問いと図で確かめる

弦と気柱の固有振動

条件と数値は図・表示の記録にそろえています。問題、解答、続く理由を対応させて確かめます。

問題 1

同じ笛でも管を短くすると音が高くなる？

01

同じ笛でも管を短くすると音が高くなる？

問題 2

音速340 m/s、長さ0.85 mの一端閉・他端開の管です。端補正を無視した基本振動数は何Hzですか。

01

閉管L=0.85m、音速340m/s、端補正なし。基本振動数は？

問題 3

同じ音速340 m/s、同じ端の条件の閉管を長さ0.425 mにします。端補正なしの基本振動数は何Hzですか。

01

同じ閉管条件、L=0.425m。基本振動数は？

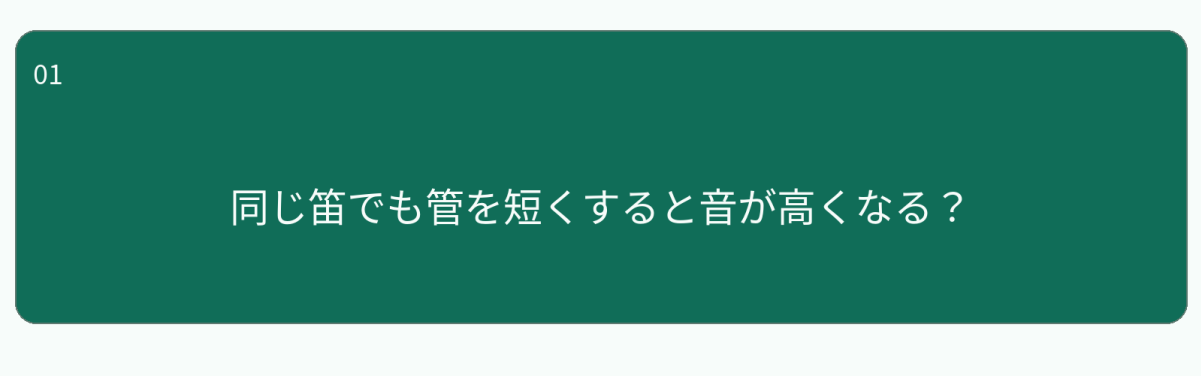
解答と理由

弦と気柱の固有振動

問題 1 の解答

同じ音速・同じ端の条件で基本振動を比べるなら、管を短くすると振動数が高くなります。

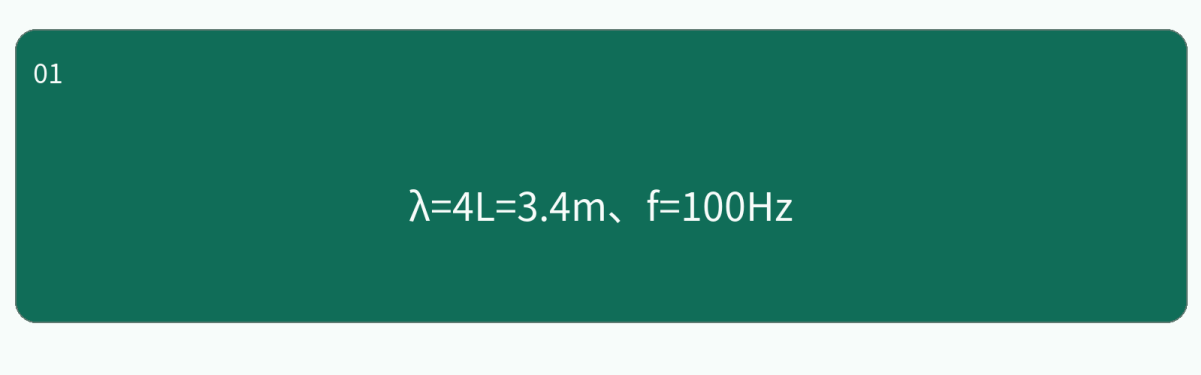
一端を閉じ他端を開いた管の基本振動では、長さLが波長の1/4なのでf=v/(4L)です。実際の楽器では端補正や他の条件も変わるため、そのまま全てに言い切りません。



問題 2 の解答

100 Hzです。

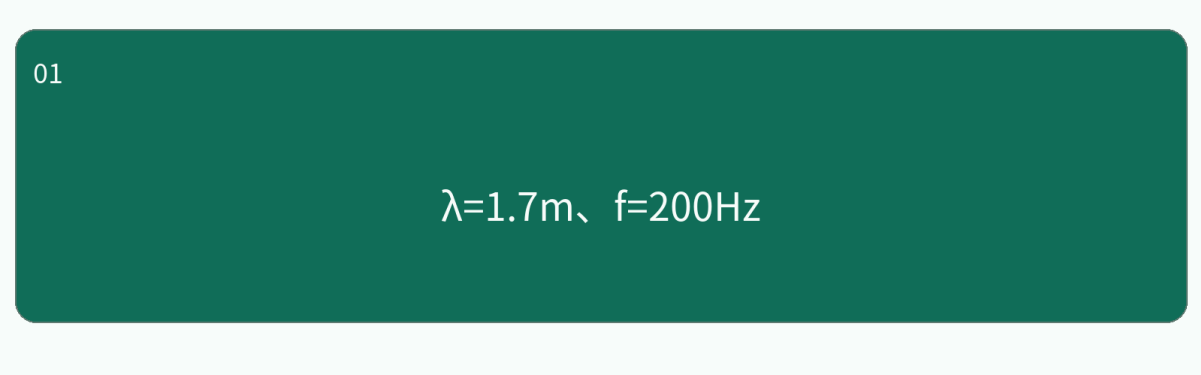
閉管の基本振動ではλ=4L=3.4 m。f=v/λ=340/3.4=100 Hzです。



問題 3 の解答

200 Hzです。

λ=4×0.425=1.7 m、f=340/1.7=200 Hz。長さが半分なので基本振動数は2倍になります。



要点と解説をつなぐ

弦と気柱の固有振動

弦は異なる端の条件

両端固定の弦の基本振動では長さが半波長なのでλ=2L、f=v/(2L)。波の速さ100 m/s、長さ1/2 mなら100 Hz。閉管の4Lと混ぜません。

変位と圧力の節は別

ここで描く気柱の節・腹は空気の変位の節・腹です。閉端では空気が動けず変位の節、開端では変位の腹とする模型を使い、圧力の図と入れ替えません。

閉管の基本振動

L=17/20 mではλ=4L=17/5 m、f=340/(17/5)=100 Hz。長さを半分の17/40 mにすると200 Hzです。

端の条件を変えない

この閉管の次の固有振動数は300 Hz、500 Hzと奇数倍。両端開管の同じ長さでの基本振動数200 Hzとは端の条件が違います。

固定する条件の確認

閉管は閉端1つ・開端1つで、端補正を無視。音速340 m/sを一定とする。。節・腹は空気の変位について述べ、圧力の節・腹と混同しない。

問題2の条件

一端だけ閉じ、他端は開く。。端補正を無視し、音速一定。

問題3の条件

一端閉・他端開で端補正なし。。音速は340 m/sで変えない。

01

同じ笛でも管を短くすると音が高くなる？