

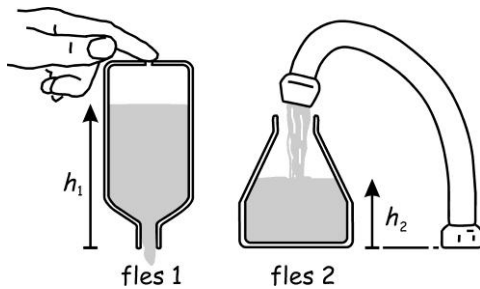
**Klokken uit de VS**

In de Verenigde Staten is de frequentie van het lichtnet 60 Hz, bij ons 50 Hz.  
Een Amerikaanse elektrische klok wordt hier om 12 uur in de middag gelijk gezet met een Nederlandse klok.

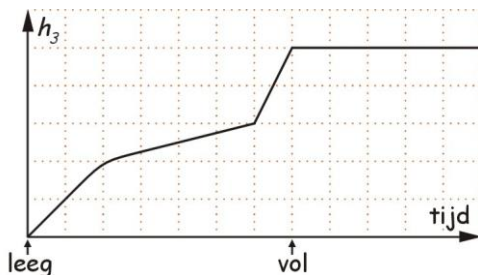
- Hoeveel loopt de Amerikaanse klok na één uur voor of achter?
- Hoe laat is het als die klok voor het eerst op 8 uur staat?
- Na hoeveel uur wijzen beide klokken weer hetzelfde aan?

**Drie flessen**

Je haalt je vinger weg en fles 1 loopt leeg.



- Schets de  $h_1(t)$ -grafiek.  
▶ Je vult fles 2 met een constante straal water.
- Schets de  $h_2(t)$ -grafiek.  
▶ Het vullen van fles 3 levert deze  $h_3(t)$ -grafiek op.
- Schets de vorm van fles 3.

**De polsfrequentiemeter**

Galilei gebruikte bij zijn proeven een polsfrequentiemeter (pulsilogium) zie bij **Doen**. Volgens Huygens geldt voor zo'n slinger  $T = 2\sqrt{l}$ .

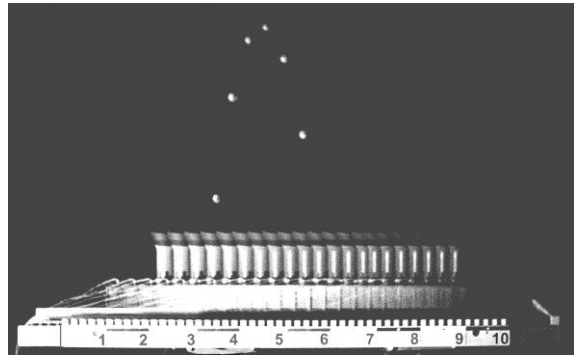
- Bereken  $T$  als je 50 slagen per minuut vindt.
- Bereken de slingerlengte als B bij 50 slagen per minuut staat.
- Hoeveel moet je B opzij schuiven als je wilt instellen op 100 slagen per minuut?  
▶ Eigenlijk moeten we de formule van Huygens schrijven als:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad \text{met } g = 9,81$$

- Bereken  $T$  als  $l = 2,50$  m.
- Bereken  $l$  als  $T = 1,65$  s.

**Een kogel lanceren**

Een kogel wordt gelanceerd vanaf een rijdende kar. We maken een foto terwijl een stroboscoop 10 flitsen per seconde geeft.

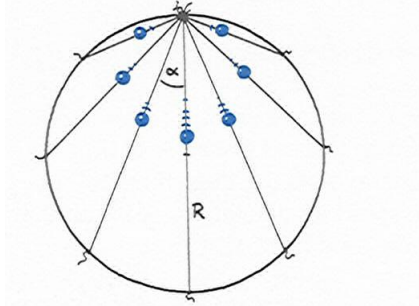


- Bepaal de snelheid van de kar ten opzichte van de tafel.
- Bepaal de snelheid van de kogel in zijn bovenste punt ten opzichte van de tafel.
- Hoe groot is de snelheid van de kogel in zijn bovenste punt ten opzichte van de kar?

**Langs een helling omlaag**

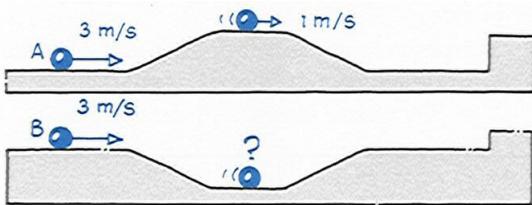
Een velg is bespannen met nylondraden, ieder voorzien van een kraal. Als je alle kralen in het bovenste punt verzamelt en tegelijk loslaat, komen ze ook tegelijk aan, want je hoort één tik. Galilei heeft dit al bewezen.

- Leid uit deze proef af hoe de versnelling  $a$  langs een draad afhangt van  $g$  en  $\alpha$ . (De tijd  $t$  volgt uit  $2R = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$  en voor een draad met lengte  $l$  geldt  $l = \frac{1}{2}at^2$ .)



**Welke kogel wint?**

Twee kogels rollen zonder wrijving door goten die elkaars spiegelbeeld zijn.



- a Schets de  $v(t)$ -grafiek van kogel B.
- b Welke kogel komt het eerst rechts aan?

**Afremmen na opgooien**

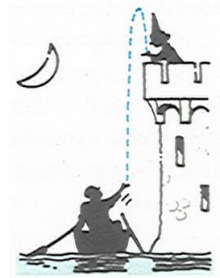
Hiernaast staat een stroboscopische foto van een kogel die omhoog gegooid is. Je kunt hieraan niet zien of de kogel links omhoog ging of rechts. Blijkbaar heb je bij het stijgen met dezelfde  $g$  te maken als bij het dalen, alleen wordt de *vaart* dan  $9,8 \text{ m/s}$  per seconde *kleiner*. Na de top neemt de vaart weer toe.



Het is mogelijk om stijgen en dalen als één doorlopende beweging te beschrijven. We kiezen daarbij omhoog als de positieve richting.

Stel dat een edelsteentje omhoog gegooid wordt met  $20 \text{ m/s}$  en dat dit  $17 \text{ m}$  hoger wordt opgevangen. Dan krijgen we deze formules voor  $v(t)$  en  $h(t)$ :

$$v(t) = 20 - 9,8 \cdot t \quad \text{en} \\ h(t) = 20 \cdot t - 4,9 \cdot t^2$$



- a Bereken het tijdstip waarop het steentje op zijn top is ( $v = 0 \text{ m/s}$ ).
- b Bereken de hoogte van de top.
- c Bereken het tijdstip en de snelheid waarmee het steentje wordt opgevangen.

**Galilei en da Vinci**

Volgens Galilei geldt langs een helling met hellingshoek  $\alpha$  voor de versnelling  $a = g \cdot \sin \alpha$ . Zie de tekst van p. 41.

In werkelijkheid geldt echter  $a = \frac{5}{7} g \sin \alpha$  omdat de kogel *rollend* omlaag gaat.

Je kunt zijn proef zelf doen met een grote stalen kogel in een lange aluminium goot. Als je daar papiertjes in legt, belemmeren die het rollen niet, maar hoor je duidelijk dat de kogel over zo'n minieme 'hobbel' gaat.

Om een vast ritme te horen bij het passeren van de papiertjes moeten hun posities  $x$  zich volgens Galilei zo verhouden:

$$x_1 : x_2 : x_3 : \dots = 1^2 : 2^2 : 3^2 : \dots$$



- a Bereken  $a$  als  $\alpha = 20^\circ$ .
- b Met welke frequentie hoor je de kogel de papiertjes passeren als  $x_1 = 20 \text{ cm}$ ?