

Fasordiagram

19 okt. 2026, 3 min läsning

UTKAST

#fysik #vågrörelselära #metod

Kurs: F0005T **Förkunskaper:** Vågor på komplex form, Vektorer

En komplex amplitud kan ritas som en vektor i det komplexa talplanet, med längden lika med amplituden och vinkeln lika med fasen. Att lägga ihop vågor blir då vanlig vektoraddition, vilket ger resulterande amplitud och fas geometriskt.

1. Komplexa amplituder som vektorer

Varje våg bidrar med en komplex amplitud

$$A_1 = a_1 e^{i\delta_1} \quad A_2 = a_2 e^{i\delta_2}$$

och resultatet är summan

$$A = A_1 + A_2$$

Det är en vektoraddition, så den kan göras komposantvis:

$$A_x = a_1 \cos \delta_1 + a_2 \cos \delta_2$$

$$A_y = a_1 \sin \delta_1 + a_2 \sin \delta_2$$

Den resulterande amplituden är vektorns längd:

$$a = |A| = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$$

Metoden generaliserar direkt till fler än två vågor — man lägger vektorerna ände mot ände.

2. Konstruktiv interferens uttryckt i gångvägsskillnad

Ligger de två vågorna i fas pekar vektorerna i samma riktning och längderna adderas rakt. Det inträffar när gångvägsskillnaden är en hel våglängd,

$$\Delta r = \lambda$$

två hela våglängder,

$$\Delta r = 2\lambda$$

och så vidare. Villkoret är alltså

$$\boxed{\Delta r = p\lambda} \quad p = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

3. Destruktiv interferens uttryckt i gångvägsskillnad

Är gångvägsskillnaden istället en halv våglängd pekar vektorerna åt motsatta håll:

$$\Delta r = \frac{\lambda}{2}$$

Samma sak gäller för

$$\Delta r = \frac{3\lambda}{2} \quad \Delta r = \frac{5\lambda}{2}$$

alltså för varje udda multipel av en halv våglängd:

$$\boxed{\Delta r = (2p + 1)\frac{\lambda}{2}} \quad p = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

4. Från gångvägsskillnad till fasskillnad

De två villkoren ovan är samma sak som fasvillkoren, eftersom gångväg och fas hänger ihop via vågtalet:

$$\Delta\delta = k\Delta r \quad k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

Fysika: Fc1 (vågtalet $k = 2\pi/\lambda$)

En hel våglängds gångvägsskillnad ger ett helt varvs fasskillnad,

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

och en halv våglängd ger ett halvt varv:

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

5. Det generella uttrycket för fasskillnaden

Gångvägen är inte den enda källan till fasskillnad. Reflektion mot ett tätare medium lägger till π , och källorna kan ha olika faskonstant från början. Fullt utskrivet blir därför

$$\Delta\delta = k\Delta r + m\pi + \Delta\alpha$$

där m räknar antalet fasskiftande reflektioner och $\Delta\alpha$ är källornas inbyggda fasskillnad. Villkoren

$$\Delta\delta = p \cdot 2\pi \quad \Delta\delta = (2p + 1)\pi$$

gäller fortfarande, men de ska nu tillämpas på hela $\Delta\delta$ och inte bara på $k\Delta r$. Det är den termen $m\pi$ som gör **tunna skikt** kontraintuitiva.

Erik Olsson: När man kopplar sina högtalare till en förstärkare behöver man göra det i fas. Det spelar inte roll om det är rött till rött, eller svart till svart. Så länge man kopplar samma så att de inte arbetar mot varandra.

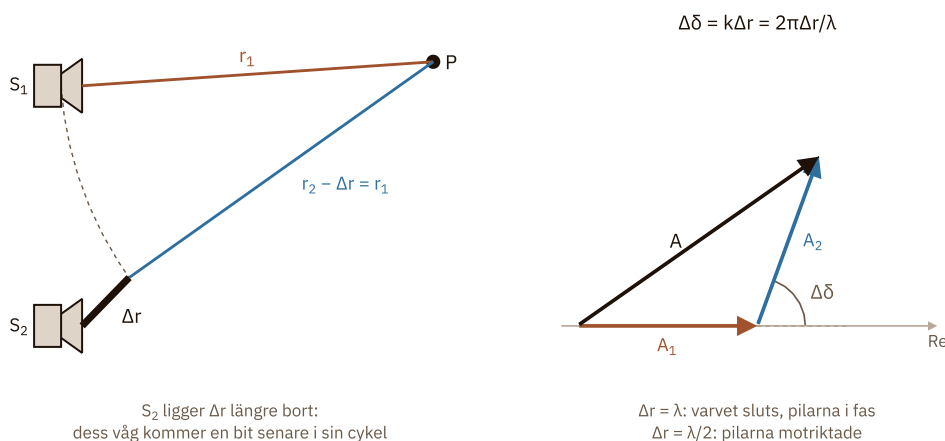
6. Hur vi ritar diagrammet

Vinkeln mellan två vektorer i diagrammet är fasskillnaden, som räknas fram ur gångvägsskillnaden:

$$\Delta\delta = k\Delta r = \frac{2\pi}{\lambda}\Delta r$$

Den första vektorn får ligga längs den reella axeln — bara *skillnaderna* i fas spelar roll för beloppet. Sedan läggs nästa vektor i rätt vinkel mot den föregående, och svaret är den resulterande vektorns längd:

$$a = |A|$$



Vänster: mätpunkten P ligger Δr längre från S_2 än från S_1 . Höger: därför vrids visaren från S_2 vinkeln $\Delta\delta = 2\pi\Delta r/\lambda$ mot visaren från S_1 , och resultantens längd är amplituden i P .

Exempel 1 – en fjärdedels våglängd

$$\Delta r = \frac{\lambda}{4}$$

$$\Delta\delta_{12} = k\Delta r = \frac{2\pi}{\lambda} \frac{\lambda}{4} = \frac{\pi}{2}$$

$$\frac{\pi}{2} = 90^\circ$$

Vektorerna står vinkelrätt mot varandra. Är de lika långa blir resultanten hypotenusan i en likbent rätvinklig triangel:

$$|A| = \sqrt{a^2 + a^2} = \sqrt{2}a$$

Exempel 2 – en halv våglängd

$$\Delta r = \frac{\lambda}{2}$$

$$\Delta\delta_{12} = \frac{2\pi}{\lambda} \frac{\lambda}{2} = \pi$$

Vektorerna pekar rakt mot varandra, och är de lika långa släcker de ut varandra helt:

$$A = 0$$

Exempel 3 – tre vågor

Med tre källor läggs tre vektorer ände mot ände. En gångvägsskillnad på

$$\frac{\lambda}{8}$$

mellan intilliggande källor ger vinkeln

$$\Delta\delta = \frac{2\pi}{\lambda} \frac{\lambda}{8} = \frac{\pi}{4} = 45^\circ$$

och på samma sätt ger

$$\frac{\lambda}{4}$$

en vinkel på 90° mellan varje par.

Läsning

- 35.3 Intensity in Interference Patterns

Se även

- Vågor på komplex form
- Interferens
- Vektorer
- Multipelspalt
- Interferens i tunna skikt

Resurser

- [Wikipedia: Phasor](#) 
-
-