

Energi och effekt i en harmonisk våg

19 okt. 2026, 3 min läsning

UTKAST

#fysik #vågrörelselära #storhet

Kurs: F0005T Förkunskaper: Harmonisk våg

En våg transporterar energi längs mediet samtidigt som mediets delar svänger kring sina jämviktslägen. Effekten mäter hur snabbt energin transporteras och växer kvadratisk med både amplitud och frekvens.

1. Kraften på en punkt på strängen

Den delen av strängen som ligger till vänster om en punkt drar i den delen som ligger till höger. Eftersom strängen är lutande får spännkraften en tvärgående komponent, och lutningen är just $\partial y / \partial x$:

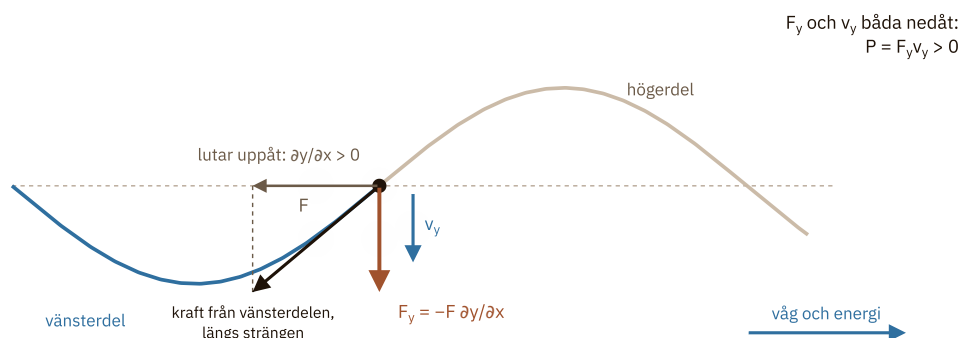
$$\frac{F_y}{F} = -\frac{\partial y(x, t)}{\partial x}$$

$$F_y = -F \frac{\partial y(x, t)}{\partial x}.$$

Minustecknet gör riktningen rätt: när strängen lutar uppåt,

$$\frac{\partial y}{\partial x} > 0$$

drar vänsterdelen nedåt.



Vänsterdelen drar i punkten x längs strängens tangent. Där strängen lutar uppåt pekar den tvärgående komponenten $F_y = -F \partial y / \partial x$ nedåt, och i en högergående våg rör sig punkten också nedåt – produkten $P = F_y v_y$ blir positiv och energin flödar åt höger.

2. Från arbete till effekt

Kraften uträttar arbete när angreppspunkten rör sig:

$$W = F_y \Delta y$$

Dividerar vi med tiden får vi medeleffekten över intervallet,

$$P_{av} = \frac{F_y \Delta y}{\Delta t} = F_y v_{av}$$

och i gränsen den momentana effekten

$$P(x, t) = F_y(x, t) v_y(x, t)$$

Här är hastigheten hos punkten **partikelhastigheten**

$$v_y(x, t) = \frac{\partial y(x, t)}{\partial t}$$

och kraften

$$F_y = -F \frac{\partial y(x, t)}{\partial x}$$

Tillsammans:

$$P(x, t) = -F \frac{\partial y(x, t)}{\partial x} \frac{\partial y(x, t)}{\partial t}$$

Effekten är alltså en produkt av lutning och tvärhastighet.

3. Effekt för en harmonisk våg

Sätt in vågfunktionen

$$y(x, t) = A \sin(kx - \omega t + \alpha)$$

och derivera i var sin variabel:

$$\frac{\partial y(x, t)}{\partial x} = kA \cos(kx - \omega t + \alpha)$$

$$\frac{\partial y(x, t)}{\partial t} = -\omega A \cos(kx - \omega t + \alpha)$$

Produkten av två negativa faktorer ger ett positivt resultat, så effekten är aldrig negativ:

$$P(x, t) = Fk\omega A^2 \cos^2(kx - \omega t + \alpha)$$

4. Energiflödet genom ett litet strängsegment

Effekten varierar längs strängen, så in- och utflödet genom ett kort segment behöver inte vara lika. Är

$$P_{\text{in}} > P_{\text{ut}}$$

lagras energi i segmentet, och är

$$P_{\text{in}} < P_{\text{ut}}$$

töms det på energi. Över en hel period tar de två fallen ut varandra — segmentet vidarebefordrar i genomsnitt all energi det tar emot.

5. Medeleffekt

Skriv om uttrycket med hjälp av

$$v = \frac{\omega}{k}$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

vilket ger

$$P(x, t) = \sqrt{F\mu}\omega^2 A^2 \cos^2(kx - \omega t + \alpha)$$

Medelvärde av $\cos^2$ över en period är $\frac{1}{2}$, alltså

$$P_{\text{av}} = \frac{1}{2} \sqrt{F\mu} \omega^2 A^2$$

6. Vad sambandet säger

Två proportionaliteter är värda att minnas:

$$P_{\text{av}} \propto A^2$$

$$P_{\text{av}} \propto \omega^2$$

Fördubblad amplitud ger fyra gånger effekten, och detsamma gäller fördubblad frekvens. Beroendet på mediet ligger i faktorn $\sqrt{F\mu}$: en hårt spänd och tung sträng bär mer effekt vid samma utslag.

Läsning

- [15.5 Energy in Wave Motion](#)

Se även

- Harmonisk våg
- Fashastighet och partikelhastighet
- Våghastighet på en sträng
- Längddensitet
- Ljudintensitet och ljudnivå

Resurser

- [Wikipedia: Wave power](#)
-
-