

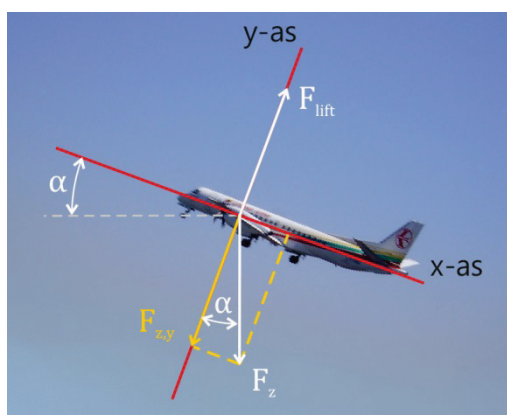
## Stappenplan

1. Kies een assenstelsel (zoek de “relevante” richting).
2. Teken alle relevante krachten (die krachten die niet  $90^\circ$  op de “relevante” richting staan).
3. Ontbind alle relevante krachten langs de “relevante” richting.
4. Bepaal de resulterende kracht in de “relevante” richting.
5. Pas de wetten van Newton toe.

### Opgave: Opstijgend vliegtuig

- a) Deze opgave biedt de mogelijkheid om met de keuze voor verschillende relevante richtingen tot de goede oplossing te komen.

Keuze 1: De relevante richting evenwijdig aan  $F_{\text{lift}}$ .

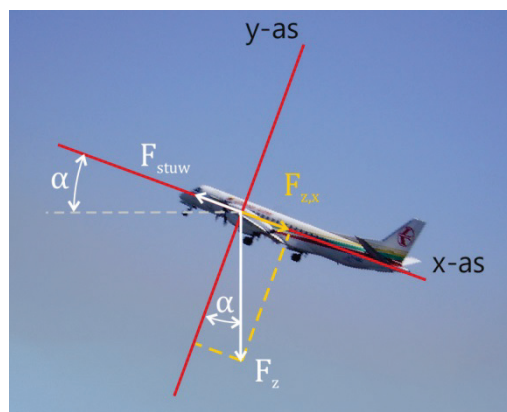


$$\begin{aligned}
 1) F_r &= 0 \text{ N} \\
 2) F_r &= F_{\text{lift}} - F_{z,y} \\
 * F_{\text{lift}} &= 700 \cdot 10^3 \text{ N} \\
 * F_{z,y}: \quad \cos(21) &= \frac{F_{z,y}}{F_z} \\
 * F_z &= m \cdot g = m \cdot 9,81 \\
 \Rightarrow F_{z,y} &= m \cdot 9,81 \cdot \cos(21) = 9,158 \cdot m
 \end{aligned}$$

Invullen

$$\begin{aligned}
 \Rightarrow 0 &= 700 \cdot 10^3 - 9,158 \cdot m \\
 \Rightarrow m &= 7,643 \cdot 10^4 = 7,6 \cdot 10^4 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Keuze 2: De relevante richting evenwijdig aan  $F_{\text{stuw}}$ .

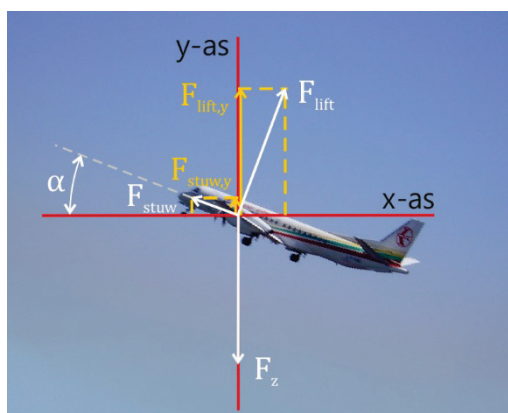


$$\begin{aligned}
 1) F_r &= 0 \text{ N} \\
 2) F_r &= F_{\text{stuw}} - F_{z,x} \\
 * F_{\text{stuw}} &= 268 \cdot 10^3 \text{ N} \\
 * F_{z,x}: \quad \sin(21) &= \frac{F_{z,x}}{F_z} \\
 * F_z &= m \cdot g = m \cdot 9,81 \\
 \Rightarrow F_{z,x} &= m \cdot 9,81 \cdot \sin(21) = 3,516 \cdot m
 \end{aligned}$$

Invullen

$$\begin{aligned}
 \Rightarrow 0 &= 268 \cdot 10^3 - 3,516 \cdot m \\
 \Rightarrow m &= 7,622 \cdot 10^4 = 7,6 \cdot 10^4 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Keuze 3: De relevante richting evenwijdig aan  $F_z$ .



$$1) F_r = 0 \text{ N}$$

$$2) F_r = F_{\text{stuw},y} + F_{\text{lift},y} - F_z$$

$$\begin{aligned} * F_{\text{stuw},y}: \quad \sin(21) &= \frac{F_{\text{stuw},y}}{F_z} \\ * F_{\text{lift}} &= 268 \cdot 10^3 \text{ N} \\ \Rightarrow F_{\text{lift},y} &= 9,604 \cdot 10^4 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} * F_{\text{lift},y}: \quad \cos(21) &= \frac{F_{\text{lift},y}}{F_z} \\ * F_{\text{lift}} &= 700 \cdot 10^3 \text{ N} \\ \Rightarrow F_{\text{lift},y} &= 6,535 \cdot 10^5 \text{ N} \end{aligned}$$

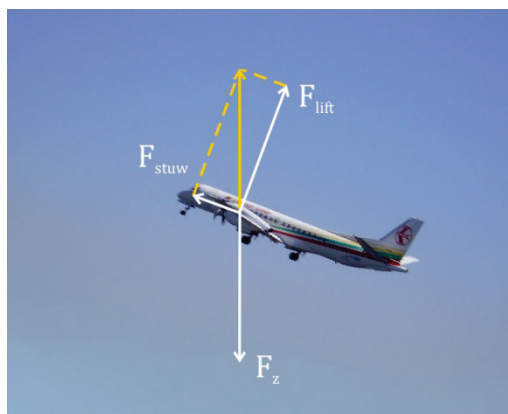
$$\begin{aligned} * F_z &= m \cdot g = m \cdot 9,81 \\ \Rightarrow F_r &= 7,495 \cdot 10^5 - m \cdot 9,81 \end{aligned}$$

Invullen

$$\Rightarrow 0 = 7,495 \cdot 10^5 - m \cdot 9,81$$

$$\Rightarrow m = 7,641 \cdot 10^4 = 7,6 \cdot 10^4 \text{ kg}$$

Keuze 4: Helemaal geen relevante richting.



$$1) \vec{F}_r = 0 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} 2) \vec{F}_r &= \vec{F}_{\text{stuw}} + \vec{F}_{\text{lift}} + \vec{F}_z \\ * F_{\text{stuw}} &= 268 \cdot 10^3 \text{ N} \\ * F_{\text{lift}} &= 700 \cdot 10^3 \text{ N} \end{aligned}$$

Met andere woorden de resulterende kracht van  $F_{\text{stuw}}$  en  $F_{\text{lift}}$  is even groot als en tegengesteld gericht aan  $F_z$ . Met Pythagoras levert dat:

$$\Rightarrow F_z = \sqrt{F_{\text{stuw}}^2 + F_{\text{lift}}^2}$$

$$\Rightarrow F_z = \sqrt{(268 \cdot 10^3)^2 + (700 \cdot 10^3)^2}$$

$$\Rightarrow F_z = 7,495 \cdot 10^5 \text{ N}$$

$$\Rightarrow m \cdot 9,81 = 7,495 \cdot 10^5$$

$$\Rightarrow m = 7,641 \cdot 10^4 = 7,6 \cdot 10^4 \text{ kg}$$

Tijdens een toets kun je natuurlijk volstaan met één van deze keuzes, want ze zijn alle vier correct. De vierde mogelijkheid werkt natuurlijk alleen als Pythagoras toepasbaar is. Dat wil zeggen er zijn twee krachten nodig die  $90^\circ$  op elkaar staan, zoals in dit geval  $F_{\text{stuw}}$  en  $F_{\text{lift}}$ .

- b) Het vliegtuig stijgt met constante snelheid. Het vliegtuig beweegt dus eenparig rechtlijnig.

Het gaat om een verticale stijging van 500 m. Neem dus de verticale richting als relevante richting. Dat betekent dat alleen de y-component van de snelheid relevant is voor de beantwoording van de vraag.

Dus er geldt:

- 1)  $s = v \cdot t$
- 2)  $v = \text{constant}$
- 3)  $a = 0 \text{ m/s}^2$

Invullen

$$\Rightarrow 1) 500 = v \cdot t$$

$$2) v_y: \sin(\alpha) = \frac{v_y}{v} = \frac{500}{s}$$

$$* v = \frac{300}{3,6} = 83,33 \text{ m/s}$$

$$\Rightarrow v_y = 29,86 \text{ m/s}$$

$$3) a = 0 \text{ m/s}^2$$

$$\Rightarrow 1) 500 = 29,86 \cdot t$$

$$\Rightarrow t = 16,74 = 17 \text{ s}$$

$$2) v = 29,86 \text{ m/s}$$

$$3) a = 0 \text{ m/s}^2$$

Het vliegtuig heeft dus 17 s nodig om 500 m te stijgen.

