

NATIONALE

NATUURKUNDE OLYMPIADE

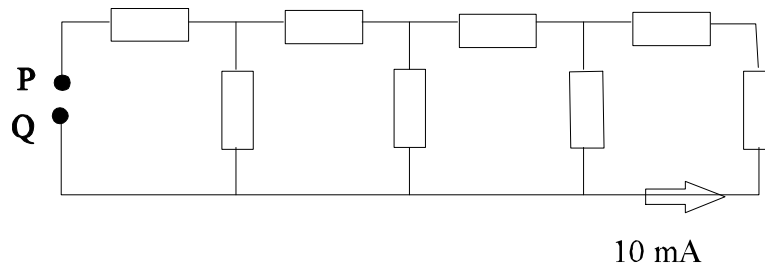
Tweede ronde - theorie toets

12 juni 2002

beschikbare tijd : 2 x 2 uur

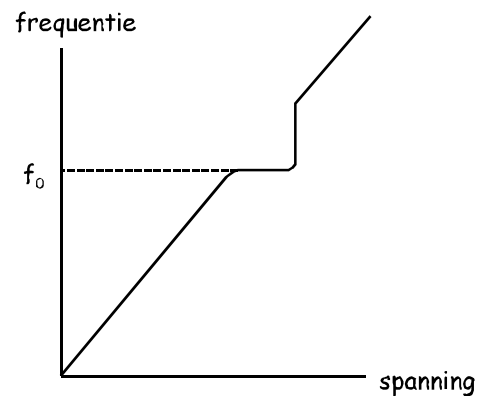
## DEEL I

1. Door een van de weerstanden van een keten van gelijke weerstanden loopt een stroom van 10 mA (zie schema).



- Bereken de spanning tussen de aansluitpunten P en Q van de keten.
- Bereken de vervangingsweerstand tussen de aansluitpunten.

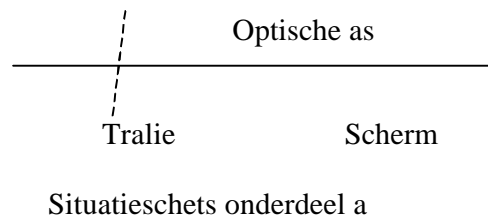
2. Een metalen kogeltje van 40 gr is opgehangen aan een draadje met een lengte van 1,00 m en een massa van 1,0 gr. Het kogeltje hangt tussen de platen van een vlakke condensator. Als op de platen een spanning wordt aangebracht, gaat het kogeltje heen en weer bewegen waarbij telkens wat lading wordt overgebracht. De frequentie wordt gemeten als functie van de spanning. Uit de grafiek blijkt dat de frequentie evenredig is met de spanning, behalve in een bepaald gebied waar de frequentie min of meer constant blijft. Bij die frequentie blijkt in het draadje een staande golf te ontstaan.



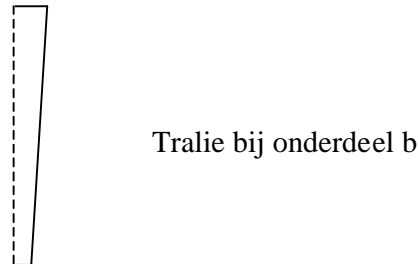
- Bereken de frequentie  $f_0$  waarbij de staande golf in het draadje ontstaat.
3. Aan een grote bak water wordt een hoeveelheid zout toegevoegd waardoor de vloeistof goed elektrisch geleidend wordt. De dichtheid van de vloeistof is  $D$ . Op een afstand  $D$  boven de vloeistof wordt een puntlading  $Q$  aangebracht.
- Bereken, met behulp van de methode van de spiegelbeeldlading, de veldsterkte op het vloeistofoppervlak, recht onder de lading.
  - Bereken de kracht per oppervlakte-eenheid die op de vloeistof wordt uitgeoefend. Als gevolg van deze kracht komt de vloeistof recht onder de lading iets omhoog.
  - Bereken hoeveel de vloeistof recht onder de lading zal stijgen, uitgedrukt in de gegeven grootheden.
4. Een hellend vlak maakt een hoek  $\theta$  met de horizontaal. Deze hoek is zo gekozen dat een blokje, eenmaal in beweging gebracht, met een constante snelheid naar beneden kan glijden. Nu geeft men het blokje in horizontale richting langs het vlak (de x-as) een snelheid  $v_0$ . De lijn langs het vlak loodrecht op de x-as, is de y-as.
- Geef, uitgaande van de wet van Newton, een bewegingsvergelijking van het blokje voor de y-component.
  - Geef de bewegingsvergelijking van het blokje in een punt  $(x,y)$  in de richting van de beweging.
  - Bereken de eindsnelheid van het blokje.

## DEEL II

5. Een tralie is gemaakt van een dun glasplaatje ( $n = 1,40$ ) waarop 500 lijnen per cm zijn geëtst. Met behulp van dit tralie wordt een spectrum gemaakt van monochromatisch licht met een golflengte van 650 nm. Het spectrum wordt geprojecteerd op een scherm dat 40,0 cm van het tralie verwijderd is.

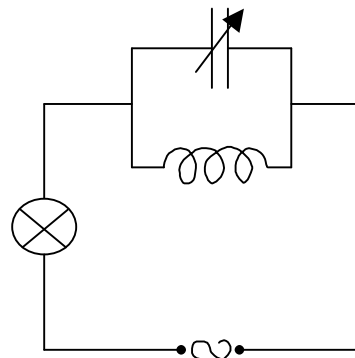


- a. Bereken de positie van het 0<sup>e</sup>- en het 10<sup>e</sup> orde maximum als t.o.v. de standaard situatie het tralie over 10° gedraaid is.
- b. Bereken de positie van het 0<sup>e</sup>- en het 10<sup>e</sup> orde maximum als het tralie weer normaal staat, maar als het glasplaatje waar het tralie van gemaakt is, niet overal even dik is, maar een afwijking vertoont van 0,020 mm/cm.



6. Het Duitse *Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme* in Freiburg heeft warmte-isulerend bouw materiaal ontwikkeld met behulp van paraffine-was (Zie artikel *NRC*). De paraffine-was wordt in zeer kleine bolletjes opgesloten. Deze bolletjes worden daarna gemengd met het bouw materiaal. Vergelijk een muur van beton zonder paraffine bolletjes met een muur waarvan het beton met paraffine bolletjes gemengd is. De warmtegeleidingscoëfficiënt van het gebruikte beton is  $10,0 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$  en die van paraffine is  $0,5 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ .
- < Bereken het percentage paraffine bolletjes dat nodig is om de warmtegeleiding met een factor 2 te verlagen.

7. Iemand wil een gloeilamp dimmen met behulp van de volgende schakeling: een zelfinductie en een variabele condensator zijn parallel geschakeld en staan in serie met de lamp.
- De bron levert een spanning van 230 V bij een frequentie van 50 Hz.
  - Beschouw de lamp als een Ohmse (constante) weerstand.
  - Het vermogen van de lamp is 50 W.
  - $L = 0,20 \text{ H}$
  - $C$  is variabel van 0- 1000 : F



- a. Bij welke waarde van  $C$  brandt de lamp minimaal?
- b. Welk vermogen wordt dan omgezet in de lamp?
- c. Geef opnieuw antwoord op de bovenstaande vragen als de zelfinductie ook nog een eigen weerstand van  $0,50 \text{ S}$  heeft.

8. Proton-antiproton productie in koper

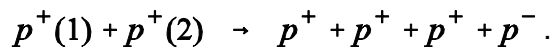
Een bundel protonen wordt in een trefplaatje van koper geschoten. In de kern van elk koperatoom komen protonen voor die met grote snelheid bewegen. We beschouwen nu het proces waarbij een proton (1) uit de bundel een proton (2) in de koperkern treft, waarvan we veronderstellen dat die op dat moment tegen de bundel in beweegt.

Neem aan dat de impuls (in het laboratorium-systeem) van het proton (2) in de kern

$$\vec{p}_2 = -p_2 \hat{x} = -0,3mc \hat{x} \text{ is.}$$

- a. Toon aan dat de energie van dit proton (in het laboratorium-systeem)  $E_2 = 1,044mc^2$  is.

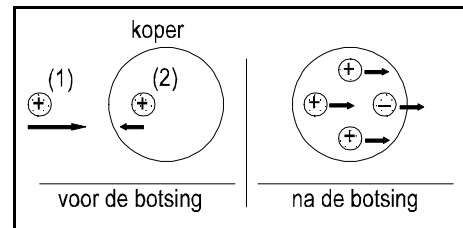
De reactie die plaats vindt is:



Na de reactie ontstaan er dus drie protonen ( $p^+$ ) en

één antiproton ( $p^-$ ). De rest van de koperkern kan

buiten beschouwing worden gelaten.



- b. Toon aan dat in het geval dat de protonen in de bundel juist de drempel-energie  $E_1$  en een impuls  $\vec{p}_1$  bezitten, geldt:

$$E_1 E_2 + p_1 p_2 c^2 = 7m^2 c^4$$

Hierin zijn  $\vec{p}_2$  en  $E_2$  de impuls en energie van het proton (2) in de koperkern.

De protonen in de bundel zijn hoog-energetisch, zodat bij benadering geldt dat  $p_1 \approx \frac{E_1}{c}$ .

Gebruik voor  $p_2$  en  $E_2$  de waarden zoals gegeven onder a.

- c. Bereken de drempel-energie van de bundel.