

とやま科学オリンピック大会2015

物 理

(高校部門)

2015年8月12日(水)

時間: 9時45分～12時15分(150分)

注意事項

1. 指示があるまで、問題冊子を開かないで、以下の注意事項をよく読むこと。
2. 問題は①～③まで4ページにわたって印刷してあるので、最初に確認すること。
3. 机の上に置けるものは、「大会参加にあたって」で定められた筆記用具等と与えられた実験器具のみとする。
4. 解答はすべて解答用レポート用紙に記入し、提出すること。
5. 参加番号をレポート用紙の決められた欄に記入すること。
6. 途中で気分が悪くなった場合や、トイレに行きたくなくなった場合には、すぐに申し出ること。
7. 実験はチームで協力して行うこと。他のチームの実験操作を参考にしてはいけない。
8. 観察・実験等に当たっては、周囲の人の安全に十分に注意すること。
9. 実験中に器具が故障・破損したり、けがをした場合には速やかに申し出ること。

みなさんの健闘を期待しています。

富山は“天然の生け簀”といわれる水深の深い富山湾を有し、海の幸が豊富です。さて、富山湾の水深はどのように測るのでしょうか？また、魚の群れはどのように探るのでしょうか？現代では、ソナー（SONAR、Sound navigation and ranging）と呼ばれる音波を利用した装置で捜索、探知、測距を行っています。このように身近なところで利用されている音波について考察してみましょう。

1 ソナーは測距を行うために媒質中を伝わる音の速さ（以下、音速）を利用しています。まずは、身近な空気中の音速に関して、次の問いに答えなさい。

<準備するもの>

塩化ビニルパイプ1本(灰色)、マイク1個(リード線付き)、工作用紙半枚、プラ板2枚(1mm厚)、ビニルチューブ2本(透明)、ホットボンド、グルーガン、セロテープ、両面テープ、メジャー、ハサミ、バインダークリップ2個、チャック付ビニール袋、軍手

問題（60分・・・実験装置製作30分、実験説明10分、
実験とレポート作成20分）

(1) 次の手順に従って、気体中の音速を測定するための装置（以下、装置）を製作しなさい。

※実験の仕方については、映像で説明します。

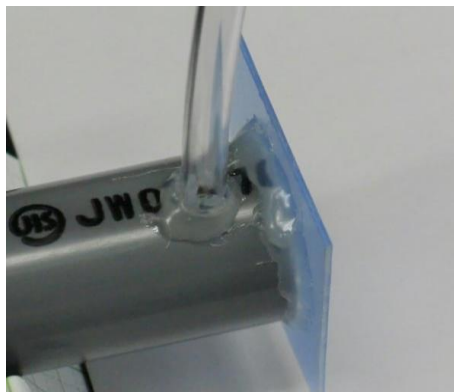
[装置の製作手順]

- ・ビニルチューブを塩化ビニルパイプの（以下、塩ビパイプ）両端の穴に差し込み、チューブとパイプの接続口から**気体が漏れないように**ホットボンドで接着する。【図1】
※ホットボンドとグルーガンは非常に熱くなるので、やけどをしないよう注意すること。必ず軍手を使用する。
- ・プラ板を塩ビパイプの両端の断面にホットボンドで**気体が漏れないように**接着する。【図2】
- ・マイクの穴を塞がないように両面テープでプラ板の中央に接着する。マイクの接着面を間違えないように注意する。【図3】【図4】
- ・塩ビパイプを支える台を工作用紙で製作する。下側が広がらないようにセロテープを貼る。【図5】

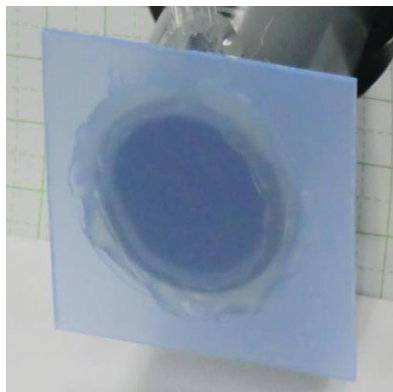
(2) (1) で製作した装置を用いて、空気中の音速を小数第1位まで求めなさい。ただし、計算過程も示しなさい。

※**3**でこの値を利用するのでメモをとっておくこと⇒

m/s



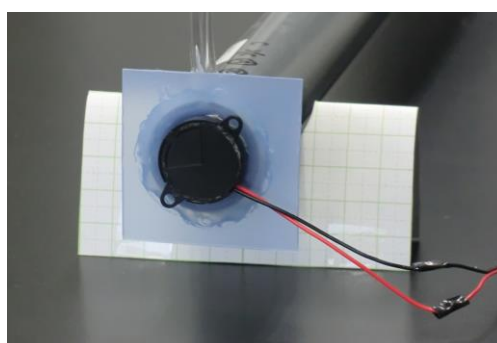
【图 1】



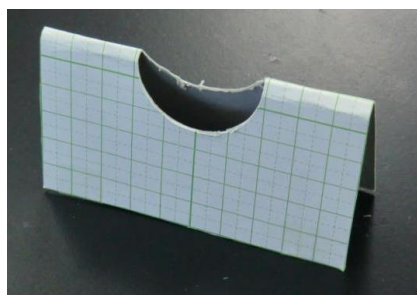
【图 2】



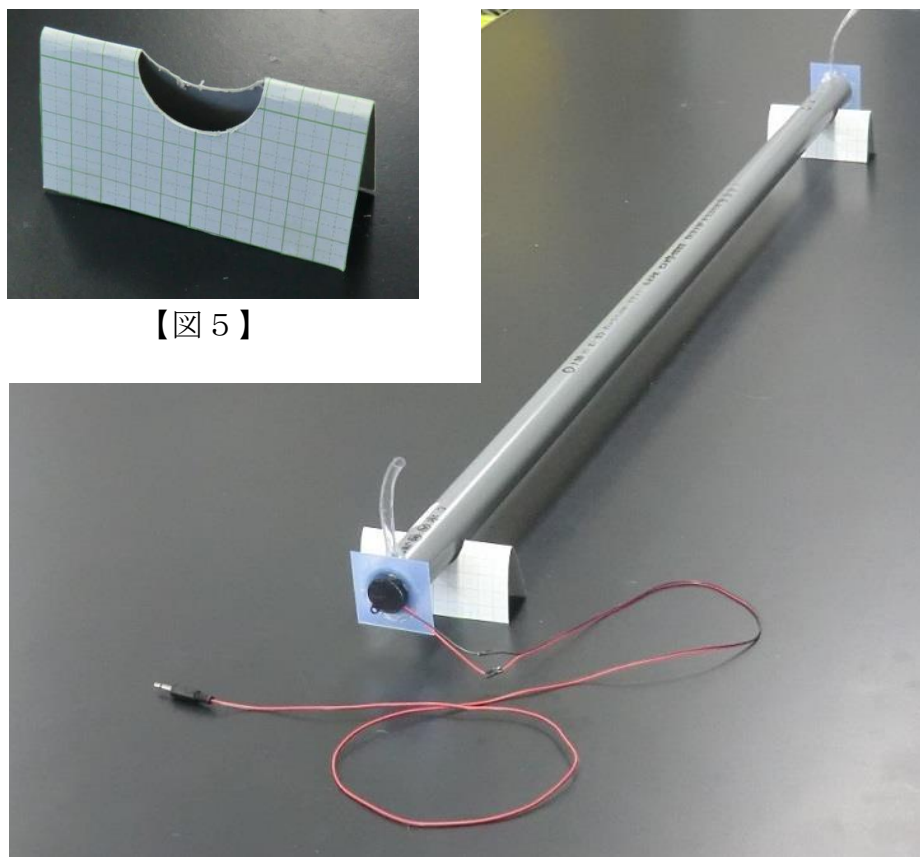
【图 3】



【图 4】



【图 5】



【完成图】

- 2** パーティーグッズのヘリウムガスを吸うと声が高くなります。ヘリウムガス中の音速は空気中とは異なるのでこのような現象が起きます。そこで、気体の種類と音速の関係について、次の問いに答えなさい。必要ならば、原子量は以下の値を用いること。

H : 1.0 C : 12.0 N : 14.0 O : 16.0 Cl : 35.5

問題（60分・・・実験説明5分、実験とレポート作成55分）

- (1) A、B、Cの3種類の気体を管に充填させ、**1**(2)と同様の手順で実験を行い、それぞれの気体中の音速を小数第1位まで求めよ。ただし、計算式も示しなさい。
- (2) 気体中の音速 v の2乗は、気体の分子量に反比例することが知られており、 A～Cの気体は窒素、酸素、二酸化炭素のいずれかである。A、B、Cはそれぞれ何か。
- (3) (1)の実験で得られたデータからグラフを作成せよ。ただし、縦軸は分子量 M 、横軸は $\frac{10^6}{v^2}$ [s^2/m^2]とする。
- ※参考のため、レポート用紙にはヘリウムとアルゴンのグラフがあらかじめ書いてある。
- (4) (3)のグラフよりA、B、Cの気体を2つのグループに分類し、その理由を考察せよ。

- 3** 管楽器は管内の気柱を共鳴させて音を出しています。そこで、塩ビパイプ内の気柱を共鳴させる実験を行ってみましょう。問題**1**の実験の結果を用いて、次の問いに答えなさい。なお、レポート作成後に競技を行う。

問題（30分 … レポート作成15分、競技15分）

用意した _____ m の開管の空気の共鳴振動数を求めなさい。

ただし、開口端補正は _____ m とし、 _____ Hz ~ _____ Hzの範囲で答えよ。導出過程については図などを用いてもよい。

《競技》

上記の振動数の範囲内で共鳴する振動数を計測する。提出されたレポートに書かれた値が最も近いチームが優勝とする。

実験競技は以下の方法で行う。

1. 各グループからレポート用紙を回収する。
2. 実験は審査員が行い、発信器により出された音の振動数を徐々に上げていき、共鳴が生じた部分の振動数を読む。ただし、この実験における共鳴の状態は耳だけで判断するのではなく、マイクに生じた電圧が最大となる状態とする。
3. 実験により、観測された共鳴振動数に最も近い値のチームが優勝とする。共鳴振動数からの大小については問わない。
4. 計測及び判定は、審査員が行う。