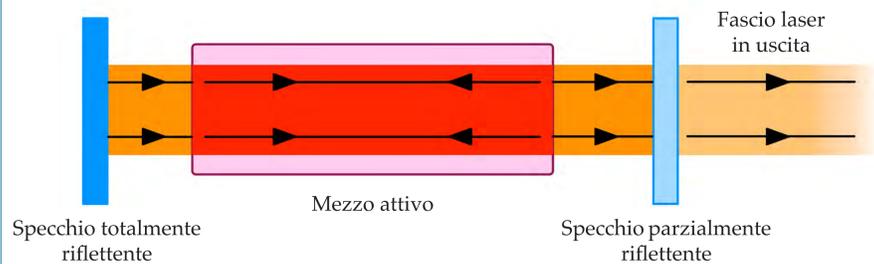


I diversi tipi di LASER si distinguono per il mezzo attivo che viene impiegato per l'amplificazione della luce tramite il processo di emissione stimolata. Si parla di **laser cristallini a stato solido**, **laser a gas atomico**, **laser a gas molecolare** e **laser a semiconduttore**, o **diodi laser**.

Lo schema di base



- La struttura base di un laser è costituita da una cavità ottica e da un mezzo attivo
- La cavità ottica è formata da uno specchio completamente riflettente e da uno semiriflettente
- Tra gli specchi è posto il mezzo attivo
- In questa configurazione la luce viaggia avanti e indietro tra i due specchi e passa più volte attraverso il mezzo attivo, amplificandosi ad ogni passaggio grazie al processo di emissione stimolata che ha luogo nel mezzo attivo
- Una frazione della luce che raggiunge ad ogni passaggio lo specchio semiriflettente esce dalla cavità ottica e costituisce il fascio laser in uscita

Laser cristallini a stato solido

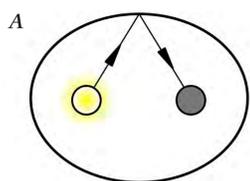
Laser a cristallo di Rubino

- Il laser a rubino è stato il primo ad essere messo in funzione
- Il mezzo attivo è un cristallo di rubino, ovvero un cristallo di Al_2O_3 in cui alcuni degli atomi di Alluminio sono sostituiti da atomi di Cromo
- Per un laser ad operazione continua si utilizzano le configurazioni *A* o *B* con una lampada a mercurio ad alta pressione

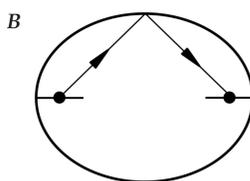
Laser a cristallo di Neodimio

- Il mezzo attivo per questi laser è un cristallo di $Y_3Al_5O_{15}$ detto YAG, in cui alcuni atomi di Ittrio (Y) sono rimpiazzati da atomi di Neodimio (Nd): tale cristallo è indicato con la sigla Nd:YAG
- Il cristallo YAG può essere sostituito anche con del semplice vetro, che viene poi drogato con il Neodimio: si ha così Nd:Glass
- A causa della bassa conducibilità termica del vetro, il Nd:Glass viene utilizzato di solito per i laser a impulsi

Schemi di pompaggio



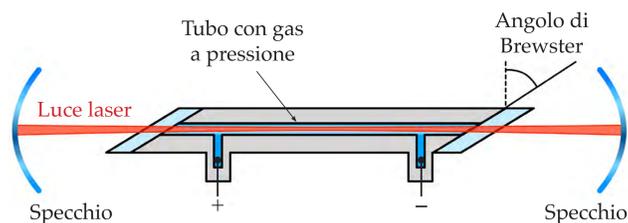
- La lampada utilizzata per il pompaggio ottico viene posizionata in uno dei due fuochi di un cilindro ellittico le cui pareti interne hanno un'alta riflettività
- Il mezzo attivo si trova nell'altro fuoco
- Per le proprietà geometriche della sezione ellittica, ogni raggio che lascia la lampada raggiunge il mezzo attivo



- La lampada utilizzata per il pompaggio ottico viene posizionata lungo la congiungente uno dei due fuochi di un ellissoide di rotazione e la sua parete, altamente riflettente
- Il mezzo attivo si trova lungo la congiungente l'altro fuoco con la parete
- Per le proprietà geometriche dell'ellissoide di rotazione, ogni raggio che lascia la lampada raggiunge il mezzo attivo

Laser a gas

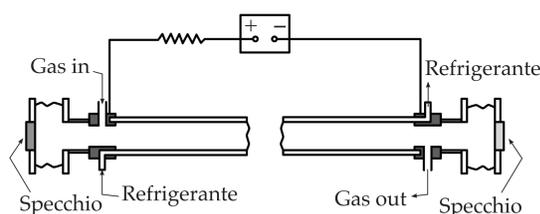
Gas atomico



- Il pompaggio nei laser a gas è effettuato tramite una scarica elettrica, in quanto un pompaggio ottico avrebbe una bassa efficienza
- La scarica elettrica passa attraverso il tubo in cui è contenuto il gas ionizzandolo
- Gli elettroni così prodotti

- eccitano gli altri atomi, facendoli passare ai livelli energetici utili per la transizione laser
- Il gas diventa così un mezzo attivo
- Le due finestre alle estremità del tubo devono essere inclinate ad un particolare angolo, detto angolo di Brewster, in modo che la luce laser polarizzata nel piano della figura non subisca riflessioni in uscita dal tubo

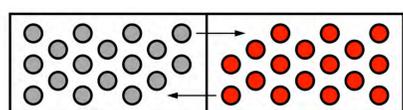
Gas molecolare



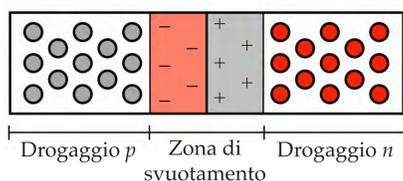
- Nel laser a gas molecolare la luce laser è prodotta dalla diseccitazione di un modo di vibrazione della molecola
- Il laser a CO_2 è il più diffuso di questo tipo
- Si utilizza una miscela di CO_2 , N_2 ed He: CO_2 produce la transizione laser, N_2 aiuta ad aumentare l'efficienza del pompaggio e He funziona da refrigerante, migliorando

- l'inversione di popolazione
- Il pompaggio è realizzato tramite una scarica elettrica che eccita i modi di vibrazione delle molecole
- La miscela di gas viene fatta circolare attivamente nel tubo per eliminare le molecole di CO, che vengono prodotte dalla scarica elettrica e diminuiscono l'efficienza del laser

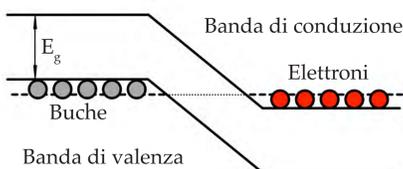
Laser a semiconduttore (diodo laser)



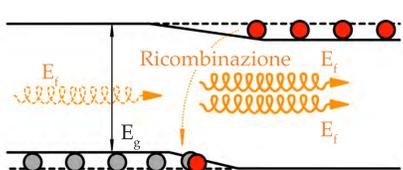
- Il laser a semiconduttore sfrutta una giunzione tra due semiconduttori drogati *p* e *n*, detta **giunzione p-n**
- Tale giunzione funziona come un **diodo**



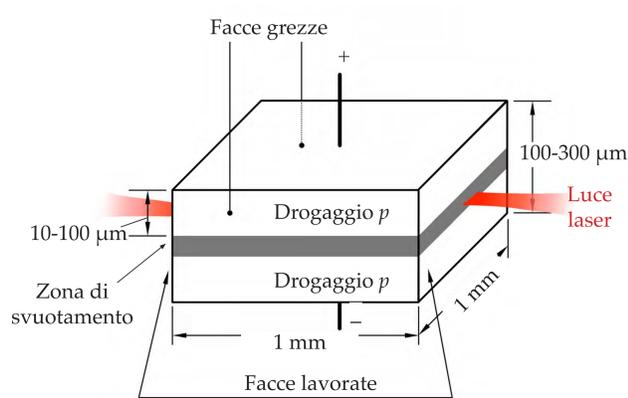
- Quando si raggiunge l'equilibrio gli elettroni del semiconduttore drogato *n* e le buche di quello drogato *p* si sono ricombinati nella così detta **zona di svuotamento**



- Se nei due semiconduttori gli atomi di drogaggio sono molto numerosi gli elettroni nel semiconduttore drogato *n* occupano anche la banda di conduzione



- Una tensione applicata ai capi della giunzione *p-n* aumenta l'energia a cui si trovano gli elettroni nella parte *n* e si apre il gap tra le bande
- Si ottiene così una zona in cui è realizzata l'**inversione di popolazione** e gli elettroni, per il processo di emissione stimolata, si spostano dalla banda di conduzione a quella di valenza: la giunzione funziona come **mezzo attivo** per la produzione di luce laser



- La cavità ottica per i laser a semiconduttore è realizzata senza specchi alle estremità
- Le facce lavorate fungono da specchi parzialmente riflettenti grazie alla grande differenza tra l'indice di rifrazione del semiconduttore e quello dell'aria: questa riflessione parziale è sufficiente a creare una cavità ottica efficiente
- I lati dai quali non si vuole emissione luminosa sono lasciati grezzi: in questo modo la luce non riesce ad uscire
- A causa delle dimensioni molto ridotte della cavità, la luce laser prodotta con i diodi a semiconduttore non è molto direzionale: di solito deve essere corretta con apposite lenti

Puntatore laser (verde)

