



società italiana di fisica

LXXVI congresso nazionale

Trento, 8-13 ottobre 1990

**Facoltà di Lettere
Via Santa Croce
Tel. (0461) 982160**

Interazione plasma parete in esperimenti Reversed Field Pinch.

V. ANTONI, M. BAGATIN, D. DESIDERI, N. POMARO, F. ROMANATO
Istituto Gas Ionizzati del C.N.R., Padova, Associazione EURATOM-ENEA del C.N.R., Padova.

Vengono considerati i principali processi che determinano l'erosione dei materiali costituenti la prima parete e l'accumulo di impurezze nel plasma, con riferimento agli esperimenti Reversed Field Pinch ETA-BETA II, attualmente operante, ed RFX, di prossimo completamento. Si presentano i risultati delle misure dei parametri della regione esterna, effettuate su ETA-BETA II mediante l'inserimento di sonde termiche, elettriche e di deposizione. La capacità schermante della regione esterna rispetto alle impurità leggere e metalliche ed il riciclaggio del deuterio sono discussi sulla base dei parametri sperimentali. Si rileva inoltre una forte asimmetria nella deposizione di potenza termica fra i lati del drift elettronico ed ionico. Questa viene interpretata in termini di diffusione anomala di elettroni veloci, conseguente al comportamento stocastico delle linee di campo magnetico al bordo. Ne deriva una regione esterna molto complessa da descrivere, in cui gli effetti prodotti dalla diffusione anomala si sovrappongono a processi di ionizzazione locale, ma che sembra essere efficiente sia nello schermare le impurità pesanti che nel tendere a distribuire più uniformemente i carichi termici sulle pareti.

Riscaldamento ionico nell'esperimento RFP Eta-Beta II.

M. E. PUIATTI

Istituto Gas Ionizzati del C.N.R., Padova, Associazione EURATOM-ENEA-C.N.R., Padova.

L'evoluzione temporale della temperatura ionica è stata misurata nell'esperimento RFP Eta-Beta II dall'allargamento Doppler della riga emessa a 2271 Å dal CV, e confrontata con l'andamento nel tempo della temperatura elettronica, ottenuta da un rivelatore Si(Li). La temperatura ionica è risultata circa costante e pari a 230 eV durante tutta la scarica; tale valore è maggiore di quello della temperatura elettronica nella prima fase della scarica, mentre durante il flat-top della corrente di plasma $T_i \approx T_e$. L'evidenza sperimentale $T_i \geq T_e$, che è un risultato comune agli esperimenti RFP, può essere giustificata solo da un meccanismo di riscaldamento degli ioni diverso dalla equipartizione classica con gli elettroni. In particolare, è stata ipotizzata una correlazione diretta fra il riscaldamento anomalo degli ioni e la potenza associata alle fluttuazioni che guidano il campo elettrico di dynamo necessario per sostenere la configurazione RFP. Dai valori misurati di temperatura ionica e temperatura e densità elettronica è stato ottenuto $\beta_e \approx 0.1$ nella prima fase della scarica, quando $T_i > T_e$ ed è dominante l'effetto della pressione degli ioni. β_e decresce poi durante la scarica fino a 0.05; tale decremento è dovuto essenzialmente alla decrescita della densità elettronica.

Sorgenti di raggi X da plasmi prodotti da laser a Nd su bersagli di Fe.

D. BATANI,

Istituto di Fisica Atomica e Molecolare del C.N.R., Pisa, Gruppo ICF, Dipartimento di Fisica dell'Università, Milano,

V. BIANCALANA, A. GIULIETTI, D. GIULIETTI,
Istituto di Fisica Atomica e Molecolare del C.N.R., Pisa,

I. DEHA,
Istituto di Fisica Atomica e Molecolare del C.N.R., Pisa, University of Sciences and Technology «H. Boumediene», Algeri, Algeria,

L. GIZZI,

Istituto di Fisica Atomica e Molecolare del C.N.R., Pisa, Blackett Laboratory, Imperial College, London, UK.

I plasmi prodotti da laser costituiscono interessanti sorgenti di raggi X soffici per applicazioni di microliografia, microscopia X, radiobiologia, EXAFS, potenzialmente concorrenti ai sincrotroni. Le sorgenti laser più studiate a questo proposito sono laser a Nd e a KrF. Il processo di generazione è indiretto: il laser scalda il plasma che emette un impulso di raggi X a causa dell'elevata temperatura (≥ 300 eV), di durata $t_X \approx t_L$. In particolare si pensa che i KrF possano garantire un migliore accoppiamento laser-plasma e una migliore efficienza di conversione η . Sono qui presentati i risultati di una serie di misure condotte all'IFAM con un laser a Nd ($\lambda = 1.064 \mu\text{m}$) e impulsi da 3 e 20 ns, focalizzato ad intensità $I_L \leq 1.2 \cdot 10^{13}$ W/cm². Lo spettro dei raggi X, centrato attorno

a $h\nu \approx 1$ keV è stato misurato con uno spettrometro a cristallo di KAP ($2d = 26.6$ Å) evidenziando contributi delle specie ioniche Fe XVI, Fe XVII, Fe XVIII e Fe XIX. Immagini ottenute con una pin-hole camera mostrano come la sorgente X abbia dimensioni tipiche $L \leq 100$ μm. È stata misurata l'efficienza di conversione γ da luce laser in raggi X soffici in funzione dell'intensità del laser I_L e della durata dell'impulso t_L con un diodo P-I-N al silicio per raggi X, filtrato con sottili fogli di Al. Il valore massimo misurato è $\gamma \leq 5\%$. Le misure hanno mostrato uno scaling approssimativamente lineare di γ con t_L , il che privilegia i laser a Nd come sorgenti di impulsi di raggi X di durata superiore a ≈ 20 ns dove i laser a KrF sono affetti dal problema di «accorciamento dell'impulso» (cioè danno $t_X \ll t_L$)⁽¹⁾.

(¹) F. O'NEIL: *Laser-Plasma XUV Sources*, Rutherford Report RAL-88-101, November 1988.

Generazioni di elettroni sovratermici in plasmi prodotti da laser.

D. GIULIETTI, V. BIANCALANA,

Dipartimento di Fisica dell'Università, Pisa,

D. BATANI,

Dipartimento di Fisica dell'Università, Pisa, Gruppo

ICF, Dipartimento di Fisica dell'Università, Milano,

A. GIULIETTI,

Dipartimento di Fisica dell'Università, Pisa, Istituto

di Fisica Atomica e Molecolare del C.N.R., Pisa,

L. GIZZI,

Dipartimento di Fisica dell'Università, Pisa, Blackett

Laboratory, Imperial College, London, UK.

I plasmi, come è noto, possono essere sede di elevatissimi campi elettrici, quando in essi si generano delle onde di Langmuir. Queste onde longitudinali, hanno pulsazione circa uguale a quella di plasma $\omega_p = (4\pi ne^2/m)^{1/2}$ relativa alla densità elettronica n (cm^{-3}) alla quale sono state prodotte. Esse possono essere eccitate nel plasma da radiazione e.m. intensa attraverso vari processi parametrici. Per un'onda di Langmuir che viaggia nel plasma con velocità di fase circa eguale a quella della luce $v_\phi \approx c$ e di ampiezza circa eguale alla densità stessa imperturbata del plasma si ottiene l'ordine di grandezza del massimo campo elettrico che si può produrre nel plasma (limite di Dawson): $E_D = (n)^{1/2}$ Volt/cm, che, per densità tipiche di esperimenti sull'interazione laser-materia nell'ambito dei programmi di ICF (10^{21} el/cm³), comporta valori $E_D \geq 10^{10}$ Volt/cm. Elettroni che viaggiano circa alla velocità di fase dell'onda possono risentire per un tempo sufficientemente lungo (\sim inverso della frequenza di collisione $1/\nu_{ei}$) degli effetti di tali campi, così da essere portati ad energie dello stesso ordine

di quelle di un convenzionale acceleratore di particelle. Nella presente comunicazione vengono riportati i risultati sperimentali relativi all'emissione X da un plasma prodotto focalizzando un laser a Nd ($\approx 3\beta$ in 3 ns FWHM) su film sottili di formvar (spessore $(0.2 \div 1)$ μm). La presenza nell'emissione X di una componente alle energie più alte di entità nettamente superiore a quanto compete ad una temperatura media del plasma di ~ 500 eV viene attribuita all'accelerazione di una frazione di qualche % della popolazione elettronica da parte di onde di Langmuir generate nel decadimento a due plasmoni (da noi precedentemente studiato tramite l'emissione della armonica $(3/2)\omega_{\text{laser}}$). La temperatura della popolazione sovratermica è stimata di circa 15 keV.

Studio delle instabilità stimulate da luce laser in plasmi coronali.

A. GIULIETTI, L. NOCERA,

Istituto di Fisica Atomica e Molecolare del C.N.R., Pisa,

O. WILLI, T. AFSHAR-RAD, M. DESSELBERGER, L.

A. GIZZI, F. KHATTAK,

Istituto di Fisica Atomica e Molecolare del C.N.R., Pisa, Blackett Laboratory, Imperial College, London, UK,

D. GIULIETTI,

Istituto di Fisica Atomica e Molecolare del C.N.R., Pisa,

Dipartimento di Fisica dell'Università, Pisa.

È in corso una campagna sperimentale presso la SERC Central Laser Facility del Rutherford Appleton Laboratory con lo scopo di studiare l'interazione di fasci laser intensi con plasmi pre-formati di grande lunghezza di scala. Le condizioni fisiche prefigurano quelle di esperimenti avanzati di fusione termonucleare per confinamento inerziale. I risultati finora ottenuti danno nuove informazioni su instabilità cruciali quali la filamentazione⁽¹⁾, la diffusione Raman stimolata⁽²⁾, la diffusione Brillouin stimolata⁽³⁾. Sono stati sperimentati con successo metodi di riduzione della coerenza del fascio per inibire tali instabilità. La spettroscopia Brillouin risolta nel tempo ha permesso di evidenziare per la prima volta effetti di automodulazione di fase. È stata osservata la formazione di celle convettive all'interno del plasma. Recentemente è stato misurato il livello di diffusione all'indietro in funzione dell'intensità della luce laser, del grado di omogeneità del plasma e dell'uniformità del fascio. È stata utilizzata una nuova diagnostica che permette di ottenere per ogni evento quattro immagini X del plasma (tempo di esposizione 200 ps; ritardo reciproco da 100 a 800 ps).

(¹) O. WILLI *et al.*: *Opt. Commun.*, **70**, 487 (1989).

(²) S. E. COE *et al.*: *Opt. Commun.*, **73**, 299 (1989).

(³) S. E. COE *et al.*: *Europhys. Lett.*, **10**, 31 (1989).