

# POTENZA, ENERGIA, LUNGHEZZA D'ONDA

Spesso quando ci si avvicina al mondo dei laser, e ancor di più quando si è interessati ad acquistarne uno, ci si imbatte in un glossario di termini inusuali nella vita comune (perlomeno nel loro ordine d grandezza). Vediamo di chiarire un po' le idee.

Iniziamo dalla **LUNGHEZZA D'ONDA**.

La lunghezza d'onda identifica il *colore* del nostro laser. Lo [spettro delle onde elettromagnetiche visibili ossia della luce](#) cade nell'intervallo tra le lunghezze d'onda di 400 nm e 800 nm, ossia rispettivamente tra le frequenze di 750 THz e di 375 THz.

Ma cos'è la lunghezza d'onda? e che c'entra la frequenza?

La lunghezza d'onda è uno dei (tre) parametri che identificano un'onda. La frequenza di un'onda è un modo diverso di esprimere il medesimo dato. Dire ad esempio che un'onda ha una frequenza di 750 THz significa dire che essa si ripete per ben 750000000000000 volte in un secondo (750 mila miliardi di volte!). Dato che parliamo di un'onda elettromagnetica, essa si muove (nel vuoto come nell'aria) alla massima velocità conosciuta che è quella della luce, espressa dalla costante **C** (da celerità ossia velocità) e pari a 299.792.458 m/s, che per convezione approssimiamo a  $3 \cdot 10^8$  m/s. Sapendo, nel nostro esempio, che in un secondo ci sono 750 mila miliardi di onde, possiamo anche sapere quanto tempo dura un'onda (ossia conoscere il suo *periodo*, che è il reciproco della sua frequenza) dividendo un secondo per 750 mila miliardi:

$$1/7,5 \cdot 10^{14} = 1,333 \cdot 10^{-15} \text{ s} = 1,333 \text{ fs}$$

dove 1 fs = un femtosecondo ossia un millimiliardesimo di millisecondo. Non dobbiamo spaventarci di incontrare numeri così piccoli, ricordiamoci che abbiamo a che fare con velocità molto grandi, anzi, con la più grande di tutte, quella della luce! Ora, la lunghezza d'onda non è nient'altro che lo spazio che la luce percorre nell'intervallo di tempo ora calcolato, nel nostro esempio di 1,3 fs. Per determinarla è infatti sufficiente moltiplicare il periodo di 1,3 fs per C:

$$1,333 \cdot 10^{-15} \cdot 3 \cdot 10^8 = 400 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 400 \text{ nm}$$

Semplice, no?

Passiamo ora al secondo punto, parlando dell' **ENERGIA**

Quante volte in un giorno la sentiamo nominare (spesso a sproposito)! Ma cos'è l'energia?

L'energia è la capacità di compiere un lavoro, e si misura in *joule* (simbolo: **J**). Un'onda è capace di trasportare con sé dell'energia. Pensiamo alle onde del mare, alle onde sonore, all'onda d'urto d'un'esplosione. Si tratta di onde energetiche.

Ma la capacità di trasportare energia varia da onda a onda e da mezzo trasmissivo a mezzo trasmissivo (il mezzo in cui l'onda si propaga), oltre che all'accoppiata dei due. Ad esempio, il suono si propaga molto bene nei solidi, mentre non si propaga nel vuoto; la luce si propaga con attenuazione crescente nei solidi ad essa trasparenti, mentre si propaga senza perdite nel vuoto.

In ogni caso, la quantità d'energia che un'onda riesce a trasportare è inversamente proporzionale alla sua lunghezza d'onda.

Per cui, a parità di potenza trasportata, dovremmo spendere molta più energia impiegando lunghezze d'onda maggiori che impiegando lunghezze d'onda minori, ossia il trasporto energetico ha un più alto rendimento con le lunghezze d'onda più piccole.

E con questa premessa, passiamo alla **POTENZA**

Parlando di laser, due laser di diverso colore, ad esempio uno rosso da 635 nm ed uno verde da 532 nm, di pari potenza di 200 mW, produrranno gli stessi effetti termici (scoppio di palloncini, bruciatura di nastro isolante nero, accensione di sigarette) ma il rosso consumerà molta più corrente del verde.

Quindi il verde consumerà la batteria più rapidamente del rosso.

In realtà non è così. Ma non c'è nulla di sbagliato nel nostro ragionamento. Abbiamo parlato di laser verde, paragonandolo ad un laser rosso. Ma abbiamo trascurato un particolare, per nulla secondario. Il laser verdi comunemente in commercio *non sono verdi* ma laser infrarossi (808 nm di solito) che grazie a particolari proprietà di alcuni cristalli che vanno a colpire, si trasformano in luce laser verde (vedi [La Fisica del LASER](#)). Quindi, un po' perché la lunghezza d'onda degli infrarossi è maggiore della luce verde, un po' perché la trasformazione da infrarossa a verde non avviene senza perdite d'energia, risulta che i laser verdi consumano più corrente dei laser rossi, che al contrario il fascio laser rosso lo generano direttamente senza intermediari.

Sovente quando parliamo di potenza laser ci si riferisce all'aspetto "ludico" del termine, ossia la capacità d'un laser di bruciare cose come palloncini, nastro isolante nero, sigarette, pezzi di carta...

Ma in questo caso dobbiamo considerare un ulteriore aspetto, ovvero la superficie su di cui la potenza agisce.

È chiaro che dire 200 mW/mm<sup>2</sup> o dire 300 mW/cm<sup>2</sup> non è la stessa cosa. Il primo laser infatti brucia di più, pur essendo meno potente del secondo.

Infatti in 1 cm<sup>2</sup> ci sono 100 mm<sup>2</sup>, per cui parificando le due superfici risulta che il secondo ha una potenza di 300/100 = 3 mW/mm<sup>2</sup>. Va quindi considerata la superficie del raggio incidente, che dipende dalla larghezza del fascio all'origine (*beam diameter*) e dalla sua divergenza (*mrad*). Questi due ultimi parametri dipenderanno molto dall'uso che vogliamo fare del nostro laser (vedi la mia guida "[Cosa scegliere](#)").

Perciò che il secondo laser bruci (come sarebbe plausibile, essendo più potente) più del secondo, è necessario porre una lente che restringa il fascio a 1 mm<sup>2</sup>.

Una tabella indicativa comparativa tra potenza e effetto potrebbe essere la seguente:

<b>Laser Pointer P. O. [mW]</b>	15	30	50	75	100	125	150
Laser "spot" visibile	•	•	•	•	•	•	•
Fascio Laser visibile nel fumo o nebbia	•	•	•	•	•	•	•
Fascio Laser visibile di notte	•	•	•	•	•	•	•
Fascio Laser visibile in zone illuminate		•	•	•	•	•	•
Laser Range > 20 km			•	•	•	•	•
Bucare sacchi neri dell'immondizia			•	•	•	•	•
Cauterizzare ferite			•	•	•	•	•
Rivela fumo alla luce del giorno			•	•	•	•	•
Punge sulla pelle nuda			•	•	•	•	•
Brucia tessuti scuri				•	•	•	•
Laser Range > 75 km				•	•	•	•
Fa scoppiare palloncini scuri				•	•	•	•
Accende fiammiferi					•	•	•
Taglia nastro isolante nero					•	•	•
Incide pelle e plastica scuri					•	•	•
Accende fuochi d'artificio					•	•	•
Fonde la gomma e la plastica					•	•	•
Laser Range > 150 km							•