

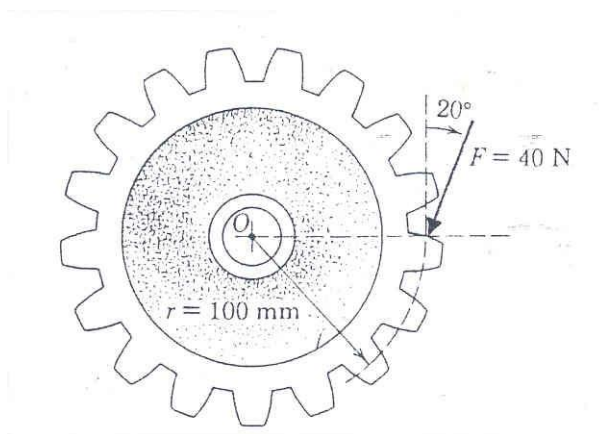
HOOFDSTUK 3

MOMENT VAN EEN KRACHT - KOPPEL VAN KRACHTEN

OPGAVEN

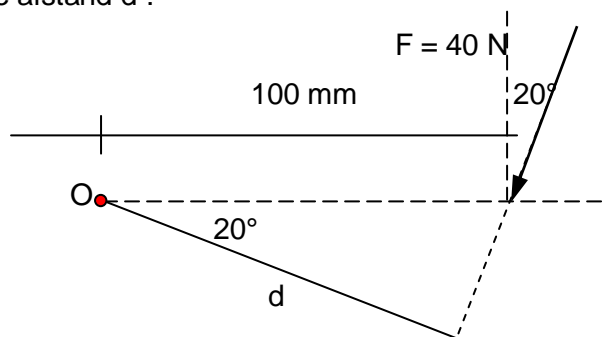
3.6. Opgaven

1. Een kracht $F = 40 \text{ kN}$ werkt op een tandwiel, zie figuur. Bepaal de grootte van het uitgeoefend moment omheen punt O.



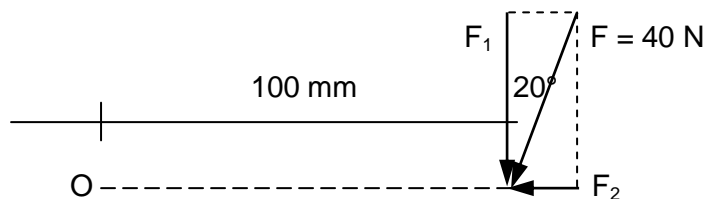
Er zijn meerdere oplossingswijzen :

- 1) loodrechte afstand d :



$$d = 100 \cos 20^\circ \rightarrow M_O = - 100 \cos 20^\circ \cdot 40 = - 3759 \text{ Nmm}$$

- 2) F ontbinden in F_1 (\perp op straal) en F_2 ($//$ met straal) :

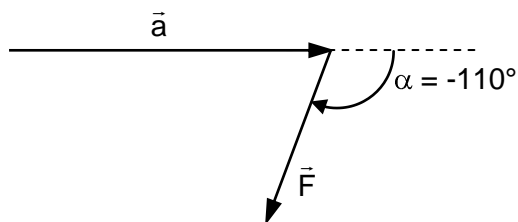


$$F_1 = 40 \cos 20^\circ \rightarrow M_O = - 100 \cdot 40 \cos 20^\circ = - 3759 \text{ Nmm}$$

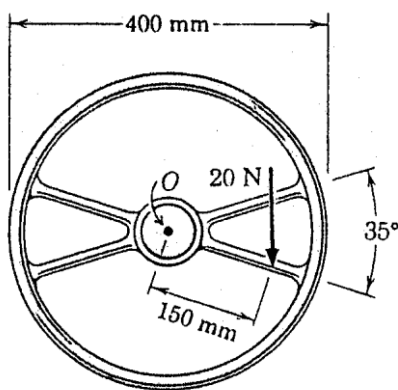
3) vectorieel :

$$\vec{M}_O = \vec{a} \wedge \vec{F}$$

$$M_O = a \sin \alpha \cdot F = 100 \sin (-110^\circ) \cdot 40 = -3759 \text{ Nm}$$

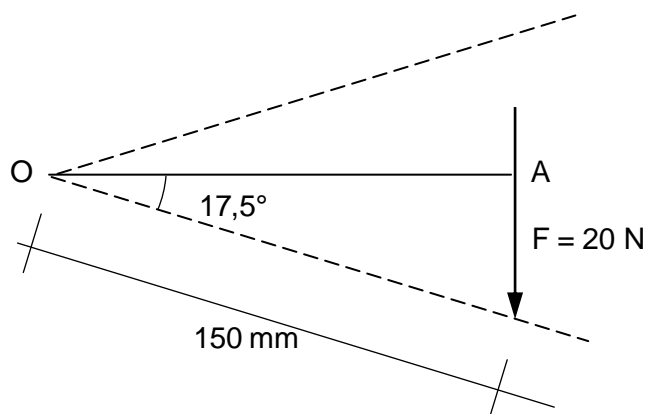


2. Een chauffeur oefent een kracht van 20 N uit op een spaak in het vlak van het stuurwiel zoals getoond. Bepaal het moment van deze kracht omheen het middelpunt van het stuurwiel.



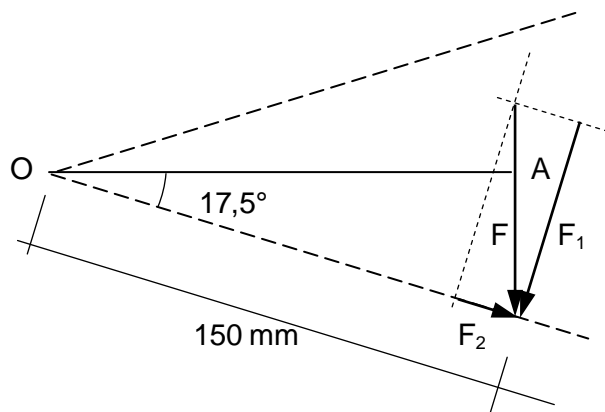
Er zijn meerdere oplossingswijzen :

1) loodrechte afstand OA



$$OA = 150 \cos 17,5^\circ \rightarrow M_O = -150 \cos 17,5^\circ \cdot 20 = -2861 \text{ Nmm}$$

2) F ontbinden in F_1 (\perp op spaak) en F_2 ($//$ met spaak) :

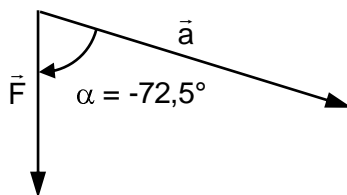


$$F_1 = 20 \cos 17,5^\circ \quad \rightarrow \quad M_O = - 150 \cdot 20 \cos 17,5^\circ = - 2861 \text{ Nmm}$$

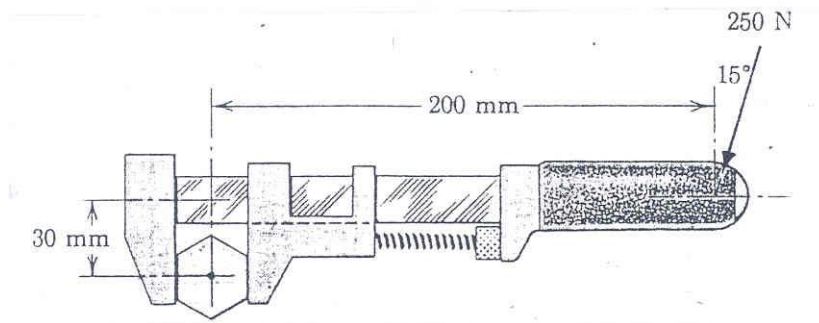
3) vectorieel :

$$\vec{M}_O = \vec{a} \wedge \vec{F}$$

$$M_O = a \sin \alpha \cdot F = 150 \sin (-72,5^\circ) \cdot 20 = - 2861 \text{ Nm}$$

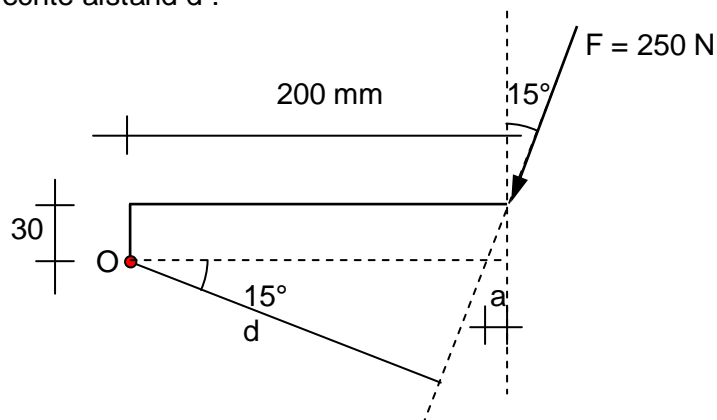


3. Bereken het moment dat door de kracht van 250 N, werkend op het handvat van de Engelse sleutel zoals getoond, uitgeoefend wordt omheen de langsas van de bout.



Ook deze opgave kan op verschillende manieren opgelost worden :

- 1) met loodrechte afstand d :

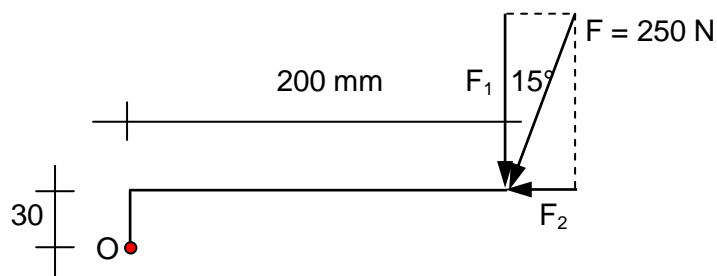


$$d = (200 - a) \cos 15^\circ \quad \text{met} \quad a = 30 \operatorname{tg} 15^\circ$$

$$d = (200 - 30 \operatorname{tg} 15^\circ) \cos 15^\circ = 185,42 \text{ mm}$$

$$\rightarrow M_O = -250 \cdot 185,4 = -46355 \text{ Nmm} = -46,35 \text{ Nm}$$

- 2) F ontbinden in F_1 (\perp) en F_2 (\parallel) :



$$\rightarrow M_O = 30 F_2 - 200 F_1 = 30 \cdot 250 \sin 15^\circ - 200 \cdot 250 \cos 15^\circ = 1941,1 - 48296$$

$$= -46355 \text{ Nmm} = -46,35 \text{ Nm}$$

3) Vectorieel :

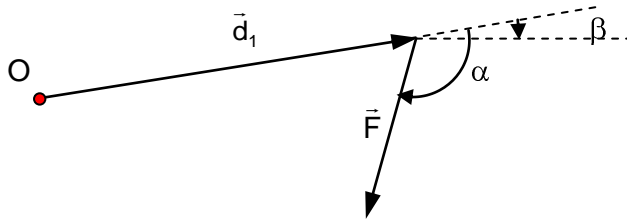
$$\vec{M}_O = \vec{d}_1 \wedge \vec{F}$$

$$M_O = d_1 \sin \alpha \cdot F \text{ met : } d_1 = \sqrt{200^2 + 30^2} = 202,24 \text{ mm}$$

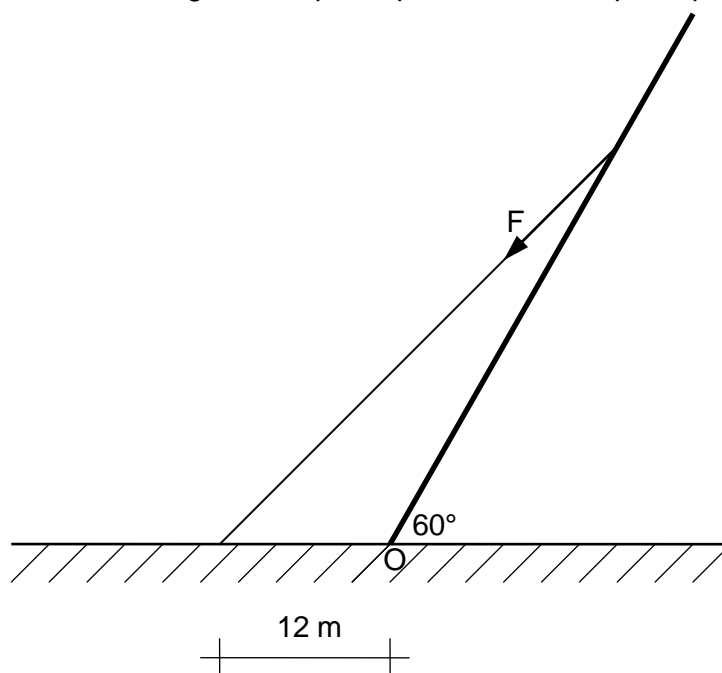
$$\alpha = - (90^\circ + 15^\circ + \beta)$$

$$\text{tg } \beta = 30/200 = 0,15 \rightarrow \beta = 8,53^\circ \rightarrow \alpha = - 113,53^\circ$$

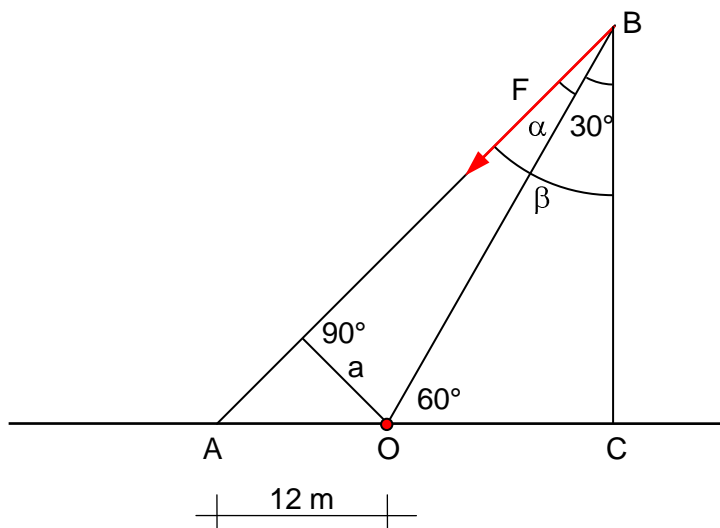
$$M_O = 202,24 \cdot \sin (-113,53^\circ) \cdot 250 = - 46355 \text{ Nmm} = - 46,35 \text{ Nm}$$



4. Bij het oprichten van een vlaggenmast vanuit de getoonde positie dient de kracht F in de kabel een moment van 72 kNm uit te oefenen omheenvoetpunt O . De vlaggenmast is 40 m lang, de kabel is bevestigd in een punt op 10 m van de top. Bepaal kracht F .



Ook deze opgave kan op verschillende manieren opgelost worden :



1) met loodrechte afstand a :

$$a = BO \sin \alpha, \text{ met } \alpha = \beta - 30^\circ$$

$$BC = BO \sin 60^\circ = 30 \sin 60^\circ = 25,98 \text{ m}$$

$$OC = BO \cos 60^\circ = 15 \text{ m}$$

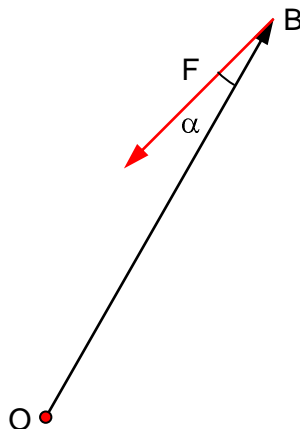
$$AC = 12 + 15 = 27 \text{ m}$$

$$\rightarrow \operatorname{tg} \beta = \frac{27}{25,98} = 1,04 \rightarrow \beta = 46,1^\circ \rightarrow \alpha = 16,1^\circ$$

$$\rightarrow a = 30 \sin 16,1^\circ = 8,32 \text{ m}$$

$$\rightarrow F = \frac{M_o(F)}{a} = \frac{72000}{8,32} = 8654 \text{ N}$$

2) vectorieel :



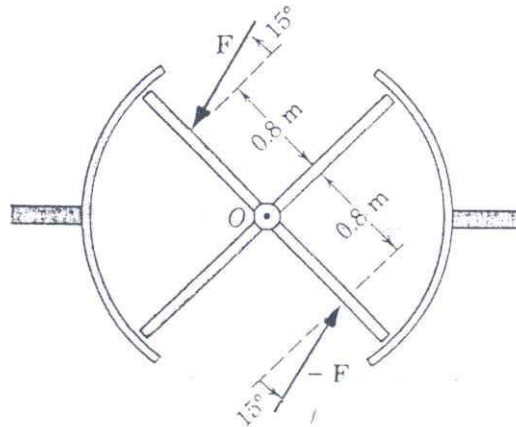
$$M_o(F) = \overrightarrow{OB} \wedge \vec{F}$$

$$M_o = OB \sin(\pi - \alpha) \cdot F = 30 \sin(\pi - 16,1^\circ) \cdot F = 72000 \text{ Nm}$$

$$\rightarrow F = \frac{72000}{30 \sin 163,9^\circ} = 8654 \text{ N}$$

5. niet

6. Twee personen oefenen tegelijk een even grote kracht F uit op een draaideur op de wijze zoals getoond. Als het resulterend moment van deze 2 krachten omheen de deurspil (O) 15 Nm is, welk is dan de grootte van de uitgeoefende krachten F ?



Twee manieren van oplossing :

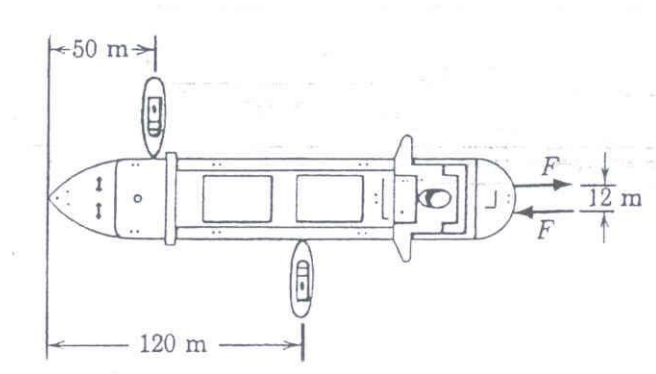
- 1) met het koppel van de 2 krachtcomponenten $F \cos 15^\circ$:

$$F \cos 15^\circ \cdot 1,60 = 15 \text{ Nm} \quad \rightarrow \quad F = \frac{15}{\cos 15^\circ \cdot 1,60} = 9,7 \text{ N}$$

- 2) met tweemaal het moment van de krachtcomponent $F \cos 15^\circ$ omheen O :

$$2 F \cos 15^\circ \cdot 0,80 = 15 \text{ Nm} \quad \rightarrow \quad F = 9,7 \text{ N}$$

- 7 Elk van de 2 schroeven van een zeeschip ontwikkelt bij volle kracht een stuwkracht van 300 kN. Bij een draaimaneuver stuwt de ene schroef volle kracht vooruit, en de andere volle kracht achteruit. Welke kracht dient elk van de 2 sleepboten uit te oefenen op het schip om het draai-effect van het sloopsschroeven te neutraliseren?



De krachten F_1 van de sleepboten vormen een koppel, dus :

$$F_1 (120 - 50) = F \cdot 12 = 300 \cdot 12 = 3600 \text{ kNm}$$

$$\rightarrow F_1 = \frac{3600}{70} = 51,43 \text{ kN}$$