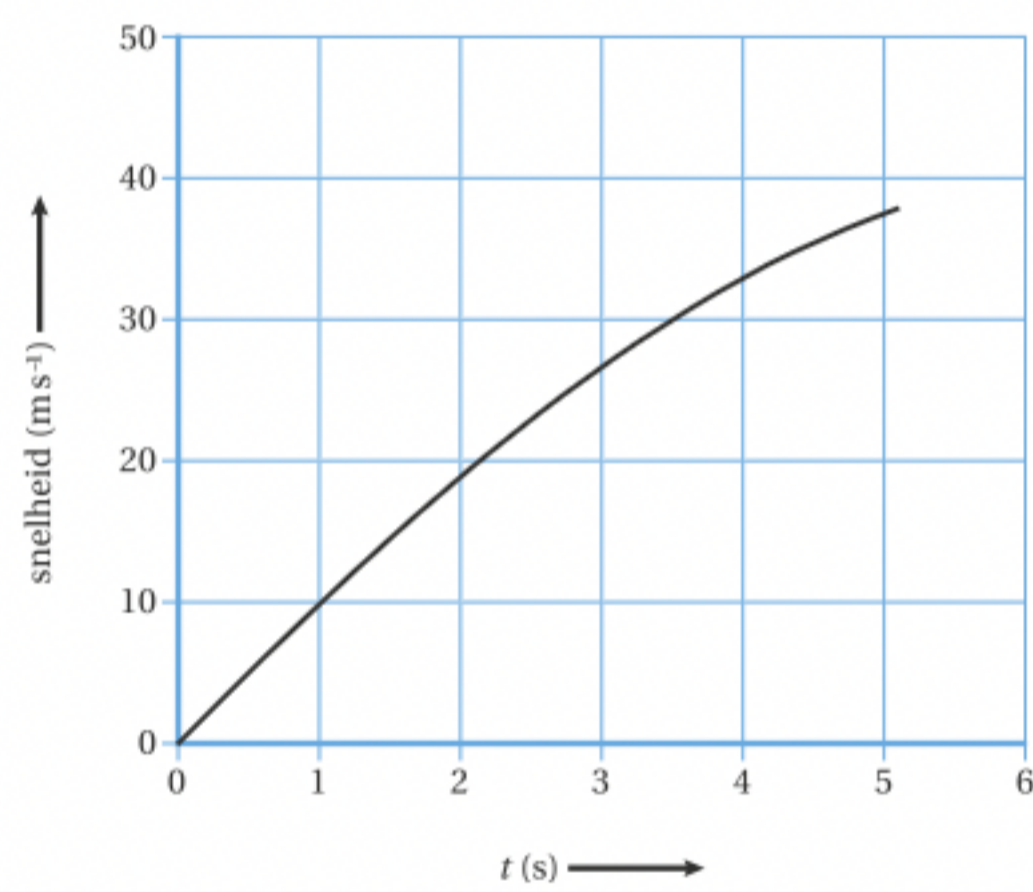


- 25 Om het effect van de zwaartekracht te elimineren, voeren wetenschappers experimenten uit in een capsule die een vrije val maakt. In Bremen staat een valtoeren waarin een capsule over een afstand van 110 m kan vallen. Figuur 8.33 is het (v, t) -diagram van een vallende capsule. Op $t = 5,1$ s heeft de capsule 110 m afgelegd. Aan de grafiek zie je dat de capsule tijdens deze val luchtweerstand ondervindt.

- a Bepaal hoeveel procent van de oorspronkelijke zwaarte-energie na 110 m in warmte is omgezet ten gevolge van de luchtweerstand.
- b Teken in figuur 8.33 hoe de grafiek zou lopen als er helemaal geen luchtweerstand zou zijn. Laat de grafiek eindigen op het tijdstip waarop 110 m is afgelegd.



Figuur 8.33

Opgave 25

- a Het percentage dat is omgezet in warmte bereken je met de zwaarte-energie en de hoeveelheid ontstane warmte.
De zwaarte-energie bereken je met de formule voor de zwaarte-energie.
De hoeveelheid ontstane warmte bereken je met de wet van behoud van energie.
De kinetische energie bereken je met de formule voor de kinetische energie.

Bij de wet van behoud van energie bepaal je eerst de energievormen die van belang zijn.

A (begin van de val)

De capsule bevindt zich op 110 m.
De capsule heeft dan geen snelheid.
Alleen de zwaarte-energie is van belang.

B (einde van de val)

De capsule bevindt zich op 0 m.
De capsule heeft dan wel een snelheid.
Er is luchtweerstand. Dus er is warmte ontstaan.
De kinetische energie en de warmte zijn van belang.

$$E_{zw} = E_k + Q$$

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$v = 38 \text{ m s}^{-1}$ (aflezen op $t = 5,1$ s in figuur 8.33 van het boek)
De massa m is niet gegeven.

$$E_{zw} = m \cdot g \cdot h$$

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

$$h = 110 \text{ m}$$

De massa m is niet gegeven.

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} m \cdot v^2 + Q$$

$$Q = m \cdot g \cdot h - \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$\eta = \frac{Q}{E_{zw}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{m \cdot g \cdot h - \frac{1}{2} m \cdot v^2}{m \cdot g \cdot h} \times 100\% \quad (\text{In elke term boven en onder de deelstreep staat de massa } m.)$$

Deze mag je dan wegstrepen.)

$$\eta = \frac{g \cdot h - \frac{1}{2} \cdot v^2}{g \cdot h} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{9,81 \times 110 - \frac{1}{2} \times 38^2}{9,81 \times 110} \times 100\%$$

$$\eta = 33,09\%$$

Afgerond: $\eta = 33\%$.

- b De steilheid van de grafieklijn bepaal je met behulp van het begrip vrije val.
Het eindpunt van de grafieklijn bepaal je met de snelheid na 110 m zonder luchtweerstand.
De snelheid na 110 m zonder luchtweerstand bereken je met de wet van behoud van energie.

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

A (begin van de val)

Er is alleen zwaarte-energie.

B (einde van de val)

Er is alleen kinetische energie. Er ontstaat geen warmte, want er is geen luchtweerstand.

$$E_{zw,A} = E_{k,B}$$

$$m \cdot g \cdot h_A = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_B^2$$

$$g \cdot h_A = \frac{1}{2} \cdot v_B^2 \quad (\text{Na wegstrepen van } m)$$

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

$$h_A = 110 \text{ m}$$

$$9,81 \times 110 = \frac{1}{2} \cdot v_B^2$$

$$v_B = 46,5 \text{ m s}^{-1}$$

Omdat er geen luchtweerstand is, is de beweging een vrije val.

De steilheid van de raaklijn is dan $9,81 \text{ m s}^{-2}$.

Teken een rechte lijn vanaf de oorsprong tot de snelheid (ongeveer) 46,5 is bereikt.

Zie figuur 8.9.

