

Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Let op het juiste aantal significante cijfers en vergeet de eenheden niet! Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

**Met potlood geschreven tekst wordt niet gecorrigeerd!  
Het gebruik van Tipp-Ex is niet toegestaan.**

**Opgave 1**

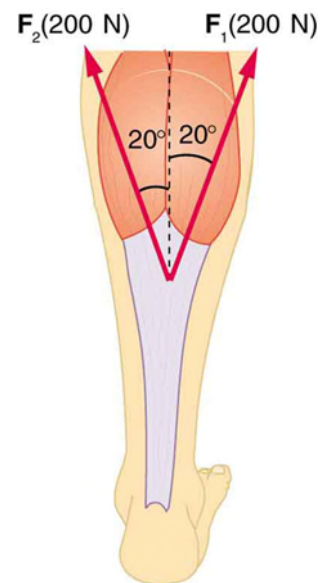
In je kuit zitten twee spieren die samen de achillespees spannen. Beide spieren oefenen een kracht van 200 N uit op de achillespees zoals weergegeven in nevenstaande afbeelding.

a) **Bereken** de resulterende kracht van deze beide spierkrachten.

De elasticiteitsmodulus van de achillespees bedraagt ongeveer 0,95 GPa.

Stel de trekspanning op de achillespees bedraagt  $70 \text{ N/mm}^2$ , waardoor de achillespees 15 mm uitrekt.

b) **Bereken** hoe lang de achillespees was toen de treksterkte  $0 \text{ N/mm}^2$  was.



**Opgave 2**

In een joulemeter met een warmtecapaciteit van  $75 \text{ J/}^\circ\text{C}$  zit 0,10 L water. De joulemeter en het water hebben een gezamenlijke temperatuur van  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Men schudt een beker melk van  $42 \text{ }^\circ\text{C}$  bij het water. Hierdoor krijgen de melk, het water en de joulemeter een gezamenlijke temperatuur van  $32 \text{ }^\circ\text{C}$ .

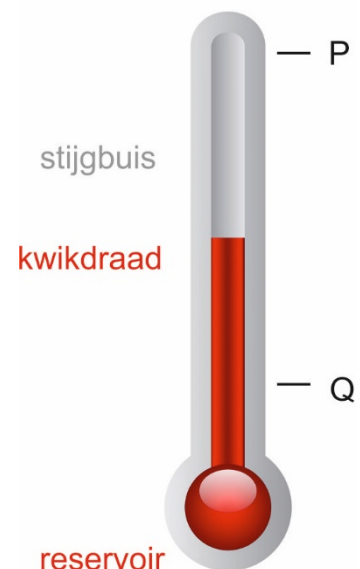
**Bereken** de massa van de melk.

**Opgave 3**

Bij een veel gebruikte thermometer is de schaalverdeling weggesleten. We willen deze opnieuw aanbrengen. De thermometer is weergegeven in nevenstaande afbeelding. In het reservoir zit kwik.

We hangen hem met het reservoir in kokend water. De kwikspiegel stijgt en blijft na enige tijd staan op een bepaalde hoogte. Deze hoogte merken we door een streepje P te zetten naast het stijgbuisje. Vervolgens plaatsen we het reservoir in smeltend ijs. De kwikspiegel daalt en blijft na enige tijd op zekere hoogte staan. Hier zetten we een merkstreepje Q naast het buisje.

a) Zet in nevenstaande afbeelding de juiste temperatuurwaarden bij streepje P en streepje Q en maak de schaalverdeling langs de stijgbuis af, in schaaldelen van tien graden Celsius.



We hebben nu weer een geijkte thermometer gekregen.

b) **Bepaal** de temperatuur die de thermometer aanwijst.

Voor de toename van het volume van het kwik dat in de thermometer zit, geldt de volgende formule:

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot T$$

waarin:

- $\Delta V$  = de volumetoename van het kwik,
- $V_0$  = het oorspronkelijke volume,
- $\Delta T$  = de toename van de temperatuur.

De constante  $\gamma$  heet de kubieke uitzettingscoëfficiënt. Deze kubieke uitzettingscoëfficiënt geeft aan met welk deel van het volume bij 0 °C het volume toeneemt per graad temperatuurstijging. De waarde van  $\gamma$  is voor verschillende vloeistoffen aangegeven in BiNaS, tabel 11.

Als de kwikspiegel bij streepje Q staat is het volume ( $V_0$ ) gelijk aan  $0,60 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ .

c) **Toon aan** dat de volumetoename van het kwik  $1,1 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3$  bedraagt, als de kwikspiegel stijgt van streepje Q naar streepje P.

De inwendige doorsnede van het stijgbuisje is cirkelvormig. De volumeverandering van het glas bij temperatuurverandering moet worden verwaarloosd.

d) **Bepaal** inwendige diameter van het stijgbuisje.

Ga er daarbij vanuit dat alleen de y-richting in bovenstaande afbeelding op schaal is.

Je kunt de diameter dus niet simpelweg meten!

Nadat de thermometer uit het smeltende ijs is gehaald, wordt hij opgehangen aan een statief in het practicumlokaal.

Vanaf dit tijdstip ( $t = 0$ ) bepalen we de aanwijzing van de thermometer als functie van de tijd. Het resultaat is weergegeven in nevenstaand diagram.

e) Hoe hoog is de temperatuur in het practicumlokaal?

Uit het diagram blijkt dat de temperatuurstijging van het kwik in de periode van 0 tot 20 s groter is dan in de periode van 60 s tot 80 s.

f) **Leg uit** hoe dit komt.

g) **Bepaal** de temperatuurstijging per seconde op het tijdstip  $t = 40$  s.

h) Geef twee mogelijkheden hoe men een gevoeliger vloeistofthermometer kan maken.

