

ILLUMINOTECNICA

FOTOMETRIA: scienza che studia emissione e assorbimento di energia raggiante sulla base delle sensazioni visive umane. L'occhio è influenzato dalla potenza del fascio di radiazioni incidenti.

LA VISIONE

La visione è strettamente legata alla lunghezza d'onda λ della radiazione luminosa incidente.

CAMPO DEL VISIBILE: energia trasmessa nell'intervallo $380 \text{ nm} < \lambda < 780 \text{ nm}$ chiamato **ENERGIA VISIBILE**.

Nel campo intermedio si individua tutta la gamma di lunghezze d'onda corrispondente alla percezione dei colori elementari. La combinazione di essi (miscela), con differenti luminanze, dà vita a tutti i colori possibili.

L'occhio percepisce meglio la gamma di colori intermedi.

Per determinare le differenti sensazioni che due grandezze di ugual energia ma frequenza diversa producono sull'occhio, si è adottato un **OCCHIO MEDIO INTERNAZIONALE**, istituito su base statistica.

Si è giunti ad una funzione che rappresenta la sensibilità dell'occhio a radiazioni di differenti ma ad ugual energia:

$K(\lambda)$ = FATTORE DI VISIBILITA': quantificazione numerica della sensibilità visiva dell'occhio umano medio.

Def. in modo da rispettare:

$$K(\lambda_1)P(\lambda_1) = K(\lambda_2)P(\lambda_2)$$

con $P(\lambda_1)$ e $P(\lambda_2)$ regolata per ottenere sensazioni equivalenti.

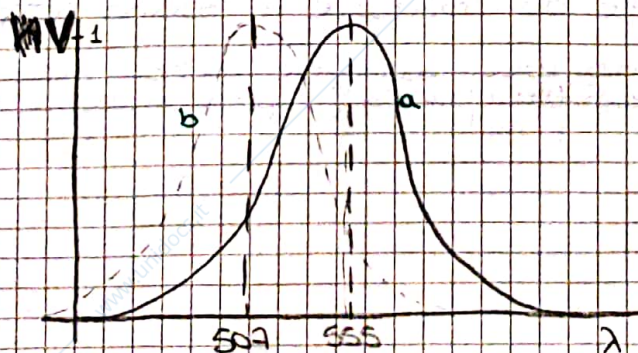
$K(\lambda)$ def. a meno di una costante, fissata a partire dalla u.m. dell'intensità luminosa.

Inoltre:

$$K(\lambda) = K_{\max} \Rightarrow \text{per } \lambda = 555 \text{ nm (giallo-verdastro)}$$

$$K_{\max} = 683 \frac{\text{lumen}}{\text{Watt}} \rightarrow \text{u.m. flusso luminoso}$$

$$V(\lambda) = \frac{K(\lambda)}{K_{\max}} \rightarrow \begin{cases} \text{coeff. di visibilità} \\ \text{coeff. spettrale di visibilità} \end{cases}$$



b: curva ad intensità ridotta (visione scotopica), $\lambda_{\max} = 507 \text{ nm}$ (azzurro-verdastro)

effetto Purkinje

guide ottiche di sicurezza

GRANDEZZE FOTOMETRICHE

Valutazione oggettiva della sensazione di luminosità.

Flusso luminoso: $[lm] = \text{LUMEN}$

Caratteristica della sorgente

Misura l'intensità della sensazione luminosa legata alla potenza dello stimolo.

RADIAZIONI MONOCROMATICHE:

$$\Phi_{\text{visibile}} = K(\lambda) P(\lambda)$$

RADIAZIONI POLICROMATICHE:

si accumulete la sommabilità dei flussi monocromatici parziali

$$\Phi_v = \int_{380\text{nm}}^{780\text{nm}} \frac{dP(\lambda)}{d\lambda} K(\lambda) d\lambda$$

con $\frac{dP(\lambda)}{d\lambda}$ = potenza energetica emessa per lunghezza d'onda

Avendo $K_{\text{max}} = 683 \frac{\text{lm}}{\text{W}}$ e $V(\lambda) = \frac{K(\lambda)}{K_{\text{max}}}$

$$\Rightarrow \Phi_v = K_{\text{max}} \int_{380\text{nm}}^{780\text{nm}} \frac{dP(\lambda)}{d\lambda} V(\lambda) d\lambda = 683 \int_{380\text{nm}}^{780\text{nm}} \frac{dP(\lambda)}{d\lambda} V(\lambda) d\lambda$$

INTENSITA' LUMINOSA $[cd] = \text{CANDELA}$

Caratteristica della sorgente

Flusso luminoso emesso da una sorgente infinitesima puntiforme nell'angolo solido elementare attorno ad una direzione r :

$$I_r = \frac{d\Phi}{d\omega} \Rightarrow \text{intensità} \quad \text{con } I_{cd} = K_{\text{max}} \frac{1}{683} \frac{\text{W}}{\text{sr}}$$

Intensità media sferica

Intensità luminosa costante in ogni direzione di una sorgente che emette in tutto lo spazio un flusso luminoso equivalente a quello della sorgente data.

tutto lo spazio corrisponde all'angolo solido 4π

$$\Rightarrow I_0 = \frac{d\Phi}{4\pi}$$

La conoscenza di I_0 permette di costruire il SOLIDO FOTOMETRICO

"figura geometrica delimitata da una superficie chiusa, luogo dei punti estremi di segmenti aventi lunghezza proporzionale all' I_r e centro nella sorgente."

L'illuminamento (E)

[lx] = LUX

Effetto sorgente su una superficie

"Rapporto tra flusso luminoso incidente sulla sup elementare nell'intorno del punto considerato e la superficie elementare stessa":

E = dφ / dA

La luminanza

[nit] = [cd / m²]

In un punto su una sup in una certa direzione

"Rapporto tra I emessa in quella direzione e la superficie emittente proiettata su un piano perpendicolare alla direzione":

L = dI / dA cos α = dI / dA cos α = d(dφ / dω) / dA cos α = dφ² / dω dA cos α = dE / dω cos α

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

APPARECCHI ILLUMINANTI

Proteggono la lampada e diffondono il flusso

PROPRIETA' OTICHE

- 1. RIFLESSIONE SPECULARE = Materiali ^(metalli lucidati) privi di irregolarità anche a livello microsc. Angolo tra raggio incidente e normale alla sup = Angolo r riflesso e normale.

$$r = \frac{P_r}{P_i} \rightarrow \text{può essere influenzato da polvere o film di ossidazione}$$

- 2. RIFLESSIONE DIFFUSA = Segue la legge di Lambert (coseno). $I_x = I_0 \cos \alpha$

- 3. RIFLESSIONE SEMIDIFFUSA = sup metalliche non ben levigate

- 4. RIFRAZIONE: i raggi nel passare tra 2 mezzi deviano la loro direzione

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = n_{1,2} = \frac{n_1}{n_2} \rightarrow \text{indice di rifrazione}$$

- 5. TRASPARENZA SEMPLICE = vetro o acrilico, $t = 0,8/0,9$ fino a $\alpha = 20^\circ$

$$t = \frac{P_t}{P_i}$$

Passaggio radiazione senza alterare la direz

- 6. TRASPARENZA DIFFUSA = Sup opalescenti \rightarrow raggio riflesso + trasparenza diffusa. Attenuano la luminosità.

SISTEMI OTICI

$$\eta = \frac{\Phi_{app}}{\Phi_{lamp}}$$

- a. RIFLETTORI 70-80% \rightarrow mascherano la sorgente, evitano nel caso

RIFRATTORI 60-70% \rightarrow ampliano il fascio

DIFFUSORI 60-75% \rightarrow trasmettono luce diffusa

SCHEMI \rightarrow antiabbaglianti o recupero flusso

FILTRI \rightarrow filtro UV o cambio colore

LENTI \rightarrow modifica solido fotometrico

~~Angolo~~ Apertura fascio luminoso $< 20^\circ$ $20^\circ - 40^\circ$ $> 40^\circ$
 \downarrow stretto \downarrow medio \downarrow largo
 angolo entro il quale si concentra il 50% di I_{max} del fascio

SORGENTI LUMINOSE ARTIFICIALI

Composizione:

- Lampada = converte l'energia elettrica in flusso luminoso
- Apparecchio illuminante = distribuisce il flusso e protegge la lampada

CLASSIFICAZIONE:

- Lampade a incandescenza = il filamento metallico è portato a 2000/3000°C per effetto Joule. Emettono dunque per temperatura. Trasformazione di energia elettrica in calore
- Lampade a scarica di gas = l'emissione è prodotta dall'eccitazione degli atomi di uno o più gas presenti nel tubo. Può essere ad alta o bassa pressione a seconda della p nel tubo. Emettono per luminescenza. Trasformazione diretta da energia elettrica in luminosa

PARAMETRI:

- Flusso luminoso: qta luce erogata per u.d.t. Se non si usa l'apparecchio illuminante si specificate la sua distribuzione [lm]
- Efficienza specifica: misura la resa energetica, ossia il costo di trasf. della potenza elettrica in luminosa. [lm/W]
- Forma e dimensioni
- Tempo di accensione e riaccensione: importante nelle lampade a scarica di gas.
- Temperatura di colore e resa cromatica
- Durata di vita: media (50%), economica.

Lampade a incandescenza:

Sono le più antiche e diffuse.
Compromesso economico, vita media, efficienza specifica e indici di resa cromatica.
Inizialmente costituite da un filamento di cotone carbonizzato portato a incandescenza in un'ampolla di vetro in cui era stato realizzato il vuoto.

Ora:

Tungsteno → Fusione a 3770 K
Alta emissione nel campo visibile
Aumento efficienza luminosa

Per aumentare resistenza meccanica ed evitare dispersione di calore si usano filamenti avvolti a elica semplice o doppia

Per diminuire sublimazione si usano gas inerti:

- Argon e azoto: quest'ultimo evita la formazione di scorie ad arco nel filamento. Tuttavia il filam. volatilità
↓
Perdita in peso tra 3-10% la lampada brucia
↓
Si evita inserendo un fissante (getter) che assorbe ossigeno e vapori d'acqua.
↓
fosforo, zinco

Caratteristiche:

Efficienza = 15-20 $\frac{lm}{w}$

$R_a = 100$

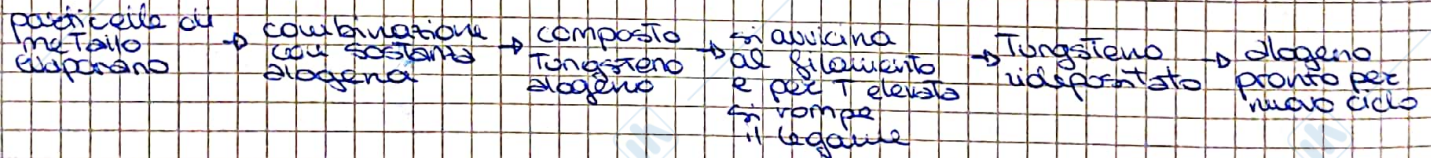
Vita media = 1000 h

Tipi:

- GLS: ottima r.c., costo basso, efficienza fino a 20 $\frac{lm}{w}$
- REFLECTOR: - - - - - + decorative
- ALOGENE:

Al gas inerte di riempimento si aggiungono gli alogeni: IODIO, CLORO e BRANO

Ciclo rigenerativo



Bulbo in VETRO DI QUARTO

Proprietà:
Eff. sp. = 25 $\frac{lm}{w}$
 $R_a = 100$
V.m = 2000 h.

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

LAMPADINE A CARICA DI GAS

Contenitore in vetro o quarzo, nel quale si trova un gas ad una certa pressione e nel quale sono presenti due elettrodi.

Nel gas rarefatto ci saranno elettroni liberi dovuti a effetti fotoelettrici o per irraggiamento cosmico.

Si collegano elettrodi ad una sorgente di tensione continua

elettroni si muovono verso l'anodo creando urti col gas

URTI:

- A piccola v : collisione elastica $\rightarrow e^- - E_k \rightarrow$ atomo gas riscaldato

- Ad alta v : salto d'orbita e^- (eccitato) \rightarrow ritorna nello stato iniziale nel passare da E_2 a E_1 , emette un quanto di luce

$$E_2 - E_1 = h\nu \quad [J]$$

- Ad altissima v : elettrone strappato all'atomo \rightarrow ione $\rightarrow e^-$ liberato = e^- d'urto

si combina con e^- e produce luce e da calore

* Tensione d'innesco = T minima per il processo

Tensione Darco = T suff. a mantenere la scarica

* Dipende dal prodotto della pressione per la d tra elettrodi (LEGGE SPERIMENTALE DI PASCHEN)

A p elevate: t libero medio basso \rightarrow no ionizzazione per poca E_k rimborsata, va aumentata $d \cdot p$ per $> \nu$ \rightarrow tensione d'accensione maggiore.

A p basse: t l.m. alto \Rightarrow bassa probabilità d'urto \rightarrow Tensione maggiore per eccitare le particelle

T d'innesco \propto :

Gas rari $\propto T$ di eccitazione $\approx T$ ionizzazione \rightarrow molecola monoat.

Elettrodi ausiliari

Elettrodi appropriati

FLUORESCENZA:

Recupero dell'energia emessa fuori dal visibile e conversione del colore per indici di resa maggiori

Fosfori per trattare la sup. interna del vetro + metalli pesanti (attivatori)

PROPRIETA':

$$\text{Eff. sp} = 35 - 200 \frac{\text{lm}}{\text{W}}$$

$$V.M = 5000 - 12000 \text{ h}$$

Resa bassa

METODO DEL FLUSSO TOTALE

Flusso tot necessario su un piano orizzontale in ambiente di forma regolare e sorgenti puntiformi.

E_m = illuminam medio su piano di sup A

$$\Phi = E_m A \quad \text{perché } E = \frac{\Phi}{A}$$

↓
flusso utile

μ = coeff. di utilizzazione o UTILANZA

↓

dipende da:

- Tipo di apparecchi illuminanti
- Geom. ambiente
- Riflessione ambiente

$$\mu \approx \eta \approx \frac{\Phi_{\text{apparecchio}}}{\Phi_{\text{lampada}}}$$

$$i = \frac{a \times b}{H(a+b)} \quad \rightarrow \text{indice del locale}$$

$$\Phi_{\text{tot}} = \frac{E_m A}{\mu} \quad \rightarrow \text{Flusso tot degli app. illuminanti}$$

$$\Phi_{\text{tot}} = \frac{E_m A}{\mu} d \quad \rightarrow \text{Flusso tot da installare}$$

d = fattore di decadimento

$$d = d_i \times d_a \times d_s$$

↓ ↓ ↓
deprezzamto apparecchio superficie
lampada

$$N = \frac{\Phi_{\text{tot}}}{\Phi_i} \quad \rightarrow \text{divido amb in rett. e posiziona nel centro}$$

METODO PUNTUALE

$$E_o = \frac{d\Phi}{dA} = I_\alpha \frac{dA \cos \alpha}{r^2 dA} = I_\alpha \frac{\cos \alpha}{r^2} = I_\alpha \frac{\cos^3 \alpha}{h^2}$$

↓
piano
orizz

$$E_v = I_\alpha \frac{\cos^2 \alpha \sin \alpha}{h^2}$$

↓
piano
vertic

