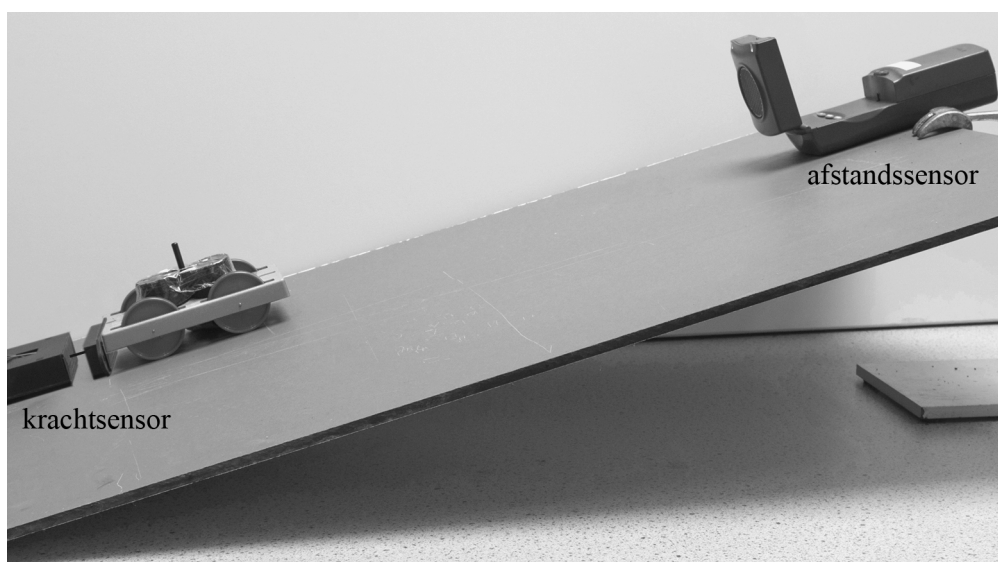


Kreukelzone

Inzittenden van een auto worden tijdens een botsing onder andere beschermd door kreukelzones. Jeroen wil het effect van een kreukelzone tijdens een botsing onderzoeken door een karretje van een helling te laten rijden en tegen een zelfgemaakte krachtsensor te laten botsen. Met een afstandssensor bepaalt hij de plaats van het karretje op de baan tijdens een botsproef. Zie figuur 1.

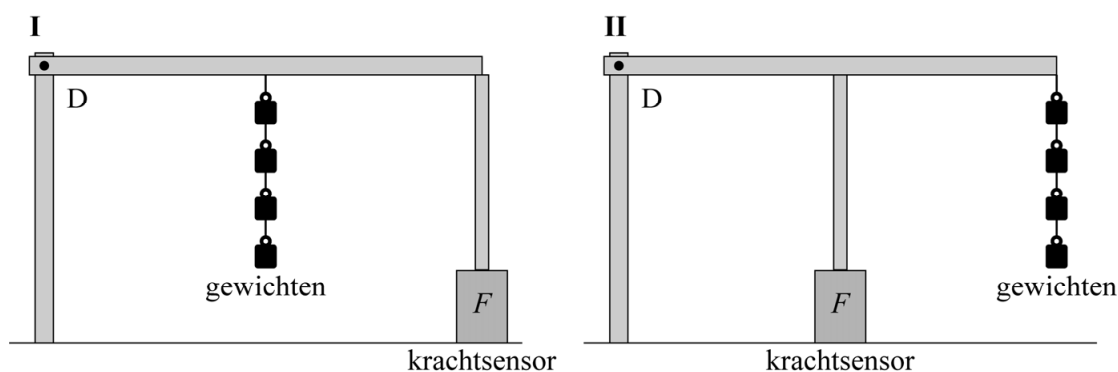
figuur 1



Deel 1: de krachtsensor

Jeroen wil controleren wat de krachtsensor aangeeft voor krachten tot 25 N. Jeroen heeft 25 gewichten van 50 gram. Om tot 25 N te kunnen controleren gebruikt Jeroen een hefboom met draaipunt D waarmee hij met een staafje op de krachtsensor op tafel drukt. Hij kan hier twee verschillende opstellingen (I of II) voor gebruiken. Zie figuur 2. De massa van de hefboom en het staafje mogen verwaarloosd worden.

figuur 2

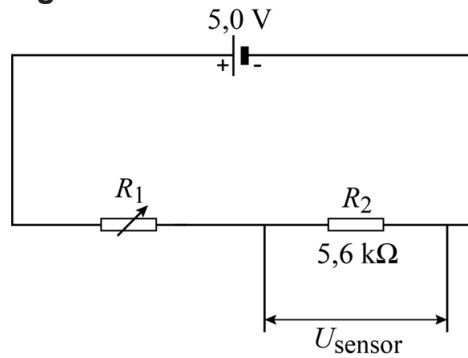


- 3p 9 Leg met de hefboomwet uit welke opstelling (I of II) Jeroen moet gebruiken.

De krachtsensor zelf bestaat uit een serieschakeling van een krachtgevoelige weerstand R_1 en een ohmse weerstand R_2 van $5,6 \text{ k}\Omega$. De weerstand van R_1 verandert als er een grotere of kleinere kracht op wordt uitgeoefend.

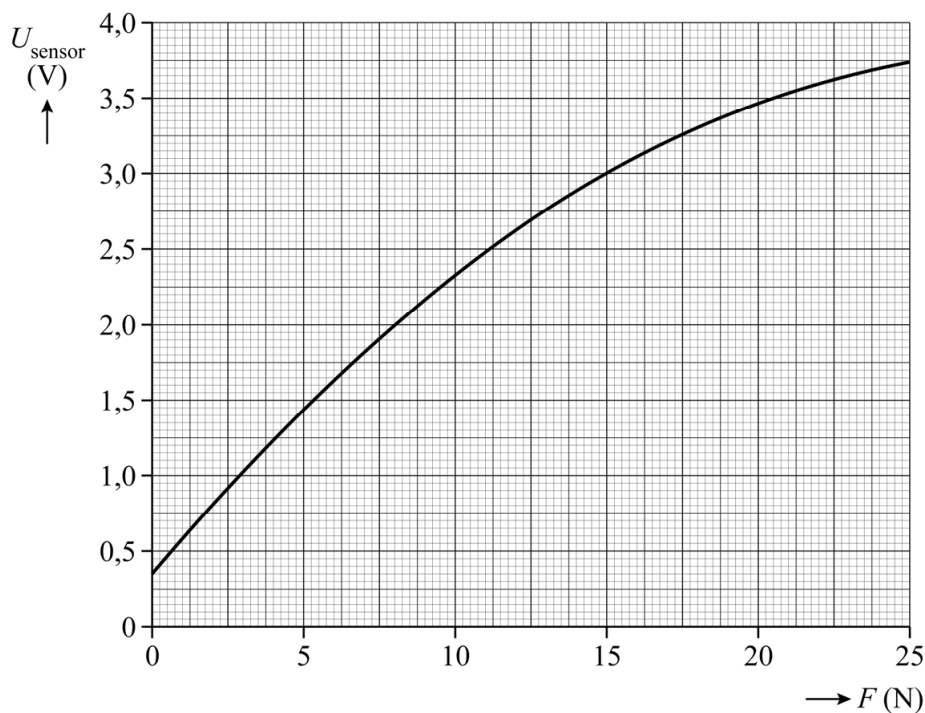
De spanningsbron levert $5,0 \text{ V}$. Zie figuur 3.

figuur 3



Jeroen heeft het verband tussen de spanning over R_2 (de zogenaamde sensorspanning U_{sensor}) en de kracht F op de sensor bepaald. Dit is weergegeven in figuur 4.

figuur 4



- 4p **10** Bepaal de grootte van de krachtgevoelige weerstand R_1 bij een kracht van 15 N .

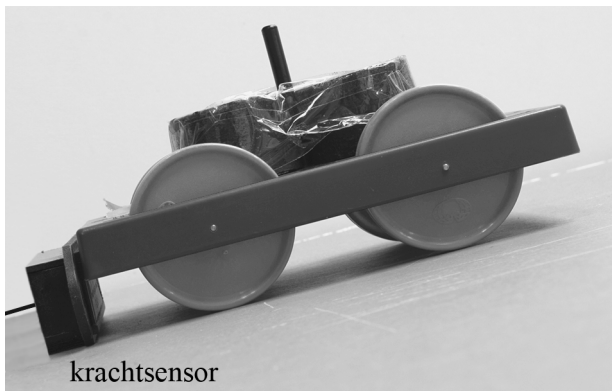
Als er geen kracht op de krachtsensor werkt, geeft deze sensor toch al een beginspanning U_0 die groter is dan 0 V.

- 2p 11 Omcirkel op de uitwerkbijlage in elke zin het juiste antwoord.

Deel 2: de botsproef

Als het karretje in rust tegen de sensor staat, constateert Jeroen dat de krachtsensor al een bepaalde spanning U_A geeft die groter is dan U_0 . Hij concludeert dat dat komt doordat het karretje op een helling staat. Zie figuur 5. De rolweerstandskracht wordt verwaarloosd.

figuur 5



Het karretje heeft een massa van 0,26 kg.

Figuur 5 staat ook op de uitwerkbijlage. De zwaartekracht F_z is op schaal ingetekend. In deze situatie is de kracht F op de sensor even groot als de component van F_z parallel aan de helling.

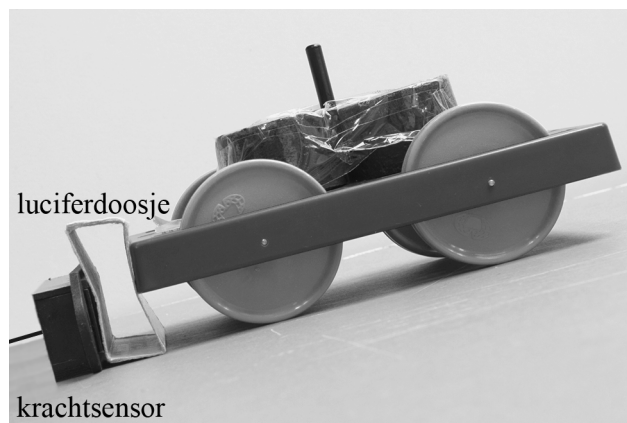
- 5p 12 Voer de volgende opdrachten uit:
- Construeer in de figuur op de uitwerkbijlage deze component van F_z .
 - Bepaal de grootte van U_A met behulp van figuur 4.

Jeroen test de opstelling. Hij laat het karretje ($m = 0,26 \text{ kg}$) van de helling rijden en tegen de krachtsensor botsen. Van deze test maakt hij een (x, t) -diagram. Dit (x, t) -diagram staat op de uitwerkbijlage.

- 4p 13 Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de maximale kinetische energie van het karretje tijdens deze test. Geef in de figuur aan hoe je aan je antwoord komt. Noteer je antwoord in twee significante cijfers.

Vervolgens voert Jeroen vanaf andere hoogtes twee vergelijkbare botsproeven uit. Hij laat het karretje naar beneden rijden en tegen de krachtsensor botsen. Eén keer botst het karretje direct tegen de sensor. Daarna botst het met een vervormbaar luciferdoosje als kreukelzone tussen het karretje en de krachtsensor. Zie figuur 6. De massa van het luciferdoosje is verwaarloosbaar.

figuur 6



Van beide botsproeven maakt Jeroen een (F, x) -diagram. Hierin is x de plek van het karretje op de baan. Deze diagrammen staan vereenvoudigd op de uitwerkbijlage. De oppervlakte onder iedere grafiek is de arbeid die de krachtsensor heeft verricht om het karretje af te remmen. Jeroen constateert dat de kreukelzone tijdens de botsing een deel van de energie van het karretje heeft geabsorbeerd. Beide botsingen vinden met dezelfde snelheid plaats.

- 3p 14 Bepaal met behulp van de diagrammen op de uitwerkbijlage de energie die de kreukelzone tijdens de botsing heeft geabsorbeerd. Noteer je antwoord in drie significante cijfers.

Jeroen trekt naar aanleiding van zijn onderzoek een aantal conclusies over grootheden die kunnen veranderen door het gebruik van een kreukelzone. Deze conclusies staan op de uitwerkbijlage.

- 2p 15 Geef per conclusie met een kruisje aan of deze juist of onjuist is.