

物理Ⅱ

第12回 音

気柱の共鳴

教科書 p140-143

今日の内容

気柱の固有振動

前回まで、振動する物体には、それぞれ最も振動しやすい**固有振動数**があること、弦および気柱の固有振動数を決めるものは何かについて理解しました。

気柱の共鳴

今日のテーマ

外部から加えた音の振動数が、気柱の固有振動数と一致したとき、気柱に**定常波**が生じて大きな音が出る。

- **共鳴はなぜ起こるのか？**

共鳴がなぜ起こるのか説明でき、共鳴が起きたときの音の波長、振動数などを計算できるようにする。

- **共鳴で音を大きくするための仕組みは？**

共鳴箱、響板

- **共鳴を利用しているものはどんなもの？**

楽器、発声



気柱の共鳴

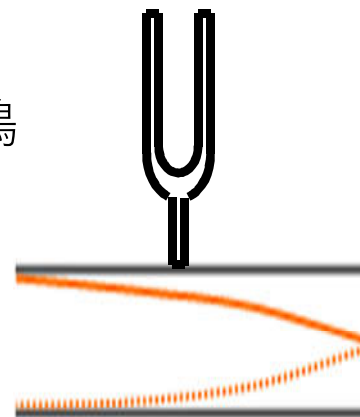
□ 共鳴箱のはたらき：音を大きくする



小さい音



音叉の音に共鳴して大きな音が出る



ギターは響板が音を出している！

弦は細く面積が小さいので小さな音しか出ない。
弦の振動が伝わり響板が振動して音が大きくなる。



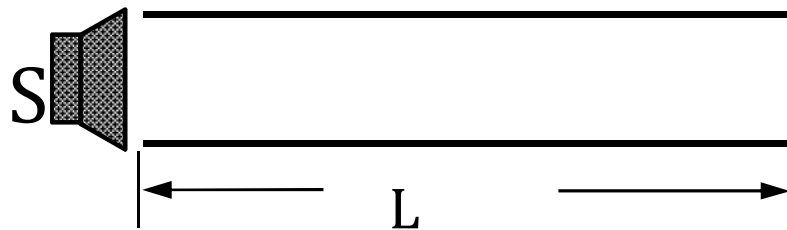
響板

例題 1 を解きましょう

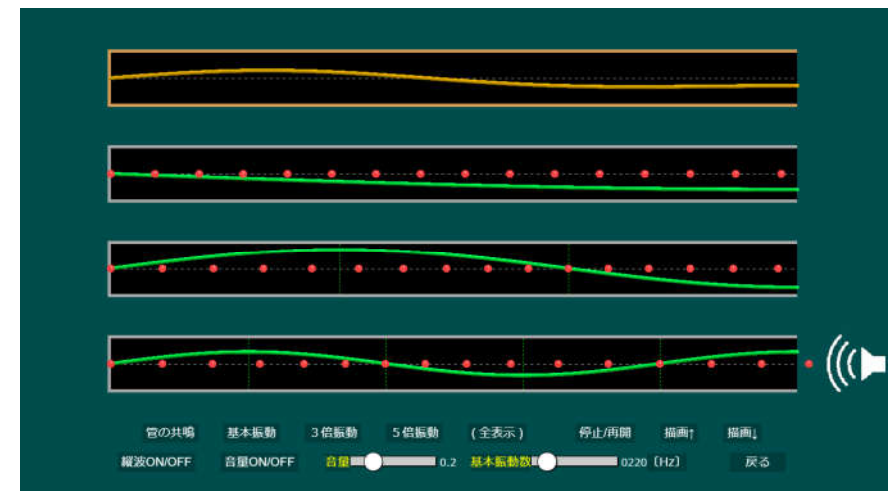
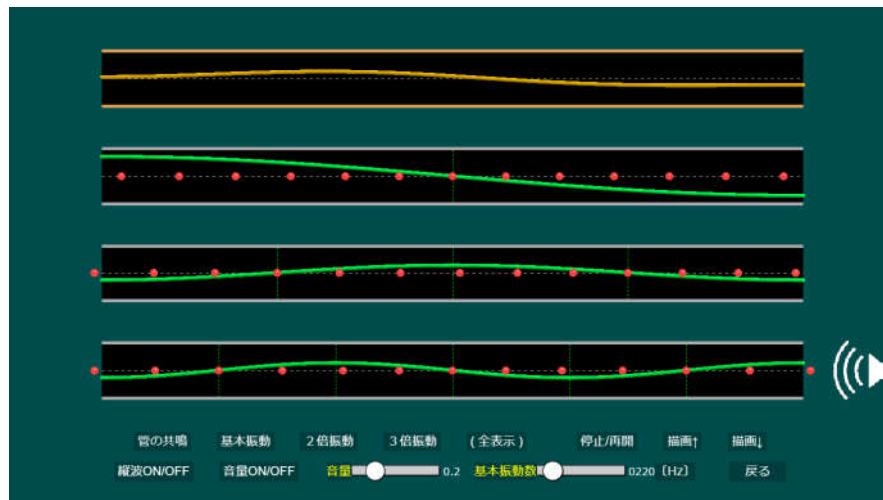
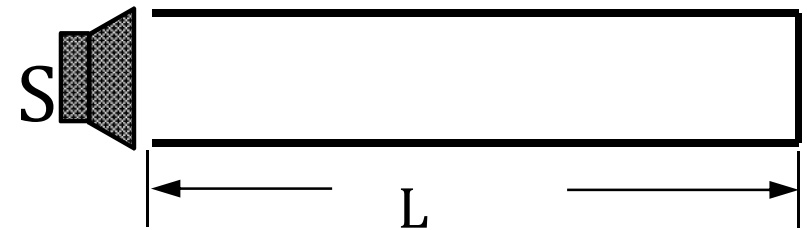
気柱の固有振動と共鳴

ガラス管の口にスピーカーを置いて音を出し、気柱の共鳴実験を行う。スピーカーの音の振動数を0 Hzから徐々に大きくしたとき、1番目の共鳴が起きて大きな音が聞こえる。さらに大きくしていくと、2番目、3番目の共鳴が起きる。

開管



閉管



開管

基本振動



$$\lambda_1 = 2L \quad f_1 = \frac{V}{\lambda_1} = \frac{V}{2L}$$

2倍振動



$$\lambda_2 = L \quad f_2 = 2f_1$$

3倍振動



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

閉管

基本振動



$$\lambda_1 = 4L \quad f_1 = \frac{V}{\lambda_1} = \frac{V}{4L}$$

3倍振動



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

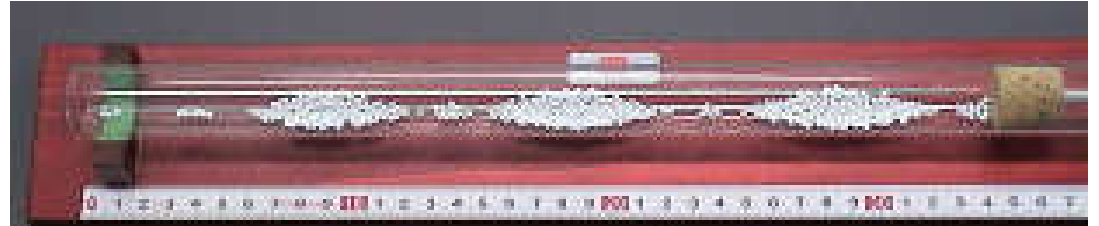
5倍振動



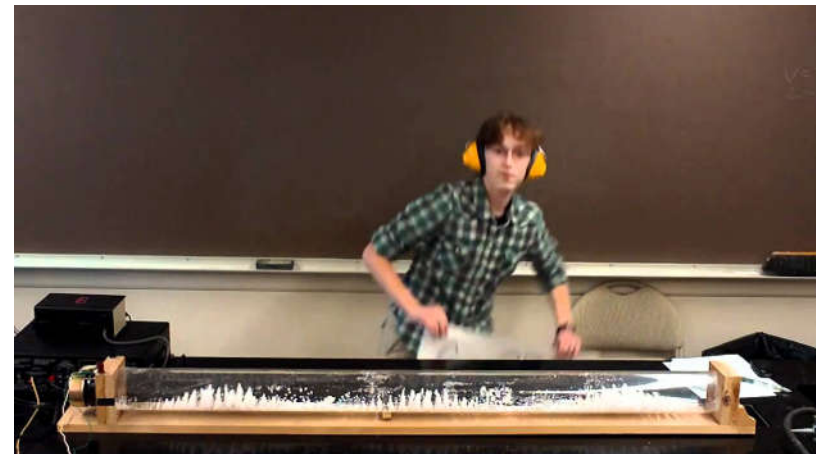
$$\lambda_5 = \frac{4L}{5} \quad f_5 = 5f_1$$

□ クント管で音の波を可視化

- 管の中の空気に音の定常波が生じ,粉が波の節に集まる

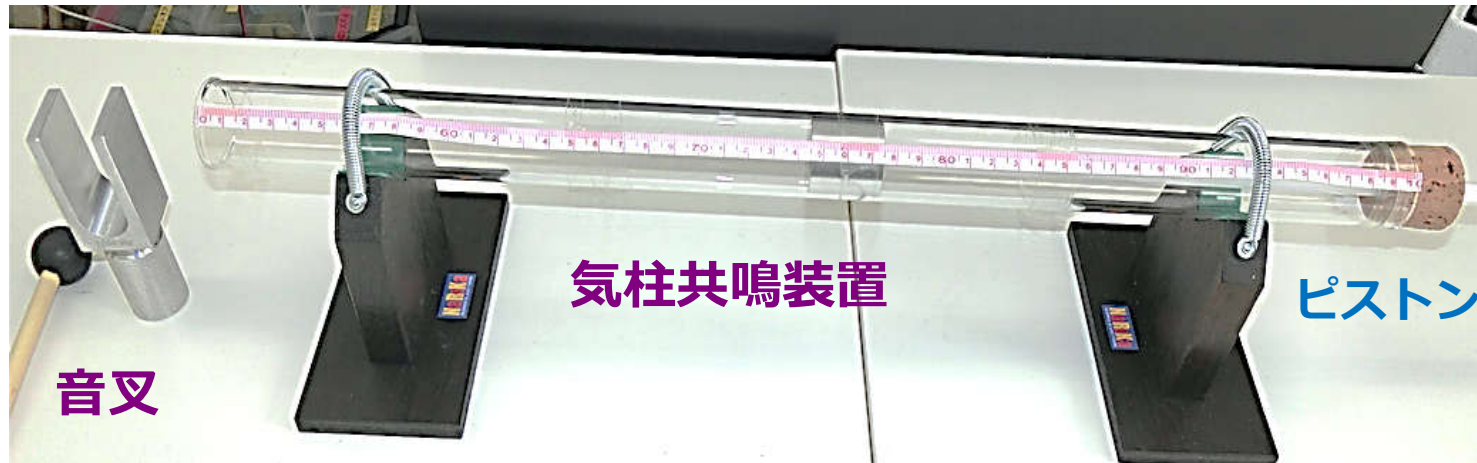


- スピーカからの音を利用した装置。オシレータから一定の周波数を発信し, アンプで増幅して音を発生させる。管内に定常波が生じたとき, 粗密になる部分を可視化することができる。

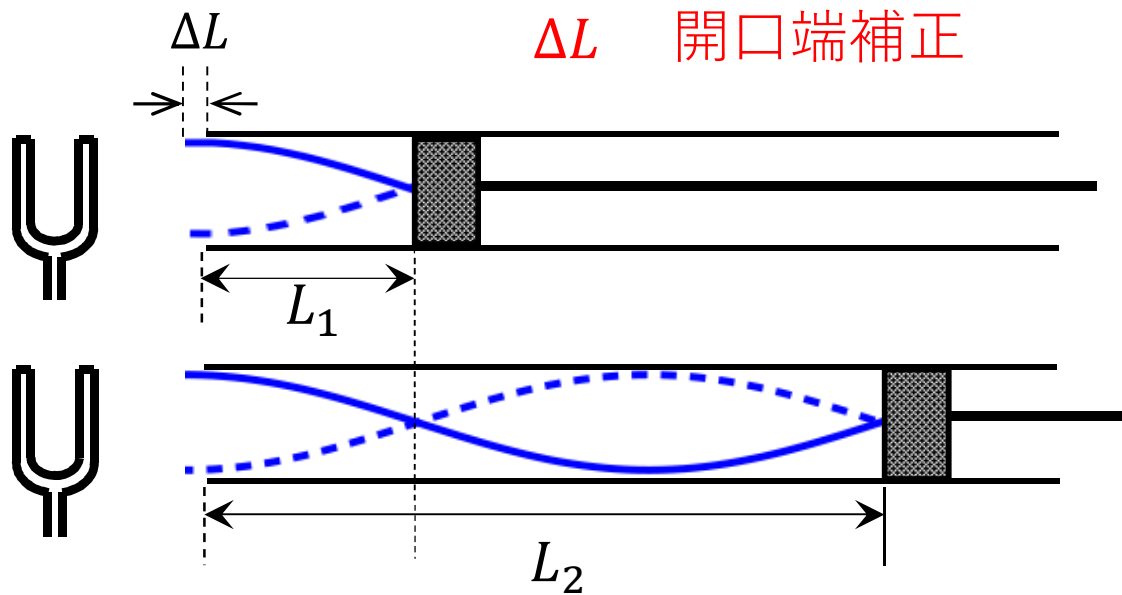


□ 気柱の共鳴を利用した空気の音速の測定

ピストンで気柱の長さ変えて共鳴する位置を測定
開口端補正を考慮



- 音波の波長と音叉の振動数を測定
- 振動数の分かっている音叉を使って音の速さを求める



高校物理教材-開口端補正

① ピストンの位置を右に移動していき、管口から最も強く共鳴するところ(音が大きくなるところ)までの距離を測定

L_1

② さらにピストンを動かし、2回目の共鳴するところまでの距離を測定

L_2

③ おんさによる音波の波長 λ を求める

$$\lambda = 2 (L_2 - L_1)$$

④ ガラス管内の気柱の温度 t をはかり、音速 V を求める

$$V = 331.5 + 0.6 t$$

⑤ おんさの振動数 f を求める

$$f = V / \lambda$$

例題2 を解きましょう

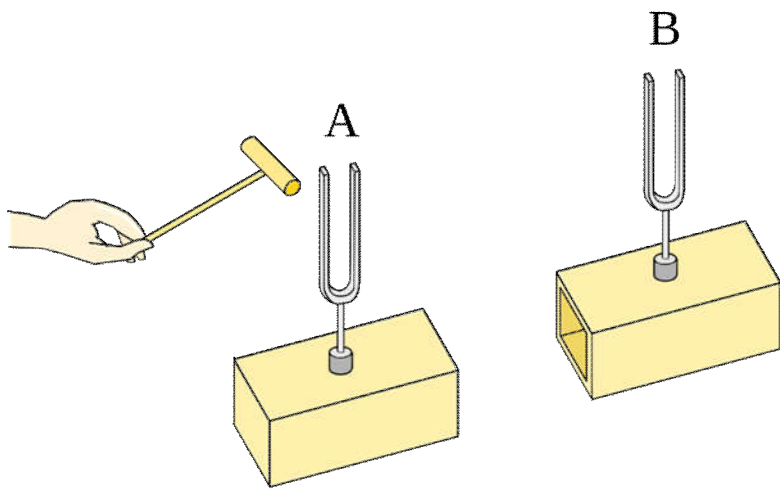
固有振動数と共振・共鳴

外からその物体の固有振動数と同じ振動を与えると、わずかな力であっても大きく振動する。この現象を共振（音の場合は共鳴）という。

身近ににあふれている **共振・共鳴の例**

- 吊橋の共振
 - タコマナローズ橋の崩壊
 - バス・シェーヌ吊橋の大惨事



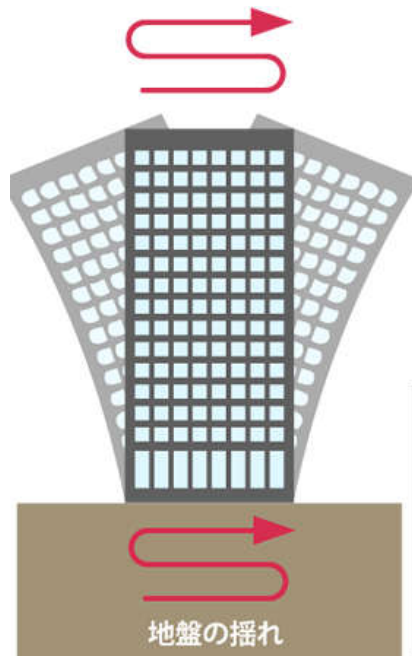
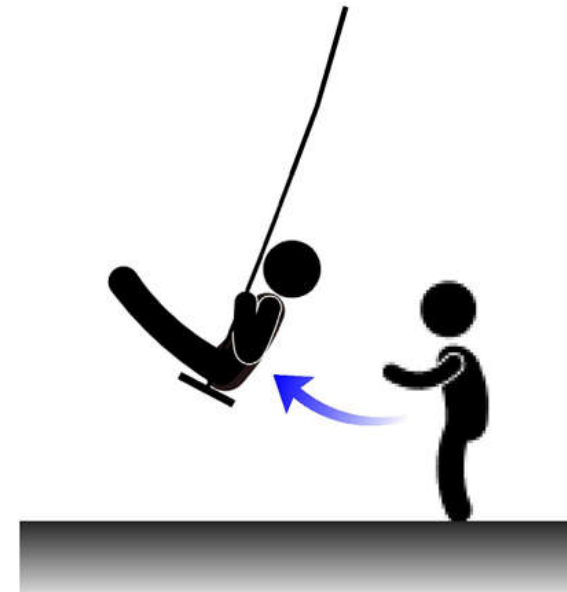


- 同じ固有振動数を持つ音叉の共鳴

片方を鳴らすともう片方も鳴り始める。
固有振動数が異なると共鳴は起こらない。

- ブランコの揺れの周期

周期に合わせて力を加えるとどんどん揺れが大きくなる。



- 建物の揺れが増幅される

地震時に建物の固有振動数に合わせて地盤が揺れると、建物の揺れが大きくなる。