

Spettroscopia come finestra sul plasma: diagnosi e trasporto delle impurezze

L.Carraro^{1,2}, RFX-mod team^{1,2}

¹ Consorzio RFX (CNR, ENEA, INFN, Università di Padova, Acciaierie Venete SpA),
C.so Stati Uniti 4, 35127 Padova

² Istituto per la Scienza e la Tecnologia dei Plasmi – Consiglio Nazionale delle Ricerche

La spettroscopia ottica rappresenta uno strumento fondamentale per lo studio dei plasmi da fusione, poiché consente di ottenere in modo non perturbativo informazioni cruciali sulle proprietà del plasma e sulla dinamica delle impurezze, determinanti per conoscere le perdite di energia

Il conseguimento simultaneo di un miglior confinamento energetico e di un basso confinamento delle impurità è un aspetto cruciale per la realizzazione di plasmi per la fusione nucleare, da cui il crescente impegno sperimentale, teorico e di modellizzazione in questo ambito in ogni configurazione magnetica (Tokamak, Stellarator, RFP).

L'analisi dell'emissione di continuo e di riga consente di riconoscere le specie presenti nel plasma, ricostruire la distribuzione spaziale e temporale delle specie presenti, determinarne i parametri di trasporto. Parametri locali come temperatura ionica e velocità di rotazione, densità e temperatura elettronica si possono determinare dal profilo spettrale di opportune righe di emissione o dal rapporto di riga delle specie intrinseche o iniettate nel plasma allo scopo diagnostico.

La diagnostica spettroscopica nei plasmi di RFX-mod in configurazione Reversed Field Pinch (RFP), ha evidenziato che negli scenari quasi elicoidali ad alta corrente ($I > 1\text{MA}$) e confinamento migliorato le impurezze non penetrano il nucleo del plasma, evidenziando un profilo radiale della densità di impurezze che rimane cavo [1,2]. Si è anche potuta individuare la struttura macroscopica elicoidale del campo di velocità e confrontarla con le indicazioni fornite dalla modellizzazione MHD 3D nonlineare [3].

Questi aspetti rappresentano strumenti importanti per lo studio del trasporto di impurezze e per i meccanismi di limitazione delle turbolenze in generale, oltre ad esplorare prospettive di fusione della configurazione RFP.

La presentazione intende mostrare, attraverso esempi tratti da RFX-mod, come la spettroscopia sia una vera e propria finestra sul comportamento del plasma e un aiuto prezioso per controllarne le prestazioni.

Il nuovo impianto RFX-mod2, grazie a diagnostiche [4] e a un sistema di controllo in tempo reale potenziati con i fondi del progetto PNRR NEFERTARI (New Equipment for Fusion Experimental Research & Technological Advancements with Rfx Infrastructure), permetterà di ampliare le conoscenze e la comprensione della fisica del plasma, sia in configurazione tokamak a bassa corrente, sia in configurazione RFP.

Riferimenti:

- [1] S Menmuir et al 2010 Plasma Phys. Control. Fusion 52 09500
- [2] T.Barbui et al .2015 Plasma Phys. Control. Fusion 57 025006
- [3] F.Bonomo et al Nucl. Fusion 51 (2011) 123007
- [4] L. Carraro et al 2024 Nucl. Fusion 64 076032