

Interferens i tunna skikt

19 okt. 2026, 3 min läsning

UTKAST

#fysik #optik #fenomen

Kurs: F0005T **Förkunskaper:** Interferens, Brytningsindex, Fresnels formler

Ljus som reflekteras mot skiktets över- respektive undersida interfererar, och gångvägsskillnaden beror på skiktets tjocklek och brytningsindex. Fasset vid reflektion mot ett tätare medium måste räknas med; fenomenet ger färgerna i såpbubblor och ligger bakom antireflexbehandling.

1. Strålgången i skiktet

Ljus infaller från ett medium med brytningsindex n_1 mot ett tunt skikt med brytningsindex n och tjockleken d ; på andra sidan skiktet är brytningsindexet n_2 . Vid varje gränsyta delas strålen, så en enda infallande stråle ger upphov till en hel serie utgående strålar – $I_{R1}, I_{R2}, I_{R3}, \dots$ på reflektionssidan och $I_{T1}, I_{T2}, I_{T3}, \dots$ på transmissionssidan. Det är därför fenomenet också kallas multipelinterferens.

Vid nästan vinkelrätt infall ges reflektanserna vid de två gränsytorna av Fresnels formler i approximerad form:

$$R_1 = \frac{(n - n_1)^2}{(n + n_1)^2} \quad R_2 = \frac{(n - n_2)^2}{(n + n_2)^2}$$

Fysika: Fc3 (vinkelrätt infall)

2. Tvåstråleapproximationen

Är skiktet glas med luft på båda sidor blir $R_1 = R_2 = \frac{(1,5 - 1)^2}{(1,5 + 1)^2} = 0,04$. Följer vi de reflekterade strålarna genom gränsytorna får varje ny stråle två reflektioner extra:

$$I_1 = R_1 I_0 = 0,040 I_0 \quad I_2 = (1 - R_1)^2 R_2 I_0 = 0,037 I_0 \quad I_3 = (1 - R_1)^2 R_2^2 R_1 I_0 = 0,00006 I_0$$

De två första strålarna har alltså nästan samma intensitet medan de övriga är försumbara, och som en första approximation kan vi därför räkna med ren tvåstråleinterferens:

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos(\Delta\varphi)$$

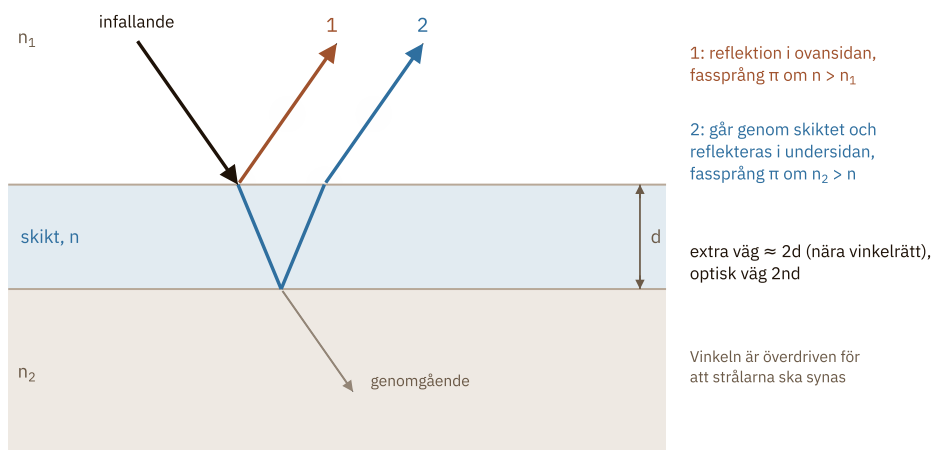
Fysika: Fc4a

3. Fasskillnaden

Fasskillnaden mellan de två strålarna har två bidrag: den extra sträcka den andra strålen tillryggalägger fram och tillbaka genom skiktet, och de fassprång som uppstår vid reflektion.

$$\Delta\varphi = k(2nd + (\text{antalet fassprång}) \cdot \frac{\lambda}{2})$$

Den optiska vägen $2nd$ är den geometriska sträckan $2d$ viktad med skiktets brytningsindex, och varje reflektion mot ett *optiskt tätare* medium bidrar med ett fassprång på π radianer — vilket är precis vad en halv våglängd motsvarar, därav termen $\lambda/2$.



Stråle 1 reflekteras i skiktets ovensida, stråle 2 går genom skiktet och reflekteras i undersidan. Nära vinkelrätt infall är vägskillnaden $2d$, alltså optisk väg $2nd$, och varje reflektion mot ett tätare medium ger ett fassprång π .

4. Maximum och minimum

Maximum får vi där cosinustermen är $+1$, alltså där fasskillnaden är ett helt antal varv:

$$\Delta\varphi = p \cdot 2\pi$$

Minimum får vi där cosinustermen är -1 , alltså vid ett udda antal halva varv:

$$\Delta\varphi = (2p + 1)\pi$$

Eftersom $\Delta\varphi$ beror på våglängden uppfylls maximivillkoret vid olika tjocklekar för olika färger — det är därför en såpbubbla eller en oljefilm på vatten framstår som färgad i vitt ljus.

5. Reflekterat och transmitterat ljus skiljer sig åt

På reflektionssidan är de två dominerande strålarna nästan lika starka, $0,040 I_0$ mot $0,037 I_0$, och interferenstermen räcker därför till att nästan helt släcka minima.

På transmissionssidan är läget det motsatta: den första strålen går rakt igenom båda gränsytorna medan den andra först måste reflekteras två gånger, vilket gör den tusenfalt svagare.

$$I_{T1} = (1 - R_1)(1 - R_2) I_0 = 0,92 I_0 \quad I_{T2} = (1 - R_1)R_2R_1(1 - R_2) I_0 = 0,0015 I_0$$

En stark stråle och en svag ger bara en liten modulation ovanpå en hög medelnivå, så interferensmönstret i det genomgående ljuset är svårt att över huvud taget se. Skillnaden kvantifieras av **visibiliteten**.

Läsning

- [35.4 Interference in Thin Films](#)
- Vågkompendiet (Fällström), avsnitt 2.3 *Multipelinterferens*

Se även

- [Visibilitet](#)
- [Interferens](#)
- [Fresnels formler](#)
- [Brytningsindex](#)
- [Reflektion av vågor](#)
- [Multipelspalt](#)

Resurser

- [Wikipedia: Thin-film interference](#)