

## Heftruck

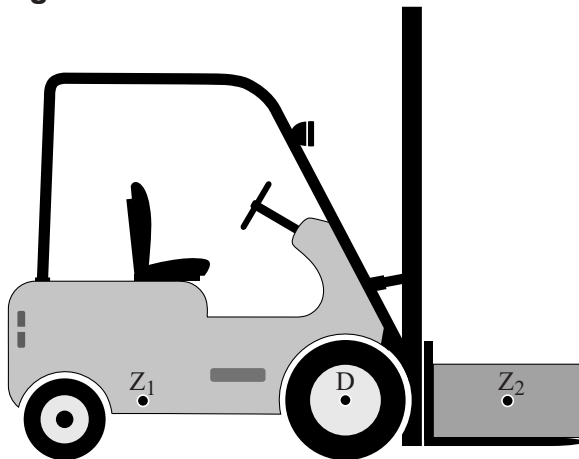
Met een heftruck kunnen zware pakketten worden opgetild en vervoerd. Zie figuur 1.

**figuur 1**



Als een pakket te zwaar is, kantelt de heftruck voorover. Neem aan dat het draaipunt D in de voorste as ligt. Zie figuur 2.

**figuur 2**

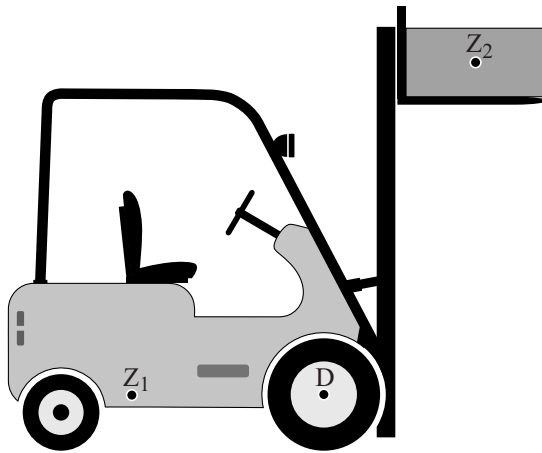


Het zwaartepunt van de heftruck is aangegeven met  $Z_1$  en het zwaartepunt van het pakket met  $Z_2$ . De massa van de heftruck zonder de lading is 3,4 ton. Figuur 2 staat ook vergroot en op schaal op de uitwerkbijlage.

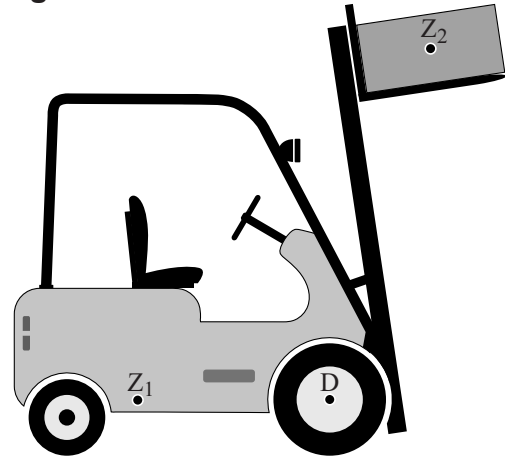
- 3p **5** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage hoe groot de massa van het pakket maximaal mag zijn voordat de heftruck gaat kantelen.

Een heftruck heeft een lift om pakketten hoog weg te kunnen zetten. In figuur 3 is het pakket door de lift verticaal omhoog getild. In figuur 4 is de lift een beetje schuin gezet.

**figuur 3**



**figuur 4**



De heftruck staat stil in beide situaties. Het risico voor de heftruck om voorover te kantelen neemt door het schuin zetten van de lift af.

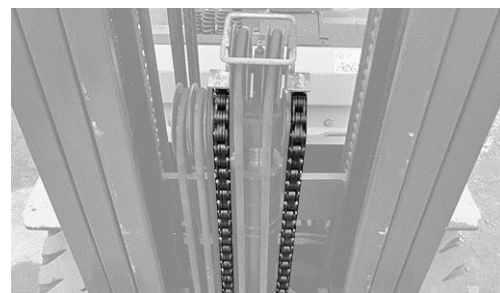
- 1p 6 Welke van de volgende stellingen geeft hiervoor de juiste reden?
- A De arm van de kracht op de lading is kleiner geworden.
  - B De normaalkracht op de voorwielen is groter geworden.
  - C De normaalkracht op het pakket is afgenomen.
  - D De plaats van het zwaartepunt  $Z_1$  van de heftruck is richting het draaipunt verschoven.

Tijdens het rijden en het remmen mag het pakket niet van de lift afschuiven. Vergelijk de stand van de lift in figuren 3 en 4 met elkaar.

- 1p 7 Geef een natuurkundige reden waarom het pakket tijdens het remmen in figuur 3 eerder van de lift schuift dan in figuur 4.

De lift wordt omhoog getrokken door 2 kettingen. Zie figuur 5. Een ketting is gemaakt van schakels. Iedere schakel bestaat uit 2 staalplaatjes. De treksterkte van een ketting is gelijk aan de totale treksterkte van die staalplaatjes in een schakel. Op de uitwerkbijlage staan op ware grootte een vooraanzicht en zijaanzicht van de 2 kettingen. Met een lijn is aangegeven waar de schakels breken bij te zware belasting. Op de uitwerkbijlage staat ook het spanning-rekdiagram van de gebruikte staalsoort.

**figuur 5**



- 5p 8 Bepaal de maximale (span)kracht die de kettingen samen kunnen uitoefenen zonder blijvend te vervormen.

De heftruck wordt gebruikt om identieke pakketten te stapelen in een magazijn.

De lift tilt ieder pakket in (gemiddeld) 7,0 s recht omhoog met een snelheid van  $0,44 \text{ m s}^{-1}$ . Eén pakket heeft een massa van  $2,0 \cdot 10^3 \text{ kg}$ .

Het elektrische vermogen van de lift is 11 kW.

- 3p 9 Bereken het rendement van de lift.

De lift is aangesloten op een accu waarop staat: 48 V; 400 Ah. Deze 400 Ah betekent: de accu kan 400 uur lang een stroom leveren van 1 A, 200 uur lang 2 A, enzovoort.

- 3p 10 Bereken hoe lang de lift kan werken als begonnen wordt met een volle accu.

Heftrucks worden ook gebruikt om via een helling vrachtwagens te laden. Zie figuur 6.

**figuur 6**



De zwaartekracht op de heftruck met lading is  $5,3 \cdot 10^4 \text{ N}$ . De hoek van de helling met de (horizontale) grond is  $11^\circ$ . De heftruck rijdt met een constante snelheid tegen de helling omhoog.

- 2p 11 Bereken de grootte van de kracht die de motor dan minimaal moet leveren.