

Óptica Física

Interferência e difracção

- Diferença de fase e coerência
- Interferência em filmes finos
- Interferência gerada por duas fendas
- Difracção por fenda única
- Difracção de Fraunhofer e Fresnel
- Redes de difracção

Interferência e difracção

Interferência e difracção são fenómenos que distinguem ondas de partículas.

Interferência é a combinação, por sobreposição, de duas ou mais ondas que se encontram num certo ponto do espaço.

Difracção é a curvatura da onda em torno de cantos que ocorre quando uma frente de onda é cortada por um obstáculo. A difracção é o resultado da sobreposição de muitas ondas secundárias.

Diferença de fase e coerência

Se duas ondas com a mesma frequência (f) e comprimento de onda (λ), mas com fases diferentes, se combinam, a amplitude da onda resultante depende da diferença de fase.

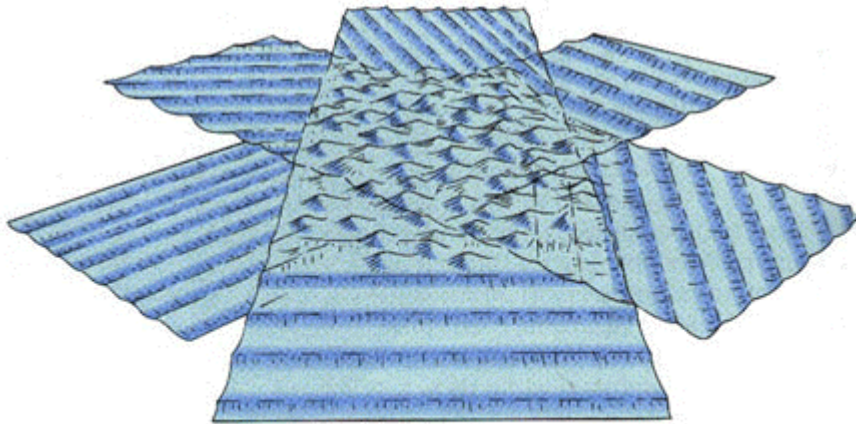
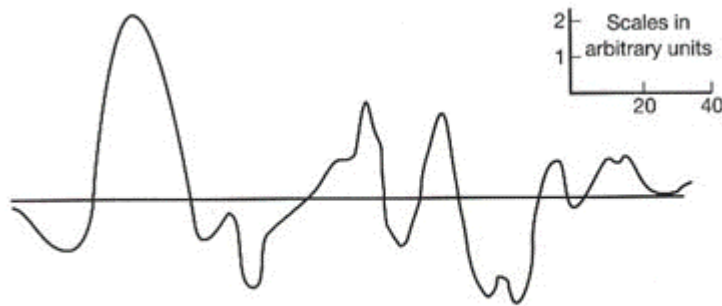
Se a diferença de fase é zero (ou um múltiplo inteiro de 2π radianos), as ondas estão em fase e **interferem construtivamente**. Então amplitude da resultante é igual à soma das amplitudes individuais e a intensidade é máxima.

Se a diferença de fase é um número inteiro ímpar de π radianos, as ondas estão oposição de fase e **interferem destrutivamente**. A amplitude resultante é a diferença das amplitudes individuais (*) e a intensidade está num mínimo.

(*) para duas ondas; sendo mais, temos uma soma algébrica de amplitudes (positivas e negativas)

Interferência e difracção

Interferência é a combinação, por sobreposição, de duas ou mais ondas que se encontram num certo ponto.



The ocean waves that we observe are a complex of many different sets of waves of different wave lengths, periods and heights.



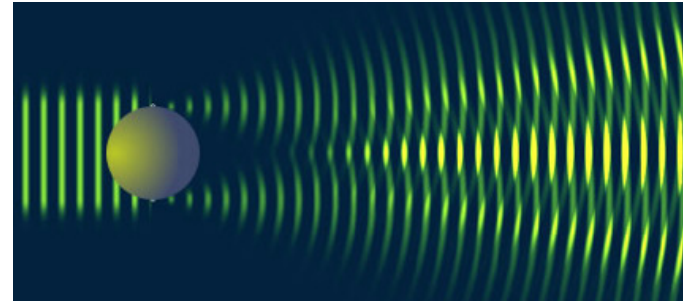
Difracção é a curvatura da onda em torno de cantos que ocorre quando uma frente de onda é cortada por um obstáculo.

A diferença de fase entre duas ondas provenientes da mesma fonte resulta, em geral, da diferença de caminho, Δr

Interferência e difracção (2)

A diferença de fase entre duas ondas provenientes da mesma fonte resulta, em geral, da diferença de caminho, Δr

$$\delta = \frac{\Delta r}{\lambda} 2\pi = \frac{\Delta r}{\lambda} 360^\circ$$



Outra causa de diferença de fase é a variação de fase de π radianos numa onda quando por vezes ela sofre uma reflexão numa superfície de separação entre dois meios.

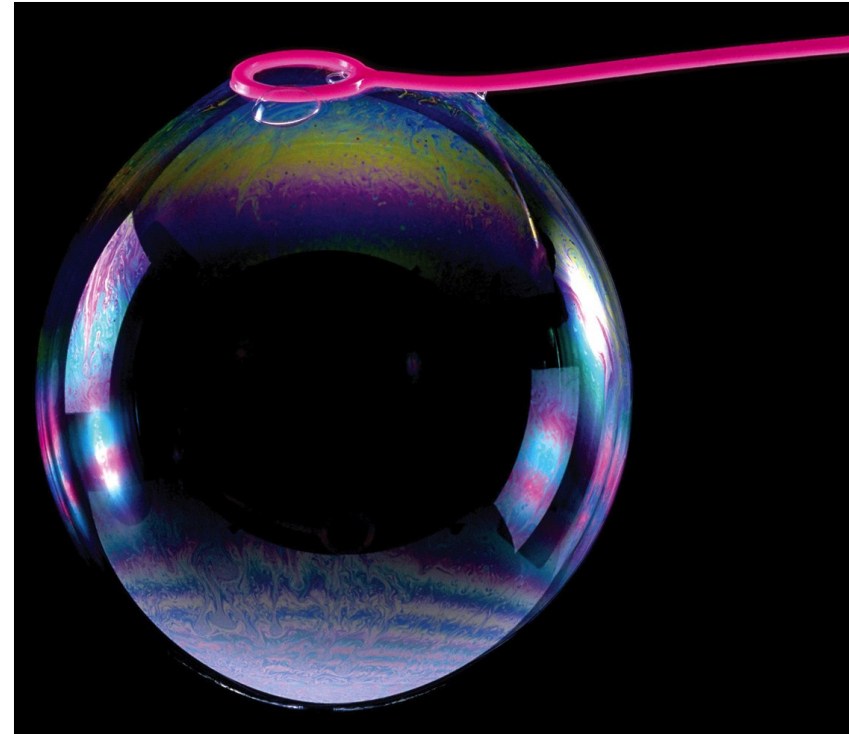
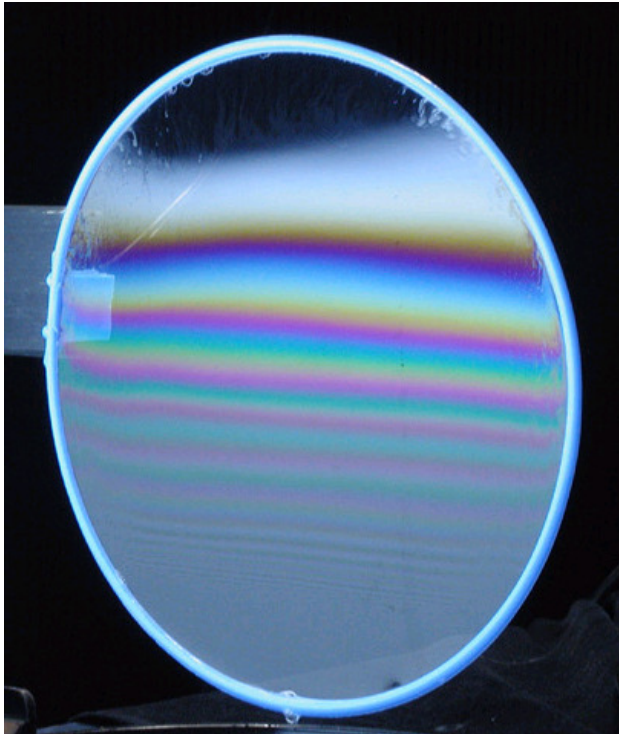
Quando a luz se desloca no ar e atinge uma superfície de um meio no qual a luz se desloca mais lentamente, tal como o vidro ou a água, existe uma variação de fase (diferença de fase) de π radianos na luz reflectida.



Diferença de fase devida à reflexão

Interferência e difracção (3)

Interferência em filmes finos

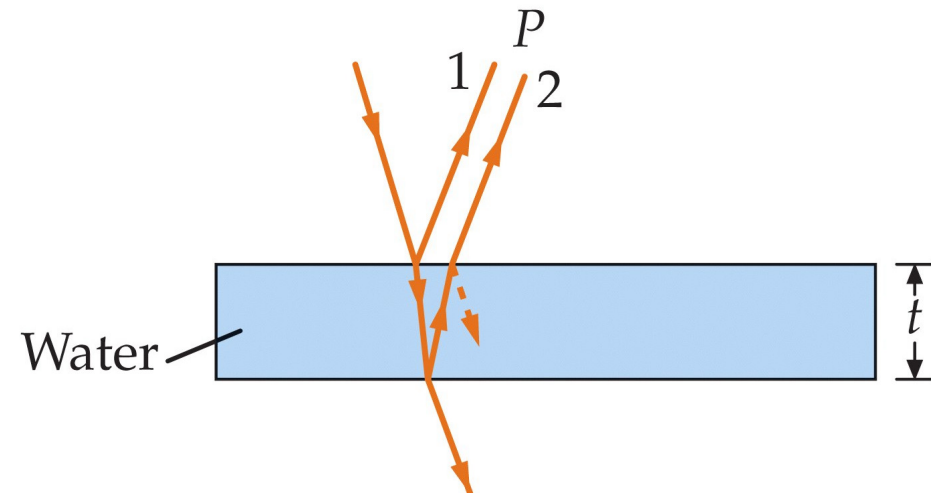


As faixas coloridas numa bolha de sabão ou num filme de óleo sobre uma superfície com água, ocorrem devido à interferência da luz reflectida nas superfícies do filme que formam dois dióptros sucessivos .

As diferentes cores resultam de interferências de diferentes comprimentos de onda em diferentes pontos devidas a variações na espessura do filme.

Interferência e difracção (4)

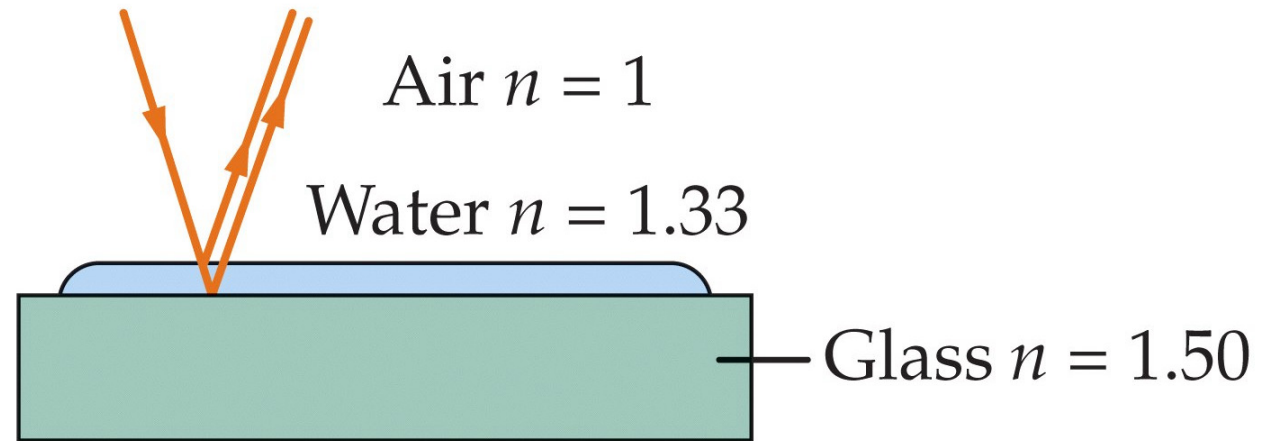
Filme fino de água no ar



- Parte da luz é reflectida a partir da interface ar-água superior, onde tem uma variação de fase de 180° (porque $n_{\text{ar}} < n_{\text{água}}$).
- A maior parte da luz entra no filme e parte dela é reflectida pela interface água-ar inferior SEM variação de fase nessa luz reflectida ($n_{\text{água}} > n_{\text{ar}}$).
- A diferença de caminho entre esses dois raios é $2t$, se for t a espessura do filme. A diferença de fase é então $(2t/\lambda')$ 360° , sendo $\lambda' = \lambda/n$ o comprimento de onda da luz no filme de índice de refracção n .
 - **Interferência destrutiva:** $2t = 0$ ou múltiplo inteiro de λ'
 - **Interferência construtiva:** $2t$ é múltiplo ímpar de $\lambda'/2$

Interferência e difracção (5)

Filme fino de água sobre um vidro

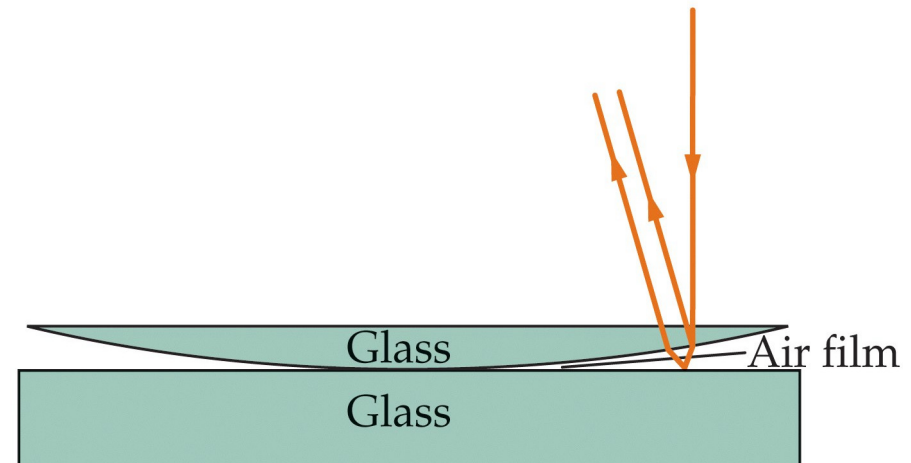
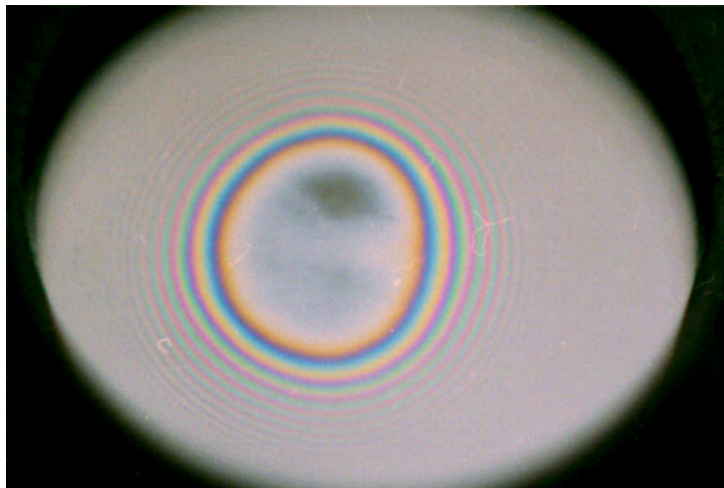


- O raio refletido na interface água-vidro inferior sofre uma variação de fase de 180° ($1,5 = n_{\text{vidro}} > n_{\text{água}} = 1,33$).
- Ambos os raios da figura sofrem uma variação de fase de 180° na reflexão.
- A diferença de fase entre esses raios é devida apenas à diferença de caminho: $(2t / \lambda') 360^\circ$

Interferência e difracção (6)

Quando um filme fino de espessura variável é visto com uma luz monocromática, observam-se faixas claras e escuras alternadas, ou linhas chamadas **franj**s.

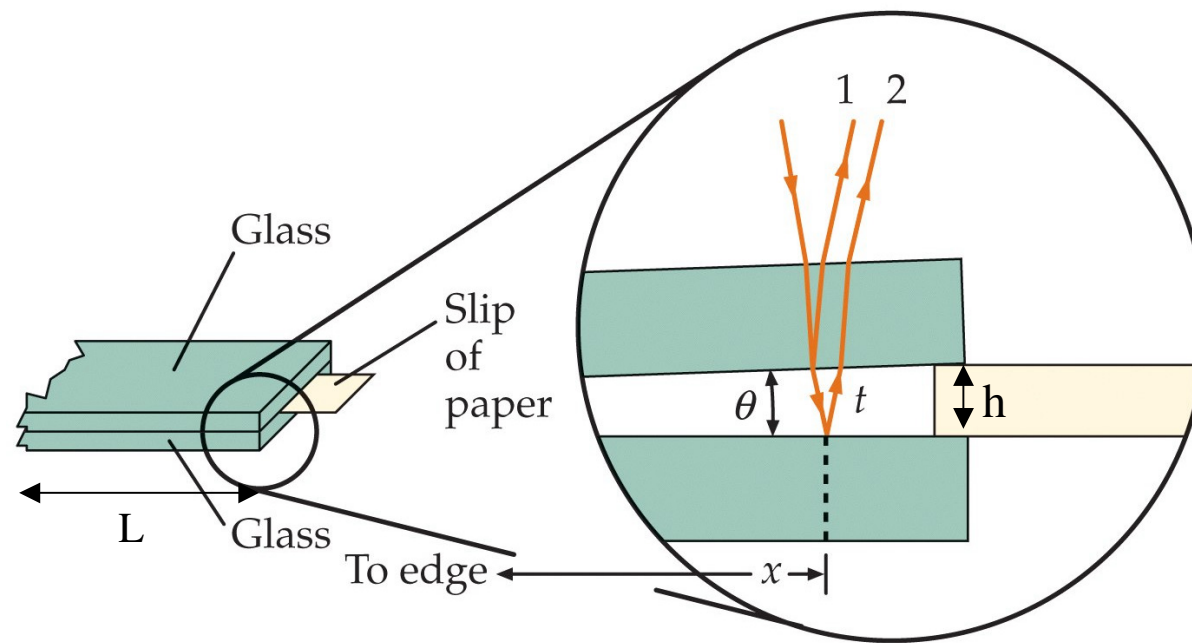
A **distância entre uma franja clara e uma escura** é a distância para a qual a espessura do filme varia de tal modo que $2t$ é $\lambda' / 2$.



Anéis de Newton observados com a luz reflectida a partir de um filme fino de ar entre uma superfície plana e outra esférica de vidro

Interferência e difracção (7)

Exemplo



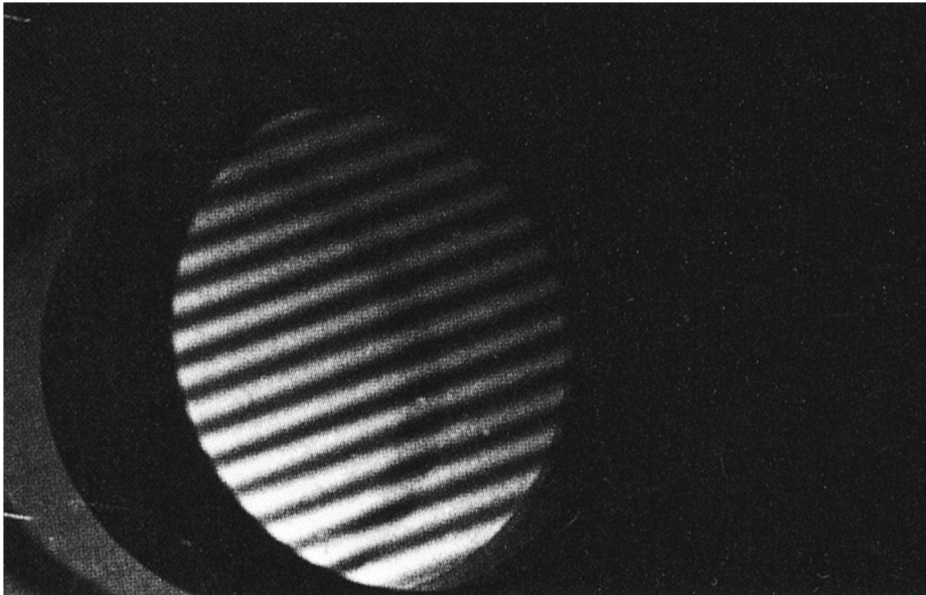
Observam-se franjas de interferência por reflexão.

Seja $\lambda_{\text{incidente}} = 500 \text{ nm}$ e o ângulo entre as placas $\theta = 3 \times 10^{-4} \text{ rad}$.

Quantas franjas escuras por cm serão observadas?

$$2t = m\lambda \quad \theta = \tan \theta = t/x = h/L$$
$$m = 2t/\lambda = 2x\theta/\lambda \Rightarrow m/x = 12 \text{ cm}^{-1}$$

Interferência e difracção (8)



Franjas em linha
recta a partir de um
filme de ar entre
placas de vidro
planas

Franjas de um filme de ar
entre placas de vidro
não planas

