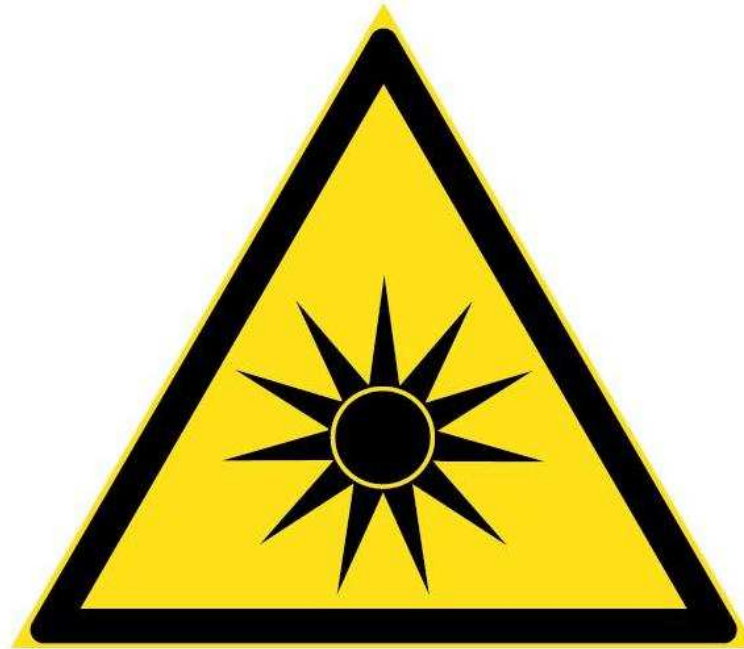


Belluno, 21 giugno 2012

**RADIAZIONI OTTICHE
ARTIFICIALI: aspetti
prevenzionistici**

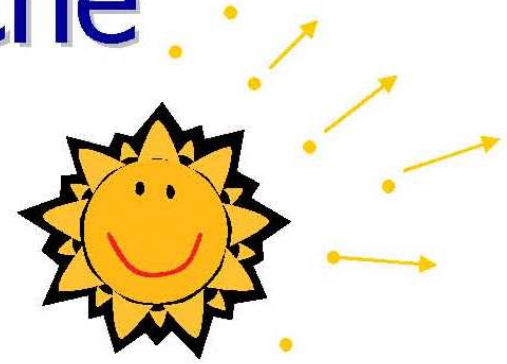


Aspetti fisici: caratteristiche generali delle radiazioni ottiche artificiali e tipiche sorgenti occupazionali



Radiazioni Ottiche

- Naturali



Artificiali

Coerenti (LASER)



Incoerenti



Onde elettromagnetiche



ONDE RADIO

trasmissioni radio-televisive



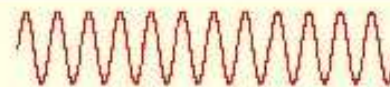
MICROONDE

radar, telefono, forni



IR - VISIBILE - UV

calore, luce, reazioni chimiche



RAGGI X – RAGGI GAMMA

radiografie

Definizione

Radiazioni ottiche: tutte le radiazioni elettromagnetiche nella gamma di lunghezza d'onda compresa tra **100 nm e 1 mm**. Lo spettro delle radiazioni ottiche si suddivide in:

- **radiazioni ultraviolette (100 - 400 nm)**
UVC (100-280 nm), UVB (280-315 nm) e UVA (315-400 nm) **visibili**

- **radiazioni (380 - 780 nm)**

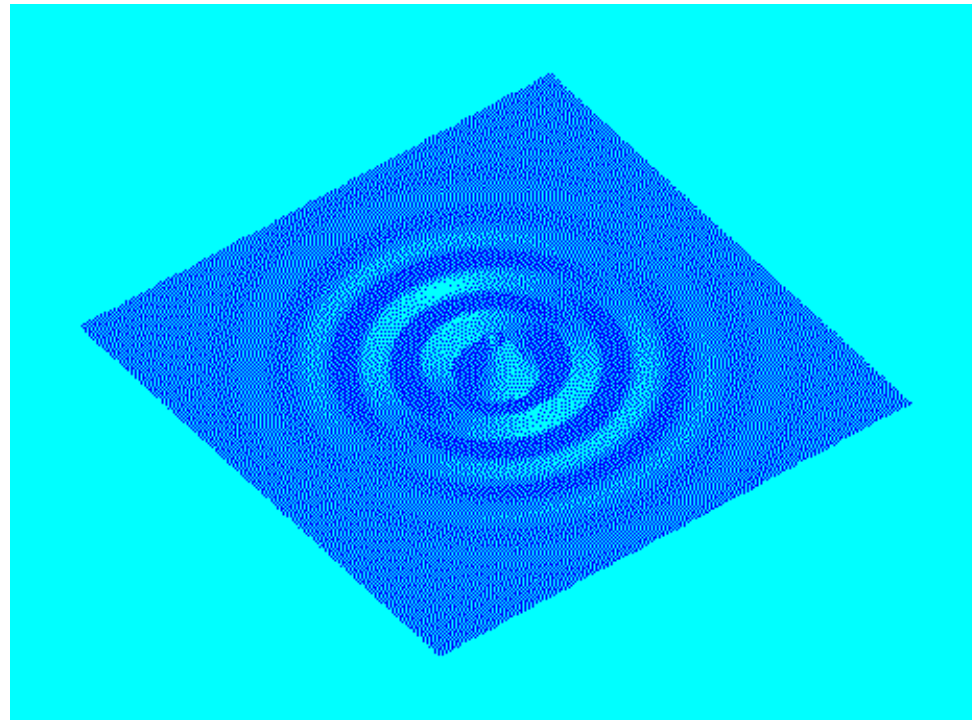
- **radiazioni infrarosse (780 nm - 1 mm)**

IRA (780-1400 nm), IRB (1400-3000 nm) e IRC (3000 nm-1 mm)

(un nanometro è pari ad un miliardesimo di metro)

Concetto di onda

Un'onda è una perturbazione che propaga nello spazio, trasferendo energia (moto) da un punto all'altro, senza trasferire materia



Caratteristiche delle onde

Lunghezza d'onda (λ): distanza tra due massimi consecutivi

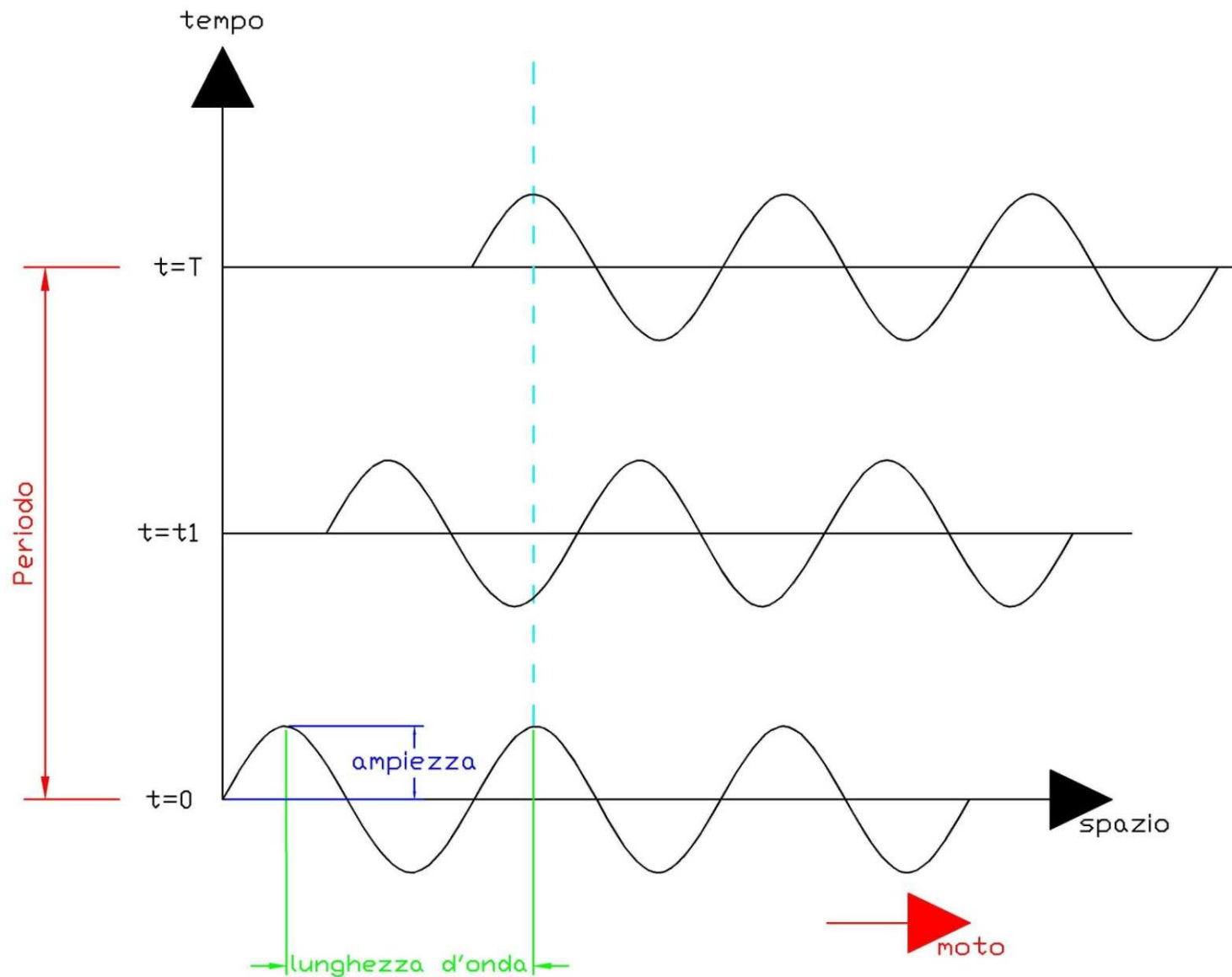
Ampiezza (A): massimo spostamento di punto dell'onda rispetto alla posizione di riposo

Periodo (T): tempo necessario per completare un ciclo completo di oscillazione

Frequenza (f): numero di periodi per unità di tempo (al secondo), $f = 1 / T$

Velocità (c): un'onda percorre in un periodo T una distanza pari alla lunghezza d'onda λ con velocità (nel vuoto) pari a $c = \lambda / T = \lambda f$

Caratteristiche delle onde

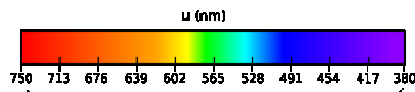


Spettro elettromagnetico

SPETTRO ELETTROMAGNETICO

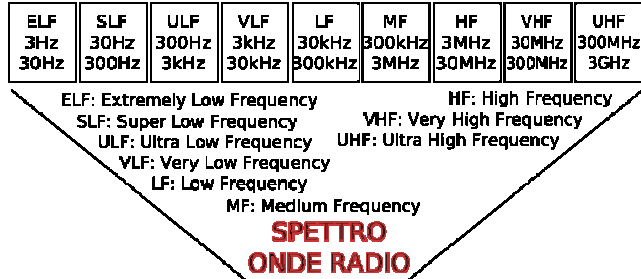
Frequenze radio (Italia)
 FM: 87,5MHz - 108 MHz
 AM: 500KHz - 1,5 MHz
 Radiomatori:
 144MHz - 146MHz
 Trasmissioni forze armate:
 30MHz-300MHz

Violetto 380-450nm
 Blu 450-495nm
 Verde 495-570nm
 Giallo 570-590nm
 Arancione 590-620nm
 Rosso 620-750nm



Wi-Fi (2,4GHz / 5GHz)
 802.11a: ~ 5,2 / 5,8 GHz
 802.11b/g: 2412MHz - 2484MHz
 802.11n: ~ 2,4 / 5GHz

Canali 802.11 b/g	Velocità di trasferimento
1 2412 MHz	Std (Mbit/s)
2 2417 MHz	
3 2422 MHz	a 6, 9, 12, 18,
4 2427 MHz	24, 36, 48, 54
5 2432 MHz	b 1, 2, 5, 5, 11
6 2437 MHz	
7 2442 MHz	b+ 1, 2, 5, 5, 11,
8 2447 MHz	22, 33, 44
9 2452 MHz	g 6, 9, 12, 18,
10 2457 MHz	24, 36, 48, 54
11 2462 MHz	1, 2, 5, 5, 11;
12 2467 MHz	6, 9, 12, 18,
13 2472 MHz	24, 36, 48,
14 2484 MHz	54, 125



TELEFONI MOBILI GSM: 800-1900MHz

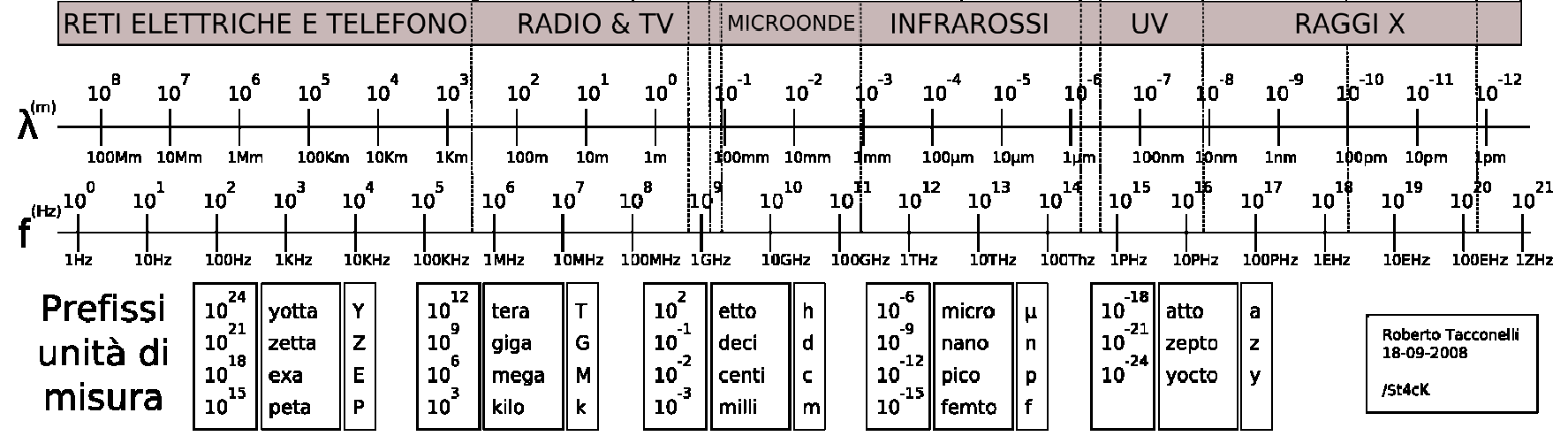
Banda	Uplink (MHz)	Downlink (MHz)
GSM 900	890 - 915	930 - 960
GSM 1800	1710 - 1785	1805 - 1880
UMTS 1900	1920 - 1980	2170 - 2200

UMTS/HSDPA:
 Downlink: 2110-2200MHz
 Uplink 1885-2025MHz

IR vicino (NIR):
 700/750nm - 5µm
 IR medio:
 75µm - 25/40µm
 IR lontano (FIR):
 25/40µm - 200/350µm

UV-A:
 400-315nm
 UV-B:
 315-280nm
 UV-C:
 280-10nm

RAGGI X MOLLI
 λ > 0.1nm
 RAGGI X DURI
 λ < 0.1nm
 RAGGI GAMMA



Roberto Tacconelli
 18-09-2008
 /st4ck

Dualità onda-corpuscolo

Il meccanismo di interazione delle radiazioni ottiche (e delle radiazioni ancora più energetiche) con la materia non può essere compreso senza considerare la loro duplice natura:

ONDULATORIA E CORPUSCOLARE

(Alle frequenze più basse prevale la natura ondulatoria, così che l'interazione con la materia delle onde elettromagnetiche generate da un'antenna per le telecomunicazioni è compiutamente compreso considerando la sola natura ondulatoria).

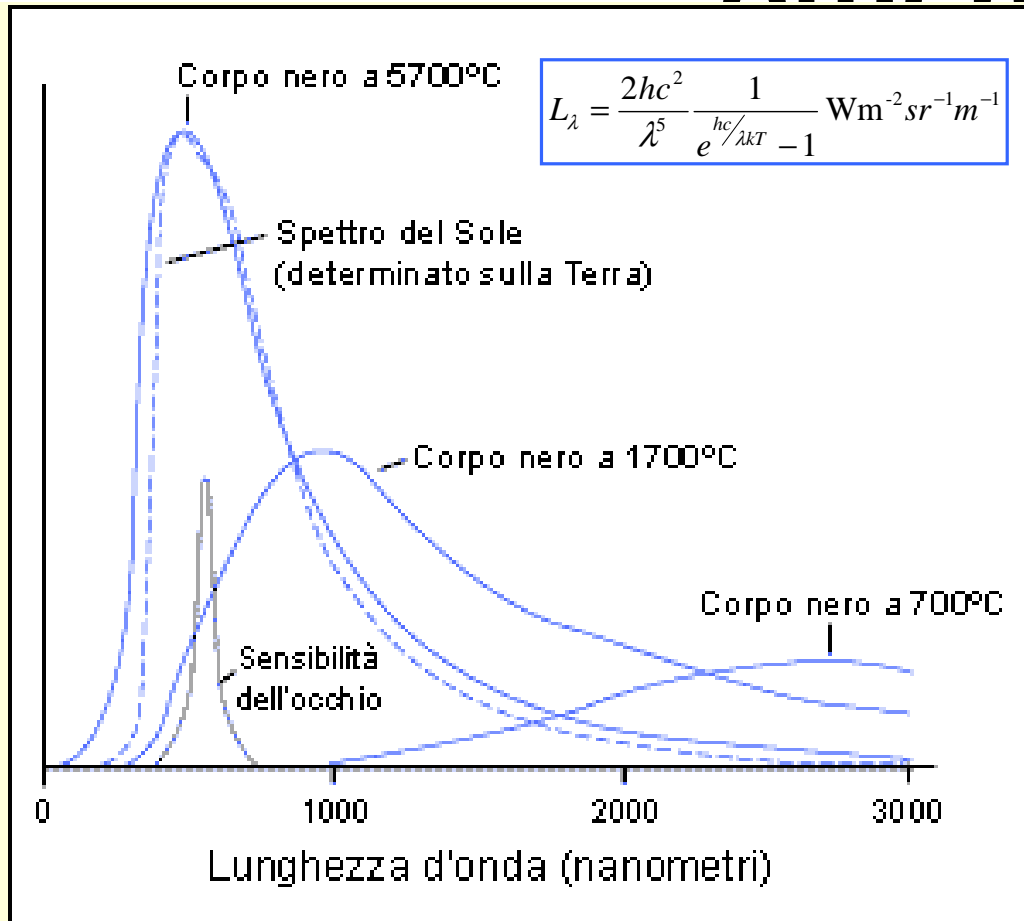
L'emissione di radiazioni ottiche

L'emissione di radiazione da un corpo si distribuisce sullo spettro elettromagnetico in modo **continuo** nel caso di **corpi solidi** e in modo **discreto** (a righe o a bande) nel caso di **sostanze gassose**.

Nel primo caso l'emissione dipende dalla temperatura del corpo, nel secondo dalla composizione chimica del gas.

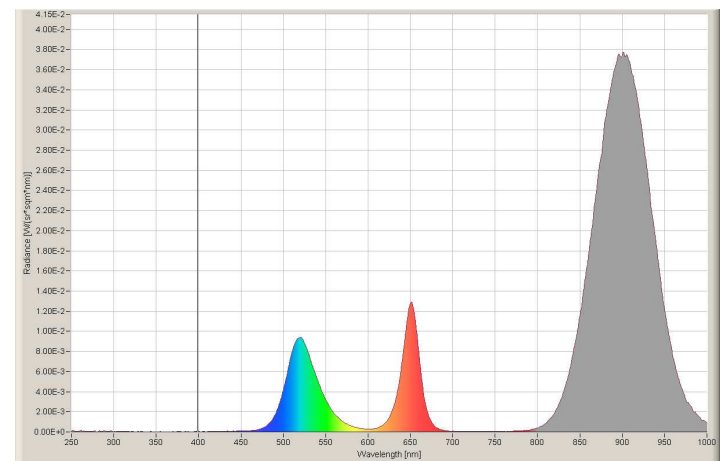
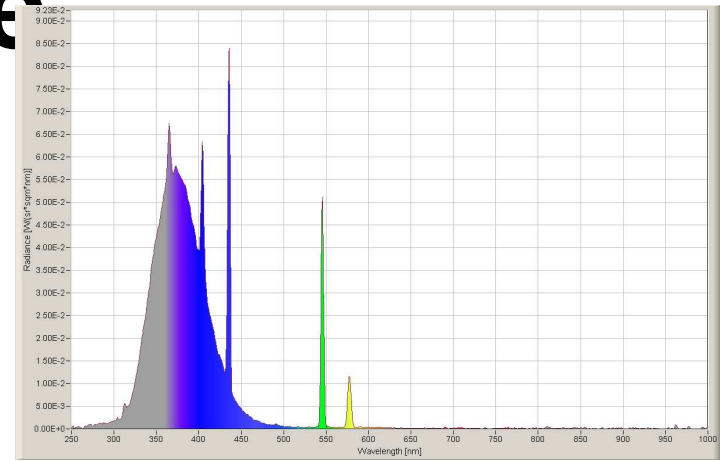
L'emissione di radiazioni

ottiche



$$L_{\lambda} = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{hc/\lambda kT} - 1} \text{ Wm}^{-2} \text{ sr}^{-1} \text{ m}^{-1}$$

spettri continui



spettri a righe e a bande

Grandezze fisiche e unità di misura

Le radiazioni ottiche sono misurate con due diverse scale di valutazione:

- scala fotometrica;

- scala radiometrica.

La prima tiene conto della risposta biologica dell'occhio e adotta grandezze psicofisiche, ovvero unità di misura pesate mediante curve dose/risposta ottenute sperimentalmente.

La seconda serve a descrivere e quantificare l'emissione della sorgente e le grandezze che adotta non tengono conto della risposta fisiologica dei recettori oculari.

Grandezze fotometriche e radiometriche fondamentali

grandezze fotometriche		grandezze radiometriche	
Illuminamento o	lx (lux)	Irradianza E	W/m ²
Luminanza	cd (candele)	Radianza L	W/(sr m ²)

Sorgenti di radiazione UV

Il Sole è la principale fonte naturale di raggi ultravioletti.

Questi sono assorbiti dall'atmosfera: totalmente gli UVC e in modo parziale gli UVA.

Tra le sorgenti artificiali si hanno essenzialmente **lampade** e, in misura minore, macchine (ad es. gli **archi elettrici** generati nella saldatura, la fiamma del taglio al plasma).

Applicazioni ed emissioni involontarie delle radiazioni

- azione germicida UV
- fluorescenza (laboratori biologici, controlli non distruttivi, intrattenimento, rilevazione delle contraffazioni)
- fotolitografia (microelettronica)
- abbronzatura artificiale
- fototerapia UVB (psoriasi ad es.)
- dispositivi UV medici o estetici
- foto-polimerizzazione resine, gomma, adesivi, inchiostri
- trappole per insetti
- arco elettrico di saldatura, taglio al plasma

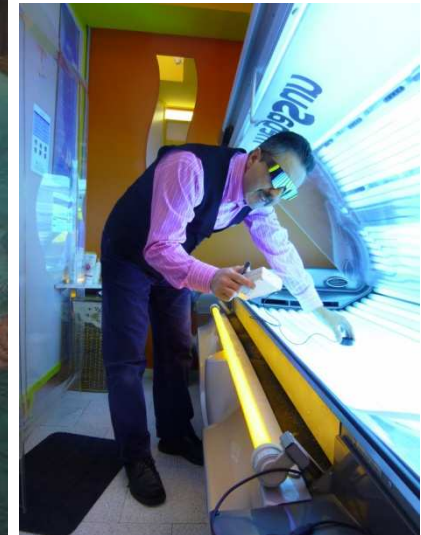
Applicazioni ed emissioni involontarie delle radiazioni



LAMPADA UV
PER UNGHIE 36W



giordanoshop



Sorgenti di luce blu

Il Sole è fonte anche di luce blu, ma l'occhio risulta ben protetto dai rilievi osteocutanei orbitali, dalle ciglia, dalle palpebre e dagli zigomi (radiazione riflessa).

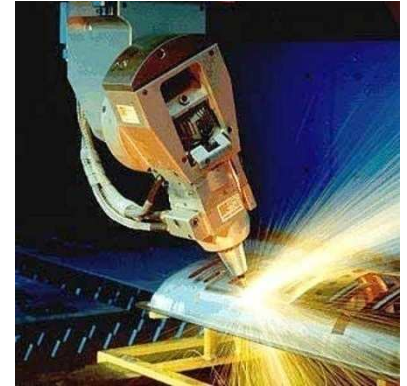
Tra le sorgenti artificiali si hanno essenzialmente **lampade** e, in misura minore, macchine (ad es. gli **archi elettrici** generati nella saldatura la fiamma del taglio al plasma).

Applicazioni ed emissioni

involontarie di luce visibile

- tutte quelle già citate per gli UV
- dispositivi medici o estetici
- saldatura/taglio al cannello ossiacetilenico, ossipropanico
- illuminamento set fotografici, cinematografici, palcoscenici
- lampade scialitiche
- taglio laser (per radiazione incoerente diffusa)
- illuminazione ambientale, industriale e commerciale
- dispositivi luminosi per fotografia e simili; lampade attiniche
- lampade stroboscopiche per misura/registrazione airi ecc.

Applicazioni ed emissioni involontarie di luce visibile



Sorgenti di radiazione IR

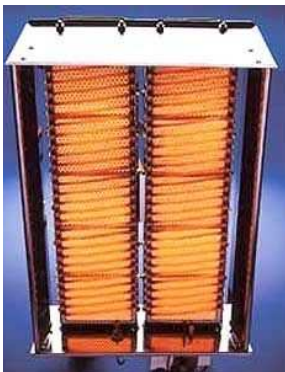
Il Sole è fonte anche di radiazione infrarossa, ma l'occhio risulta ben protetto dai rilievi osteocutanei orbitali, dalle ciglia, dalle palpebre e dagli zigomi (radiazione riflessa).

Tra le sorgenti artificiali si hanno **lampade, macchine** dedicate al **riscaldamento** di ambienti e materiali, **corpi incandescenti**.

Applicazioni ed emissioni involontarie di radiazione IR

- taglio al plasma
- saldatura ad arco
- dispositivi medici o estetici
- saldatura/taglio al cannello ossiacetilenico ossipropanico
- lavorazione materiali incandescenti o fusi
- dispositivi / lampade a IR tecniche (industria)
- riscaldatori radiativi (ambienti di lavoro, pubblici esercizi)
- lavorazioni alla fiamma (catramatura, vetreria artigianale, impermeabilizzazioni, fiammatura pietre ornamentali)
- essiccatori , riscaldatori

Applicazioni ed emissioni involontarie di radiazione IR



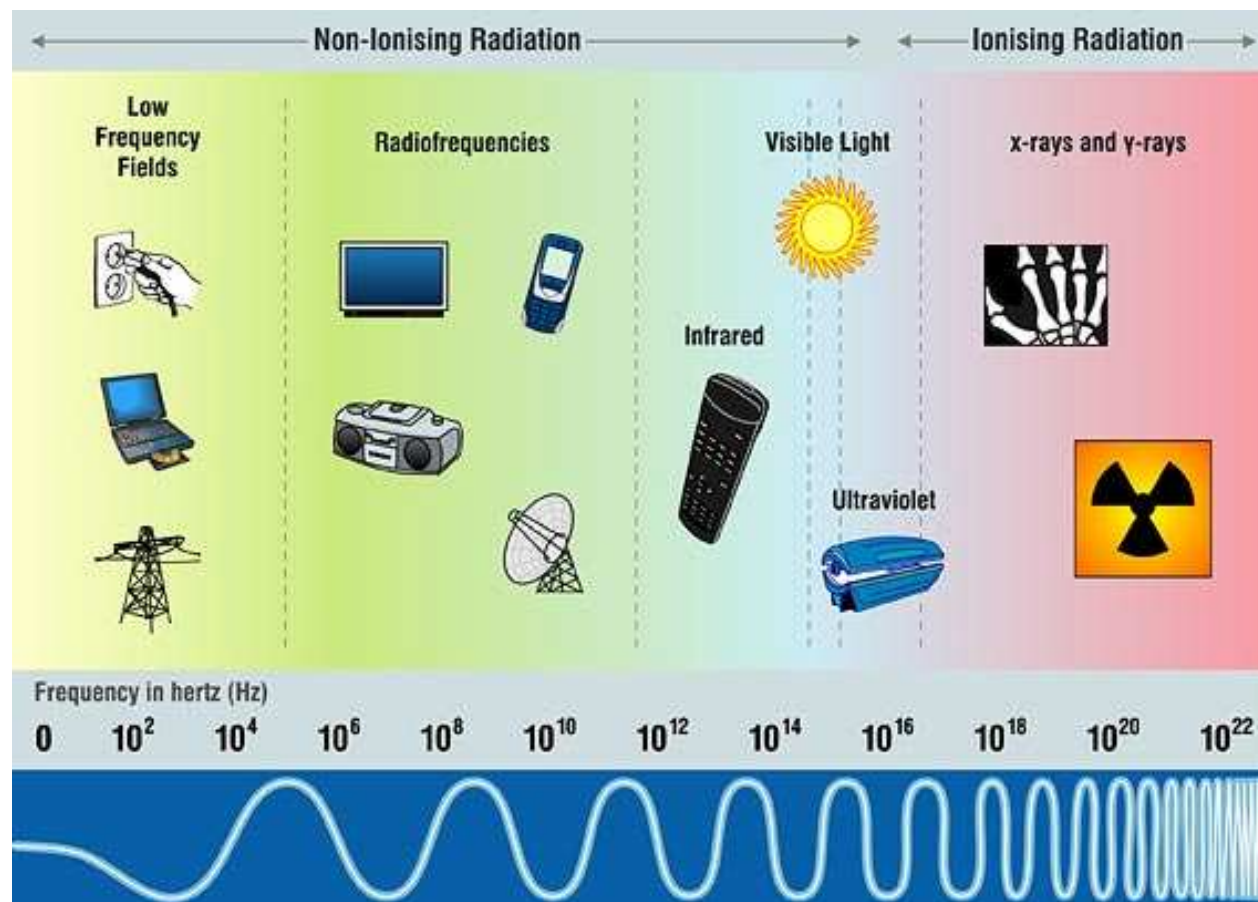
Applicazioni laser

- **taglio laser classe 4**
- **saldatura laser classe 4**
- **marcatori/incisori laser classe 4 e 3**
- **manutenzione dispositivi laser o contenenti laser di qualsiasi classe**
- **laser per trattamenti superficiali classe 4**
- **laser classe 4 per uso medico o estetico**
- **dispositivi laser di classe non dichiarata o non corrispondente**
- **altri dispositivi laser classe 4**
- **laser classe 3 per uso medico o estetico**
- **lettori di codice a barre laser classe 3**
- **led: diodi laser**
- **laser scanner 3d classe 3**
- **laser per trattamenti superficiali classe 3**
- **fotolitografia laser (duv e euv)**
- **dispositivi di puntamento laser classe 3**
- **altri dispositivi laser classe 3**


Applicazioni laser



Esempi di classificazione sorgenti e relative classi di rischio



Sorgente	Lampade per fotoindurimento di polimeri, fotoincisione, "curing"
Possibilità di sovraesposizione	Media
Note	Le sorgenti UV sono usualmente posizionate all'interno di apparecchiature, ma l'eventuale radiazione che può uscire attraverso aperture o fessure è in grado di superare i limiti in poche decine di secondi
	

Sorgente	"Luce Nera" usata nei dispositivi di test e controllo non distruttivi (eccetto lampade classificate nel gruppo "Esente" secondo CEI EN 62471:2009)
Possibilità di sovraesposizione	Media - Bassa
Note	Il rischio è riconducibile all'emissione di UVA associata alla radiazione visibile. Lampade UVA sono utilizzate in dispositivi quali quelli dedicati al controllo e all'ispezione dei materiali o per il controllo delle banconote; analoghe sorgenti sono usate nei locali per intrattenimento quali discoteche, pub e nei concerti.
	

Sorgente	Lampade/sistemi LED per fototerapia
Possibilità di sovraesposizione	Elevata
Note	La radiazione UV utilizzata per le terapie in dermatologia e la "luce blu" utilizzata per la fototerapia dell'ittero neonatale supera, nel caso del paziente, i limiti di esposizione.
	

Sorgente	Lampade ad alogenuri metallici
Possibilità di sovraesposizione	Bassa / Elevata se visione diretta
Note	Sono utilizzate nei teatri, in ambienti vasti (es.: supermercati) e aperti per l'illuminazione esterna e possono superare sia i limiti per gli UV che per la radiazione visibile e in particolare per la "luce blu" per visione diretta della sorgente



Sorgente	Fari di veicoli
Possibilità di sovraesposizione	Bassa / Elevata se visione diretta
Note	Possibile sovraesposizione da luce blu per visione diretta protratta per più di 5-10 minuti: potenzialmente esposti i lavoratori delle officine di riparazione auto
	

<p>Sorgente</p>	<p>Lampade scialitiche da sala operatoria</p>
<p>Possibilità di sovraesposizione</p>	<p>Bassa /Elevata se visione diretta</p>
<p>Note</p>	<p>Per talune lampade i valori limite di esposizione per luce blu possono essere superati in 30 minuti in condizioni di visione diretta della sorgente</p>
<p>foto</p> 	


Sorgente	Lampade abbronzanti
Possibilità di sovraesposizione	Media – Elevata
Note	Le sorgenti utilizzate in ambito estetico per l'abbronzatura possono emettere sia UVA che UVB, i cui contributi relativi variano a seconda della loro tipologia. Queste sorgenti superano i limiti per i lavoratori per esposizioni dell'ordine dei minuti.
foto 	

Sorgente	Lampade per usi particolari eccetto lampade classificate nel gruppo "Esente"
Possibilità di sovra- esposizione	Media – Elevata
Note	Lampade fluorescenti non per illuminazione generale quali quelle utilizzate in acquari e terrari. Queste lampade presentano elevate irradianze UVB che possono portare a sovraesposizioni in pochi minuti, soprattutto a distanze ravvicinate.
foto 	

Sorgente	Lampade per uso generale e lampade speciali classificate nei gruppi 1,2,3 ai sensi della norma CEI EN 62471:2009
Possibilità di sovraesposizione	Bassa-Media-Elevata in relazione alla classificazione
Note	Inclusi sistemi LED
foto  <p>The image shows three different LED light bulb models. On the left is a large, clear, funnel-shaped bulb labeled 'SPOTLIGHT'. In the middle is a smaller, clear, dome-shaped bulb labeled 'VIVID'. On the right is another smaller, clear, dome-shaped bulb labeled 'VIVID PLUS'. All three bulbs have a standard E27 screw base.</p>	

<p>Sorgente</p>	<p>Apparecchiature con sorgenti IPL per uso medico o estetico</p>
<p>Possibilità di sovraesposizione</p>	<p>Elevata - Molto elevata</p>
<p>Note</p>	<p>Emissioni di radiazioni ottiche potenzialmente molto superiori ai valori limite anche per pochi secondi</p>
<p>foto</p> 	

Sorgente	Riscaldatori radiativi a lampade
Possibilità di sovraesposizione	Medio-basso
Note	Emissioni di radiazioni infrarosse potenzialmente superiori ai valori limite
foto 	

<p>Sorgente</p>	<p>Corpi incandescenti quali metallo o vetro fuso ad esempio nei crogiuoli dei forni di fusione con corpo incandescente a vista e loro lavorazione</p>
<p>Possibilità di sovraesposizione</p>	<p>Elevata–Molto elevata</p>
<p>Note</p> <p>foto</p> 	<p>Nel corso della colata e in prossimità dei crogiuoli le esposizioni a IRB-IRC possono superare i valor limite per tempi di esposizione dell'ordine di pochi secondi.</p>

RADIAZIONI OTTICHE: riconoscere e valutare il rischio

**Aspetti normativi: analisi
del Capo V del Titolo VIII
(Testo Unico)**

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81

Titolo VIII “Agenti Fisici”

Capo V ***“Protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione a radiazioni ottiche artificiali”***

Capo I: “Disposizioni generali”;

Capo II: Rumore;

Capo III: Vibrazioni

Capo IV: Campi Elettromagnetici

Capo VI: “Sanzioni”

Chi: enti ed aziende coinvolte

Sulla scorta degli articoli

- **17, c. 1:** il datore di lavoro deve compiere una valutazione di **tutti i rischi**
- **28, c. 1:** la valutazione dei rischi deve riguardare **tutti i rischi** per la sicurezza e la salute dei lavoratori
- **art. 181, c. 1:** il datore di lavoro valuta **tutti i rischi derivanti da esposizione ad agenti fisici** in modo da identificare e adottare le opportune misure di prevenzione e protezione
- **216, c. 1:** il datore di lavoro valuta e, quando necessario, misura e/o calcola i livelli delle **radiazioni ottiche** a cui possono essere esposti i lavoratori

emerge che l'obbligo della valutazione del rischio **RADIAZIONI OTTICHE** sussiste per qualsiasi ente/azienda

Come

- Il DDL incarica del personale qualificato (art. 181, c. 2) di redigere una relazione tecnica che esamini ogni aspetto utile a qualificare e quantificare il rischio per tutti gli addetti, nonché a individuare le opportune misure di prevenzione e protezione (programma di azione)
- il DDL pianifica ed attua le misure di cui al programma di azione
- il DDL verifica l'efficacia del programma di azione

Quando

I tempi sono definiti all'**art. 181, c. 2:**

- **1 volta ogni 4 anni** (in ogni caso)
- ogni qual volta si verificano **mutamenti** che potrebbero rendere la VDR esistente obsoleta (inserimento in azienda di nuove macchine, nuove lavorazioni, ...)
- quando i risultati della **sorveglianza sanitaria** rendano necessaria la sua revisione, ovvero se la relazione sanitaria annuale, art. 25, c.1, lett. i), evidenzia un peggioramento delle condizioni di salute degli addetti

Responsabilità specifiche (tutti gli agenti fisici)

- Art. 181, c.1: il DDL valuta tutti i rischi derivanti da esposizione ad agenti fisici *in modo da identificare e adottare le opportune misure di prevenzione e protezione*
 - **Art. 181, c. 2:**
 - la VdR relativa agli agenti fisici è programmata ed effettuata, con *cadenza almeno quadriennale* ed è aggiornata ogni qual volta si verificano mutamenti che potrebbero renderla obsoleta;
 - la VdR relativa agli AF *è effettuata da personale qualificato in possesso di specifiche conoscenze in materia*
- Sanzioni: DDL: arresto da 3 a 6 mesi o ammenda da € 2.500 a € 6.400**
- Art. 183, c.3: la valutazione dei rischi può includere una *giustificazione* del datore di lavoro secondo cui la natura e l'entità dei rischi non rendono necessaria una valutazione dei rischi più dettagliata

Personale qualificato

Il Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni, all'interno delle proprie linee guida (p.to 5.05), riferisce che la dicitura "personale qualificato" definisce correntemente un operatore che abbia sostenuto un corso di qualificazione conclusosi con una valutazione positiva e documentabile dell'apprendimento, ma che, in assenza di qualsiasi riferimento su durata e contenuti del corso, sui soggetti autorizzati alla valutazione e all'espressione della certificazione finale, ***il personale qualificato è da giudicare essenzialmente sulla base del curriculum*** (specifico nel settore), della partecipazione a corsi tecnico-pratici sulla materia, del rispetto delle norme di buona tecnica e di buona prassi (apparecchiature adeguate, modalità tecniche appropriate) e del prodotto finale del proprio lavoro

Personale qualificato

Indicazioni sui requisiti di questa figura professionale sono contenute nel documento

***“Profili professionali
degli Esperti per la valutazione delle
radiazioni ottiche***

non coerenti-ERO e coerenti-ASL/TSL “

elaborato dalla Consulta Interassociativa Italiana per la Prevenzione (CIIP), insieme all’analogo documento sui requisiti dell’esperto sui campi elettromagnetici

Art. 181, comma 3

La valutazione dei rischi può includere una giustificazione del datore di lavoro secondo cui la natura e l'entità dei rischi non rendono necessaria una valutazione più dettagliata

Art. 181, comma 3

- **UNI EN 12198-1:2009 “Sicurezza del macchinario - Valutazione e riduzione dei rischi generati dalle radiazioni emesse dal macchinario - Parte 1: Principi generali”**

Le apparecchiature di *classe 0* sono giustificabili

Art. 181, comma 3

- **CEI EN 62471:2010 “Sicurezza fotobiologica delle lampade e dei sistemi di lampada”**

Contiene lo schema di classificazione per la valutazione e il controllo dei rischi fotobiologici derivanti da tutte le sorgenti di radiazione ottica ad ampio spettro incoerente, compresi i LED, nel campo di lunghezze d'onda compreso tra 200 e 3000 nm

Le apparecchiature di *classe esente* sono

Responsabilità specifiche (tutti gli agenti fisici)

- Art. 182, c.1: i rischi derivanti dall'esposizione agli agenti fisici sono **eliminati alla fonte o ridotti al minimo**.
- **Art. 182, c. 2**: il DDL adotta misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto dei valori limite di esposizione (se sono superati)

Sanzioni: DDL + dirigente: arresto da 3 a 6 mesi o ammenda da € 2.000 a € 4.000

- Art. 183, c.1: il ddl adatta le misure di cui all'articolo 182 alle esigenze dei lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio
- **Art. 184, c. 1**: il ddl provvede affinché i lavoratori esposti a rischi derivanti da agenti fisici e i loro rappresentanti vengano informati e formati in relazione al risultato della valutazione dei rischi

Sanzioni: ddl + dirigente: arresto da 2 a 4 mesi o ammenda da € 750 a € 4.000

medico competente: arresto fino a 3 mesi o ammenda da € 400 a euro

Responsabilità specifiche (tutti gli agenti fisici)

- **Art. 185, c. 1 e 2:** sorveglianza sanitaria

Sanzioni DDL + dirigente: arresto da 3 a 6 mesi o ammenda da € 2.000 a € 4.000

Medico competente: arresto fino a 3 mesi o ammenda da € 400 a € 1.600

- **Art. 186, c.1:** il medico competente riporta i dati della sorveglianza sanitaria nella *cartella sanitaria e di rischio*, ivi compresi i valori di esposizione individuali comunicati dal DDL per il tramite del SPP

Sanzioni medico competente: arresto fino a 3 mesi o ammenda da € 400 a € 1.600

Articolo 213 - Campo di applicazione

... prescrizioni minime di protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza che possono derivare dall'esposizione alle radiazioni ottiche artificiali durante il lavoro con particolare riguardo ai rischi dovuti agli effetti nocivi sugli occhi e sulla cute