

Sorgenti di radiazione luminosa

Quello che differenzia le fonti di luce (e quindi la qualità della radiazione emessa) è il meccanismo con cui viene generata l'onda elettromagnetica.

Poiché l'onda trasporta energia, è evidente che il meccanismo che la genera deve agire su una sostanza (gassosa, liquida o solida) in modo da trasformare una qualche sorgente di energia in onde elettromagnetiche.

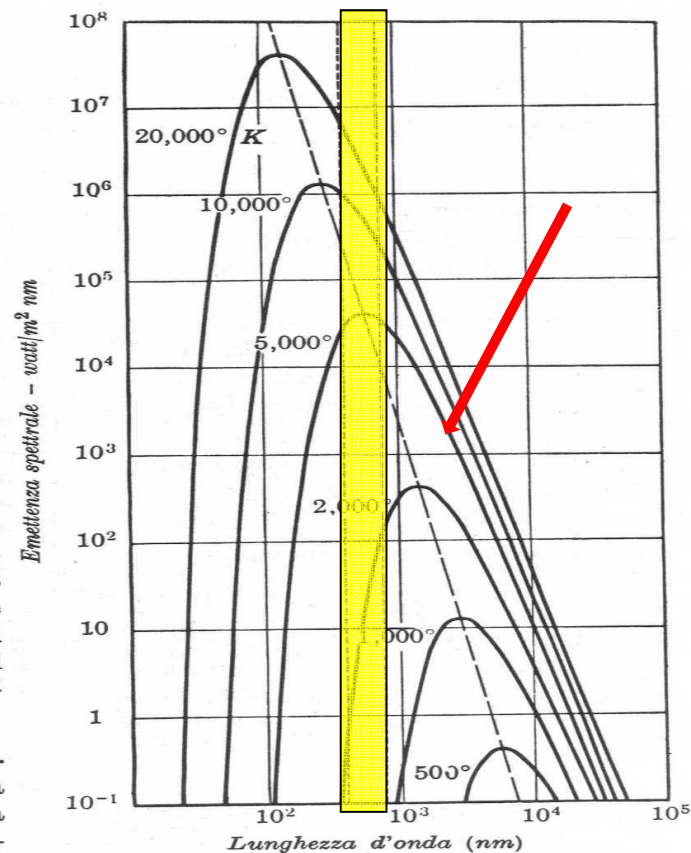


Le fonti luminose più antiche (come olio, candele, fiammiferi, ecc.) sfruttano come fonte di energia la combustione di una sostanza (in presenza di O_2) per fornire energia agli atomi presenti nella sostanza in modo che possano passare in livelli eccitati, per poi decadere ed emettere luce.

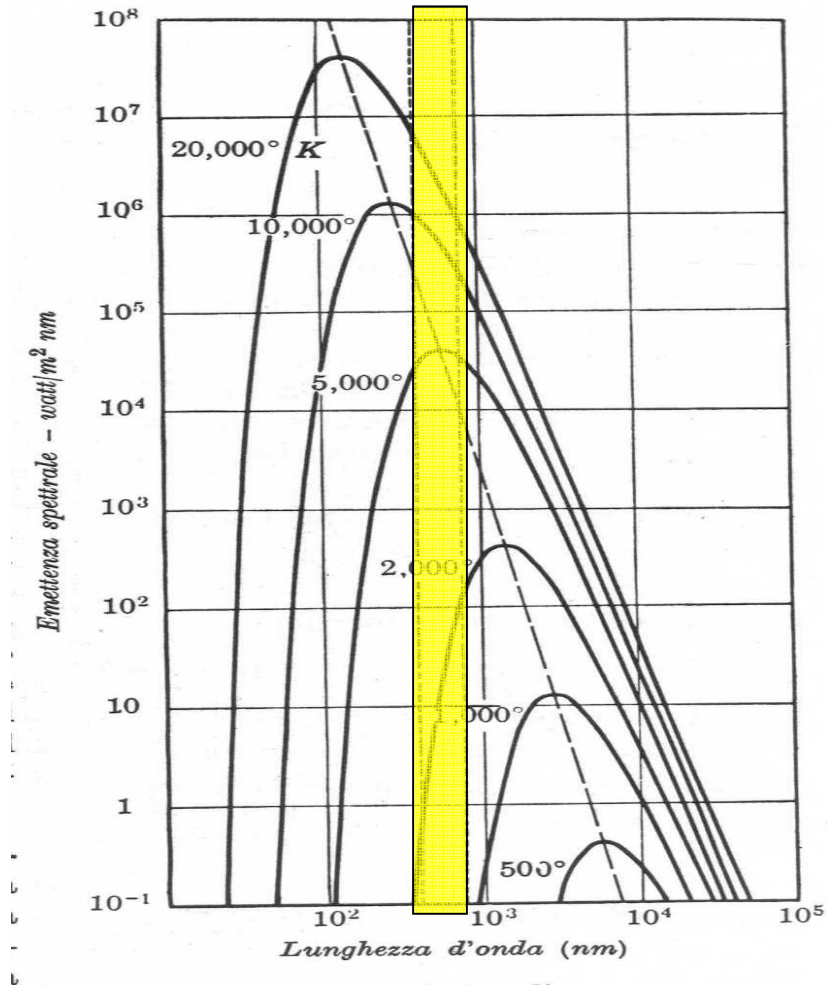
Il colore della luce dipende dagli elementi che sono presenti e quindi dal tipo di transizioni che si possono verificare; comunque queste sono sorgenti ad ampio spettro di emissione, visto che contengono composti di molti atomi differenti, per cui le possibilità di transizioni energetiche sono tante (ci sono anche molecole legate insieme per cui ci sono anche i livelli vibrazionali, ecc.).

Sorgenti termiche

Le **lampade a incandescenza** sono costituite da un sottile filamento di tungsteno (W), posto sotto vuoto in un'ampolla di vetro, che, percorso da corrente elettrica, si riscalda per effetto Joule e quindi viene portato ad alta temperatura (2000-2500°C), emettendo luce.



Poiché il tungsteno ha un altissimo punto di fusione (circa 3400 °C), il calore ottenuto non arriva a fonderlo o farlo sublimare rapidamente, ma rimane sotto forma di energia cinetica delle vibrazioni degli atomi del metallo. Le vibrazioni avvengono in tanti modi possibili a seconda della struttura del solido, tuttavia di norma il loro numero, frequenza e ampiezza crescono con l'aumento della temperatura. Anche tutti gli elettroni dei livelli interni vibrano assieme agli ioni, con lo stesso spettro di frequenze, emettendo onde elettromagnetiche; lo spettro di frequenza della radiazione emessa comprende quindi tutte le ν di possibili oscillazioni e infatti esso è continuo, estendendosi dal lontano infrarosso fino al visibile.



La posizione del picco di intensità di emissione al variare della temperatura è espresso dalla

LEGGE DEL CORPO NERO

$$\lambda_{\max} \cdot T(K) = \text{costante}$$

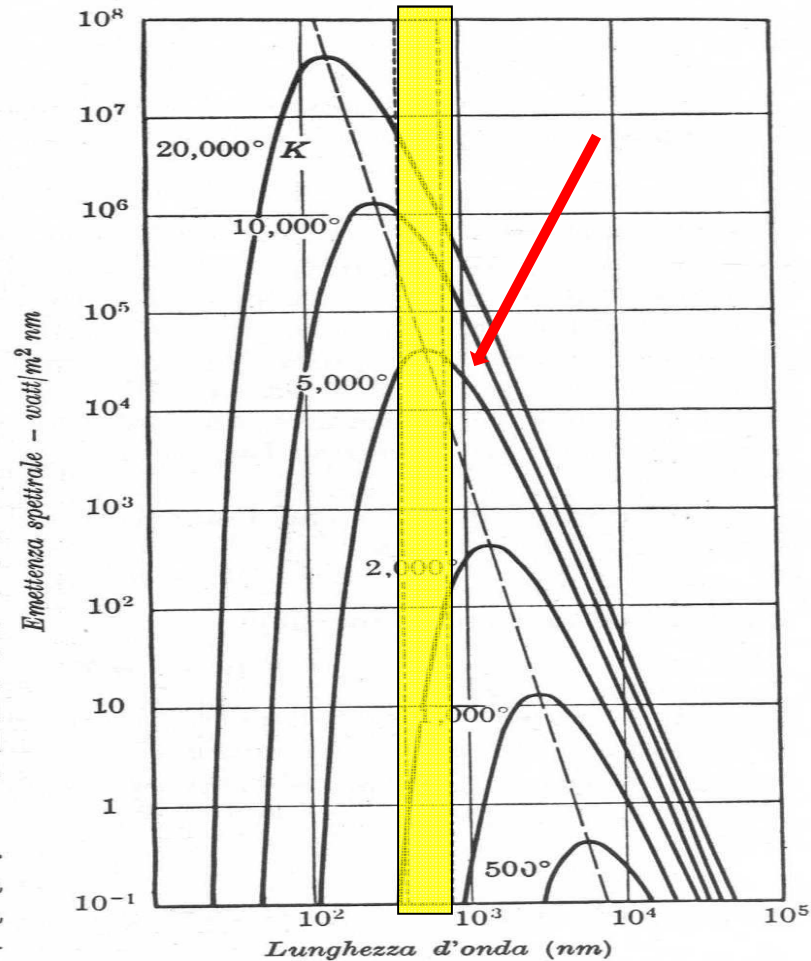
bassa efficienza energetica (< 5%)

fragilità

durata limitata

Spettro Continuo



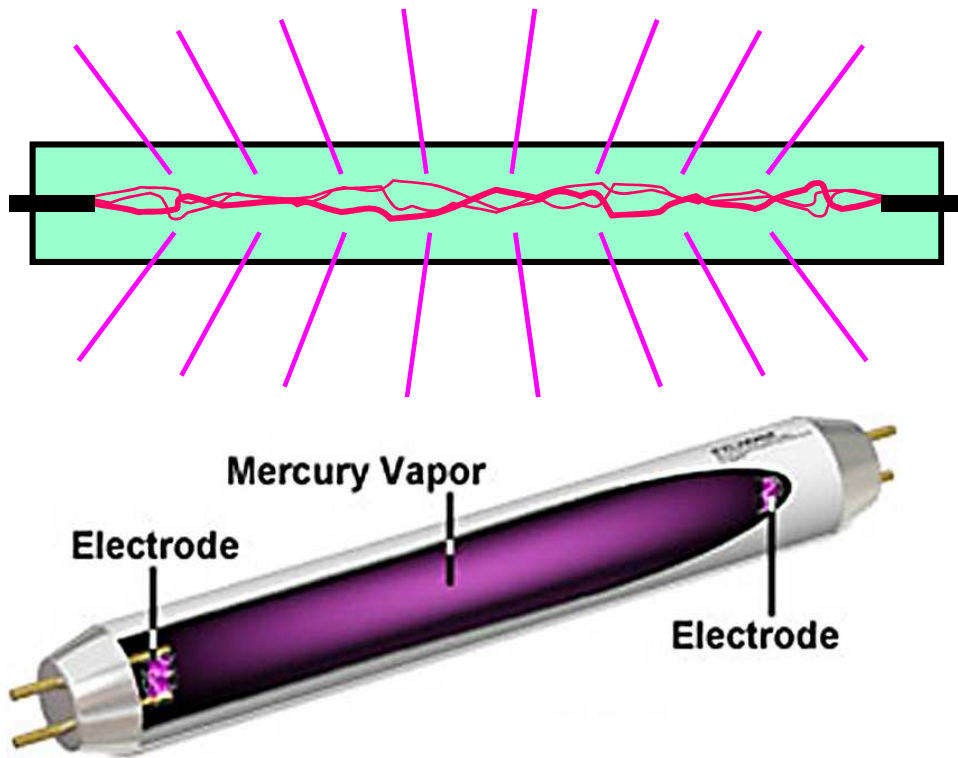


Per migliorare ulteriormente l'emissione nel blu/verde occorre raggiungere temperature ancora maggiori, che si ottengono con le **lampade alogene**: esse differiscono da quelle normali a incandescenza solo per avere nell'ampolla (di quarzo, per resistere meglio alla maggiore temperatura) non il vuoto ma un gas alogeno (spesso iodio – I) a bassa pressione.

Lo iodio contrasta l'eventuale evaporazione di atomi di W: lo I si lega al W evaporato formando ioduro di tungsteno, il quale a sua volta, a contatto con il filamento caldo, può decomporre ridepositando il W sul filamento, mentre lo iodio torna allo stato gassoso.

In questo modo, anche lavorando a temperature maggiori il filamento si deteriora molto meno, la lampada non si rompe troppo presto, e si ottiene una curva di emissione più alta e con più contributo del blu, per cui il colore della luce è bianco/bluastro.

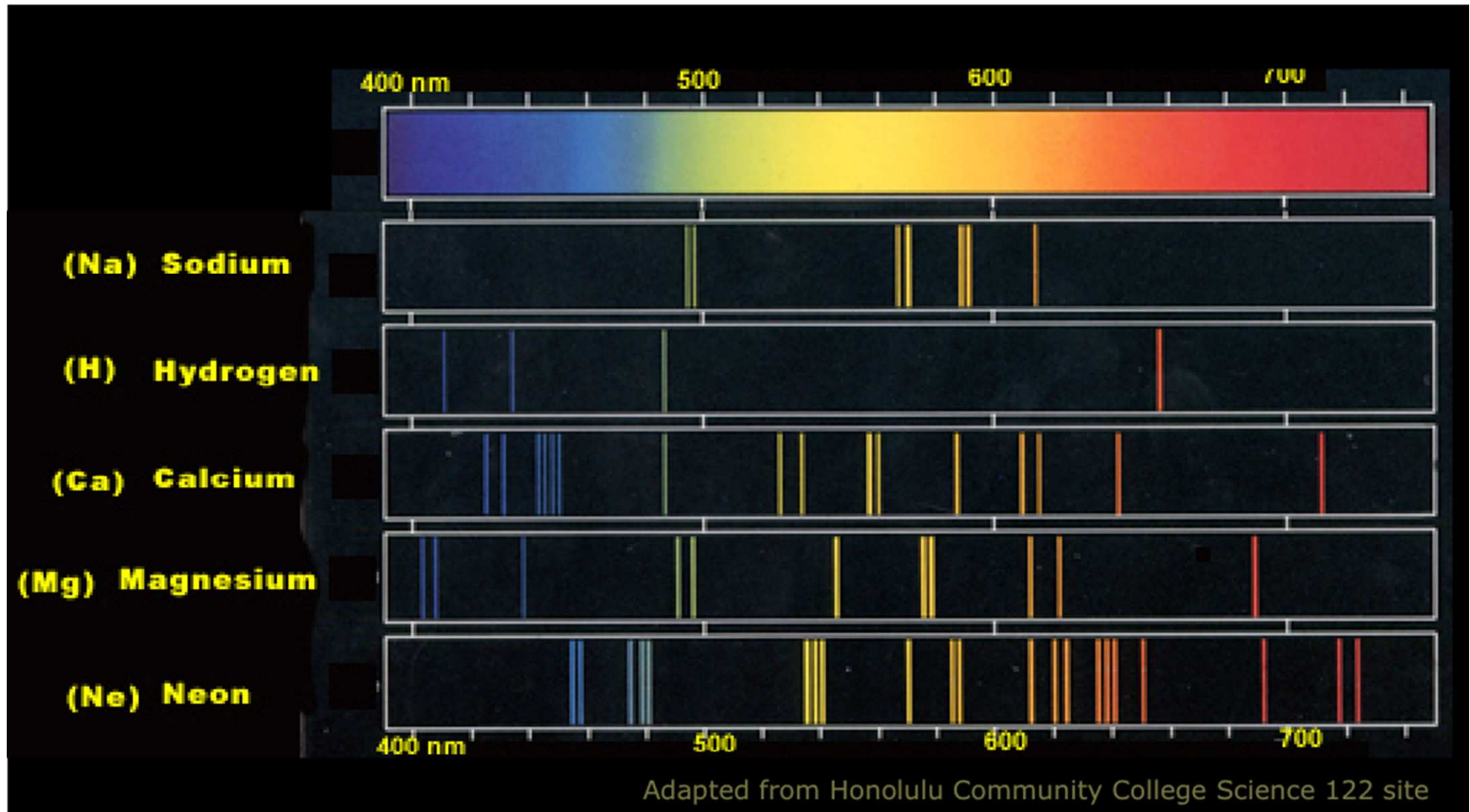
Sorgenti a scarica di gas

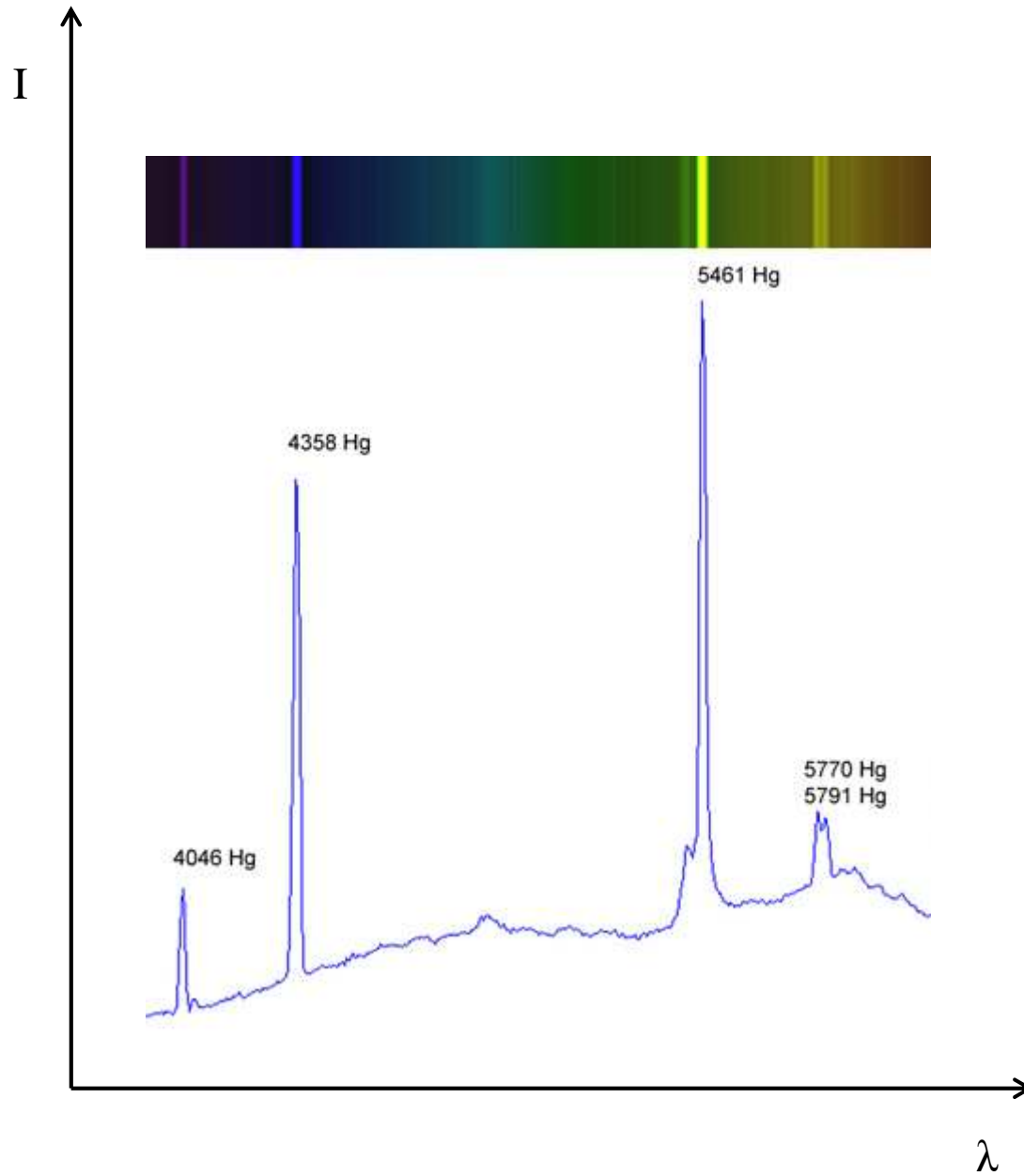


Nel tubo a scarica si applica una grande differenza di potenziale tra i due elettrodi estremi, costituiti ciascuno da un filamento che si riscalda per emettere elettroni (ma non tanto da emettere molta luce).

Nel tubo c'è un gas a bassa pressione (es. neon, mercurio), i cui atomi vengono portati a livelli eccitati con l'energia che ricevono negli urti con gli elettroni accelerati dalla differenza di potenziale.

Nel decadimento a livelli più bassi si ha emissione di fotoni solo a precisi valori di λ , pertanto lo spettro di emissione è uno **SPETTRO A RIGHE** caratteristico del gas usato.

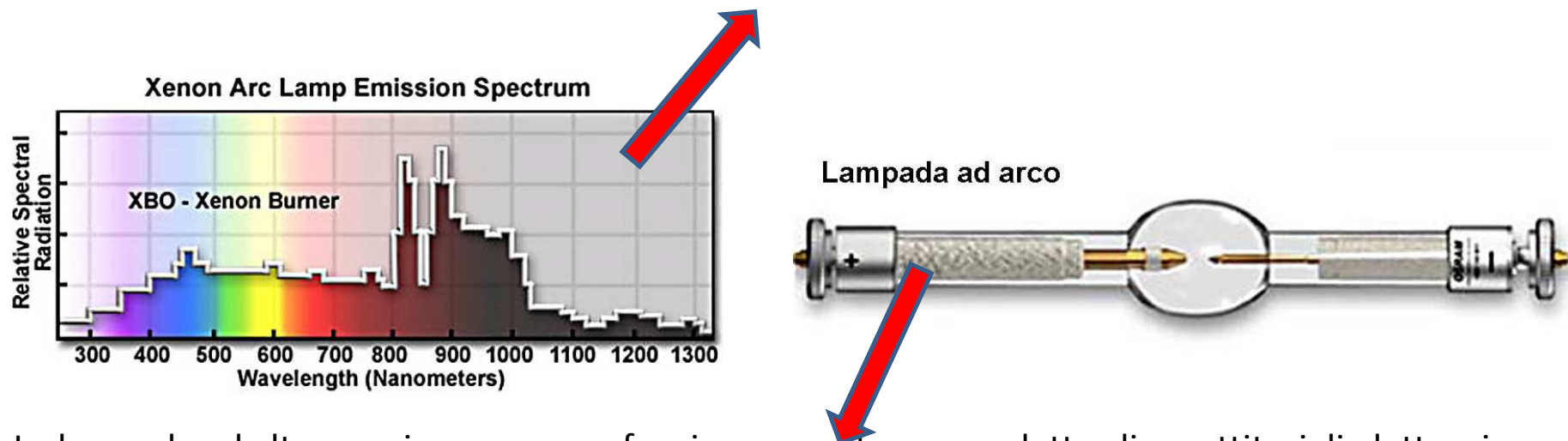




Lampade al **Neon**, **Xenon** (laboratorio), vapori di **Mercurio** (germicida), di **Sodio** (illuminaz. stradale), ecc.

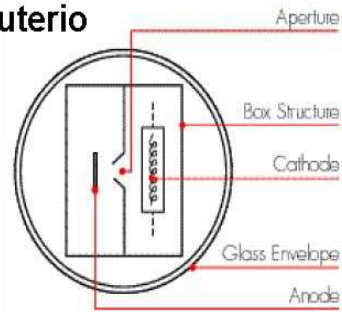
alta efficienza energetica ($\approx 30\%$),
ma bassa resa cromatica luce
(quasi monocromatica
poco naturale e poco gradevole)

Immettendo nella lampada il gas con una pressione maggiore (ma comunque tale da non impedire i processi di urto tra elettroni ed atomi, senza dei quali la scarica non si innescherebbe e la lampada non funzionerebbe), aumenta moltissimo la possibilità di urti tra gli atomi, che comporta diverse possibilità di scambio di energia e di decadimento. L'effetto complessivo è quello di un notevole allargamento di ogni riga spettrale, vale a dire emissione di fotoni con energia maggiore o minore di quella precisa, sovrapposto a un fondo continuo di radiazione a tutte le lunghezze d'onda.



Le lampade ad alta pressione possono funzionare anche senza elettrodi emettitori di elettroni, ma grazie alla creazione di un arco voltaico (regione di plasma, ricca di ioni ed elettroni) tra due punte ravvicinate. E' necessario però un circuito elettronico che applica ad esse una elevatissima differenza di potenziale per pochi decimi di secondo, per ottenere l'innesco della scarica nel gas. Successivamente la scarica si autosostiene, anche con una differenza di potenziale di poche decine di Volt, grazie alla continua generazione di ioni ed elettroni per effetto degli urti nel gas.

Lampada a Deuterio



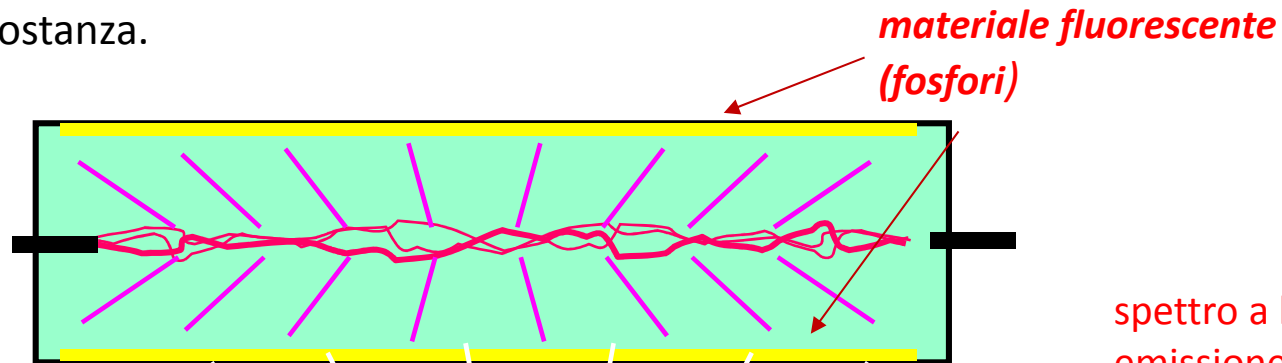
Anche la lampada a deuterio è un tipo di lampada a tubo di scarica, con filamento emettitore di elettroni ed elettrodi di accelerazione, con una struttura ottimizzata per generare la luce da una regione molto delimitata e favorire la collimazione del fascio.



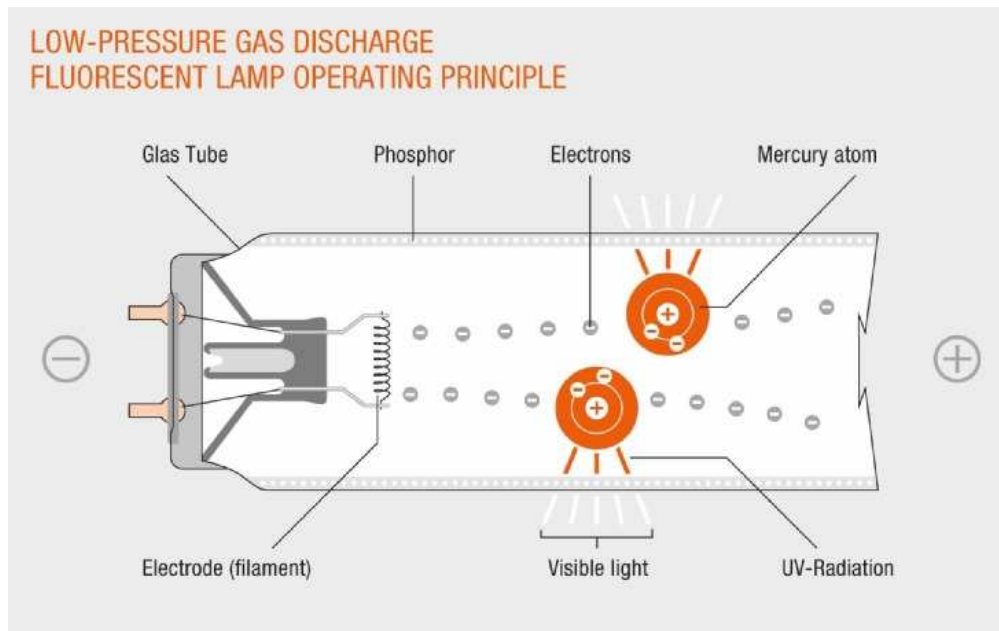
Le lampade al deuterio forniscono uno spettro luminoso quasi continuo nella gamma di lunghezze d'onda che spazia dai raggi UV (185-400 nm) alla gamma spettrale visibile (400-800 nm). Sono largamente usati come fonte di luce ultravioletta in apparecchiature di laboratorio come spettrofotometri UV/VIS e strumenti di cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC)

Sorgenti a emissione fluorescente da scarica

Nei tubi fluorescenti per illuminazione degli ambienti il gas di solito è il mercurio, ma la parete interna del tubo è ricoperta da una sostanza fluorescente che viene eccitata dai fotoni UV emessi dal mercurio ed emette luce a sua volta, con spettro caratteristico della sostanza.



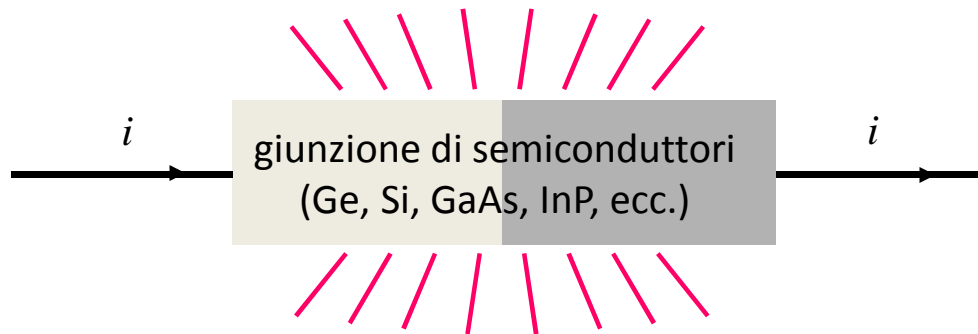
spettro a larghe bande di emissione → luce "bianca" naturale e gradevole



buona efficienza ($\approx 15\%$):
lampade a basso consumo (tubi a vapori di sodio, mercurio, ecc)

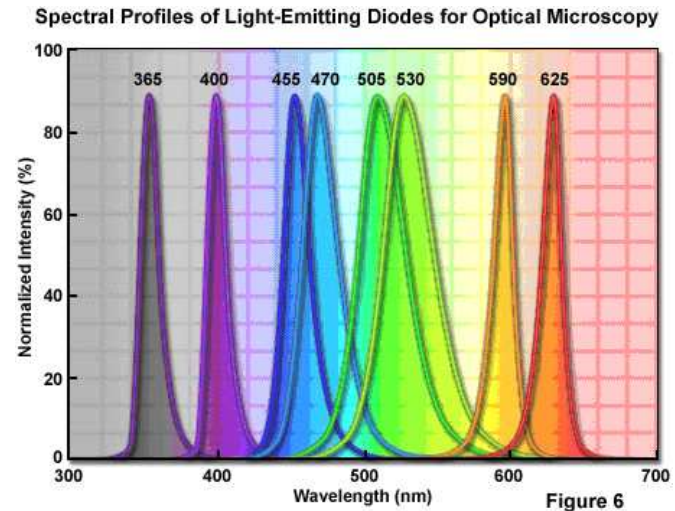
Diodi LED (Light emitting Diode) e Organic Led (OLED)

Il LED è un semiconduttore compatto che emette luce incoerente in uno spettro ristretto (quasi monocromatica) quando viene alimentato. Il colore della luce emessa dipende dalla composizione e dalle condizioni del materiale semiconduttore utilizzato (ad esempio dal drogaggio), e può essere vicino-ultravioletto, visibile, o infrarossi.



spettro a larghe bande di emissione

- buona efficienza ($\approx 20\%$) e luce di diversi colori
- alta durata, robustezza
- miniaturizzazione



LASER *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*



- alta efficienza e altissima intensità (MW/cm^2 - GW/cm^2)
- luce con coerenza spaziale (fasci collimati) e con coerenza temporale
- possibilità di modulare l'intensità
- luce monocromatica