

# Instrumentos de Percussão



djembe



llimba de Gogo, Tanzânia

# Instrumentos de Percussão

## Classificação

- ◆ De altura definida
- ◆ De altura indefinida

# Instrumentos de Percussão

## Classificação

- ◆ 1) **Idiofones**: marimba vibraforne, xilofone, glockenspiel, pratos, gongos, etc.
- ◆ 2) **Membranofones**: tambores em geral
- ◆ 3) **Aerofones**: apitos, sirenes
- ◆ 4) **Cordofones**: berimbau, piano cravo, etc

# Instrumentos de Percussão

## Vibração de barras

- podem ser **transversais** (curvando-se em seu comprimento) ou **longitudinais** (expandindo e contraindo em seu comprimento)

# Instrumentos de Percussão

## Vibração de barras: longitudinais

- **As vibrações longitudinais** têm frequências altas e relação harmônica entre seus componentes.
- Elas dependem do comprimento e da elasticidade dos componentes da barra, mas são independentes da espessura.
- Seu comportamento é semelhante ao de um tubo aberto.

# Instrumentos de Percussão

## Vibração de barras: longitudinais

- É expressa pela fórmula simples:

$$f_n = nv_L/2L$$

onde  $v_L$  é a velocidade de propagação na barra,  $L$  o comprimento e  $n$  o número do modo.  $v_L = \sqrt{E/\rho}$ , sendo  $E$  o módulo de elasticidade de Young e  $\rho$  a densidade.

# Instrumentos de Percussão

## **Vibração de barras: transversais**

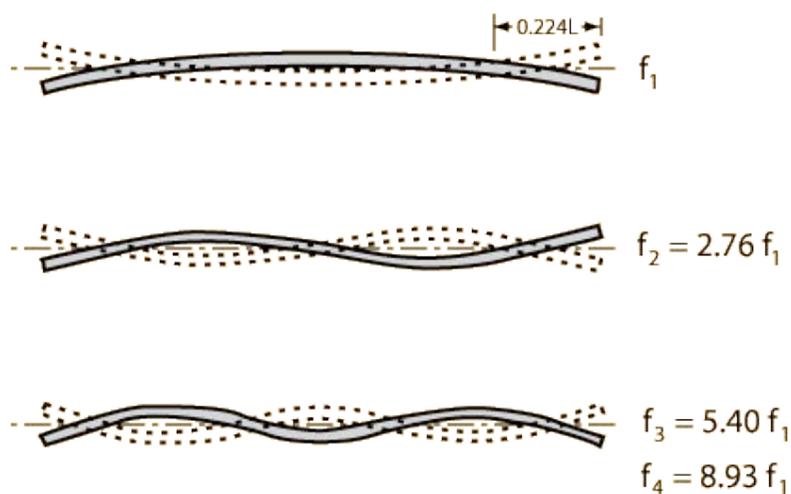
- Na maioria dos instrumentos de barras ocorre a vibração transversal

Existem 3 possibilidades:

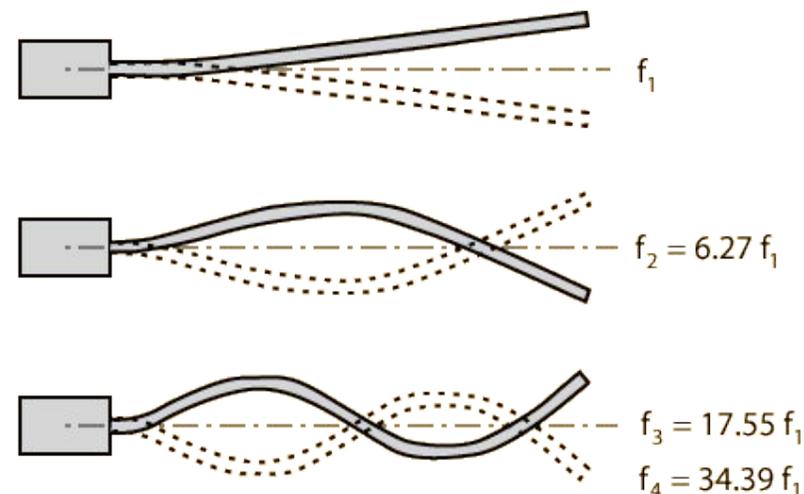
- ◆ barras fixas na extremidade,
- ◆ suspensas e
- ◆ livres.

# Instrumentos de Percussão

## Vibração de barras: transversais



Barra livre



Barra com  
extremidade fixa

# Instrumentos de Percussão

## **Vibração de barras: transversais**

- Assim como nas vibrações longitudinais, a frequência depende do comprimento, da densidade e da elasticidade, mas também da espessura da barra.

# Instrumentos de Percussão

## Vibração de barras: transversais

- Frequências são expressas por:

$$f_n = (\pi v_L K / 8L^2) m^2$$

onde onde  $v_L$  é a velocidade de propagação na barra,  $L$  é o comprimento,  $m$  é um número sequencial (3, 5, 7, 9, ..... (2n+1)),  $K$  o raio de giro (relacionado ao tamanho e forma da barra; 3.46 para uma barra plana)

# Instrumentos de Percussão

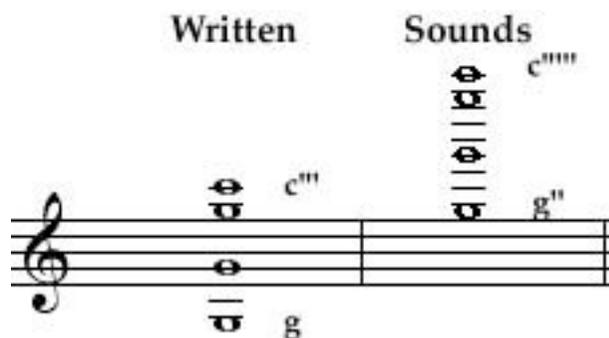
## Glockenspiel



# Instrumentos de Percussão

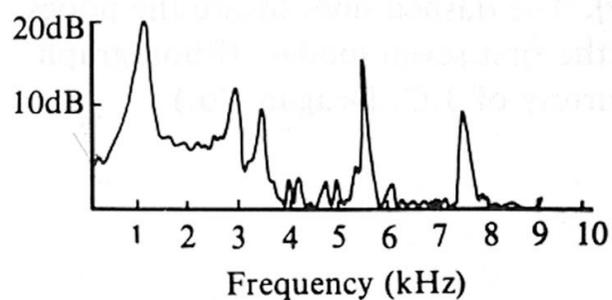
## Glockenspiel

- Teclas retangulares de aço entre 2.5 e 3.2 cm de largura e 0.61 a 1 cm de espessura.
- Tessitura entre G5 (784Hz) e C8 (4186 Hz)



# Instrumentos de Percussão

## Glockenspiel



Espectro de um C6  
do Glockenspiel

$$f_1 = 1.00$$

$$f_2 = 2.71$$

$$f_{1x} = 3.25$$

$$f_a = 3.57$$

$$f_3 = 5.15$$

$$f_b = 7.07$$

$$f_{2x} = 8.00$$

$$f_4 = 8.43$$

$$f_c = 10.61$$

$$f_t = 11.26$$

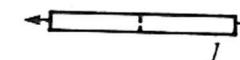
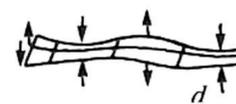
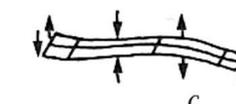
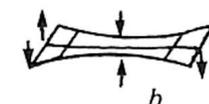
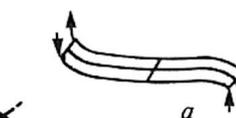
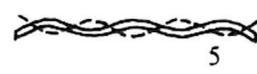
$$f_5 = 12.21$$

$$f_d = 13.95$$

Transversal

Torcional

Outros



Principais modos de Vibração

# Instrumentos de Percussão

## Marimba



# Instrumentos de Percussão

## Marimba

- Barras afinadas com tubos de ressonância
- Tessitura entre A2 (110 Hz) e C7 (2093 Hz)
- Eventualmente estendido para os graves até o (C2 65Hz)



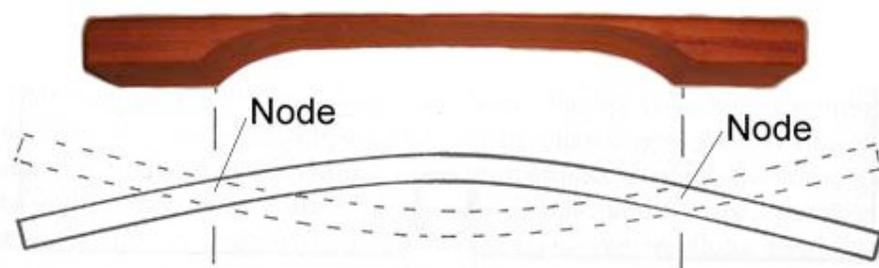
# Instrumentos de Percussão

## **Marimba**

- Um arco é escavado na parte de baixo da teclas para reduzir o tamanho necessário (especialmente nos graves) e para afinar os harmônicos

# Instrumentos de Percussão

## Marimba



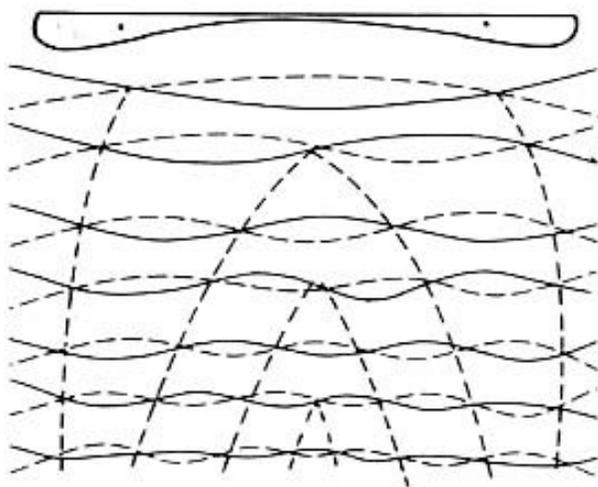
Para obter o máximo de sonoridade da fundamental a tecla é apoiada nos nós do primeiro modo e percutida no centro (ventre de vibração).



# Instrumentos de Percussão

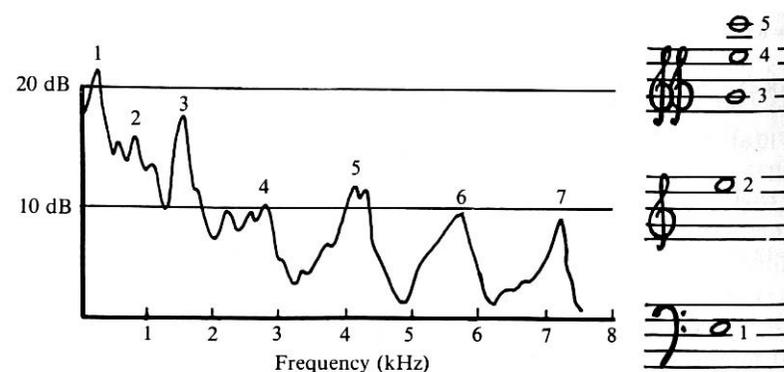
## Marimba

Modos de ressonância de uma nota E.  
As linhas pontilhadas representam os nós modais



Tecla E3 da Marimba

$f_1 = 169 \text{ Hz}$	$(1f)$
$f_2 = 663 \text{ Hz}$	$(3,92f)$
$f_3 = 1561 \text{ Hz}$	$(9,23f)$
$f_4 = 2749 \text{ Hz}$	$(16,26f)$
$f_5 = 4093 \text{ Hz}$	$(24,21f)$
$f_6 = 5669 \text{ Hz}$	$(33,54f)$
$f_7 = 7262 \text{ Hz}$	$(42,97f)$



Espectro da nota E.  
Notar o reforço no 3º  
parcial que forma  
uma 3ª menor

# Instrumentos de Percussão

## Vibrafone



# Instrumentos de Percussão

## Vibrafone

- O arco é profundo e o primeiro parcial é aproximadamente 4 vezes a fundamental (como na marimba)
- Extensão entre F3 (175Hz) e F6 (1397Hz)



# Instrumentos de Percussão

## **Vibrafone**

- As barras de alumínio têm um decaimento muito mais longo que a marimba e xilofone e por isso o instrumento tem pedal abafador.

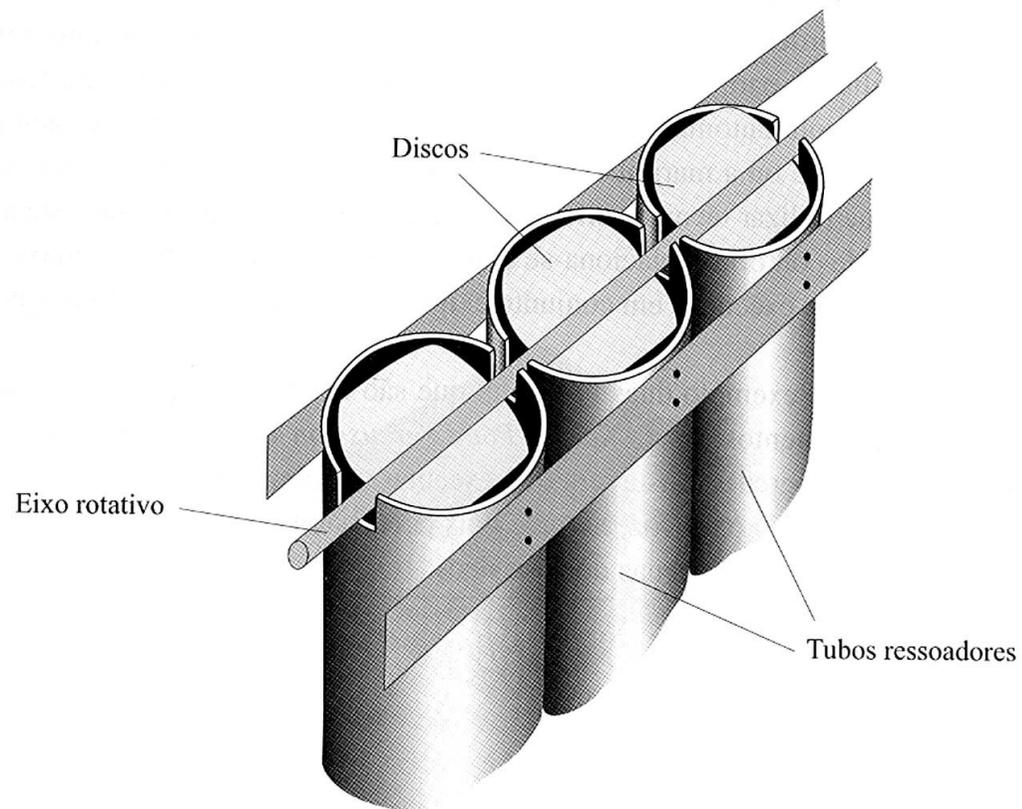
# Instrumentos de Percussão

## Vibrafone

- Um motor controla a abertura cíclica do tubo de ressonância produzindo um efeito de tremolo (variação de amplitude).
  - Em função do longo decaimento do vibrafone ressonância do tubo tem maior efeito: Para um A3 (220Hz) o tempo de decaimento é de 40s sem o tubo e de 9s com ele. Essa diferença tende a diminuir para frequências mais altas.

# Instrumentos de Percussão

## Vibrafone



# Instrumentos de Percussão

## Xilofone



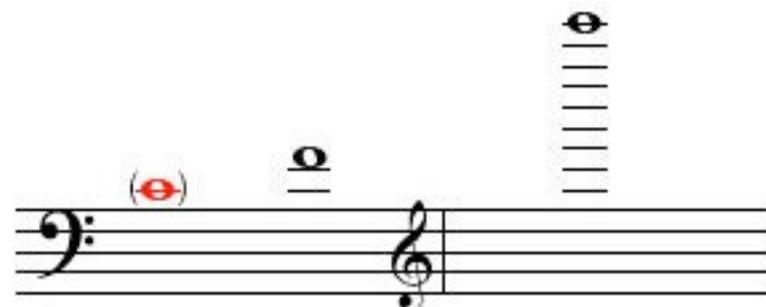
# Instrumentos de Percussão

## Xilofone

- Extensão entre F4 (349Hz) e C8 (4186Hz)



Nota escrita



Nota que soa

# Instrumentos de Percussão

## **Xilofone**

- O arco da tecla não é tão pronunciado quanto o da marimba uma vez que o primeiro parcial está afinado em uma 12<sup>a</sup> da fundamental (3 vezes a fundamental). Isso confere o caráter estridente do seu som.

# Instrumentos de Percussão

## Sinos Tubulares (Chimes)



# Instrumentos de Percussão

## Campanas (Chimes)

- Tubos finalizados com um anel em uma das extremidades.



# Instrumentos de Percussão

## Campanas (Chimes)

- Os modos 4, 5 e 6 exibem uma proporção próxima de 2:3:4.
  - ◆ Daí que a altura percebida numa campana não é a fundamental do som, mas a altura que seria equivalente à fundamental dos modos 4, 5 e 6.

# Instrumentos de Percussão

## Membranas

- Seu comportamento pode ser entendido como o de cordas bidimensionais
- Os modos de vibração de uma membrana não são harmônicos e os nós não são representados por pontos, mas linhas nodais.

# Instrumentos de Percussão

## Membranas

- Os modos são dados por:

$$f_{mn} = \frac{1}{2a} \sqrt{\frac{T}{\sigma}} \beta_{mn}$$

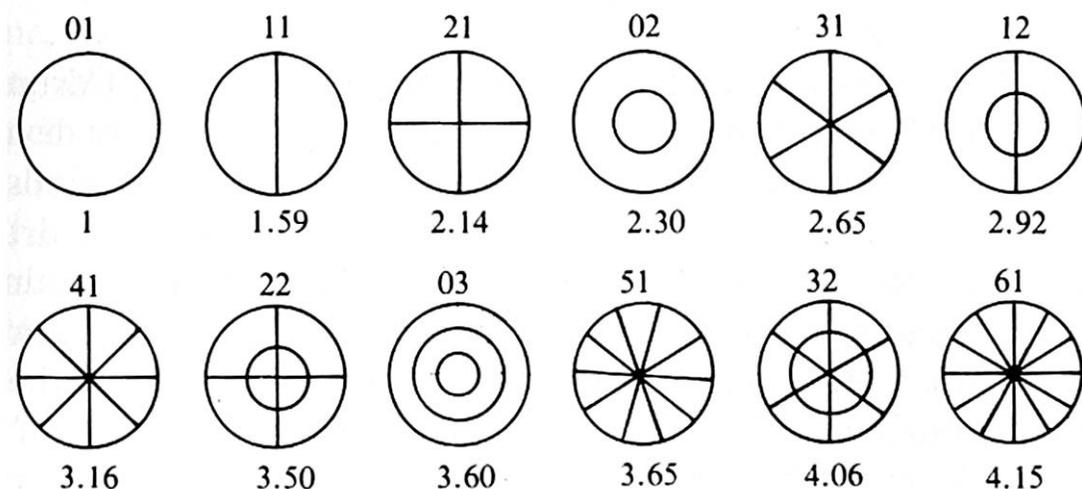
onde  $a$  é o raio (metros),  $T$  a tensão (newtons)  $\sigma$  a densidade por área (kg/m<sup>2</sup>) e  $\beta$  é o valor para o qual a função de Bessel torna-se zero.

- Notar que a frequência varia com o raio, a tensão e a espessura.

# Instrumentos de Percussão

## Membranas

- A figura abaixo mostra os primeiros 12 modos.

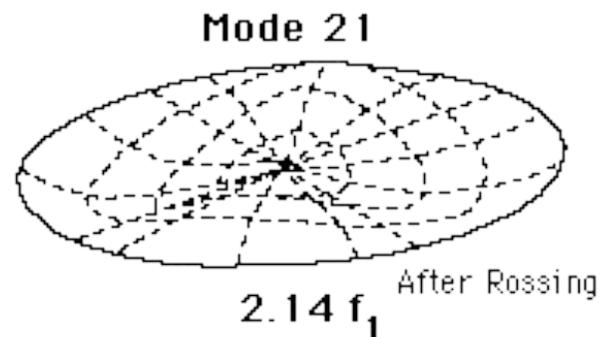
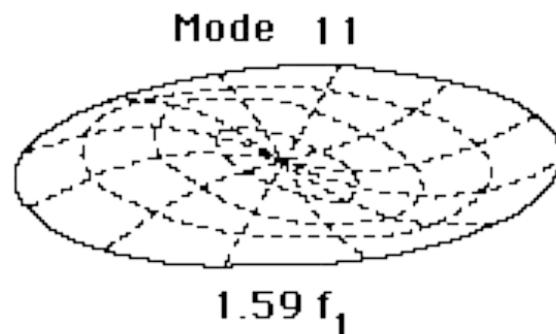
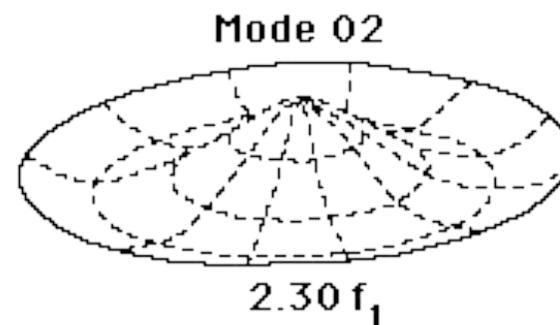
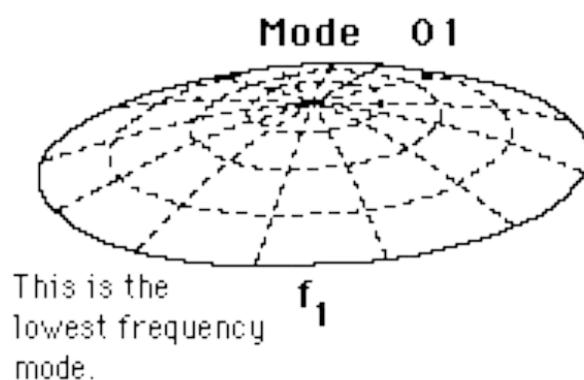


$m$  e  $n$  representam o número de nós diametrais e de nós circulares. Por exemplo, (3 1) significa que o modo tem 3 nós diametrais e 1 nó circular. As razões são proporcionais ao modo mais grave (0 1, fundamental). Regiões adjacentes movem-se em direções opostas.

# Instrumentos de Percussão

## Membranas

- Movimento dos modos 01, 02, 11, 21



# Instrumentos de Percussão

## Tímpano



# Instrumentos de Percussão

## Tímpano

- Timpano; possui uma membrana esticada (hoje de material sintético, *Mylar*) sobre um corpo semi-esférico.
- O acoplamento dos modos desse corpo com os da membrana interagem na definição das frequências modais.
- A fundamental percebida é função de aproximações entre os modos de uma série harmônica.
- Para o tímpano a fundamental percebida é equivalente à frequência do modo 1 1.

# Instrumentos de Percussão

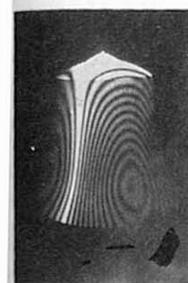
## Tímpano

32 inch    29 inch    26 inch    23 inch    20 inch

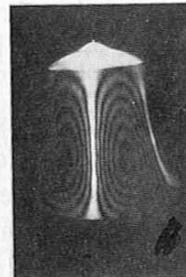


# Instrumentos de Percussão

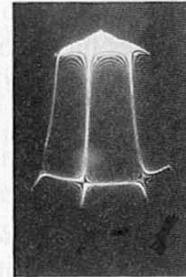
## Sinos



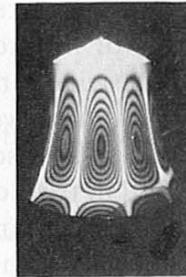
(2,0) 523 Hz



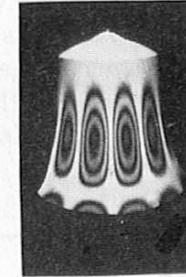
(3,0) 1569 Hz



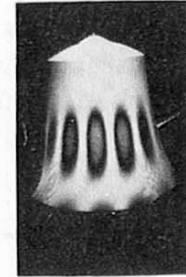
(4,1<sup>#</sup>) 3104 Hz



(5,1<sup>#</sup>) 4709 Hz



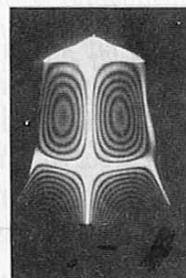
(6,1<sup>#</sup>) 6571 Hz



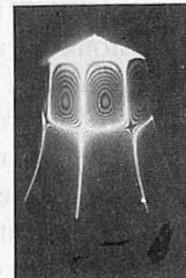
(7,1<sup>#</sup>) 8639 Hz



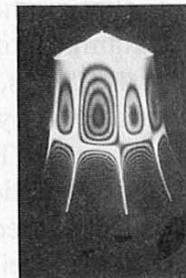
(2,1) 3866 Hz



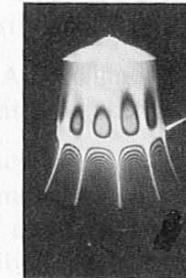
(3,1) 2532 Hz



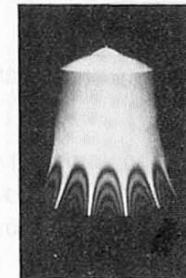
(4,1) 2819 Hz



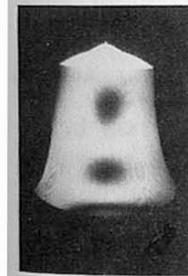
(5,1) 3957 Hz



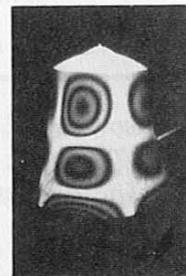
(6,1) 5323 Hz



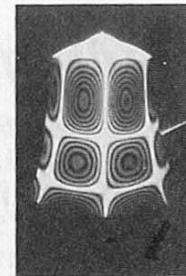
(7,1) 6892 Hz



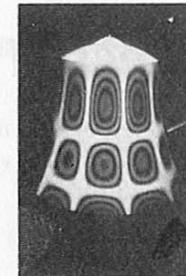
(7,2) 8002 Hz



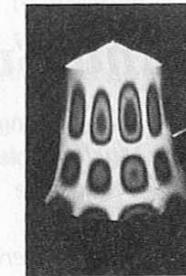
(2,2) 6137 Hz



(4,2) 5425 Hz



(5,2) 6263 Hz



(6,2) 7962 Hz