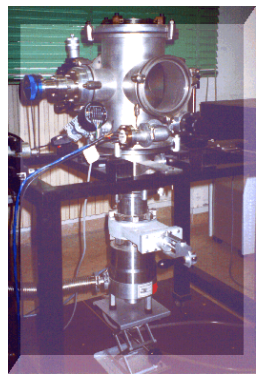


I LASER

LASER E CHIMICA-FISICA A POTENZA

Il LABORATORIO DI CHIMICA FISICA LASER del Dipartimento di Chimica utilizza la radiazione laser per la produzione di film sottili di materiali di interesse tecnologico, tramite la tecnica dell'ABLAZIONE LASER. Questa tecnica consiste nell'evaporare, mediante laser a Nd:YAG e Nd:vetro, un solido e depositarlo poi su di un substrato sotto forma di film sottile. L'altissima energia della radiazione laser



rende possibile evaporare ogni tipo di materiale e i film così ottenuti sono utilizzati sia come rivestimenti anticorrosione che nel campo delle protesi biomediche e delle applicazioni per l'elettronica. Oltre agli aspetti applicativi vengono studiati anche i fenomeni legati all'interazione laser-materia per migliorare la comprensione dei meccanismi di base, utilizzando laser con durata dell'impulso che va da 10 nanosecondi ($1 \text{ ns} = 10^{-9} \text{ s}$) fino a 250 femtosecondi ($1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$). A questo scopo si utilizzano varie tecniche, fra cui la spettroscopia in emissione, la spettrometria di massa e la fotografia rapida.

Oltre agli aspetti applicativi vengono studiati anche i fenomeni legati all'interazione laser-materia per migliorare la comprensione dei meccanismi di base, utilizzando laser con durata dell'impulso che va da 10 nanosecondi ($1 \text{ ns} = 10^{-9} \text{ s}$) fino a 250 femtosecondi ($1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$). A questo scopo si utilizzano varie tecniche, fra cui la spettroscopia in emissione, la spettrometria di massa e la fotografia rapida.

www.unibas.it/utenti/teghil/home.htm
E-mail: teghil@unibas.it

Esistono numerosi tipi di laser, a seconda del tipo di materiale attivo usato, e la loro emissione copre buona parte dello spettro elettromagnetico. Di seguito sono elencati alcuni dei principali tipi di LASER.

- ◆ **LASER A STATO SOLIDO** (laser a rubino, laser a Nd:YAG, laser a Er:YAG)
- ◆ **LASER A GAS** (laser ad Ar^+ , laser a He-Ne, Laser a CO_2 , laser ad eccimeri, laser a N_2)
- ◆ **LASER A COLORANTI**
- ◆ **LASER CHIMICI** (laser a HF)
- ◆ **LASER A SEMICONDUTTORI**

Grazie alle sue particolari caratteristiche il LASER sta trovando un numero sempre maggiore di applicazioni nei campi più diversi, come si può vedere nella seguente tabella:

FOTOCHIMICA	Arricchimento isotopico Sintesi di sostanze chimiche Polimerizzazioni Produzione di polveri sinterizzabili Catalisi Cinetica
ELETTRONICA	Microlitografia Laser writing
MEDICINA	Oftalmologia Chirurgia
AMBIENTE	Rilevamento di inquinanti Distruzione di inquinanti
MECCANICA	Saldatura, taglio Depositi anticorrosione e antiusura

La parola LASER, un acronimo di LIGHT AMPLIFICATION by STIMULATED EMISSION of RADIATION, cioè luce amplificata mediante emissione stimolata di radiazione, spiega già di per sé il principio su cui è basato questo tipo di sorgente luminosa e la differenza rispetto alle lampade convenzionali. La luce emessa dalle comuni lampade è basata sul fenomeno dell'EMISSIONE SPONTANEA. Per esempio nelle lampade al sodio (figura 1) la luce è dovuta all'emissione di atomi di sodio contenuti sotto forma di vapore in

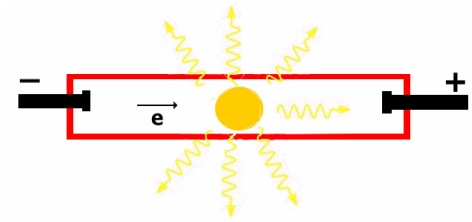


Figura 1

un tubo di vetro trasparente. L'emissione avviene in seguito all'eccitazione degli atomi di sodio da parte di una scarica elettrica ed è detta spontanea perché ogni atomo

emette indipendentemente dagli altri e in tutte le direzioni dello spazio. Il LASER si basa invece sul fenomeno dell'EMISSIONE STIMOLATA, in cui un atomo (o molecola) eccitato viene "stimolato" ad emettere luce quando viene investito dalla radiazione luminosa emessa da un altro atomo. A differenza di quanto avviene nell'emissione spontanea, l'onda dell'atomo stimolato si somma in fase con quella dell'atomo stimolante e viene emessa nella stessa direzione. In condizioni opportune si può quindi ottenere una emissione a catena e quindi una netta amplificazione dell'onda originaria.



Figura 2. Schema di un laser

Perché si verifichi questo fenomeno è però necessaria un'INVERSIONE DI POPOLAZIONE, cioè bisogna far sì che il numero di atomi nello stato eccitato sia sempre superiore a quello degli atomi non eccitati. Si

tratta di una situazione che non si verifica spontaneamente e per ottenerla si fornisce energia tramite una scarica elettrica o un altro LASER (sistema di pompaggio). In un LASER l'emissione di radiazione avviene in prevalenza lungo la direzione del tubo che confina la scarica e ponendo due specchi, di cui uno parzialmente trasparente (PF), alle estremità è possibile intrappolare la luce emessa, amplificarla ed estrarne quindi una parte (vedi fig. 2). Si realizza così un LASER che emette alla lunghezza d'onda del sistema considerato (mezzo attivo).

Dal modo in cui la radiazione LASER viene generata dipendono le sue particolari caratteristiche, cioè la DIREZIONALITA', la BRILLANZA, la MONOCROMATICITA' e la COERENZA. Direzionalità sta ad indicare che il raggio non si allarga apprezzabilmente anche dopo aver percorso lunghe distanze (fig. 3). Ad

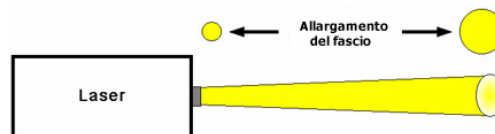


Figura 3

esempio è possibile inviare un fascio LASER sulla luna e rivelarne il riflesso di ritorno. La brillantezza elevata indica che l'intensità luminosa del

fascio è molto forte e questa caratteristica è collegata alla direzionalità: infatti l'energia non si disperde in tutte le direzioni, come in una sorgente convenzionale, ma rimane concentrata in una direzione. Per fare un esempio, in una calda giornata estiva, a mezzogiorno, su un nostro dito cade una quantità di radiazione corrispondente alla potenza di 0,1 W, mentre con un LASER noi possiamo concentrare sullo stesso dito una potenza di oltre 10^{10} W. Monocromaticità significa che la radiazione emessa è di una sola lunghezza d'onda, coerenza che le onde elettromagnetiche della radiazione sono in fase. In fig. 4 l'emissione di una sorgente convenzionale (a) viene confrontata con quella di un laser (b).

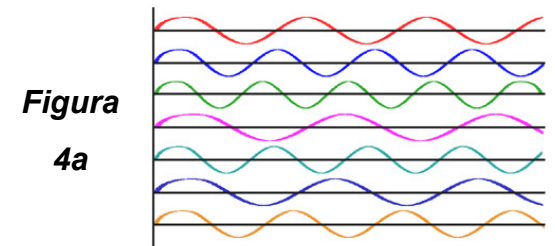


Figura 4a

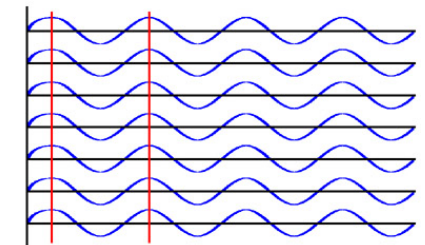


Figura 4b