

# Sammanfattning

---

## Harmonisk svängning

---

Rörelse som kan beskrivas  $x(t) = A \sin(\omega t + \rho)$ .

Erhålls då  $F = -kx$ .

$A$  innebär *amplitud*,  $\omega$  *vinkelfrekvens* ( $\text{rad/s}$ ),  $t$  *tid* och  $\rho$  *fas* / tidsförskjutning. Det handlar alltså om något som rör sig fram och tillbaka med mjukhet.

Den konserverande kraften  $F$  har som mål att återfå rörelsen till jämviktsläge. Kraften ökar linjärt med avståndet från jämviktsläget.

Energien hos en harmonisk svängning beskrivs med sambandet  $E = \frac{kA^2}{2}$ . När massan är i jämviktsläget är energin potentiell i fjädern. I andra lägen är den kinetisk.

Frekvensen beror på vinkelfrekvens,  $f = \frac{\omega}{2\pi} \text{ Hz}$ . Frekvensen beskriver antalet varv per sekund.

Vinkelfrekvensen kan i sin tur därför skrivas  $\omega = 2\pi f$ . Vinkelfrekvensen beskriver antalet delar av en hel svängning (radianer) per sekund ( $\text{r/s}$ ).

Vinkelfrekvensen har även ett samband med fjäderkonstanten  $k$  och massan  $m$  i  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ . Detta samband fick vi från beviset ovan.

Svängningens periodtid beskrivs med  $T = \frac{1}{f}$ .

Fjäderkonstanten  $k$  anges i  $\text{N/m}$ .

## Dämpad svängning

---

Rörelse som beskrivs av  $x(t) = A_0 e^{-\frac{\gamma}{2}t} \sin(\omega t + \rho)$ .

Erhålls då  $F = -kx - bv$ .

Här innebär  $\gamma$  dämpningen, ett värde som saknar en bestämd enhet.  $A_0$  är den ursprungliga amplituden. Med dämpning menas att amplituden avtar med tiden. Värdet  $b$  beskriver den *bromsande kraften* eller *motståndskoefficienten*.

Den ursprungliga vinkelfrekvensen får samma samband som vinkelfrekvensen för harmonisk svängning -  $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ .

Vinkelfrekvensen får istället sambandet  $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \frac{\gamma^2}{4}}$ .

För dämpningen gäller  $\gamma = \frac{b}{m}$ .

## Tvungen svängning

---

Erhålls då ett dämpat system utsätts för en extern harmonisk *kraftpåverkan* (fysikers termer) eller *störning* (civilingenjörers termer).

$$\text{Uttrycks } F = -kx - bv + F_0 \sin(\mu t).$$

Här är  $F_0$  kraftamplituden och  $\mu$  vinkelfrekvens likt  $\omega$ . Man använder  $\omega$  alternativt  $\omega_0$  för att uttrycka systemets frekvens och  $\mu$  för att beskriva den *tvingande frekvensen*.

Inom mekaniska system är man nästan alltid intresserad av jämviktsläget, men sällan vad som händer första millisekunderna. Vi kan alltså försumma en homogen lösning. Vi säger därför att  $x(t) = x_p(t)$ . I tidigare svängningar har vi enbart tagit hänsyn till den homogena lösningen.

Svängningen beskrivs med funktionen  $x(t) = A(\mu) \sin(\mu t + \rho)$ . Här innebär  $A(\mu)$  respons och  $\rho$  fasskillnaden mellan störning och svängning.

När  $\mu$  går mot noll blir responsen låg, men den går inte mot noll. När  $\mu$  växer och går mot oändligheten går dock responsen mot noll. Detta kallas *osynlighetsområdet*.

$$\text{För amplituden gäller } A = \frac{C}{\sqrt{(\omega_0^2 - \mu^2)^2 + \gamma^2 \mu^2}}. \text{ För fjädrar gäller } C = \frac{F_0}{m}.$$

$$\text{Energien } E = E_0 e^{-\gamma t}.$$

## Resonans

---

$$\text{Resonans vid } \mu = \omega_0, \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}.$$

Kvalitetsfaktorn  $Q = \frac{\omega_0}{\gamma}$  svarar på frågan "är systemet känsligt för interferens?". Lågt  $Q$  ges av ett mindre känsligt system, ett högt  $Q$  innebär ett mer känsligt system.

$$E_{res} = \frac{D}{\gamma^2 \omega_0^2}$$

TODO: responskurva

## Vågor

---

$$\text{Vågfunktion } s(r, t) = A(r) \sin(\omega t - kr + \rho).$$

$$\text{Vågtalet } k = \frac{2\pi}{\lambda}.$$

$$\text{Vågfarten } u = \frac{\omega}{k} = \lambda f.$$

Våglängden  $\lambda$  är avståndet mellan två vågtoppar.

Vidare gäller  $\ddot{S} = u^2 s''$  för alla vågor där  $\ddot{S}$  är tidsderivata för  $S$  och  $s''$  är  $x$ -derivata för  $s$ . Vidare är  $u$  vågfarten.

$I_u$  betecknar intensiteten en meter från källan.  $A_u$  betecknar amplituden en meter från källan.

## Vågor i en dimension

$$S(r, t) = A_u \sin(\omega t - kr + \rho).$$

$$A(r) = A_u.$$

För dämpat fall gäller  $A = A_0 e^{-\alpha(r-1)}$

För snöre gäller  $u = \sqrt{\frac{T}{\rho}}$  där  $T$  står för *tension* och  $\rho$  för densitet. För snöre gäller  $\rho = \frac{m}{l}$ .

## Vågor i två dimensioner

$$S(r, t) = \frac{A_u}{\sqrt{r}} \sin(\omega t - kr + \rho).$$

$$A(r) = \frac{A_u}{\sqrt{r}}$$

$$I = \frac{I_u}{r}. \text{ Intensiteten är i detta fall effekt per area, } I = \frac{P}{r^2}.$$

För ljud så är  $A_u$  samma sak som *tryckamplitud*.

Generellt gäller i två dimensioner att vågen varar länge.

### Dämpat fall

$$S(r, t) = \frac{A_u}{\sqrt{r}} e^{-\alpha(r-1)} \sin(\omega t - kr + \rho).$$

För dämpat fall gäller  $A = e^{-\alpha(r-1)}$  .?????

## Vågor i tre dimensioner

$$S(r, t) = \frac{A_u}{r} \sin(\omega t - kr + \rho).$$

$$A(r) = \frac{A_u}{r} \text{ där } A_u = A \text{ vid en meter från källan.}$$

$$I = \frac{I_u}{r^2}$$

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} \text{ (effekt per volym).}$$

Generellt gäller i tre dimensioner att vågen är kortvarig.

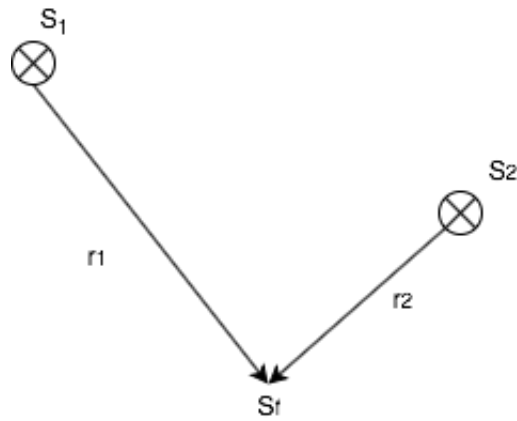
### Dämpat fall

$$S(r, t) = \frac{A_u}{r} e^{-\alpha(r-1)} \sin(\omega t - kr + \rho).$$

För dämpat fall gäller  $A = e^{-\alpha(r-1)}$  .????

## Interferens

Vi begränsar oss till vågor som svänger i fas.



$$\Delta r = |r_2 - r_1|$$

Amplituden för varje punkt ges av  $A(\Delta r) = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1 A_2 \cos(k\Delta r)}$  där  $k$  är vågtalet.

Vid positiv interferens gäller  $A = A_1 + A_2 \iff \Delta r = n\lambda$

Vid negativ interferens gäller  $A = |A_2 - A_1| \iff \Delta r = n\lambda + \frac{\lambda}{2}$

## Stående våg

Interferens längs en linje mellan källorna. Vid reflektion möts två likadana vågor, varvid en stående våg uppstår. Vi begränsar oss inte längre till vågor som svänger i fas.

$S_1 = A_1 \sin(\omega t - kr)$  och  $S_2 = A_2 \sin(\omega t + k(r - L) + \rho)$  där vi använder  $r - L$  för att nollställa  $S_2$ s origo till punkten  $L$ . Konstanten  $\rho$  betecknar här fasskillnaden.

Vågen i en punkt längs linjen ges av  $S_f = S_1 + S_2 = A \sin(\omega t + \delta)$ .

$$A = \sqrt{A_1 A_2 + 2A_1 A_2 \cos(kr + \frac{\theta}{2})}$$

$$\delta = \arctan\left(\frac{(A_1 + A_2) \cos(kr + \frac{\theta}{2})}{(A_2 - A_1) \sin(kr + \frac{\theta}{2})}\right)$$

$$\theta = \rho - kL$$

Med **bukar** menas punkter där vågen svänger som mest ( $S_f = 0$ , i  $A$  gäller  $\cos = \pm 1$ ). Med **nod** menas punkter som inte svänger alls (i  $A$  gäller  $\cos = 0$ ). Avståndet mellan bukar är  $\frac{\lambda}{2}$ . Mellan bukar finns en nod.

För två vågkällor som svänger i fas finns alltd en buk mitt mellan vågkällorna.

## Toner

Återkommande reflektion.

Vid lika sidor gäller  $L = \frac{n\lambda}{2}$  där  $L$  är den inneslutande längden.  $f = \frac{u}{2Ln}$ .

Vid olika sidor gäller  $L = \frac{n\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4}$

TODO: buk, hårda?

## Dopplereffekten

$$f_m = \frac{u-v_m}{u-v_s} f_s \text{ där } m \text{ är mottagare och } s \text{ sändare}$$

Positiv med signalens riktning gentemot mottagaren (minus kvar i formeln).

## Toppvinkel

---

TODO: bild här

$$\Theta = 2 \arcsin\left(\frac{u}{v}\right)$$

## Kärnfysik

---

### Termer

**Atomnummer** ( $z$ ) - antal protoner - ämnet ("alla atomer med kärnor som har 26 protoner är järn").

**Protoner** - laddade med  $+1e$  (lika många elektroner som protoner).

**Masstal** ( $m$ ) - antal protoner + neutroner (nukleoner). Förklarar vilken isotop det rör sig om. Det finns ungefär 90 stabila ämnen - många fler isotoper.

**Beteckna isotop** -  ${}^7\text{Li}$  är en isotop av litium (atomnummer 3) som har 4 neutroner).  ${}^{58}\text{Fe}$  är en isotop av järn (atomnummer 26) som har 32 neutroner.

## Strålning

---

$$E_{tot} = \Delta m * c^2$$

$$1 \text{ eV} = 1.602 * 10^{-19} \text{ J}$$

$$1 \text{ u} = 1.6605402 * 10^{-27} \text{ kg}$$

TODO: infoga bild över instabil och stabil kärna

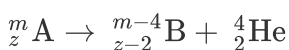
## Alfastrålning

En alfapartikel består av 2 protoner och 2 neutroner -  ${}^4\text{He}$ . Alfastrålning är den minst farliga strålningen utanför kroppen, men den mest farliga inuti.

$$E_\alpha = \underbrace{E_{k\alpha}}_{\text{kinetisk energi}} + \underbrace{E_{0\alpha}}_{\text{viloenergi}} .$$

$$E_{0\alpha} = 3.72738 \text{ GeV}$$

$$E_0 = m_0 c^2$$



TODO: infoga spektrum här.

## Betastrålning

$${}^m_z\text{A} \rightarrow {}^m_{z\pm 1}\text{B} + e^\pm + \overset{(-)}{\underset{(+)}{\gamma}}$$

${}^m_{z\pm 1}\text{B}$  och  $e^\pm$  har motsatt laddning. Neutronen  $\overset{(-)}{\underset{(+)}{\gamma}}$  har samma laddning som elektronen.

TODO: infoga spektrum här

## Relativitetsteorin

Den relativistiska kinetiska energin  $E_k = (\gamma - 1)E_0$  där  $E_0 = mc^2$ , gammafaktorn  $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-r^2}}$  och rapiditeten  $r = \frac{v}{c}$ .

## Fission

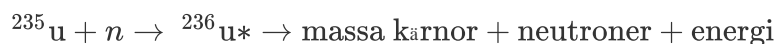
TODO: infoga bild över fission här

En kärna delas i två eller fler dotterkärnor. Spontan fission sker från ett grundtillstånd. Stimulerad fission sker från ett exciterat tillstånd - exempelvis neutroninducerat.

Antal reaktioner i en viss isotop med massan  $M({}^m\text{A})$  för en viss massa  $m$  är  $\frac{m}{M({}^m\text{A})}$ . Exempelvis är antalet reaktioner för 1 kg  ${}^2\text{H}$  med massan  $M({}^2\text{H}) = 2.014102$

$$n = \frac{1}{2.014102 \text{ u}} = 2.866 \cdot 10^{26} \text{ st.}$$

**Uran:**



I snitt 215 MeV och 2.4 neutroner.

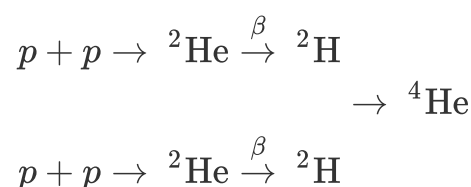
**Plutonium:**



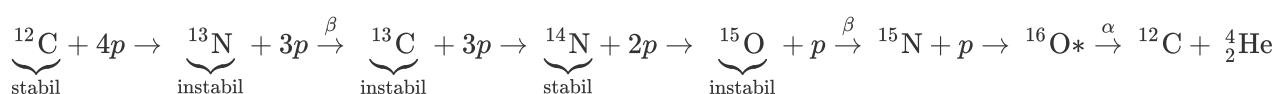
## Fusion

Två kärnor "smälter" samman till en.

**PP-kedjan**



**CNO-cykeln**



## Gaslagen

$PV = nRT$  där  $n$  är antal mol

$PV = Nk_B T$  där  $N$  är antal partiklar och  $k_B$  är Boltzmanns konstant

Med *adiabatisk* menas att inget är konstant.

*Isoterm* innebär att temperaturen är konstant, vilket innebär att  $PV$  är konstant. TODO: infoga bild här.  $\Delta E = P_i V_i * \ln\left(\frac{V_B}{V_A}\right)$

*Isobar* innebär att trycket är konstant, vilket innebär att  $\frac{V}{T}$  är konstant. TODO: infoga bild här.  $\Delta E = P\Delta V$

*Isokor* innebär att volymen är konstant vilket innebär att  $\frac{P}{T}$  är konstant. TODO: infoga bild här.  $\Delta E = 0$

Energin per partikel varierar. För en atom gäller  $E = \frac{3}{2}k_B T$ . För två atomer gäller  $E = \frac{5}{2}k_B T$ . För tre atomer gäller  $E = 3k_B T$ . Alltid gäller  $\frac{mv^2}{2} = \frac{3}{2}k_B T$ .

## Reflektion

---

Effekten  $P = T^n P$  där  $T = 1 - R$

## Ljud

Reflektansen  $R = \left(\frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1}\right)^2$  där  $Z = \rho * u$  där  $\rho$  är densiteten och  $u$  ljudets hastighet för ett visst medium.

Hastigheten  $u = \frac{Z}{\rho}$  där  $Z$  är den akustiska impedansen för ett visst medium.

## Ljus

Reflektansen  $R = \left(\frac{n_2 - n_1}{n_2 + n_1}\right)^2$  där brytningsindexet  $n = \frac{c}{u}$

Brewstervinkeln: Vid  $\Theta_B$  (Brewstervinkeln) blir allt reflekterat ljus polariserat.