

27 Een polsstokhoogspringer probeert bij een sprong zo veel mogelijk energie uit de aanloop om te zetten in zwaarte-energie. Zie figuur 8.34.

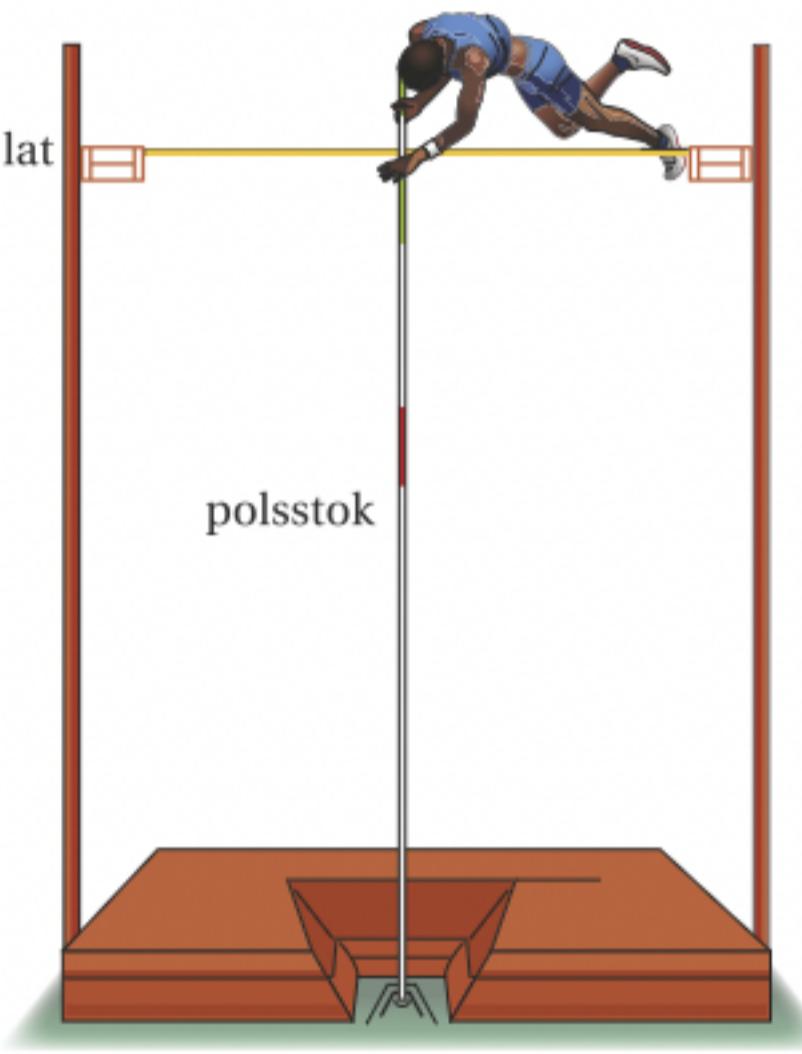
- a Geef alle energievormen die een rol spelen tijdens de aanloop, de sprong en de val op de matras.

Een atleet met een massa van 80 kg maakt een sprong. De stok heeft een massa van 2,3 kg en een lengte van 4,80 m. Tijdens de aanloop bevindt het zwaartepunt van de atleet zich gemiddeld 0,90 m boven de grond.

Ook het zwaartepunt van de stok bevindt zich dan op die hoogte. Vlak voor de afzet is de snelheid van de atleet met de polsstok  $8,8 \text{ m s}^{-1}$ .

Neem verder voor de berekening bij vraag b het volgende aan:

- De polsstok staat na afloop van de afzet verticaal en heeft dan geen snelheid meer.
  - De atleet gaat met een te verwaarlozen snelheid over de lat.
  - Alle energie vlak voor de afzet komt ten goede aan de sprong.
  - De luchtweerstand wordt verwaarloosd.
- b Bereken de hoogte van het zwaartepunt van de springer op het moment dat hij over de lat gaat.



Figuur 8.34

**Opgave 27**

- a De energievormen die een rol spelen, zijn: kinetische energie, zwaarte-energie, veerenergie en warmte.
- b De hoogte van het zwaartepunt van de springer bereken je met de formule van de zwaarte-energie. De zwaarte-energie bereken je met de wet van behoud van energie. Bij de wet van behoud van energie bepaal je eerst de energievormen die van belang zijn.

A (vlak voor de afzet)

De zwaartepunten van atleet en stok bevinden zich op 0,90 m boven de grond.  
De snelheid van de atleet en de stok is  $8,8 \text{ m s}^{-1}$ .  
De zwaarte-energie en de kinetische energie zijn dus van belang.

B (op het hoogste punt)

De zwaartepunten van atleet en stok bevinden zich op 0,90 m boven de grond.  
De snelheid van de atleet en de stok is  $0 \text{ m s}^{-1}$ .  
Alleen de zwaarte-energie is dus van belang.

$$\sum E_{in,A} = \sum E_{ut,B}$$

$$E_{k,atleet} + E_{zw,atleet} + E_{k,stok} + E_{zw,stok} = E_{zw,atleet} + E_{zw,stok}$$

$$\frac{1}{2} \cdot m_{atleet} \cdot v_{A,atleet}^2 + m \cdot g \cdot h_{A,atleet} + \frac{1}{2} \cdot m_{stok} \cdot v_{A,stok}^2 + m \cdot g \cdot h_{A,stok} = m_{atleet} \cdot g \cdot h_{B,atleet} + m_{stok} \cdot g \cdot h_{B,stok}$$

$$m_{atleet} = 80 \text{ kg}$$

$$m_{stok} = 2,3 \text{ kg}$$

$$v_{A,atleet} = v_{A,stok} = 8,8 \text{ m s}^{-1}$$

$$h_{A,atleet} = h_{A,stok} = 0,90 \text{ m}$$

$$g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$$

Als de polsstok horizontaal staat, bevindt het zwaartepunt van de stok zich in het midden van de stok: op de helft van 4,80 m.

$$h_{B,stok} = 2,40 \text{ m}$$

$$\frac{1}{2} \times 80 \times (8,8)^2 + 80 \times 9,81 \times 0,90 + \frac{1}{2} \times 2,3 \times (8,8)^2 + 2,3 \times 9,81 \times 0,90 \\ = 80 \times 9,81 \cdot h_{B,atleet} + 2,3 \times 9,81 \times 2,40$$

$$h_{B,atleet} = 4,91 \text{ m}$$

Afgerond:  $h_{B,atleet} = 4,9 \text{ m}$ .