

MAAK ELKE OPGAVE OP EEN APART VEL, voorzien van je naam.

Op vel 1: **studentnummer, naam, adres, postcode, woonplaats en studierichting.**

De onderdelen van de opgaven zijn veelal onafhankelijk van elkaar op te lossen. Ook al kun je een bepaald onderdeel niet oplossen, **probeer dan toch het vervolg** van de opgave.

$$\text{cijfer} = (\Sigma \text{punten})/3 + 1$$

**Opgave 1.** Een condensator met capaciteit  $C$  is via een schakelaar in serie geschakeld met een spoel met zelfinductie-coëfficiënt  $L$ . De condensator is geladen met een lading  $Q_0$ . Op  $t = 0$  sluit men de schakelaar. Op tijdstip  $t$  loopt er een stroom  $I(t)$  door de spoel en is de lading op de condensator  $Q(t)$ .

- 2 a. Bereken de totale energie van de condensator en de spoel op tijdstip  $t$  uitgedrukt in  $I(t)$  en  $Q(t)$  en geef aan waarom de totale energie constant is.
- 3 b. Laat zien dat  $Q(t) = Q_0 \sin(\omega t)$  voldoet aan de vergelijking voor de totale energie als  $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ .

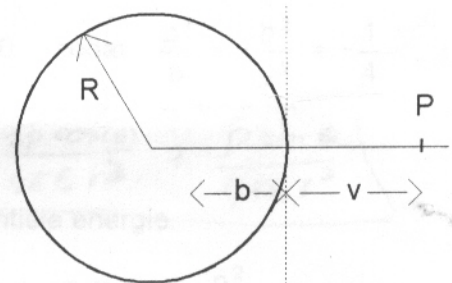
Veronderstel dat de spoel lang is, een lengte  $d$  heeft, een doorsnede  $A$  en  $n$  windingen per meter.

- 3 c. Bereken de energie per  $\text{m}^3$  (de energie-dichtheid) in de spoel, uitgedrukt in de magnetische veldsterkte  $B$  in de spoel.

**Opgave 2.** Een metalen bol met een straal  $R$  is geaard. In het punt  $P$  wordt een elektrische puntlading  $+Q$  aangebracht. Ten gevolge van het lading wordt op de bol een ladingsverdeling geïnduceerd.

Met behulp van de methode van spiegelbeeldladingen kan het totale veld van de puntlading en de bol gevonden worden. Is de afstand van een lading  $+Q$  tot het geaarde boloppervlak  $v$ , dan kan het veld buiten de bol gevonden worden met een spiegelbeeldlading  $Q'$  binnen de bol op een afstand  $b$  van het boloppervlak

$$\text{en waarvoor geldt: } \frac{1}{v} - \frac{1}{b} = -\frac{1}{R}$$



- 1 a. Bereken voor een geaarde bol de verhouding van de ladingen  $\frac{Q'}{Q}$  uitgedrukt in  $v$  en  $b$ .  
In  $P$ , op een afstand  $r = 2R$  van het centrum van de bol, wordt nu een elektrisch **dipool**  $p$  aangebracht met de richting naar het centrum van de bol. De methode van de spiegelbeeldladingen kan nu ook gebruikt worden om het veld van dit dipool in de buurt van een geaarde bol te vinden.
- 2 b. Beargumenteer of het spiegelbeeld dipool dezelfde of de tegengestelde richting heeft als het gegeven dipool buiten de bol.
- 1 c. Bereken de afstand van het spiegelbeeld dipool  $p'$  tot het centrum van de bol uitgedrukt in  $R$
- 1 d. Bereken de grootte van het dipool  $p'$  uitgedrukt in  $p$ . ?
- 2 e. Bereken de elektrische veldsterkte in  $P$  ten gevolge van het spiegelbeeld dipool  $p'$ . ?
- 2 f. Bereken de kracht die de geaarde bol op het gegeven dipool in  $P$  uitoefent. ?