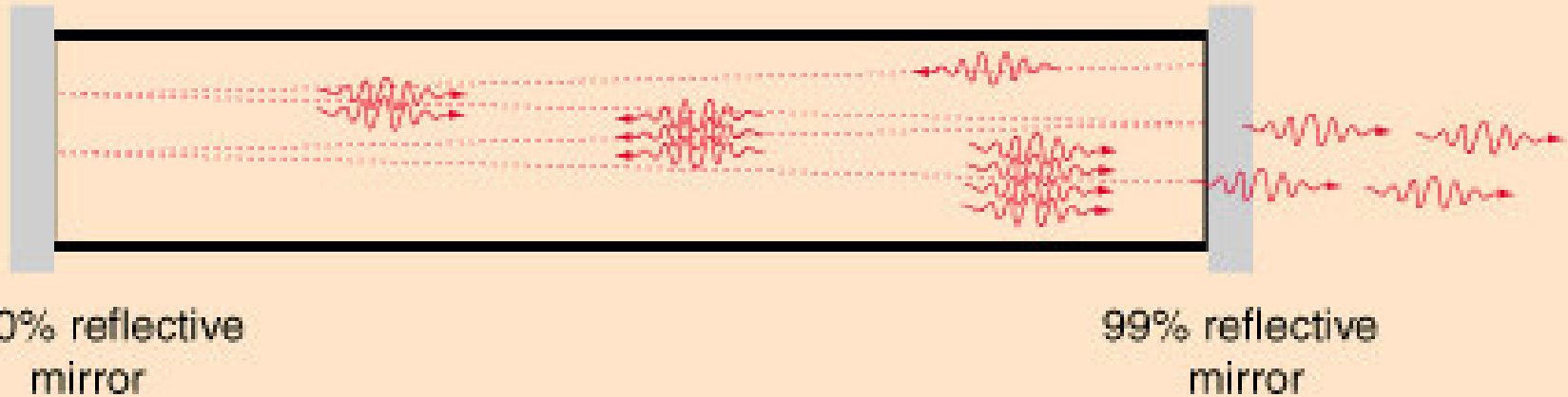


LASER è l' acronimo di

L ight A mplification by S timulated E mission of R adiation



ovvero:

**amplificazione luminosa per mezzo di emissione
stimolata di radiazioni.**

LASER

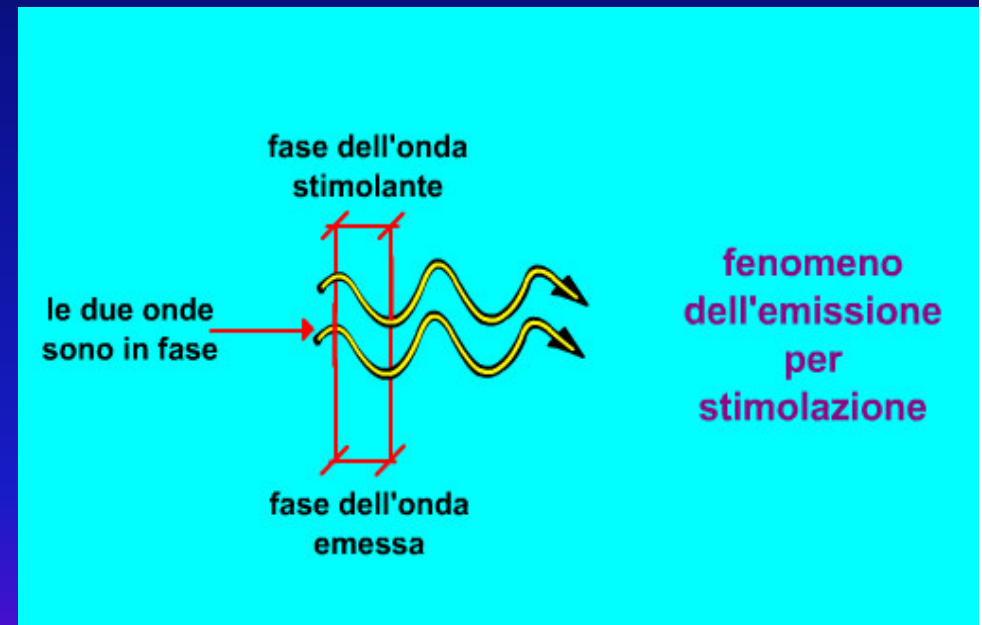
Il fenomeno fisico sul quale si base il suo funzionamento è quello dell'*emissione stimolata*, enunciato da **A. Einstein** nel **1917** e preso in considerazione, a livello applicativo, negli anni '50 nell'ambito della ricerca sugli **orologi atomici**, che portò alla realizzazione del primo **MASER** (**M**icrowave - **A**mplification - **b**y **S**timulated - **E**mission - of **R**adiation) ad ammoniaca.

Emissione per stimolazione

Intorno al 1920 Einstein scoprì che irradiando gli atomi eccitati con fotoni di energia ΔE l'emissione di fotoni viene stimolata.

I fotoni emessi hanno le medesime caratteristiche dei fotoni incidenti in direzione e frequenza e viaggiano in fase coi fotoni stimolatori, ovvero, come onde elettromagnetiche, **non c'è sfasamento tra le onde che stimolano l'emissione e le onde emesse.**

*Questo fenomeno prende il nome di **emissione per stimolazione.***



LASER

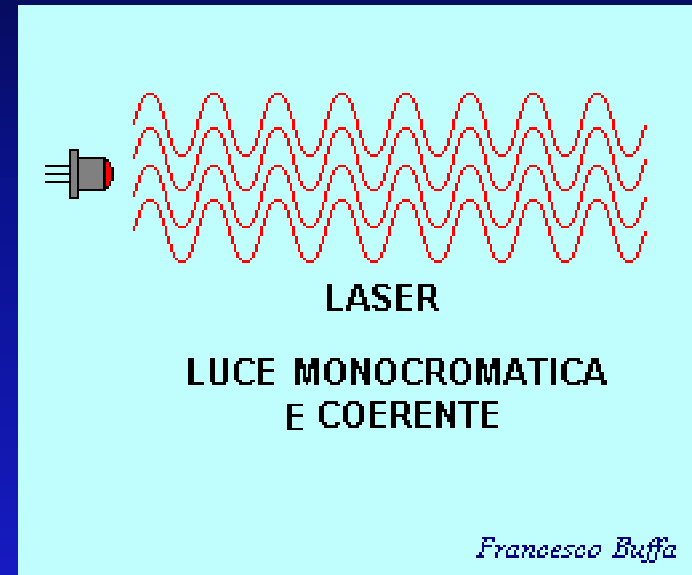
Il LASER è stato inventato, a livello teorico, nel 1958 da uno scienziato americano, Charles H. Townes e realizzato, per la prima volta da due americani, T. H. Maiman e A. Javan, e dai russi N.G. Basov e A.M. Prochorov, negli anni '60.



Il primo LASER realizzato da Maiman nel '60.

LASER: luce monocromatica e coerente

Il LASER è un dispositivo in grado di emettere **radiazioni luminose di tipo coerente**, cioè con tutti i raggi in fase, e **monocromatico**, cioè composte da un solo colore e quindi da una sola frequenza.

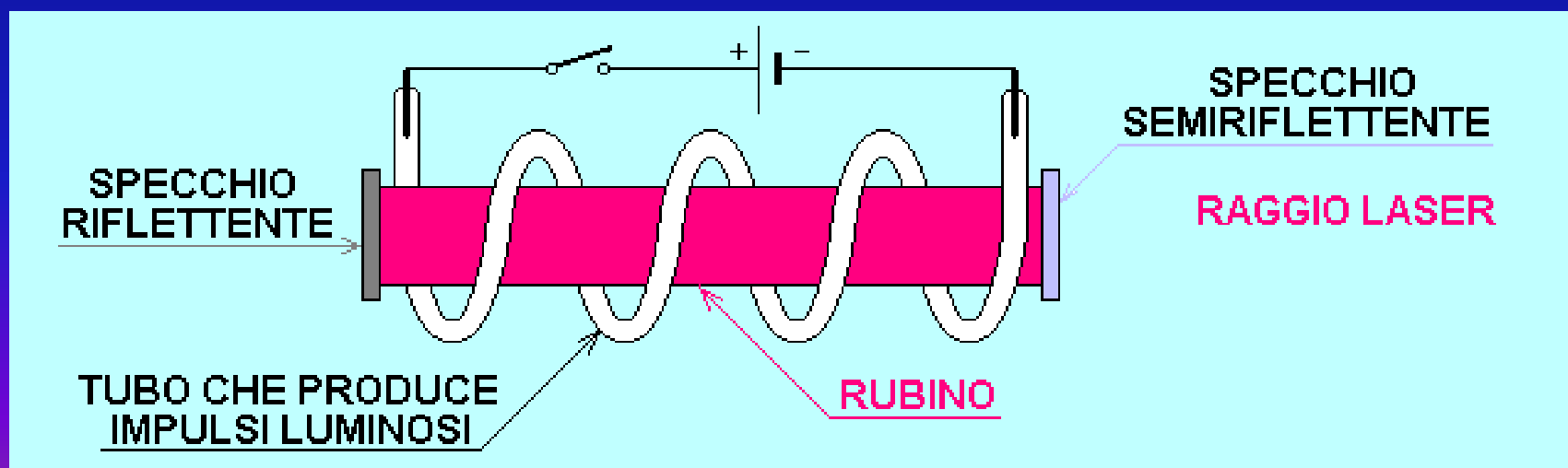


Il raggio LASER ha anche la caratteristica di essere fortemente concentrato al punto da potersi considerare perfettamente rettilineo.

Il suo diametro è dell'ordine del millesimo di millimetro.

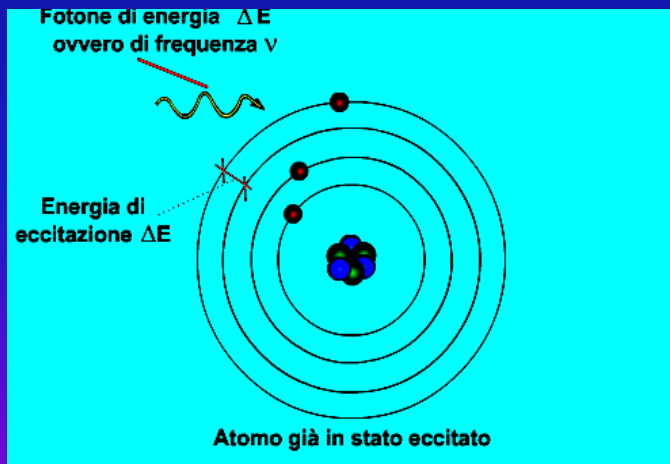
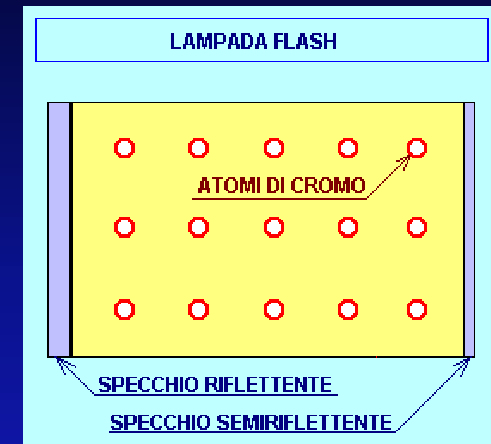
PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

I primi **LASER** sperimentali, utilizzavano come materia prima un **rubino**, cioè una pietra preziosa di colore rosso intenso, posto fra due specchi paralleli e circondato da un tubo di vetro contenente gas che veniva sottoposto a scariche luminose di tipo impulsivo.



PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Da un punto di vista chimico il **rubino** è costituito da sesquiossido di alluminio contenente **atomi di cromo** che gli conferiscono un colore rosso intenso.



I lampi luminosi di luce policromatica e incoerente, prodotti dalla lampada flash che circonda il rubino, eccitano gli atomi di **cromo** che spostano i loro elettroni dell'ultima orbita in una posizione ancora più esterna.

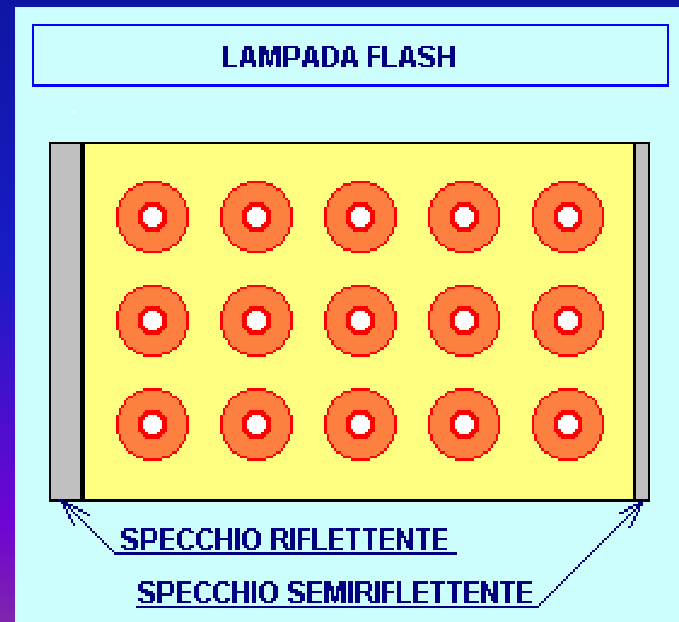
EMISSIONE FOTONICA NATURALE

In condizioni normali, questi elettroni decadono nell'orbita più bassa in istanti successivi del tutto casuali e quindi imprevedibili, restituendo l'energia ricevuta, sotto forma di fotoni tutti con la stessa energia luminosa e quindi dello stesso colore, ma diretti però, in ogni direzione.

Questo è un tipo di *emissione fotonica naturale*.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

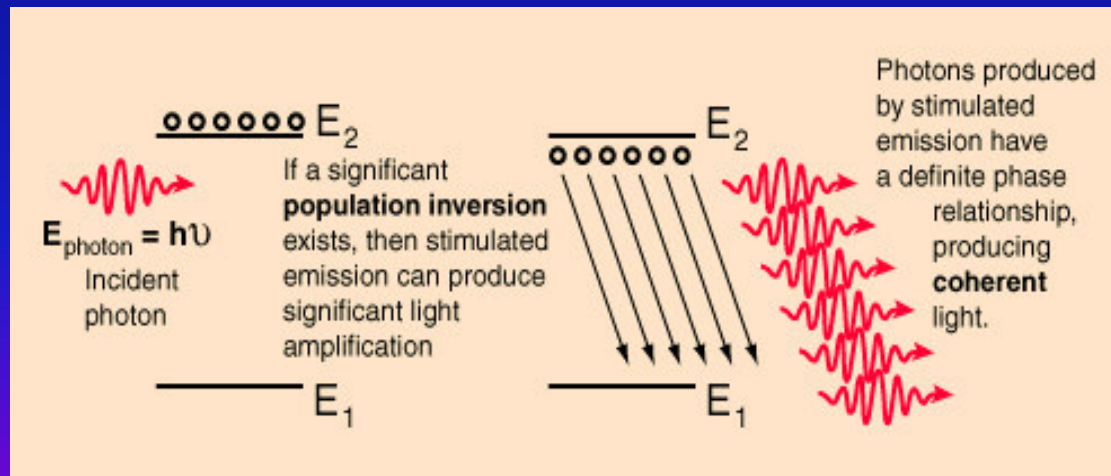
Il LASER, invece, è in grado di produrre *un'emissione stimolata* a seguito della sua struttura di specchi paralleli, di cui uno perfettamente riflettente, ed uno semiriflettente, che detta di **tipo FABRY - PEROT** dal nome degli scienziati che li hanno inventato.



PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

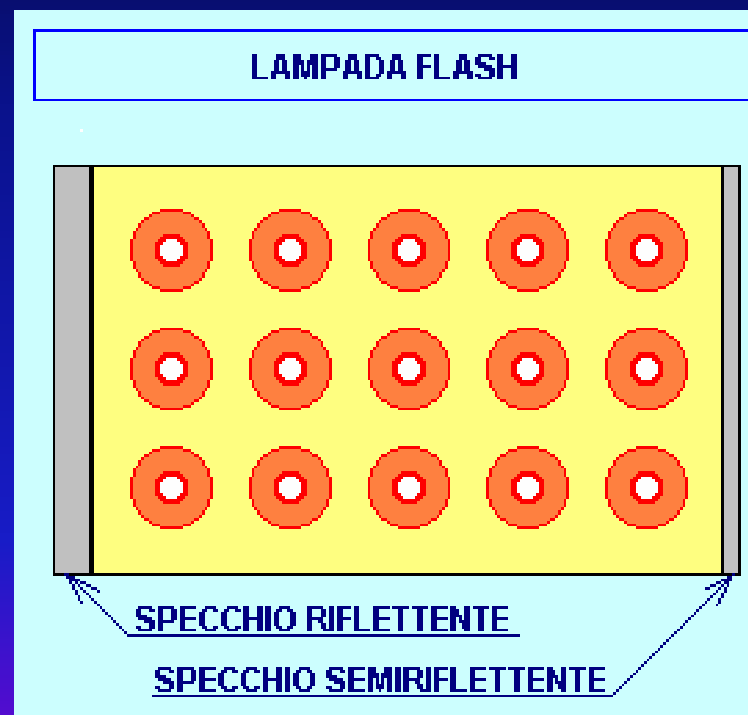
I fotoni, passando vicino agli atomi eccitati, producono il decadimento degli elettroni dall'orbita instabile a maggiore energia, a quella stabile a energia inferiore con conseguente emissione di altri fotoni, tutti rigorosamente della stessa frequenza e della stessa fase, che vengono anche loro costretti a oscillare in avanti e indietro fra i due specchi.

Questi costituiscono una **cavità risonante ottica** poiché la distanza fra i due specchi deve risultare un *multiplo intero di mezza lunghezza d'onda* della radiazione **LASER**



PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Raggiunta una certa intensità, i fotoni riescono ad uscire dallo specchio semitrasparente (1%) in un **unico raggio perfettamente monocromatico e in fase**, perché generato dall'*emissione stimolata* di atomi tutti assolutamente eguali, e perfettamente rettilineo, perché prodotto dopo un innumerevole numero di oscillazioni in linea retta che ne garantiscono la direzione rettilinea.

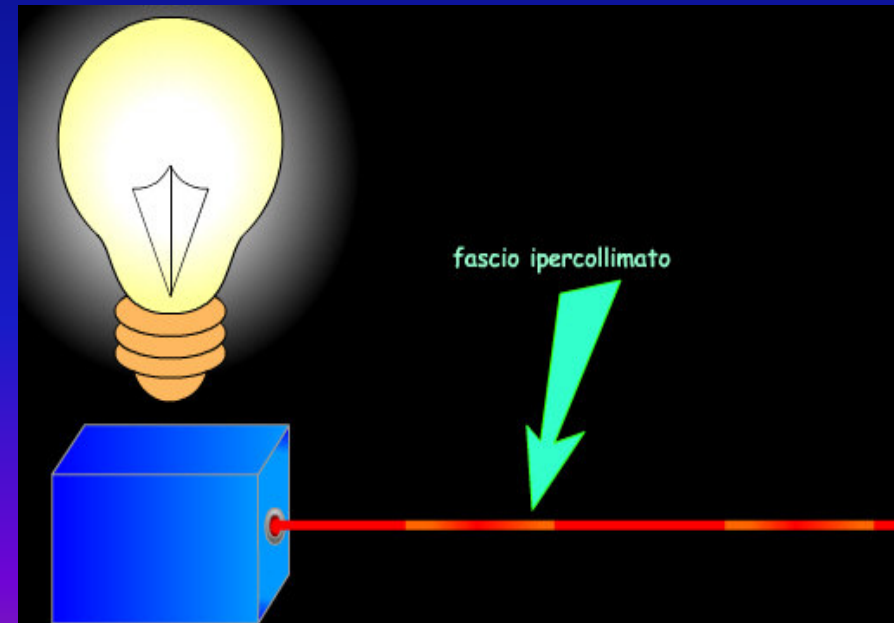


Proprietà della luce laser

Unidirezionalità

La luce Laser si propaga in una direzione ben definita, a differenza della luce di una normale lampadina a incandescenza che emette luce in tutte le direzioni.

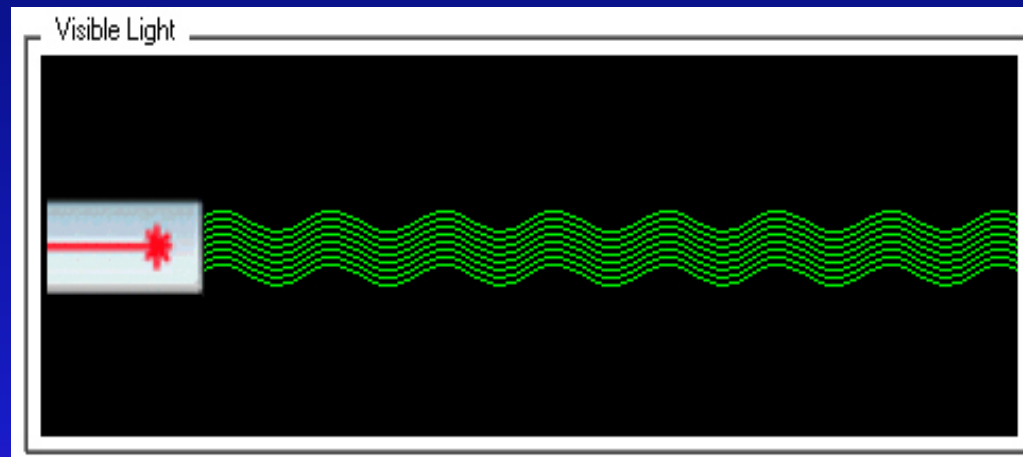
Un fascio Laser a grande distanza diverge in maniera minima: un fascio verde di un laser ad Argo con sezione in partenza di un centimetro di diametro si allarga fino ad una sezione di tre centimetri di diametro dopo un percorso di 500 metri.



Proprietà della luce laser

Monocromaticità

La radiazione laser presenta sempre una stessa frequenza mentre una lampadina a incandescenza emette radiazione composta da fotoni di energie differenti.

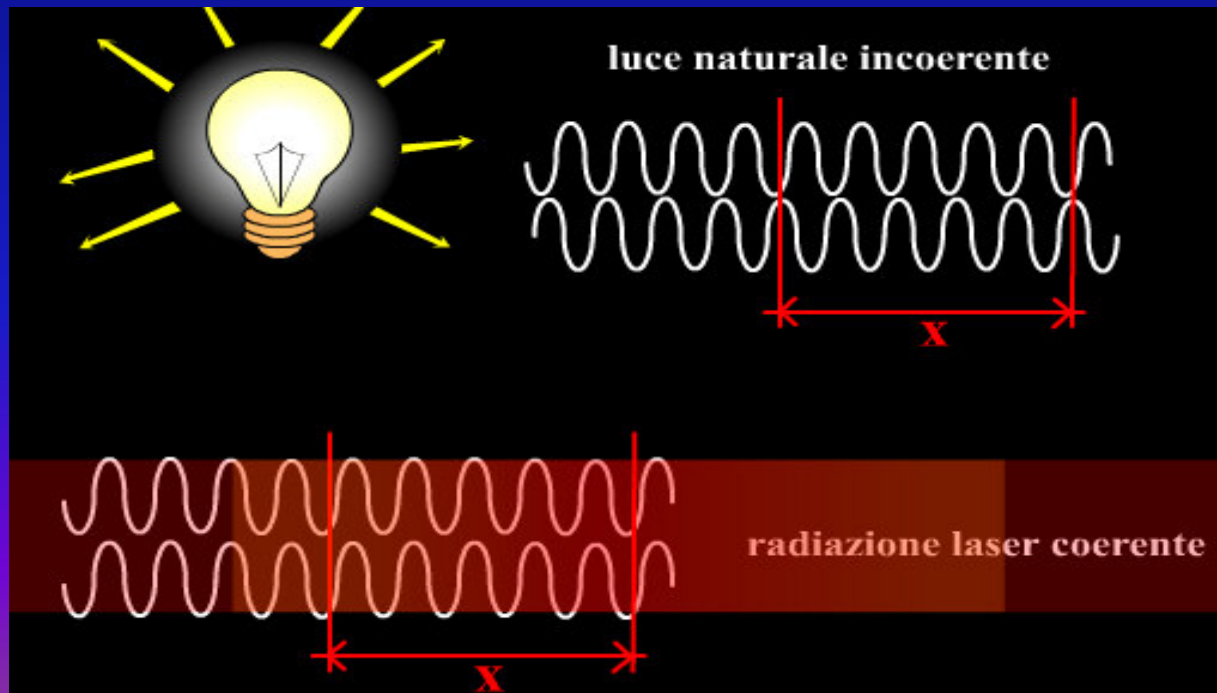


La monocromaticità è legata alla coerenza temporale ed è dovuta al meccanismo dell'emissione stimolata di radiazione da parte del materiale attivo che può essere solido (rubino, Nd-YAG, ecc.), gassoso (CO₂, Argo) o liquido (laser a coloranti).

Proprietà della luce laser

Coerenza

La proprietà di unidirezionalità dei fasci laser è legata alla **coerenza spaziale** ed è una conseguenza della struttura della cavità risonante del laser formata da due specchi paralleli che creano in uscita un fascio di fotoni con direzione esattamente perpendicolare alla loro superficie.



Tipi di luce laser

Tipi di laser	Mezzo attivo	λ principale (μm)
Laser a Stato Solido	Rubino	0,6943
	Nd^{3+} :YAG	1,064
	Er^{3+} :fibre di silicio	1,55
Laser a Giunzione	AlGaAs/GaAs	0,63 - 0,9
	InGaAsP/InP	$\approx 1 - 1,7$
	CO_2	10,6
Laser a gas	He-Ne	0,6328
	Ar^+	0,515
Laser a Eccimeri	KrF eccimeri	0,248
	ArF eccimeri	0,193
Laser a coloranti	Rhodamine-6G colorante (molecole organiche)	accordabile 0,56 - 0,64

Applicazioni in medicina

Successivamente alla sua invenzione nel 1960, il laser è stato usato diffusamente per scopi medici.

La risposta terapeutica dipende in maniera complessa dalla scelta della:

- lunghezza d'onda
- durata di irradiazione
- potenza del laser

Combinazioni diverse di questi parametri sono impiegate per trasformare l'energia luminosa in energia meccanica, termica o chimica.

Applicazioni in medicina

- *riduzione calcoli renali* (effetto meccanico prodotti da brevi impulsi, nsec)
- *ablazione sottili strati di tessuto in chirurgia refrattiva* (brevi impulsi laser, penetrazione di pochi micrometri)
- *coagulazione selettiva delle vene varicose in chirurgia estetica* (la lunghezza d'onda della luce laser può essere scelta in modo tale che la luce sia assorbita selettivamente dal bersaglio, emoglobina)
- *correzione della miopia* (l'asportazione di un nanometro di superficie cornea corregge un difetto di movimento del muscolo oculare con l'introduzione di un difetto organico nell'occhio)