**理科指導法２　報告書（10月10日実施分）**

**気柱の共鳴実験**

3班　松原涼太郎　新井悠也　松崎真

* 実施日

2012年10月10日

* 目的

気柱の共鳴状態において、管内の気柱が進行波と反射波の重ね合わせで定常波を作ることを学ぶ。また気柱共鳴の実験より、共鳴に用いた音さの振動数を計算で求めることで、その原理を体感し理解を深めることがねらいである。

* 実験の理論

管の中を水で満たし、管口に振動させた音さを近づけた状態で水位を下げていくと、ある水位で一回目の共鳴が起きる。また同様に水位を下げていくとある水位で二回目の共鳴が起こる。一回目の水位を$x\_{1}$〔m〕、二回目の水位を$x\_{2}$〔m〕、音の波長を$λ$〔m〕とすると図1より

$$x\_{2}$$

$$x\_{1}$$

$$x\_{2}-x\_{1}=\frac{λ}{2}$$

の関係式が成り立つことがわかる。よって音速を$v$〔$^{m}/\_{s}$〕としたとき、音（すなわち音さ）の振動数$f$〔Hz〕は以下の関係式より導かれる。

$　　　　　　　　　　f=\frac{v}{λ}$

図1 管内の定常波（参考　http://www.phy.sakura.ne.jp/hp/onsa.htm　一部加筆）

また気温$t$〔℃〕のときの音速$v$は以下の式より導く。

$$　　　　　　　　　　v=331.5+0.6t$$

* 実験方法

今回は一般に用いられるガラス製の実験装置ではなく、１メートル以上あるプラスチック製の透明な筒に目盛りをつけ、片方の管口とペットボトルの口をチューブで繋いだものを用いた。ペットボトルは底部を切り取り、逆さまにして使用する。この手作りの装置を使う利点としては、ガラス製のものと比べて割れる心配がなく、また軽量であるため磁石等を用いて黒板に張り付けて作業することができることである。準備段階における時間の都合上、この授業で用いた装置は川村研究室からお借りした。

〇手順

1. 装置に適切に水を入れ、黒板に張り付ける。
2. 振動数のわかっている音さを振動させ、管口に平行に近づける。
3. 2の状態で水位を下げていき、音が大きくなる（共鳴する）水位の座標を測る。
4. 音速と気温の関係式、振動数と音速、波長の関係式より振動数を計算する。気温は実験室内の温度計の値を用いる。
* 結果

室温$t=24 ， 　x\_{2}=0.487， x\_{1}=0.146$より

振動数$f=\frac{v}{λ}=\frac{331.5+0.6×24}{\left(0.487-0.146\right)×2}$ $≅51$0

実験に用いた音さの固有振動数$523.3$Hz

* 考察

室温$t$、水位の座標$x\_{2}$、$x\_{1}$ともに一度しか測定しなかったので標準偏差を用いて論じることはできないが、仮に水位の差を1㎝短くしたら振動数は522Hzとなり、真の値に近づく。管内の空気に水蒸気が含まれている点、水面の座標の読み取りにくい点考えると実験は成功したといえると思う。実験の精度を向上させるためには室温、水位の座標ともに複数回測定し、その平均値を用いることが考えられる。物理の世界においてこの方法は基本となる手法であり、高校生にもその一端を体感させるべきである。また導入の段階において振動数を上げていった場合の定常波の説明は、振動数を一定にして管の長さを変化させていくという今回の実験のなかで生徒が混乱してしまう可能性があるので、必要がなかったと思われる。

* 感想

〇よかった点

・はっきりした結果が出たところ

・実験に生徒を参加させていたところ

・声が大きかった

・授業の目的が明確になっていた

・導入の話が日常と関連付けられていた

〇改善点

・言葉での説明が多かったので、それらを多過ぎない程度に板書をすべき

・板書がメモのようになってしまい見にくい

・定常波の図について

* + - 進行波と反射波の区別を実線と点線を用いてつける
		- 中心線、3等分線、5等分線を書き込み、波形を描くべき
		- 今回の実験は管の長さを変化させるので、それに対応した説明のほうがよかった
		- 「基本振動」、「3倍振動」等の単語を板書し、説明すべき
		- 基本振動の形から、それがサイン波の4分の1であることを発言させるのは難しい

・実験について

* + - 振動させた音さは水平にして管口に近づける
		- 生徒全員が水位を認識できるように大きな目盛りをつける、色水を使う
		- 管が目盛りを読む生徒に隠れて見にくかった
		- 誤差、開口端補正についての言及がほしかった
		- 水位の測定の際、靴を履いたまま椅子に上るのはよくない
* 反省点

説明に気を取られてしまい、実験そのものが疎かになってしまった感があった。この15分授業は実験をしっかり行えるようにすることが目的なので、もっとポイントを絞って簡潔に説明を行い実験に移るべきで、そうすれば20分かかってしまった今回の授業も時間内に終えることができた。準備段階で板書計画はもちろんであるが、説明や発問、実験と板書のタイミングも考えていかなければならない。

実験は、ただやって結果が出ただけになってしまったところがあった。生徒の理解を助けられるようにいかに見せるかが重要になってくるので、改善点で出たような工夫を大切にしていきたい。

定常波の描き方や音さの持ち方など、理科指導における基本的な技術もこれから一つ一つ学んでいかなければならないと痛感した。

* 評価平均

|  |  |
| --- | --- |
| 項目 | 評価平均 |
| ①服装や話し言葉は教員として適当だったか？ | 3.7 |
| ②声は生徒の方に向かって発せられ、聞き取りやすかったか？ | 3.9 |
| ③発問は生徒が考えれば答えられるように工夫されていたか？ | 3.7 |
| ④板書の文字や数字、図などは丁寧で読みやすかったか？ | 3.2 |
| ⑤板書は学習者がノートを取りやすいように配置されていたか？ | 2.8 |
| ⑥実験や観察は現象や対象物がはっきり確認できるものであったか？ | 4.0 |
| ⑦実験は学習内容の理解・定着の助けになるものだったか？ | 4.2 |
| ⑧立ち位置（黒板や演示実験が隠れる等）や机間巡視は適当だったか？ | 3.3 |
| ⑨授業の事前準備はしっかりとされていたか？ | 3.7 |
| ⑩生徒の反応を確認しながら授業を進めていたか？ | 4.0 |
| 平均点 | 3.7 |

* 写真



