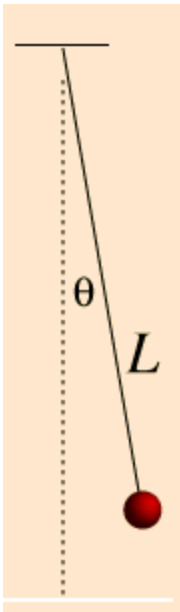


SVINGNINGER OG BØLGER

Et svingende system er: En genstand, en samling genstande eller et kraftfelt, der svinger omkring en ligevægts-tilstand.

Svingningerne foregår ved en stadig omdannelse af energi fra én energiform til en anden og tilbage igen.

Det simpleste svingende system er et matematisk pendul: Et lod uden udstrækning, med massen m , der hænger for enden af en uendelig tynd, uendelig bøjelig og uendelig let snor med længden L . Pendulet er påvirket af tyngdeaccelerationen g (9.82 m/sek^2 i Danmark) (ca. 10 m/sek^2 på hele Jorden).



Et matematisk pendul svinger med svingningstiden (forudsat at udsvingene er små).

Svingningstiden er tiden for én svingning - fra én yderposition og tilbage til den samme yderposition igen.

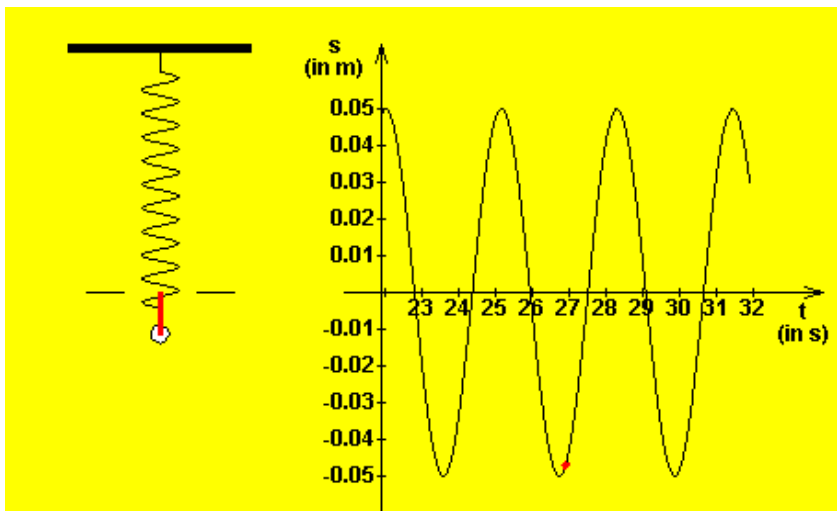
I yderpositionerne vil pendulet have maximal potentiel energi : $E_{\text{pot.}} (m \cdot g \cdot h)$

Når loddet passerer ligevægtstilstanden vil al energien være omformet til kinetisk energi : $E_{\text{kin.}} (\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2)$

$$T = 2 \Pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Frekvensen f er antallet af svingninger pr. sekund og da svingningstiden er antal sekunder pr. svingning gælder formlerne : $f = \frac{1}{T}$ og $T = \frac{1}{f}$

m Masse	L Længde	T Svingningstid	f Frekvens	g $4 \cdot \Pi^2 \cdot L / T^2$
< 100	1			
200	1			
< 100	1,5			
200	1,5			



Fjederpendulets svingningstid afhænger af fjederens stivhed og loddets masse. Da der er tale om massen virker fjederpendulet også i vægtløs tilstand.

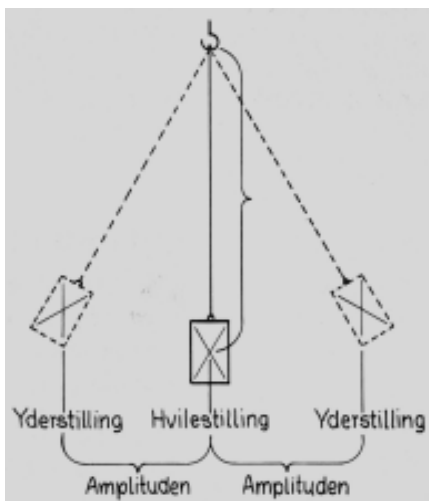
Et eksempel på et (lidt kompliceret) fjederpendul, er en lineal, der holdes ud over en bordkant. Et meget kompliceret pendul var broen over Tacoma Narrows i staten Washington, der brød

sammen d. 7. november 1940, da svingningerne blev for kraftige, ikke på grund af en kraftig orkan, men på grund af hvirvler omkring broen fra et mindre stormvejr. Hvad gik galt ?



Det hele skyldes **resonans**.

Ethvert svingende system, har en **egensvingningsfrekvens**. Det var denne frekvens som vindstødene ramte, og forstærkede. Det fænomen, at man rammer et svingende systems egenfrekvens, og forstærker denne, kaldes **resonans**. Det er således resonans: når man skubber en gyngende i takt med dens egenfrekvens, når man hopper i trampolin og meget mere.



Når der tilføres energi til et svingende system, i takt med egenfrekvensen, vil amplituden vokse, men frekvensen (svingningstiden) være uændret.

Resonans findes mange steder, også steder hvor man ikke ønsker det. f. eks. i tagkonstruktioner over store haller, i biler og motorcykler og i rum og værelser i hjemmet.



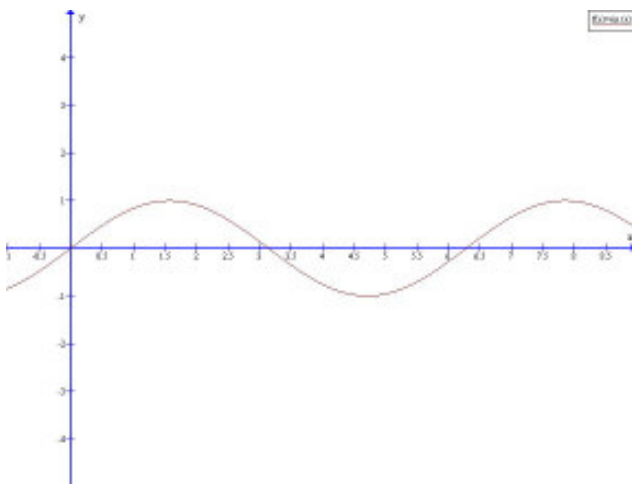
Når en lille del af et større system svinger, og derved påvirker de omgivende dele af systemet, kaldes det en bølge. (F. eks. et lille stykke vandoverflade, der bringes i svingninger af en sten og starter en bølgebevægelse i hele overfladen.)



Bølgen udbreder sig væk fra det sted, den startede med en bestemt **fart**. (v) Det måles i m/sek

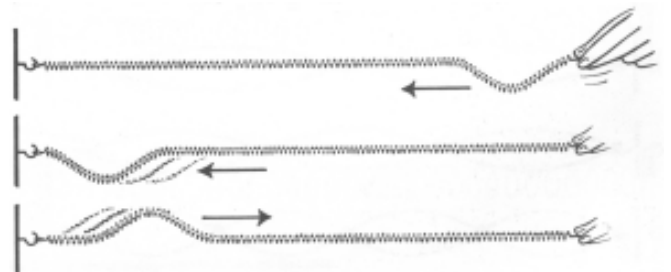
En anden egenskab ved alle bølger er **bølgelængden** - afstanden mellem to bølgetoppe - der betegnes med det græske bogstav „lambda“. (λ) Det måles i m

En tredje egenskab ved bølger er antallet af bølgetoppe, der passerer pr. sekund. Dette kaldes bølgens **frekvens** (f). Det måles i (Hz) (Hertz), der er det samme som (svingninger pr. sekund)

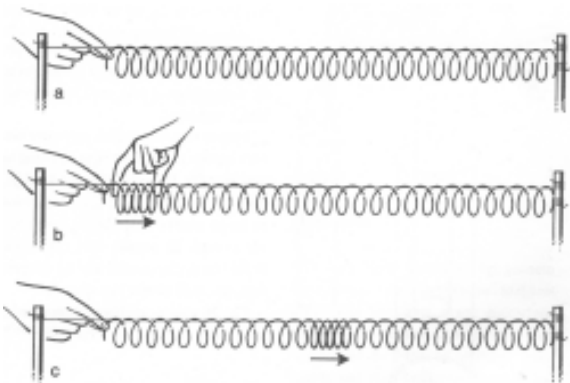


Her ses en enkelt „sinusbølge“.

I nogle bølger svinger de enkelte dele på tværs af bølgens „udbredelsesretning“. Disse kaldes **tværbølger**. (fig 3)



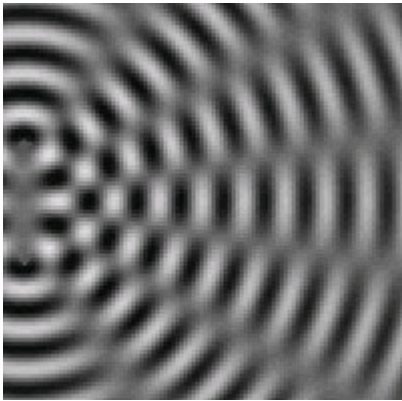
I andre bølger svinger de enkelte dele på langs af bølgens „udbredelsesretning“. Disse kaldes **længdebølger**. (fig 4)



De tre egenskaber, **fart**, **bølgelængde** og **frekvens** kendetegner alle bølger, og de afhænger af hinanden iflg. **bølgeligningen**:

$$v = \lambda * f$$

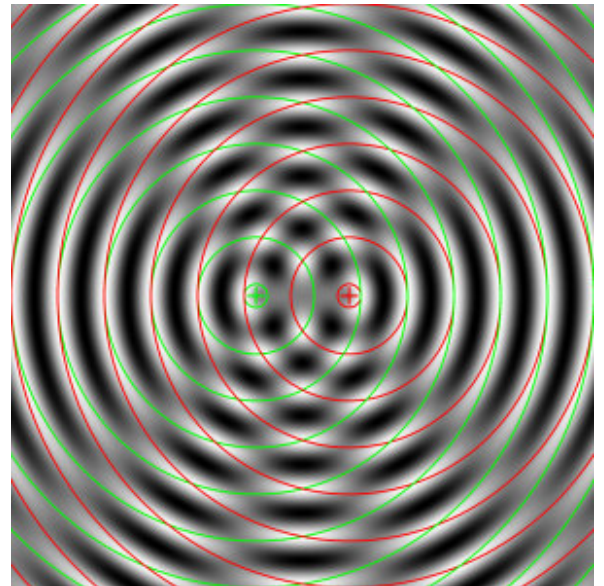
Interferens



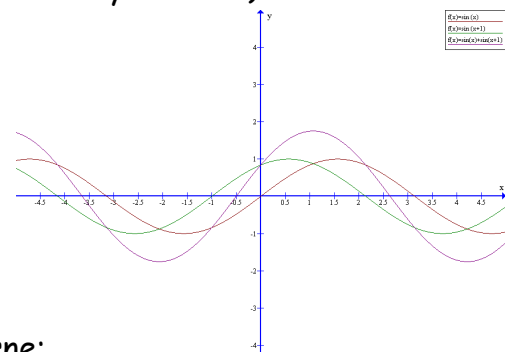
Når to bølger mødes i det samme medium (luft, vand, jern, elektromagnetiske felter m.m.), vil de gå gennem hinanden og fortsætte uhindret bagefter. De tager altså ikke skade af at ramme hinanden, som ting med masse gør. Der hvor de mødes vil effekten være summen af enkeltbølgerne. Der dannes altså en ny bølge med en anden form, lige i mødestedet. Dette fænomen kaldes **interferens**.

En særlig form for interferens opstår når to bølger med samme frekvens, i det samme medium, går gennem hinanden. I enkelte områder vil de to bølger „slukke“ hinanden (bølgetop + bølgedal = ingen bølge), og vi får **destruktiv interferens**. Tilsvarende vil der være områder hvor bølgerne fremhæver hinanden (bølgetop + bølgetop = dobbelt så stor bølgetop). Dette kaldes **konstruktiv interferens**.

På billedet foroven er der seks grå striber. Her er der destruktiv interferens. Midt imellem de grå striber er der konstruktiv interferens.



Alle bølger kan interferere. Den runde genstand er ikke en planet, men en sæbeboble, hvor lysbølgerne interferens skaber de forskellige farver. De to ens lysbølger fremkommer når en lysbølge tilbagekastes både fra ydersiden og fra indersiden af sæbeboblens væg. Denne væg er så tynd, at den er sammenlignelig med lysbølgerne bølgelængde. (mere om lys senere).



Hvis du vil vide mere om interferens kan du se hjemmesiderne:

<http://bogwebs.systime.dk/cd/orbit/Film/walter.fendt/physdk/interferens.htm> og <http://www.toender-gym.dk/mbs/fysik/ntnujava/waveInterference/waveInterference.html>