

## ILLUMINOTECNICA TEST 1

- 1. POLARIZZAZIONE:** l'onda elettromagnetica oscilla in modo perpendicolare alla direzione di propagazione. La polarizzazione indica quindi la direzione dell'oscillazione del vettore campo elettrico durante la propagazione dell'onda nello spazio-tempo. La polarizzazione può essere verticale, orizzontale, verticale+ orizzontale o può compiere movimenti di rotazione lungo la direzione di propagazione.
- 2. SPETTRO ELETTROMAGNETICO:** La luce è un insieme di onde monocromatiche di frequenza e ampiezza diverse. L'insieme delle radiazioni elettromagnetiche di tutte le lunghezze d'onda viene chiamato spettro elettromagnetico. Lo spettro descrive quindi le ampiezze delle direzioni monocromatiche di differenti frequenze che compongono una radiazione.
- 3. RADIOMETRIA:** è quella parte della fisica che consente la misura e la descrizione delle onde elettromagnetiche tramite campi scalari e non vettoriali contestualizzando direzione e verso delle radiazioni. La radiometria è quindi lo studio delle radiazioni elettromagnetiche.
- 4. RIFRAZIONE:** la rifrazione è la deviazione subita da un'onda che ha luogo quando questa passa da un mezzo a un altro. Secondo la Legge di Antoine Lavoisier nulla si crea, nulla si distrugge ma tutto si trasforma; per questo quando la luce colpisce un materiale può essere: assorbita trasformando la luce in un'altra forma di energia, riflessa in modo diffuso o speculare, trasmessa in modo diffuso o speculare. La rifrazione è governata dalla Legge di Snell dove  $n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$
- 5. DISPERSIONE:** la dispersione è un fenomeno fisico che causa la separazione di un'onda in componenti spettrali con diverse lunghezze d'onda a causa della dipendenza della velocità dell'onda nel mezzo attraversato. Per enfatizzare la dipendenza dalla lunghezza d'onda è detta anche dispersione cromatica in quanto produce l'arcobaleno.
- 6. ANGOLO SOLIDO:** l'angolo solido di proiezione ( $\omega$ ) è la regione conica di spazio definito dal rapporto tra l'area della superficie racchiusa sulla sfera e il raggio al quadrato della stessa, si misura in steradiani.  $\omega = A/r^2$
- 7. FOTOMETRIA:** Si occupa della misura e descrizione delle radiazioni elettromagnetiche in funzione della loro percezione da parte di un osservatore umano sotto forma di radiazioni luminose. Attraverso la funzione di efficienza spettrale  $K(\lambda)$  la fotometria valuta la sensibilità alle radiazioni e.m. dell'osservatore umano medio. Un essere umano medio percepisce solo le radiazioni elettromagnetiche con lunghezze d'onda comprese tra 380 e 780 nm (luce visibile).
- 8. VALORE TOTALE DI UNO SPETTRO:** è l'area sottesa alla curva di distribuzione spettrale indicata con L.
- 9. FLUSSO LUMINOSO:** il flusso luminoso ( $\Phi$ ) è la quantità totale di radiazione emessa per secondo da una sorgente luminosa.  $\Phi = I \cdot \Omega$
- 10. INTENSITA' LUMINOSA:** l'intensità luminosa (I) è il flusso luminoso radiante per unità di angolo solido in una determinata direzione. Descrive la distribuzione della luce nello spazio.  $I = \Phi / \Omega$
- 11. USCITA LUMINOSA:** l'uscita luminosa (Mv) è una grandezza fotometrica, è la quantità di energia luminosa che esce da una superficie. È il contrario dell'illuminamento per quanto riguarda la direzione della luce. Si misura in Lux e si ottiene dall'uscita radiante.
- 12. ILLUMINAMENTO:** l'illuminamento (E) è la quantità di Lux o flusso luminoso che ricade su un'area unitaria di superficie. Dipende dall'inclinazione dei raggi sulla superficie quindi il suo valore massimo sarà quando i raggi sono perpendicolari alla superficie ( $\cos 0 = 1$ ) e nulla quando i raggi sono paralleli alla superficie ( $\cos 90 = 0$ ).  $E = I/A$
- 13. LUMINANZA:** la luminanza (L) è l'intensità luminosa emessa per unità di area da una superficie in una direzione specifica. Rappresenta la sensazione visiva associata alla radianza. Consente una valutazione visiva della luce per quanto riguarda il fenomeno dell'abbagliamento e fenomeni di percezione del contrasto. A differenza dell'illuminamento considera la quantità di luce riflessa ed esprime se la superficie è più o meno chiara caratteristica che dipende dalla materia. Si misura in candele su metro quadro.  $L = I/A'$  ( $A'$  = area apparente)
- 14. STRUMENTI DI MISURA PER GRANDEZZE FOTOMETRICHE:**
- Flusso luminoso => Sfera di Ulbricht
  - Intensità => goniofotometro
  - Illuminamento e uscita luminosa => Luxmetro

• Luminanza => Videofotometro o luminanzometro.

**15. DISTRIBUZIONE DI POTENZA RELATIVA:** la distribuzione di potenza relativa descrive la forma dello spettro. Mostra l'energia che viene emessa per le varie lunghezze d'onda in funzione della fondamentale di 560 nm (massima efficacia visiva spettrale). A prescindere dalla quantità di energia posso descrivere la forma dello spettro che si ottiene dividendo l'uscita radiante spettrale per il suo valore fondamentale e moltiplicarlo per 100.

**16. CORPO NERO:** il corpo nero è un oggetto in grado di assorbire la luce da tutte le lunghezze d'onda, se riscaldato emette luce con uno spettro che è funzione della temperatura. Ovvero una luce più calda corrisponde a un colore più freddo. Il corpo nero ideale della fisica è composto da materiale ideale che assorbe tutte le radiazioni elettromagnetiche trasformandole in calore, ad alte temperature si ottiene uno spettro continuo. Il tungsteno ha un comportamento chimico simile al corpo nero.

**17. LUOGO PLANCKIANO:** Al variare della temperatura del corpo nero e del suo spettro è possibile determinare le coordinate cromatiche  $x, y$ ; queste coordinate creano il Luogo Planckiano ovvero una curva del diagramma di cromaticità dove al variare della temperatura da 2000K a 20000K il colore del corpo nero cambia. Se il colore di una sorgente di luce si discosta eccessivamente dal Luogo Planckiano la sua temperatura di colore non è definita.

**18. TEMPERATURA DI COLORE (CCT):** la temperatura di colore di una sorgente di luce è definita come la temperatura del corpo nero che produce un'emissione spettrale con caratteristiche cromatiche simili alla sorgente stessa. È una caratteristica delle sorgenti di luce bianca e viene misurata in gradi Kelvin (K).

**19. EFFICIENZA SORGENTE LUMINOSA:** l'efficienza ( $\eta$ ) indica quanti Lumen sono emessi per ogni Watt di potenza elettrica consumata. L'efficienza è quindi il rapporto tra il flusso totale emesso ( $\Phi$ ) e la potenza totale dissipata ( $P$ ).  $\eta = \Phi/P$ .

**20. RESA CROMATICA (Ra, CRI, IRC):** Descrive la capacità di una sorgente di luce di rendere visivamente il colore degli oggetti rispetto a una sorgente di riferimento. E' calcolata utilizzando 8+6 colori campione presi dal sistema di ordinamento dei colori di Munsell. Può immaginarsi come una descrizione della continuità e pienezza dello spettro di luce.

**21. SOLIDO FOTOMETRICO:** il solido fotometrico è un diagramma utilizzato dalle aziende per rappresentare come un apparecchio luminoso emetta luce con intensità diverse in funzione della direzione in base a un asse di riferimento il quale, spesso, coincide con l'asse geometrico dell'apparecchio o della sorgente. Il solido fotometrico è fondamentale poiché solo una sorgente puntiforme ideale emette luce con uguale intensità in tutte le direzioni.

**22. LAMPADA:** la lampada è una sorgente di onde elettromagnetiche visibili.

**23. TIPI SORGENTI LUMINOSE:**

**1. scarica:**

1. alta intensità
  - sodio
  - mercurio
  - ioduri metallici
2. fluorescenti
  - tubolari
  - compatte
  - integrate

**2. incandescenza:**

- standard
- alogene

**3. stato solido**

- LED

**24. APPARECCHIO ILLUMINAZIONE:** l'apparecchio di illuminazione è una componente dell'impianto che svolge tali funzioni: contiene la sorgente luminosa, funge da protezione, protegge le persone dall'alta tensione o pareti calde e controlla la distribuzione della luce (solido fotometrico).

**25. COMPONENTI APPARECCHIO ILLUMINAZIONE:**

- corpo: metallo/plastica funzione di sostegno e alloggiamento parti
- ausiliari elettrici: alimentatore/starter

- porta lampada: e sistema di regolazione posizione
- cablaggi: cavi, morsettiere
- sistema ottico: composto da uno, nessuno, + elementi
- lampada: sorgente di luce

**26. PRINCIPI DI CLASSIFICAZIONE APPARECCHI:** le lampade sono classificate sulla base della loro collocazione ovvero per interni o per esterni. Sono inoltre classificate rispetto all'emissione del flusso luminoso e alla forma del solido fotometrico.

**27. PROIETTORE:** il proiettore è un apparecchio nel quale il flusso luminoso è concentrato entro un angolo solido limitato e viene puntato per l'illuminazione di zone specifiche.

**28. APPARECCHIO ASIMMETRICO:** un apparecchio è asimmetrico quando il solito fotometrico non è simmetrico rispetto all'asse primario ma rispetto al piano di misura C0-180 quindi le curve fotometriche sui piani C0 e C180 sono tra loro diversi mentre quelle sui semipiani C90 e C270 sono tra loro simmetriche.

**29. WALL-WASHER:** con wall-washer si intende un apparecchio con emissione asimmetrica posto a soffitto per illuminare uniformemente un'area di parete. Nasconde imperfezioni trasformando il muro come fosse uno sfondo bianco. Realizzabile con sorgenti puntuali (alogene) lineari (fluorescenti).

**30. UPLIGHTER DOWNLIGHTER:** uplighter è un apparecchio asimmetrico, posto a parete, che indirizza il flusso verso l'alto creando un'illuminazione indiretta. Downlighter è un apparecchio da soffitto che emette luce verso il basso creando un'illuminazione generale.

**31. BATWING:** batwing o ala di pipistrello sul piano C0-C180 presenta due protuberanze indicanti intensità maggiore emessa verso direzioni laterali. Favorisce un'illuminazione uniforme sul piano di lavoro limitando i problemi di riflessione dato che la luce arriva sul tavolo con una notevole inclinazione.

**32. DARKLIGHT E BAP:** Dark light sono apparecchi che hanno luminanza visibile solo se si guarda verso l'alto, per questo creano un risultato molto confortevole a livello visivo. Bap uniscono l'emissione di tipo Batwing e ottica Dark light, vengono utilizzati in ambienti dove sono presenti videoterminali.

**33. HIGH BAY E LOW BAY:** High Bay sono apparecchi a sospensione che contengono lampade a scarica, vengono installate ad altezze elevate in ambienti industriali. Low Bay: simili agli High Bay ma sono installati più in basso rispetto, hanno un fascio di emissione più largo e vengono utilizzati negli uffici.

**34. RENDIMENTO DI UN APPARECCHIO:** il rendimento è definito come il rapporto tra il flusso emesso dall'apparecchio ( $\Phi_a$ ) e il flusso emesso dalla lampada.  $\eta_a = \Phi_a / \Phi_s$  il risultato è sempre compreso tra 0 e 1. Per poter misurare il rendimento di una lampada per il solido fotometrico si misura prima il solido fotometrico e poi il rendimento.

**35. GRADO PROTEZIONE IP:** il grado di protezione IP è composto da 2 cifre: la prima è relativa alla penetrazione dei corpi solidi all'interno dell'apparecchio. La seconda è relativa alla penetrazione dei corpi liquidi nell'apparecchio. Al crescere dell'indice aumenta il grado di protezione. La classificazione dell'indice IP non è sufficiente per garantire protezione contro i contatti indiretti introdotti quindi con l'aggiunta di una lettera dell'alfabeto.

**36. CLASSIFICAZIONE PROTEZIONE ELETTRICE DELL'APPARECCHIO:** la classificazione della protezione elettrica riguarda il rischio di folgorazione che può essere diretta e indiretta. Diretta è quando l'utilizzatore tocca le parti proposte per il trasporto di energia elettrica mentre indiretta quando l'utilizzatore tocca una parte che non dovrebbe essere elettrificata ma risulta tale a causa di un malfunzionamento. In base al grado di isolamento vi sono 4 classi che indicano tale caratteristica (norma CEI 60598-1).

**37. PRINCIPALI AREE DI SVILUPPO DELLA TECNOLOGIA DEI SISTEMI DI ILLUMINAZIONE:**

- miglioramento efficienza lampade e rendimento apparecchi
- aumento durata lampade
- riduzione emissioni UV e IR
- riduzione dimensioni lampade
- miglioramento comfort visivo
- compatibilità ambientale

**38. ASPETTI GENERALI LIGHT DESIGNER DEVE CONSIDERARE NEL PROCESSO DI**

**PROGETTAZIONE:** L'approccio corretto al disegno industriale deve tenere conto di alcuni fattori

nel processo di progettazione: estetici, sociali, culturali, fruitivi, tecnologici e prestazionali. Vanno inoltre tenuti in considerazione la soddisfazione del committente, il raggiungimento di livelli qualitativi e quantitativi richiesti.

**39. LIVELLI DI INTERVENTO:** dal MACRO al MICRO

1. struttura globale per cui si sviluppa il light design (interno, esterno). **QUALE SPAZIO**
2. complementi del progetto globale (arredi interni esterni elementi non in muratura) **COM'è FATTO**
3. impianto elettrico per illuminazione (preesistente o ex novo) **COM'è L'IMPIANTO**
4. eventuale sistema illuminazione modulare (per ambienti interni come uffici scuole industrie) **GRANDEZZA SPAZIO (MODULARE O NON)**
5. apparecchi illuminanti (scelta/disposizione) **APPARECCHI**
6. sorgenti luminose primarie (in funzione agli apparecchi) **SORGENTI**

**40. LIGHT DESIGNER/ELETTRICISTA:** La differenza con l'illuminotecnico è data dalla:

- cultura del progetto
- competenze multidisciplinari
- utilizzo CAD e software innovativi
- competenza in percezione visiva.

**41. COMPETENZE FONDAMENTALI DEL LIGHT DESIGNER:** Il light designer è un progettista in grado di gestire sia aspetti tecnico-produttivi ed economici che quelli socioculturali, estetici e percettivi del progetto di illuminazione. Evoluzione del progetto-oggetto-impianto a progetto servizio.

**42. CAD DI SUPPORTO PROGETTAZIONE:** Litestar, Dialux, Relux, Lightscape, 3D max Design

**43. 5 FASI PRINCIPALI METODOLOGIA PROGETTAZIONE:** nella metodologia progettuale si possono distinguere 5 fasi: il rilievo e l'analisi dello stato di fatto, definizione degli obiettivi, definizioni dei requisiti e delle prestazioni, soluzione proposta per il progetto, verifiche e valutazione della soluzione. A queste 5 fasi ne si può aggiungere una sesta che comprende il montaggio, il collaudo e la manutenzione.

**44. 8 REQUISITI PRINCIPALI PER PROGETTAZIONE:**

1. livelli e uniformità degli illuminamenti
2. luminanze e rapporti di luminanze
3. controllo abbagliamenti, contrasti e resa dei contrasti
4. direzionalità della luce
5. temperatura di colore e/o colore della luce
6. resa cromatica della luce
7. efficienza energetica dell'impianto
8. funzionalità dell'impianto (flessibilità, manutenibilità)

**45. ILLUMINAMENTO MANTENUTO ( $E_{m,man}$ ):** durante il funzionamento di una luce la quantità di luce diminuisce a causa dell'invecchiamento e dell'accumulo della sporcizia. L'illuminamento medio mantenuto ( $E_{m,man}$ ) è il valore di lux che devono essere garantiti, nel rispetto delle norme, nella situazione di peggior degrado dell'impianto (quando la lampada ha perso il 30% del suo flusso). Per questo motivo si è soliti adottare un illuminamento maggiore di quello raccomandato dalle norme utilizzando fattore moltiplicativo di 1,25 o 1,1 con manutenzione.

**46. FATTORE MANUTENZIONE (M):** il fattore di manutenzione (M) è il rapporto tra illuminamento medio mantenuto ( $E_{m,man}$ ) sul piano di lavoro dopo un certo tempo e l'illuminamento medio sullo stesso piano di lavoro a installazione nuova ( $E_{m,nuovo}$ ).  $M = E_{m,man} / E_{m,nuovo}$  sempre  $< 1$

**47. UNIFORMITÀ' ILLUMINAMENTI:** l'uniformità degli illuminamenti è definita da due rapporti:  $U = E_{min} / E_m$  ovvero il rapporto tra gli illuminamenti nella zona del compito visivo (CV) e il suo intorno (ICV) e il resto del locale (LO). E il rapporto  $E_{min} / E_{max}$  è un indice della massima differenza puntuale tra illuminamenti su una superficie.

**48. RAPPORTI DI LUMINANZA:** la norma UNI EN 12464-1 da indicazioni sui rapporti tra gli illuminamenti che ci possono essere tra la zona del campo visivo (CV), il suo intorno compreso nel campo visivo (ICV) e il resto di un locale (LO). Quando la differenza tra luminanza nel CV e nel LO è eccessiva si ha un affaticamento visivo. Si deve perseguire un obiettivo di comfort visivo o di valorizzazione comunicati a seconda delle necessità. Il rapporto tra i due valori deve essere compreso tra 1/3 e 3.  $CV E_{min} / E_m > 0,7$ .  $ICV E_{m,ICV} / E_{m,CV} > 0,5$ .  $LO E_{m,LO} / E_{m,CV} > 0,333$

**49. CAUSE PRINCIPALI ABBAGLIAMENTO (glare):** l'abbagliamento è la causa principale di uno scarso comfort visivo, questa ha due cause: la prima causa è l'abbagliamento diretto ovvero quando una o più sorgenti luminose sono nel campo visivo. La seconda causa è l'abbagliamento indiretto prodotto dalla riflessione delle sorgenti su superfici speculari/lucide.

**50. EFFETTI ABBAGLIAMENTO:** gli effetti dell'abbagliamento sulla percezione visiva sono divisi in due categorie: abbagliamento molesto il quale causa un disagio psicoperceptivo senza però impedire la visione. Il secondo effetto è un effetto disabilitante in quanto compromette o impedisce la visione per un periodo di tempo. Tali effetti possono essere causati sia dall'impianto che dai prodotti di illuminazione.

**51. UGR (unified glare rating)** è un metodo per valutare l'abbagliamento molesto e tiene conto di:

— posizione osservatore rispetto all'impianto

— luminanza degli apparecchi

— dimensione dell'impianto e ambiente

— sfondo su cui sono posizionati gli apparecchi

più e basso il valore UGR minore è l'abbagliamento molesto. UGR valutato in base all'attività svolta. Calcolabile con software di calcolo.

**52. CONSEGUENZE PERDITA DI RESA DEL CONTRASTO:** La presenza del contrasto è fondamentale per la visione. L'assenza appiattisce la tridimensionalità degli oggetti. La perdita di resa del contrasto è causata dal riflesso di una sorgente di luce su una superficie lucida il che causa un aumentare di L1 fino ad assumere un valore pari/simile a L2.

**53. VOLUME D'OFFESA:** volume comprendente tutte le direzioni speculari a quelle di osservazione; spazio entro cui non vanno collocate sorgenti che indirizzino le intensità luminose verso il compito visivo (tranne con apparecchi illuminazione di tipo Batwing perché ha una bassa luminaria nella direzione centrale).

**54. 2 DIREZIONI DELLA LUCE: illuminazione fortemente direzionale** la direzione della luce può avere due caratteristiche: è fortemente direzionale e per questo genera ombre e dunque contrasti. La seconda caratteristica è che può generare un'illuminazione diffusa da tutte le direzioni e questo tipo di direzione non genera ombre.

**55. 5 STRUMENTI PRINCIPALI PER PRESENTARE SOLUZIONE PROGETTUALE:**

— relazione esplicativa progettuale

— schemi 3D e disegni 2D quotati

— elenco posizionamento e puntamento degli apparecchi di illuminazione

— schede tecniche

— CAD: tabelle numeriche, calcoli illuminotecnici ecc.

**56. ELEMENTI NELLA SOLUZIONE PROGETTUALE:**

— illuminazione luogo

— illuminazione oggetti

— schema/struttura impianto

— elenco, posizionamenti, orientamenti apparecchi

— complementi ambientali a supporto

— stima potenza elettrica totale

**57. MEG (micro experimental growing):** MEG è la prima serra domestica open-source connessa a Internet completamente automatizzata. È insita nel progetto la predisposizione al dialogo e allo scambio di informazioni: infatti puoi scambiare o acquisire informazioni riguardo l'efficacia delle tue impostazioni (setting) per il ciclo di vita delle piante contribuendo alla crescita di conoscenza condivisa. L'obiettivo è di dimostrare la possibilità di poter coltivare qualsiasi vegetale dovunque. Ha funzioni di lighting (illuminazione LED appositamente progettata), watering, air flow, connectivity.

**58. DURATA DI VITA LAMPADA:** la durata di vita di una lampada è valutata in condizioni di riferimento per la prova e su lotti omogenei di produzione in termini di:

— **vita media** intervallo di tempo in cui il 50% di un lotto di lampade è guasto (12000h)

— **vita economica** intervallo di tempo per cui il valore di illuminamento è l'80% del valore iniziale (6000h)

— **vita utile (LED)** intervallo di tempo per cui il valore del flusso luminoso emesso è il 70% del valore iniziale. (50000h)

**59. CARATTERISTICHE LAMPADA HUE:** la lampada digitale di Philips HUE sono un vero e proprio sistema che crea un impianto di illuminazione smart. Abbina tecnologia LED a tecnologia wireless con cui si connettono alla rete di casa. Caratteristiche: Luce chiara e brillante, tutte le tonalità di bianco, intensità di luce regolabile. Le lampade HUE fanno quindi parte della domotica.

**60. VINCOLI DI PROGETTO:** nella realizzazione di un progetto bisogna essere in grado di gestire e organizzare le risorse in presenza di vincoli. I vincoli possono essere: esterni ovvero imposti da committenza, normative e fornitori o interni/autoimposti e questi sono un insieme di regole che caratterizzano la metodologia operativa del designer.

**61. ENTI NORMATIVI:** gli enti normativi che hanno a che fare con la progettazione sono in ambito mondiale ISO, CIE, ICE. In ambito europeo CEN, CIE, CEN. ELEC. In ambito italiano UNI, AIDI, CEI.

**62. EMISSIONE ISOTROPA:** nell'emissione isotropa dove l'intensità ( $I$ ) è costante nelle varie direzioni il flusso luminoso risulta  $\Phi = I \cdot \Omega$ . Da questa formula ne consegue che per le emissioni isotrope l'angolo solido sotteso a tutta la sfera attorno a un punto che emette luce vale  $\Omega = 4\pi$  di conseguenza  $I$  è costante in tutte le direzioni.  $\Phi = I \cdot 4\pi$

**63. EMISSIONE LAMBERTIANA:** nell'emissione Lambertiana l'intensità emessa ( $I_\alpha$ ) verso una direzione di angolo  $\alpha$  rispetto alla normale decresce con il  $\cos\alpha$  rispetto al valore di intensità massima,  $I_\alpha = I_{\max} \cdot \cos\alpha$ . L'emissione lambertiana avviene solo su un emisfero rispetto alla sorgente quindi il flusso luminoso risulta  $\Phi = I_{\max} \cdot \pi$

#### **64. FATTORI DI RIFLESSIONE E TRASMISSIONE:**

—  $\Phi_i$  flusso luminoso incidente su una superficie

—  $\Phi_r$  flusso riflesso da una superficie

—  $\Phi_t$  flusso trasmesso attraverso una superficie

fattore riflessione: è il rapporto tra le intensità della radiazione riflessa e di quella incidente; il valore dipende dalla polarizzazione del raggio incidente.  $\rho = \Phi_r / \Phi_i$

fattore trasmissione: è il rapporto tra le intensità della radiazione rifratta e della radiazione incidente.  $\tau = \Phi_t / \Phi_i \Rightarrow$  trasmittanza

**65. FLUSSO TOTALE:** il flusso totale ( $\Phi_{\text{tot}}$ ) è la somma di tutti i flussi emessi dalle lampade installate in un locale. Il flusso totale da installare deve essere dimensionato considerando i fattori di utilizzazione ( $U$ ) e manutenzione ( $M$ ), la superficie utile da illuminare ( $A$ ) e l'illuminamento medio mantenuto ( $E_m$ ).  $\Phi_{\text{tot}} = E_m \cdot A / (U \cdot M)$ , questa formula fa capire quante lampade devo installare per avere l'illuminamento voluto.

**66. FATTORE UTILIZZAZIONE:** il fattore di utilizzazione ( $U$ ) è un'indicazione a volte fornita dai produttori degli apparecchi in apposite tabelle. Il fattore di utilizzazione dipende da: il rendimento dell'apparecchio ( $\eta$ ), la forma dell'ambiente ( $K$ ), da fattori di riflessione ( $\rho$ ) e dal tipo di distribuzione di intensità luminosa. È un valore compreso tra 0 e 1.  $U = \Phi_{\text{inc}} / \Phi_{\text{tot}}$

**67. CONO DI ILLUMINAMENTO:** i coni di illuminamento sono una rappresentazione utilizzata dai produttori sui cataloghi di apparecchi di illuminazioni per prodotti con solido fotometrico rotosimmetrico down light o per i faretti. I coni di illuminamento forniscono informazioni sui lux che si ottengono a distanze assegnate dall'apparecchio e l'ampiezza dell'area illuminata.

L'illuminamento riportato è sempre quello massimo al centro del cerchio e metà sui bordi.

**68. OLED (organic light emitting diode):** l'OLED è un diodo organico a emissione di luce che si basa sul fenomeno dell'elettroluminescenza ovvero l'emissione di radiazioni elettromagnetiche provocate da un campo elettrico applicato a un solido. Gli OLED sono composti da più film di natura organica compresi tra due elettrodi di cui almeno uno trasparente. Sono inoltre caratterizzati da un'elevata efficienza luminosa.

**69. LIGHTIFY:** Prodotto da Osram principale produttore mondiale di illuminazione. Lightify: la casa diventa intelligente. Possibilità di controllo remoto delle proprie lampade con il wi-fi in casa e con il cloud fuori. Offre la possibilità di acquistare lampade lightify o adattare le proprie lampade con il Lightify plug. E' possibile regolare l'intensità, bianco dinamico, selezione del colore e possibilità di impostare "scenari di vita".

#### **70. COLORE, TINTA, SATURAZIONE E LUMINOSITA':**

Il colore è dato dalla somma di tinta, saturazione e luminosità; è definito da coordinate cromatiche e luminanza. La tinta pura è un colore monocromatico composto da una sola lunghezza d'onda, un colore completamente saturo; senza tinta il colore risulta acromatico (grigio). La saturazione è la percentuale acromatica di un colore ovvero la quantità di tinta pura che devo aggiungere al bianco per produrre il colore percepito. La luminanza è invece la chiarezza/brillanza di un colore e si applica solo a oggetti isolati.

**71. CROMATICITA'**: la cromaticità è un attributo della percezione del colore composto dagli attributi di tinta e saturazione.

**72. CHIAREZZA BRILLANZA**: sono due sensazioni percettive associate alla luminosità, la chiarezza una valutazione soggettiva dell'osservatore che dipende dalla luminanza delle superfici dalla distribuzione della luminanza complessiva all'interno del campo visivo. La brillantezza è la quantità di grigio o di fluorescenza in relazione a ciò che circonda l'oggetto ed è tipica delle superfici che emettono luce.

**73. COLORE MONOCROMATICO**: è la tinta pura. il colore monocromatico nell'arcobaleno è una luce monocromatica composta da una sola lunghezza d'onda. Il colore è completamente saturo.

**74. TEORIA DEL TRISTIMOLO (color matching)**: H. Von Helmholtz studia l'ottica fisiologica individuando coni e bastoncelli e formula la teoria del tristimolo ovvero la definizione matematica del colore. I bastoncelli sono sensibili ai livelli di luminaria così classificati: sensibili alle lunghe lunghezze d'onda (rosso), sensibili alle medie lunghezze d'onda (giallo-verde) e sensibili alle corte lunghezze d'onda (blu). Essendo 3 si parla di teoria del tristimolo. Il diagramma riporta le tonalità possibili in funzione delle coordinate x, y. Secondo la legge di Grassmann per ottenere un colore occorre sommare in modo opportuno i colori primari.

**75. MODELLO COLORE XYZ**: è uno dei primi spazi colori definito matematicamente dalla Commissione internazionale sull'illuminazione (CIE) nel 1931. Questo spazio colore deriva da una serie di esperimenti fatti alla fine degli anni venti del XX secolo da W. David Wright e John Guild. I loro risultati sperimentali furono combinati nelle specifiche dello spazio di colore CIE RGB, dal quale CIE XYZ fu derivato. Data una luce libera di radianza spettrale  $L_e(\lambda)$  si ottengono i valori di tristimolo xyz dalle forme dove  $K(555) = K_{max} = 683 \text{ lm/w}$ .

**76. DIAGRAMMA DI CROMATICITA'**: rappresentazione bidimensionale delle coordinate cromatiche per ogni spettro luminoso. Dai valori di tristimolo si ottengono le coordinate cromatiche  $x = X/(x+y+z)$   $y = Y/(x+y+z)$   $z = Z/(x+y+z)$ . (vedi grafico).

**77. SINTESI DEL COLORE**: Le due forme basilari di mescolanza dei colori sono chiamate 'additiva' e 'sottrattiva'.

—La sintesi additiva si riferisce ai colori primari della luce. Questi colori sono: il rosso, il verde e il blu presenti nel mezzo e ai due estremi dello spettro della luce visibile. Miscelati fra loro in proporzioni diverse è praticamente possibile ottenere tutti i colori della gamma spettrale. La somma dei tre colori produce "luce bianca".

—La sintesi sottrattiva, si riferisce invece ai colori primari dei pigmenti. Una caratteristica della materia, e quindi dei pigmenti, è quella di assorbire in maniera selettiva solo alcune lunghezze d'onda della luce e di rifletterne le altre. Il colore del pigmento quindi è determinato dalle radiazioni sottratte alla luce bianca, per questo si parla di sintesi sottrattiva. I colori primari della sintesi sottrattiva sono: il ciano, il magenta, il giallo (C, M, Y). dalla somma di tutti e tre si ottiene il nero. In sintesi, sottrattiva, il nero (K) è il risultato della totale sottrazione delle radiazioni colorate riflesse dai pigmenti.

**78. METAMERISMO**: non esiste corrispondenza biunivoca tra distribuzione spettrale di radianza e valori di tristimolo. Il metamorfismo consiste nella possibilità di ottenere la stessa sensazione di colore proveniente da due campioni di colore differenti (spettro riflesso). Quando due colori sotto lo stesso spettro appaiono identici a una persona e diversi ad un'altra dipende dalla differente sensibilità dei coni del soggetto.

**79. MACCHIA CIECA**: In questa piccola parte dell'occhio non sono presenti fotorecettori, le cellule sensibili alla luce, e dunque non vi è alcuna possibilità di visione. Il campo visivo di ogni occhio contiene quindi un piccolo buco, che a rigor di logica dovrebbe essere nero. Però questo buco non viene notato consciamente, per due ragioni: l'altro occhio fornisce al cervello informazioni su cosa

si trova in quella parte di campo visivo, anche se non molto dettagliate e se l'altro occhio viene chiuso, il cervello riempie comunque il buco usando informazioni provenienti dalle zone immediatamente circostanti.

**80. VISIONE FOVEALE:** è la visione che permette di distinguere colori e dettagli. La fovea è la parte centrale della retina con la presenza di molti coni vicini tra loro (consente di distinguere colori) e pochi bastoncelli (meno sensibile alla luce).

**81. ABERRAZIONE CROMATICA:** l'aberrazione cromatica è un difetto nella formazione dell'immagine dovuto al diverso valore di rifrazione delle diverse lunghezze d'onda della luce che passa attraverso il mezzo ottico. Ha come conseguenza la formazione di immagini che ai bordi presentano degli aloni colorati. Questo avviene perché le lunghezze d'onda più corte (blu e viola) vengono maggiormente rifratte rispetto a quelle con lunghezze d'onda più lunga (rosso) causando una dispersione sul piano focale.

**82. COSTANZA CROMATICA:** capacità del sistema visivo umano di distinguere colori anche al variare dello spettro (colore) dell'illuminazione. È causato dalla capacità del cervello di interpretare modificando e correggendo le info che arrivano alla retina tramite:

- basandosi su esperienze precedentemente vissute
- tenendo conto dell'immagine nella sua totalità

## ILLUMINOTECNICA

### TEST 2

**1. PROGETTAZIONE ILLUMINOTECNICA, DI COSA SI OCCUPA IL PROGETTISTA:** Il progetto di illuminazione comprende l'arte e la scienza per illuminare lo spazio abitato dell'essere umano. Si basa su 3 elementi fondamentali: uomo (visione, ergonomia, comfort) luce (quantità, qualità) ambiente (composizione, misure). La progettazione illuminotecnica è sia una professione che una disciplina distinta dall'architettura, design e elettronica. Il progettista è responsabile dell'approccio concettuale-artistico con analisi tecnico-scientifica. E' inoltre responsabile di apparenza/atmosfera dello spazio, performance visiva, comfort visivo, sicurezza e sostenibilità.

### 2. 8. FASI DEL PROGETTO:

#### 1. fase analitica descrittiva (rilievo)

rilievo di: aspetti dimensionali dello spazio, attività svolte, rilievo dati fotometrici e illuminotecnica, consultazione norme.

#### 2. fase programmatica

definizione di obiettivi di progetto per rispondere a necessità, bisogni, attese. studi del bisogno di luce/compito visivo es. sicurezza, accoglienza ecc.

#### 3. fase prestazione

definizione dei requisiti e prestazioni impianto

#### 4. fase propositiva (soluzioni impiantistica)

fase creativa del progetto: definizione soluzione impiantistiche, def. effetti luminosi, raggiungimento obiettivi.

- dal concept al layout di progetto preliminare fino allo sviluppo definitivo
- individuazione compiti visivi (area lettura diversa area relax)
- concept di luce (schizzi render) disposizione arredi per realizzare un progetto integrato con ambiente; colori e superfici per def. coefficiente di riflessione; colori superfici arredi
- selezione apparecchi: e studio disposizione; scelta punto di vista esteticotecnico; scelta accensioni e sistemi di gestione impianto; preparazione documentazione grafica; preparazione documentazione cartacea.
- layout definitivo: selezione apparecchi; redazione disegni tecnici; scene luminose; calcoli di verifica
- informazioni sugli apparecchi installati
- dettagli di progetto-report

#### 5. fase valutativa (valutazione e verifiche)

• verifica e valutazione raggiungimento obiettivi tramite rappresentazioni realistiche, costruzione di Mock-up come proof of concept, modelli 3D, stime economiche,

energetiche, immagini a falsi colori, report

#### **6. fase costruttiva**

- montaggio-collaudo (norma rif. EN 12464-1)-manutenzione .

#### **9. COSA SI RAPPRESENTA NEL LAYOUT (lighting fixture layout):**

- selezione apparecchi
- redazione disegni tecnici
- scene luminose
- calcoli di verifica

#### **10. NORMA DI RIFERIMENTO PER PROGETTAZIONE ILLUM. INTERNI: UNI EN 12464-1(2011)**

**11. COSA DISCIPLINA LA NORMA:** la norma specifica i requisiti illuminotecnica per i posti di lavoro in interni, che corrispondono alle necessarie esigenze di comfort visivo e di prestazione visiva e sicurezza. I compiti visivi considerati sono quelli abituali e quelli che comportano l'utilizzo di videoterminali. I parametri considerati sono:

- illuminamento medio mantenuto
- abbagliamento
- uniformità degli illuminamenti
- resa cromatica
- note qualitative

#### **12. QUANDO SI DOVREBBE AUMENTARE ILLUMINAMENTO:**

- quando il compito visivo è critico
- quando gli errori sono costosi da correggere
- quando sono molto importanti accuratezza/alta produttività
- capacità visive dei lavoratori sono ridotte
- i dettagli del compito sono eccezionalmente piccoli o con basso contrasto
- il compito deve essere svolto per tempi eccessivi mantenuti

#### **13. COS'È GUIDA PRATICA E RACCOMANDAZIONI: SLL Lighting Handbook è stato scritto per**

creare un collegamento tra le maggiori pubblicazioni delle società, il SLL Code for Lightning (che offre raccomandazioni nell'illuminazione per vari campi di applicazione) e il SLL Lightning Guides (che offre guide dettagliate per specifiche applicazioni). SLL lighting Handbook è stato progettato per essere complementare al SLL Code for Lightning. The Handbook è il primo strumento con cui entrare in contatto per chi intenda avere informazioni riguardo l'illuminazione. I contenuti riassumono le basi della luce e della visione, tecnologia dell'illuminazione e una guida per diversi campi di applicazione sia interni che esterni.

#### **14. PRINCIPI DI RICHARD KELLY:** La progettazione qualitativa studiata da Richard Kelly nel 1950 3 funzioni fondamentali della luce:

- luce per vedere: illuminazione generale dell'ambiente in modo tale che siano visibili spazio, oggetti, persone
- luce per guardare: attribuisce alla luce il compito di trasmissione di informazioni (più ho luce più sono attirato ==> effetto falena)
- luce per osservare: luce non è solo per osservare, luce non guida solo l'informazione ma è lei stessa l'informazione. Conferisce vita ad ambienti di rappresentanza.

#### **15. ESPERIMENTO KRUITOF:** in una rappresentazione cartesiana tra illuminamento e temperatura di colore la curva di Kruitof rappresenta la piacevolezza della visione che si ottiene con una data sorgente luminosa.

- a bassa temperatura di colore si preferisce un basso illuminamento
- ad alte temperature di colore si preferisce un elevato illuminamento

#### **16. INTEGRAZIONE ILLUMINAMENTO NELL'ARCHITETTURA:** non si parla più di apparecchi inseriti ma i sistemi sono incassati nei sistemi architettonici integrati nell'ambiente. Es. soffitto con protuberanze per luce ==> integrazione. produttore: Flos

#### **17. PROGETTO ILLUMINAZIONE SAGRADA FAMILIA: Luxiona "società esperti in lighting".**

Troll e Led&Co hanno contribuito al progetto di illuminazione della basilica in collaborazione con gli architetti in modo da preservare la volontà progettuale di Gaudi: integrazione della luce con l'architettura senza interrompere l'apporto di luce naturale. Per la realizzazione sono stati sviluppati apparecchi su misura come un apparecchio iperbolico metallico in grado di

simulare l'effetto dell'ingresso della luce naturale ottenendo un duplice effetto: luce morbida nei lucernari e luce per valorizzare i simboli in vetro decorativo. Altro obiettivo è stato quello di ottenere un livello medio omogeneo di 100lux nonostante le diverse altezze della basilica. Altro obiettivo è stato di ottenere un'illuminazione di valorizzazione dell'architettura delle forme di Gaudi marcando il volume e rilievi ma evitando un'eccessiva marcatura dei profili.

**18. METAMORFOSI ARTEMIDE:** dalla nuova campagna The Human Light nasce una macchina elettronica che grazie ad un computer miscela i colori in modo tale da creare un'infinità di combinazioni a portata di un click di telecomando. The Human Light nasce per capire qual è e come dev' essere il rapporto tra uomo e luce. Il colore segna la vita dell'uomo e ne determina l'umore e il benessere; l'obiettivo dunque, era quello di creare una luce che ricordasse un luogo o un momento felice in modo tale che avesse influenze positive sull' essere umano e sul suo benessere psicofisico.

**19. A.L.S.O.:** è un nuovo concetto di comfort e relax ottenuto determinando e modificando le caratteristiche dell'ambiente intorno. Nasce dall' integrazione di Metamorfosi con i tre elementi di aria, luce e suono coinvolgendo in modo esponenziale la multisensorialità dell'utente.

**20. EMPATIA:** associa la tecnologia LED ultraperformante alla tradizione dei soffiatori di vetro veneziani: è composta da un paralume creato a mano per riflettere luce in modo ottimale da ogni angolo, nella parte superiore è opaco mentre nella parte sottostante è trasparente come se fosse una nuvola che si dissolve; elimina il superfluo e mette in risalto l'essenziale ovvero la luce.

**21. SOFT ARCHITECTURE BY FLOS:** nuova filosofia per vivere poeticamente la fusione tra materia e energia. È il risultato di una ricerca riguardo l'uso eco-friendly dei materiali (certificazione cradleto cradle che definisce materiale non nocivo alla salute, materiale riutilizzabile, uso di energia rinnovabile, uso controllato della risorsa acqua, responsabilità sociale). Caratteristiche: flessibilità (soluzioni personalizzate); materiale eco-compatibili; tante combinazioni; facile montaggio; sorgenti luminose eco-friendly (led, catodo freddo) integrazione tra luce e architettura.

**22. SORGENTI INTEGRABILI NEL SISTEMA COVE LIGHTING IN:** illuminazione che va ad inserirsi in spazi ristretti come cornici, marcadiano, moganature. Solitamente si utilizzano barre fluorescenti o strisce LED a catodo freddo.

**23. TEARDROP (design studio Calvi Brambilla)**

**24. ILLUMINAZIONE DIRETTA, INDIRETTA E DIFFUSA:** classificazione delle sorgenti a seconda del flusso luminoso

- **diretta:** flusso orientato verso il basso è maggiore o uguale al 90% del flusso totale.

Attenzione focalizzata sul pavimento

- **indiretta:** flusso verso l'alto maggiore o uguale al 90% del flusso totale. Luce diretta al soffitto e indirettamente illumina la superficie orizzontale del pavimento e le superfici verticali delle pareti. Meno efficiente della diretta dipende dal coefficiente di riflessione del soffitto ==> soffitto come fonte di illuminazione

- **diffusa:** flusso verso alto o basso con valori compresi tra 40%-60% del flusso totale

**25. DIAGRAMMA CONICO (cono di illuminamento n.67 P1):** L'illuminamento conico è usato per illustrare il modello solido luminoso di apparecchi d'illuminazione ad emissione simmetrica. Fornisce informazioni sui Lux a distanze assegnate dall'apparecchio e in base all'ampiezza dell'area illuminata.

**26. JOHN FLYNN LUCE CHE MODIFICA PERCEZIONE SPAZIO:** distribuzione uniforme/non uniforme, alti/bassi livelli di illuminazione, illuminazione dall'alto/periferica modificano la percezione di uno spazio.

- luce diretta sul tavolo, alto contrasto, illuminazione scarsa sui volti: piacevolezza:

neutrale; chiarezza: impressione tranquilla; spaziosità: forte pressione di confinamento.

- luce bassa sulle pareti, bassa intensità: piacevolezza: neutrale/positivo; chiarezza:

neutrale; spaziosità: aumenta impressione di spazio e altezza

- luce indiretta dall'alto, luce diretta sul tavolo: piacevolezza: molto negativa; chiarezza:

alta, spaziosità: elevata

- luce indiretta dall'alto, luce sulle pareti: piacevolezza: alta; chiarezza: alta;

spaziosità: alta.

**27. AMBITI APPLICATIVI PROGETTO ILLUMINAZIONE INTERNI:** • aree lavoro (uffici, scuole, aree industriali, aree ospedaliere)

- aree per la fruizione (luoghi per benessere, ospitalità, aree espositive, sale teatrali, luoghi di culto)
- aree residenziali
- aree vendita (retail, supermercati)

**28. AREE VENDITE, TIPOLOGIA CLIENTE E LORO NECESSITA':**

- punti vendita spazi espositivi ridotti (self-service shop): luce funzionale di attività di vendita, illuminazione d'accento con funzione di comunicazione.
- punti vendita inseriti in centri commerciali (corner shop): immagine complessiva, visibile a distanza
- showroom con funzione espositiva (flagship store): suscitare interesse, curiosità con la luce, gestione luce accattivante a partire dalle vetrine
- Pup up store e temporary store
- Retail: esperienza visiva luce per osservare e vedere; esperienza di viaggio: luce per orientarsi, guidare attenzione)

**29. VETRINE:** richiede illuminazione a fasci di luce verticali o inclinati; apparecchi flessibili per esigenze espositive (binari elettrificati). Vi sono vetrine chiuse e dinamiche. Le tecniche per l'illuminazione sono:

- Base Light: luce diffusa, uniforme, crea volume compatto, emissione estesa
- Key Light: luce d'accento e rilievo, fasci orientati, crea zone ad alta luminosità e zone di ombra marcate.
- Fill Light: luce di riempimento e bilanciamento e mira a minori contrasti e ombre.
- Up Light: luce dal basso svolge funzione di Key e Fill Light, ombre particolari per scenari insoliti
- Back Light: luce di controcampo, stacca l'oggetto dal fondo, illuminazione dei contorni dell'oggetto.

**30. OBIETTIVI, REQUISITI ILLUMINAZIONE SCAFFALI:**

- flessibilità
  - rispettare requisiti illuminotecnici: controllo radiazioni UV e IR
- controllo dei contrasti (cromatico-saturazione oggetto illuminato uguale al vero, luminanza per focalizzare attenzione su dettagli)

**31. ILLUMINAZIONE RADENTE (grazing light):** rimarca ed esalta le superfici come quelle ricoperte da tessiture o muri in pietra. Può essere montata all'altezza del soffitto e illumina il muro con un angolo ristretto (lame di luce).

**32. WALLWASHING:** illuminazione uniforme di pareti perimetrali, aumenta la percezione di luminosità dello spazio. Nasconde le imperfezioni e trasforma il muro come fosse uno sfondo bianco. Montata su parete o per aumentare l'angolo di emissione a max 1 metro.

**33. ILLUMINAZIONE D'ACCENTO:** Rimarca oggetti o elementi architettonici con cono di luce a fascio stretto (spot) distingue ciò che è importante da ciò che non lo è (gerarchia di visione). Combinazione wallwashing e illuminazione d'accento creano effetti di luce bilanciati nello spazio.

**34. ILLUMINAZIONE OPERE D'ARTE:** obiettivi principali:

- fruizione e valorizzazione dell'opera
- protezione dalle radiazioni causa degrado
- limitazione abbagliamento (comfort visivo).

**35. NORME PRINCIPALI OPERE D'ARTE:**

- CIE 157:2004 Control Of Damage To Museum Object by Optical Radiation
- UNI CEN-ISO 16163:2014: conservazione dei beni culturali (linee guida e procedure per scegliere illuminazione adatta a esposizioni in ambienti interni).

**36. DA COSA DIPENDE IL DEGRADO DEI MATERIALI:**

- composizione chimica dei materiali
- caratteristiche della luce che irradia l'opera (UV, IR)
- livelli di illuminamento
- durata della esposizione alla luce

**37. EFFETTI NEGATIVI LUCE SULLE OPERE D'ARTE:** la luce e le radiazioni vicine allo spettro UV e IR possono danneggiare tramite 3 fenomeni principali:

- effetto fotochimico luce assorbita altera e deteriora il materiale e il colore
- effetto radiante termico radiazione assorbita dal materiale causa aumento della temperatura che causa essiccazione materiali, continuo stress termico (on off luce)
- effetto biologico: crescita microrganismi fototropismi favorito da alcune lunghezze d'onda.

**38. BLUE WOOL STANDARD (BWS):** misura la resistenza alla luce di un materiale. E' definito tramite 8 campioni di lana blu certificate per scolori in funzione dell'esposizione alla luce. Campioni numerati da 0 (povera resistenza) 8 (rimane inalterato).

**39. CLASSIFICA SENSIBILITA' MATERIALI RISPETTO LUCE:**

- nessuna sensibilità: l'oggetto esposto è composto da soli materiali non sensibili es. metalli, pietre, vetri, ceramiche, smalti e minerali
- bassa sensibilità: l'oggetto esposto include materiali leggermente sensibili alla luce es. dipinti olio/tempera, affreschi, cuoio, legno non dipinto, corno, ossa, alcune mat. plastiche
- media sensibilità: l'oggetto include materiali instabili moderatamente sensibili alla luce. es. tessuti, acquerelli, pastelli, stampe e disegni, manoscritti, dipinti tempera acquosta, campioni storia naturale (campioni botanici, pellicce ecc)
- alta sensibilità: l'oggetto include materiali altamente sensibili alla luce. es. seta, coloranti fugaci, arte grafica e fotografica.

**40. ESPOSIZIONE LUMINOSA:** definita in lux per ora all'anno. es. se un opera d'arte ha un limite max di 20000lx x h significa che a 50 lx potrà essere illuminata per max 400h ecc. La norma CIE 157:2004 definisce per categoria di sensibilità un limite massimo di esposizione alla luce.

**41. LED POSSONO ANDARE BENE PER OPERE D'ARTE? Sì.**

- Aspetti positivi: assenza infrarossi e UV, aumento durata di vita degli apparecchi, riduzione consumo energetico, buona resa cromatica, efficienza maggiore rispetto apparecchi tradizionali, minori costi installazione e manutenzione. Per le opere d'arte il miglior LED è bianco caldo perchè permette di avere una resa del colore maggiore ed è meno dannoso dunque preserva l'opera. Per ottenere una maggiore Ra è necessario usare più tipi di fosforo contemporaneamente. L'ideale sarebbe la resa del corpo nero.

**42. SCELTA DELLA CCT NELL'ILLUMINAZIONE OPERE D'ARTE:** viene scelta in base alla prevalenza di determinate tonalità di colore nell'opera:

- opere con totalità calde (giallo, arancione, rosso): 2500-3300K
- opere con tonalità fredde (verde blu viola): 5300-6000K
- opere senza tonalità prevalenti: 3400-5300K

**43. REQUISITI ILLUMINAZIONE OPERE 2D:** per opere su superfici piane è richiesta una buona uniformità di illuminamento  $E_{vmin}/E_{vmedio} > 0,75$   $E_{vmax}/E_{vmin} < 2,5$ . Per superfici

compresso tra buon apprezzamento

visivo e buona conservazione dell'opera

caratterizzate da una parte di riflessione speculare l'osservatore non deve MAI vedere il

riflesso della sorgente sull'opera (macchina luminosa).

**44. REQUISITI ILLUMINAZIONE OPERE 3D:** per questo tipo di opere vale la regola opposta: richiesta disuniformità dell'illuminamento per far risaltare la forma dell'oggetto. L'illuminazione di un oggetto 3D deve consentire l'apprezzamento della sua forma tramite una luce UNIDIREZIONALE. La direzione dipende dall'orientamento delle superfici che caratterizzano l'opera:

- se l'opera è davanti o sotto gli occhi dell'osservatore la luce deve provenire dall'alto
- se l'opera è sopra agli occhi dell'osservatore la luce deve provenire dal basso

**45. CARATTERISTICA ZUBOTEL ARCOS 3 LED:** ideale per illuminazione d'accento nei musei, esposizione. Ra 90. Illuminamento e temperatura di colore regolabile (2700-6500K). Non degrado. Luce omogenea. Precisione assoluta data dalle lenti sagomatrici.

**46. EFFETTI LUCE SU FISILOGIA CORPO UMANO:**

—impatto diretto sulle attività della corteccia cerebrale, temperatura corporea e frequenza cardiaca

—regola la produzione dell'ormone melatonina

—influenza ritmo circadiani

—effetto sul livello di vigilanza soggettivo

—influisce su una depressione stagionale

—migliora quantità qualità del sonno

**47. LA MELATONINA NEL CORPO:** prodotto dalla ghiandola pineale permette di evidenziare lo stato dell'orologio biologico interno. La sua presenza favorisce relax e sonno l'assenza stato vigile e attività fisiche e intellettuali.

**48. CICLO CIRCADIANO:** è il ciclo che determina la durata delle funzioni biologiche come sonno e alimentazione ed è fondamentale per il benessere. Nell'essere umano dura 24h. E' controllato dalla melanopsina. Al variare della luce vi sono variazioni di cortisolo, melatonina e temperatura corporea. La scorretta esposizione alla luce artificiale causa sfasature del ciclo circadiani (sindrome del gufo e dell'allodola) insieme al Jet Lag.

**49. CARATTERISTICHE LUCE INFLUENZANO CICLO CIRCADIANO:**

— quantità luce — momento dello stimolo luminoso

— direzione luce — variazione stimolo luminoso

— durata nel tempo dello stimolo luminoso — distribuzione spettrale

**50. FOTOMETRIA CIRCADIANA:** si valuta l'effetto della luce sulla soppressione della melatonina. Ogni grandezza circadiani  $X_c$  si ottiene dal corrispondere fotometrica  $X_v$  tramite una curva di sensibilità circadiani  $c(\lambda)$

**51. IGUZZINI SIVRA:** È un sistema equipaggiato da 22 fluorescenti lineari T5

- principio fondamentale: dinamismo dell'illuminazione.
- Caratteristiche: controllo elettronico dell'alimentazione è programmabile per ottenere effetti di dinamicità (telecomando); sensore di movimento, luce ambientale; interfaccia utente; centraline di controllo e apparecchi.

**52. DYNAMIC LIGHTING PHILIPS:** influenza della luce sul corpo umano in relazione ai livelli di cortisolo e melatonina nelle diverse ore del giorno e della notte.

- caratteristiche: stimolazione attenzione personalificabile; variazione dell'illuminamento e temperatura nelle ore lavorative e in funzione all'età; relazione tra attività e condizioni di luminosità:
- comunicazione: colore freddo illuminamento medio
- concentrazione: colore freddo illuminamento alto sull'area di lavoro
- relax: luce calda illuminamento medio-basso.

**53. VANTAGGI APPARECCHIO CON OTTICA MICROPRISMATICA:** controllo abbagliamento tramite micro-prismi MLO che costituiscono la superficie diffondente degli apparecchi. Tipico dell'apparecchio Savio by Philips.

**54. OBIETTIVO CORRETTA ILLUMINAZIONE CIRCADIANA:** corretta valutazione parametri di quantità, spettro, distribuzione, durata e tempo del ciclo notte-giorno. Difficoltà: difficile da definire per la natura eterogenea dell'essere umano e la possibilità di svolgere lavori atipici che richiedono attività notturno ripetitive/saltuarie.

**55. CARATTERISTICHE SORGENTI FLUORESCENTI CATODO FREDDO:** a catodo freddo non ci sono filamenti. Caratteristiche:

Controllo analogico o digitale

- Applicazione per interni: silenziosità regolazione di luce fine no effetto stroboscopico
- Applicazione per esterni: silenziosità, regolazione di luce fine, no effetto stroboscopico
- Utilizzo del sistema sia interno sia per esterno in qualsiasi condizione ambientale
- Risparmio energetico
- Durata
- Tricromia, Quadricromia,
- possibilità creare effetti scenografici di luce continua
- L'apparecchio è la sorgente di luce medesima

**56. DIFFERENZA CATODO CALDO CATODO FREDDO:** la corrente passa tra i due catodi perché

viene "sparata" dagli elettroni tramite una scarica elettrica con alimentatore più potente.

Contro: la scarica consuma il catodo => per evitare ciò hanno fatto in modo che la materia viene riassorbita dal catodo stesso.

- catodo caldo: parte centrale calda come temperatura corporea, caldo agli estremi
- catodo freddo: tutto freddo.

**57. STORICAMENTE SETTORE DI UTILIZZO CATODO FREDDO:** Le lampade a "catodi freddi",

quelli che fino a poco tempo fa erano destinati al solo ambito decorativo nelle insegne colorate dei locali.

**58. CARATTERISTICHE CUSTOMIZZABILI SORGENTI A CATODO FREDDO:** colore, forma, dimensioni.

- Diametro: da 6 a 38 mm
- Lunghezza da 5 cm. a 300 cm.
- Forma 2D e 3D (custom)

**59. PROGRAMMA LITECALC LITESTAR 4D:**

1. Potente programma di gestione e calcolo per apparecchi di illuminazione e lampade
2. Interfaccia user-friendly
3. Aggiornato alle ultime normative
3. Calcolo e rendering con il rivoluzionario metodo del Photon Mapping
4. Programma con database aperto = massima flessibilità
5. WebCatalog per aggiornare i dati dei prodotti via Internet (Drag&Drop)
8. Gestione avanzata delle fotometrie - formati (IES, Eulumdat, Cibse, OXL...)
9. Primo programma a usare file fotometrici in tecnologia su base XML (file OXL)
10. 23 lingue
11. Utilizzato da migliaia di professionisti in tutto il mondo
12. Potente strumento di marketing

**60. CARATTERISTICHE E VANTAGGI INTERSCAMBIO OXL:** OXL è il nuovo formato di file di interscambio basato sulla tecnologia XML (\*) e utilizzato da LITESTAR 4D per la gestione dei dati e delle fotometrie degli apparecchi, il primo al mondo di questo tipo:

- evoluzione dei formati standard LDT e IES
- integra fotometria, 3D, informazioni
- del prodotto, immagini, documenti ...
- estremamente flessibile