

# 空気の化学

初等理科（化学分野）第2週目

1

## 小学校理科と空気の化学

- 空気はもともと直接身の回りにあるもの
  - 小学校理科ではまず身の回りにあるものをあつかう
- 空気はあえて意識させないとその存在に気づかないこともある。
  - “空気のような存在”：(当たり前すぎて)その存在を気につけない、または気がつかない
- 大気の化学は化学の根源
  - 科学としての化学は燃焼や大気の成分分析にはじまる

2

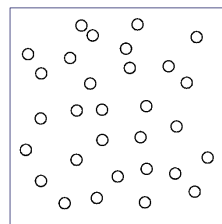
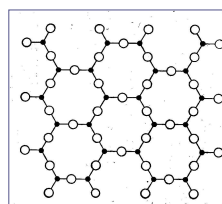
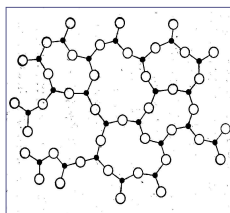
## 気体の性質

空気の化学

3

## 気体はどんな状態か？

- 固体（結晶）
  - 固い，変形しにくい
  - 分子は秩序だった配列
- 液体
  - 形は容易に変形
  - 無秩序な分子配列
  - 分子どうしは近くにいる
- 気体
  - 形は容易に変形
  - 分子は配列ばらばら
  - 分子同士は遠く離れる



4

## Quiz 1

- 注射器の中の気体を押し縮めたときの変化について、次の中から正しいものを選び。  
**気体を押し縮めると圧力が上がるのは、**
  1. 分子と分子が引きつけ合って、体積が減少するためである。
  2. 分子の運動速度が増加するためである。
  3. 1秒間に壁に衝突する分子の数が増えるからである。
  4. 1リットル当たりの分子の数が減少するためである。

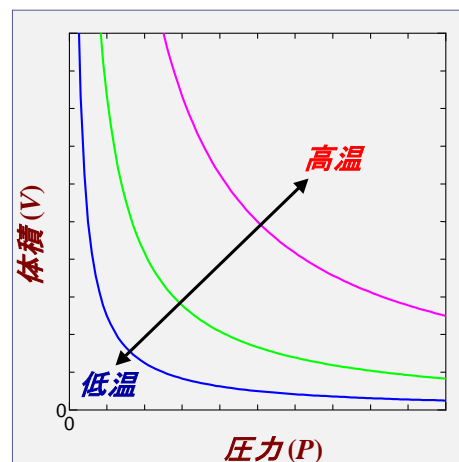
5

## 気体の圧力と体積変化

- 圧縮すれば体積減少
- 減圧すれば体積膨張
- 圧力(P)と体積(V)は (ほぼ) 反比例

$$V = \frac{C_1}{P}$$

**ボイルの法則**



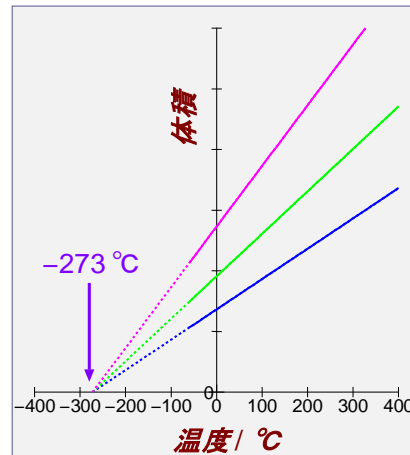
6

## 気体の体積と温度の関係

- 加熱すると体積膨張
- 冷却すると体積収縮
- 気体の体積( $V$ )は絶対温度( $T$ )に比例する

$$V = C_2 T$$

シャルルの法則



7

## ボイル-シャルルの法則と理想気体の状態方程式

ボイルの法則と

$$V = \frac{C_1}{P}$$

シャルルの法則を

$$V = C_2 T$$

組み合わせると

$$\frac{PV}{T} = Const$$

$Const$  は分子数, 物質質量  $n$  に比例する

$$\frac{PV}{T} = nR$$

理想気体の状態方程式

$$PV = nRT$$

$R$  を気体定数と呼ぶ

$$R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

8

## Quiz 2

- 注射器に閉じ込められた気体中の分子の運動について、次の中から正しいものを選び。
1. 温度を高くすると、すべての分子の速度が上昇する。
  2. 注射器全体を冷やすと、分子の速度は平均として遅くなる。
  3. 注射器全体を冷やすと、分子が壁を押し出す力はすべて小さくなる。
  4. 温度が一定に保たれているとき、分子のエネルギーはすべて同じである。

9


## ろうそくの燃焼

空気の化学

10

## そもそもなぜろうそくは燃え続けるのか？

- ろうそくの燃焼機序
  - 点火
    - ・ マッチの火でろうを融かす
    - ・ 芯に点火
    - ・ ろうの蒸気が発火
  - 燃焼の継続
    - ・ 炎がろうを融かす
    - ・ 融けたろうが芯に吸い上げられる
    - ・ 炎の温度でろうが蒸発
    - ・ 蒸発したろうが炎の温度で発火



ろうそくのはのおの中にガラス管か金物の管をさしこみ、白いけむりが出るところをさがす。  
 ・ 白いけむりが出たら、火を近づける。

ろうがおおきくなる  
 ろうの液体  
 ろうの固体

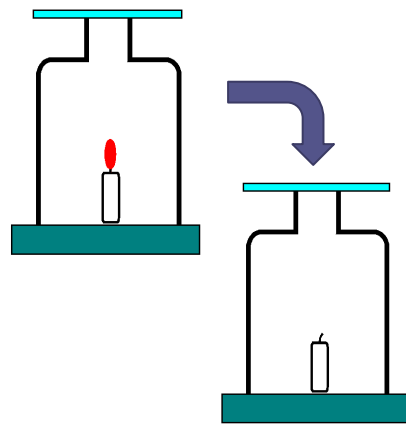
ろうそくがほのおを出して燃えるのは、ほのおの熱でとけて液体になったろうが、しんを伝わってのぼり、しんの表面で熱せられて気体になり、その気体が燃えるからである。

東京書籍 “新しい理科6下” 昭和60年3月文部省検定済 p.47

11

## ろうそくの燃焼

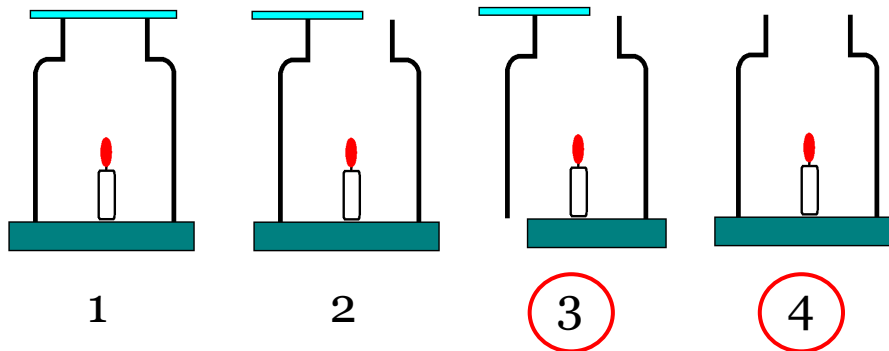
- 燃焼の化学
  - 燃焼の3条件
    - ・ 高い温度（発火点以上）
    - ・ 十分量の酸素
    - ・ 燃える物質
  - ろうそく燃焼の継続
    - ・ 温度：炎の温度
    - ・ 酸素：大気から供給
    - ・ 燃える物質：ろう



12

## ろうそくの実験 1

火のついたろうそくを広口瓶の中に入れた。ろうそくが燃え続けるのはどの場合か？



13

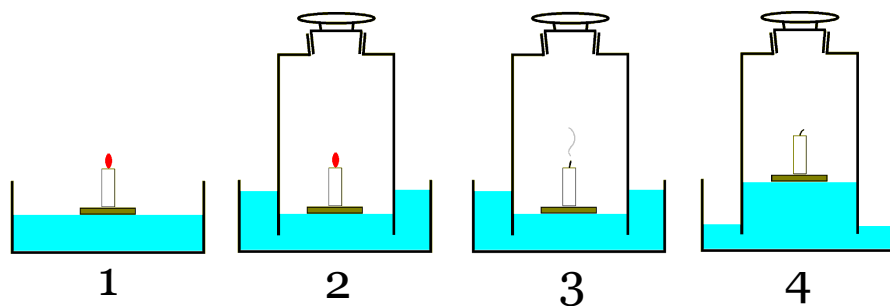
## ろうそくが燃え続ける条件

- 十分な量の酸素が供給されるかどうか
  - 燃焼の3要素のどれか一つが欠けると消える
  - 新鮮な空気が供給されるかどうか
- 新鮮な空気は対流によってもたらされる
  - 瓶内部と外部との間で対流による空気の入れ換えが起こるかどうか
    - 暖められた空気は下から上へ流れる
    - 逆向きの対流が起こるには、ある程度の大きな隙間が必要

14

## ろうそくの実験2

- 水上に点火したろうそくを浮かべ、上から蓋をした底抜け瓶をかぶせる。しばらくして火が消えた後、何が起こるか。



15

## Quiz 3

- 瓶内部で水面が上昇する主な理由としてもっともらしいのは次のどれか。
  1. 瓶内部の窒素が減少するから
  2. 瓶内部の酸素が減少するから
  3. 瓶内部で発生した二酸化炭素が水に吸収されるから
  4. 炎で暖められた空気が、ろうそくの火が消えたのちに冷やされ、瓶内部の空気が収縮するから

16



## 消火後の瓶内部の空気

- 酸素はなくなっていない
  - 酸素が16%程度になるとろうそくは消える
  - 呼気にも酸素はかなり含まれている
- 二酸化炭素だけにもなっていない
  - 二酸化炭素は発生するが、酸素が減った量の2/3程度



- 呼気に含まれる二酸化炭素も空気よりは多い程度
- 二酸化炭素も簡単には水に溶けない
  - 振り混ぜたりしないとすぐには溶けない

17

## Quiz 4

- 地球の大気の組成について明らかに正しいものはどれか。
  1. 大気の成分は多い方から窒素(N<sub>2</sub>), 酸素(O<sub>2</sub>), 二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)の順である。
  2. 大気中の水は酸素よりも多い。
  3. 大気中の水は二酸化炭素よりも多い。
  4. 大気中の水は降雨により多くなる。

18

## 地球上の大気の組成

- 地球大気の組成
  - $N_2$  (78.1%),  $O_2$  (20.9%)
  - Ar (0.9%),  $CO_2$  (0.04%), Ne (0.0018%)
- 水を忘れていない
  - 雲, 雨, 雪, 霧 etc... → 明らかに水蒸気が存在
- 大気に水はどのくらい含まれているか。
  - 1~3%程度含まれる
  - 季節, 天候などで大きく変動
  - 精密な大気組成が示されるのは, 通常“乾燥大気”の組成

19

## まとめ

- 小学校理科では空気が気体の代表
- 温度および圧力での変化
  - ボイル-シャルルの法則
  - 理想気体の状態方程式 ( $P, V, T$ の関係)
- ろうそくの燃焼
  - 酸素の供給可能性を考えよ。
  - 酸素が無くならなくても, ある程度減るだけで火は消える
- 空気の組成
  - 空気の成分は $N_2, O_2, Ar, CO_2$ の順に少なくなる
  - ホントは水が含まれるということを忘れるな

20