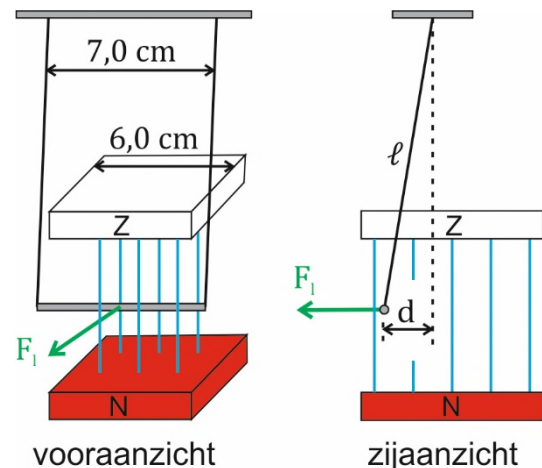


Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Let op het juiste aantal significante cijfers en vergeet de eenheden niet! Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

Met potlood geschreven tekst wordt niet gecorrigeerd!  
Het gebruik van Tipp-Ex is niet toegestaan.

### Opgave 1

In nevenstaande afbeelding staat schematisch een opstelling weergegeven. Een geleidend stangetje met een massa van 5,0 g is via geleidende draadjes met verwaarloosbare massa opgehangen zoals weergegeven in nevenstaande afbeelding. Door het stangetje wordt een stroomsterkte  $I$  geleid waardoor er een lorentzkracht gaat werken. Ten gevolge van deze lorentzkracht wordt het stangetje over een afstand  $d$  naar voren getrokken zoals weergegeven in nevenstaand zijaanzicht.



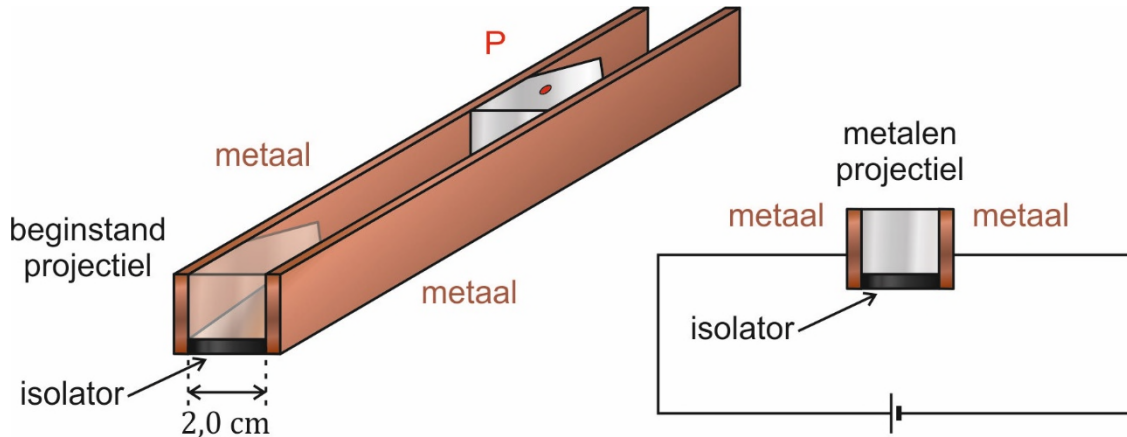
- Gaat het magneetveld waarin het stangetje zich bevindt omhoog of omlaag?
- Leg uit** of de stroomsterkte door het stangetje, in het vooraanzicht, van links naar rechts of van rechts naar links gaat.

Voor de opstelling gelden onderstaande waarden:

- $B = 0,10 \text{ T}$
  - breedte magneet = 6,0 cm
  - breedte stangetje = 7,0 cm
  - lengte  $l = 15 \text{ cm}$
  - stroomsterkte  $I = 2,0 \text{ A}$
  - massa stangetje = 5,0 g
- c) **Bereken** de afstand  $d$  waarover de draad naar voren wordt getrokken. Zie zijaanzicht.

## Opgave 2

Aan de Technische Universiteit van Delft is men er in geslaagd een lanceerinrichting te ontwikkelen die geen gebruik maakt van een explosie van buskruit. Het projectiel wordt weggeschoten door middel van de Lorentzkracht. Het gaat hier om de zogenaamde Single Pulse Rail Accelerator. In onderstaande afbeelding is het apparaat getekend.



Het apparaat bestaat uit een rechthoekige goot. De twee zijwanden zijn van metaal. De bodem is gemaakt van een isolerend materiaal. De Lorentzkracht wordt opgewekt door een sterke elektrische stroom van 1,7 MA die via de zijwanden door het projectiel gaat. Het metalen projectiel maakt tijdens het afschieten steeds contact met de zijwanden. Boven en onder de goot zijn twee spoelen opgesteld die een homogeen magnetisch veld opwekken. Gedurende 2,0 ms werkt dan op het projectiel van 80 gram een kracht van 85 kN. De goot ligt horizontaal en bevindt zich geheel in het verticaal gerichte, homogene magneetveld.

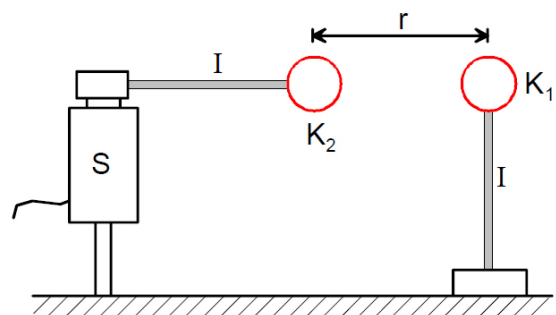
- Teken** in bovenstaande afbeelding in punt P de richting van de Lorentzkracht, de richting van de elektrische stroom en de richting van het magneetveld.
- Bereken** de grootte van de magnetische inductie.
- Bereken** de snelheid die het projectiel zou krijgen als alle wrijving verwaarloosd wordt.

## Opgave 3

Met de hiernaast weergegeven opstelling kan de wet van Coulomb worden gecontroleerd.

Een aan een geïsoleerde staaf I aangebrachte aluminium kogel  $K_1$  ( $d = 38,0$  mm) bevindt zich op grote afstand van een tweede identieke kogel  $K_2$  die via een geïsoleerde staaf I aan een krachtsensor S is bevestigd (zie nevenstaande afbeelding). De beide oorspronkelijk neutrale kogels worden nu door middel van een

hoogspanningsbron ( $U = 16,0$  kV) even sterk positief opgeladen (de min-pool van de spanningsbron is geaard). De lading van  $K_2$  bedraagt dan 33,4 nC.



Als  $K_1$   $K_2$  nadert wordt de op  $K_2$  werkende kracht  $F$  als functie van de middelpuntsafstand  $r$  gemeten. De meetresultaten staan in nevenstaande tabel.

a) **Teken** een diagram waarin  $F$  wordt uitgezet als functie van  $1/r^2$  en ga daarmee na of de meetgegevens voldoen aan de wet van Coulomb.

Bij kleine afstand worden kleinere krachten gemeten als dat er op basis van de wet van Coulomb te verwachten zijn.

b) Verklaar deze waarneming.

c) **Bepaal** op basis van het bij a) getekende diagram zo nauwkeurig mogelijk de lading van bol  $K_1$ .

<b>r (cm)</b>	<b>F (mN)</b>
4,00	3,40
5,00	2,80
6,00	2,20
8,00	1,30
10,0	0,850
15,0	0,410
20,0	0,200
25,0	0,110