

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 de zon wordt door kernfusie helium gevormd uit waterstof.

De eerste stap in dit proces bestaat uit fusie van twee protonen, waarbij een positron (β^+), een neutrino ν en nog een deeltje ontstaan.

a) Geef de reactievergelijking van deze fusie.

Na een aantal stappen ontstaat een ${}^4\text{He}$ -kern. Bij dit proces worden netto vier protonen en twee elektronen omgezet in een ${}^4\text{He}$ -kern en twee neutrino's.

b) **Bereken** hoeveel energie er in totaal per heliumkern vrijkomt.

Neem daarbij aan dat de neutrino's geen massa hebben.

De zonkant van onze planeet wordt permanent getroffen door een bombardement van zonneneutrino's.

Elke seconde worden er door de zon $2,0 \cdot 10^{38}$ neutrino's uitgezonden.

De neutrino's bewegen gelijkmatig in alle richtingen en worden onderweg in de ruimte niet tegengehouden.

c) **Bereken** het aantal neutrino's dat per seconde de aarde treft.

Opgave 2

Op een koperen ring die zich in een magneetveld bevindt kan, onder bepaalde voorwaarden, een lorentzkracht werken. Onder de koperen ring bevindt zich een spoel met daarin een ijzeren kern die boven de spoel uitsteekt. Zie nevenstaande afbeelding.

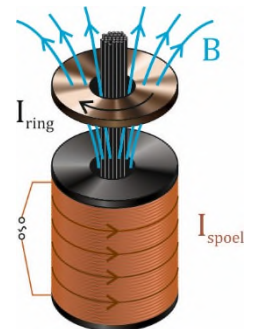
a) **Leg uit** dat er geen lorentzkracht op de koperen ring werkt als de spoel wordt aangesloten op een gelijkspanningsbron.

Let op: In nevenstaande afbeelding is de spoel aangesloten op een wisselspanningsbron.

De spoel wordt aangesloten op een wisselspanningsbron.

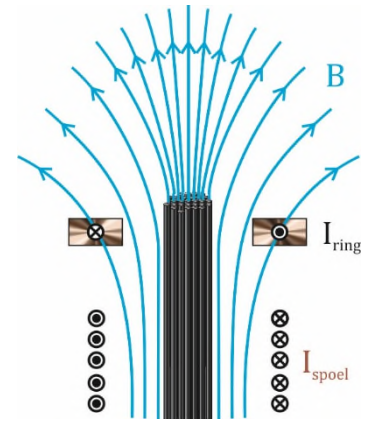
Ten gevolge van de inductiestroom die in de ring optreedt, ondervindt de ring een omhooggerichte resulterende lorentzkracht F_ℓ . De frequentie van de wisselstroom is zo hoog dat alleen de gemiddelde waarde van F_ℓ van belang is.

Op een bepaald moment hebben de inductiestroom in de ring en de stroom in de spoel de richtingen die in nevenstaande afbeelding zijn aangegeven. Ook zijn de magnetische veldlijnen getekend die worden veroorzaakt door de stroom in de spoel.

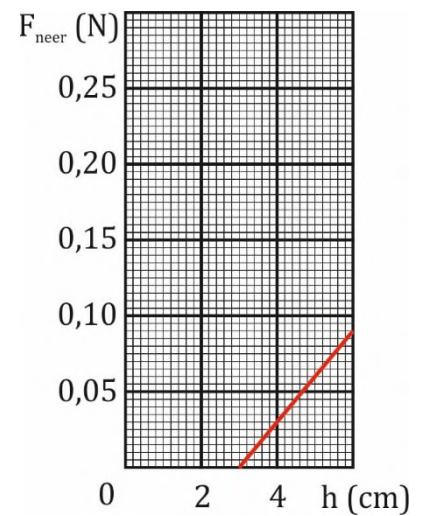
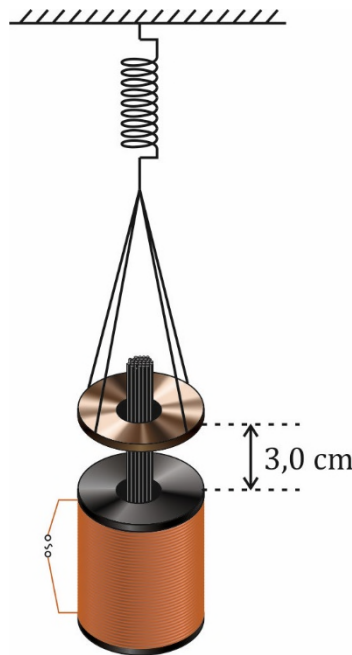
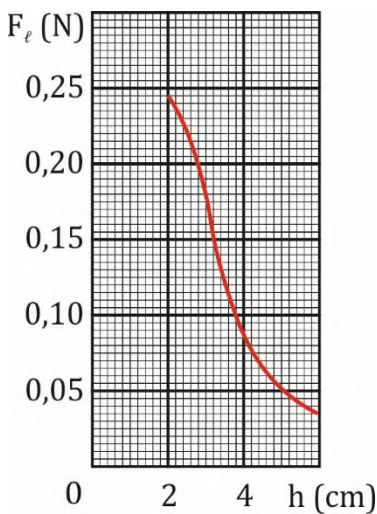


b) **Leg uit** dat de resultante van de lorentzkrachten op de ring omhooggericht is.

Teken daartoe in nevenstaande schematische dwarsdoorsnede de lorentzkrachten op de linker- en rechterzijde van de ring.



De resulterende lorentzkracht op de ring is bepaald als functie van de hoogte h boven de spoel. Het resultaat van die metingen is in de linker onderstaande grafiek weergegeven. Vervolgens wordt de ring aan een veer opgehangen. De massa van de ring bedraagt 120 g. De wisselspanningsbron wordt tijdelijk uitgeschakeld. De spoel bevindt zich dan op 3,0 cm onder de ring. Zie middelste afbeelding.



De ring wordt 3,0 cm omlaag getrokken en dan losgelaten. De ring gaat dan harmonisch trillen met een trillingstijd van 1,26 s. De massa van de veer moet worden verwaarloosd.

c) **Bereken** de veerconstante van de veer.

Methode 1.

De ring ondervindt tijdens het trillen alleen de zwaartekracht en de veerkracht. Als de hoogte h van de ring boven de spoel groter is dan 3,0 cm, is de veerkracht kleiner dan de zwaartekracht. De resultante van veerkracht en zwaartekracht is dan omlaag gericht en wordt hier F_{neer} genoemd. De grootte van F_{neer} als functie van h voor $h \geq 3,0$ cm is in rechter bovenstaande grafiek weergegeven.

- d) **Bepaal** de veerconstante van de veer.
Methode 2. Nu dus op een andere manier dan bij opgave b).

Men hangt de ring weer stil op een hoogte van 3,0 cm boven de spoel. Dan wordt de wisselspanningsbron weer ingeschakeld. De ring beweegt aanvankelijk omhoog. De grootte van F_{\uparrow} en F_{neer} zijn in nebenstand diagram beide weergegeven als functie van h .

- e) **Bepaal** de versnelling van de ring als deze zich op een hoogte van 4,0 cm boven de spoel bevindt.
f) **Leg uit** op welke hoogte boven de spoel de ring zijn grootste snelheid bereikt.
g) **Bepaal** deze grootste snelheid.

