

真空鈴の実験の検討

榎 棒 光 一

1 はじめに

新学習指導要領中学校理科第1分野「(2)身の回りの物理現象」の中項目「ア光と音」では、音が空気中などを伝わることを扱うことになっている。音が空気中を伝わることを確かめる実験としては、従前から「真空鈴の実験」が実施されることが多い。「真空鈴の実験」とは、図1に示すように、鈴を内部に取り付けた丸底フラスコに少量の水を入れ、加熱沸騰した水蒸気で排気し、排気の前後での鈴の音の強さを比較するものである。

ここでは、この実験方法の問題点を検討し、その改善の工夫について述べる。

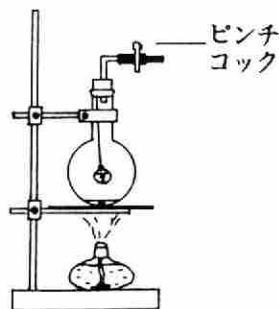


図1 真空鈴の実験

2 従前の実験方法の検討

従前の実験方法の問題点として、排気の前後で鈴の音の強さの変化が明瞭でないこと(問題点1)、及び加熱沸騰した水蒸気で排気した丸底フラスコの取り扱いの難しさ(問題点2)の2つが挙げられる。問題点1の原因としては、次のことが考えられる。

- ① 鈴の音が弱い
- ② フラスコの遮音性が大きい

これらの問題点の改善の工夫については、次のことが考えられる。

- ① 強い音を出す音源の工夫
- ② 遮音性の小さい容器の工夫
- ③ 排気方法の工夫

この3点から生徒実験として適当な実験方法を検討する。

(1) 音源について

音源としては、小型で容器への出し入れが自由で、音の強いものが望ましい。準備しやすいものとして、次のものが考えられる。

- ① 釣り用の鈴。
- ② 交流ブザー(自作)

鉄製ボルトにエナメル線を数百回巻き、ブリキ板の振動片をつけたもの(図2参照)

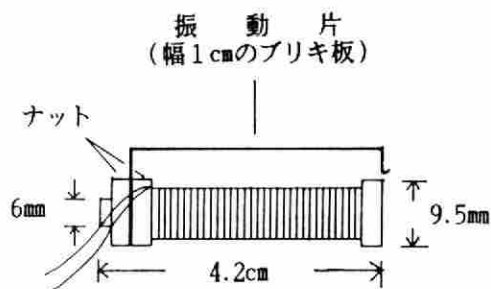


図2 交流ブザー

この他に音源としては、圧電ブザーなども考えられる。しかし、発音機構が生徒にとって未知なので、たとえば、排気が進み気圧が低くなると、だんだん音が出なくなる性質を持った装置なのかもしれないと考える生徒もいると思われるので、用いるときには配慮が必要である。

(2) 容器について

音源を入れる容器としては、大気圧に耐える強度と、遮音性が小さく、できれば透明で中の音源の様子が観察できるものが望ましい。準備しやすいものとして、次のものが考えられる。

- ① 丸底フラスコ
- ② 金属性の缶
- ③ アクリル円筒

アクリル円筒の両端にゴム栓をつけたもの(図3参照)

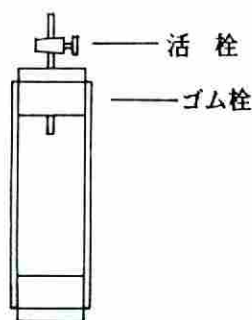


図3 アクリル円筒の容器

(3) 排気の手段

排気の手段としては、次のものが考えられる。

- ① 真空ポンプを用いる方法
- ② 水流ポンプを用いる方法
- ③ 簡易真空ポンプ(プラスチック製注射筒型 吸排式)を用いる方法
- ④ 加熱沸騰した水蒸気を用いる方法

3 各種の装置と実験方法の比較

上記の音源、容器、排気の方法の組合せによる、排気の前後の音の大きさの違いを比較する。

準備

・音源

釣り用の鈴、交流ブザー

・容器

丸底フラスコ(500ml)、金属製の缶(直

径5.3cm 高さ10.4cm)、アクリル円筒(外径4.8cm 内径4.4cm 長さ20cm)

・排気装置と手段

真空ポンプ、水流ポンプ、簡易真空ポンプ(プラスチック製注射筒型 吸排式)

・その他

ゴム栓(No.8号 No.16号 No.19号)、活栓(プラスチック製)、アルコールランプ、スタンド、針金、電源装置

方法

鈴や交流ブザーを鳴らしたときの音の強さを、下記の①～⑤について比較する。

- ① 空気中のとき
- ② 容器中に入れたとき(空気あり)
- ③ 真空ポンプで排気したとき
- ④ 簡易真空ポンプで排気したとき
- ⑤ 加熱沸騰した水蒸気で排気したとき

結果

実験結果の例は表1、表2 表3の通りである(次ページ)。

考察

(1) 音源について

鈴の個数を増すと音の強さが増す。交流ブザーの音は、容器中でも排気されていないときは、教室内に十分聞こえる強さである。しかし、音の強さが鈴に比べて特別強いわけでもなく、電源装置の準備が必要であることを考えると、かえって不便である。

(2) 容器について

容器の遮音性は、丸底フラスコが大、アクリル円筒が中、金属製の缶が小である。特に、丸底フラスコでは、排気しなくても、教室の後部では音が聞こえないので、排気後との違いが分かりにくい。この3種の中では、アクリル円筒が、排気前後の違いが分かりやすい。さらに、金属製の缶に比べて、透明で内部が観察できるのでよい。

(3) 排気の方法について

- ① 到達真空度は、真空ポンプが最も高く、水流ポンプが続き、簡易真空ポンプと加

熱沸騰した水蒸気による方法が同程度でそれに続く。表4は、500mlの丸底フラスコを排気したときの到達真空度の比較である。

- ② 真空ポンプは、この実験には、大仰であると思われる。水流ポンプ、簡易真空ポンプが実験結果もよく、また、価格も1,500~2,500円であるので是非準備して活用するとよい。加熱沸騰した水蒸気による方法は、金属製の缶を用いたとき取り扱い方を十分指導して実施することも考えられる。

4 まとめ

総合的には、アクリル円筒を用い、音源として鈴を複数個使って、水流ポンプや簡易真空ポンプを用いて実験するとよい。

なお、この実験で装置内に水を入れて振ると鈴の音が外に伝わって聞こえるので、水も音を伝えることを確かめることもできる。

参考文献

池本義夫編(1973年):三訂増補物理実験事典 P.232 講談社

表1 丸底フラスコ(500ml)の場合

状態	交流プザー	鈴 1 個	鈴 2 個
空気中	教室の後ろ9mではっきり聞こえる		
容器 中	6m	3m	6m
排気後	真空ポンプ	1~2m	2m
	水流ポンプ	2m	1~2m
	簡易真空ポンプ	2~3m	2~3m
	加熱沸騰水蒸気	2~3m	2~3m

表2 金属製の缶の場合

状態	交流プザー	鈴 1 個	鈴 2 個
容器 中	教室の後ろ9mではっきり聞こえる	教室の後ろ9mではっきり聞こえる	教室の後ろ9mではっきり聞こえる
排気後	真空ポンプ	3~4m	2m
	水流ポンプ	3~4m	3m
	簡易真空ポンプ	5m	3m
	加熱沸騰水蒸気	1m	1m

表3 アクリル円筒の場合

状態	交流プザー	鈴 1 個	鈴 2 個
容器 中	教室の後ろ9mではっきり聞こえる	教室の後ろ9mではっきり聞こえる	教室の後ろ9mではっきり聞こえる
排気後	真空ポンプ	1m	耳もと
	水流ポンプ	2~3m	耳もと
	簡易真空ポンプ	2~3m	1m

表4 到達真空度の比較

(丸底フラスコ 500ml)

排気の方法	到達真空度	備 考
真空ポンプ	約 3mmHg	1分以上排気
水流ポンプ	約 10mmHg	3分以上排気
簡易真空ポンプ	約 40mmHg	
加熱沸騰水蒸気	約 30mmHg	

(かしほう こういち 物理研究室長)