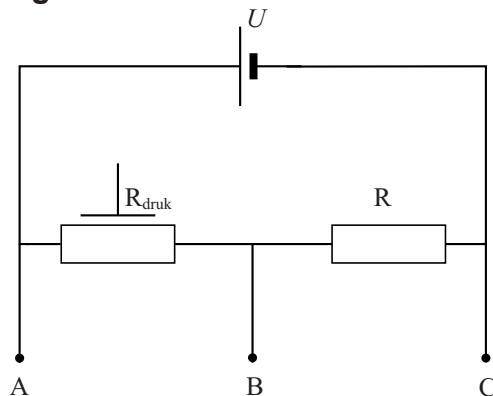


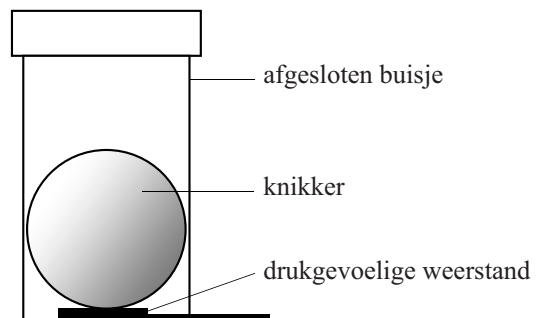
## Opgave 2 (G-)Krachtmetingen in een attractiepark

Ingrid en Karel voeren een project uit waarbij zij in een attractiepark krachten gaan meten. Ze maken daarvoor zelf een eenvoudige krachtsensor. De elektrische schakeling van de krachtsensor staat weergegeven in figuur 1. De batterij levert een spanning van 9,0 V.

figuur 1



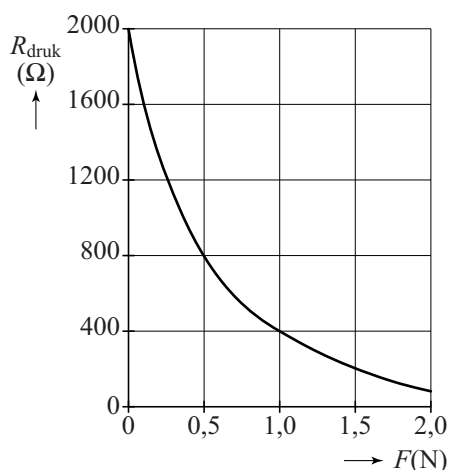
figuur 2



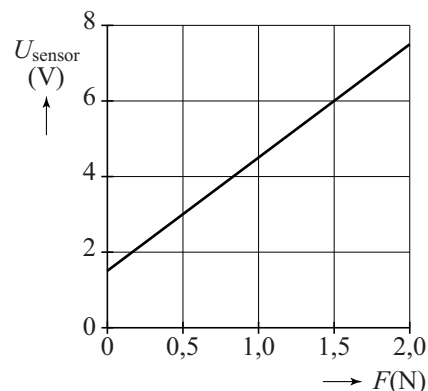
Op de drukgevoelige weerstand  $R_{\text{druk}}$  leggen ze een knikker met een massa van 50 g. De knikker is in een buisje geplaatst om ervoor te zorgen dat de knikker midden op de drukweerstand blijft liggen. Zie figuur 2.

Figuur 3 geeft het verband tussen de waarde van de drukgevoelige weerstand en de kracht die erop wordt uitgeoefend. Figuur 4 geeft het verband tussen de uitgangsspanning van de sensor en de kracht.

figuur 3



figuur 4



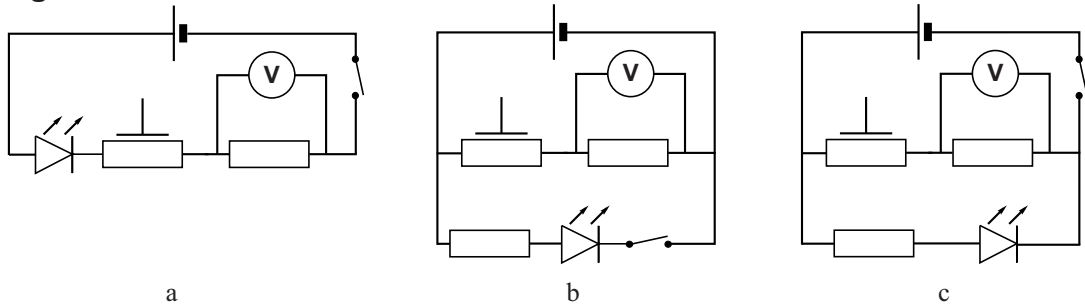
De sensorspanning zoals weergegeven in figuur 4 wordt gemeten tussen de punten B en C in de schakeling.

3p 7 Leg dit uit aan de hand van de figuren 3 en 4.

3p 8 Bepaal de waarde van de weerstand  $R$  in de schakeling.

Om de krachtsensor aan en uit te kunnen zetten, wordt een schakelaar in de schakeling opgenomen. Om te zien of de sensor in- of uitgeschakeld is, wordt ook een LED toegevoegd. De LED mag de sensorspanning niet beïnvloeden. In figuur 5 staan drie schakelingen weergegeven, waarvan er één juist is.

figuur 5



- 3p 9 Geef aan welke schakeling juist is. Verklaar daarvoor van de andere twee schakelingen waarom ze onjuist zijn.

Ingrid en Karel nemen de krachtsensor mee in de gondel van de attractie G-Force. Zie de figuren 6 en 7.

figuur 6



In de G-Force maken de passagiers tijdens een deel van de rit een cirkelbeweging in een verticaal vlak. Hierbij gaan ze een aantal keer 'over de kop'. Zie figuur 7.

figuur 7



In deze cirkelbeweging van de G-Force ondervindt een passagier een constante zwaartekracht en een steeds wisselende normaalkracht.

Om de krachtbeleving van een passagier te beschrijven gebruikt men het begrip 'G-kracht'.

De 'G-kracht' op een bepaald object wordt gedefinieerd als:

$$\text{'G-kracht'} = \frac{F_n}{F_z}$$

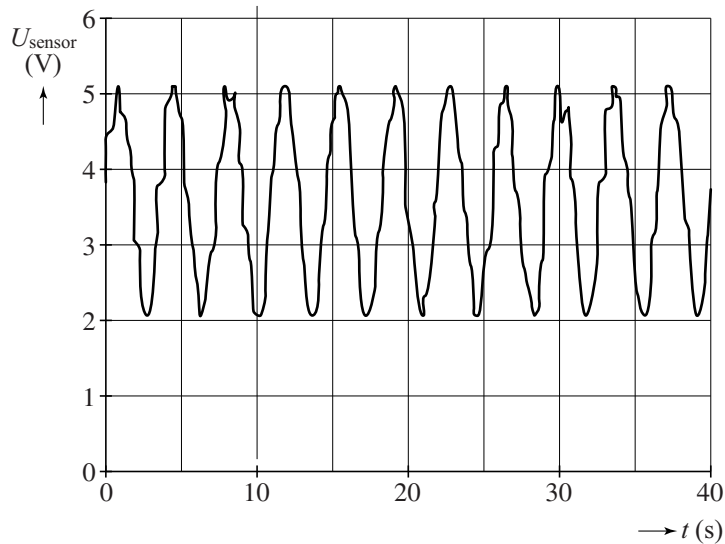
Natuurkundig gezien zou 'G-factor' een betere naam zijn.

2p 10 Leg uit waarom.

Karel en Ingrid houden de krachtsensor voortdurend in dezelfde positie (de positie van figuur 2) ten opzichte van de gondel van de G-Force.

De metingen met de krachtsensor tijdens de cirkelbeweging in het verticale vlak zijn weergegeven in de grafiek van figuur 8.

**figuur 8**



Met behulp van figuur 8 kan de grootte van de ‘G-kracht’ op twee verschillende manieren bepaald worden:

**manier 1** door gebruik te maken van de omlooptijd;

**manier 2** door gebruik te maken van de sensorspanning en deze te vergelijken met figuur 4.

De cirkelbaan van de krachtsensor heeft een diameter van 9,4 m.  
De massa van de knikker in de sensor bedraagt 50 g.

6p 11 Voer de volgende opdrachten uit:

- Bepaal op **manier 1** de grootte van de ‘G-kracht’ in het laagste punt van de cirkelbaan.
- Bepaal op **manier 2** de grootte van de ‘G-kracht’ in het laagste punt van de cirkelbaan.