Script per calcolo spessore ottico plasma

Lo spessore ottico (τ) è una misura di quanto un mezzo è trasparente o opaco alla radiazione. È definito come:

τ=∫κν ds

dove:

* κν.  è il coefficiente di assorbimento (dipendente dalla frequenza ν)
* ds è un elemento infinitesimale di cammino lungo la linea di vista

Se τ≪1, il plasma è otticamente sottile (trasparente).  
Se τ≫1, il plasma è otticamente spesso (opaco).

Possibili formule specifiche per il plasma di un tokamak:

1. Assorbimento libero-libero e legato-libero (Bremsstrahlung e ricombinazione):

κν≈(Z2neni/Te3/2)gν \kappa\_\nu \approx \frac{Z^2 n\_e n\_i}{T\_e^{3/2}} g\_\nuκν​≈Te3/2​Z2ne​ni​​gν​

con Z numero atomico, ne e ni​ densità elettronica e ionica, Te  temperatura elettronica e gν  fattore gaunt.

\kappa\_\nu \approx \frac{Z^2 n\_e n\_i}{T\_e^{3/2}} g\_\nuκν​≈Te3/2​Z2ne​ni​​gν​

1. Assorbimento ciclotronico elettronico (EC):

κν≈ (e2/mec)(ne/B)ν/νc.

dove Bè il campo magnetico e νc=eB/(2πme) è la frequenza ciclotronica.

\kappa\_{\nu} \approx \frac{e^2}{m\_e c} \frac{n\_e}{B} \frac{\nu}{\nu\_c}κν​≈me​ce2​Bne​​νc​ν​

\nu\_c = eB / (2\pi m\_e)νc​=eB/(2πme​)

1. Assorbimento ciclotronico ionico (IC):  
   Simile all'EC ma dipendente dalla massa ionica.

Quindi:

* Usiamo la formula per l'assorbimento ciclotronico elettronico.
* Prendiamo ne​, Te e B lungo le due linee parallele nel piano poloidale.

Integriamo per ottenere τ: lungo le due linee parallele per ottenere lo spessore ottico τ(ν)

Abbiamo che il codice:

* Definisce le frequenze nel range ciclotronico
* Calcola κν​ lungo la linea
* Integra per ottenere τ(ν)

Avendo considerato:

Prima armonica freq ciclotronica: νc=eB/2πme

Seconda armonica: 2νc

nel codice attuale la densità elettronica ne non è uniforme: è definita come un array che varia lungo la direzione di integrazione. Stessa cosa per il campo magnetico B:

il profilo di densità ne è definito come una distribuzione lineare tramite np.linspace(1e18, 5e18, N), che genera un array di valori di densità elettronica che vanno da 1×10^18 m−3 a 5×10^18 m−3 lungo la linea di integrazione. In altre parole, la densità elettronica è distribuita linearmente lungo la linea di vista (da s=0 a s=1).

Quindi, il profilo di densità utilizzato in questo caso è lineare, con valori che aumentano uniformemente lungo la direzione di integrazione.

I valori di B vanno da 1 Tesla a 2 Tesla lungo la linea di integrazione, distribuiti uniformemente tra questi due valori.

In altre parole, il profilo del campo magnetico B è anch'esso lineare, con valori che aumentano uniformemente lungo la direzione di integrazione.

TEMPERATURA

includo un profilo gaussiano per Te​ e modifico il coefficiente di assorbimento per tenere conto della temperatura.

In un profilo gaussiano, la temperatura varia in funzione della distanza dalla linea di vista centrale e T0 rappresenta la temperatura massima che si verifica in quella posizione.

La forma generale di un profilo gaussiano per la temperatura elettronica Te potrebbe essere:

Te(x)=T0exp(−x2/σ2). T\_e(x) = T\_0 \exp\left(-\frac{x^2}{2 \sigma^2}\right)Te​(x)=T0​exp(−2σ2x2​)

dove x è la distanza lungo la linea di vista, e σ è una misura della larghezza del profilo (spessore del gradiente della temperatura).