

Meganika

Hersieningsoefening **Memo**

1. Definieer:

- 1.1. Krag – *'n Stoot- of trek-aksie wat een voorwerp op 'n ander tydens kontak of oor 'n afstand uitoefen tydens interaksie.*
- 1.2. Resultante krag – *Enkele krag wat dieselfde uitwerking het as die oorspronklike kragte saam.*
- 1.3. Ewewig – *Wanneer die resultant van alle kragte wat op 'n punt inwerk nul is.*
- 1.4. Normaalkrag – *Die loodregte krag wat deur 'n oppervlak uitgeoefen word op 'n voorwerp wat daarmee in kontak is.*
- 1.5. Wrywingskrag – *Krag wat die beweging van 'n voorwerp, parallel aan oppervlakte waarmee die voorwerp in kontak is, teëwerk.*
- 1.6. Traagheid – *Mate waarin 'n voorwerp weerstand bied teen 'n verandering in sy posisie in rus of konstante beweging in 'n reguitlyn.*
- 1.7. Gravitatieveld – *Die area rondom 'n voorwerp waarin 'n ander voorwerp 'n aantrekkingskrag sal ervaar as gevolg van die voorwerpe se massas.*
- 1.8. Gewig – *Die gravitasie-aantrekkingskrag wat die Aarde uitoefen op 'n voorwerp wat op of naby die oppervlakte van die Aarde is.*
- 1.9. Newton se Derde Wet – *Twee voorwerpe wat in interaksie met mekaar tree, oefen gelyke kragte, op dieselfde tyd, in teenoorgestelde rigtings op mekaar uit.*
- 1.10. Statiese wrywingkoëffisiënt – *Die verhouding van $\frac{f_s}{F_N}$ vir twee betrokke oppervlaktes. 'n Indikasie van hoe grof of glad 'n oppervlakte is.*

2. Meervoudige Keuse Vrae

2.1. Twee kragte, een van 18 N en 'n ander van 13 N, werk saam in op 'n punt met hoek θ . Indien θ enige waarde kan wees, watter waarde kan die resultant NIE wees NIE?

- A. 5 N
B. 23 N
C. 31 N
D. 35 N

$F_{Res Maks} (\theta = 0^\circ \therefore \text{kragte werk saam}): 18\text{ N} + 13\text{ N} = 31\text{ N}$

$F_{Res Min} (\theta = 180^\circ \therefore \text{kragte werk teen mekaar}): 18\text{ N} - 13\text{ N} = 5\text{ N}$

$$\therefore 5\text{ N} < F_{Res} < 31\text{ N}$$

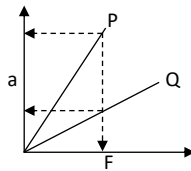
2.2. Indien 'n komeet op 'n botsingskoers is met die Aarde en 'n projektiël bots met 'n hoek van 90° teenoor die rigting van beweging. Watter uitwerking sal die projektiël op die komeet se spoed en rigting hê?

- A. Albei verander
B. Spoed verander nie, Rigting verander
C. Spoed verander, Rigting verander nie
D. Geen uitwerking

Geen resultante krag word ervaar teen die rigting van beweging nie, so spoed bly behoue.

'n Resultante krag word wel ervaar teen die rigting van beweging, so die rigting sal verander.

2.3. Die grafiek toon voorwerp P en Q se krag teenoor versnelling. Watter EEN van die volgende stellings is waar?



- A. Q het 'n kleiner massa as P
B. Massa het geen uitwerking op die helling nie
C. P en Q het gelyke massas
D. P het 'n kleiner massa as Q.

$$F = ma$$

Indien albei dieselfde krag het (soos aangedui), sal P 'n groter versnelling hê as Q (soos aangedui).

Indien P 'n groter versnelling het, moet dit 'n kleiner massa hê om dieselfde krag as Q te hê.

2.4. Watter van die volgende formules is NIE korrek NIE?

- A. $F_{net} = ma$
B. $F_{net} = m\Delta v/\Delta t$
C. $F_{net} = m\Delta v$
D. $F_{net} = m\Delta d/\Delta t^2$

Indien die eenhede vereenvoudig kan word na $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ is die formule korrek.

2.5. 'n Persoon sit in 'n trein wat teen 'n konstante snelheid reg oos beweeg. Indien die persoon 'n muntstuk vertikaal opwaarts gooi bokant 'n punt op die vloer gemerk X, sal die muntstuk, wanneer dit terugval, land...

- A. op X
C. Wes van X

- B. Oos van X
D. Agter X

Newton se eerste bewegingswet stel dat 'n voorwerp in rus of konstante beweging sal bly tensy 'n resultante krag daarop inwerk. Die munt sal dus saam met die trein beweeg en terug val na punt X.

2.6. 'n Reghoekige blok wat 200kg weeg kan of platgelê word of regop-gestaan word voordat dit oor die vloer getrek word. Hoe sal die statiese wrywing tussen die twee opsies vergelyk.

- A. $f_{s \text{ regop}} > f_{s \text{ plat}}$
C. $f_{s \text{ regop}} < f_{s \text{ plat}}$

- B. $f_{s \text{ regop}} = f_{s \text{ plat}}$
D. $f_{s \text{ regop}} > f_{k \text{ regop}}$

F_N is dieselfde vir albei konfigurasies en dus sal die statiese wrywing dieselfde wees volgens $f_s = \mu_s F_N$.

Die vraag vra dat die statiese wrywings vergelyk word nie die kinetiese wrywing nie.

2.7. 'n Man stoot 'n gereedskapkas wat 150 kg weeg oor die vloer. Die kas beweeg toe die man 350 N bereik en hou aan beweeg met 'n konstante snelheid terwyl die man 300 N toepas. Wat is die wrywingskoëffisiënte by die 350 N en 300 N kragte onderskeidelik?

- A. 0,24; 4,9
C. 0,24; 0,2

- B. 4,2; 0,2
D. 0,17; 0,4

$$f_s = \mu_s F_N \therefore \mu_s = \frac{f_s}{F_N} = \frac{350}{150 \times 9,8} = 0,238 \dots \approx 0,24$$

$$f_k = \mu_k F_N \therefore \mu_k = \frac{f_k}{F_N} = \frac{300}{150 \times 9,8} = 0,204 \dots \approx 0,2$$

2.8. Twee motors A en B met onderskeidelike massas M en m word verbind met 'n tou. Indien motor A 'n krag van 1 200 N uitoefen en die spanning in die tou is 400 N, wat sal die verhouding van M:m wees? Neem aan die wrywingskoëffisiënte is dieselfde.

- A. 3:2
C. 2:3

- B. 1:2
D. 2:1

$$F_{NetA} = Ma = F_T - f_K - T = F_T - \mu_K \times M \times g - T = 1200 - \mu_K \times M \times 9,8 - 400$$

$$= 800 - 9,8\mu_K M$$

$$\therefore Ma = 800 - 9,8\mu_K M$$

$$\therefore Ma + 9,8\mu_K M = M(a + 9,8\mu_K) = 800$$

$$F_{NetB} = ma = T - f_K = T - \mu_K \times m \times g = 400 - \mu_K \times m \times 9,8 = 400 - 9,8\mu_K m$$

$$\therefore ma = 400 - 9,8\mu_K m$$

$$\therefore ma + 9,8\mu_K m = m(a + 9,8\mu_K) = 400$$

$$\therefore \text{moet } M \text{ dubbel } m \text{ se massa wees}$$

2.9. Watter faktor(e) beïnvloed die gravitasiekrag tussen twee voorwerpe?

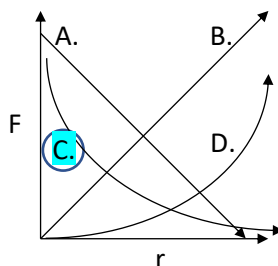
- i. die massa van die voorwerpe
- ii. die potensiële energie wat Newton beskryf het
- iii. die afstand tussen die voorwerpe se middelpunte
- iv. die spoed waarmee die voorwerpe na mekaar beweeg.

- A. i en ii
- C. ii, iii en iv

- B. i en iii**
- D. Almal

$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2} \therefore F \propto m \text{ and } F \propto \frac{1}{r^2} \therefore \text{net massa en afstand beïnvloed krag}$$

2.10. Watter van die volgende grafieke stel die verandering van gravitasiekrag met verskillende afstande vanaf die Aarde die beste voor?



Die gravitasie aantrekkingskrag (F) word kwadraties kleiner
 (∴ moet die grafiek 'n kurwe wees) soos wat die afstand (r) groter word

2.11. Op watter afstand sal twee voorwerpe die helfte van die krag ervaar indien een se massa drie keer kleiner word en die ander een se massa ses keer meer word?

- A. 4 r
- C. 2 r**

- B. ¼ r
- D. R

$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2} \therefore r^2 = \frac{Gm_1m_2}{F} \therefore r = \sqrt{\frac{Gm_1m_2}{F}}$$

$$\text{en } \sqrt{\frac{G \frac{1}{3} m_1 6m_2}{\frac{1}{2} F}} = \sqrt{\frac{\frac{1}{3} \times 6 \times Gm_1m_2}{\frac{1}{2} F}} = \sqrt{4 \frac{Gm_1m_2}{F}} = 2 \sqrt{\frac{Gm_1m_2}{F}} = 2r$$

2.12. 'n Valskermerspringer met 'n massa van 70 kg beweeg afwaarts teen 'n konstante snelheid van 2 m.s⁻¹. Die krag wat die valskerm (in N) uitoefen is...

- A. 70
- C. kleiner as sy gewig

- B. 686**
- D. groter as sy gewig

$$\vec{v} = \text{konstant} \therefore a = 0 \therefore F_{Res} = 0 \therefore F_{Op} = F_{Af} \text{ en } F_{Af} = mg = 70 \times 9,8 = 686 \text{ N}$$

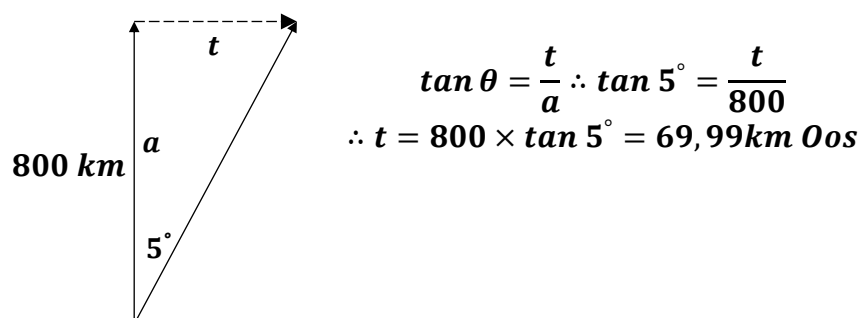
$$\therefore F_{Op} = 686 \text{ N}$$

3. Kontekstuele Vrae

3.1. Gebruik formules om te bewys dat gravitasieversnelling onafhanklik is van die massa van 'n voorwerp.

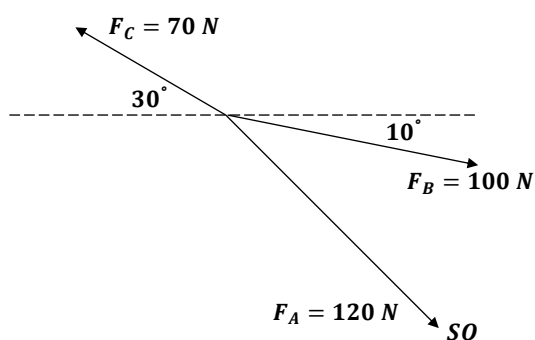
$$F_g = m_{\text{voorwerp}} g = \frac{G m m_{\text{voorwerp}}}{r^2} \therefore g = \frac{G m}{r^2}$$

3.2. Indien 'n vliegtuig in 'n noordelike rigting wil vlieg vir 800 km en 'n wind uit die weste druk die vliegtuig 5° van koers af. Hoe ver sal die vliegtuig van die bestemming af eindig?



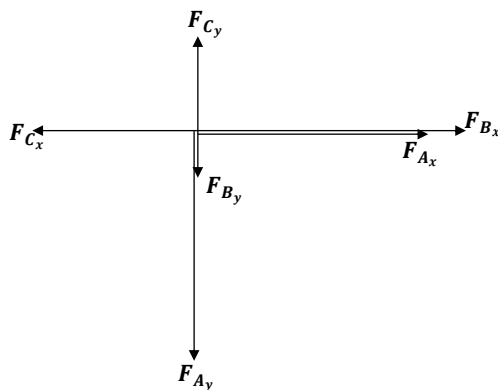
3.3. Drie werkers probeer 'n paal regop hou. Abel druk met 'n krag van 120 N direk Suid-Oos, Ben trek die paal 10° Suid van Oos met 'n krag van 100 N en Charl trek teen 'n hoek van 30° Noord van Wes met 70N.

3.3.1. Teken 'n vryliggaam-diagram van die situasie.



3.3.2. Wat is die resultante krag op die paal?

$$F_x = F_{Res} \times \cos \theta$$



$$F_y = F_{Res} \times \sin \theta$$

$$\begin{aligned} F_{Res_x} &= F_A \times \cos \theta + F_B \times \cos \theta - F_C \times \cos \theta \\ &= 120 \times \cos 45^\circ + 100 \times \cos 10^\circ - 70 \times \cos 30^\circ \\ &= 84,85 + 98,48 - 60,62 \\ &= 122,711 \dots \approx 122,71 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{Res_y} &= F_A \times \sin \theta + F_B \times \sin \theta - F_C \times \sin \theta \\ &= 120 \times \sin 45^\circ + 100 \times \sin 10^\circ - 70 \times \sin 30^\circ \\ &= 84,85 + 17,36 - 35 \\ &= 67,217 \dots \approx 67,22 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{Res}^2 &= F_{Res_x}^2 + F_{Res_y}^2 \\ \therefore F_{Res} &= \sqrt{122,71^2 + 67,22^2} = \sqrt{19576,398 \dots} \\ &= 139,915 \dots \approx 139,92 \text{ N} \end{aligned}$$

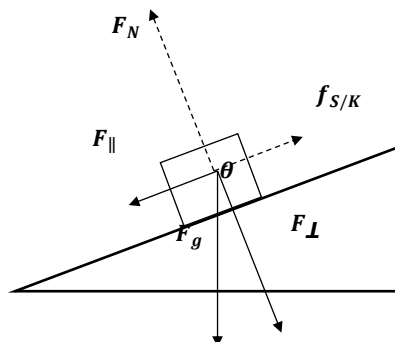
$$\tan \theta = \frac{F_{Res_y}}{F_{Res_x}} \therefore \theta = \tan^{-1} \frac{F_{Res_y}}{F_{Res_x}} = \tan^{-1} \frac{67,22}{122,71} = 28,71^\circ \text{ Suid van Oos}$$

3.3.3. Hoe hard en in watter rigting moet Charl trek om die paal regop te hou?

$$\begin{aligned} F_{C_x} &= 84,85 + 98,48 = 183,33 \text{ N Wes} \\ F_{C_y} &= 84,85 + 17,36 = 102,21 \text{ N Noord} \\ F_{C_{Res}} &= \sqrt{183,33^2 + 102,21^2} \approx 209,9 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\tan \theta = \frac{F_{C_y}}{F_{C_x}} \therefore \theta = \tan^{-1} \frac{F_{C_y}}{F_{C_x}} = \tan^{-1} \frac{102,21}{183,33} = 29,14^\circ \text{ Noord van Wes}$$

3.4. Kopieer die skets en tabel, benoem die kragte in die skets en gee formules vir elke krag



$F_g = mg$	$F_{\parallel} = F_g \times \sin \theta = mg \sin \theta$
$F_{\perp} = F_g \times \cos \theta = mg \cos \theta$	$F_N = F_{\perp} = mg \cos \theta$
$f = F_{\parallel} = mg \sin \theta;$ <i>in ewewig of</i> $f = \mu_K F_N = \mu_K F_{\perp} = \mu_K mg \cos \theta;$ <i>indien nie in ewewig.</i>	

3.5. 'n Tas beweeg teen 'n helling van 30° af wat 'n dinamiese wrywingskoëffisiënt van 0,1 het. Bereken die versnelling van die tas.

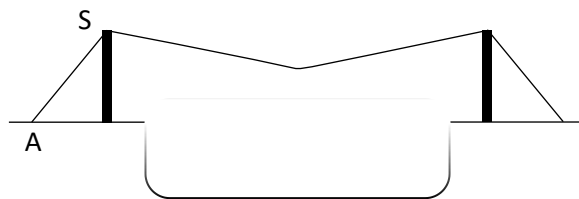
$$F_{Net} = ma = F_{\parallel} - f_K = mg \sin \theta - \mu_K mg \cos \theta$$

$$ma = m(g \sin \theta - \mu_K g \cos \theta)$$

$$a = g \sin \theta - \mu_K g \cos \theta = 9,8 \times \sin 30^\circ - 0,1 \times 9,8 \times \cos 30^\circ = 4,9 - 0,8487 \dots$$

$$\therefore a \approx 4,05 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \text{ teen die helling af.}$$

3.6. Twee vriende wil 'n glybaan oor 'n kloof span. Paal S word geplant op die rand van die krans en word geanker by A. Alle kables is gegradeer om 'n maksimum spanning van 1 500 N te hanteer. Toe die een vriend halfpad tussen die krans is, maak die kabel 'n hoek van 70° met paal S en het 'n spanning van 1 200 N. Die massas van die kables is weglaatbaar klein.



3.6.1. Bepaal die grootte van die krag wat die ankerdraad moet teëwerk sodat die paal nie omgetrek word nie.

$$F_x = F_T \cos \theta = 1200 \times \cos 20^\circ = 1127,63 \text{ N}$$

$$\therefore \text{die ankerdraad moet } 1127,63 \text{ N na links trek}$$

3.6.2. Wat is die naaste wat die ankerdraad aan die paal geanker kan wees?

$$\sin \theta = \frac{1127,63}{1500} \therefore \frac{1127,63}{\sin \theta} \leq 1500 \therefore \theta \geq \sin^{-1} \frac{1127,63}{1500} \geq 48,74^\circ$$

3.6.3. Wat is die massa van die vriend?

$$\sin \theta = \frac{F_y}{F_T} \therefore F_y = F_T \sin \theta = 1200 \times \sin 30^\circ = 600 \text{ N}$$

$$F = mg = 600 = m \times 9,8 \therefore m = \frac{600}{9,8} = 61,22 \text{ kg}$$

3.6.4. Indien die paal 'n massa van 200kg het, bereken die resultante krag wat op die krans uitgeoefen word indien die hoek van die ankerdraad met die paal so klein as moontlik is.

3.6.5.

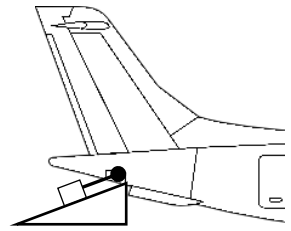
$$F_{gPaal} = mg = 200 \times 9,8 = 1960 \text{ N}$$

$$\sin \theta = \frac{F_y}{F_{Ankerdraad}} \therefore F_y = F_{Ankerdraad} \sin \theta = 1500 \times \sin(90^\circ - 48,74^\circ) = 989,22 \text{ N}$$

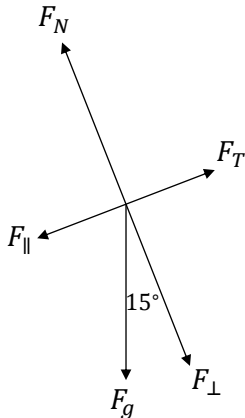
$$F_{gVriend} = 600 \text{ N}$$

$$F_{Totaal} = 1960 + 989,22 + 600 = 3549,22 \text{ N wat op die krans uitgeoefen word.}$$

3.8. Die lugmag laat goedere uit 'n vragvliegtuig val soos in die skets aangedui. 'n Tou met 'n spanningsvermoë van 20 000 N hou die vrag van 5 ton in plek. Die valdeur maak 'n hoek van 15° met die horisontaal en die skarnier kan 'n normaalkrag van 45 000 N hanteer voor dit breek. Ignoreer die effekte van wrywing.



3.8.1. Teken 'n vryliggaam-diagram.



3.8.2. Bepaal of die tou sal breek.

$$F_{T_{Maks}} = 20\,000\,N \therefore F_T \leq 20\,000\,N$$

$$F_T = F_{\parallel} = mg \sin \theta = 5\,000 \times 9,8 \times \sin 15^\circ = 12\,682,13\,N$$

$$\therefore \text{sal die tou hou}$$

3.8.3. Bepaal of die skarnier van die valdeur sal breek.

$$F_{N_{Maks}} = 45\,000\,N \therefore F_N \leq 45\,000\,N$$

$$F_N = F_{\perp} = mg \cos \theta = 5\,000 \times 9,8 \times \cos 15^\circ \approx 47\,330,37\,N$$

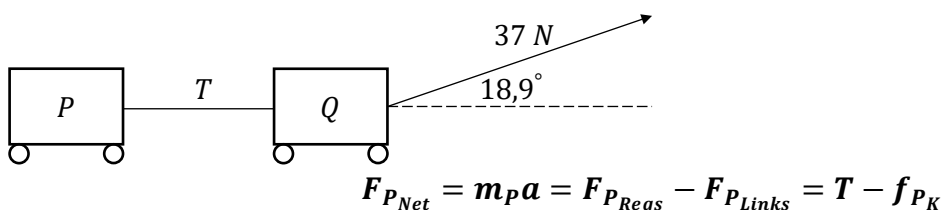
$$\therefore \text{sal die skarnier breek}$$

3.8.4. Wat kan gedoen word om skade te voorkom?

***Die vrag se massa kan verminder word,
die skarnier kan vervang word met 'n sterker een of
die hoek kan vergroot word.***

3.9. Twee trollies, P en Q, met onderskeidelike massas van 8 kg en 2 kg, word deur 'n tou verbind en na regs getrek met 'n krag van 37 N wat 'n hoek van $18,9^\circ$ met die horisontaal maak. 'n Wrywingskrag van 16 N werk in op trollie P en 4 N op trollie Q.

Bereken die versnelling van die sisteem en die spanning in die tou.



$$\therefore F_{P_{Net}} = 8a = T - 16$$

$$\therefore T = 8a + 16$$

$$F_{Q_{Net}} = m_Q a = F_{Q_{Regs}} - F_{Q_{Links}} = F_{T_x} - T - f_{Q_K}$$

$$\therefore F_{Q_{Net}} = 2a = 37 \cos 18,9^\circ - T - 4 = 35 - T - 4 = 31 - T$$

$$\therefore F_{Q_{Net}} = 2a = 31 - T = 31 - (8a + 16) = 31 - 8a - 16 = 15 - 8a$$

$$\therefore 2a = 15 - 8a \therefore 2a + 8a = 15 \therefore 10a = 15$$

$$\therefore a = 1,5 \text{ m.s}^{-2}$$

$$\therefore T = 8a + 16 = 8(1,5) + 16 = 12 + 16$$

$$\therefore T = 28 \text{ N}$$

3.10. 'n Student in 'n hysbak merk op dat die skaal waarop hy staan, wat gekalibreer is in newton, drie keer verander soos wat die hysbak beweeg. Die student weeg 70 kg en die rit neem 10 sekondes in totaal. Tydens die eerste fase wat 2 sekondes neem, gee die skaal 'n lesing van 574 N, die skaal wys toe 'n lesing van 686 N tydens die volgende fase van 6 sekondes en tydens die laaste fase 'n lesing van 854 N.

3.10.1. Wat is die grootte en rigting van die resultant krag wat die student ervaar tydens elke fase?

Fase 1: 574 N afwaarts
Fase 2: 686 N afwaarts
Fase 3: 854 N afwaarts

3.10.2. In watter rigting beweeg die hysbak tydens elke fase?

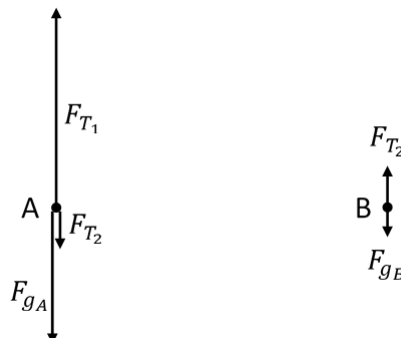
Fase 1: afwaarts
Fase 2: geen
Fase 3: opwaarts

3.10.3. Bereken die grootte en rigting van die hysbak se versnelling gedurende die eerste 2 sekondes.

$$F = ma \therefore 574 = 70a \therefore a = \frac{574}{70} = 8,2 \text{ m.s}^{-2} \text{ afwaarts}$$

3.11. 'n Helikopter, met twee voorwerpe A en B onderaan vasgemaak, versnel opwaarts teen 2 m.s^{-2} . Voorwerp A wat 'n massa van 900 kg het word vasgemaak aan die helikopter met 'n tou en die voorwerp B, wat 'n massa van 200 kg het, word aan die eerste voorwerp met 'n tweede tou vasgemaak. Beide toue is rigied en hul massas kan geïgnoreer word.

3.11.1. Teken 'n kragte-diagram vir die beide voorwerpe.



3.11.2. Pas Newton se tweede bewegingswet toe en formuleer 'n vergelyking vir beide situasies se kragte.

$$F_{Net_B} = ma = 200 \times 2 = 400 \text{ N opwaarts}$$

$$F_{Net_A} = ma = 900 \times 2 = 1\,800 \text{ N opwaarts}$$

3.11.3. Gebruik hierdie vergelykings en bepaal die spanning in die toue.

$$F_{Net_B} = F_{T_2} - F_{g_B} = F_{T_2} - m_B g = F_{T_2} - 1\,960 = 400$$

$$\therefore F_{T_2} = 400 + 1\,960 = 2\,360 \text{ N}$$

$$F_{Net_A} = F_{T_1} - F_{T_2} - F_{g_A} = F_{T_1} - F_{T_2} - m_A g = F_{T_1} - 2\,360 - 8\,820 = 1\,800$$

$$\therefore F_{T_1} = 2\,360 + 8\,820 + 1\,800$$

$$\therefore F_{T_1} = 12\,980 \text{ N}$$

3.12. Die aarde het 'n massa van 6×10^{24} kg en 'n gemiddelde deursnit van 12 800 km. 'n Satelliet met 'n massa van 850 kg beweeg in 'n vaste wentelbaan rondom die aarde.

3.12.1. Bereken hoeveel kilometer die satelliet bo die aarde se oppervlakte beweeg as dit 'n aantrekkingskrag van $6,487 \times 10^{22}$ N deur die aarde ervaar.

3.12.2.

$$F = \frac{Gm_A m_S}{r^2} \therefore r = \sqrt{\frac{Gm_A m_S}{F}}$$

$$\therefore r = \sqrt{\frac{9 \times 10^9 \times 6 \times 10^{24} \times 850}{6,487 \times 10^{22}}} \approx 26\,600,17 \text{ km tussen hul middelpunte}$$

$$\therefore 26\,600,17 - \frac{12\,800}{2} = 20\,200,17 \text{ km bo die aarde se oppervlakte}$$

3.12.3. Stel die wet wat jy in 18.1 gebruik het, in woorde.

Die gravitasiekrag waarmee twee voorwerpe mekaar sal aantrek is direk eweredig aan die produk van hul massas en omgekeerd eweredig aan die kwadraat van die afstand tussen hul middelpunte.

3.13. 'n Ruimtetuig is op pad maan toe vanaf die aarde. By 'n spesifieke punt van die reis is die aarde, ruimtetuig en maan in 'n reguit lyn. Die aarde en maan is gemiddeld $3,84 \times 10^8$ m van mekaar af. Gebruik die tabel en bereken die afstand wat die ruimtetuig van die aarde af moet wees om geen resulterende krag te ervaar nie.

	Aarde	Maan	Ruimtetuig
Massa	$m_A = 6 \times 10^{24}$ kg	$m_M = 7,35 \times 10^{22}$ kg	$m_R = 1,3 \times 10^3$ kg
Radius	$r_A = 6,4 \times 10^6$ m	$r_M = 1,74 \times 10^6$ m	$r_R = 4$ m

$$\frac{F_{AR}}{r_{AR}^2} = \frac{F_{MR}}{r_{MR}^2}$$

$$\frac{Gm_A m_R}{r_{AR}^2} = \frac{Gm_M m_R}{r_{MR}^2}$$

$$\frac{6 \times 10^{24}}{(6,4 \times 10^6 + d)^2} = \frac{7,35 \times 10^{22}}{(3,8 \times 10^8 - d + 1,76 \times 10^6)^2}$$

$$\frac{6 \times 10^{24}}{(6,4 \times 10^6 + d)^2} = \frac{7,35 \times 10^{22}}{(3,818 \times 10^8 - d)^2}$$

$$\frac{6 \times 10^{24}}{4,096 \times 10^{13} + 1,28 \times 10^7 d + d^2} = \frac{7,35 \times 10^{22}}{1,457 \times 10^{17} - 7,635 \times 10^8 d + d^2}$$

$$\frac{6 \times 10^{24}}{4,096 \times 10^{13} + 1,28 \times 10^7 d + d^2} = \frac{7,35 \times 10^{22}}{1,457 \times 10^{17} - 7,635 \times 10^8 d + d^2}$$

$$6 \times 10^{24}(1,457 \times 10^{17} - 7,635 \times 10^8 d + d^2) = 7,35 \times 10^{22}(4,096 \times 10^{13} + 1,28 \times 10^7 d + d^2)$$

$$8,744 \times 10^{41} - 4,581 \times 10^{33} d + 6 \times 10^{24} d^2$$

$$= 3,011 \times 10^{36} + 9,408 \times 10^{29} + 7,35 \times 10^{22} d^2$$

$$5,927 \times 10^{24} d^2 - 4,582 \times 10^{33} d + 8,774 \times 10^{41} = 0$$

$$d^2 - 7,731 \times 10^8 d + 1,475 \times 10^{17} = 0$$

$$d = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$\therefore d = \frac{-(-4,582 \times 10^{33}) \pm \sqrt{(-4,582 \times 10^{33})^2 - 4(1)(1,475 \times 10^{17})}}{2(1)}$$

$$\therefore d = 430\,378\,101,7 \approx 4,3 \times 10^8 \text{ m of } d = 342\,721\,898,3 \approx 3,43 \times 10^8 \text{ m}$$

sonder afronding: $d = 344\,700\,316 \text{ m} \approx 3,45 \times 10^8 \text{ m}$