

Deze examentoets en uitwerkingen vind je op [www.agtjensen.nl](http://www.agtjensen.nl)

Bij het et krijg je in 100 minuten ongeveer 22 vragen

**Et3 stof vwo6 volgens het PTA:**

Onderwerpen uit samengevat:

Rechthoekige beweging

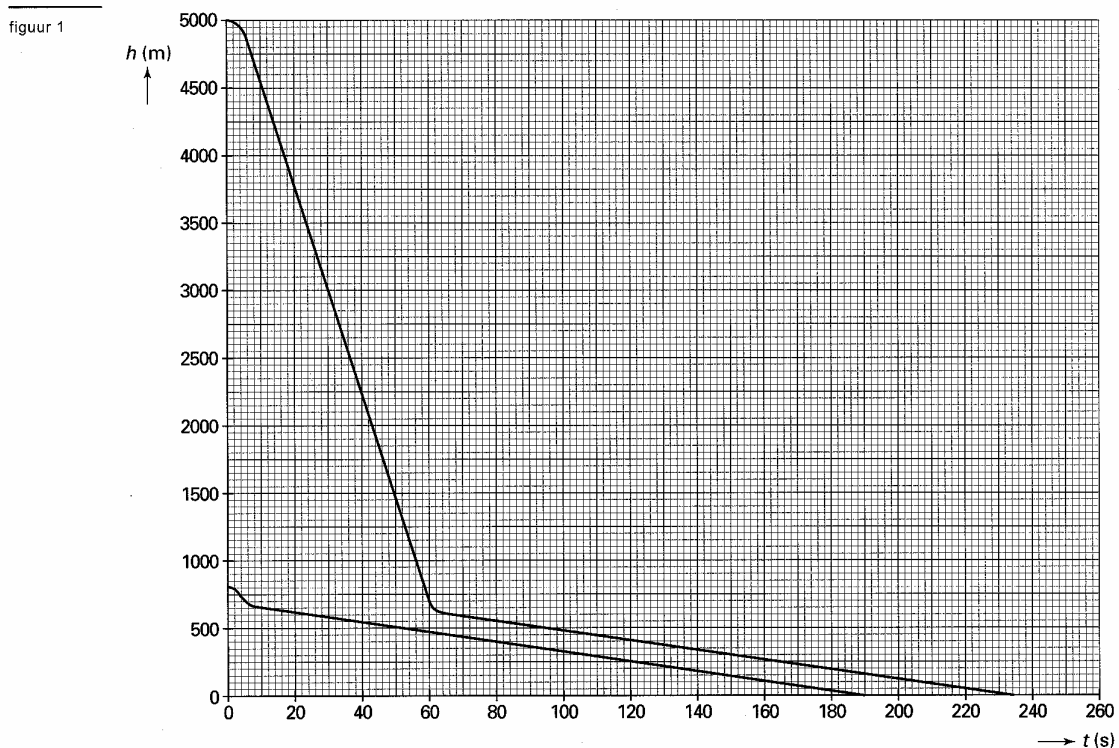
Kracht en moment

Arbeid en energie

Kromlijnige beweging

**Opgave 1. Parachute**

Joyce wil weten hoe een parachutesprong verloopt. Zij vraagt een ervaren parachutist om inlichtingen. Deze laat de (hoogte, tijd)-grafieken zien van twee van zijn sprongen. In het diagram van figuur 1 zijn beide  $(h,t)$ -grafieken weergegeven.



Eén sprong is vanaf 5000 m hoogte en één sprong vanaf 800 m. Bij beide sprongen ging de parachute open op een hoogte van 700 m.

Joyce merkt dat de parachutist met een 'vrije val' niet hetzelfde bedoelt als wat daarover in haar natuurkundeboek staat. De parachutist bedoelt er het gedeelte van een val mee waarbij de parachute nog niet is geopend.

De val van 5000 m naar 700 m duurt langer dan wanneer het een vrije val volgens het natuurkundeboek zou zijn.

- Bepaal hoeveel langer.
- Bepaal met figuur 1 de snelheid waarmee de parachutist neerkomt.

We bekijken de sprong vanaf 5000 m hoogte.

- Leg uit of de wrijvingskracht op de parachutist (plus parachute) op een hoogte van 1500 m groter dan, kleiner dan of gelijk aan de wrijvingskracht op 500 m is.

**Opgave 2. Een bootje op het strand.**

Een bootje van 80 kg ligt op het zand. Je trekt met 100 N aan het touw dat aan het bootje zit. De wrijvingskracht is 40 N. Zie figuur 2a.

- a. Bereken de versnelling.
- b. Bereken de normaalkracht.

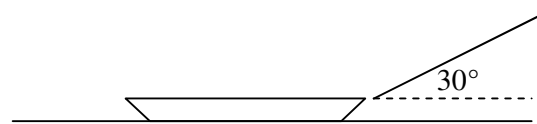


Fig. 2a

In plaats van te trekken kun je de boot ook (weer onder een hoek van 30°) vooruit duwen. De wrijvingskracht is evenredig met de normaalkracht. Zie figuur 2b.

- c. Bereken opnieuw de versnelling.

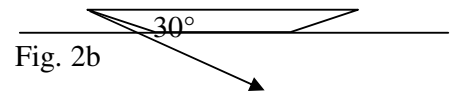


Fig. 2b

**Opgave 3. Een balk schuin houden.**

Een homogene balk van 10 kg en 2,20 m lengte wordt door spierkracht F in evenwicht gehouden. Zie figuur 3. De balk maakt een hoek van 30° met de grond. De tekening is niet op schaal.

- a. Geef de arm van F en de arm van de zwaartekracht aan. Bepaal de grootte van de arm van kracht F en bereken de grootte van de arm van de zwaartekracht.
- b. Bereken de grootte van kracht F.

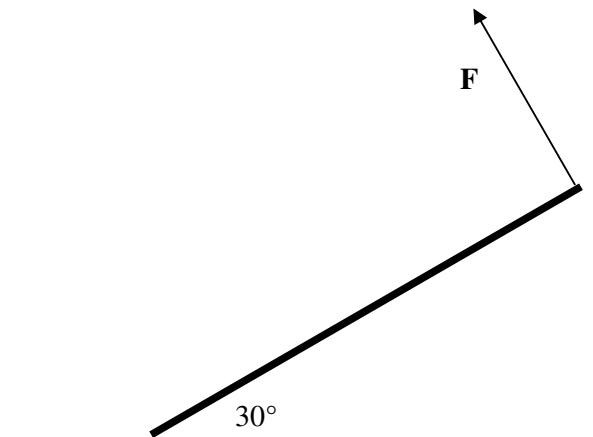


Fig. 3

**Opgave 4. De waterkrachtcentrale van het Itaipu stuwmeer.**

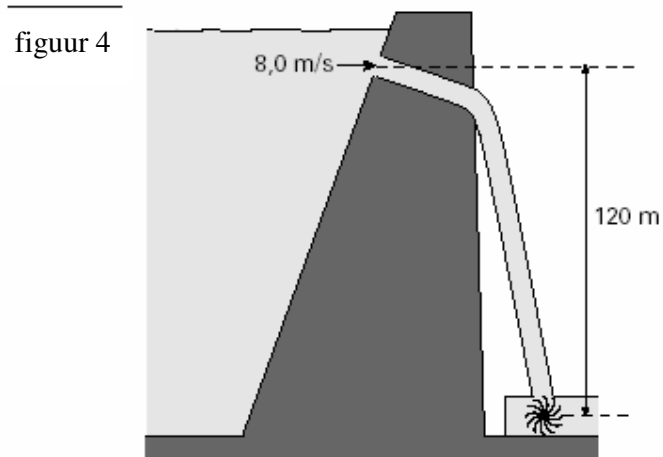
Op de grens van Brazilië en Paraguay ligt de waterkrachtcentrale van Itaipu. De stuwdam is een van de grootste ter wereld.

In het topjaar 2000 heeft de centrale  $3,3 \cdot 10^{17}$  J elektrische energie opgewekt.

Het water dat een generator aandrijft, stroomt een pijp in met een snelheid van 8,0 m/s en doorloopt een hoogteverschil van 120 m. Zie figuur 4.

Per seconde stroomt er  $690 \cdot 10^3$  kg water met 8,0 m/s de pijp in. De snelheid van het water achter het schoepenrad is te verwaarlozen.

- a. Bereken hoeveel generatoren er gemiddeld in bedrijf zijn.
- b. Bereken de kinetische energie van deze hoeveelheid water als het op het schoepenrad valt. Houd geen rekening met wrijving.
- c. Bereken het rendement waarmee de generator de kinetische energie en zwaarte-energie van het water omzet in elektrische energie.



figuur 4

Als het stuwmeer te vol raakt worden

er schuiven geopend. Een elektromotor trekt dan een schuif(deur) van  $90 \cdot 10^3$  kg 10,0 m omhoog met een constante snelheid van 0,010 m/s. De wrijvingskracht is  $1,0 \cdot 10^4$  N.

- d. Bereken de arbeid die daarbij door de elektromotor wordt verricht.
- e. Bereken het vermogen van de elektromotor.

**5. Baseball.**

Je gooit een baseball horizontaal weg van 1,50 m hoogte. Op 10,0 m afstand tref je de catcher op 0,80 m hoogte. Verwaarloos de luchtweerstand.

- Bereken de tijd die de bal er over doet om de catcher te bereiken.
- Bereken de snelheid waarmee de bal is weggegooid.
- Bereken onder welke hoek (met de grond) de bal in de handschoen van de catcher terecht komt.

**6. Een helling af rijden.**

Je rijdt zonder te trappen een helling af. Zie figuur 6. De hellingshoek is  $5,0^\circ$ . Je bent (samen met de fiets) 100 kg.

Er is geen spierkracht maar wel 10 N wrijvingskracht.

- Bereken de versnelling.
- Bereken de normaalkracht.

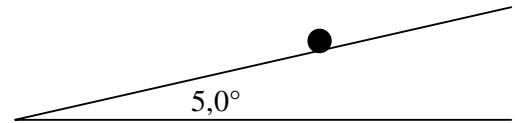


Fig. 6

**7. Rondjes fietsen.**

Je rijdt met de fiets (in totaal 110 kg) met een constante snelheid van 8,0 m/s. De rolweerstand is 5,0 N en de luchtweerstand is 10 N.

- Beredeneer hoe groot de stuwkracht moet zijn.

Je rijdt nu rondjes met een straal van 20 m.

- Bereken de dwarswrijving in de bocht.
- Bereken de omlooptijd.

Je slingert je sleutelbos van 100 gram rond aan een touw in een zogenaamde looping waarbij de middelpuntzoekende kracht 1,5 N is. Zie figuur 7d.

- Bereken de spankracht in het onderste punt.

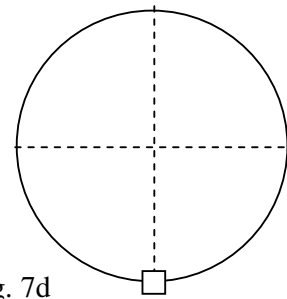


Fig. 7d

**8. De massa van de aarde.**

De maan draait in 27,3 dagen om de aarde. De afstand aarde maan is  $384 \cdot 10^6$  m. Bereken de massa van de aarde.

**9. Tegen de vangrail**

Een auto rijdt met 30 m/s tegen een vangrail. De passagier van 100 kg heeft een gordel en komt in 0,05 s tot stilstand. Zie figuur 9.

- Bepaal de kracht die de gordel op de passagier uitoefent.
- Bepaal de afstand die de passagier aflegt tijdens het vertragen.

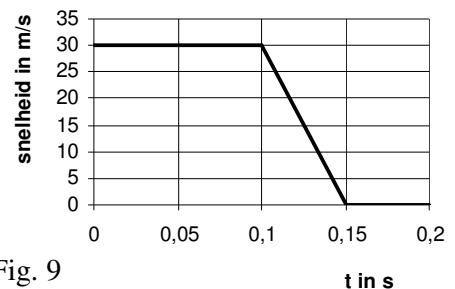


Fig. 9

----- *Einde* -----

**Uitwerking examentoets et3 vwo 6**

Als je de oplosmethode niet ziet gebruik dan **SPA** (Systematische Probleem Aanpak). Noteer:

**Geg.:** Gebruik symbolen en een tekening.

**Gevr.** Gebruik symbolen en de tekening.

**Opl.:** Bedenk wat het onderwerp is en zoek in BINAS de formules die bij dat onderwerp horen.

**Opgave 1. De parachute**

a. Geg.: Vrije val dus  $a = g = 9,81$  en  $s = 1/2at^2$

Gevr.:  $t$

Opl.:  $s(t) = 5000 - 700 = 4300$ ,  $4300 = 1/2 \cdot 9,81 \cdot t^2 \rightarrow t = 29,61$  s.

In werkelijkheid duurt het 60 s, dat is  $60,0 - 29,61 = 30,4$  s langer.

b.  $v = r.c.$  van de (rechte) grafiek =  $500 / (234 - 96) = 3,6$  m/s

(Welke grafiek je gebruikt maakt niet uit; de r.c. van het rechte stuk is hetzelfde).

- c.
- Op 1500 m hoogte is de s-t grafiek recht dus  $v = r.c.$  is constant. Dus de krachten heffen elkaar op:  $\rightarrow F_w = F_z$ .
  - Op 500 m hoogte is de s-t grafiek ook recht dus  $v$  is constant. Dus  $F_w = F_z$ .
  - $F_w$  is in beide gevallen gelijk aan  $F_z$  dus in beide gevallen heeft  $F_w$  dezelfde waarde!

**Opgave 2. Een bootje op het zand.**

a. - Zie figuur 2a. Teken eerst de krachten ( $F$ ,  $F_z$ ,  $F_n$  en  $F_w$ ) en ontbind  $F$  in een kracht naar rechts ( $F_x$ ) en naar boven ( $F_y$ ).

- Bereken  $F_x$ :

$$\cos 30^\circ = F_x / 100 \rightarrow F_x = 86,6 \text{ N}$$

-  $F_r = m \cdot a \rightarrow F_x - F_w = m \cdot a$

$$\rightarrow 86,6 - 40 = 80 \cdot a$$

$$\rightarrow a = 0,58 \text{ m/s}^2$$

b. - De component van  $F$  langs de y-as berekenen:

$$\sin 30^\circ = F_y / 100 \rightarrow F_y = 50 \text{ N}$$

- Langs de y-as heffen de krachten elkaar op anders zou hij door het vlak zakken of opstijgen . . .

-  $F_z$  berekenen:  $F_z = m \cdot g = 80 \cdot 9,81 = 785 \text{ N}$

-  $F_n + F_y$  (totale kracht omhoog) =  $F_z$  (totale kracht omlaag)

$$F_n + 50 = 785$$

$$F_n = 735 = 7,4 \cdot 10^2 \text{ N}$$

c. - Ook nu is  $F_y = 50 \text{ N}$  maar *omlaag* gericht.

$F_z$  blijft 785 N

-  $F_n$  (omhoog) =  $F_y + F_z$  (beiden omlaag) =  $50 + 785 = 835 \text{ N}$ .

- Gegeven is dat als  $F_n = 735 \text{ N}$  dan is  $F_w = 40 \text{ N}$ .

$F_n$  en  $F_w$  zijn evenredig.

$F_n$  is  $835/735$  keer zo groot geworden dus  $F_w$  ook.

$$\rightarrow F_w = 835/735 \cdot 40 = 45,4 \text{ N}$$

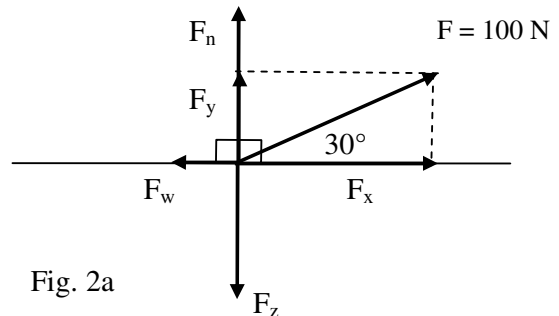


Fig. 2a

De berekening van de versnelling verloopt net zoals bij vraag a:

$$F_r = m \cdot a \rightarrow F_x - F_w = m \cdot a \rightarrow 86,6 - 45,4 = 80 \cdot a$$

$$a = 0,515 = 0,52 \text{ m/s}^2 \text{ Je kunt dus beter schuin omhoog trekken dan omlaag duwen.}$$

**Opgave 3. Een balk schuin houden.**

- a. - Zie figuur 3a. De beide werklijnen zijn aangegeven met een streeplijn. Z is het midden van de balk. De arm is de loodrechte afstand van draaipunt tot werklijn van de kracht.  
 $r_2$  is de arm van  $F_z$  en  $r_1$  is de arm van  $F_1$
- $r_1 = 2,20$  m (gegeven)
  - $r_2$  berekenen:  
 $\cos 30^\circ = r_2/AZ \rightarrow \cos 30^\circ = r_2/1,10$   
 $\rightarrow r_2 = 0,95$  m
- b. Hefboomwet:  $F_1 \cdot r_1 = F_2 \cdot r_2$  wordt hier  $F \cdot r_1 = F_z \cdot r_2$  en  $F_z = m \cdot g = 10 \cdot 9,81 = 98,1$  N gebruiken:  
 Invullen:  $F \cdot 2,20 = 98,1 \cdot 0,95$   
 $\rightarrow F = 42$  N

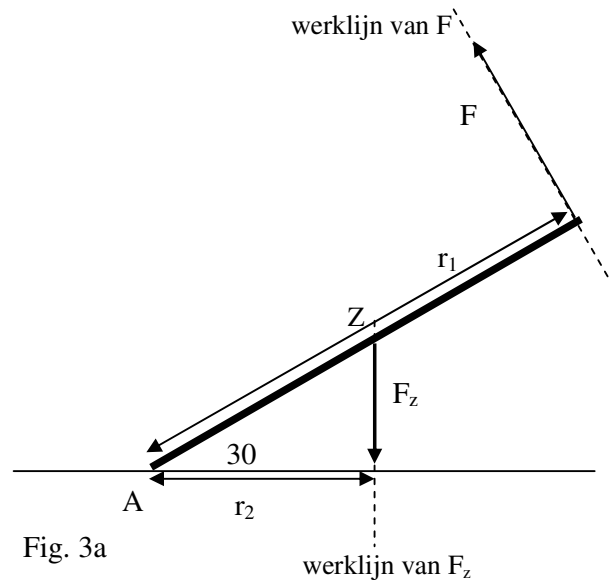


Fig. 3a

**Opgave 4 De waterkrachtcentrale van Itaipu.**

- a. Geg.:  $E = 3,3 \cdot 10^{17}$  J elektrische energie.  $P = 7,0 \cdot 10^5$  kW =  $7,0 \cdot 10^8$  W en  $t = 1$  jaar =  $3,15 \cdot 10^7$  s.  
 Gevr. Hoeveel generatoren zijn gemiddeld in bedrijf geweest.  
 Opl. Eén generator levert  $E = P \cdot t = 7,0 \cdot 10^8 \cdot 3,15 \cdot 10^7 = 2,2 \cdot 10^{16}$  J  
 De energie is dus geleverd door  $3,3 \cdot 10^{17} \text{ J} / 2,2 \cdot 10^{16} \text{ J} = 15,2 = \underline{15}$  generatoren.
- b. Volgens de wet van behoud van energie geldt:  
 $E_{\text{onder}} = (E_z + E_k)_{\text{boven}} = (mgh + 1/2mv^2)_{\text{boven}}$   
 $= 690 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot 120 + 1/2 \cdot 690 \cdot 10^3 \cdot 8,0^2 = 8,12 \cdot 10^8 + 2,21 \cdot 10^7 = 8,34 \cdot 10^8 = \underline{8,3 \cdot 10^8}$  J (in 1 s)
- c. Geg.:  $W_{\text{uit}}$  of  $E_{\text{nuttig}} = 2,2 \cdot 10^{16}$  J in 1 jaar (zie 4a)  
 $E_{\text{in}} = 8,34 \cdot 10^8$  J in 1 seconde (zie 4b)  
 Gevr.: rendement  
 Opl.: In 1 s is  $E_{\text{in}} = 8,34 \cdot 10^8$  J. In 1 jaar (=  $3,15 \cdot 10^7$  s) is  $E_{\text{in}} = 8,34 \cdot 10^8 \text{ J} \cdot 3,15 \cdot 10^7 \text{ s} = 2,63 \cdot 10^{16}$  J  
 rendement =  $W_{\text{uit}}/E_{\text{in}} \cdot 100\% = 2,2 \cdot 10^{16} \text{ J} / 2,63 \cdot 10^{16} \text{ J} \cdot 100\% = \underline{84\%}$
- d. Geg.:  $m = 90 \cdot 10^3$  kg,  $s = 10,0$  m,  $v$  is constant  
 Gevr.: W  
 Opl.: Omdat  $v = \text{constant}$  is  $F_{\text{motor}} = F_z + F_w$  en  $F_z = m \cdot g = 90 \cdot 10^3 \cdot 9,81 = 8,83 \cdot 10^5$  N  
 $F_{\text{motor}} = 8,83 \cdot 10^5 + 1,0 \cdot 10^4 = 8,93 \cdot 10^5$  N  
 $W = F \cdot s = 8,93 \cdot 10^5 \cdot 10,0 = \underline{8,93 \cdot 10^6}$  J
- e. Geg.:  $F_{\text{motor}} = 8,93 \cdot 10^5$  N en  $v = 0,010$  m/s  
 Gevr.: P  
 Opl.:  $P = F \cdot v = 8,93 \cdot 10^5 \cdot 0,010 = \underline{8,93 \cdot 10^3}$  W

N.B.: Het kan ook met  $P = W/t$ .

Je moet dan eerst  $t$  berekenen:  $s = v \cdot t$  dus  $t = s/v = 10/0,010 = 1000$  s.

$P = 8,93 \cdot 10^6 \text{ J} / 1000 \text{ s} = \underline{8,93 \cdot 10^3}$  W

**5. Baseball.** Zie BINAS voor de formules horizontale worp:  $y(t) = 1/2gt^2$  en  $x(t) = v_x \cdot t$

- a. Vertikaal:  
 $y(t) = 1,50 - 0,80 = 0,70$  m.  
 $y(t) = 1/2gt^2$   
 $0,70 = 1/2 \cdot 9,81 \cdot t^2 \rightarrow t = 0,3778 = 0,38$  s.
- b. Horizontaal:  $x(t) = v_x \cdot t \rightarrow 10,0 = v_x \cdot 0,3778 \rightarrow v_x = 26,47 = \underline{26}$  m/s

- c. - Zie tekening:  $\tan\alpha = v_y/v_x$ .  
 $v_x = 24,47 \text{ m/s}$  (zie 5b) dus eerst nog  $v_y$  berekenen:  
 Verticaal is het een vrije val met  $a = g = 9,81 \text{ m/s}^2$   
 gedurende  $t = 0,3778 \text{ s}$  (zie 5a)  
 $a = \Delta v/\Delta t \rightarrow 9,81 = \Delta v/0,3778 \rightarrow v_y = 3,706 \text{ m/s}$   
 -  $\tan\alpha = 3,706/26,47 \rightarrow \alpha = 7,97 = \mathbf{8,0^\circ}$ . *Let op! Zet de GR in de deg mode!*

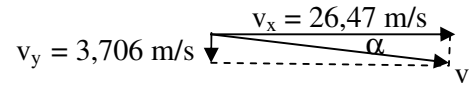


Fig. 5c

**6. Wet van Newton.**

- a. - Teken de zwaartekracht en ontbind deze in zijn componenten  $F_x$  en  $F_y$ , kies de x-as langs de helling.  
 -  $F_z = m \cdot g = 100 \cdot 9,81 = 981 \text{ N}$   
 -  $\sin 30^\circ = F_x/981 \rightarrow F_x = 85,4 \text{ N}$   
 -  $F_r = m \cdot a \rightarrow F_x - F_w = m \cdot a$   
 $\rightarrow 85,4 - 20 = 100 \cdot a$   
 $\rightarrow a = \mathbf{0,65 \text{ m/s}^2}$   
 b. - De component van  $F_z$  langs de y-as berekenen:  
 $\cos 30^\circ = F_y/981 \rightarrow F_y = 976 \text{ N}$   
 - Langs de y-as heffen de krachten elkaar op ...  
 $\rightarrow F_n$  is ook  $976 \text{ N} = \mathbf{9,8 \cdot 10^3 \text{ N}}$ .

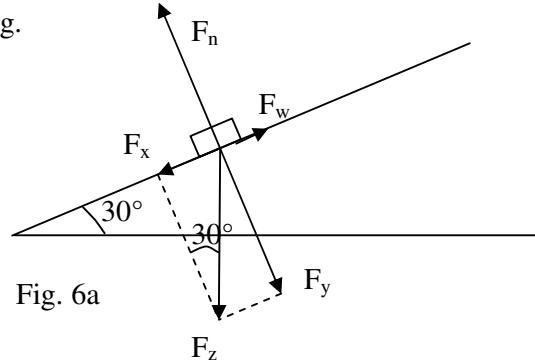


Fig. 6a

**7. Rondjes fietsen.**

- a. In de voorwaartse richting is  $v$  constant dus  $F_r = 0$   
 $\rightarrow F_{\text{spier}} = F_w = 5,0 + 10 = \mathbf{15 \text{ N}}$   
 b. De dwarswrijving is  $F_{\text{mpz}} = m \cdot v^2/r = 100 \cdot 8,0^2/20 = \mathbf{3,2 \cdot 10^2 \text{ N}}$   
 c. Formule:  $v = 2\pi r/T$   
Invullen:  $8 = 2\pi \cdot 20/T$   
Uitkomst:  $T = 15,7 = \mathbf{16 \text{ s}}$   
 d.  $F_r = F_{\text{mpz}} = 1,5 \text{ N}$  (gegeven) en  $F_z = m \cdot g = 0,100 \cdot 9,81 = 0,981 \text{ N}$   
 $F_r = F_s - F_z$  (Zie figuur 7d)  $\rightarrow 1,5 = F_s - 0,981 \rightarrow \mathbf{F_s = 2,5 \text{ N}}$   
*Let op!  $F_s$  is groter dan  $F_z$  want de resulterende kracht moet naar het middelpunt  $M$  gericht zijn.*

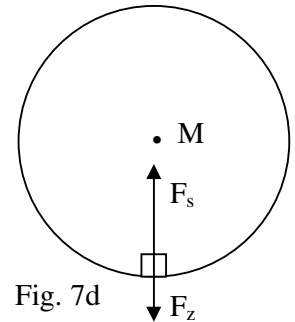


Fig. 7d

**8. De massa van de aarde.**

- $F_{\text{mpz}} = F_g$  ofwel  $m_1 v^2/r = G \cdot m_1 \cdot m_2/r^2$   
 Eén  $r$  en de massa van het draaiende voorwerp (maanmassa  $m_1$ ) kun je wegdelen:  $\rightarrow v^2 = G \cdot m_2/r \rightarrow m_2 = v^2 \cdot r/G$   
 -  $v$  bereken je met  $v = 2\pi r/T$ , de waarden van  $r$  en  $T$  vind je in BINAS:  
 $r = \text{afstand aarde-maan} = 384 \cdot 10^6 \text{ m}$  en  $T = \text{omlooptijd maan} = 27,32 \text{ dag} = 2,360 \cdot 10^6 \text{ s}$ .  
 $\rightarrow v = 2\pi r/T = 1,023 \cdot 10^3 \text{ m/s}$ .  
 - In BINAS vind je:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nkg}^{-2}\text{m}^2$   
 $\rightarrow m_2 = v^2 \cdot r/G = \mathbf{6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}}$

**9. Tegen de vangrail.**

- a.  $a = \Delta v/\Delta t = (-)30/0,05 = (-)600 \text{ m/s}^2$   
 $F_r = m \cdot a = 100 \cdot 600 = \mathbf{6 \cdot 10^4 \text{ N}}$ .  
 b. *Afstand is de oppervlakte onder de v-t grafiek:*  
 Opp. driehoek =  $1/2 \cdot 0,05 \cdot 30 = 0,75 \text{ m}$   
 De remweg van de passagier is  $\mathbf{0,75 \text{ m}}$ .

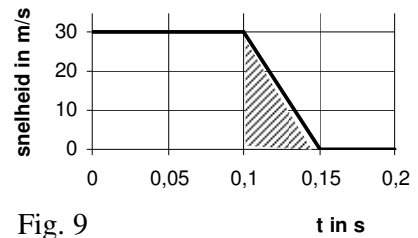


Fig. 9

----- Einde -----