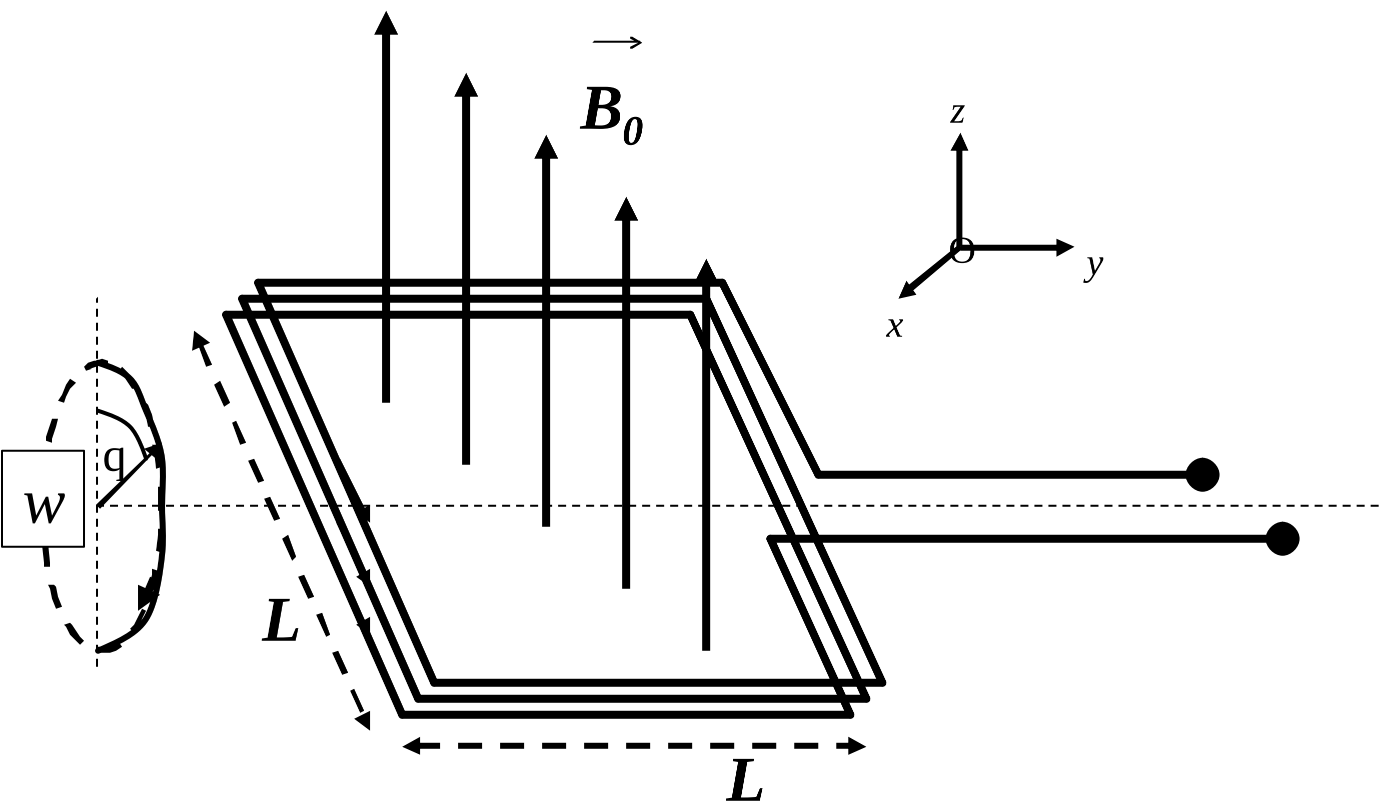
Verplichte Opgave Elektrodynamica.
Inleveren uiterlijk 21 juni

Een vierkant draadraam met N_d windingen draait rondom een as (y-as). Dit draadraam bevindt zich in een homogeen magnetich veld B_0, dat in de z-richting wijst. Neem het assenstelsel zoals gegeven in de figuur. Het draadraam heeft een oppervlakte $S=L^2$. De hoeksnelheid waarmee het draadraam ronddraait is w. Dus de hoek q die de normaal op het denkbeeldige raamoppervlak maakt met het magnetisch veld varieert als functie van de tijd t als: $q=w\ t$. Op t=0 bevindt het draadraam zich in het XY vlak d.w.z. B_0 en de normaal op het oppervlak zijn parallel.



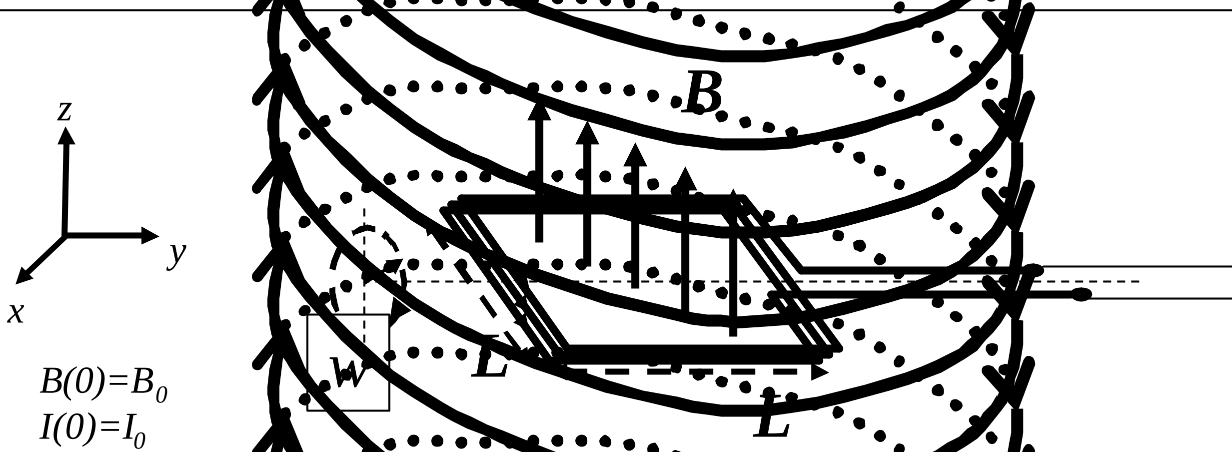
1a Bereken op een willekeurig tijdstip t de magnetische flux door de spoel.

1b Gebruik de Wet van Faraday om te laten zien dat de EMK van deze opstelling gegeven wordt door:

$$\boldsymbol{EMK} = \boldsymbol{B}_0 \boldsymbol{N} w \boldsymbol{L}^2 \,\mathbf{sin(}\, w\, \boldsymbol{t}\,\mathbf{)}$$

3. Spoel in spoel (vervolg)

Een student heeft een ingeving. De student plaatst het draadraam in het midden van een rechte spoel met lengte 1m met N_s windingen (as langs z-as), waar de randeffecten verwaarloosd kunnen worden. Hij/zij verbindt de uiteinden van het draadraam in serie met de rechte spoel. De draaisnelheid van het draadraam wordt constant gehouden. Op t=0 ligt het draadraam in het XY vlak, loopt er een stroom I_0. De verbinding is zo gekozen dat de inductie stroom op t=0 hetzelfde teken krijgt als I_0 . De zelfinductie coëfficiënten van de spoelen mag je als gegeven beschouwen; gebruik L_d en L_s voor de zelfinductie van draadraam en spoel respectievelijk.



1c Geef de formule voor de magnetische flux op een willekeurig tijdstip t ***door het draadraam*** als functie van de (nog onbekende) stroom $I(t)$. Houdt rekening met de flux t.g.v. het veld van de rechte spoel *en* de flux t.g.v. zelfinductie.

1d Bepaal de flux door de rechte spoel t.g.v. het draaiende draadraam en laat hierbij zien dat voor de mutuele inductie geldt: $M(t) = Constante \cos(wt)$.

1e De som van alle EMK's dient gelijk aan nul te zijn. Laat zien dat deze som een differentiaal vergelijking oplevert van de vorm:

$$k_1 \frac{dI(t)}{dt} + k_2 \frac{d}{dt}(M(t)I(t)) = 0$$

Geef uiteraard ook de constantes k_1 en k_2.

1f Laat zien dat de functie $I(t) = a/(b+ \cos(wt)$) een oplossing is. Geef a en b. Houdt dit systeem zichzelf in stand?