) \ll 1$ dan kan voor [5] geschreven worden:

$$l_T^2 - l_0^2 = l_0^2 [1 + \alpha(T - T_0)]^2 - l_0^2 \cong 2l_0^2 \alpha (T - T_0) \quad [6]$$

(Hierbij is gebruik gemaakt van $(1+x)^2 = 1+2x+x^2 \cong 1+2x$)

Door het combineren van [5] en [6] is een verband te vinden tussen de te meten grootte $h(T)$ en de temperatuur T .

Bepaal door het doen van een serie metingen, je resultaat van het eerste deel en de hierboven beschreven theorie de gevraagde lineaire uitzettingscoëfficiënt α van koper. Geef steeds je experimentele procedures duidelijk aan en geef ook duidelijk aan welke (eventuele) tussenstappen je maakt. Geef steeds duidelijk aan hoe je van je experimentele data komt tot je resultaat.



Eindronde – practicumtoets

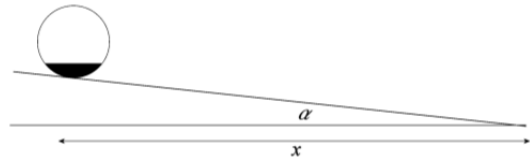
8 juni 2013

beschikbare tijd: 2 uur

De rollende fles

Inleiding

Een lege fles die van een lichtschiune helling rolt, lijkt op een holle cilinder. Een volle fles zou als een massieve cilinder kunnen rollen. De vloeistof in de fles reageert echter niet zomaar als een vaste stof bij rollen. Bij een fles die maar voor een klein deel gevuld is, is het helemaal de vraag hoe deze reageert.



Uitgaand van een gezamenlijke beweging van een lege fles met massa M en straal R en water met massa m dat wrijvingloos in de fles glijdt, kun je uitwerken dat de beweging zou moeten voldoen aan

$$\left[\frac{1}{2} (M + m) g \sin \alpha \right] t^2 = \left[m + \left(1 + \frac{I}{MR^2} \right) M \right] x + mR [\sin(\alpha + \varphi) - \sin \alpha]$$

Ofwel:

$$t^2 = \frac{\left[m + \left(1 + \frac{I}{MR^2} \right) M \right] x + mR [\sin(\alpha + \varphi) - \sin \alpha]}{\left[\frac{1}{2} (M + m) g \sin \alpha \right]}$$

Waarbij de hoek φ de hoek is die het water met de horizontaal maakt.

De aanname dat het water zonder wrijving in de fles beweegt is niet sterk. Het is daarom maar de vraag of het model dat hierboven als vergelijking staat in de buurt van de echte beweging komt. Je gaat dan ook de beweging van de fles onderzoeken.

opstelling

Je hebt een cilindervormige fles ($M = 26\text{g}$), water, maatcilinders, stopwatch, meetlint en een plank die een klein beetje schuin staat ($\alpha < 4,5^\circ$).

experiment

1. Bereken de tijd dat de fles volgens de theorie over het rollen over de plank doet. Doe dit voor de fles als holle cilinder, als massieve cilinder en ook voor een wrijvingloos glijdend voorwerp.
2. Bepaal zo nauwkeurig mogelijk de tijd die de fles over het rollen over de plank doet als functie van de hoeveelheid water in de fles.
3. Bespreek de vorm van de grafiek die je bij 2. bepaald hebt en vergelijk deze met het gegeven model.
4. Noteer in een kort verslag wat je gedaan hebt om tot je conclusie te komen. Noteer ook je metingen volledig in een tabel.

Traagheidsmoment

Holle cilinder

$$I = MR^2$$

Massieve cilinder

$$I = 0,5MR^2$$