

Òptica

Exercici 2 d'avaluació continuada. Coeficients de Fresnel en funció de l'angle d'incidència

Marc Ballester Ribó - Grup D2

4 de febrer de 2021

Resum

L'objectiu d'aquest exercici és, d'una banda, representar gràficament els coeficients de Fresnel per a la interacció d'un feix de llum amb la interfase entre l'aire ($n = 1.000$) i un medi dielèctric ($n' = 1.5263$), i de l'altra, justificar diverses maneres d'aproximar aquests valors per a angles d'incidència petits, entre elles la consistent en imposar $r_{\parallel} = r_{\perp}$ i $t_{\parallel} = t_{\perp}$ en les reflexions de làmines plano-paral·leles.

Càlcul i representació dels coeficients de Fresnel

Considerem un feix de llum que incideix des de l'aire ($n = 1.000$) cap a un medi dielèctric d'índex de refracció $n' = 1.5263$, calculat seguint les indicacions de l'enunciat. Mitjançant el mòdul de Python adjunt `Fresnel.py`, s'ha calculat la variació dels coeficients de Fresnel en el rang angular $[0^\circ, 90^\circ]$ (en els comentaris del propi codi font està explicat el seu funcionament). Les dades obtingudes s'han bolcat en un fitxer `.csv` i posteriorment s'han representat usant l'eina PGFplots de \LaTeX .

En la figura 1 es representen els valors obtinguts dels coeficients de Fresnel en funció de l'angle d'incidència. Notem que per incidència normal ($\varphi = 0^\circ$), tenim que

$$t_{\parallel} = t_{\perp} = \frac{2n}{n+n'}, \quad r_{\parallel} = r_{\perp} = \frac{n-n'}{n+n'} \quad (1)$$

i que en l'angle de Brewster φ_B el coeficient r_{\parallel} s'anul·la.

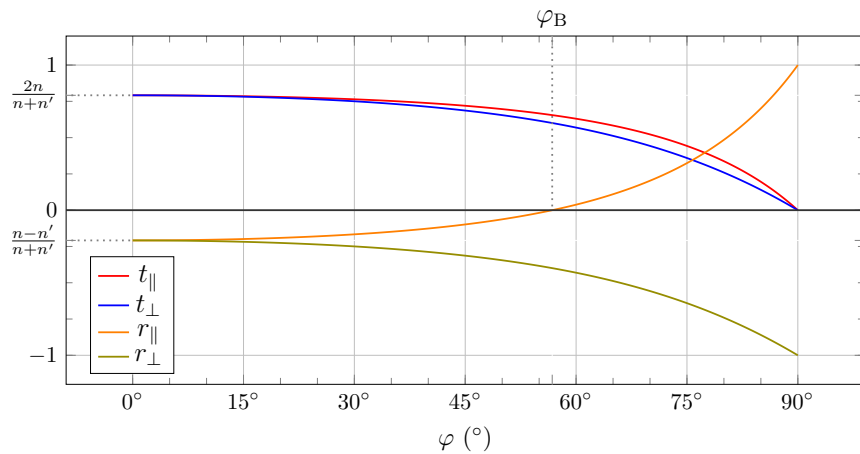


FIGURA 1: Coeficients de Fresnel en funció de l'angle d'incidència.

Aproximació per angles petits

En la figura 2 es representa la diferència entre els coeficients de reflexió paral·lel i perpendicular i l'equivalent per als coeficients de transmissió. Notem que a l'entorn de 0° , ambdós valors són molt propers a 0, la qual cosa justifica que en les interferències de làmines plano-paral·leles s'aproximin pel mateix valor.

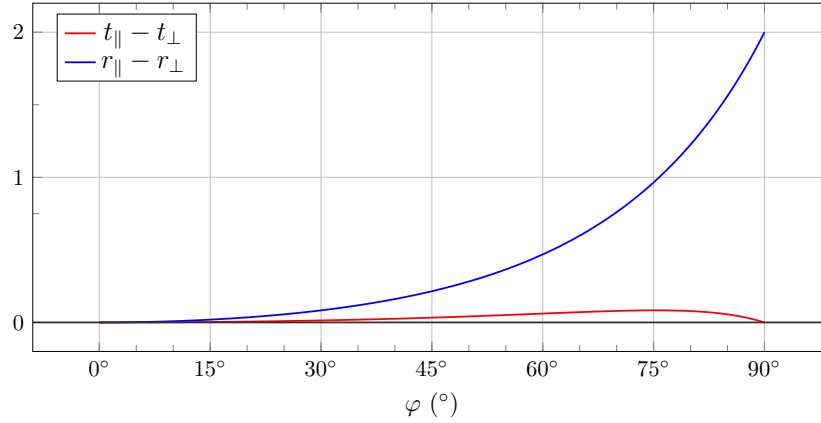


FIGURA 2: Diferència entre els coeficients de Fresnel per cada component del camp elèctric.

De fet, podem considerar l'aproximació consistent en prendre el valor de t_{\parallel} i t_{\perp} com la mitjana d'aquests dos, ídem per als coeficients de reflexió. En aquest cas, en la figura 3 veiem que és una aproximació igualment vàlida per angles propers a 0° . Encara més, mitjançant el programa de generació de les dades, s'ha trobat el rang angular en què l'error relatiu de l'aproximació respecte el valor real és menor al 5%, obtenint la sortida

```
> Rang(s) angular(s) en què t_approx té un error menor al 5%: [0.00°, 58.62°]
> Rang(s) angular(s) en què r_approx té un error menor al 5%: [0.00°, 15.15°]
```

la qual cosa posa de manifest que els coeficients de Fresnel es poden aproximar satisfactòriament per la seva mitjana en cada component en un rang angular notable, fins al punt que el coeficient de transmissió aproximat presenta un error inferior al 5% en un rang d'uns 60° .

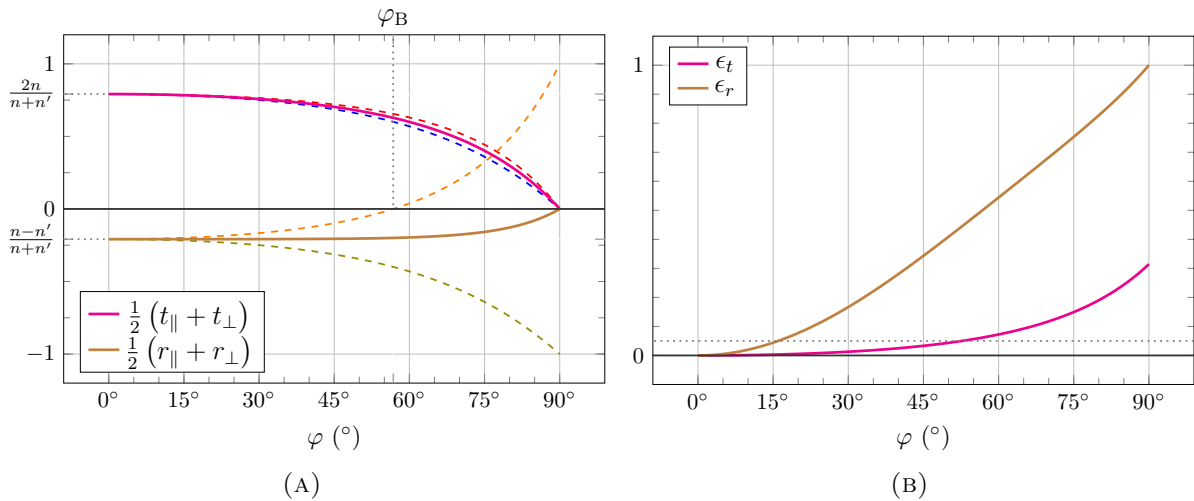


FIGURA 3: (A) Aproximació dels coeficients de Fresnel per la mitjana i (B) error relatiu associat a cada aproximació.