

**Tfy-56.139 Plasmafysiikka ja fuusioreaktorit**  
Tentti 13.6. 2005

1. Osoita, että suure  $\mu = W_{\perp}/B$  pysyy likipitään vakiona varatun hiukkasen ( $q, m$ ) liikkuessa hitaasti ajasta riippuvassa magneettikentässä ( $dB/dt \ll \Omega B$ , missä  $\Omega = qB/m$  on hiukkasen gyrotaajuus). Suure  $W_{\perp} = mv_{\perp}^2/2$  on poikittainen liike-energia. Mikä on suureen  $\mu$  fysikaalinen tulkinta?
2. Vakiosuuruisessa magneettikentässä  $\mathbf{B} = B\mathbf{z}$  olevan plasman dielektrisyystensori on muotoa

$$\underline{\epsilon} = \begin{bmatrix} S & -iD & 0 \\ iD & S & 0 \\ 0 & 0 & P \end{bmatrix}$$

missä  $S, P$  ja  $D$  ovat eräitä taajuuden ja plasmaparametrien funktioita. Johda dispersioyhtälön ratkaisut aalloille, jotka etenevät

- a) magneettikentän suunnassa ( $\mathbf{k} \parallel \mathbf{z}$ )
  - b) magneettikenttää vastaan kohtisuorassa suunnassa ( $\mathbf{k} \perp \mathbf{z}$ ).
3. Johda MHD-epästabiilisuuksia kuvaava ominaisarvoyhtälö  $\rho_0 \omega^2 \xi(\mathbf{r}_0, \omega) = \mathbf{F}[\xi(\mathbf{r}_0, \omega)]$ , missä  $\xi(\mathbf{r}_0, t) = \mathbf{r} - \mathbf{r}_0$  on neste-elementin poikkeama tasapainoasemasta  $\mathbf{r}_0$  ja  $\mathbf{F}$  lineaarinen differentiaalioperaattori. Häiriön aikariippuvuus muotoa  $\exp(-i\omega t)$ . Mikä on  $\mathbf{F}$ ? Oleta ideaalinen MHD teoria.
  4. Johda sähköstaattisen plasma-aallon Landau-vaimennus ja anna vaimennuksen fysikaalinen tulkinta.
  5. Kuinka suuri virtatiheys voidaan sallia tokamakissa, jotta varmuustekijä  $q > 1$  kaikkialla plasmassa? Tokamakin toroidaalikenttä on  $B_0 = 5.0$  T ja isosäde  $R = 7.0$  m. Varmuustekijä määritellään  $q(r) = r B_0 / R B_p$ , missä  $r$  pieni säde ja  $B_p$  poloidaalinen magneettikenttä. Virtatiheys oletetaan vakioksi, aspektisuhde  $R/r$  suureksi ja  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  Vs/Am.