

Propriedades Ópticas de Materiais

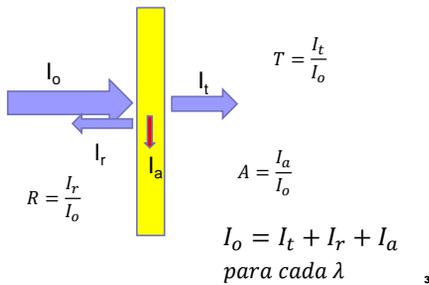
Atividade #1 Medidas de T e R, espectrofotômetro

1

Medidas Espectrofotométricas

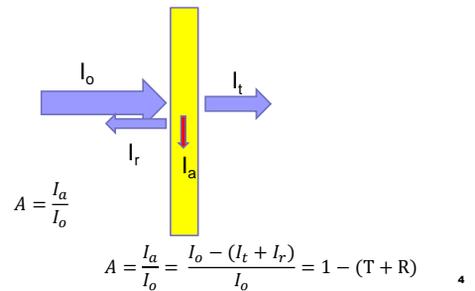
2

Transmitância, Refletância e Absortância de Uma Lâmina Grossa / Incidência Normal



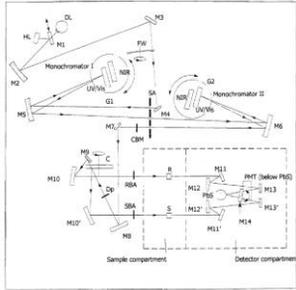
3

Absortância Lâmina Grossa / Incidência Normal



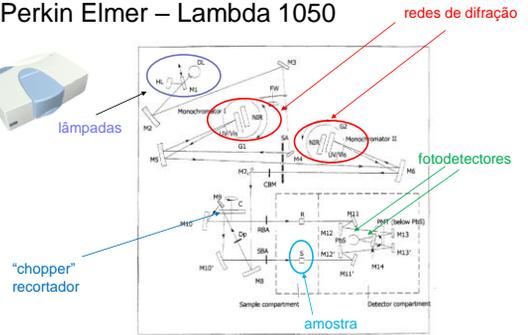
4

Espectrofotômetro – Perkin Elmer – Lambda 1050



5

Espectrofotômetro Perkin Elmer – Lambda 1050



6

Cálculo de Constantes Ópticas

- Como determinar as constantes ópticas ?
 - Expressões teóricas
 - Determinação experimental

7

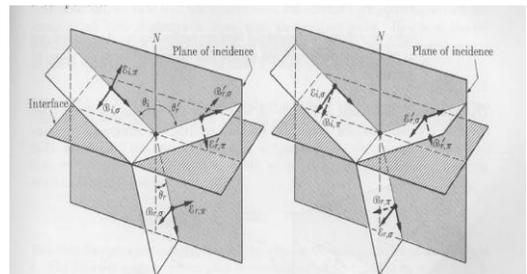


Fig. 20-17. Electric and magnetic fields in the incident, reflected, and refracted waves for polarization parallel to the plane of incidence.

Fig. 20-18. Electric and magnetic fields in the incident, reflected, and refracted waves for polarization perpendicular to the plane of incidence.

Campos incidentes, refletidos e refratados. Polarizações paralela e perpendicular [Ref: Alonso e Finn] 8

Coeficientes de Fresnel

- Relações entre as amplitudes dos campos \vec{E} na interface

$$r_p = \frac{\epsilon_{r,p}}{\epsilon_{i,p}} = \frac{n_1 \cos \theta_t - n_2 \cos \theta_i}{n_1 \cos \theta_t + n_2 \cos \theta_i}$$

$$r_s = \frac{\epsilon_{r,s}}{\epsilon_{i,s}} = \frac{n_1 \cos \theta_i - n_2 \cos \theta_t}{n_1 \cos \theta_i + n_2 \cos \theta_t}$$

9

Coeficientes de Fresnel

- Relações entre as amplitudes dos campos \vec{E} na interface

$$t_p = \frac{\epsilon_{t,p}}{\epsilon_{i,p}} = \frac{2n_1 \cos \theta_i}{n_1 \cos \theta_t + n_2 \cos \theta_i}$$

$$t_s = \frac{\epsilon_{t,s}}{\epsilon_{i,s}} = \frac{2n_1 \cos \theta_i}{n_1 \cos \theta_t + n_2 \cos \theta_t}$$

10

Refletividade & Transmissividade uma interface

$$\rho = \frac{\text{intensidade refletida na interface}}{\text{intensidade incidente na interface}}$$

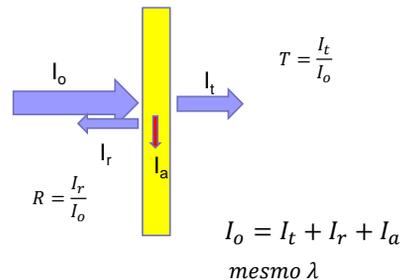
$$\rho = |\tilde{r}|^2 = \tilde{r} \cdot \tilde{r}^*$$

$$\tau = \frac{\text{intensidade transmitida pela interface}}{\text{intensidade incidente na interface}}$$

$$\tau = \frac{n_2}{n_1} |\tilde{t}|^2 = \frac{n_2}{n_1} \tilde{t} \cdot \tilde{t}^*$$

11

Transmitância e Refletância de Uma Lâmina Grossa / Incidência Normal (Reflexões Múltiplas Incoerentes)



12

Incidência normal

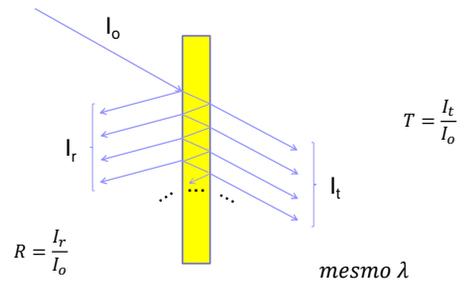
- $\theta_i = \theta_t = 0$
- $\cos(\theta_i) = \cos(\theta_t) = 1$
- $n_1 = 1$ (ar), $\tilde{n}_2 = n + ik$

$$r_p = \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} = r_s \text{ (meio transparente)}$$

$$\tilde{r}_p = \frac{\tilde{n}_1 - \tilde{n}_2}{\tilde{n}_1 + \tilde{n}_2} = \tilde{r}_s \text{ (meio absorvente)}$$

13

(Reflexões Múltiplas Incoerentes)



14

Incidência Normal Lâmina transparente

$$T_{lâmina,transp} = \frac{2n}{1 + n^2}$$

15

Incidência Normal Lâmina transparente

$$R_{lâm,transp} = \frac{(1 - n)^2}{1 + n^2}$$

16

Incidência Normal Lâmina absorvente

$$T_{\text{lâmina,normal}} = \frac{(1 - \rho)^2 e^{-\alpha h}}{1 - \rho^2 e^{-2\alpha h}}$$

$$\rho = \frac{(1 - n)^2 + \kappa^2}{(1 + n)^2 + \kappa^2}$$

$$\alpha = \frac{4\pi\kappa}{\lambda}$$

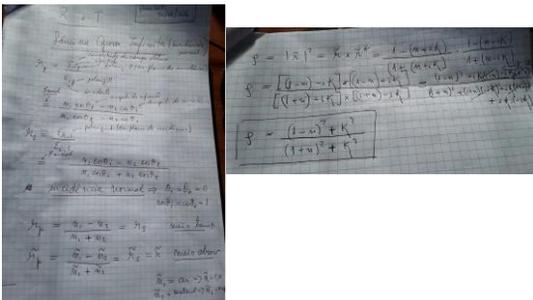
17

Incidência Normal Lâmina absorvente

$$R_{\text{lâmina,normal}} = \rho \left[1 + \frac{(1 - \rho)^2 e^{-2\alpha h}}{1 - \rho^2 e^{-2\alpha h}} \right]$$

18

Dedução



19



20

$$R = \frac{E_r}{E_i} = \frac{E_0 e^{-i\omega t} + \sum_{n=1}^{\infty} [r_n e^{-i\omega t + i2n\pi} + r_n e^{-i\omega t - i2n\pi}]}{E_0 e^{-i\omega t}}$$

$$R = \frac{E_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (r_n e^{i2n\pi} + r_n e^{-i2n\pi})}{E_0}$$

$$R = \frac{E_0 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} r_n \cos(2n\pi)}{E_0}$$

ReT

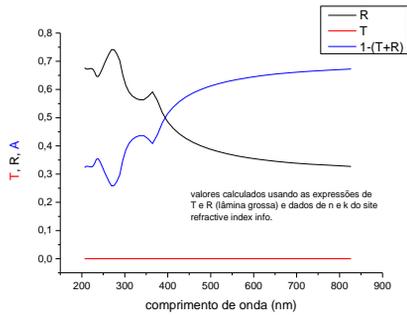
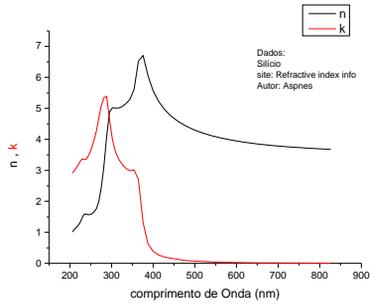
$$T = \frac{E_t}{E_i} = \frac{E_0 e^{-i\omega t} + \sum_{n=1}^{\infty} [t_n e^{-i\omega t + i2n\pi} + t_n e^{-i\omega t - i2n\pi}]}{E_0 e^{-i\omega t}}$$

$$T = \frac{E_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (t_n e^{i2n\pi} + t_n e^{-i2n\pi})}{E_0}$$

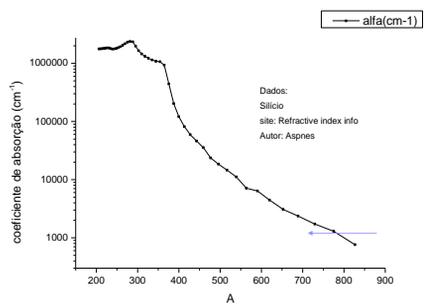
$$T = \frac{E_0 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} t_n \cos(2n\pi)}{E_0}$$

$$T = \frac{E_0 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} t_n \cos(2n\pi)}{E_0}$$

$$T = \frac{E_0 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} t_n \cos(2n\pi)}{E_0}$$



Sendo k pequeno nesta faixa, por que a transmitância é baixa (~zero)?



25

POM

Fim dos Slides = Atividade #1