

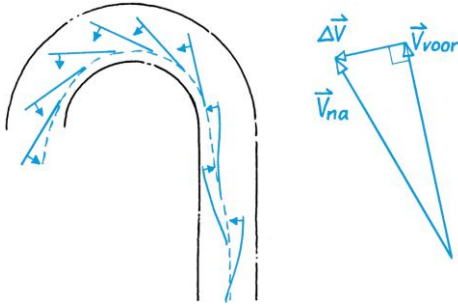
**Pootje over**

Een schaatsenrijder rijdt een testrit. De arbeid die hij per afzet kan leveren is 3,0 J/kg. Bij een snelheid van 10 m/s levert hij 4,0 W/kg om de glij- en luchtweerstand te overwinnen.

**a** Bereken zijn slagfrequentie  $f$  op het rechte eind.

► In de bocht gaat hij ‘pootje over’. Na de bocht is zijn richting 180° gedraaid.

De frequentie van het aantal slagen in de bocht blijkt te worden bepaald door zijn snelheid voor de bocht (10 m/s) en die kan hij dus niet vrij kiezen.



Bij iedere afzet duwt de schaatsenrijder zijn zwaartepunt naar links met  $\Delta v = 2,5$  m/s. Voor kleine  $\alpha$  (in rad) geldt  $\tan \alpha \approx \alpha$  dus  $\Delta v \approx \alpha \cdot v$ .

**b** Bereken  $\alpha$ .

► Het aantal slagen dat nodig is om de bocht te halen noemen we  $n$ .

**c<sup>1</sup>** Bewijs  $n \cdot \alpha = \pi$ .

**c<sup>2</sup>** Bereken  $n$ .

**d<sup>1</sup>** Bewijs  $\pi r = v \cdot nT$  als  $r$  de straal van de bocht is en  $T$  de tijd voor één slag.

**d<sup>2</sup>** Bewijs de ontdekking van bewegingswetenschappers dat in de bocht geldt:

$$\Delta v \cdot f = \frac{v^2}{r} \text{ met } f \text{ het aantal slagen per s.}$$

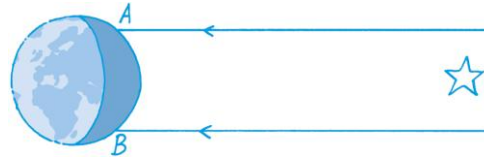
► Om de bocht te volgen, *moet* gereden worden met de frequentie  $f_{\text{bocht}}$  die de formule voorschrijft;  $r = 28$  m.

**e** Laat met een berekening zien dat de opgelegde  $f_{\text{bocht}}$  hoger is dan de slagfrequentie  $f$  op het rechte eind.

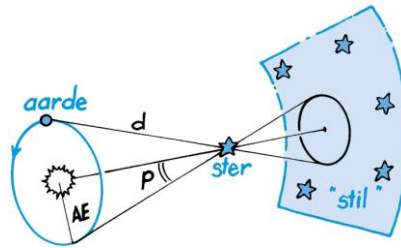
**f** Wat gebeurt er als de schaatser met te grote snelheid de bocht is ingegaan en daardoor de hogere frequentie niet haalt?

**Parallax**

Als je afwisselend met je linker- en je rechteroog naar een boom in de verte kijkt, dan zie je die ten opzichte van de achtergrond verspringen. Hoe sterker de schijnbare beweging, hoe dichtbij die boom staat. Deze beweging ten opzichte van de achtergrond noemen we *parallax*. Net zoals een duif probeert afstanden te schatten door zijn kop te bewegen, is te proberen de afstand tot een ster te schatten door op twee plaatsen van de aarde tegelijk te kijken. Voor praktisch alle sterren is de afstand AB echter te klein om een verschil in richting waar te nemen.



Sterrenkundigen gebruiken de baan van de aarde om de zon om twee metingen te doen die een halfjaar uit elkaar liggen. Dan nog lukt het bij de meeste sterren niet een parallax waar te nemen, want 0,01" (boogseconde) is nog net aantoonbaar; 1° = 60' (boogminuut) en 1' = 60". Sterren die dichtbij staan, lijken een ellips te beschrijven tegen de achtergrond van de vaste sterren omdat de aardbaan ook ellipsvormig is.



Met behulp van het verschijnsel parallax is een sterrenkundige lengte-eenheid gedefinieerd, de parsec:

als  $p = 1''$  dan is  $d = 1$  parsec

**a** Druk de parsec uit in m en in lichtjaar.

**b<sup>1</sup>** Op hoeveel parsec staat Rigil Kent A?

**b<sup>2</sup>** Leg bij deze ster zonder te rekenen uit: is  $p > 1''$  of  $p < 1''$ ?

**b<sup>3</sup>** Bereken  $p$  van Rigil Kent A.