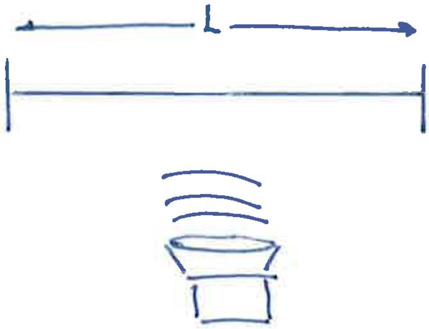


Frekvensen i en sträng ges av

$$f_n = \frac{v}{\lambda_n} = \frac{nv}{2L} \qquad n = 1, 2, 3 \ldots$$

Hastigheten ges av

$$v = \sqrt{\frac{T}{\rho}}$$

Vi söker resonansen n samt $n+1$.

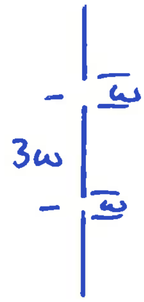
$$\begin{cases} f_n = \dfrac{n}{2L}\sqrt{\dfrac{T}{\rho}} & (1) \\[2ex] f_{n+1} = \dfrac{n+1}{2L}\sqrt{\dfrac{T}{\rho}} & (2) \end{cases}$$

$$(1) \Rightarrow \quad n = \frac{2L f_n \sqrt{\rho}}{\sqrt{T}}$$

$$(2) \Rightarrow \quad f_{n+1} = f_n + \frac{\sqrt{T}}{2L\sqrt{\rho}}$$

$$\Rightarrow \quad T = (f_{n+1} - f_n)^2 \, 4L^2 \cdot \rho \qquad \text{Dim} \left[\frac{ML}{T^2}\right] = \left[\frac{1}{T^2} L^2 \frac{M}{L}\right] \text{ ok.}$$

Första diffraktionsminimat bestäms av



$$w \cdot \sin\theta = m\lambda = \{m=1\} = \lambda \quad (1)$$

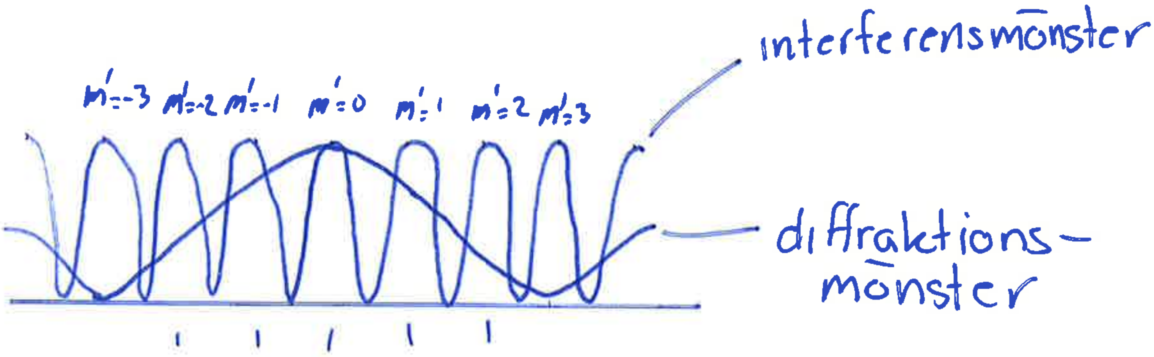
Vilket interferensmaxima släcks ut av diffraktionsminimat?

$$3w \cdot \sin\theta = m'\lambda \quad (2)$$

$(2) \overset{(1)}{\downarrow}$

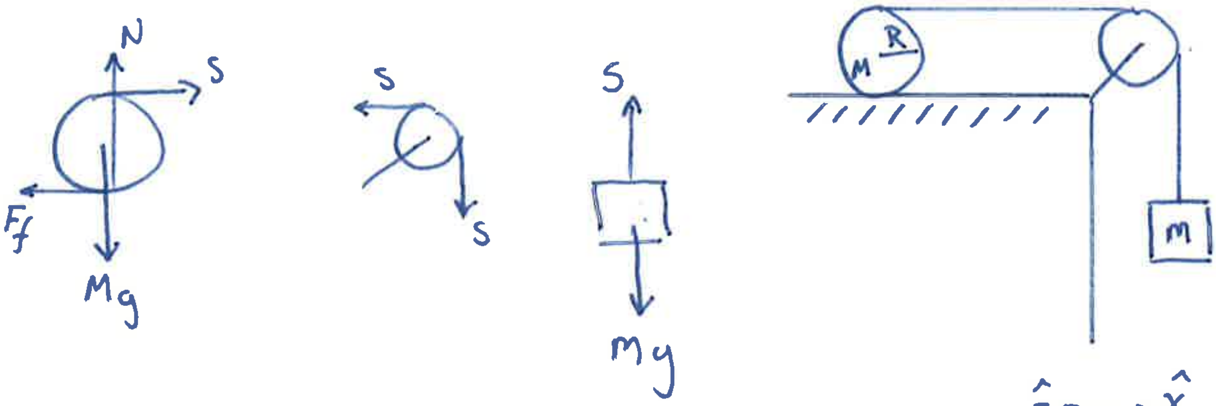
$$3\lambda = m'\lambda$$

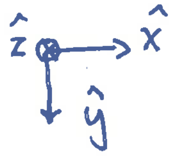
$$\Rightarrow m' = 3$$



∴ Alltså finns det totalt 5 interferens toppar innanför centralmaximat från diffraktionen.

Frilägg:





Kropparna är sammankopplade dvs gemensam acceleration, a.

$$N2 \begin{cases} \hat{x}: & S - F_f = Ma \quad (1) \\ \hat{y}: & \begin{cases} Mg - N = 0 \quad (2) \\ mg - S = ma \quad (3) \end{cases} \end{cases}$$

Rotation kring masscentrum för M (välj origo)

$$S \cdot R + F_f \cdot R = I\alpha = \left\{ I = \frac{MR^2}{2} \right\} = \frac{MR^2\alpha}{2}$$

$$\Rightarrow S + F_f = \frac{MR\alpha}{2} = \{a = R\alpha\} = \frac{Ma}{2}$$

$$\Rightarrow F_f = \frac{Ma}{2} - S$$

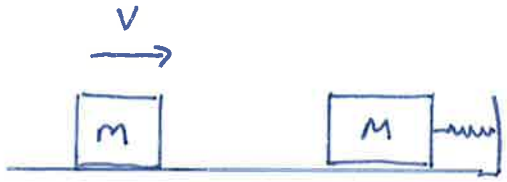
$$(1) \Rightarrow \quad S - \frac{Ma}{2} + S = Ma \Rightarrow S = \frac{3Ma}{4}$$

$$(3) \Rightarrow \quad mg - \frac{3M}{4}a = ma \Rightarrow a = \frac{mg}{m + \frac{3M}{4}} = \frac{4mg}{4m + 3M}$$

Svar: $a = \dfrac{4mg}{4m + 3M}$ $\quad S = \dfrac{3Mmg}{4m + 3M}$ Dim. ok.

[Testa vad som händer när $m \to \infty$; $m \to 0$; $M \to \infty$
Är det rimligt?]

Inga yttre krafter $\Rightarrow$ p bevarat



$$mv = (m+M)\,u$$

Efter stöten är energin bevarad

$$\frac{m+M}{2}u^2 = \frac{kx^2}{2}$$

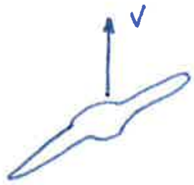
$$\Rightarrow \quad x = \sqrt{\frac{m+M}{k}}\,u$$

$$\Rightarrow \quad x = \sqrt{\frac{m+M}{k}}\,\frac{mv}{m+M} \qquad \text{Dim}\,[L] = \left[\sqrt{\frac{M}{\frac{M}{T^2}}}\,\frac{ML/T}{M}\right]$$

ok.

[Testa gränserna $m \to \infty$, $k \to \infty$, $M \to 0$
Är det rimligt?]

Relation mellan frekvens o våglängd



$$c = \lambda \cdot f \qquad (1)$$

Relativistisk dopplerskift.

$$f' = \sqrt{\frac{1 - v/c}{1 + v/c}}\, f$$

mottagare

sändare

notera tecknet pga sändaren rör sig ifrån mottagaren.

$$(1) \Rightarrow \quad \frac{c}{\lambda'} = \sqrt{\frac{1 - v/c}{1 + v/c}} \cdot \frac{c}{\lambda}$$

$$\Rightarrow \quad \lambda^2 = \frac{1 - v/c}{1 + v/c}\, \lambda'^2$$

$$\Rightarrow \quad (\lambda^2 + \lambda'^2) \cdot c = -v(\lambda'^2 + \lambda^2)$$

$$\Rightarrow \quad v = \frac{\lambda'^2 - \lambda^2}{\lambda'^2 + \lambda^2} \cdot c \approx 0.9690 \cdot c$$

Hubbles lag

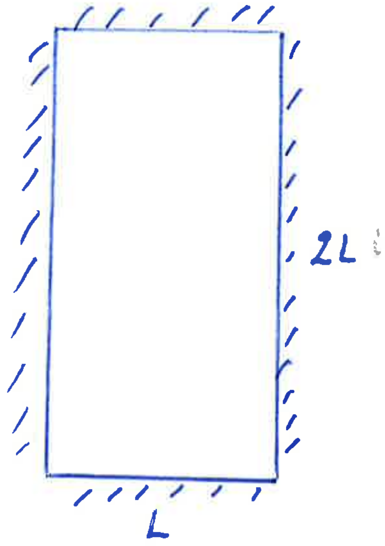
$$v = H \cdot d$$

$$\Rightarrow \quad d = \frac{\lambda'^2 - \lambda^2}{\lambda'^2 + \lambda^2} \cdot \frac{c}{H} = \frac{(9.682 \cdot 10^{-7})^2 - (1.215 \cdot 10^{-7})^2}{(9.682 \cdot 10^{-7})^2 + (1.215 \cdot 10^{-7})^2} \cdot \frac{2.998 \cdot 10^5}{72} \approx$$

$$\approx 4.0 \cdot 10^3 \text{ MPc} \approx 13 \cdot 10^9 \text{ ljusår.}$$

Energinivåerna ges av

$$E = \frac{h^2}{8mL^2}\left(n_x^2 + \frac{n_y^2}{4}\right)$$



Beräkna energin för några låga tillstånd

n_x	n_y	$n_x^2 + n_y^2/4$
1	1	$1 + \frac{1}{4} = 5/4$
1	2	$1 + 1 = 2$
1	3	$1 + 9/4 = 13/4$
1	4	$1 + 4 = 5$
2	1	$4 + 1/4 = 17/4$
2	2	$4 + 1 = 5$
⋮	⋮	⋮

Det lägsta tillståndet som är degenererat har energin $E = 5 \cdot \frac{h^2}{8mL^2}$.