

Date of Lab _____

Date of Submission _____

Laboratory Report

Title

表題 気体の熱的性質、熱機関

Homeroom	Section	Name 氏名	小松勇斗
----------	---------	------------	------

Lab Partners 共同実験者 山口泰知

Summary

シャルルの法則の働き、熱力学的第1法則の働きを気体の性質を理解しながら学んだ。エンジン構造と働きは、実際に実物のエンジンを観察しながら、理解した。実験で実際に実物を目にするので、普段より容易にそれぞれの働きを理解することができた。

- Meet a deadline
- Write logically
- Write clearly
- Write with your own words
- 締切り守って
- 論理的に
- わかりやすく
- 自分のことばで

Teacher Comments

力作である。装置ごとに詳しく説明している。
科学のレポートでは「～します」などの2回ねい語は使わない。「～する」としていい。

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Due 提出期限	Summary 要旨	Intro. 序	Method. 方法	Results 結果	Table/Fig. 表/図	Discussion 考察	Clearness わかりやすさ	General 全般
+					+	++	+++	++++

* Write your report in Japanese or in English * Use this form as a cover sheet.
* Submit your reports by the seventh day after your lab.

目的：

- 1) 気体の性質を理解する (温度による膨張、断熱圧縮、断熱膨張)
- 2) エンジンの構造と働きを理解する
 - a) ピー玉スターリングエンジン
 - b) スチームエンジン
 - c) ガソリンエンジン

理論：

シャルルの法則は、一定圧力のもとで気体の体積は温度に比例していることを示している。 $\text{Volume} / \text{Temperature} = \text{constant}$

熱力学的第一法則では、気体に加えられた熱量 Q (J) は、気体の内部エネルギーの変化 ΔU (J) と、気体が外部にした仕事 W (J) との和が等しい。

$$Q = \Delta U + W$$

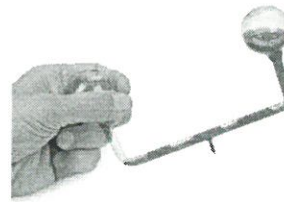
Simple Experiments for Properties of Gas

シャルルの法則) Charles's Law (シャルルの法則)

実験器具：The pulse glass contains a volatile liquid

実験方法：

1. 装置を傾ける
2. 高さの低い方の球体を手で握り、温める
3. 赤い液体の移動を観察する



実験結果：

赤い液体は、高さの低い球体から高さの高い方の球体に移動した。

考察：

空気の膨張にも限界があり、すべての赤い液体が高いほうの球体に行くのは人間の体温では不可能だと思う。傾け方によって結果の見やすさは違うが、垂直にしても赤い液体の移動が観察できたのは、驚きだった。気体の膨張には、当たり前だが体積と温度しか関係してこないことを再確認できた。

結論：

体温で装置内の温度が上がり、気体の体積が増えたことにより、赤い液体は高さの高い球体の方へ押し上げられた。温度が上がることにより、気体の体積も増加した。圧力が一定の時、体積と温度は比例関係にあるというシャルルの法則の理論と一致した。このグラフは、体積と温度がシャルルの法則下で比例していることを表している。

Adiabatic Heating

実験器具：

ピストン付きシリンダー

実験手順：

1. ピストンを上下に動かす
2. 火が出るのかを確認する

実験結果：

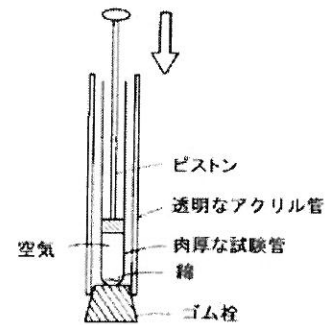
ピストンを上下に動かしたが、火が出ることはなかった。

考察：

ピストンを上に上げすぎると隙間から、気体が逃げてしまっていたので、それが成功しなかった1つの原因として考えられる。ピストンを上下に運動させるときに、装置が容易に動いてしまうので、しっかりと固定する必要がある。しかし、無理に固定すると装置に不必要な力がかかり、装置を壊してしまう可能性がある。

結論：

ピストンを下げることにより、シリンダー内の圧力が上がり、シャルルの法則より温度も上がる。ピストンの上下運動を繰り返し行くと、シリンダー内の気体の温度が上がり、発火する。これは、断熱圧縮の性質に一致している。



Formation of Cloud in a bottle

実験器具

炭酸抜けま栓、ペットボトル、水

実験手順

1. 水を少量ペットボトルに入れる。
2. 炭酸抜けま栓を30回ほど押し、ペットボトル内に空気を入れる。
3. 人間の体温を使いペットボトル内を温める。
4. 栓を抜いて、断熱膨張させて雲の発生を観察する。



実験結果

濃い雲を作ることは、できなかったが薄い雲を作ることはできた。

考察

栓を抜くのが難しく、何度か実験を繰り返したが、どれも成功とは言えない結果だった。

水の量も失敗の原因だと思う。水の量が少なすぎても、多すぎても濃い雲は発生しなかった。私たちは、水の量を極端に変えてしまい、適度な量ではなかったのが失敗の1つの原因だろう。

結論

空気を炭酸抜けま栓で入れ圧力を上げた時に、ペットボトル内の温度が上がったのをペットボトル内の温度計で確認できた。これは、断熱圧縮の性質と一致する。また、栓を外した時にペットボトル内の温度が下がるのも確認できた。ペットボトル内の温度が下がったのは、栓外してペットボトル内の圧力が下がったからであるだろう。これは、断熱膨張の理論と一致する。

温度は
具体的に
書きなさい。

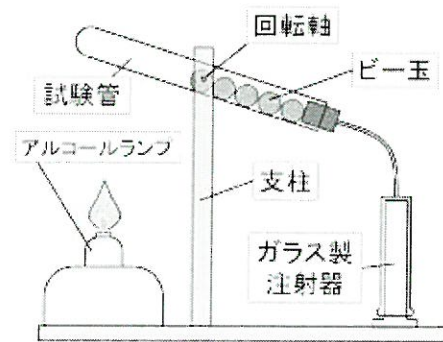
ビー玉スターリングエンジン

実験器具

試験管、回転軸、アルコールランプ、支柱、ビー玉、ガラス性注射器

実験手順

1. 装置を組み立てる
2. アルコールランプに火をつける
3. 少し時間が経ったら、試験管が動き出す。(動き出さない場合は、手で一回試験管を押してあげる)



実験結果

試験管は、上下に運動した。

考察

アルコールランプで温められた気体が膨張して、ガラス性注射器を押し上げたのだろう。そして、ガラス性注射器に入った気体は時間が経つとともに温度が下がり、注射器も下がったのだろう。

ビー玉が試験管内で動くので、試験管を止めてる栓をしっかりと装着しないと、ビー玉が飛び出る危険性がある。

仕組み

スターリングエンジンは、1816年にロバート・スターリングが発明した熱機関である。

密閉した気体を外部から加熱・冷却して、内部の気体を膨張・収縮させることにより仕事をを得る。ディスプレイサと呼ばれる装置を用いると、効率よく容器内部の気

体を加熱・冷却することができる。今回は、ビー玉がディスプレイサの役割を担っている。ディスプレイサは密閉容器の内部を上下に動き、内部の気体を移動させる働きをもつ。ディスプレイサが上に動くと、容器内部の気体の大部分は容器下部へ、ディスプレイサが下に動くと、容器内部の気体の大部分は容器上部へ移動する。

(※ディスプレイサと容器壁面との間には気体を通ることのできる隙間がある)

ディスプレイサを下に動かすと、容器内の気体は容器上部へ移動するため加熱されて膨張し、出力ピストンが下に動く。ディスプレイサの動きと出力ピストンの動きを連動させると、連続的に出力ピストンを上下に動かすことができる。実験では、注射器が出力ピストンとしての役割を果たしている。

スチームエンジン

実験器具

スチームエンジン

実験手順

1. 燃料に火をつけ、エンジンの中に入れる
2. 水が蒸気になるまで少々待つ
3. 蒸気で、エンジンが動く



実験結果

蒸気でエンジンが動き、はずみ車が回った

考察・仕組み

タンクの水を ボイラーに導き、蒸気を作り出します。この蒸気を動力シリンダーに導きます。この動力ピストンは前から後ろからも蒸気で押すことができます。このどちらから押すかは小さな制御ピストンで決まります。圧力の高い蒸気は制御ピストンがちょっと移動して空けた部分から大きなシリンダー(動力シリンダー)に流れ込み、ピストンを押します。ピストンが押されて反対側に来ると、制御ピストンが動いて今度は大きなピストンの反対側から押すように、制御シリンダーと動力シリンダーの通路を決めます。使ってしまった蒸気は水の冷却器(復水器)に向って流れます。復水器は蒸気を大気や別の冷たい水で冷やす器械です。蒸気を密閉した器に入れて、それを冷やすと真空に近い低い圧力が得られることが分かっています。この復水器に動力ピストンの反対側がつながりますので、動力ピストンは一方では大きな力で押され、片方も強い力で引っ張られることとなります。そのため、大きな力が発生します。

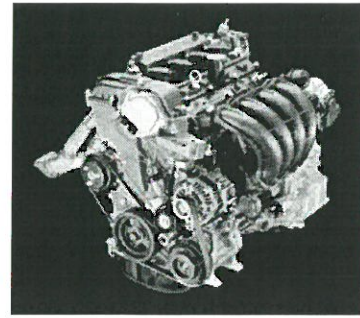
ガソリンエンジン

実験器具

ガソリンエンジン

実験手順

1. エンジンを解体し、内部のそれぞれの部品の役割を見る
2. 再度、組み立てエンジンの仕組みを観察する



考察・仕組み

1. 吸入行程

吸気バルブが開き、ピストンが下降する行程。ガソリンエンジンは、燃料と空気が混ざった混合気を吸い込みます。なお、ガソリンエンジンは吸う空気量で出力を調整します。基本的にアクセルペダルと吸気スロットル（吸う空気量を調整する弁）はワイヤーでつながっている。アクセルペダルの踏み加減でスロットルの開き具合を調整し、吸う空気の量を決めます。吸った空気の量に応じて、一定の割合で燃料を噴射して空気との混合気を作

ります。出力はアクセルペダルの踏み加減に応じて、噴射する燃料の量を変えて調整

します。

2. 圧縮行程

吸気バルブが閉じてピストンが上昇する行程。混合気がピストンの上昇に伴い圧縮されます。このとき、圧縮中に混合気が勝手に燃焼しないようにしないといけません。なので、ガソリンエンジンは空気だけ圧縮するディーゼルエンジンと比べて圧縮の割合を大きくすることができません。このことは、ガソリンエンジンがディーゼルエンジンに対して効率が低い理

由のひとつです。

3. 燃焼行程

燃料が燃焼してピストンを下に押す行程。圧縮された混合気に対しスパークプラグで火花点火をします。そうすると混合気が燃焼してピストンを下に押し下ります。スパークプラグは電気によって火花を発生させる装置です。ガソリンエンジンは、燃料を燃やすタイミングを点火時期を変えることで制御できます。一方、ディーゼルエンジンでは、燃料を燃やすタイミングは燃料の自己着火する時期に拠ります。

4. 排気行程

排気バルブが開き、ピストンが上昇する行程。

燃焼ガスは外へ排出される。

感想

身近にあるものの性質がわかり楽しかった。エンジンなどは、普段あまりに目にせず考える機会が少ないので、エンジンの仕組みが理解でき良かった。しかし、雲の発生装着やピストン付きシリンダーの実験の様に、成功といえるような実験結果を得られなかったものは、残念だった。あまり触れることのできない実験は、一回一回大切に成功させていきたい。



参考文献

<http://www.freewave777.com/post23.html>

<http://www.aichi-c.ed.jp/contents/rika/koutou/buturi/h25bu/sterling/sterling.html>

<http://www.comb.kokushikan.ac.jp/klab/OW/therm/steam-engine1.html>