

# Esercitazione di gruppo



**Per una sorgente laser puntiforme ( $\alpha < 1,5$  mrad) di tipo Nd-YAG avente le seguenti caratteristiche:**

**Lunghezza d'onda di emissione  $\lambda = 1064$  nm**

**Energia per impulso  $E = 0,2$  J**

**Durata di un singolo impulso  $t = 0,5$  msec.**

**Frequenza di ripetizione  $f = 5$  Hz**

**Diametro del fascio in uscita  $a = 5$  mm**

**Divergenza  $\phi = 1$  mrad**

**Dimensionare la protezione oculare da prescrivere ad un operatore che effettua manutenzione straordinaria potenzialmente soggetto ad una esposizione diretta del fascio laser alla distanza minima di 0.5 metri.**

**EMP applicabile  $0,3$  (J/m<sup>2</sup>)**

---

## **PROTEZIONE TOTALE $\Rightarrow$ RADIAZIONE ALL'OCCHIO = EMP**

- $\Rightarrow$  condizioni operative della sorgente**  
 **$(P, \lambda, a, \varphi, (D) - E, \lambda, a, \varphi, t, f, (I, R, M))$**
- $\Rightarrow$  calcolo del valore di EMP applicabile**
- $\Rightarrow$  irradimento(espos. energ.) all'occhio operatore**
- $\Rightarrow$  calcolo della D.O.  $\Rightarrow$  Numero di Scala**
- $\Rightarrow$  irradimento(espos. energ.) reale al filtro**
- $\Rightarrow$  valutazione stabilita' alla radiazione**

**SIGLA DI IDENTIFICAZIONE**

**⇒ calcolo radiazione all'occhio operatore**

**$a = 5 \text{ mm}$**

**div. = 1 mrad**

**$r = 0.5 \text{ m}$  (distanza laser/operatore)**

$$\mathbf{a_r = ( a + r \varphi ) = 5.5 \text{ mm} \Rightarrow a_r < d_p}$$

**Radiazione all'occhio**

$$\mathbf{H_0 = [4 \times E_L / \pi (d_p)^2] = 5,2 \times 10^3 \text{ (J/m}^2\text{)}}$$

## calcolo della D.O. $\Rightarrow$ Numero di Scala

$$D.O = \text{Log}_{10} [ H_0 / \text{EMP} ]$$

$$D.O = \text{Log}_{10} [ 5,2 \times 10^3 / 0,3 ] = 4,23$$



**Numero di Scala = 5**

## esposizione energetica al filtro

$$H_F = [ 4 \times E_L / \pi (a_r)^2 ] = 8,4 \times 10^3 \text{ (J/m}^2 \text{)} [a_r = 5,5 \text{ mm}]$$

## Applicazione fattore di correzione per regimi impulsati

Per i laser nel campo di lunghezze d'onda da 400 nm a 1 400 nm, il valore della densità di energia deve essere moltiplicato per  $N^{1/4}$ :

$$N = f \times T = 5 \times 5 = 25 \qquad N^{1/4} = 2.23$$

$$Hf' = 8,4 \times 10^3 \times 2,23 = 18,8 \times 10^3$$

## Applicazione fattore di correzione per materiali

$$\text{VETRO } F = D^{1.1693}$$

$$Hf'' = Hf' \times 7,34 = 18,8 \times 10^3 \times 7.34 = 138 \times 10^3 \text{ (J/m}^2\text{)}$$

$$\text{PLASTICA } F = D^{1.2233}$$

$$Hf'' = Hf' \times 8.04 = 151 \times 10^3 \text{ (J/m}^2\text{)}$$

**Table 1 — Scale numbers (maximum spectral transmittance and resistance to laser radiation) of the filters and/or eye-protectors against laser radiations**

Scale number	Maximum spectral transmittance at the laser wavelength  $\tau(\lambda)$	Power ( $E$ ) and energy ( $H$ ) density for testing the protective effect and resistance to laser radiation in the wavelength range								
		180 nm to 315 nm			> 315 nm to 1 400 nm			> 1 400 nm to 1 000 $\mu\text{m}$		
		For test condition/pulse duration in seconds (s)								
		D $\geq 3 \times 10^4$	I, R $10^{-9}$ to $3 \times 10^4$	M $< 10^{-9}$	D $> 5 \times 10^{-4}$	I, R $10^{-9}$ to $5 \times 10^{-4}$	M $< 10^{-9}$	D $> 0,1$	I, R $10^{-9}$ to 0,1	M $< 10^{-9}$
		$E_D$ $\text{W/m}^2$	$H_{I,R}$ $\text{J/m}^2$	$E_M$ $\text{W/m}^2$	$E_D$ $\text{W/m}^2$	$H_{I,R}$ $\text{J/m}^2$	$H_M$ $\text{J/m}^2$	$E_D$ $\text{W/m}^2$	$H_{I,R}$ $\text{J/m}^2$	$E_M$ $\text{W/m}^2$
LB1	$10^{-1}$	0,01	$3 \times 10^2$	$3 \times 10^{11}$	$10^2$	0,05	$1,5 \times 10^{-3}$	$10^4$	$10^3$	$10^{12}$
LB2	$10^{-2}$	0,1	$3 \times 10^3$	$3 \times 10^{12}$	$10^3$	0,5	$1,5 \times 10^{-2}$	$10^5$	$10^4$	$10^{13}$
LB3	$10^{-3}$	1	$3 \times 10^4$	$3 \times 10^{13}$	$10^4$	5	0,15	$10^6$	$10^5$	$10^{14}$
LB4	$10^{-4}$	10	$3 \times 10^5$	$3 \times 10^{14}$	$10^5$	50	1,5	$10^7$	$10^6$	$10^{15}$
LB5	$10^{-5}$	$10^2$	$3 \times 10^6$	$3 \times 10^{15}$	$10^6$	$5 \times 10^2$	15	$10^8$	$10^7$	$10^{16}$
LB6	$10^{-6}$	$10^3$	$3 \times 10^7$	$3 \times 10^{16}$	$10^7$	$5 \times 10^3$	$1,5 \times 10^2$	$10^9$	$10^8$	$10^{17}$
LB7	$10^{-7}$	$10^4$	$3 \times 10^8$	$3 \times 10^{17}$	$10^8$	$5 \times 10^4$	$1,5 \times 10^3$	$10^{10}$	$10^9$	$10^{18}$
LB8	$10^{-8}$	$10^5$	$3 \times 10^9$	$3 \times 10^{18}$	$10^9$	$5 \times 10^5$	$1,5 \times 10^4$	$10^{11}$	$10^{10}$	$10^{19}$
LB9	$10^{-9}$	$10^6$	$3 \times 10^{10}$	$3 \times 10^{19}$	$10^{10}$	$5 \times 10^6$	$1,5 \times 10^5$	$10^{12}$	$10^{11}$	$10^{20}$
LB10	$10^{-10}$	$10^7$	$3 \times 10^{11}$	$3 \times 10^{20}$	$10^{11}$	$5 \times 10^7$	$1,5 \times 10^6$	$10^{13}$	$10^{12}$	$10^{21}$
The symbols D, I, R and M relative to the test conditions are explained in Table 4.										

## valutazione stabilita' alla radiazione

Dal "Prospetto Tab 1" della Norma UNI EN 207 si rivela che:

Per le condizioni operative  $t = 5 \times 10^{-4}$ , NEL RANGE  $315\text{nm} < \lambda \leq 1400\text{nm}$

LB5  $\Rightarrow 5 \times 10^2 (\text{J/m}^2) \Rightarrow < H_F = 151 \times 10^3 (\text{J/m}^2)$

LB5 non garantisce adeguata protezione

LB6  $\Rightarrow 5 \times 10^3 (\text{J/m}^2) \Rightarrow < H_F = 151 \times 10^3 (\text{J/m}^2)$

LB6 non garantisce adeguata protezione

LB7  $\Rightarrow 5 \times 10^4 (\text{J/m}^2) \Rightarrow < H_F = 151 \times 10^3 (\text{J/m}^2)$

LB7 non garantisce adeguata protezione

LB8  $\Rightarrow 5 \times 10^5 (\text{J/m}^2) \Rightarrow > H_F = 151 \times 10^3 (\text{J/m}^2)$

**LB8 garantisce adeguata protezione**

**SIGLA DI IDENTIFICAZIONE: 1064 IR LB8**