

Date of Lab 1/11/2017

Date of Submission 1/18/2017

Laboratory Report

Title

表題

気体の熱的性質, 熱機関 (エンジン)

Homeroom 11-1	Section 2	Name 氏名 Merii Sugimura
------------------	--------------	------------------------------

Lab Partners
共同実験者

Haruhide Saito

Summary

温度による膨張, 断熱膨張, 断熱圧縮などの気体の性質を理解するため, またエンジンの構造と動きを理解するため, 今回5つの実験をした。結果ボイル・シャルルの法則による液体の体積化? また断熱圧縮による発火, 断熱膨張による雲の作成を確認し, スターリングエンジン, スチムエンジン, ガソリンエンジンの仕組みを理解した。

- 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2冊ほどにまとめられている。

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.

序論

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. ビ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

1. シャルルの法則：圧力が一定の場合、温度が上がると体積が増加し、また温度が下がると体積が減少する。つまり温度と体積が比例関係にある。
2. 断熱圧縮： $Q(0)=\Delta U+W$ ($W<0$) つまり仕事が全て内部エネルギーの増加に使われ、温度が上がる
3. 断熱膨張： $Q(0)=\Delta U+W$ ($W>0$) つまり内部エネルギーが減少し、温度が下がる
4. 水の状態変化：水は液体の状態時に比べ、蒸発し気体になると体積が約 1700 倍になる

仮説

人は、様々な方法で仕事と熱を変換している。

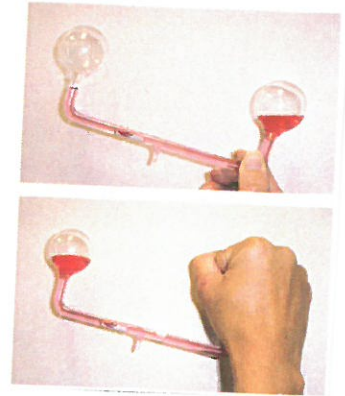
実験 1 (シャルルの法則：液体)

実験器具

- ・ ハンドボイラー

実験方法

1. ハンドボイラー内にある赤い液体(アルコール)を片方の球体の空間に集める
2. 液体が集まっている部分を掌で握りしめるなどして暖める



実験結果

片方の球体の空間に集まっていた赤い液体が管をのぼってゆき、もう片方の球体の空間に到達した

考察

今回の実験では、次のことがわかった。

- ・ 液体を温めるとかさが増す
- ・ さらに温めてゆくと、まるで沸騰したかのような現象が起きる

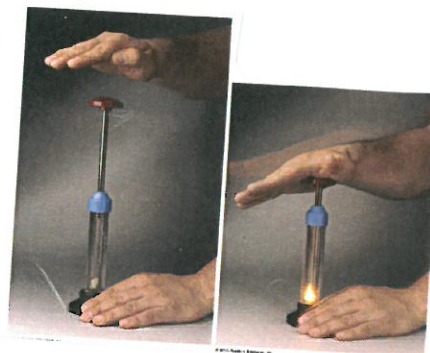
結論

上記の実験結果から、温度と体積は比例するというシャルルの法則が成り立っていることがわかる。実験では気化しやすいアルコールを使用したため、手のぬくもりだけで沸騰が起きた。

実験 2 (断熱圧縮)

実験器具

- ・ ディーゼルエンジン



実験方法

1. ピストンを勢い良く押す

実験結果

何度か挑戦した中で、ほとんどの場合は煙がのぼるだけであったが、一度だけ発火させることに成功した。

考察

実験の結果、次のことがわかった。

- ・ もとの気圧の低い環境から急速に加圧することによって、シリンダー内の温度が上昇した
- 調べた結果、下記のことがわかった。
- ・ 熱（エネルギー）が与えられない、または与えられるような時間がない急激な変化を断熱という
- ・ 断熱の条件下で、気体の体積に抗して外から加圧されるということを断熱圧縮しているという
- ・ 上記の結果、外からの仕事を自分自身のエネルギーにできるため、温度が上がる
- ・ ディーゼルエンジンは内燃機関である

結論

この実験は、シリンダー内にぴたりと収まるピストンを急速に押し下ろすため熱伝導をする時間がない、つまり断熱の条件下である。熱力学の第一法則にあてはめると $Q(0)=\Delta U+W$ 、つまり $\Delta U=-W$ ($W>0$) という式が成り立ち、仕事が全て内部エネルギーに使われていたことになる。よって温度が上昇し、発火した。

実験 3 (断熱膨張)

実験器具

- ・ 炭酸飲料用のペットボトル
- ・ 少量の水
- ・ フィズキーパー (炭酸抜けま栓)
- ・ 温度計

実験方法

1. ペットボトル内に温度計と少量の水を入れ、フィズキーパーを取り付ける
2. 空気を 30 回ほど入れる
3. 水と空気を温める
4. 栓を抜き、断熱膨張させ温度の変化を確認する

実験結果

ペットボトル内に雲のような霧状の小さな水の粒が発生する

考察

今回の実験で次のことがわかった。

- ・ 加圧された状態から急速にもとの気圧の低い環境に戻され、ペットボトル内の温度が低くなった
- ・ 温度が下がるとともに空気中の水蒸気が細かい水の粒となり、雲のような状態で空気中を漂う

調べた結果、次のことがわかった

- ・ 熱（エネルギー）が与えられない、または与えられるような時間がない急激な変化を断熱という
- ・ 断熱の条件下で、気体が外からの圧力に抗して体積を増やすということを断熱膨張しているという
- ・ 蒸気の結果、自分自身のエネルギーを外に対して仕事をすることで使ってしまうため、温度が下がる。

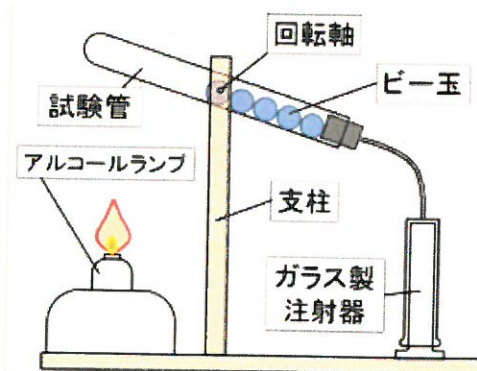
結論

この実験は、加圧したペットボトルの栓を抜くことで急激な圧力の変化が起こるため熱伝導をする時間がない、つまり断熱の条件下である。熱力学の第一法則にあてはめると $Q(0)=\Delta U+W$ 、つまり $\Delta U=-W$ ($W<0$) という式が成り立ち、仕事が全て外部エネルギーに使われていたことになる。よって温度が下がり、空気中の水蒸気が小さな水の粒となって雲を作成した。

実験 4 (シャルルの法則：気体)

実験器具

- ・ ビー玉
- ・ 回転軸
- ・ 支柱
- ・ ガラス製注射器
- ・ 試験管
- ・ アルコールランプ



実験方法

1. ビー玉を4つ入れた試験管を支柱で固定し、回転軸で自由に回転できるように調整する
2. 試験管の先に合わせておいたアルコールランプに火をつける

実験結果

はじめ試験管は口側を下にして傾いており、ビー玉が口側にあるため試験管内部の気体の大部分は底側にあった。しかし試験管の底側を加熱するとビー玉が移動し、注射器は上昇、下降を繰り返した。

考察

調べた結果、次のことがわかった。

- ・ 上記の実験はビー玉スターリングエンジンを利用した実験であり、これはいわゆる外熱機関である。つまり、外部（アルコールランプ）から熱をもらうことで動力をつくり出す仕組みになっている。実験の結果、次のことがわかった。
- ・ 底側にあった大部分の試験管内部の気体は、試験管の底側を加熱することにより内部の空気が暖められて膨張した
- ・ 膨張した空気はビー玉と試験管壁の隙間を通過して注射器へ移動したため、注射器のピストンを押し注射器が上昇した
- ・ 注射器が上昇すると、それに押されて試験管の口側が持ち上げられ、それに伴って中のビー玉も底側へ移動した
- ・ ビー玉が底側へ移動すると試験管内の空気の大部分は口側へ移動したが、試験管の口側は熱せられていないため、中の空気は冷やされて収縮した
- ・ 中の空気が収縮されると注射器内の空気が試験管へながれ、注射器は下がるため、最初の状態に戻った

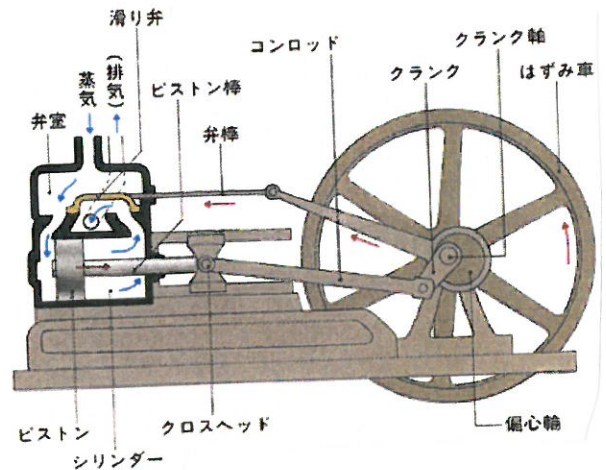
結論

上記の実験結果から、温度と体積は比例するというシャルルの法則が成り立っていることがわかる。またこのように、この法則を利用して外部から熱をもらうことで動力をつくり出す仕組みを外熱機関という。

実験 5 (水の状態変化)

実験器具

- ・ スチームエンジン



実験方法

1. ボイラ内に可燃飲料と水を置き、火をつける
2. 可燃飲料が燃え尽きる、または水が蒸発し切ったら新しく足す

実験結果

蒸気が発生し、はずみ車が回転した。ボイラ内の火が燃え尽きる、または水が蒸発しきることによって歯車の回転は停止した。

考察

調べた結果、次のことがわかった。

- ・ スチームエンジンは蒸気機関と呼ばれ、蒸気の持つ熱エネルギーを機械的仕事に変換する。つまり外燃機関の一部である
- ・ 水は液体から気体に状態変化する際、約 1700 倍に膨張する
実験の結果、次のことがわかった。
- ・ 水を沸騰させ気体にするによって生じた体積変化を利用し、はずみ車を回転させた

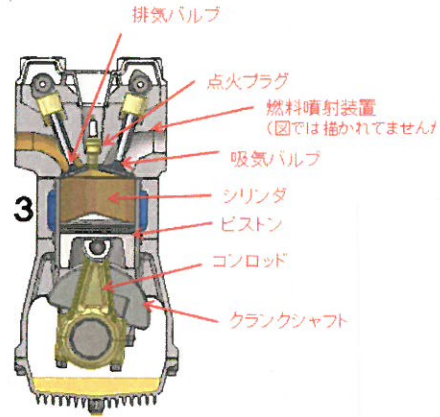
結論

水は液体から気体に変化するとき、体積が 1700 倍にもなる。スチームエンジン（蒸気機関）は、この水の状態変化により生じた体積変化を利用したものである。

実験 6 (ガソリンの爆発)

実験器具

- ガソリンエンジン



実験方法

1. エンジンの一部である歯車を手で回し、仕組みを理解する

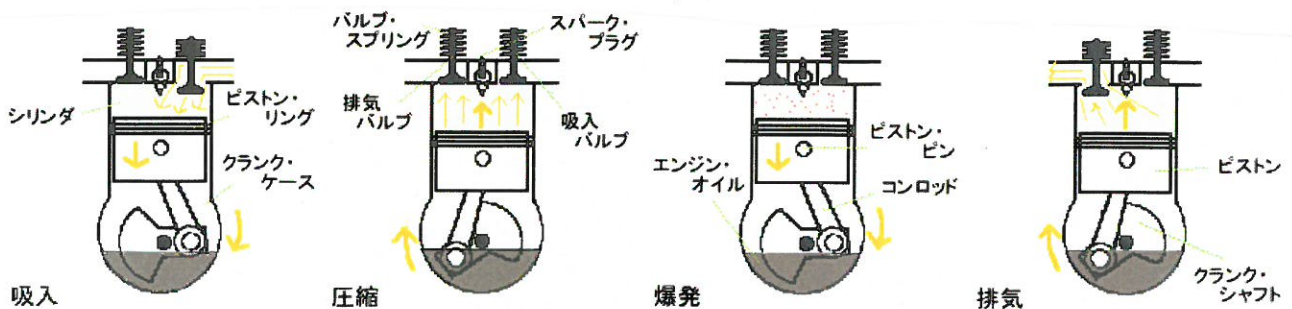
実験結果

手動で歯車を回すことで回転運動を起こし、ピストンの上下運動を確認できた。

考察

ガソリンエンジンとは本来、クランク・ケース内でガソリンを燃やし爆発を起こすことで排気ガスをつくる。そして、そのガスをエンジン外に排出する際にピストンを上下させることで回転運動を生み出すという仕組みになっている。今回は、その回転運動を手動で歯車を回すことによりピストンを上下させ、擬似的にエンジンの仕組みを再現した。

また、今回の実験で使ったエンジンは、本来であれば 3000 回/min ピストンを上下させることができる。



結論

ガソリンエンジンとは、ガソリンを爆発させた際に生じる排気ガスを利用し、回転運動を起こすことで仕事を生み出すものである。

感想

今回の実験は数が多く、それぞれの理論を理解するのが大変だった。また実験の間に関係のない下衆な話題で盛り上がっている人も多かったため、不快な気持ちになった。しかし目測で目盛を読み取ったりする必要がなかったため、結果がわかりやすくてよかった。断熱圧縮の実験で使ったディーゼルエンジンは、セクション2の中では唯一私が火をつけることができたので嬉しかった。

+

参考文献

- <http://www.aichi-c.ed.jp/contents/rika/koutou/buturi/h25bu/sterling/sterling.html>
- https://www.sciencetoys.jp/products/detail.php?product_id=49
- <http://sng.iis.u-tokyo.ac.jp/documents/test3.pdf>
- <http://www.s-yamaga.jp/nanimono/taikitoumi/dannetsuassyukutokumonohassei.htm>
- 配られたプリント

