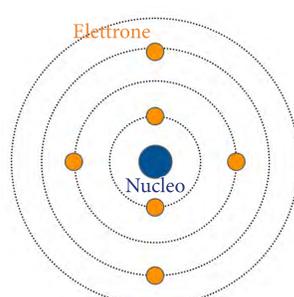
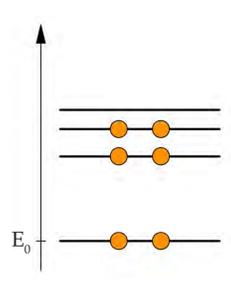
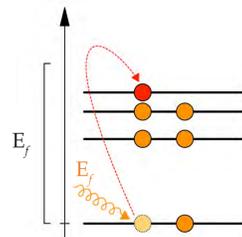
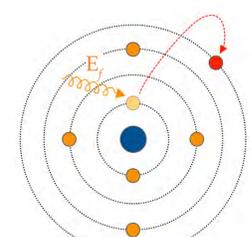
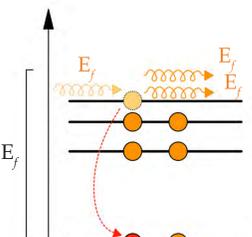
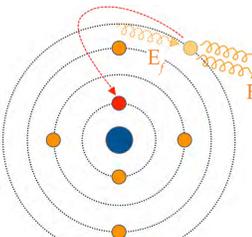
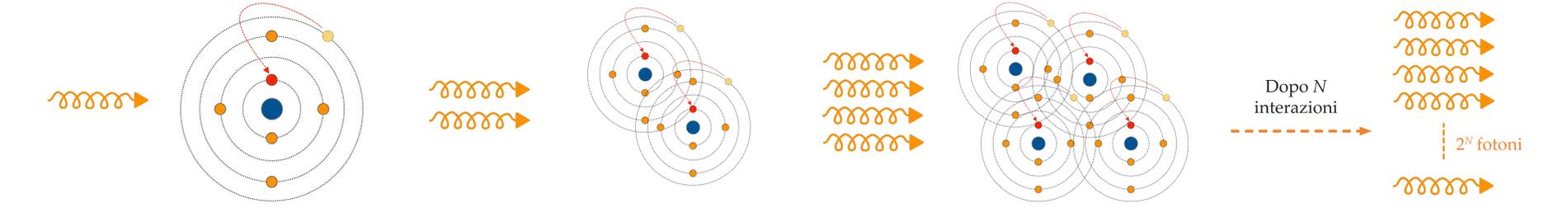


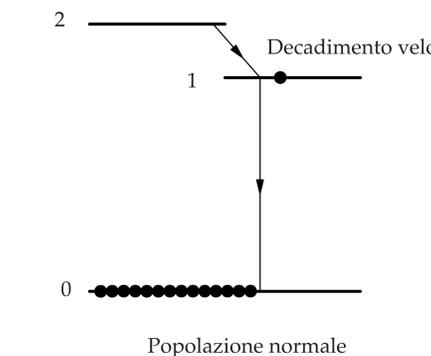
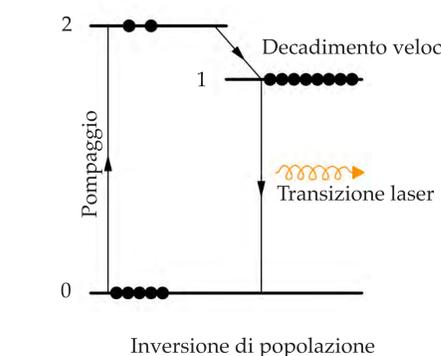
Il LASER, Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, è un dispositivo in grado di emettere un fascio di luce **coerente, monocromatica e collimata** attraverso il processo di emissione stimolata. L'intensità di un laser è molto elevata rispetto alle altre sorgenti di luce tradizionali.

Luce e fotoni	L'atomo
 <ul style="list-style-type: none"> <li>Tutte le radiazioni elettromagnetiche come i raggi UV, i raggi X, i raggi Gamma, le microonde, e la luce, sono costituite da fotoni.</li> <li>I fotoni sono, secondo la meccanica quantistica, i quanti della luce, nel senso che trasportano l'unità più piccola possibile di energia.</li> <li>Ogni fotone è caratterizzato dalla frequenza <math>f</math> della radiazione.</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>L'atomo è composto da un nucleo e da una nuvola elettronica.</li> <li>Il nucleo è a sua volta costituito da protoni, particelle cariche positivamente, e da neutroni che tengono i protoni uniti.</li> <li>Gli elettroni, uguali in numero ai protoni, orbitano intorno al nucleo occupando diverse "orbite", corrispondenti a specifici livelli energetici.</li> </ul> 

## Il principio di funzionamento del laser

  <ul style="list-style-type: none"> <li>Quando un elettrone nel livello più basso viene investito da un fotone con la giusta energia <math>E_f</math>, l'elettrone passa ad un livello di energia superiore</li> <li>La differenza di energia tra il livello iniziale e quello finale è pari all'energia del fotone incidente</li> </ul>	  <ul style="list-style-type: none"> <li>Quando un nuovo fotone, della stessa energia <math>E_f</math>, investe l'atomo, l'elettrone eccitato decade al livello fondamentale emettendo un fotone della stessa energia e nella stessa direzione di quello incidente</li> <li>Tale processo è denominato <b>emissione stimolata</b></li> </ul>
 <ul style="list-style-type: none"> <li>Un fotone incide su un atomo del mezzo attivo in uno stato eccitato</li> <li>Per emissione stimolata, dopo l'interazione si ottengono due fotoni: quello incidente e quello emesso</li> <li>I due fotoni ottenuti dalla prima interazione incidono su altri due atomi nello stato eccitato</li> <li>Per emissione stimolata da ogni atomo emergono due fotoni della stessa frequenza che si propagano nella stessa direzione</li> <li>Dopo ogni interazione il numero di fotoni è raddoppiato</li> <li>Dopo <math>N</math> interazioni il numero di fotoni è diventato <math>2N</math></li> <li>Con un adeguato numero di atomi nello stato eccitato il mezzo attivo si comporta da amplificatore</li> <li>Quindi se viene creata la possibilità per i fotoni di passare più volte attraverso il mezzo attivo, si ottiene una continua amplificazione del fascio, un continuo incremento del numero di fotoni che lo costituiscono e dunque della sua energia</li> </ul>	

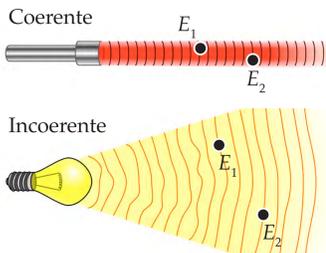
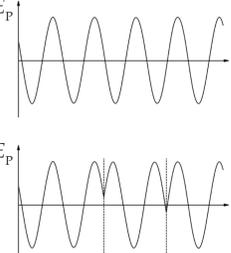
## L'inversione di popolazione

 <ul style="list-style-type: none"> <li>All'equilibrio termico la maggior parte degli atomi si trova nel livello energetico più basso 0, detto stato fondamentale</li> <li>Questa è la condizione in cui si trovano gli atomi di un qualsiasi materiale ed è la più favorevole perché corrisponde allo stato la cui energia è la minima possibile</li> <li>Pochi atomi si trovano nel livello 1, primo eccitato</li> <li>Quasi nessun atomo si trova negli altri livelli</li> </ul> <p>Popolazione normale (equilibrio termico)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>Il mezzo attivo viene stimolato normalmente tramite luce emessa da una lampada a flash o da diodi</li> <li>Gli atomi saltano così nel livello energetico 3, il più elevato</li> <li>Grazie a questo effetto della stimolazione luminosa sugli atomi del mezzo attivo, tale processo viene detto <b>pompaggio</b></li> <li>Dopo un breve tempo decadono nel livello 2, che ha una maggiore stabilità</li> <li>La transizione tra il livello 2 e il livello 1 è utilizzata per generare la luce laser e l'amplificazione si ottiene quando il numero di atomi nel livello 2 è maggiore di quelli nel livello 1</li> </ul> <p>Inversione di popolazione</p>
---	---

## Le caratteristiche

Monocromaticità	Direzionalità
 <ul style="list-style-type: none"> <li>La luce prodotta da una sorgente luminosa convenzionale è costituita da fotoni con frequenze molto diverse tra loro, distribuite su tutto lo spettro della luce visibile</li> <li>Il laser, per le sue caratteristiche costruttive, emette fotoni tutti uguali, con una frequenza unica</li> <li>La luce laser è quindi detta <b>monocromatica</b></li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>Le sorgenti di luce convenzionali emettono in un cono molto ampio e l'energia irradiata dalla sorgente sotto forma di luce è così dispersa su una grande superficie rispetto alle dimensioni della sorgente: si ha una bassa luminosità</li> <li>Il laser emette un fascio luminoso con una divergenza angolare molto piccola, è dunque una sorgente <b>direzionale</b> ed ha per questo un'alta luminosità</li> </ul>

## Coerenza

Coerenza spaziale	Coerenza temporale
 <ul style="list-style-type: none"> <li>Nello spazio investito dalla radiazione luminosa, consideriamo due punti in cui il campo elettrico ha inizialmente lo stesso valore: <math>E_1(t_0) = E_2(t_0)</math></li> <li>Se <math>E_1(t) = E_2(t)</math> per ogni istante successivo <math>t</math>, la luce emessa si dice <b>coerente nello spazio</b></li> <li>Se invece <math>E_1(t) \neq E_2(t)</math> per qualche tempo <math>t</math>, si dice che la luce emessa è <b>incoerente nello spazio</b></li> <li>La luce laser è coerente nello spazio</li> <li>La luce emessa da sorgenti convenzionali è incoerente nello spazio</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>Nello spazio investito dalla radiazione luminosa, consideriamo il campo elettrico, <math>E_p(t)</math>, in un punto dello spazio <math>P</math> nel tempo</li> <li>Consideriamo il caso del grafico in alto, che mostra l'andamento così misurato del campo elettrico <math>E_p(t)</math> al passare del tempo</li> <li>Quando il grafico è liscio e regolare si dice che la radiazione luminosa in questione è <b>coerente nel tempo</b></li> <li>Se prendiamo in considerazione il grafico in basso, vediamo che la curva dei valori del campo elettrico <math>E_p(t)</math> mostra delle cuspidi, ovvero non è liscia e regolare come la precedente</li> <li>In questo caso, si dice che la luce è <b>incoerente nel tempo</b></li> </ul>