

Als in een antwoord gebruik is gemaakt van *Binas* dan bestaat de mogelijkheid dat jij een andere editie gebruikt dan wij. Daardoor kunnen antwoorden een beetje afwijken.

---

## Hoofdstuk 2

---

- 30 b** Het eerste half uur beweegt de shuttle eenparig  $\Rightarrow \Sigma F = 0 \text{ N}$ .  
 De kracht van de motoren compenseert de zwaartekracht. (Zie de toelichting hierna.)  $-7,7 \cdot 10^5 \text{ N}$   
 $F_z = 78 \cdot 10^3 \cdot 9,81 = 7,65 \cdot 10^5 \text{ N} \Rightarrow F_{\text{rem}} = -7,7 \cdot 10^5 \text{ N}$
- 
- c** De vraag is veranderd. Er wordt nu naar de resultante gevraagd die tijdens de blackout voor de snelheidsvermindering zorgt.  $-3,4 \cdot 10^5 \text{ N}$   
 $a = rc$  van de rechte lijn =  $\Delta v / \Delta t = -23 \cdot 343 / (30 \cdot 60) = -4,38 \text{ m/s}^2 \Rightarrow$   
 $\Sigma F = ma = 78 \cdot 10^3 \cdot (-4,38) = -3,41 \cdot 10^5 \text{ N}$
- 

### Toelichting bij deze opgave.

Via Google hebben we de volgende interessante links en plaatjes gevonden:

<https://www.grc.nasa.gov/www/BGH/hihyper.html>

<https://www.physicsforums.com/threads/why-the-angle-of-attack-is-40-degrees-for-shuttle-started-to-enentry.1972/>

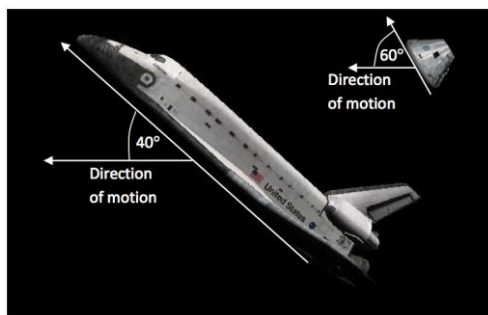
**Bij vraag b:** Als de daling wordt ingezet, wordt hij eerst achterste-voren gedraaid zodat hij met zijn stuwketten kan remmen. In het laatste plaatje hieronder zie je dat de hoogte afneemt en de snelheid constant blijft. De kracht van de raketten compenseert dan de zwaartekracht.

**Bij vraag c:** Aan het einde van dat halve uur wordt de shuttle weer met zijn neus naar voren gedraaid en vanaf dat moment komt hij in een glijvlucht naar beneden.

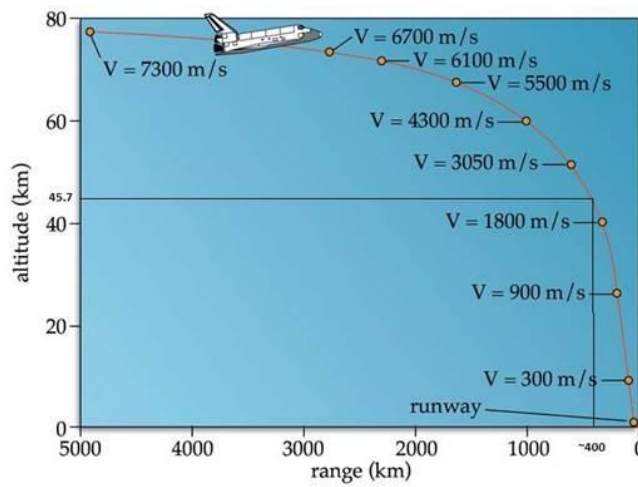
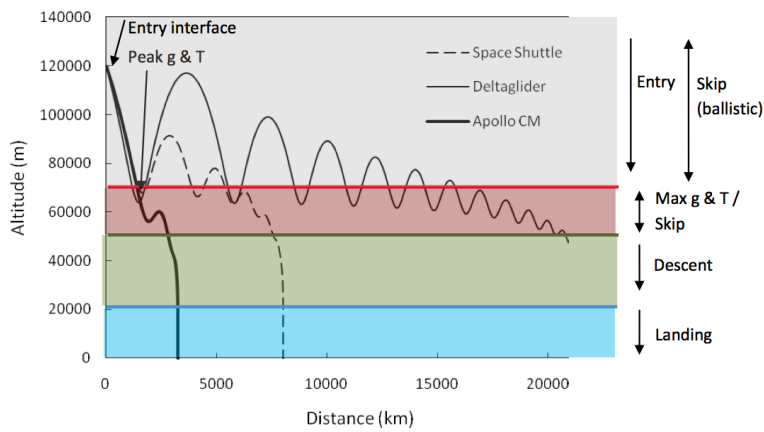
De shuttle is een baksteen met vleugeltjes. De  $40^\circ$  uit het volgende plaatje wordt teruggebracht tot  $20^\circ$  en daarna tot ongeveer  $4^\circ$ . Deze hoeken slaan op de stand van de shuttle, de snelheid is praktisch horizontaal, namelijk ongeveer  $5000 \text{ km}$  bij een daling van  $50 \text{ km}$ ! Dat wil zeggen langs het aardoppervlak zo'n  $1/8$  van de omtrek van de aarde.

De afremming vindt nu plaats door de weerstand van de lucht.

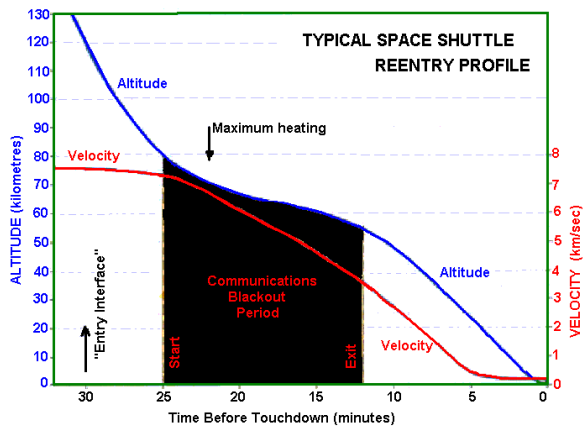
De luchtweerstand zorgt ook voor een verticale component die de zwaartekracht compenseert.



[http://www.orbiterwiki.org/wiki/GPIS\\_6:\\_Reentry\\_](http://www.orbiterwiki.org/wiki/GPIS_6:_Reentry_) :



Deze rode lijn is de bron geweest voor de opgave. De grafiek in het boek is een vereenvoudiging.



---

**Hoofdstuk 7**

---

- 17 c De grondtoon is 110 Hz ( $\ell = \frac{1}{2}\lambda$ ) . De 1<sup>e</sup> boventoon is  $2 \cdot 110 = 220$  Hz ( $\ell = \lambda$ ) en de 2<sup>e</sup> boventoon  $3 \cdot 110 = 330$  Hz ( $\ell = 1\frac{1}{2}\lambda$ ) en de 3<sup>e</sup> boventoon  $4 \cdot 110 = 440$  Hz ( $\ell = 2\lambda$ ). 0,33 m  
De snaar is dan  $2\lambda$  lang. Dus:  $2\lambda = 0,65$  m  $\Rightarrow \lambda = 0,325$  m
-