

**1 Een steen op de maan**

Een astronaut stopt zijn jeep om een steen van 0,76 kg op te rapen.

- a** Welke kracht is daar minstens voor nodig?  
**b** Bereken de versnelling als hij hem oppraapt met een spierkracht van 2,50 N.  
 ► Hij staat op een paar meter afstand en overweegt de steen in de achterbak van de jeep te gooien.  
**c** Waarom zal hij te hard gooien? Leg uit.

**2 De maanjeep**

De maanjeep van 480 kg trekt in 5,8 s op tot 54 km/h bij een wrijvingskracht van 150 N.

- a**<sup>1</sup> Bereken de versnelling.  
**a**<sup>2</sup> Bereken de kracht van de motor.  
 ► Tijdens het versnellen rijdt de jeep over een hobbel. Op dat moment komt de maansteen los uit de achterbak van de jeep.



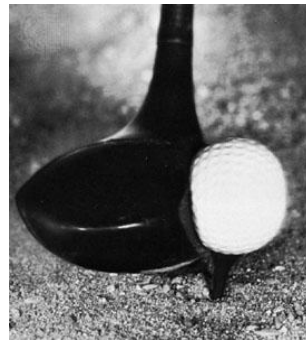
- b** Valt de steen in een rechte lijn omlaag of beweegt de steen in een kromme baan achter de jeep aan? Leg uit.  
 ► Hij besluit een grotere steen (70 kg) aan een kabel te slepen. De wrijvingskracht blijkt 150 N te zijn.  
**c** Bereken de sprankracht in de kabel als de versnelling nu  $2,5 \text{ m/s}^2$  is.

**3 Golf op de maan**

Apollo 14 astronaut Al Shepard heeft in 1971 voor de grap op de maan een golfbal (47 gram) weggeslagen. Hij deed dat met een eigen-gemaakte golfstok 'ijzer 6' en sloeg de bal 'for miles and miles and miles'. Op aarde haal je met dezelfde stok maximaal 150 m.

Dat je zo ver kunt slaan komt voor een deel doordat de golfbal kleine, ondiepe putjes heeft.

- a** Waarom kan dat op de maan geen voordeel opleveren?  
**b** Bereken de kracht van de maan op de golfbal tijdens de vlucht.  
 ► Op de foto is te zien hoe een golfbal vervormt als je er (op aarde) met een 'driver' hard tegenaan slaat. De contacttijd tussen stok en bal is 1,3 ms. De snelheid waarmee de bal wegvliegt is 65 m/s.



- c** Bereken de (gemiddelde) kracht van de stok op de bal.

---

De antwoorden staan op de volgende pagina's.

## De antwoorden van de toets

## 1 Een steen op de maan

---

**a**  $F_{spier} = F_{z,maan} = m \cdot g_{maan} = 0,76 \cdot 1,63 = 1,23.. = 1,2 \text{ N}$

---

**b**  $\Sigma F = F_{spier} - F_z = 2,50 - 1,23.. = 1,26.. \text{ N}$

$$\Sigma F = m \cdot a \Rightarrow 1,26.. = 0,76 \cdot a \Rightarrow a = \frac{1,26..}{0,76} = 1,65.. = 1,7 \text{ m/s}^2$$


---

- c** De astronaut gooit de steen schuin omhoog, zodat die met een boog in de jeep zal vallen. Maar als de voorwaartse snelheid even groot is als op aarde zal de steen over de jeep heen vliegen, want door de geringere zwaartekracht op de maan daalt de steen daar niet zo snel als op aarde.
- 

## 2 De maanjeep

---

**a**<sup>1</sup>  $v = 54 \text{ km/h} (\div 3,6) = 15 \text{ m/s}$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{15}{5,8} = 2,58.. = 2,6 \text{ m/s}^2$$


---

**a**<sup>2</sup>  $\Sigma F = F_{motor} - F_w = m \cdot a$

$$\Rightarrow F_{motor} - 150 = 480 \cdot 2,58.. \Rightarrow F_{motor} = 480 \cdot 2,58.. + 150 = 1391,.. = 1,4 \cdot 10^3 \text{ N}$$


---

**b**



- c** Horizontaal gerichte krachten op de steen:

$$\Sigma F = F_{span} - F_w = m \cdot a$$

$$\Rightarrow F_{span} - 150 = 70 \cdot 2,5 \Rightarrow F_{span} = 70 \cdot 2,5 + 150 = 325 \text{ N} = 3,3 \cdot 10^2 \text{ N}$$


---

## 3 Golf op de maan

- a** Die putjes beïnvloeden de wrijving met de lucht. Op de maan is geen dampkring, dus heb je daar niets aan die putjes.
- 

**b**  $F_z = m \cdot g_{maan} \Rightarrow F_z = 47 \cdot 10^{-3} \cdot 1,63 = 7,66.. \cdot 10^{-2} = 7,7 \cdot 10^{-2} \text{ N}$  (tabel 31 voor  $g_{maan}$ )

---

**c**  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{65 \text{ m/s}}{1,3 \cdot 10^{-3} \text{ s}} = 5,0 \cdot 10^4 \text{ m/s}^2 \Rightarrow F = 47 \cdot 10^{-3} \cdot 5,0 \cdot 10^4 = 2,35 \cdot 10^3 \text{ N}$

---