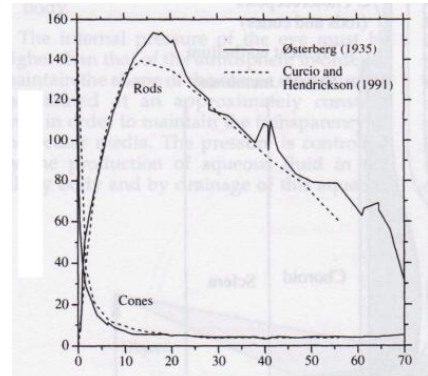


1) Per il grafico a lato relativo alla distribuzione spaziale dei fotorecettori nella retina, indicare:

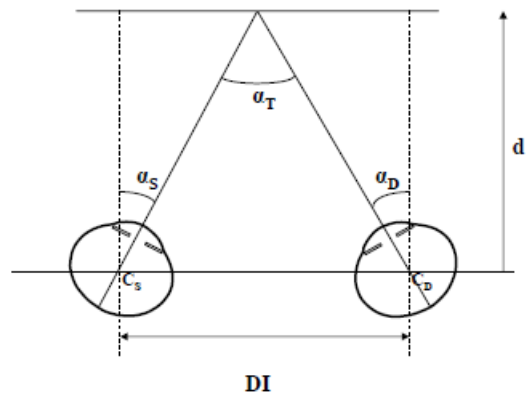
- Quale grandezza fisica è rappresentata sull'asse delle ascisse: _____
- Quale grandezza fisica è rappresentata sull'asse delle ordinate: _____
- Quale è la possibile unità di misura adoperata per l'asse delle ascisse: _____
- Quale è la possibile unità di misura adoperata per l'asse delle ordinate: _____



2) In motilità oculare, i movimenti di **versione** possono essere così descritti:

3) In motilità oculare, i movimenti di **vergenza** possono essere così descritti:

4) Calcolare l'angolo di convergenza α_T in gradi indicato nella figura a fianco, per una distanza interpupillare $DI = 60$ mm, nella fissazione di un oggetto posto a distanza $d = 0.45$ m lungo la linea mediana degli occhi.



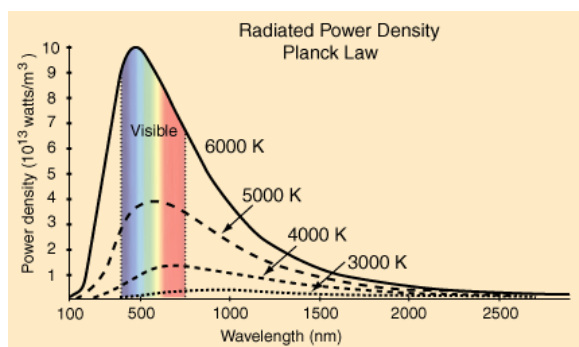
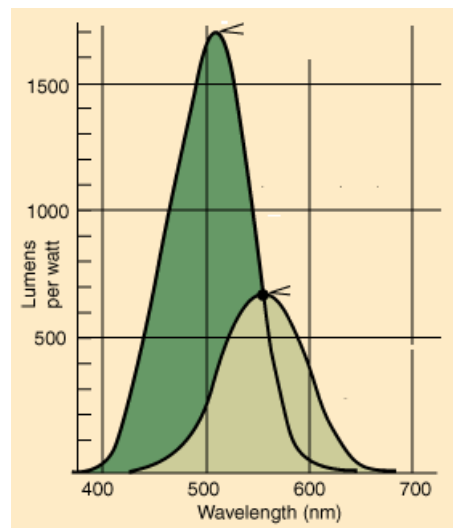
DI

5) Dare una descrizione dei movimenti saccadici dell'occhio, indicandone la natura e le principali caratteristiche. _____

6) Nelle curve di efficacia luminosa spettrale della figura a lato, indicare i valori delle lunghezze d'onda λ di picco (in nanometri) per la visione fotopica e per quella scotopica (λ picco fotopica = _____, λ picco scotopica = _____)

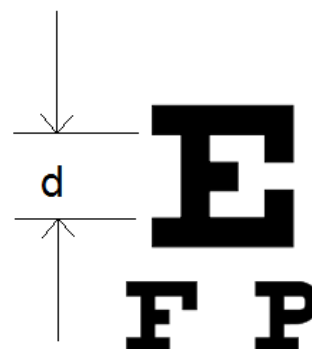
7) La figura sottostante indica la densità di potenza spettrale $S(\lambda)$ espressa dalla legge di Planck di corpo nero, a varie temperature assolute T . Scrivere l'espressione delle funzione $S(\lambda)$, in cui compaiono la costante di Boltzmann, la velocità della luce, la costante di Planck:

$S(\lambda) =$ _____



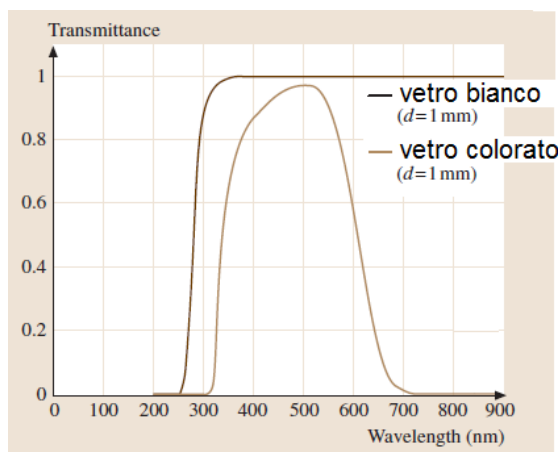
8) La figura a fianco mostra alcune lettere di una tabella per la misura dell'acuità visiva secondo Snellen. Se la tabella viene posta ad una distanza dall'osservatore pari a 5 m, quanto vale la distanza d (in mm) indicata?

$d =$ _____



9) Le curve spettrali della trasmittanza di una lastra di vetro bianco oppure colorata, di spessore 1 mm, sono mostrate nel grafico in basso. Di che colore può essere il vetro colorato?

☐ Rosso ☐ Verde ☐ Giallo ☐ Blu

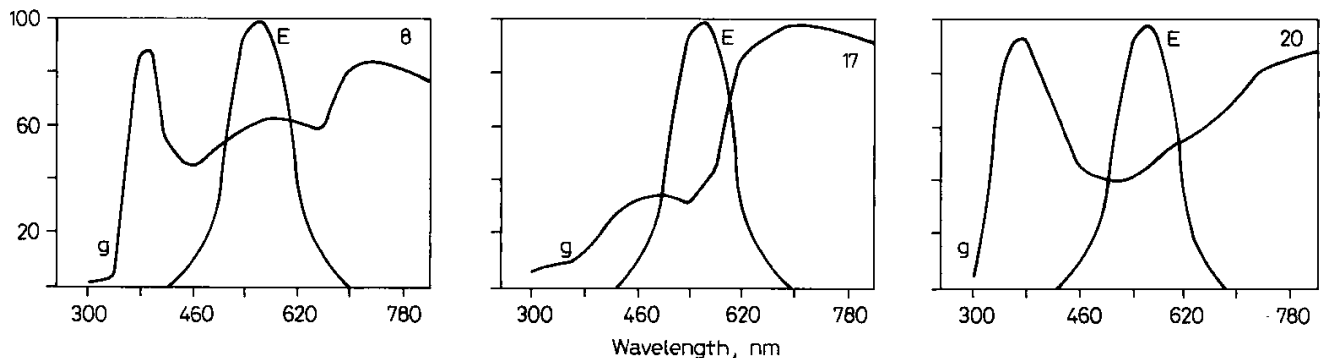


10) Ciascuna delle figure sottostanti mostra lo spettro di trasmissione (trasmissione ottica in funzione della lunghezza d'onda della luce) di una lente da sole (identificate come lente n. 8, n. 17 e n. 20, rispettivamente). La curva indicata con E rappresenta la curva di sensibilità spettrale relativa per la visione fotopica.

Quale delle tre lenti è la più chiara (8, 17 oppure 20)?.....

Quale delle tre lenti è la più scura (8, 17 oppure 20)?.....

Quale delle tre lenti offre minore protezione alla luce ultravioletta (8, 17 oppure 20)?.....



11) Nella diffusione Rayleigh da parte delle molecole dell'aria, l'intensità della radiazione ottica diffusa dipende:

- ☐ solo dall'inverso della quarta potenza della lunghezza d'onda λ della luce
- ☐ solo dalla lunghezza d'onda λ e dall'angolo α in figura
- ☐ da λ , da α e dalla distanza tra tali centri di diffusione e l'osservatore
- ☐ solo dalle dimensioni delle molecole, valutate rispetto a λ

12) La percentuale R di luce rossa riflessa da una superficie liscia di vetro BK-7 immersa in aria, per incidenza normale, espressa dalla formula di Fresnel $R = (n_{\text{vetro}} - n_{\text{aria}})^2 / (n_{\text{vetro}} + n_{\text{aria}})^2$, vale numericamente all'incirca.....% (vedasi anche la figura sottostante).

13) La figura a lato mostra l'indice di rifrazione, n, di un vetro ottico (denominato BK-7) (sull'asse delle ordinate) in funzione della lunghezza d'onda λ .

Indicare il significato del simbolo n_D

.....

Dal grafico, si può dedurre che:

Il vetro BK-7 presenta dispersione ottica? SI/NO

Il vetro BK-7 è ad alta dispersione? SI/NO

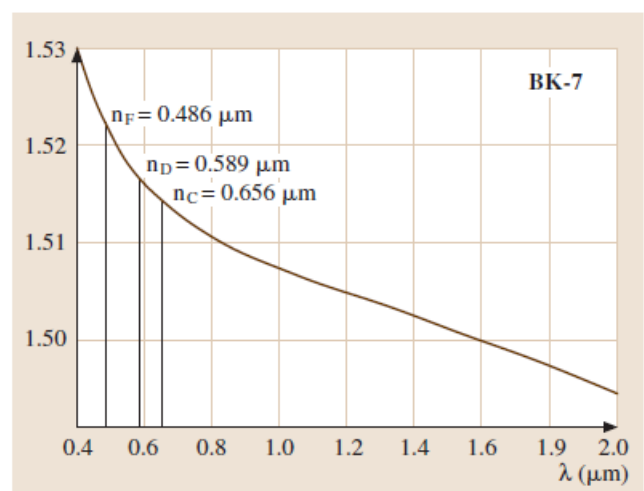
Il vetro BK-7 è ad alta diffrazione? SI/NO

Il vetro BK-7 è ad alta diffusione? SI/NO

Il vetro BK-7 è più trasparente a 486 nm che a 656 nm? SI/NO

Il vetro BK-7 è leggermente più riflettente a 486 nm che a 656 nm? SI/NO

Il vetro BK-7 ha una riflettanza normale R del 4.1% a 486 nm? SI/NO

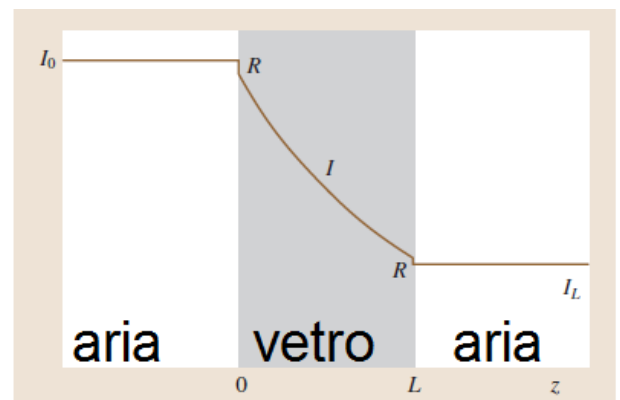


14) Definire il fenomeno di riflessione speculare da una superficie _____

15) Definire il fenomeno di riflessione diffusa da una superficie _____

16) Se $T = I/I_0$ è la trasmittanza di un dato vetro ottico, la sua densità ottica è $OD = -\text{Log}_{10}(T)$. Quanto vale la trasmittanza T (in percentuale) di un filtro neutro di densità $OD = 5$ utilizzato per la visione ad occhio nudo delle eclissi solari? $T = \dots\dots\dots\%$

La figura a lato rappresenta schematicamente la variazione dell'intensità luminosa I , da quella incidente I_0 a quella uscente I_L , nell'attraversamento di una lastra piana di vetro BK-7 di spessore L , da parte di un fascio di luce collimato che si propaghi lungo la direzione z normale alla superficie della lastra. Scrivere l'espressione della legge di attenuazione ottica secondo Lambert-Beer:



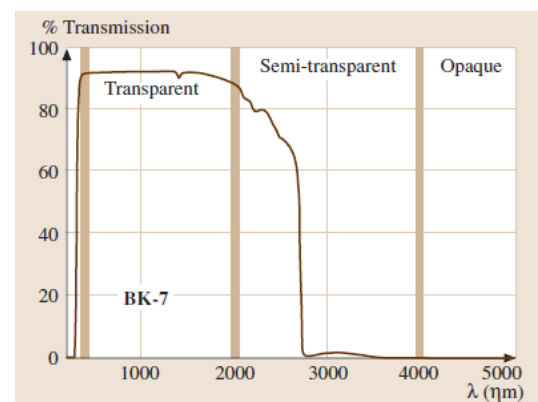
$I_L = \dots\dots\dots$

A cosa è dovuto il salto di intensità alle superfici di separazione aria-vetro e vetro-aria? _____

17) La figura a lato rappresenta lo spettro UV-IR della trasmissione percentuale T di una lastra di vetro BK-7 spessa 10 mm. Quanto vale la sua trasmittanza percentuale T alla lunghezza d'onda $\lambda = 0.5$ micrometri? E a 3 micrometri?

$T_{0.5} = \dots\dots\dots\%$

$T_{3.0} = \dots\dots\dots\%$



18) Secondo la legge di attenuazione di Lambert-Beer, si ha $\ln(I_L/I_0) = -\alpha L$, dove $\alpha(\lambda)$ è il coefficiente di assorbimento del materiale di spessore L , alla lunghezza d'onda λ . $\alpha(\lambda)$ è dato dalla formula seguente: $\alpha(\lambda) = -(1/L) \cdot \ln\{[(T/100)/[1-(R/100)^2]]\}$ dove $T(\lambda)$ è la trasmittanza percentuale e R è la riflettanza percentuale della lastra, data dalla formula di Fresnel per incidenza normale ($\ln$ indica il logaritmo naturale). Calcolare quanto vale il coefficiente di assorbimento α per $L = 1$ cm per il vetro BK-7, per luce di lunghezza d'onda 500 nm incidente normalmente alla superficie della lastra. $\alpha(500 \text{ nm}) = \dots\dots\dots$

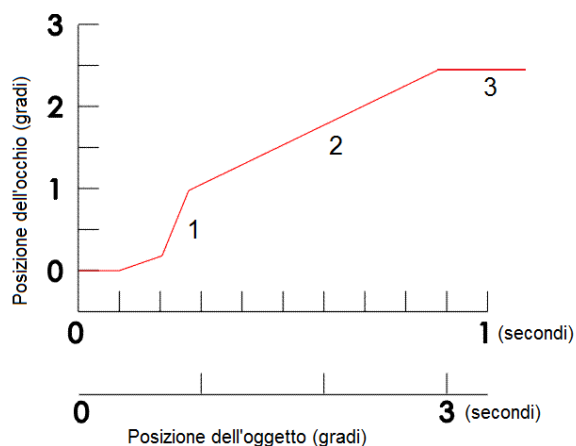
19) Il grafico seguente è ottenuto registrando, con un sistema di *eye tracking*, la posizione angolare dell'occhio di un individuo che fissa un oggetto che si sposta nel campo di vista. Le fasi di movimento oculare indicate con 1-2-3 corrispondono a movimenti di:

1 – fissazione 2 – saccade 3 – inseguimento lento

1 – fissazione 2 – inseguimento lento 3 – saccade

1 – saccade 2 – inseguimento lento 3 – fissazione

1 – inseguimento lento 2 – saccade 3 – fissazione



20) Si esamini lo schema grafico sottostante. Si può dedurre che tra il livello di luminanza di una scena illuminata dalla sola luce delle stelle e quello sotto l'illuminazione solare diretta esiste un rapporto di circa

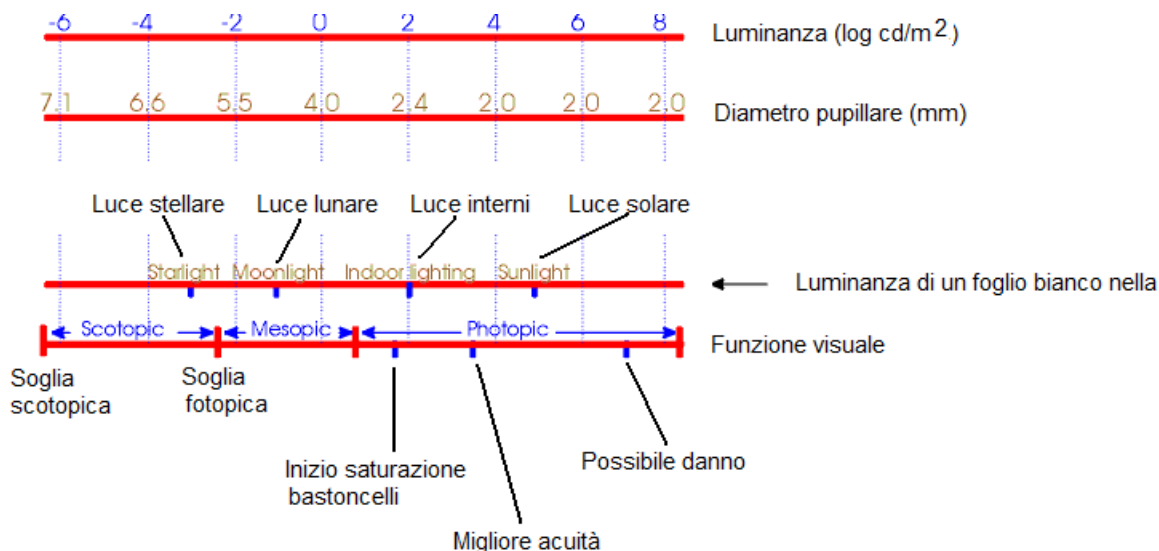
☐ 1:1000000

☐ 1:1000

☐ 1:3

☐ 1:100000000

☐ 1:0,00000001

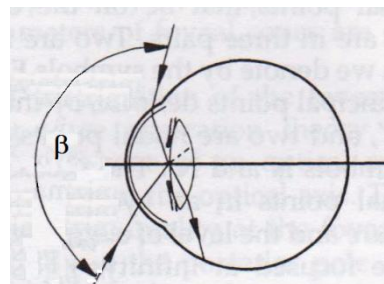


21) Dire che l'acuità visiva di un individuo è 10/10 vuol dire che _____

22) Dire che l'acuità visiva di un individuo è 5/10 vuol dire che _____

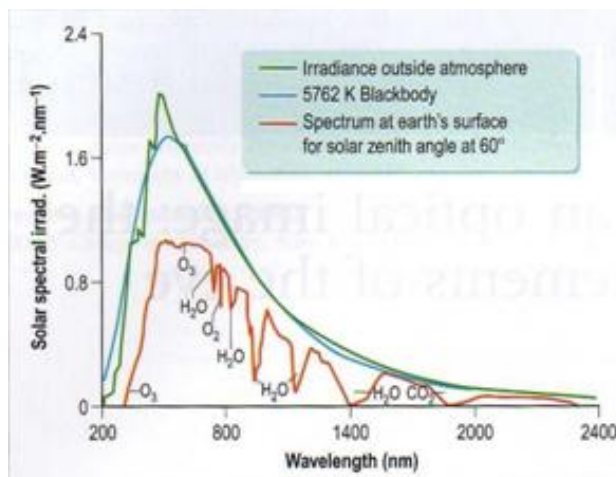
- 23) Nella figura a lato, riferita allo schema di un occhio umano, quanto vale approssimativamente l'angolo β che indica l'apertura del campo visivo?

☐ 60 gradi ☐ 90 gradi ☐ 165 gradi ☐ 105 gradi

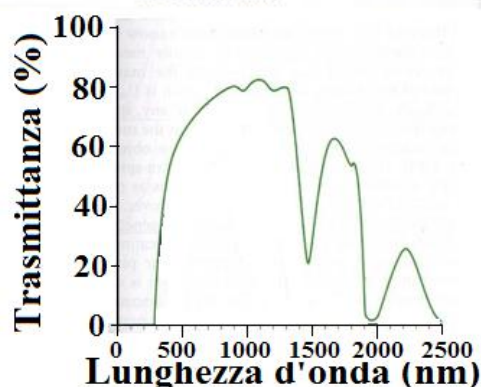


- 24) La figura a lato mostra lo spettro dell'irradiazione solare. Indicare sul grafico, con linee verticali:

- La posizione del picco di irradianza al di fuori dell'atmosfera
- La posizione della banda di assorbimento del vapore acqueo atmosferico nel visibile
- La lunghezza d'onda corrispondente a 2.2 micrometri

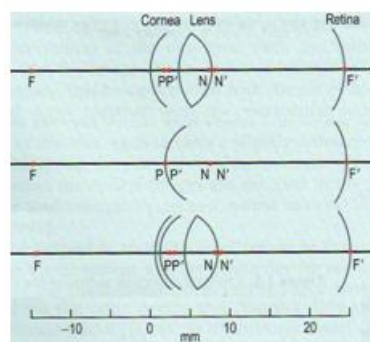


- 25) La figura a lato rappresenta la distribuzione spettrale della trasmittanza (rapporto tra intensità luminosa trasmessa ed intensità incidente), in percento, della cornea. Quale delle seguenti affermazioni è vera?
- La cornea è totalmente trasparente alle lunghezze d'onda dello spettro visibile
 - Il materiale corneale ha un picco di trasmissione alla lunghezza d'onda di circa 1.5 micrometri
 - Al di sotto di 300 nm la cornea è praticamente del tutto trasparente
 - La trasmittanza della cornea diminuisce andando dal visibile all'ultravioletto



- 26) Nella figura a lato,, P e P' indicano i punti principali dell'occhio, N e N' i punti nodali e F, F' i punti focali, secondo le seguenti definizioni:

- a) I punti principali sono _____



- b) I punti nodali sono _____

- c) I punti focali sono _____