

1 Don't try this at home

Drie reddingswerkers nemen een hindernis. Hun massa is 12 g en die van de ladder 6 g; $AB = AC$.

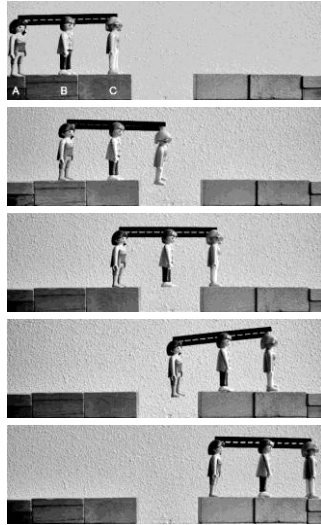
a^1 Leg uit dat A in situatie 2 los is van de grond.

a^2 Leg uit dat B dan een kracht van 0,29 N op zijn schouder voelt.

a^3 Bereken de normaalkracht die dan op zijn voeten werkt.

b Leg uit in welke situatie B de grootste kracht uitoefent op de ladder.

c Leg uit waar deze overtocht mis gaat als $AB > BC$.

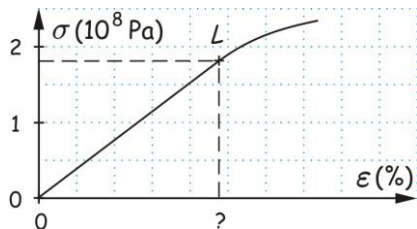


2 Een draad uitrekken

We hangen een gewicht aan een koperdraad van 2,00 m waardoor deze 2,2 mm uitrekt.

a Bereken ϵ .

b Zoek de elasticiteitsmodulus van koper op.
 ► Het verband tussen σ en ϵ voor koper is bepaald.



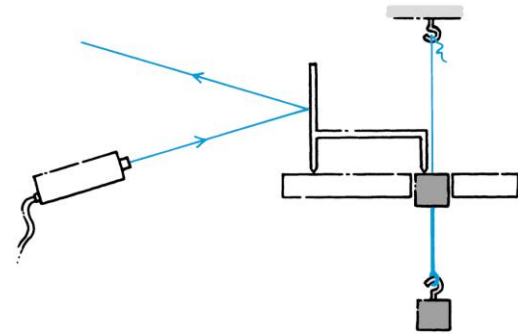
c Wat moet er bij het vraagteken staan?

d Bereken hoeveel de draad bij L, het einde van het lineaire deel, is uitgerekt.

e Neem de grafiek ongeveer over en schets het begin van de grafiek van staal erbij.

3 Meten van E

Deze opstelling wordt gebruikt om de elasticiteitsmodulus van een draad te meten. De laser schijnt op een spiegeltje dat door een hefboom achterover kantelt als de draad langer wordt.



a Leg de functie van de laser plus spiegeltje uit.
 ► De draad is 1,000 m lang en 0,80 mm dik. Hij rekt 0,10 mm uit als je er 364 gram aan hangt.

b Bereken ϵ en σ .

c Bereken E .

d Van welk metaal is de draad gemaakt?

De antwoorden staan op de volgende pagina's.

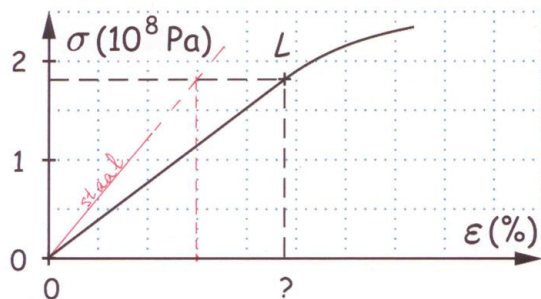
De antwoorden van de toets

1 Don't try this at home

- a¹** De ladder is een gelijkarmige ($AB = BC$) balans met B als draaipunt.
Mannetje C hangt boven het gat, dus op de ladder werkt in C alleen de zwaartekracht ($F_C = Fz$).
Er is evenwicht ($F_C \cdot BC = F_A \cdot AB$) $\Rightarrow F_C = F_A$.
Op mannetje A werkt dus geen normaalkracht. Dit kan alleen als hij los is van de grond.
- a²** Mannetje B tilt twee poppetjes van 12 g en een ladder van 6 g. In totaal is dat 30 g.
De ladder is in rust op zijn schouder, $F_{\text{schouder}} = \Sigma Fz$
 $F_{\text{schouder}} = 0,030 \cdot 9,81 = 0,29 \text{ N}$.
- a³** $\Sigma F = 0$, dus F_n op zijn voeten is 0,29 N + zijn eigen gewicht.
 $F_n = 0,29 + 0,012 \cdot 9,81 = 0,41 \text{ N}$.
- b** Op de 2^e en 4^e foto, want dan draagt hij in zijn eentje de ladder + de twee andere poppetjes.
- c** Dan gaat het mis als A boven het gat hangt (foto 4).
Want als $AB > BC$ is $M_{\text{linksom}} > M_{\text{rechtsom}}$.

2 Een draad uitrekken

- a** $\varepsilon = \Delta l / l_0 = 2,2 \cdot 10^{-3} / 2,00 = 1,1 \cdot 10^{-3} = 0,11\%$
- b** $E_{\text{koper}} = 124 \cdot 10^9 \text{ Pa}$ (Binas tabel 8)
- c** $\varepsilon = \sigma / E = 1,8 \cdot 10^8 / 124 \cdot 10^9 = 1,45 \cdot 10^{-3}$, dus 0,15 %
- d** $\Delta l = \varepsilon \cdot l_0 = 1,415 \cdot 10^{-3} \cdot 2,00 = 2,90 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 2,9 \text{ mm}$
- e** $E_{\text{staal}} = 0,20 \cdot 10^{12} \text{ Pa}$ (Binas tabel 9)
 $r_{\text{staal}} : r_{\text{koper}} = 0,20 \cdot 10^{12} : 124 \cdot 10^9 = 1,6 : 1$
De grafiek loopt dus 1,6x zo steil \Rightarrow
de ε bij $\sigma = 1,8 \cdot 10^8 \text{ Pa}$ is 1,6x zo klein als bij koper.
Je weet niet waar de lijn gaat afbuigen.



3 Meten van E

- a** Een kleine lengteverandering van de draad zorgt voor een grote verschuiving van de laserstip op de muur.
- b** $\varepsilon = \Delta l / l_0 = 0,10 \cdot 10^{-3} / 1,000 = 1,0 \cdot 10^{-4}$
 $A = \frac{1}{4} \pi d^2 = \frac{1}{4} \pi \cdot (0,80 \cdot 10^{-3})^2 = 5,02 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2$
 $\sigma = F / A = 0,364 \cdot 9,81 / 5,02 \cdot 10^{-7} = 7,10 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 7,1 \text{ MPa}$
- c** $E = \sigma / \varepsilon = 7,10 \cdot 10^6 / 1,0 \cdot 10^{-4} = 7,1 \cdot 10^{10} \text{ Pa} = 71 \cdot 10^9 \text{ Pa}$
- d** Aluminium (Binas tabel 8)