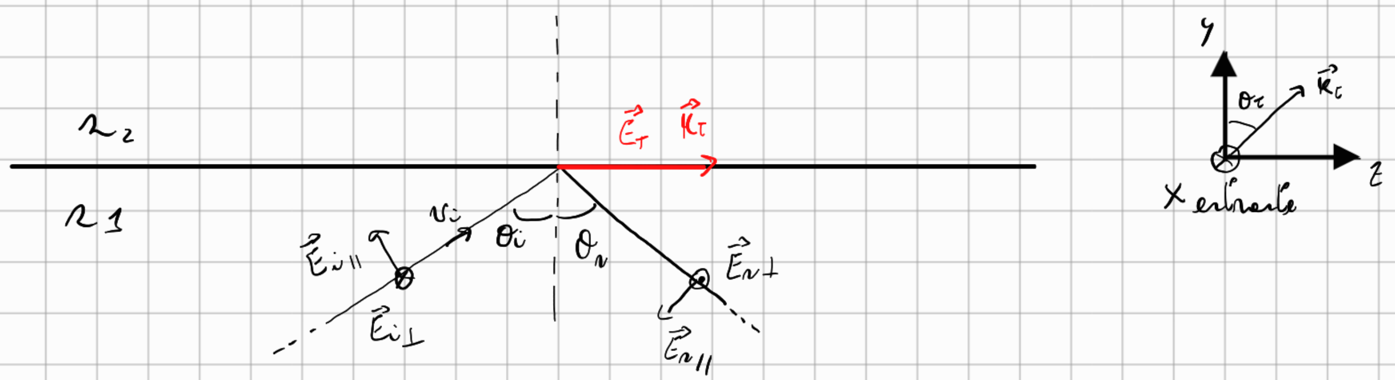
N.B. Faremo solo due esperienze di Laboratorio

1) Calibrazione;

2) Una delle tre assegnate a inizio corso
Si dividono i 28 gruppi di lab in 3 decine circa
e ogni decina fa un'esperienza delle tre.

Onda evanescente

Si ha un'onda evanescente nel caso di riflessione totale. Considerariamo di avere due mezzi di indici di rifrazione n_1 ed n_2, con $n_1 > n_2$



Sappiamo che $\theta_i > \theta_r$ e che

$$E_{T,\perp} = \tau_\perp E_{i,\perp} e^{j(\omega t - \vec{K}\cdot\vec{r})}$$

$$= \tau_\perp E_{i\perp} e^{j(\omega t - K_t \cos\theta_t y - K_t \sin\theta_t y)}$$

Per la legge di Snell sappiamo che

$$\frac{\sin\theta_i}{\sin\theta_t} = \frac{n_2}{n_1}$$

e di conseguenza

$$\sin\theta_t = \frac{n_1}{n_2}\sin\theta_i > \frac{n_1}{n_2}\sin\theta_\ell = \frac{\cancel{n_1}}{\cancel{n_2}}\frac{\cancel{n_2}}{\cancel{n_1}} = 1$$

Quindi θ_t è un angolo complesso e di conseguenza possiamo porre

$$\cos\theta_t = \sqrt{1-\sin^2\theta_t} = -jA_t$$

Si prende solo il risultato negativo per evitare soluzioni convergenti

con

$$A_t \stackrel{\wedge}{=} \sqrt{\sin^2\theta_t - 1}$$

Questo ci consente di scrivere

$$E_{t,\perp} = \Gamma_\perp E_{i,\perp}\, e^{j(\omega t + k_t A_t y j - k_t \sin\theta_t z)}$$

$$= \Gamma_\perp E_{i,\perp}\, e^{-k_t A_t y}\, e^{j(\omega t - k_t \sin\theta_t z)}$$

Sappiamo che

$$k_t = \frac{2\pi}{\lambda_t}$$

con $\lambda_t = \frac{\lambda_0}{n_t}$ e quindi

$$\alpha_t = k_t A_t = \frac{2\pi}{\lambda_t}\sqrt{\sin^2\theta_t - 1}$$

e invece per $\sin\theta_t$ possiamo fare le seguenti considerazioni

$$K_t \sin\theta_t = \frac{2\pi}{\lambda_0} n_2 \sin\theta_t = \frac{2\pi}{\lambda_0} n_1 \sin\theta_i = K_i \sin\theta_i$$

Quindi l'onda evanescente si propaga con le stesse caratteristiche dell'onda incidente.
Notiamo ora che $[\alpha_t] = [\ell]^{-1}$, di conseguenza ci è possibile valutare

$$\delta = \frac{\lambda_t}{2\pi} \left[\sqrt{\sin^2\theta_t - 1}\right]^{-1}$$

$$= \frac{\lambda_0}{2\pi n_2} \left[\sqrt{\sin^2\theta_t - 1}\right]^{-1}$$

LUNGHEZZA CARATTERISTICA DI DISPERSIONE

Riflettanza e trasmittanza

$$R_\perp = |r_\perp|^2 \qquad R_{\parallel} = |r_{\parallel}|^2$$

$$T_\perp = \frac{n_2}{n_1} |t_\perp|^2 \qquad T_{\parallel} = \frac{n_2}{n_1} |t_{\parallel}|^2$$

Questi fattori stanno ad indicare il fatto che la dimensione del raggio trasmesso è minore di quella del raggio incidente → Si parla di dimensione trasversale.

Definiamo riflettanza e trasmittanza

$$R = \left(\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2}\right)^2$$

$$T = \frac{4 n_1 n_2}{n_1 + n_2}$$

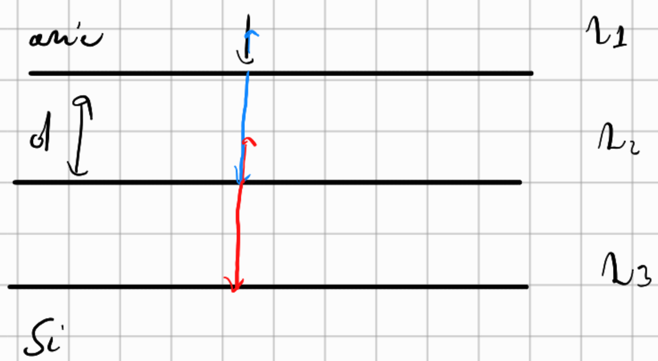
ESEMPIO: ARIA - SILICIA

$n_A = 1$ $\quad n_S = 3{,}5$

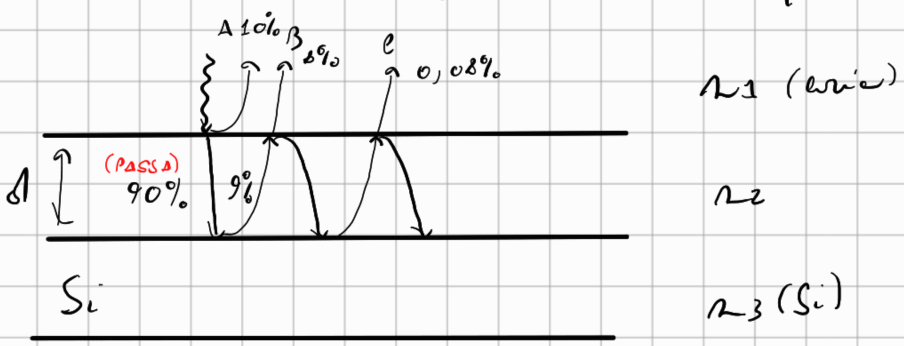
Avremo quindi

$$R = \left(\frac{1 - 3{,}5}{1 + 3{,}5}\right)^2 = 0{,}30 \Rightarrow$$ Perdo il 30% all'interfaccia solo per la parte di raggio riflessa.

Supponiamo che a separare il silicio dall'aria ci sia un altro mezzo, quindi avremo due interfacce



Più accuratamente avremo un fenomeno di questo tipo



Avremo così a che fare con i raggi A e B che interferiscono fra di loro, avendo intensità confrontabili, mentre i raggi da C in poi saranno troppo poco intensi per contribuire alla riflessione.

I raggi A e B accumulano ciascuno un ritardo di π, con la differenza che A viene riflesso subito mentre B deve prima percorrere la distanza fra le due interfacce. Possiamo perciò scrivere il ritardo di fase come

$$\varphi_{AB} = 2 K_2 d = (2m+1)\pi$$

$$\Rightarrow 2d \frac{2\cancel{\pi}}{\lambda_2} = (2m+1)\cancel{\pi}$$

$$\Rightarrow d = \frac{\lambda_2}{4d}(2m+1)$$

- Quindi, applicando un film sottile di un mezzo trasparente fra l'aria e il mio fotodiodo potrò ridurre la percentuale di raggio riflesso.

Inoltre, possiamo trovare n_2 supponendo che sia

$$\left(\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2}\right)^2 \simeq \left(\frac{n_2 - n_3}{n_2 + n_3}\right)^2$$

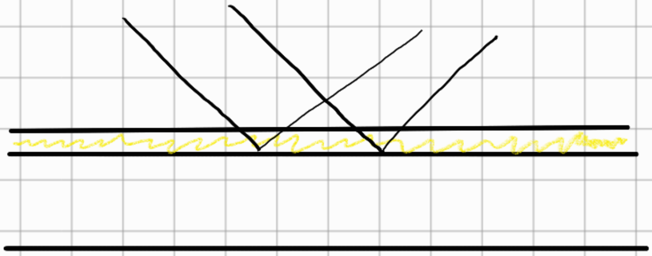
$$\Rightarrow (n_2 + n_3)(\overset{1}{n_1} - n_2) = (n_2 - n_3)(\overset{1}{n_1} + n_2)$$

$$\cancel{n_2} - n_2^2 + n_3 - \cancel{n_3 n_2} = \cancel{n_2} + n_2^2 - n_3 - \cancel{n_2 n_3}$$

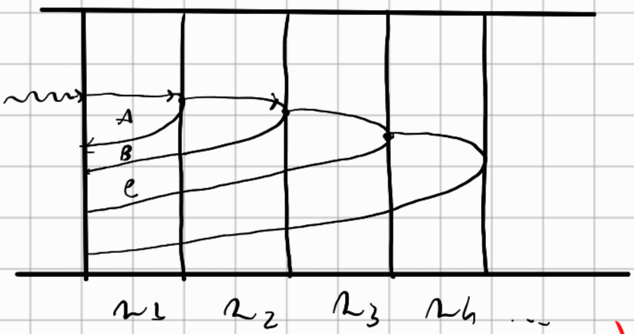
$$\Rightarrow n_2 = \sqrt{n_3} \sim 1,5$$

In genere si usa uno strato sottile di Si_3N_4, nitruro di silicio.

SPECCHIO METALLICO (DAL KASAP)



Quando i tempi di rilascio dell'energia sono abbastanza brevi il metallo non avrà tempo di riscaldarsi completamente e l'aumento di temperatura si avrà solo in superficie. Un po' come accade con la sabbia, che si scalda in superficie e resta fresca sotto.
Uno specchio così realizzato si romperebbe se vi facessimo incidere dei laser molto intensi, poiché si scioglierebbe il film. Per questo motivo, in genere si tende a sfruttare i fenomeni di riflessione e interferenza.



$$\varphi_{AB} = \pi + 2k_2 \frac{\lambda_2}{4}$$

$$= \pi + \frac{\cancel{2}\pi}{\cancel{\lambda_2}} \frac{\cancel{\lambda_2}}{\cancel{4}} = 2\pi$$

Rivestimenti altamente riflettenti

$$\varphi_{BC} = 2k_1 \frac{\lambda_1}{4} - \pi = \pi - \pi = 0$$