

1-1. 空気の色

目的

一般に温度によって物体の体積は変化する。気体の場合、固体や液体と違って、温度に対する膨張の割合は種類によらない普遍性があり、これが絶対温度の基礎となる。この気体の熱膨張および絶対温度について理解し、ボイル・シャルルの法則と理想気体について理解を深める。

解説

昔から人類は、気体に熱や圧力を加えて発生する「気体の力」を利用し、熱気球や蒸気機関などを発明してきた。

イギリスの科学者ボイルは、1662年（日本は江戸時代）に「気体の温度を変えずに圧力を変えてやると、気体の体積は圧力に反比例して変化する」というボイルの法則を発見した。また、フランスの物理学者シャルルは、「圧力が一定の状態では、気体の体積はその絶対温度に比例する。」というシャルルの法則を発見した。これらの法則をまとめたのがボイル・シャルルの法則であり、きちんと式にまとめたものが、理想気体の状態方程式と呼ばれるものである。

有名なガリレオは、気体の熱による膨張を利用して、温度を測定しようとした初めての人であり、その原理は、現在の温度計の一部で利用されている。

本テーマでは、「ボイル・シャルルの法則」に関する2つの実験と「ガリレオの温度計」の製作をとおして「空気の色」について理解します。

課題 1. ボイルの法則

1.1 シリンダーによる実験

- (1) シリンダーに空気を入れ、圧力計とシリンダーを図1のように接続する。
- (2) ピストンを押ししたり引いたりして圧力を増減させ、そのときの圧力および空気の体積を測定し、記録する。
- (3) 結果を縦軸に体積比 V/V_0 、横軸に P/P_0 をとったグラフに整理する ($P_0=100\text{kPa}$, $V_0: P_0=100\text{kPa}$ 時の空気の体積)



図1 シリンダーによるボイルの法則の実験

1.2 ガラス管による実験

一端を閉じたガラス管（内径 2mm、長さ 700mm）の途中に適当な量の水を入れ、空気を閉じ込める。水の長さ P_{aq} [mmAq] を測定する。

- (1) 測定用グラフ用紙を利用して、ガラス管の角度を 90° , 60° , 30° , 0° . . . ,

-60° , -90° と変化させていき、そのときの空気の長さ L_a を測定し、大気圧 P_0 [mmAq] を算出する。空気にかかる力 (圧力) P は以下の式で求まる。

$$P = P_0 + P_{Aq} \sin \theta$$

- (2) 結果を縦軸に体積比 V/V_0 、横軸に P/P_0 をとったグラフに整理する ($V_0: P_0$ = 大気圧時の空気の体積)

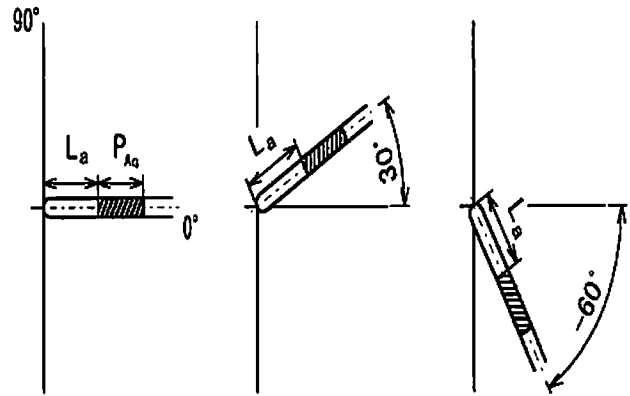


図2 ガラス管によるボイルの法則の実験

課題 2. シャルルの法則

- (1) 注射器内部に所定の空気を入れた後、シリンダー口にゴム栓をつけて空気を密閉する
- (2) 注射器と温度計をビーカー内にスタンドで固定する
- (3) ビーカーに水を入れ、氷あるいは湯を使用して水の温度を変化させる
- (4) 定常に留意し、温度と体積を測定する
- (5) 結果を縦軸に空気の体積、横軸に温度をとったグラフに整理する
- (6) グラフから絶対零度を求める

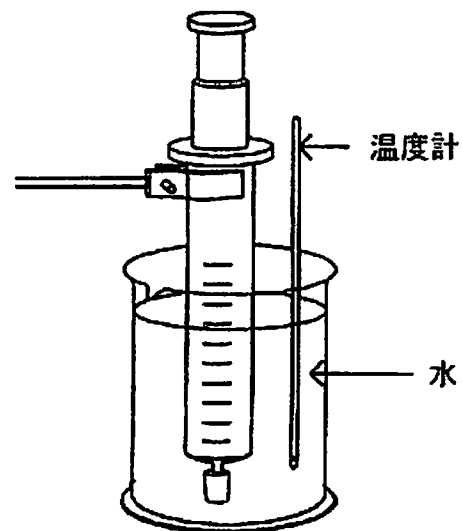


図3 シャルルの法則の実験

課題 3. ガリレオの温度計の製作

図4のような浮沈子に水を入れ、空気を閉じ込める。この浮沈子をビーカーの底に沈める。電気コンロを使って水を暖めると、浮沈子が浮かび上がってくる。シャルルの法則を参考にして、浮沈子に閉じ込める空気の量を調節し、所定の温度で浮かび上がる (温度が判る) 浮沈子を製作する。

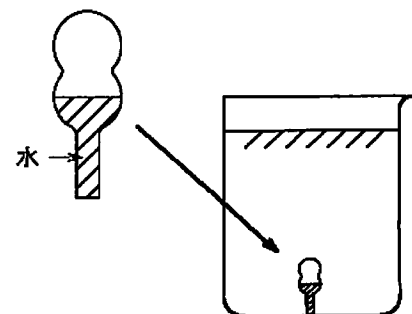


図4 ガリレオの温度計の製作

必要な装置

ガラス管、グラフ用紙、温度計、ビーカー、攪拌機、スタンド、浮沈子、電気コンロ、氷、湯

参考文献

中村理科工業株式会社、ボイル・シャルルの法則実験装置使用説明書