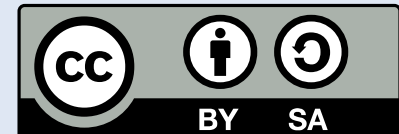
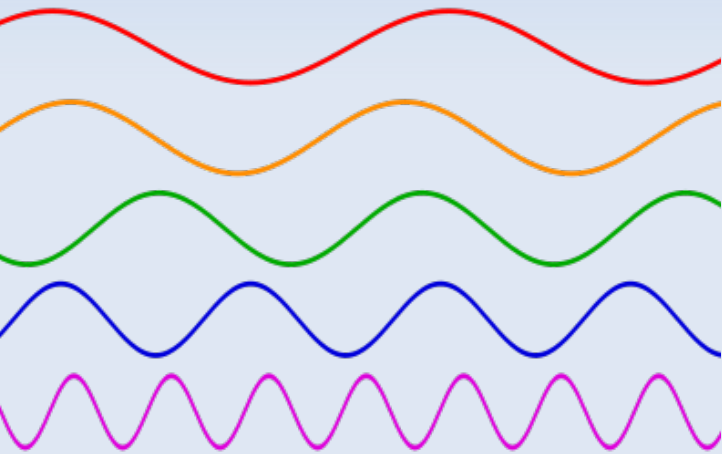


Instrumentos musicais e formas de onda

Prof. Rafael P. Pezzi
Instituto de Física - UFRGS



Frequência: Baixos e altos



Onda de baixa frequência
Som mais baixo ou grave

Onda de alta frequência
Som mais alto ou agudo

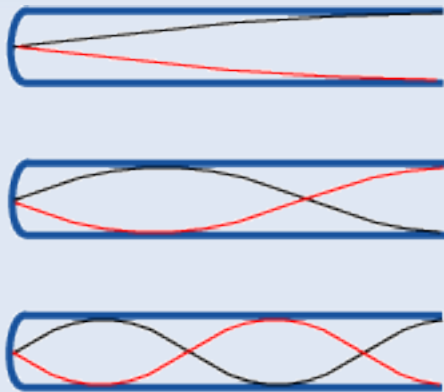


Creditos:

Tambor: SWARM Sounds / Morcego: Glennis Tracey

Ondas estacionárias em tubos

fechado aberto



$$\lambda_1 = 4L, f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{4L}$$

~~$$\lambda_2 = 2L, f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{v}{L} = 2f_1$$~~

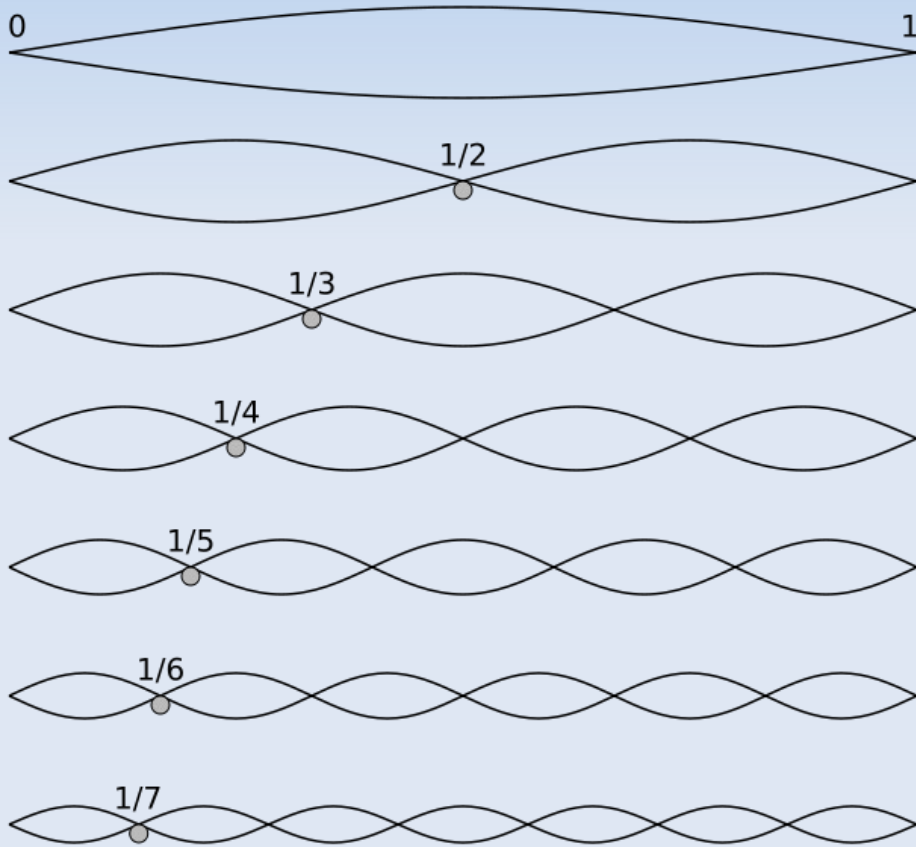
$$\lambda_3 = \frac{4L}{3}, f_3 = \frac{v}{\lambda_3} = \frac{3v}{4L} = 3f_1$$

$$\lambda_n = \frac{4L}{n}, f_n = \frac{v}{\lambda_n} = \frac{nv}{4L} = nf_1$$

Apenas para n
ímpar!

Ondas estacionárias em cordas: harmônicos

$$v = \lambda f$$



$$\lambda_1 = 2L, \quad f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{2L}$$

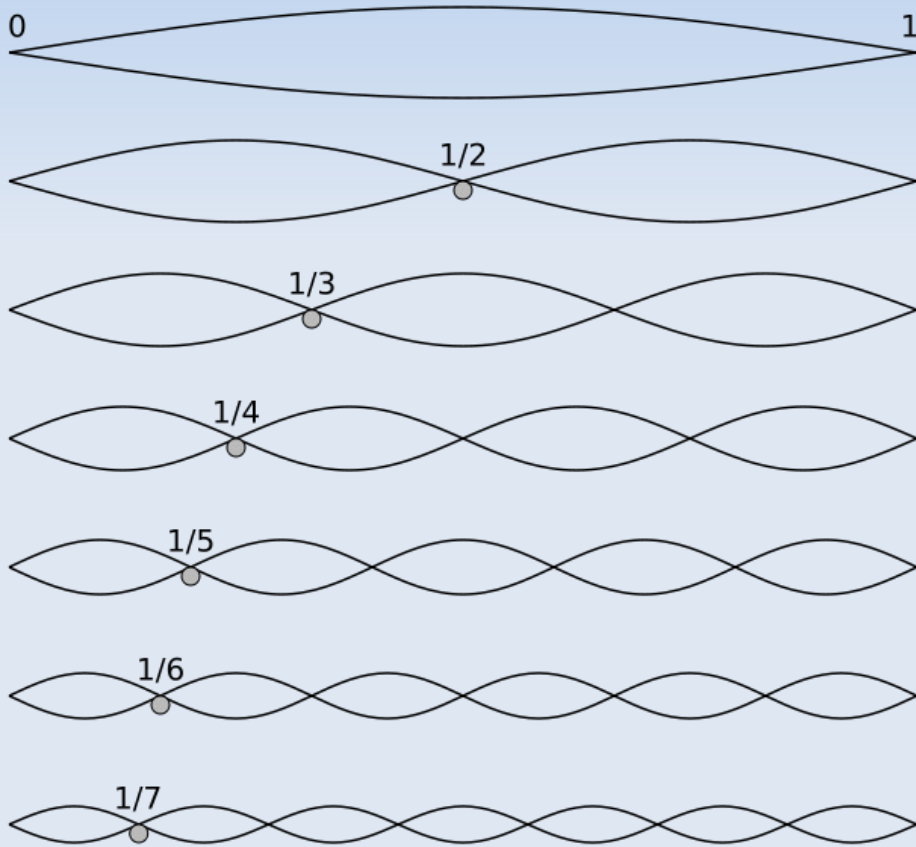
$$\lambda_2 = L, \quad f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{v}{L} = 2f_1$$

$$\lambda_3 = \frac{2L}{3}, \quad f_3 = \frac{v}{\lambda_3} = \frac{3v}{2L} = 3f_1$$

$$\lambda_n = \frac{2L}{n}, \quad f_n = \frac{v}{\lambda_n} = \frac{nv}{2L} = nf_1$$

Ondas estacionárias em cordas: harmônicos

$$v = \lambda f$$



$$\lambda_n = \frac{2L}{n}, \quad f_n = \frac{v}{\lambda_n} = \frac{nv}{2L} = n f_1$$

Notes	Frequency (octaves)				
A	55.00	110.00	220.00	440.00	880.00
A#	58.27	116.54	233.08	466.16	932.32
B	61.74	123.48	246.96	493.92	987.84
C	65.41	130.82	261.64	523.28	1046.56
C#	69.30	138.60	277.20	554.40	1108.80
D	73.42	146.84	293.68	587.36	1174.72
D#	77.78	155.56	311.12	622.24	1244.48
E	82.41	164.82	329.64	659.28	1318.56
F	87.31	174.62	349.24	698.48	1396.96
F#	92.50	185.00	370.00	740.00	1480.00
G	98.00	196.00	392.00	784.00	1568.00
A _b	103.83	207.66	415.32	830.64	1661.28

Formação de acorde maior:

Terceiro Harmônico do Dó/C:

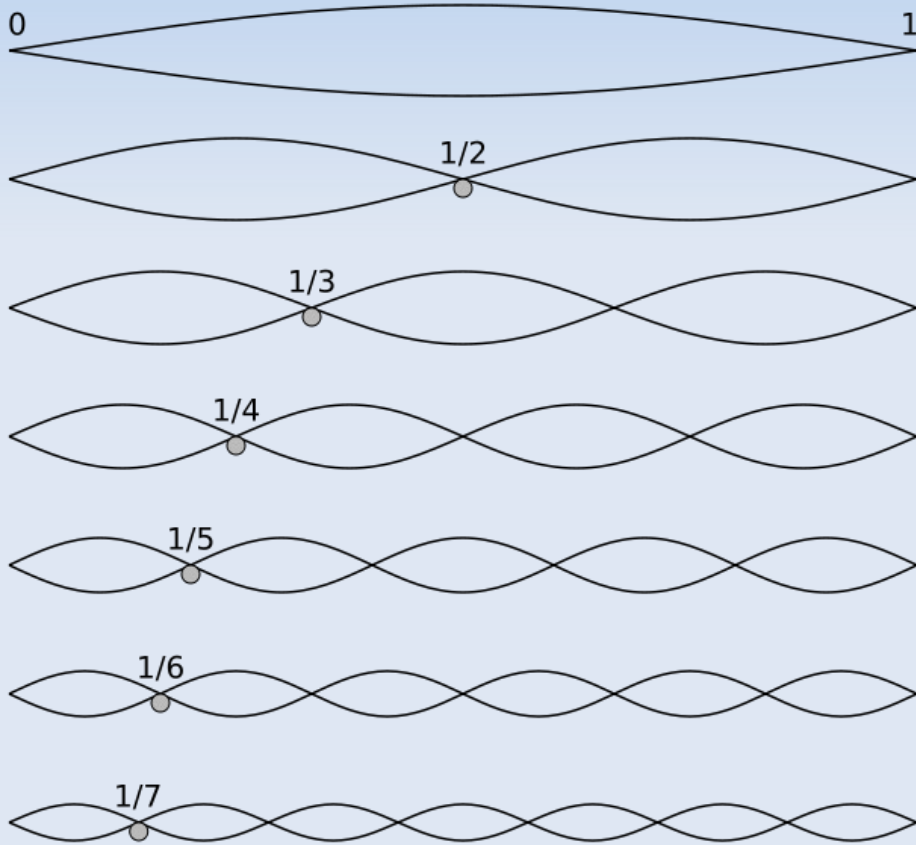
65.41*3 = 196.23 Hz (Sol/G)

Quinto Harmônico do Dó/C:

65.41*5 = 327.05 Hz (~Mi/E)

Ondas estacionárias em cordas: harmônicos

$$v = \lambda f$$



Harmônico

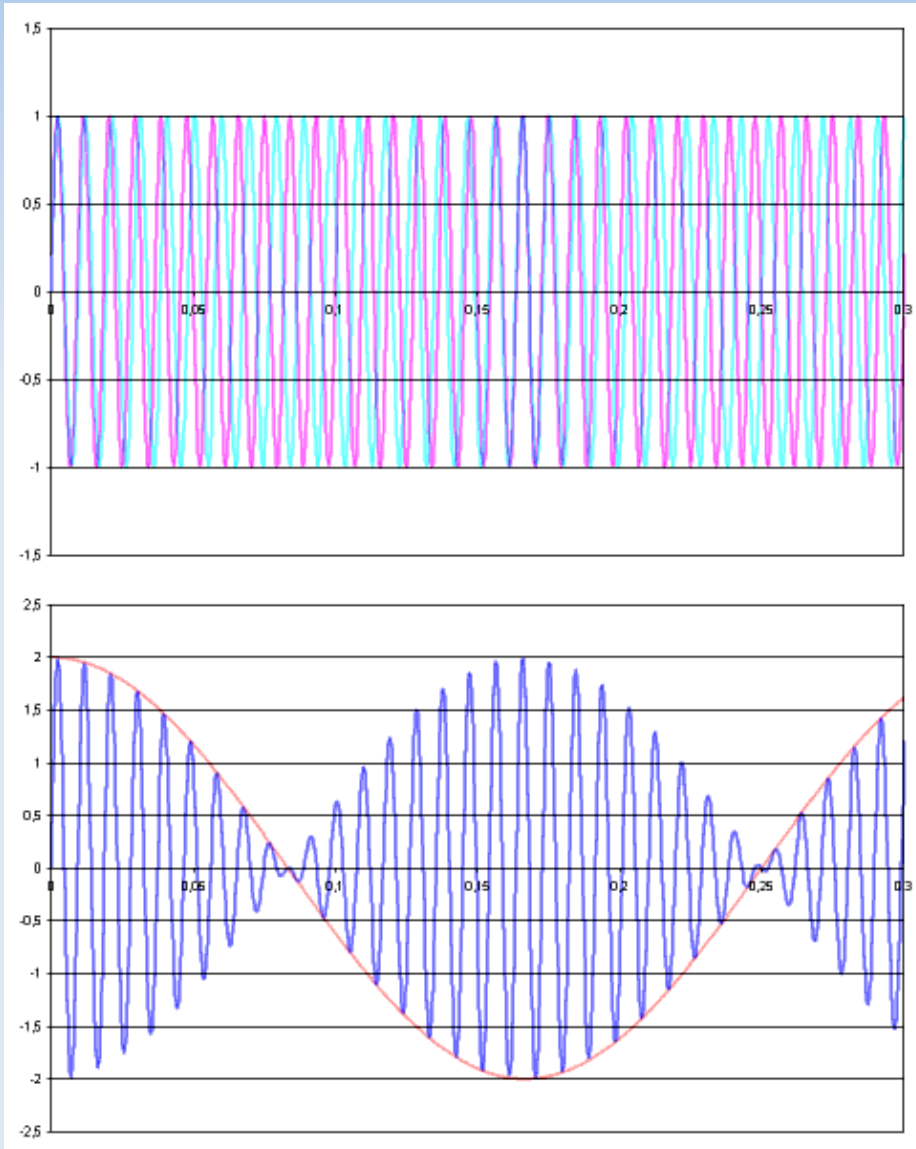
Cordas

	1 E	2 B	3 G	4 D	5 A	6 E
1	329.23	246.94	196	146.83	110	82.41
2	658.46	493.88	392	293.66	220	164.82
3	987.69	740.82	588	440.49	330	247.23
4	1316.9	987.76	784	587.32	440	329.64
5	1646.1	1234.7	980	734.15	550	412.05

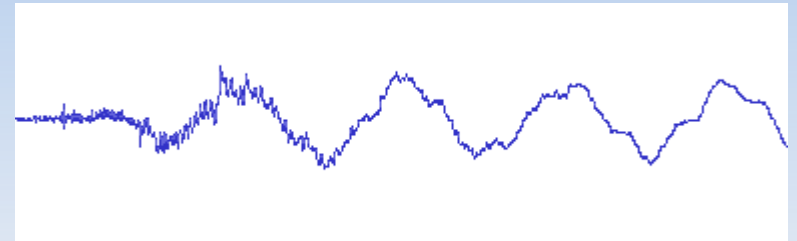
Frequências em Hz

$$\lambda_n = \frac{2L}{n}, f_n = \frac{v}{\lambda_n} = \frac{nv}{2L} = n f_1$$

Batimento e Timbre



Xilofone: forma de onda



Filtro passa-baixo em guitarra:

