

13. 拡散速度と分子運動

1. 目的

同じ温度では、気体の種類によって拡散速度が異なる。その拡散速度の違いから、分子の質量と分子の運動する速度との関係を2つの実験で調べ、分子のもつエネルギーについて考察する。

2. 方法

拡散時間の測定方法

容器に細孔を開け、容器内の圧力を容器外より高くすると、容器の内外の圧力差により、気体の流出が起こる。この流出の速度は、気体分子の拡散速度に比例する。このことを利用し、容器内外に一定の圧力差をつけることで容器内の気体が容器外へ押し出される時間を測定する。

試料気体<水素、ヘリウム、窒素、空気、酸素、二酸化炭素、プロパン>

実験Ⅰ 注射器を用いた拡散速度の測定

- (1) 図1のようにスタンドに注射器(50cc用)を固定する。
- (2) 試料気体を風船にとり、注射器の先から気体を、50ccの目盛りのところまで注入する。
- (3) 注射器中の気体がピストンの重さですべて押し出されるまでの時間を、ストップウォッチを用いて測定する。

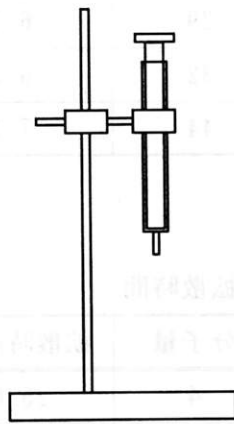


図1 装置Ⅰ

実験Ⅱ 共鳴装置を用いた拡散速度の測定

- (1) 図のように共鳴実験装置に水を満たし、ピュレットの先に細い管(0.5mmシャープペンの先)をつけたゴム栓をする。
- (2) 共鳴実験装置に気体を70ccの目盛りのところまで注入する。
- (3) ピュレットと水だめの水位差を15cmと一定に保ち、注入した気体を、押し出し、ピュレット中の気体が15ccの目盛りのところまで押し出されるまでの時間をストップウォッチを使って、測定する。

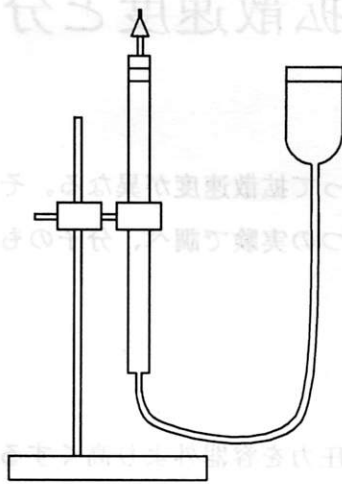


図2 装置II

3. 結果と考察

(1) 実験I

表1 気体の種類と拡散時間

気体の種類	分子量	拡散時間(秒)
水素	2	2.41
ヘリウム	4	3.29
窒素	28	6.49
空気	29	6.78
酸素	32	6.87
二酸化炭素	44	7.17

(2) 実験II

表2 気体の種類と拡散時間

気体の種類	分子量	拡散時間(秒)
ヘリウム	4	25.07
空気	29	34.95
酸素	32	36.43
プロパン	44	37.42
二酸化炭素	44	38.99

(3) 考察

実験結果は表 1、2 のようになった。この結果をグラフに表すと、図 3、4 のようになる。

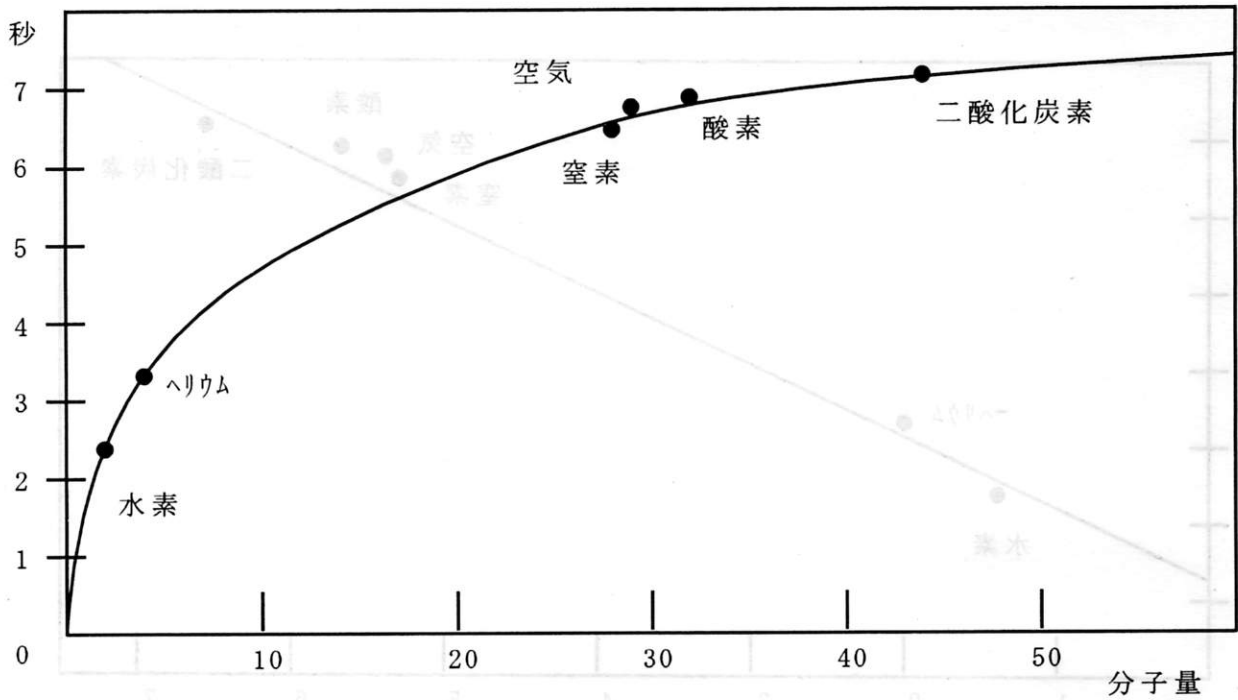


図 3 分子量と拡散時間 I

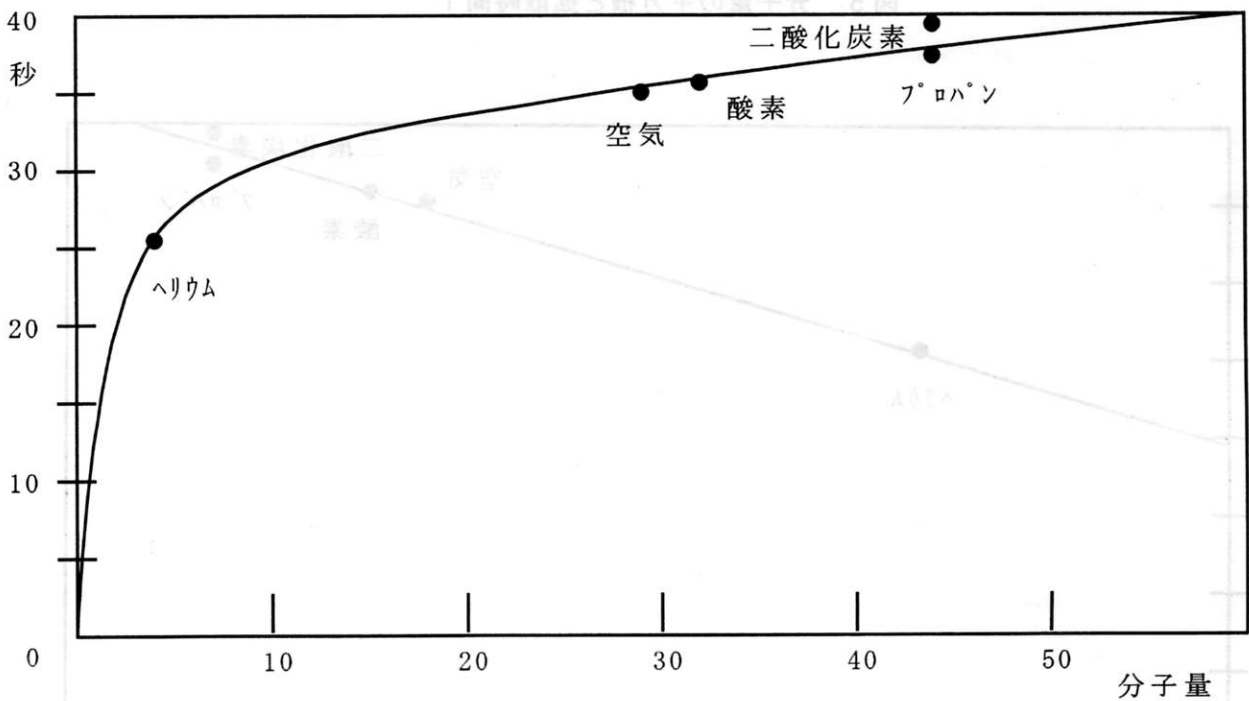


図 4 分子量と拡散時間 II

図 3、4 より分かるように、実験 I、II どちらも同様な曲線が得られるので、測定方法の違いで気体の分子運動は変わらないことが分かった。

また、図3、4の曲線はともに $y = x^{1/2}$ の形をしているので、分子量の平方根と拡散時間の関係をグラフに表すと図5、6のようになる。

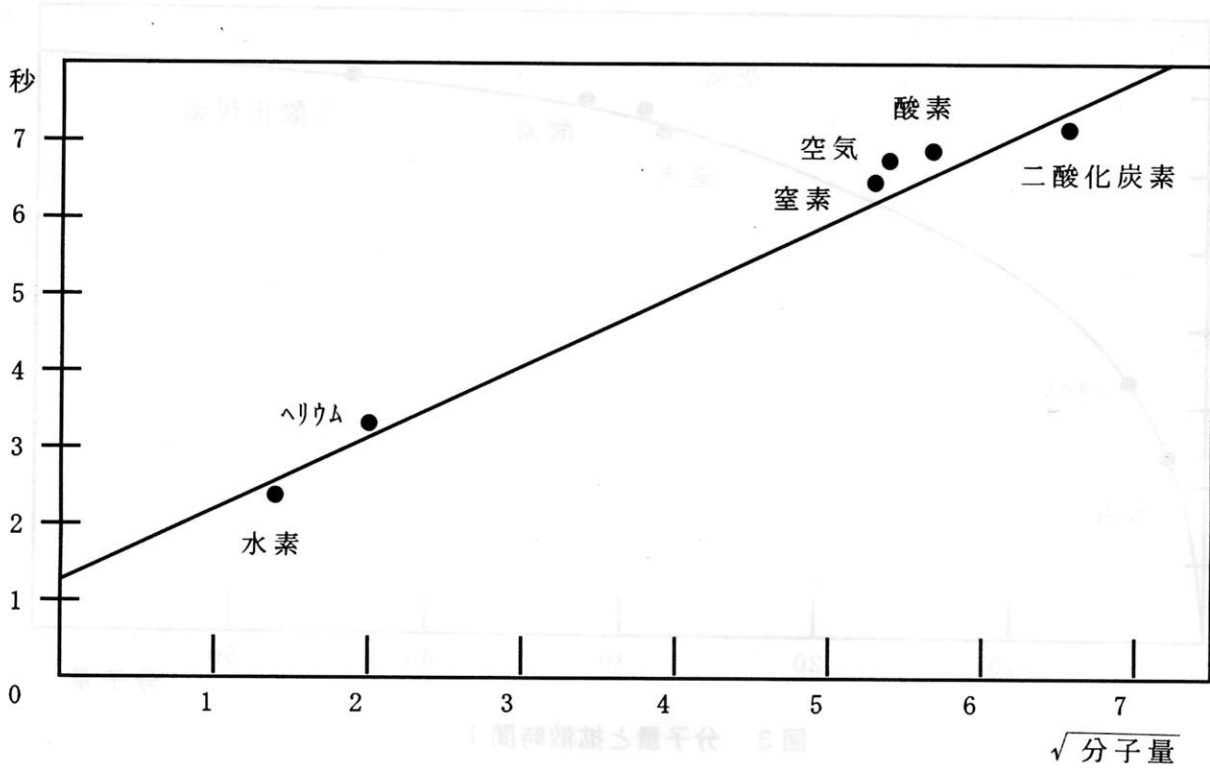


図5 分子量の平方根と拡散時間 I

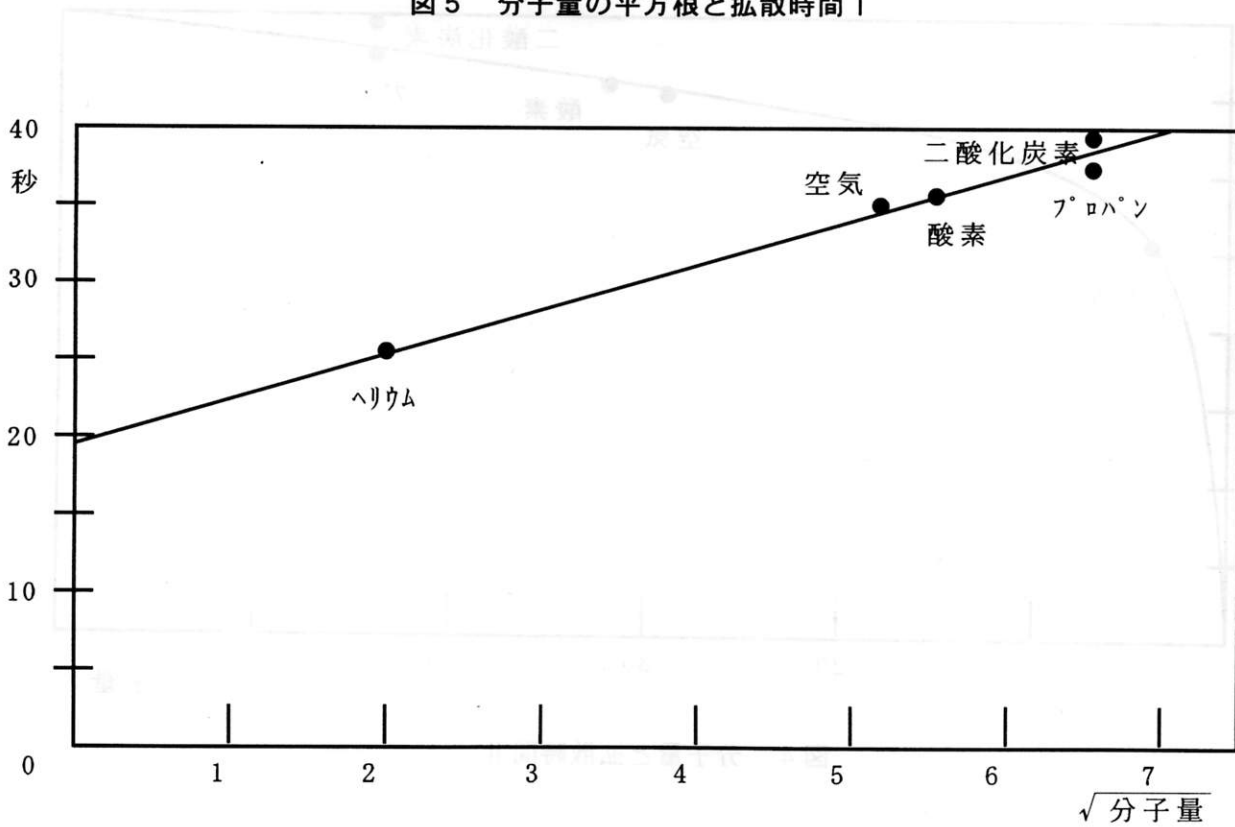


図6 分子量の平方根と拡散時間 II

この結果は分子量の平方根と拡散時間が比例することを示している。

また、拡散時間と拡散速度が反比例の関係にあることより、分子量の平方根と拡散速度は反比例する。以上より、分子量と拡散速度（分子速度）の積は一定になり、 $E = (1/2) m v^2$
 E : 分子の運動エネルギーと関連が付けられることが分かった。

4. まとめ

温度が一定の場合、分子量の小さい水素、ヘリウムなどは、拡散時間が短くなり、分子量の大きい二酸化炭素、プロパンなどは、拡散時間が長くなる。この結果より、温度が一定の場合、気体のもつエネルギーは気体の種類に関係なく一定であることも証明できた。非常に簡単な装置を用いた実験ではあるが、うまく結果が出た。

しかし、測定した試料気体の数が少なかったので、ほかの気体（分子量の大きな気体など）でも測定してみる必要がある。

また、今回の実験にはまとめてないが、同じ気体でも温度を変えて拡散時間を測定してみると、拡散時間に変化見られるので、 E の値は、温度に影響を受けることも分かった。