

30 Een lamp hangt aan een touw en een staaf. Figuur 4.46 is een tekening op schaal. Het touw is via een katrol verbonden met een ovalen gewicht. Als je aan het gewicht trekt, komt de lamp op een andere hoogte te hangen. Daarbij zijn D_1 en D_2 de draaipunten bij de wand. In deze opgave hoef je geen rekening te houden met de massa van het touw en de staaf. Op het uiteinde U van de staaf werken drie krachten:

- Door de zwaartekracht trekt de lamp met 36 N aan punt U.
- De staaf zorgt voor een duwkracht van 48 N.
- Het touw zorgt voor een spankracht van 60 N.

Als de krachten in U in evenwicht zijn, is de lamp in rust.

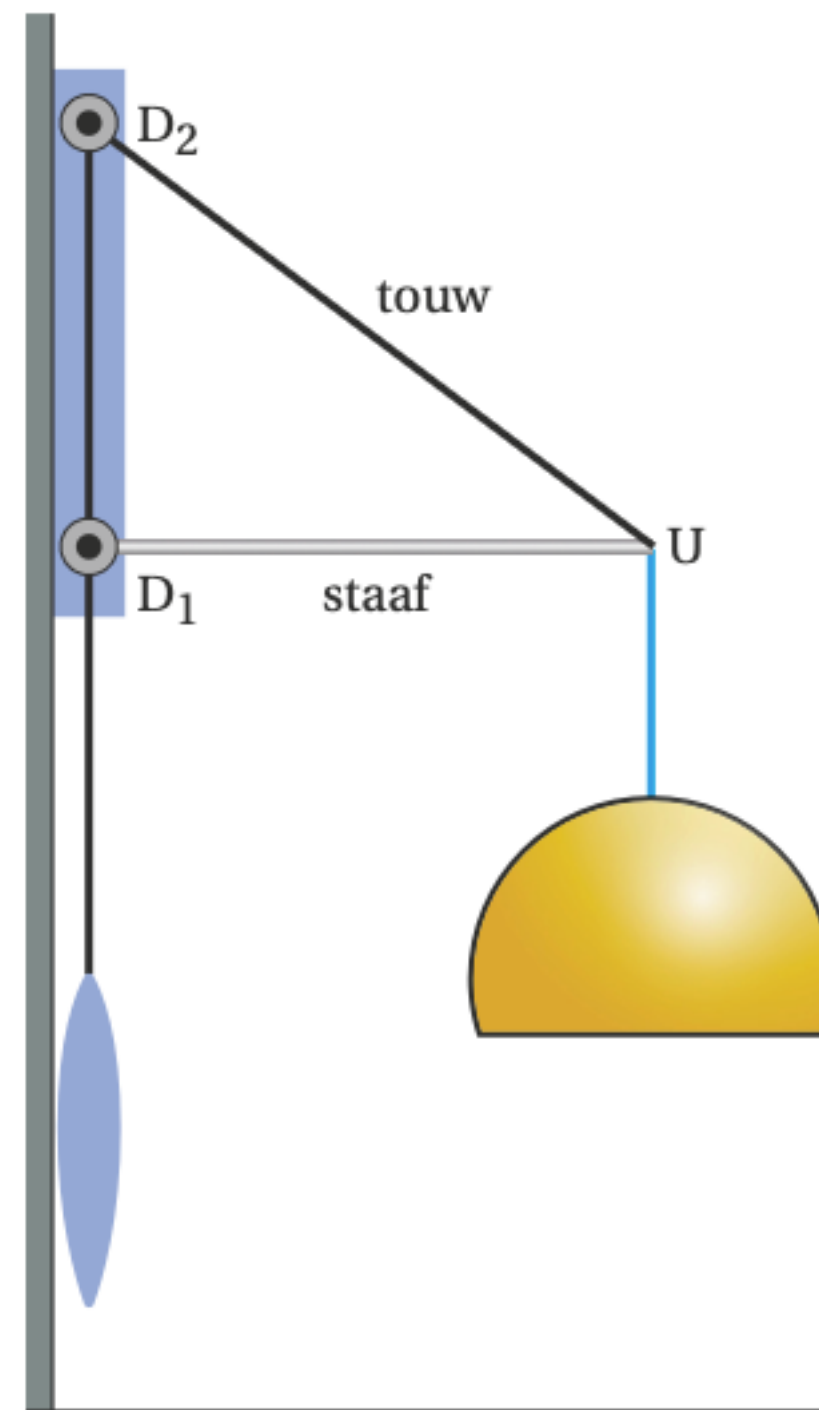
a Toon met een constructie aan dat de krachten in U in evenwicht zijn.

Is de lamp in rust, dan is het moment van de zwaartekracht linksom ten opzichte van D_1 even groot is als het moment van de spankracht rechtsom. Het moment van de duwkracht is 0 Nm.

b Toon aan dat $M_{duw} = 0$ en dat $M_{zw} = M_{span}$.

Ook het moment linksom ten opzichte van D_2 is even groot is als het moment rechtsom.

c Toon ook dit aan.



Figuur 4.46

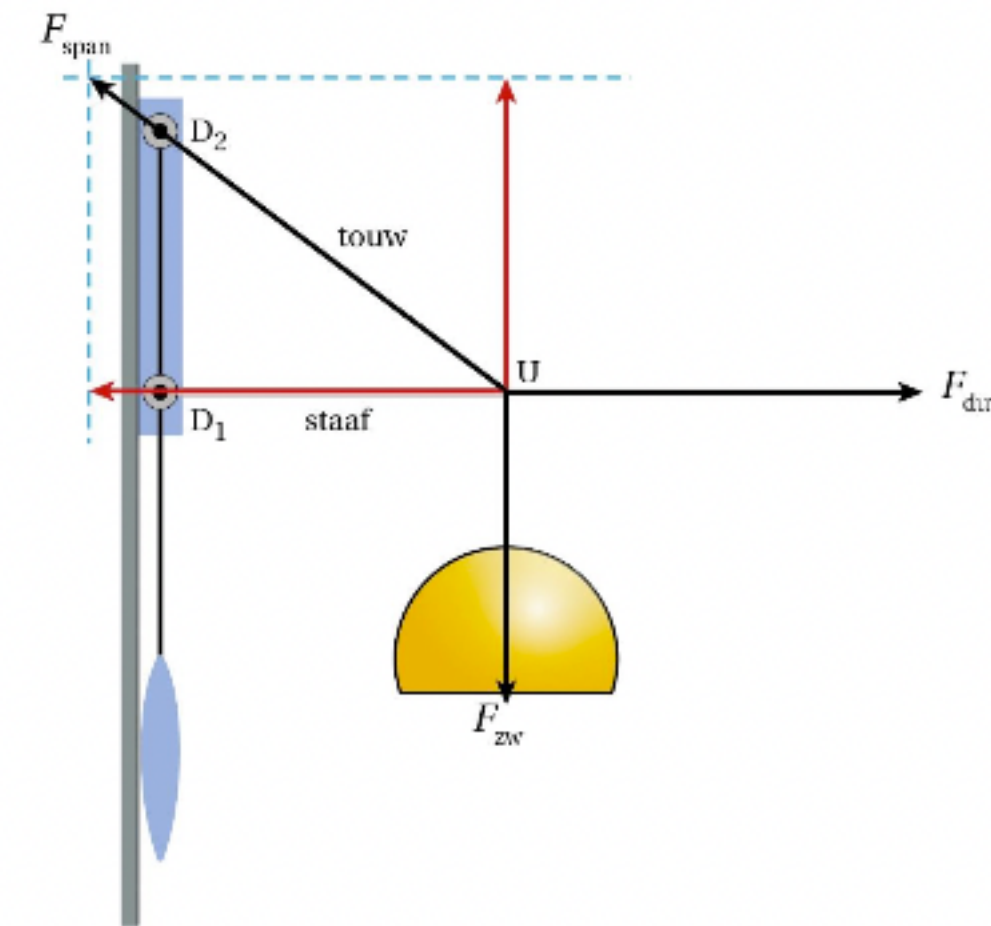
Opgave 30

- a Dat de krachten in U in evenwicht zijn volgt uit de eerste wet van Newton toegepast op de componenten van de spankracht en de andere twee krachten. De componenten van de spankracht construeer je met de omgekeerde parallellogrammethode.

Als de krachten in punt U in evenwicht zijn, vormen ze een drie-krachtenevenwicht.

In figuur 4.13 zijn de krachten getekend met de schaal 1 cm \triangleq 10 N.

Als je de spankracht in de kabel ontbindt in de richting van de zwaartekracht en de duwkracht, zie je dat de componenten in dezelfde richting aan elkaar gelijk zijn.



Figuur 4.13

- b Het moment van een kracht bepaal je met de formule voor moment. De arm volgt uit de kleinste afstand tussen de werklijn van de kracht en het draaipunt.

$$M = F \cdot r$$

De arm van een kracht is de kleinste afstand tussen de werklijn van de kracht en het draaipunt.

Ten opzichte van D_1 heeft de duwkracht geen moment, omdat de werklijn van F_{duw} door D_1 gaat.

De arm van de duwkracht is dan 0 m en het moment dus ook.

Het moment van de spankracht is linksom en het moment van de zwaartekracht is rechtsom.

Bij evenwicht geldt: $F_{span} \cdot r_{span} = F_{zw} \cdot r_{zw}$.

In figuur 4.14 zijn r_{span} en r_{zw} ten opzichte van het draaipunt D_1 aangegeven.

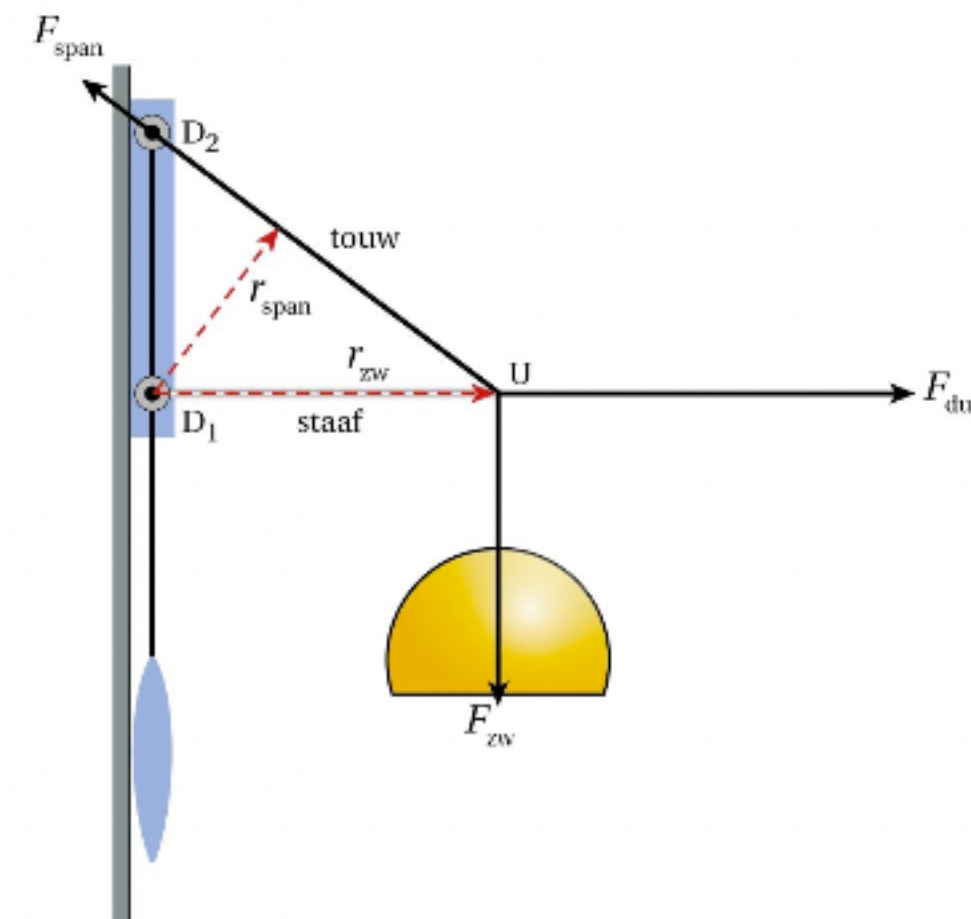
$$r_{zw} = 4,0 \text{ cm}$$

$$r_{span} = 2,4 \text{ cm}$$

$$M_{zw} = 36 \times 4,0 \text{ N cm} = 144 \text{ N cm}$$

$$M_{span} = 60 \times 2,4 \text{ N cm} = 144 \text{ N cm}$$

De momenten zijn aan elkaar gelijk. Dus het moment linksom is gelijk aan het moment rechtsom.



Figuur 4.14

- c Ten opzichte van D_2 heeft de spankracht geen moment, omdat de werklijn van F_{span} door D_2 gaat. De arm van de spankracht is dan 0 m en het moment dus ook.

Het moment van de duwkracht is linksom en het moment van de zwaartekracht is rechtsom.

Bij evenwicht geldt: $F_{duw} \cdot r_{duw} = F_{zw} \cdot r_{zw}$.

In figuur 4.15 zijn r_{duw} en r_{zw} ten opzichte van het draaipunt D_2 aangegeven.