

巻末資料



物質図鑑

P.450



化学英語 (PDF)

P.450



観点別評価 (PDF)

P.488



巻末資料「探究活動の進め方」「原子の電子配置」(PDF)

P.450



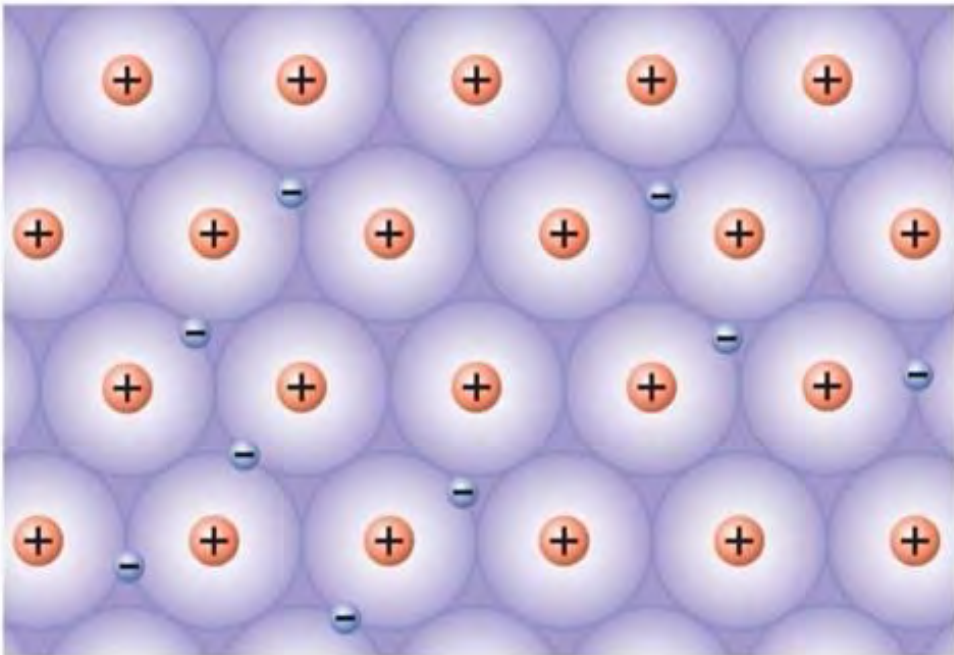
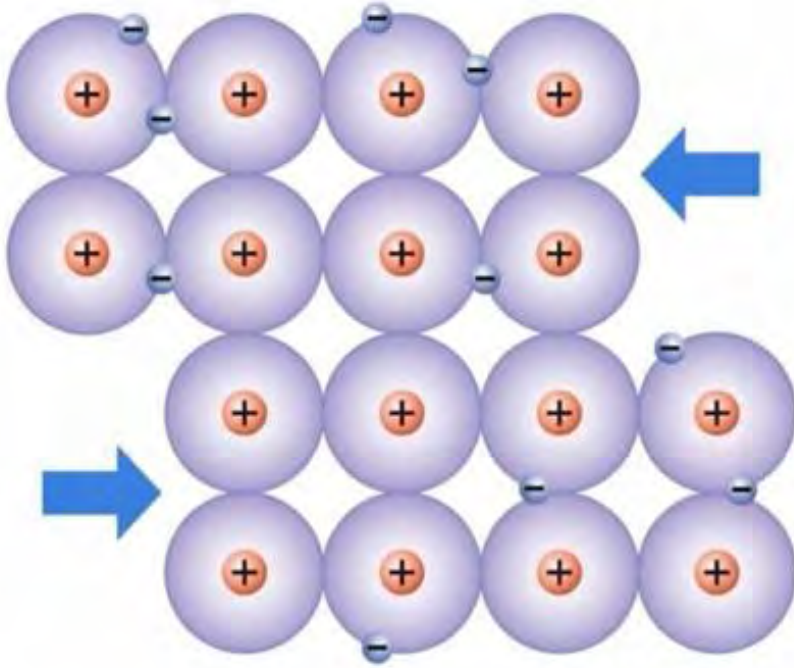
節の振り返りとViewpointの解答・解説
(PDF)

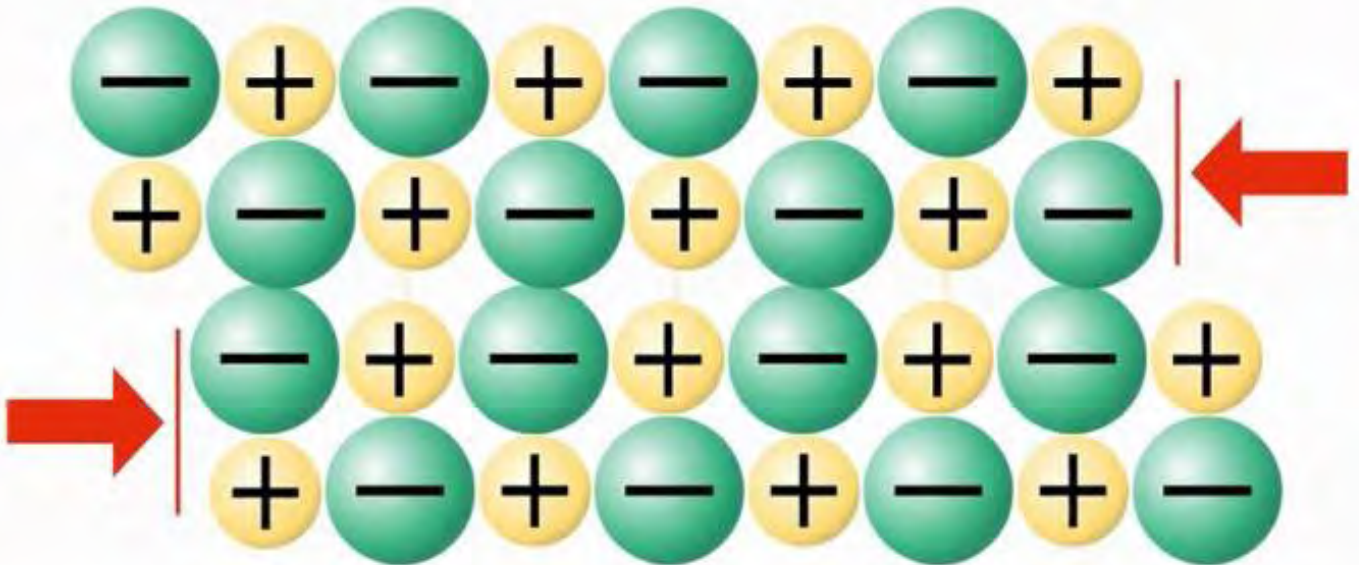
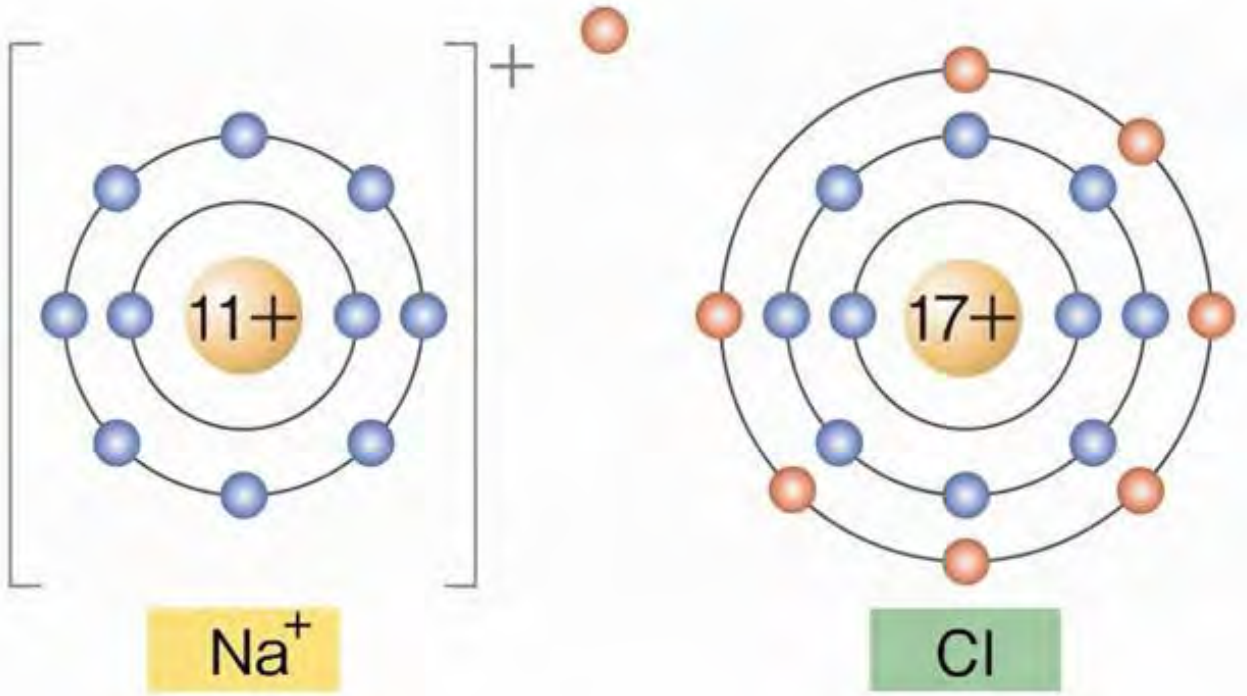
P.466

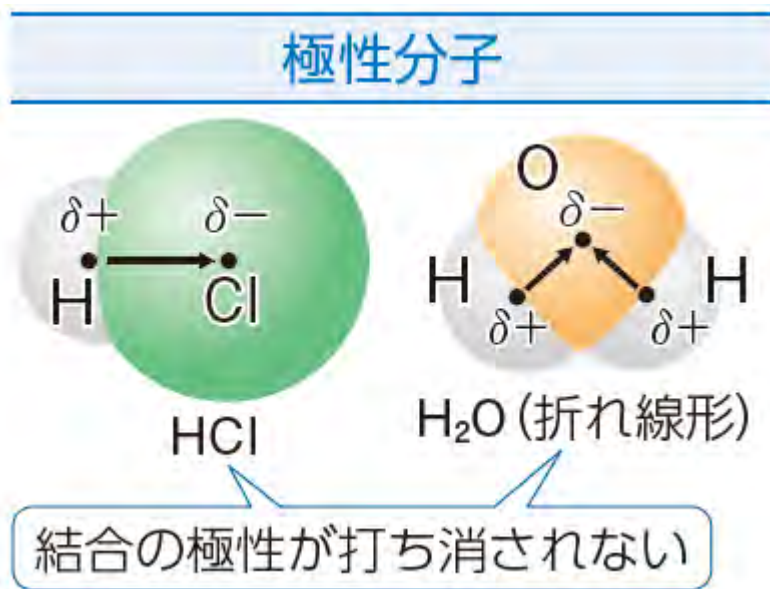
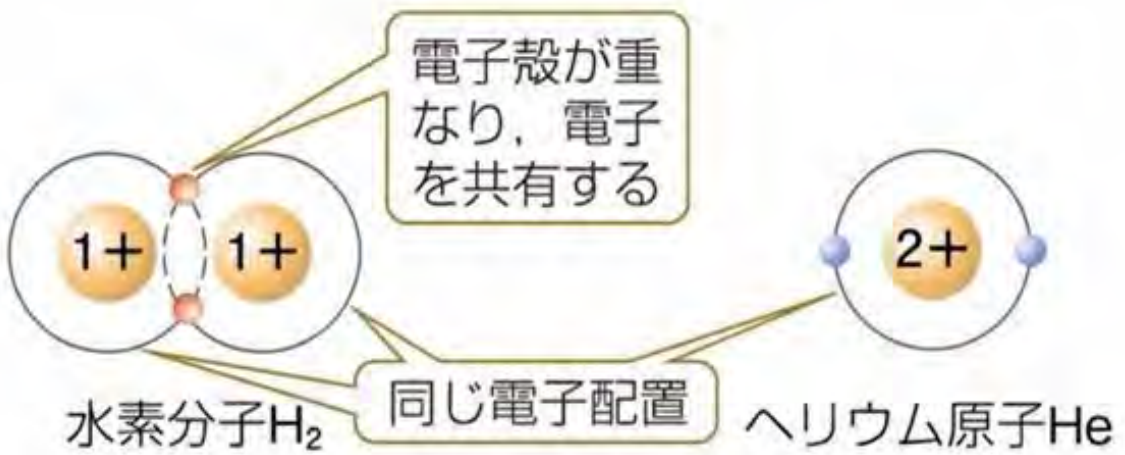


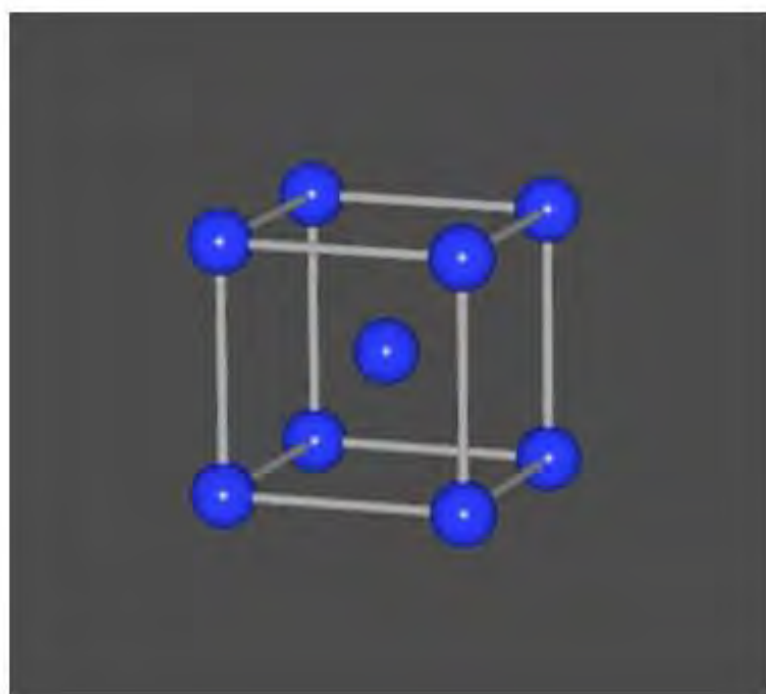
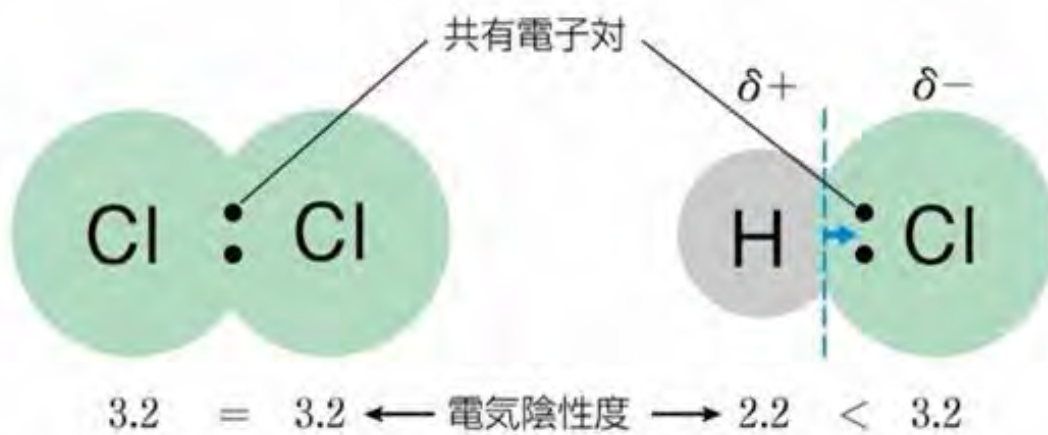
化学変化や状態変化の進む向きの追加資料
(PDF)

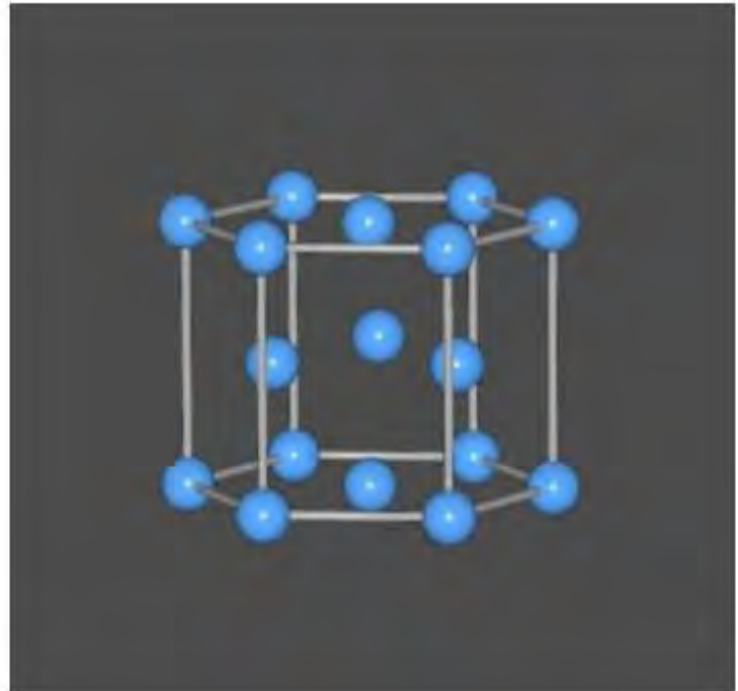
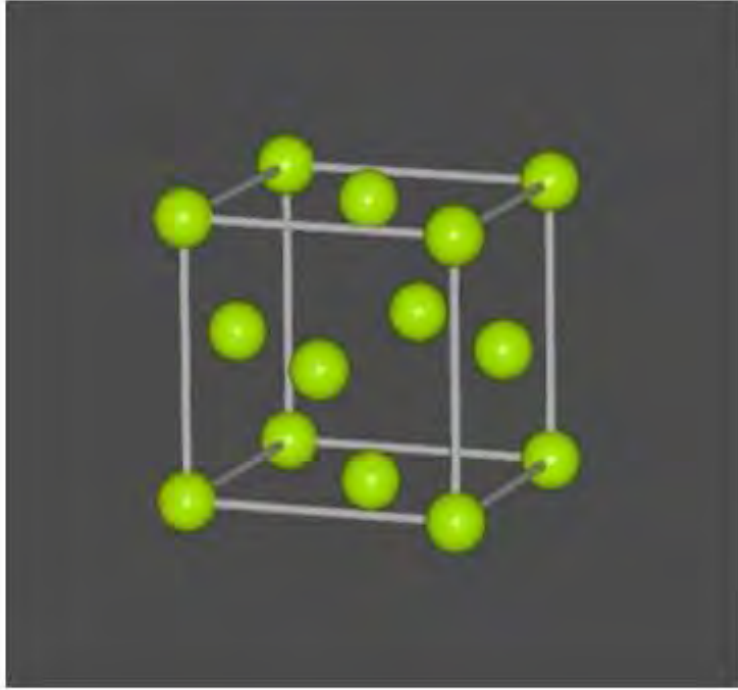
P.495

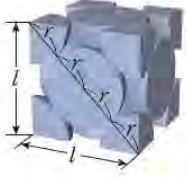






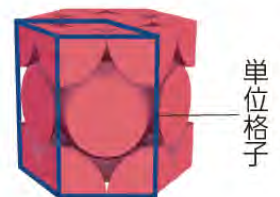




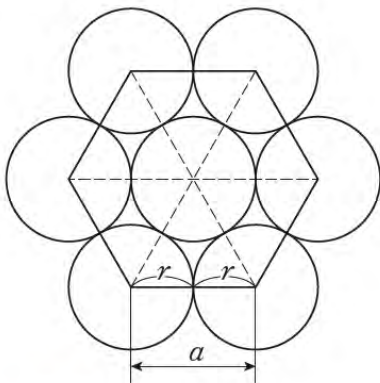


参考 六方最密構造の充填率

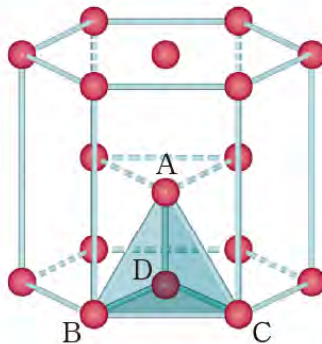
六方最密構造は配位数が12(最密構造)なので、面心立方格子(立方最密構造)と同じように、充填率は74%となるはずである。計算で求める時は、図iiiのように正六角柱(単位格子3個分)で考えると理解しやすい。



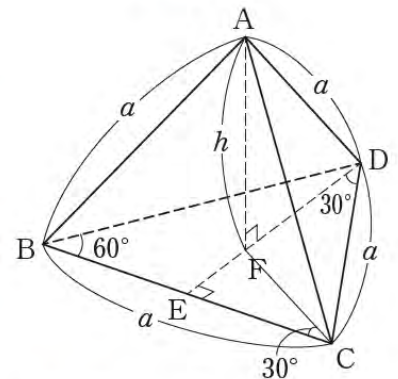
↑ 図 i 単位格子中の粒子



↑ 図 ii 真上からみた図



↑ 図 iii 正六角柱



↑ 図 iv 正四面体

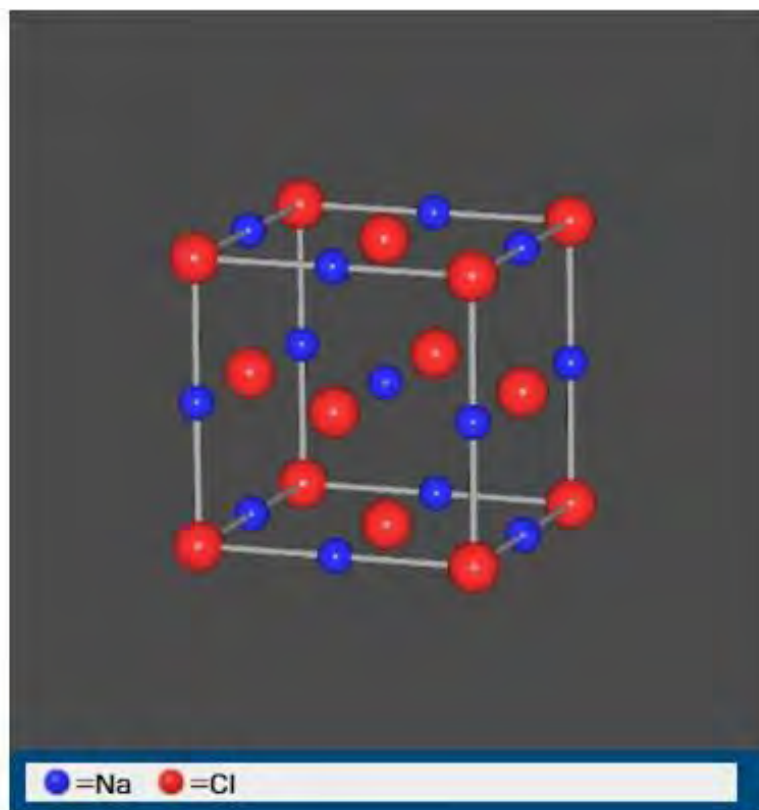
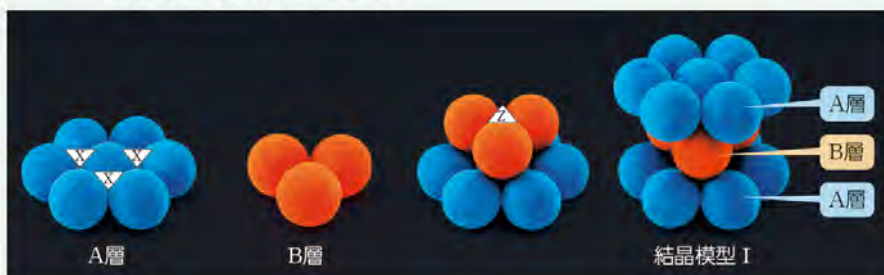
追加実験 1 最密構造の結晶模型をつくってみよう。

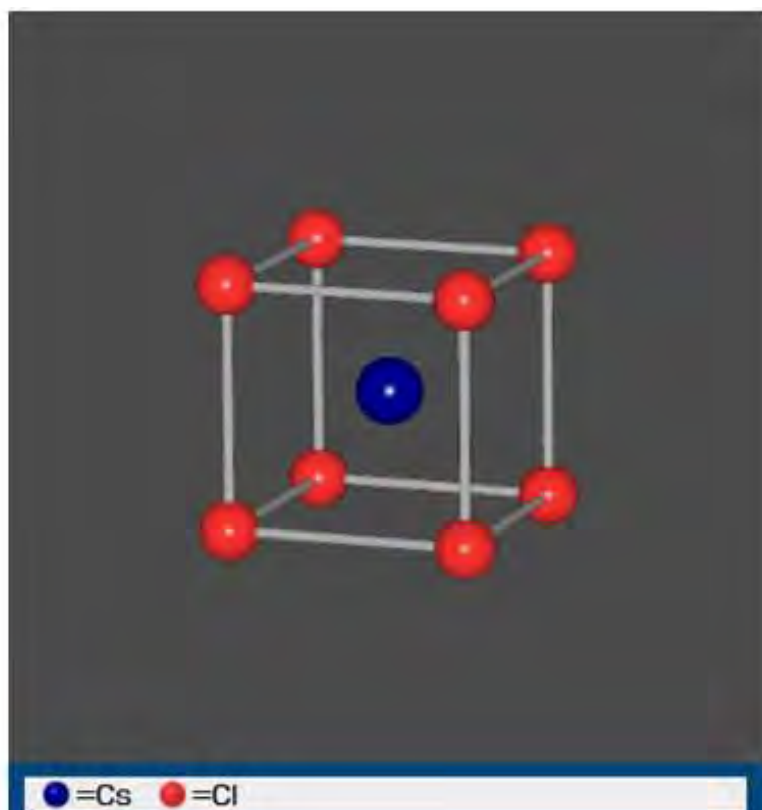
追加実験 1 最密構造の結晶模型の製作(面心立方格子と六方最密構造)

目的 発泡ポリスチレン(発泡スチロール(EPS))の球を用いて、最密構造の模型をつくり、積み重なり方の違いで面心立方格子と六方最密構造の結晶構造ができることを理解する。

準備 発泡ポリスチレン球(直径 2.5 cm)、両面テープ

- 操作**
- ① 発泡ポリスチレン球 7 個を図のように両面テープで接着し、A層をつくる。同じものをもう 1 つつくる。
 - ② 発泡ポリスチレン球 3 個を図のように接着し、B層をつくる。
 - ③ A層のマのくぼみ X の上に B層を重ね、B層の△のくぼみ Z に球がくるようにもう 1 つの A層を重ねる。上下 2 つの A層の球が同じ位置にくるようにする(結晶模型 I)。

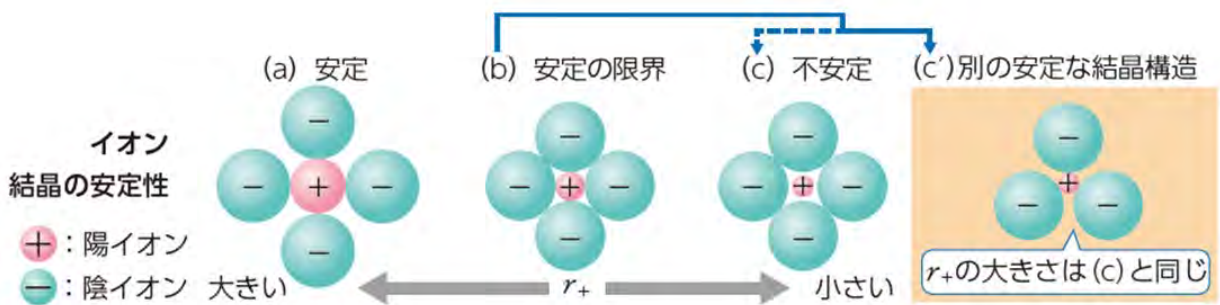




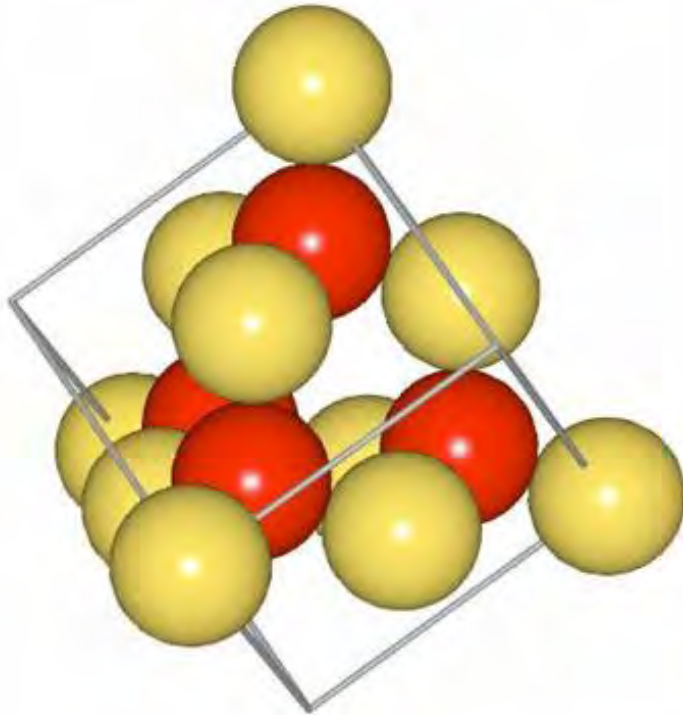
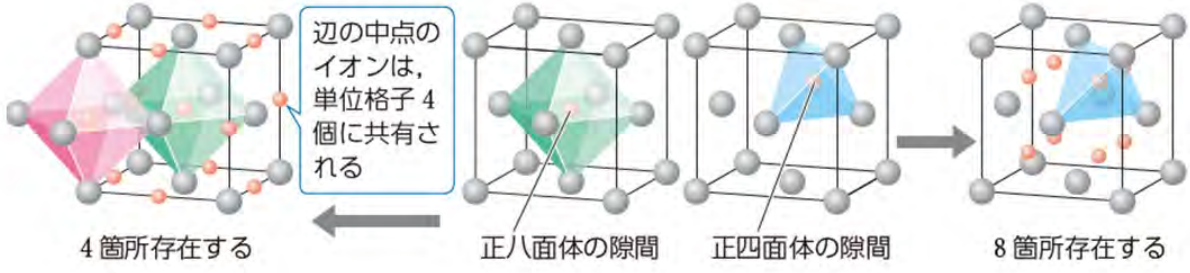
第1部 第1章 p.15 参考 「イオン結合の強さと物質の融点」

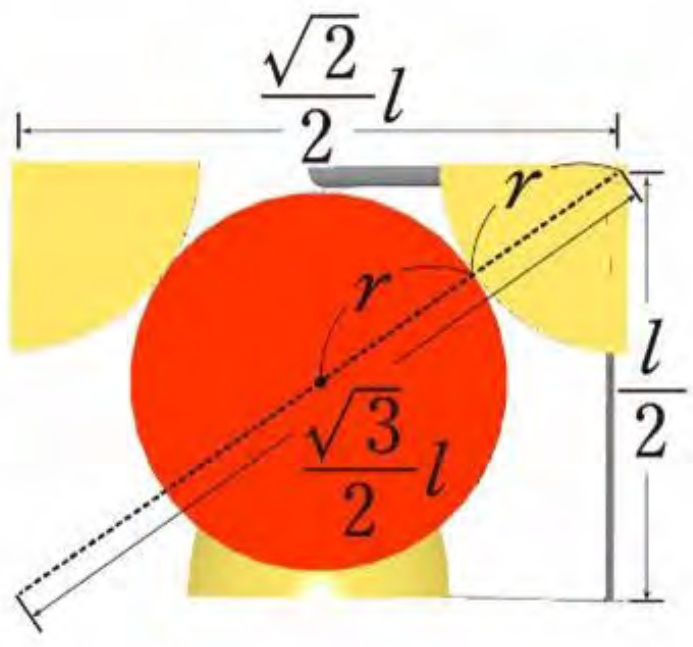
イオン結晶	ハロゲン化ナトリウム			2族元素の酸化物	
	NaCl	NaBr	NaI	MgO	CaO
融点[°C]	801	747	651	2826	2572

第1部 第1章 p.16 発展 「イオン結晶の配位数とイオン半径の関係」

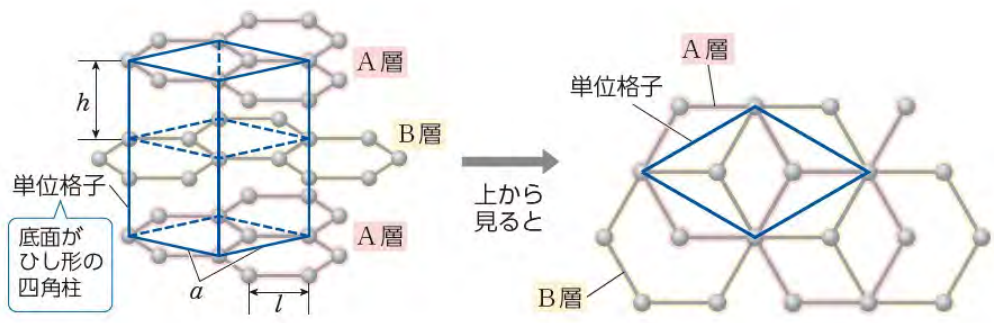


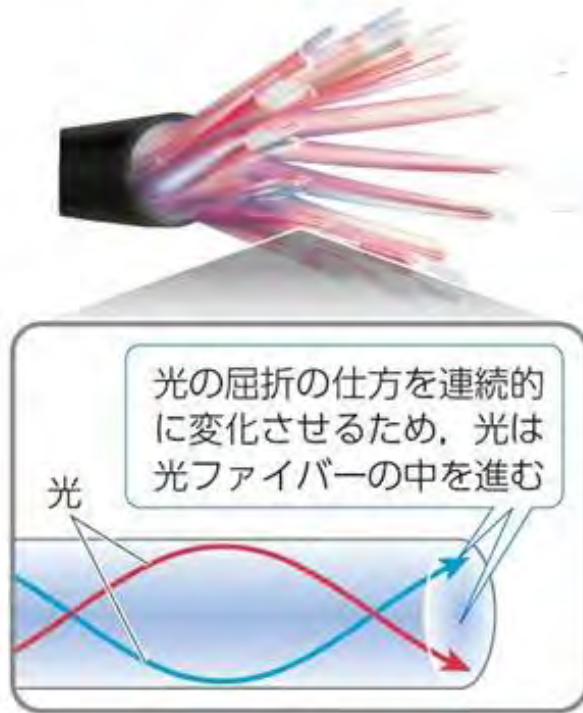
第1部 第1章 p.18 参考「面心立方格子の隙間とイオン結晶」



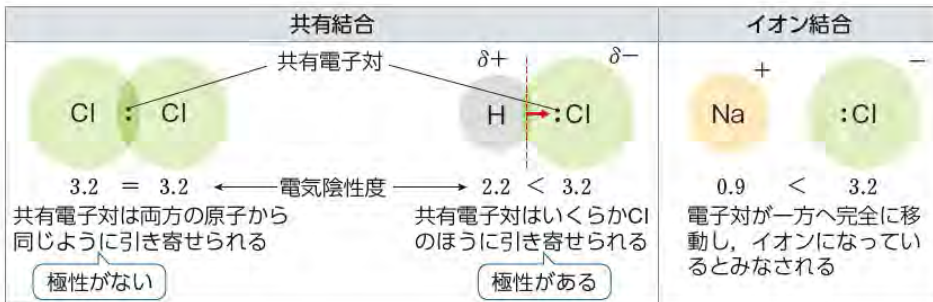


第 1 部 第 1 章 p.24 参考 「グラファイト (黒鉛) 型結晶」



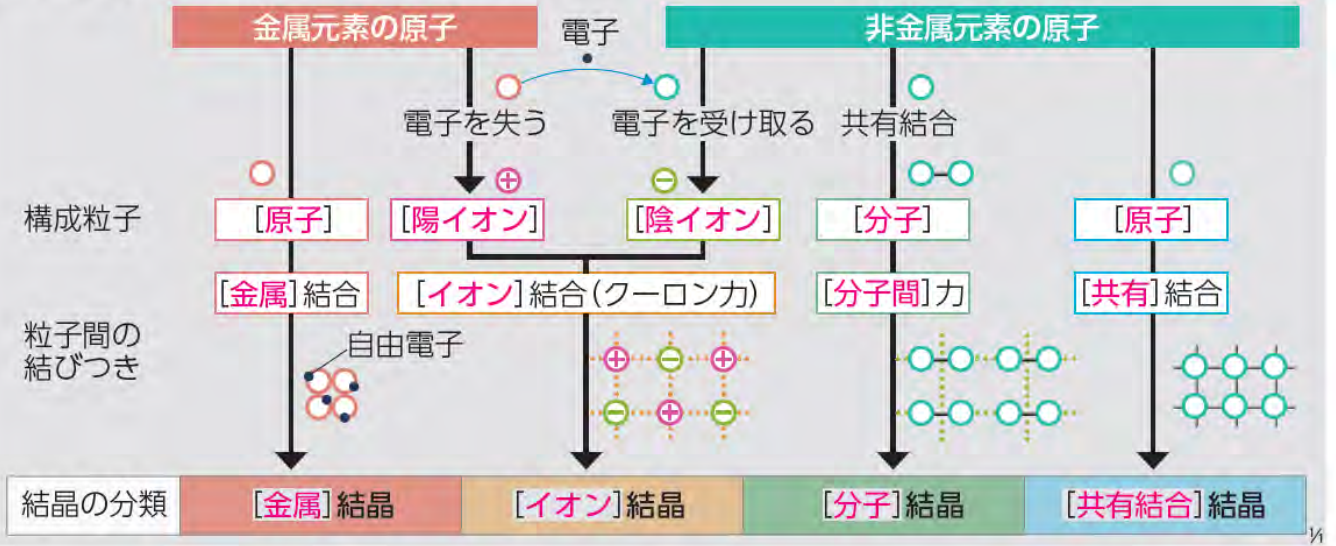


第1部 第1章 p.26 発展 「分子の極性の尺度の示し方」



粒子の結びつきと結晶

粒子を結びつけている化学結合と結晶の分類



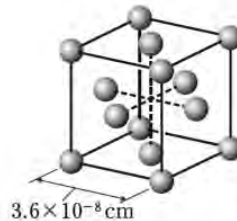
第1部 第1章 p.27 章末問題 1

1 金属結晶 (→p.10~13)

ある金属結晶の密度は 9.0 g/cm^3 であり、図のような立方体の単位格子をもつ。

アボガドロ定数 $N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$, $3.6^3 = 47$, $\sqrt{2} = 1.4$

- (1) この単位格子の名称を記せ。
- (2) この単位格子中に含まれる原子の数はいくつか。
- (3) 原子1個に接しているほかの原子はいくつか。
- (4) この原子の半径は何 cm か。
- (5) この原子1個の質量は何 g か。
- (6) この金属の原子量を求めよ。



第1部 第1章 p.27 章末問題 2

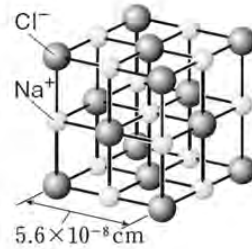
2 イオン結晶 (→p.14, 15)

塩化ナトリウム NaCl は、図のような立方体の単位格子をもつ。

アボガドロ定数 $N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$, 原子量 Na=23.0, Cl=35.5

$$5.6^3 = 1.8 \times 10^2$$

- (1) 結晶中の Na^+ 1 個が接している Cl^- の数はいくつか。
- (2) 結晶中の Cl^- 1 個が接している Na^+ の数はいくつか。
- (3) 単位格子中に含まれる Na^+ と Cl^- はそれぞれいくつか。
- (4) Na^+ のイオン半径を $1.1 \times 10^{-8} \text{ cm}$ とすると、 Na^+ に接している Cl^- のイオン半径は何 cm か。
- (5) この結晶の密度は何 g/cm^3 か。

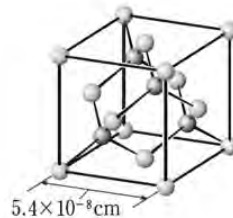


第1部 第1章 p.27 章末問題 3

3 ケイ素の結晶と原子量 (→p.21~23)

ケイ素 Si の結晶は図のような立方体の単位格子をもち、一辺の長さは $5.4 \times 10^{-8} \text{ cm}$ で、結晶の密度は 2.3 g/cm^3 である。この結晶からケイ素の原子量を求めよ。

アボガドロ定数 $N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$, $5.4^3 = 1.6 \times 10^2$



第1部 第1章 p.27 章末問題 4

4 融点・沸点 (→p.19, 20, 25)



(1) 次の各組の物質のうち、沸点が高いのはそれぞれどちらか。15字以内で理由も答えよ。()内の数値は分子量である。

(a) $\text{CH}_4(16)$, $\text{SiH}_4(32)$ (b) $\text{C}_3\text{H}_8(44)$, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(46)$ (c) $\text{H}_2\text{O}(18)$, $\text{H}_2\text{S}(34)$

(2) 次の物質のうち、一定の融点をもたない物質をすべて選び、記号で答えよ。

(a) 石英ガラス (b) アモルファス合金 (c) 水

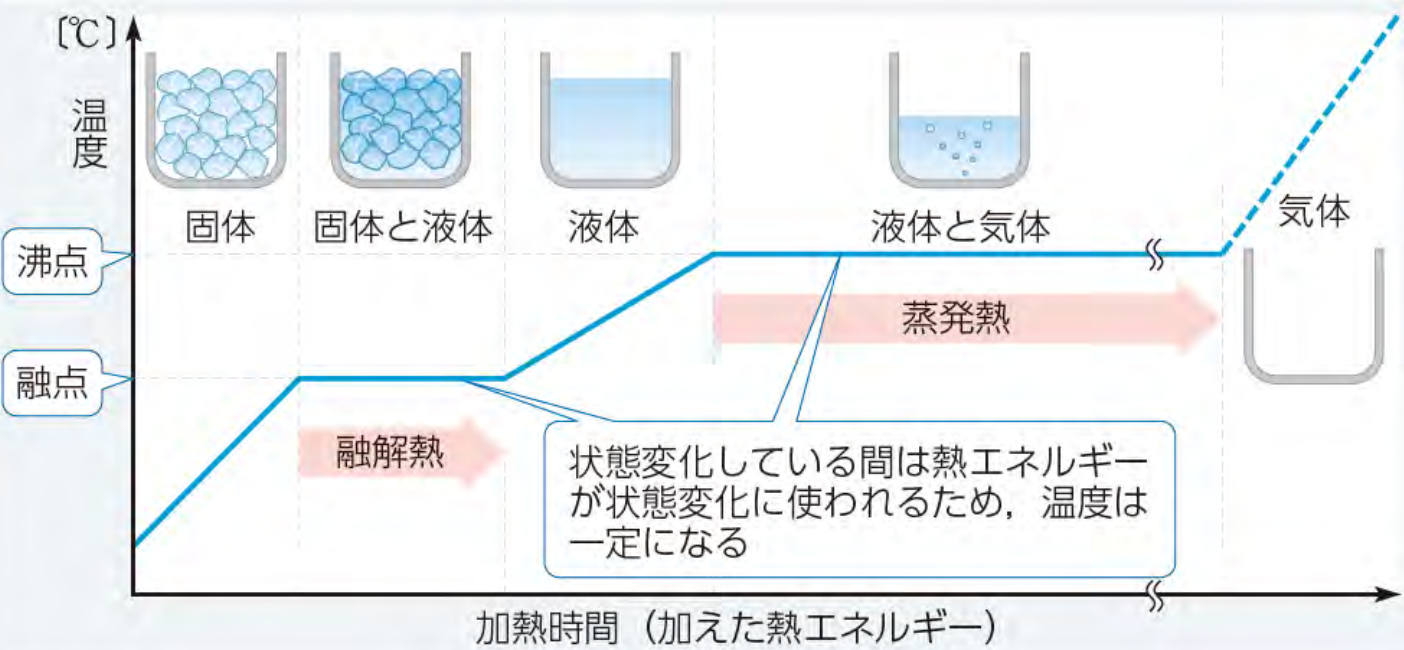
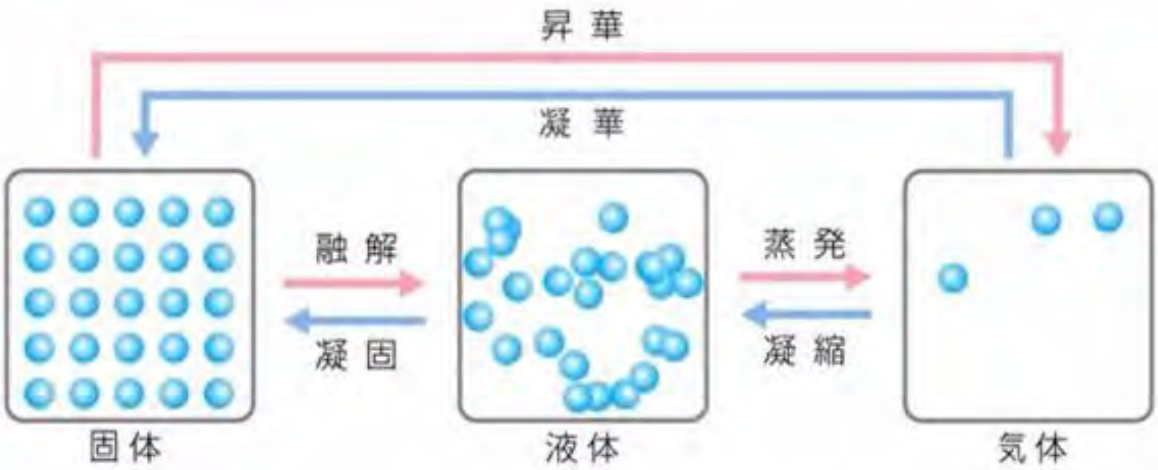
(d) 鉄 (e) 塩化ナトリウム (f) ソーダ石灰ガラス

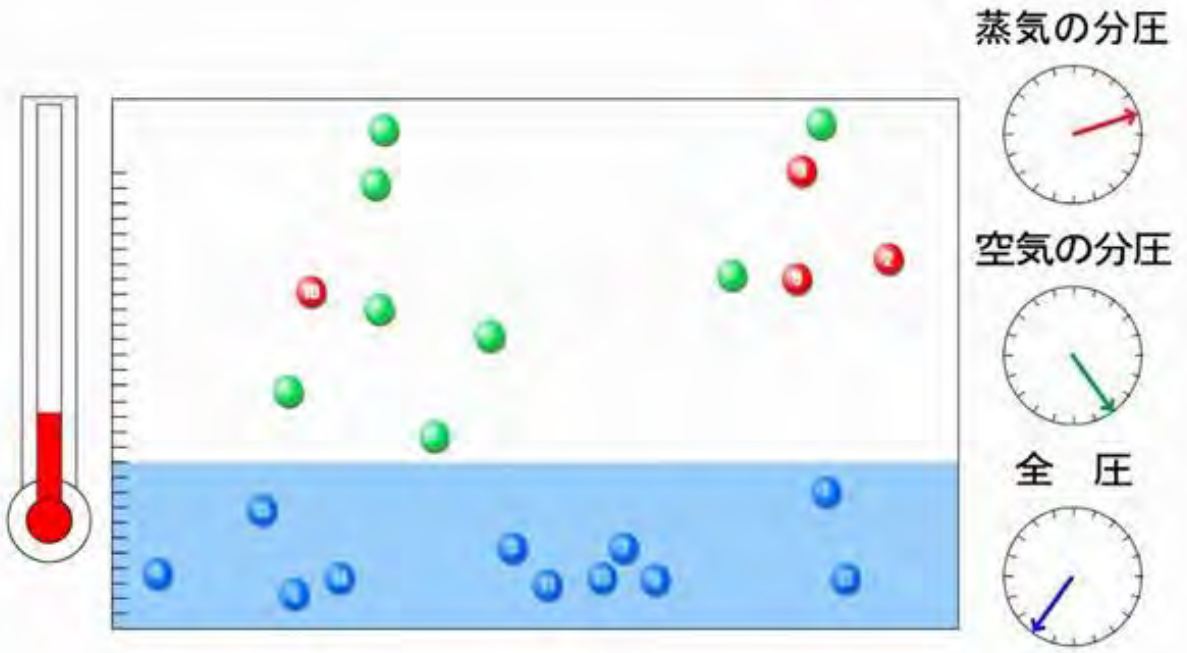
第1部 第1章 p.27 章末問題 5

5 水の性質 (→p.21)



多くの物質では、液体より固体の密度が大きい。しかし水は、液体より固体の密度が小さい。その理由を50字程度で説明せよ。



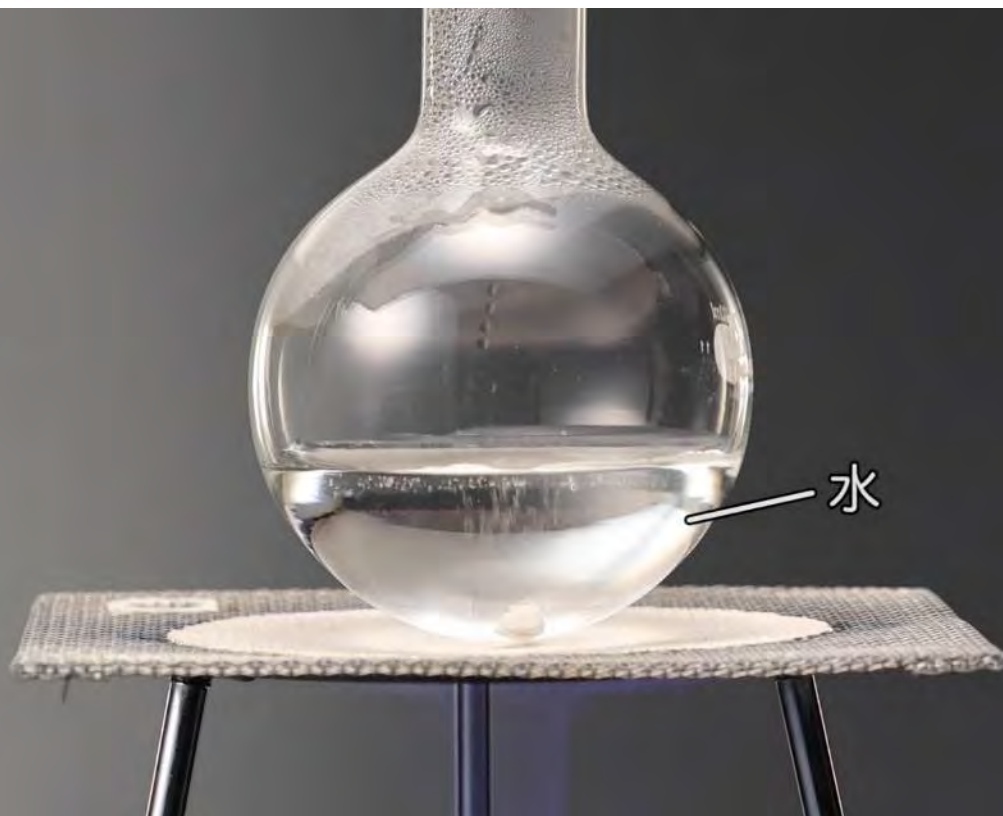
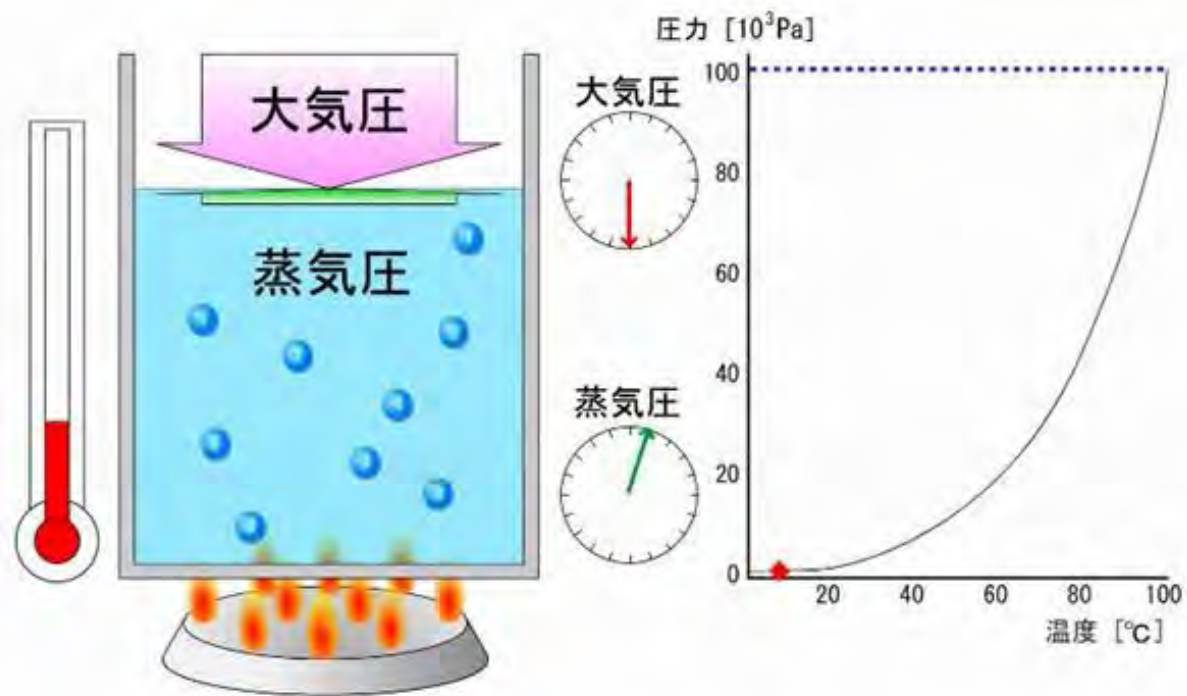




気液平衡の状態のとき、**温度一定**であれば体積が変化しても蒸気圧は一定の値をとる。

体積を大きくすると蒸気圧を一定に保つように蒸発が進む



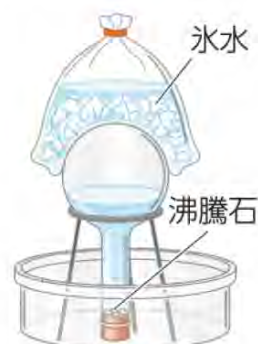


【目的】 外圧が低いと 100 °C以下でも水が沸騰することを確認してみよう。

【準備】 1 L丸底フラスコ, ゴム栓, 三脚, ポリ袋, 沸騰石, 氷, 水槽など

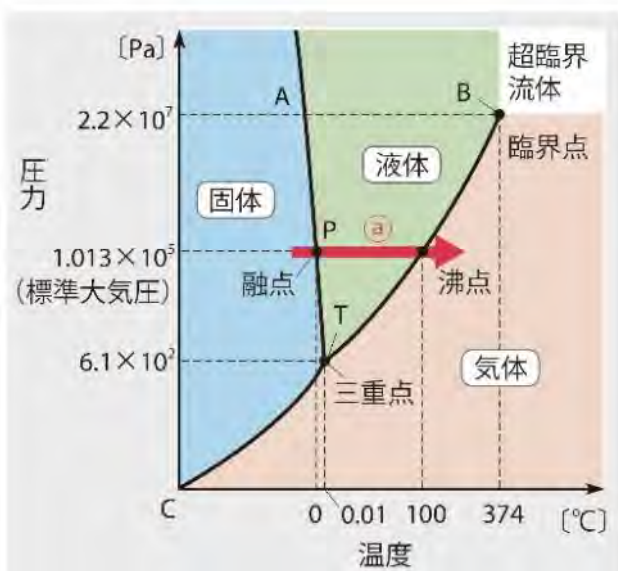
【操作】

- ① 丸底フラスコに $\frac{1}{3}$ ほどの水と沸騰石を入れて加熱し, しばらく沸騰させて空気を追い出す。
- ② 水が残っていることを確認して, 加熱を止める。素早くゴム栓をして, 湯がこぼれないように逆さまに固定する。
- ③ 氷水を入れたポリ袋をフラスコの上に置く (冷水をかけてもよい)。



変化:

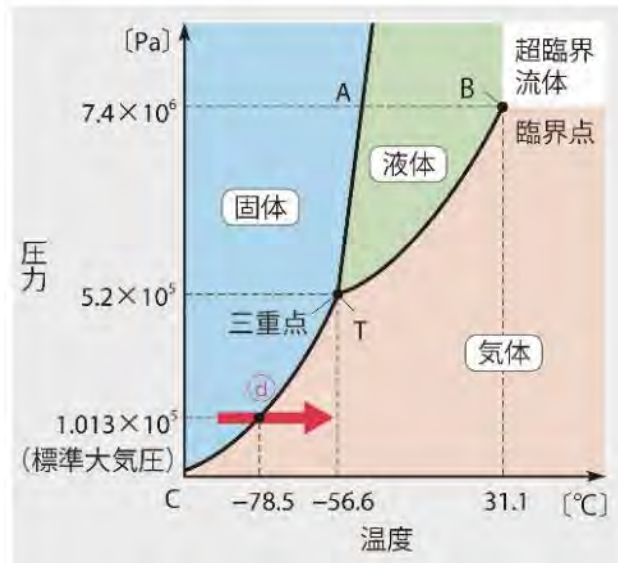
水の状態図



BT: 蒸気圧曲線 AT: 融解曲線 CT: 昇華圧曲線

①: 温度を上げていくと, 氷は0°Cで融解して液体になり, 100°Cで沸騰して水蒸気になる。

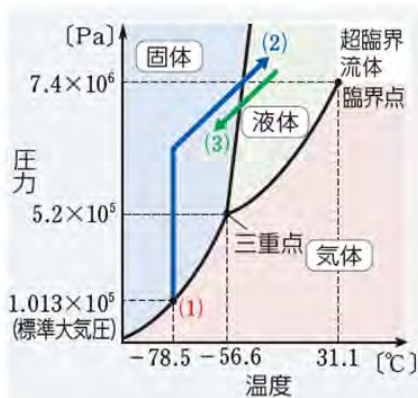
二酸化炭素の状態図



BT：蒸気圧曲線 AT：融解曲線 CT：昇華圧曲線

①：温度を上げていくと、固体（ドライアイス）は昇華して気体になる。

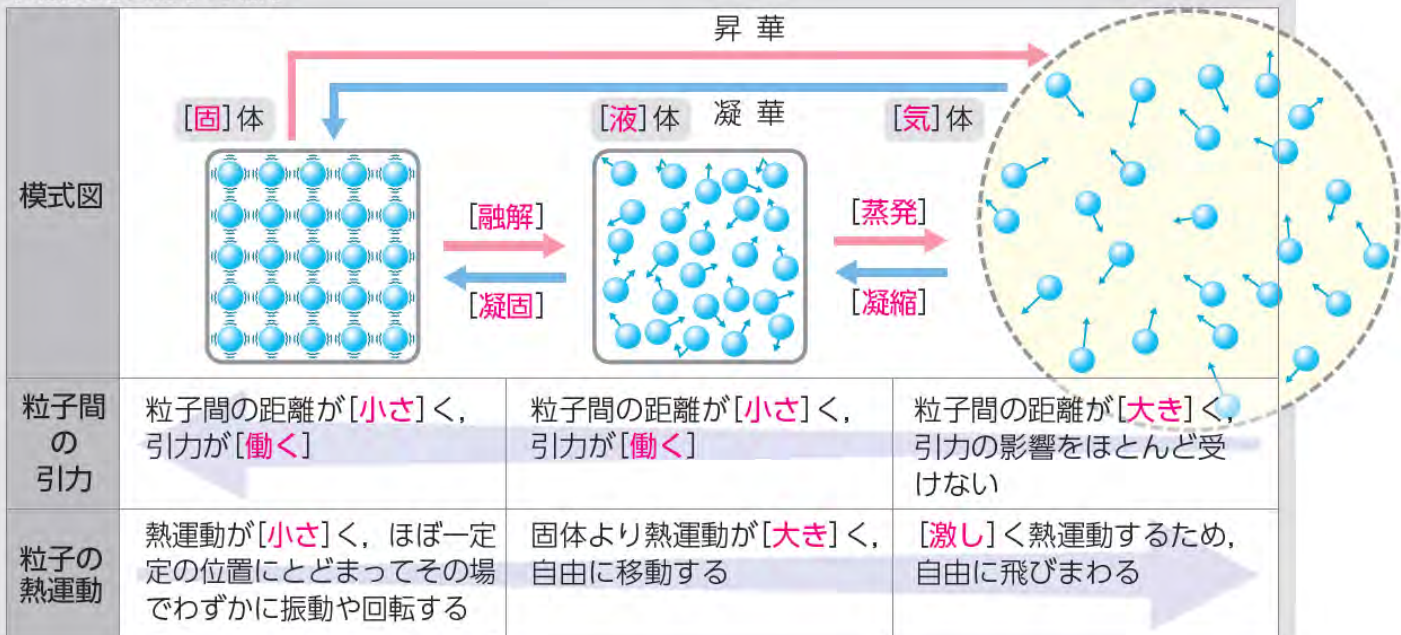
第1部 第2章 p.36 参考 「二酸化炭素を液体にする」





状態変化

状態変化と粒子の様子



第1部 第2章 p.37 章末問題 1

1 状態変化と熱量 (→p.29, 30)

1.013×10^5 Pa で 0°C の氷 18 g が、加熱によりすべて 100°C の水蒸気になった。
水 1 g の温度を 1 K 上げるのに必要な熱量を $4.2\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、氷の融解熱を $6.0\text{ kJ}/\text{mol}$ 、蒸発熱を $41\text{ kJ}/\text{mol}$ とする。

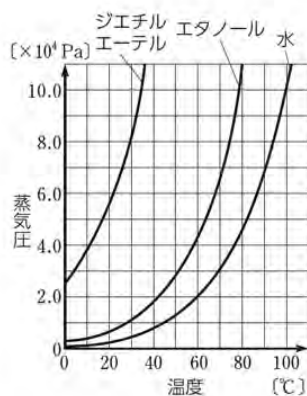
- (1) この状態変化では、全部で何 kJ の熱量を吸収したか。
- (2) 加えた熱量を横軸に、温度を縦軸にとり、グラフを描け。

第1部 第2章 p.37 章末問題 2

2 蒸気圧曲線 (→p.33, 34)

右図は、ジエチルエーテル、エタノール、水の蒸気圧曲線である。

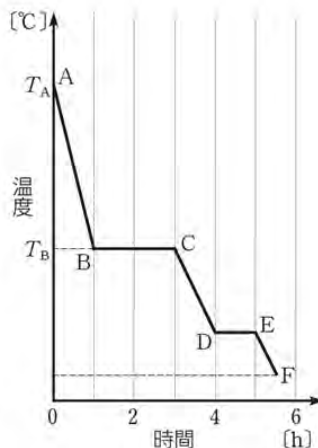
- (1) 1.0×10^5 Pa のもとでのジエチルエーテルの沸点は何 $^\circ\text{C}$ か。
- (2) 2.0×10^4 Pa のもとでのエタノールの沸点は何 $^\circ\text{C}$ か。
- (3) 水を 60°C で沸騰させるには、外圧をどれだけにすればよいか。
- (4) この中で、分子間力が最も小さい物質は何か。
- (5) 3つの物質を、それぞれ同体積の密閉容器に 0.10 mol ずつ入れ、等しい温度にすると、1つだけがすべて蒸発した。それはどの物質か。



第1部 第2章 p.37 章末問題 3

3 冷却による状態変化 (→p.29, 34)

容器内の圧力が p_0 に一定に保たれるようにつくられた容器に、1種類の気体の物質が 0.50 mol 入っている。この容器を1時間当たり 4.2 kJ の割合で穏やかに冷却していくと、物質の温度変化について右図の結果が得られた。なお、A→B間は気体のみが存在していた。



(1) B→C, C→D, D→E間では、物質はそれぞれどのような状態か。例のように答えよ。

(例) 液体と固体が共存

(2) 圧力 p_0 で、この物質の凝縮(蒸発)熱、凝固(融解)熱はそれぞれ何 kJ/mol か。

(3) 圧力 p_0 を大きくすると、温度 T_B は、どのように変化するか。状態図をもとに考え、答えよ。

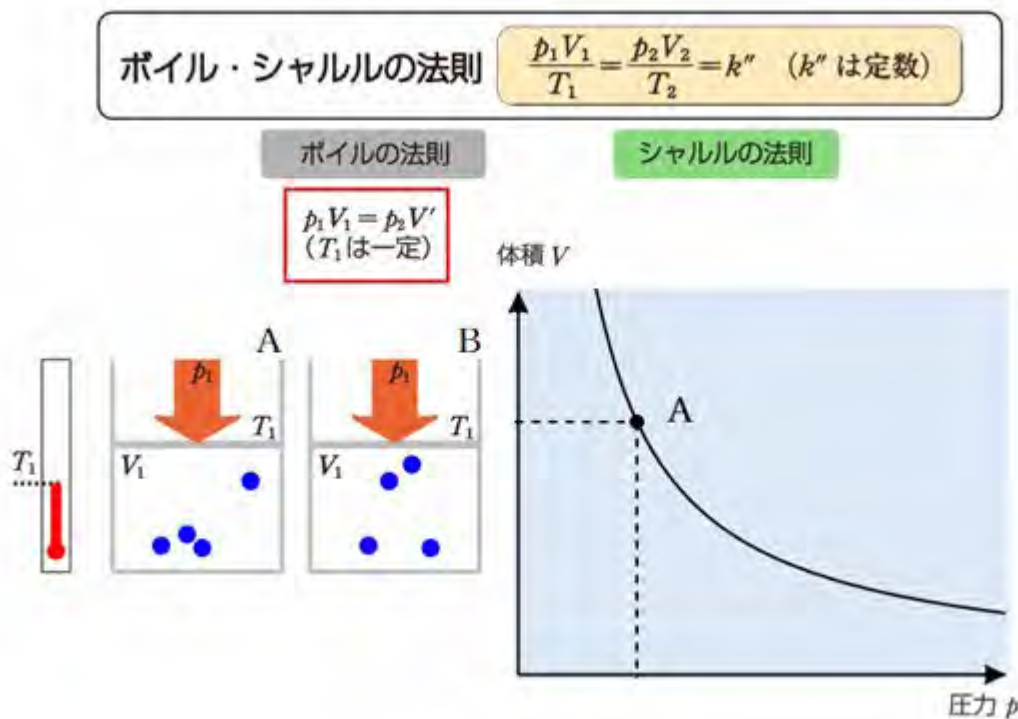
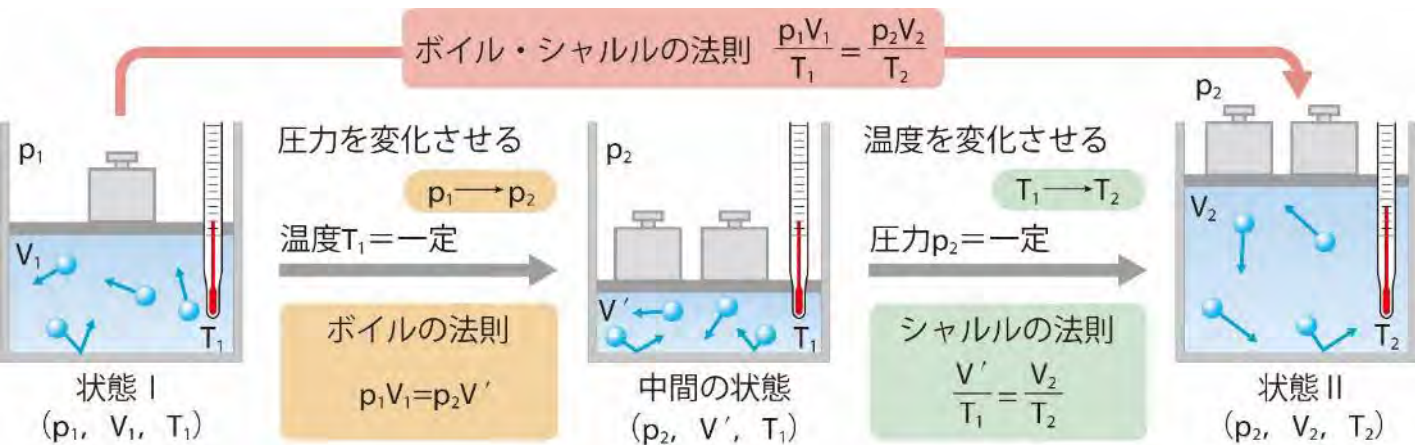
第1部 第2章 p.37 章末問題 4

4 沸騰と蒸発 (→p.29, 34)

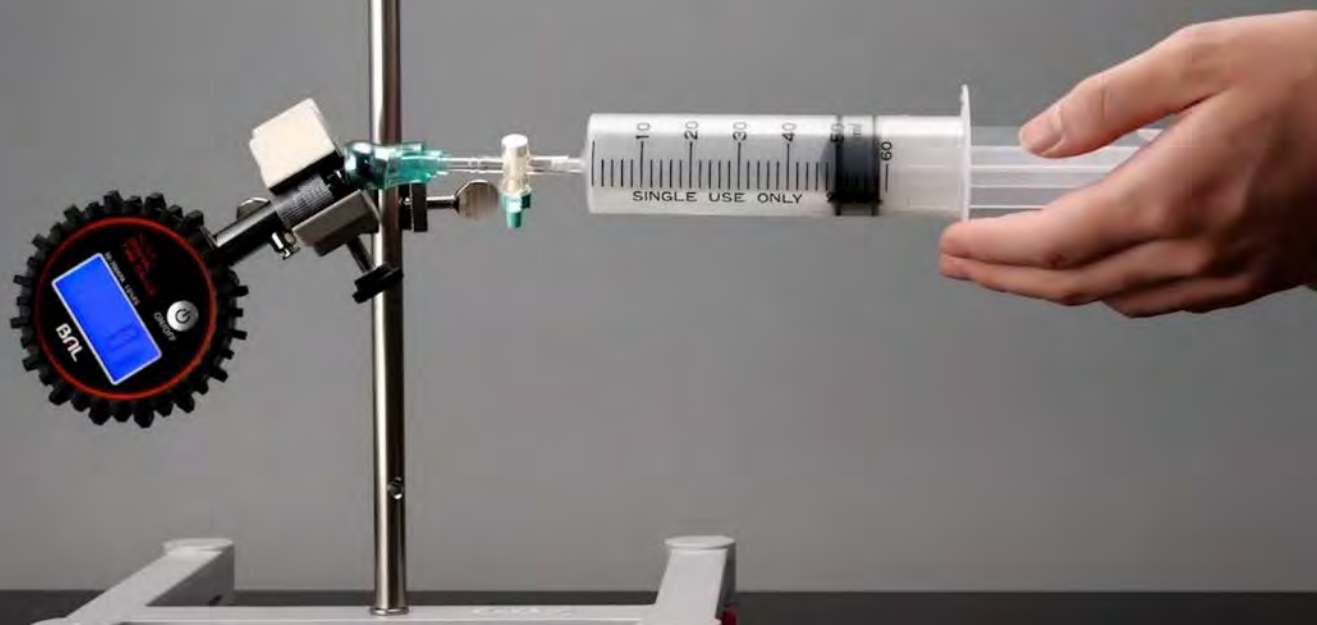
記述

(1) 水が沸騰しているとき、沸点より温度が上昇しない理由を25字程度で説明せよ。

(2) 沸騰と蒸発の違いを45字程度で説明せよ。



気体の圧力と体積の関係(ボイルの法則)



別紙13-4

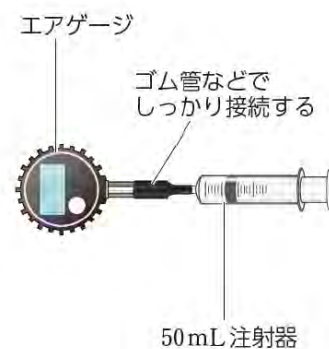
【目的】 ボイルの法則とシャルルの法則を検証してみよう。

【準備】 電子天秤, 注射器, ゴム栓, 温度計, ビーカー, 水槽

I. 気体の圧力と体積の関係(ボイルの法則の検証)

【操作】

- ① 50 mL 注射器に空気を 50 mL まで入れて図のようにエアゲージ(圧力計)に取りつける。
- ② ピストンを押して, 空気の体積が 40 mL~25 mL になるようにピストンを押し,



問 1 ボイルの法則について、次の各問に有効数字2桁で答えよ。

- (1) $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 5.0 L の気体を、温度一定で体積 2.0 L の圧縮すると、圧力は何 Pa になるか。

- (2) $2.5 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 510 L の気体を、温度一定で体積 $5.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ にすると、体積は何 L になるか。

問 2 シャルルの法則について、次の各問に有効数字2桁で答えよ



【目的】 低沸点で揮発性液体のシクロヘキサン(沸点 81℃)を蒸発させて、その質量、体積、温度、圧力を測定し、気体の状態方程式を用いて分子量を求める。

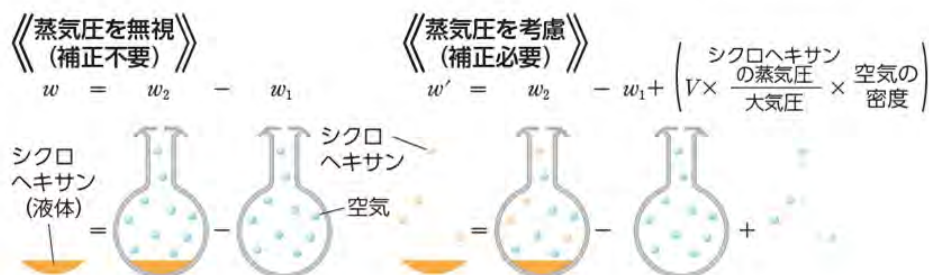
【準備】 シクロヘキサン (沸点 81 °C)、電子天秤、水、温度計、300 mL 丸底フラスコ、1 L ビーカー、メスシリンダー(10 mL, 500 mL)、スタンド、沸騰石、ホットプレート、かき混ぜ器、気圧計、アルミニウム箔

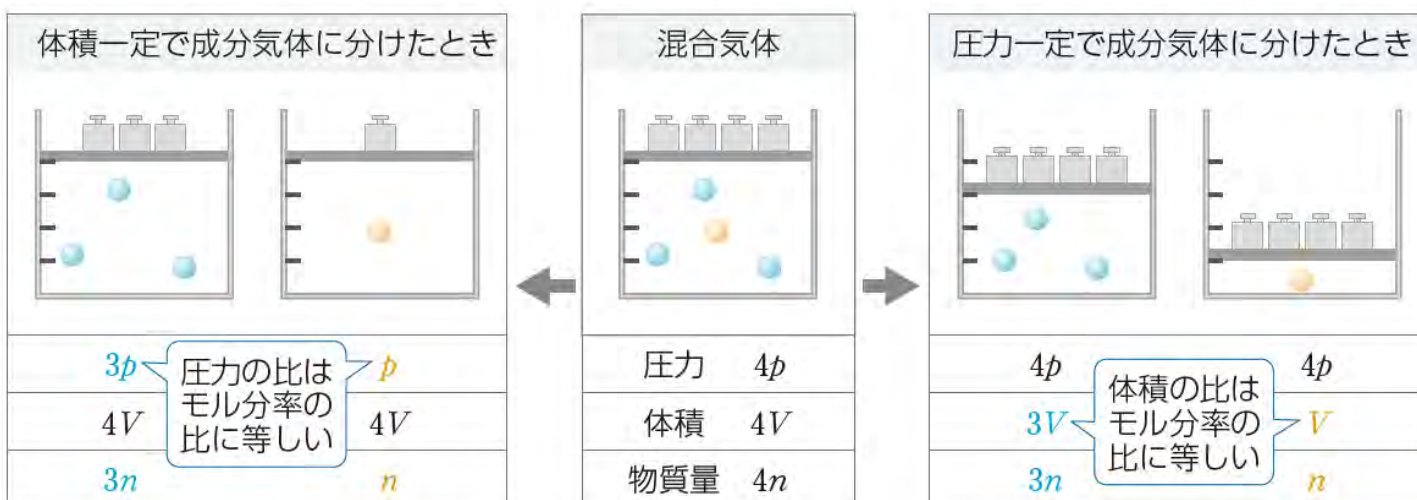
注意 保護眼鏡をかけ、シクロヘキサンのにおいを直接嗅がないように、ドラフト内など通風のよい場所、また、引火しないように火気のない場所で行う。

【操作】 ① 乾いた丸底フラスコとアルミニウム箔の質量 w_1 [g] をはかる。

$$w_1 = \dots\dots\dots \text{g}$$

第 1 部 第 3 章 p.45 参考 「シクロヘキサンの蒸気圧の補正」

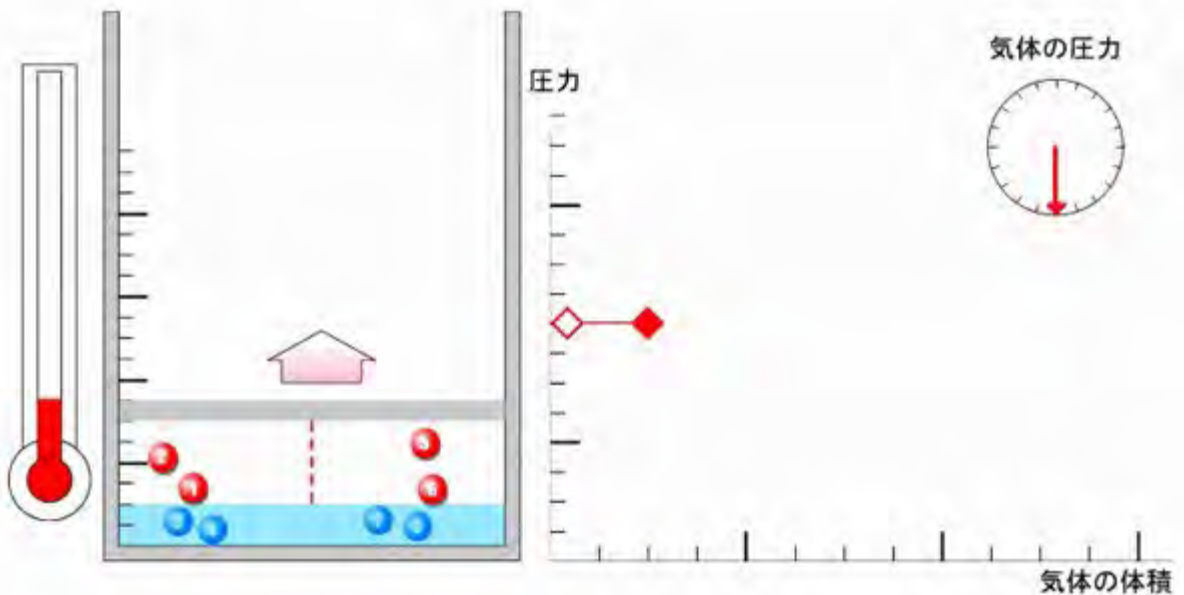


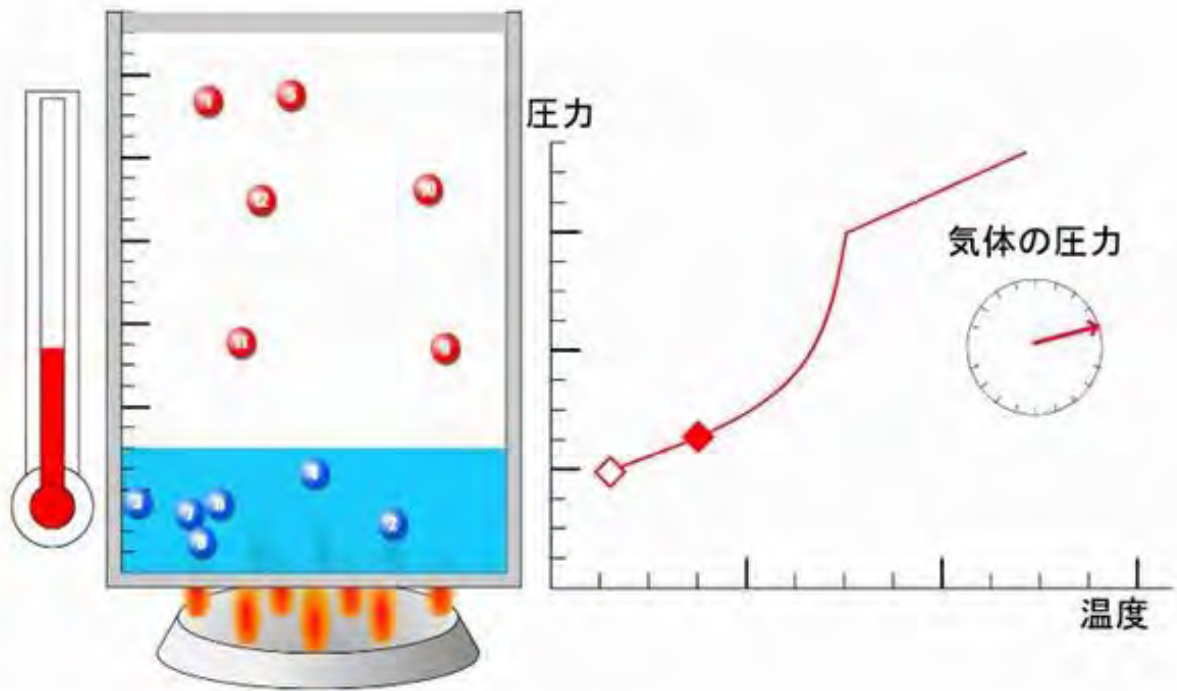


問1 水素 H_2 0.40 g で満たした 8.3 L の密閉容器に 0.90 g の水 H_2O を入れるとき、次の各問いに答えよ。水の飽和蒸気圧は 200 K で 0 Pa, 300 K で 3.6×10^3 Pa である。

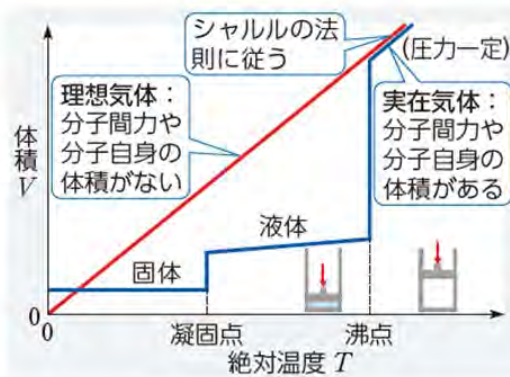
- (1) 200 K でしばらく放置した場合、容器内の圧力は何 Pa になるか。
- (2) 300 K でしばらく放置した場合、容器内の圧力は何 Pa になるか。

	理想気体	実在気体
分子間力	ない 	ある 
分子の大きさ (体積)	ない	ある
状態変化	常に気体	液体や固体になる
気体の状態方程式	常に成り立つ	厳密には成り立たない

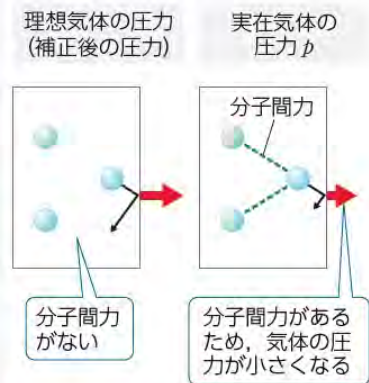




第 1 部 第 3 章 p. 52 参考 「理想気体と実在気体の状態変化」



第 1 部 第 3 章 p.53 発展 「実在気体の状態方程式」



気体の体積の変化

ボイルの法則, シャルルの法則, ボイル・シャルルの法則

一定量の気体の圧力 P , 体積 V , 温度 T について

※表中の[*]には不等号を記入する

$k' = \frac{k}{V}$
体積が大きいほど傾きは[小]さい

$k = kT$
温度が[高]いほど原点から離れる

$V_1[*<]V_2$

$P = \frac{k}{V}T = k''T (k'' : \text{一定})$
圧力 P は絶対温度 T に[比例]する。

$k'' = \frac{k}{P}$
圧力が高いほど傾きは[小]さい

実際は $T=0$ 付近では法則が成り立たない。

$T_1[*>]T_2$

$PV = kT = k' (k' : \text{一定})$
圧力 P は体積 V に[反比例]する。
([ボイル]の法則)

体積 V 一定

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

温度 T 一定 圧力 P 一定

$P_1[*<]P_2$

$V = \frac{k}{P}T = k'''T (k''' : \text{一定})$
体積 V は絶対温度 T に[比例]する。
([シャルル]の法則)

第1部 第3章 p.54 章末問題 1

気体定数は指定がない限り $R=8.3\times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ とする。

原子量 $\text{H}=1.0$, $\text{N}=14$, $\text{O}=16$

1 ボイル・シャルルの法則と気体の状態方程式 (→p.39~44)

27℃, $1.00\times 10^5 \text{ Pa}$ で体積 1.50 L の理想気体がある。

- (1) 27℃で体積を 2.00 L にするには、圧力を何 Pa にすればよいか。
- (2) 77℃, $1.00\times 10^5 \text{ Pa}$ で、体積は何 L になるか。
- (3) $1.50\times 10^5 \text{ Pa}$ で体積を 1.50 L にするには、温度を何℃にすればよいか。
- (4) この気体の質量は 1.8 g だった。この気体の分子量を求めよ。
- (5) この気体と同じ温度、同じ圧力で体積が 2.49 L の理想気体がある。この気体の物質量を求めよ。

第1部 第3章 p.54 章末問題 2

2 気体の密度と分子量 (→p.44)

ある気体を 27℃, $1.20\times 10^5 \text{ Pa}$ で測定したところ、密度が 2.8 g/L であった。

- (1) この気体の分子量を求めよ。
- (2) この気体の密度は、77℃, $1.50\times 10^5 \text{ Pa}$ で何 g/L か。

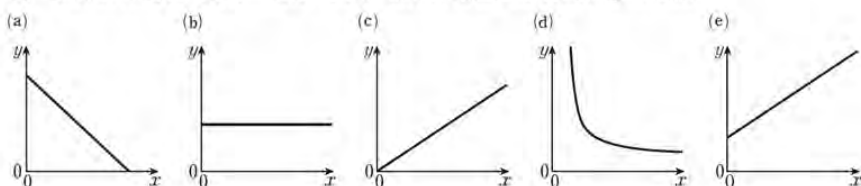
第1部 第3章 p.54 章末問題 3

3 気体のグラフ (→p.43)

理想気体について、(1)~(4)の x と y の関係を表したグラフとして最も適当なものは

(a)~(e)のうちどれか。ただし、同じ記号を何度選んでもよい。

- (1) 一定量の気体で温度が一定のとき、気体の圧力 x と体積 y の関係
- (2) 一定量の気体で圧力が一定のとき、絶対温度 x と気体の体積 y の関係
- (3) 一定量の気体で温度が一定のとき、気体の圧力 x と圧力と体積の積 y の関係
- (4) 気体の体積と温度が一定のとき、気体の物質質量 x と圧力 y の関係

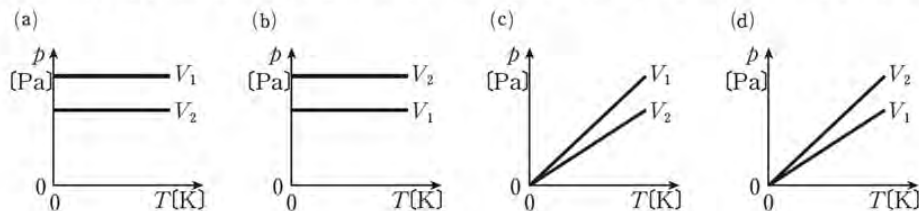


別紙17-4

第1部 第3章 p.54 章末問題 4

4 気体の温度と圧力の関係 (→p.43)

一定質量の気体の体積を V_1 [L] または V_2 [L] ($V_1 > V_2$) に保つとき、気体の絶対温度 T [K] と圧力 p [Pa] の関係を表すグラフとして最も適当なものは、(a)~(d)のうちどれか。(a)



第1部 第3章 p.55 章末問題 5

5 混合気体の分圧 (→p.46, 47)

酸素 O_2 48 g, 窒素 N_2 56 g, 二酸化炭素 CO_2 22 g を容積 8.3 L の真空密閉容器に入れ, 27℃ に保った。この混合気体の全圧と各成分気体の分圧はそれぞれ何 Pa か。

別紙18-2

第1部 第3章 p.55 章末問題 6

6 気体の反応と混合気体の分圧 (→p.39~48)

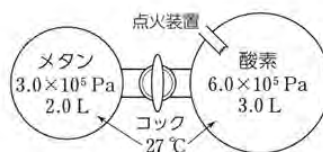
図の装置でコックをあけて気体を混合し, 点火して完全に反応させた後, 27℃ に戻した。コックや生じる水(液体)の体積, 水蒸気圧は無視する。

(1) 反応前の混合気体のうち, メタンの分圧は何 Pa か。

(2) 反応前の混合気体の全圧は何 Pa か。

(3) 反応前の混合気体の平均分子量を求めよ。

(4) 反応後の容器内の全圧は何 Pa か。



第1部 第3章 p.55 章末問題 7

7 混合気体と飽和蒸気圧 (→p.46~49)

ある容器に、窒素 N_2 と飽和状態の水蒸気および少量の水が入っており、 27°C で圧力が $9.12 \times 10^4 \text{ Pa}$ だった。次の問いに答えよ。 27°C の水の蒸気圧を $3.60 \times 10^3 \text{ Pa}$ とする。

- (1) 窒素の分圧は何 Pa か。
- (2) 27°C に保って圧縮して気体部分の体積を半分にすると、容器内の圧力は何 Pa になるか。

第1部 第3章 p.55 章末問題 8

8 混合気体と飽和蒸気圧 (→p.46~49)

ジエチルエーテル $C_2H_5OC_2H_5$ (沸点 34°C) 0.40 mol と乾燥空気 0.60 mol の混合気体を、 40°C 、 $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ に保った。これを、圧力を変えずに 0°C に冷却する。


- 記述**
- (1) 0°C におけるジエチルエーテルの飽和蒸気圧を $2.5 \times 10^4 \text{ Pa}$ とすると、液体のジエチルエーテルは存在するか。理由とともに説明せよ。
 - (2) 最初に存在したジエチルエーテルの何%が気体として残っているか。ただし、液体が存在しない場合は 100% と答えよ。

第 1 部 第 3 章 p.55 章末問題 9

9 理想気体と実在気体 (→p.50, 51)

記述 (1) 理想気体と実在気体の相違点を 2 つ挙げよ。

(2) 実在気体は、高温・低圧では理想気体とみなせる。その理由を 60 字程度で説明せよ。



エタノール

【目的】 物質の溶解性は、溶媒や溶質の構造と関係がある。イオン結晶・極性分子・無極性分子の各物質について、また、分子内に親水基であるヒドロキシ基と疎水基である炭化水素基の両方を含む物質について、溶解性を調べてみる。

【準備】 ヘキサン，1-ブタノール C_4H_9OH ，エタノール，硫酸銅(II)無水物 $CuSO_4$ ，塩化ナトリウム，ヨウ素，グルコース $C_6H_{12}O_6$ ，蒸留水，駒込ピペット，試験管

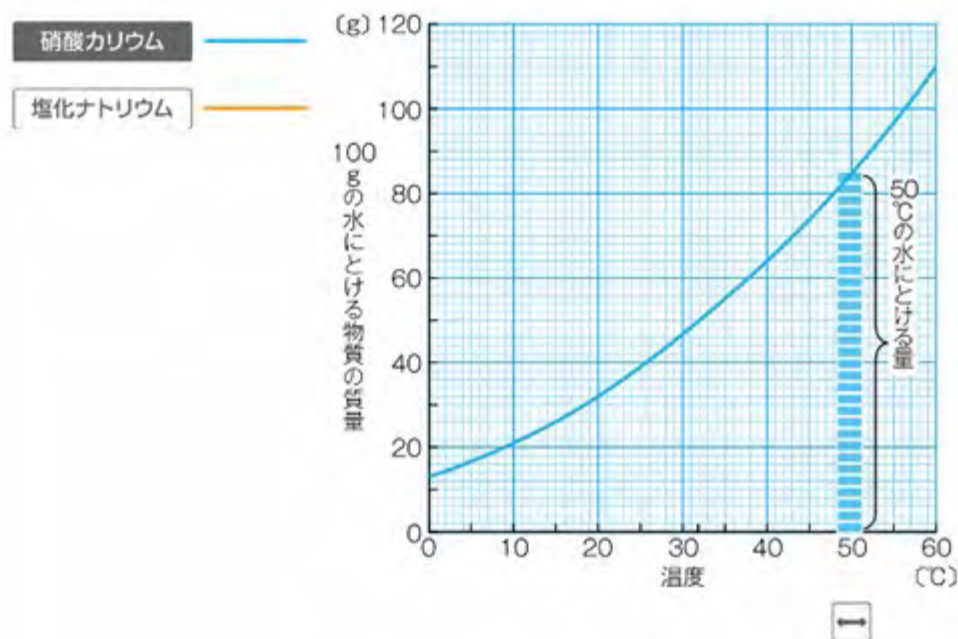
注意 保護眼鏡をかけ，ドラフト内など通風がよく，また，火気のない場所で行う。

【操作】

I. 液体分子の構造と相互溶解性

- ① 試験管6本に，下表の4種類から2種類を選び，2 mL ずつ混ぜ合わせ，よく振って互いに混ざり合うかどうかを調べる。

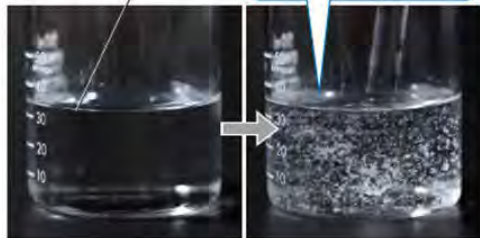
→ ボタンを左右に動かしてみよう。



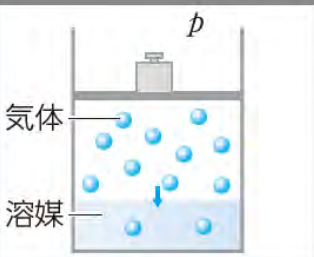
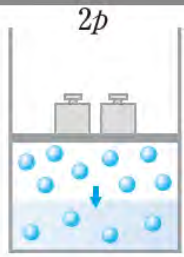







第1部 第4章 p.62 参考 「過飽和」

過飽和になっている
塩化アンモニウム
水溶液

ガラス棒で振動を
与えると急に結晶
の析出が始まる



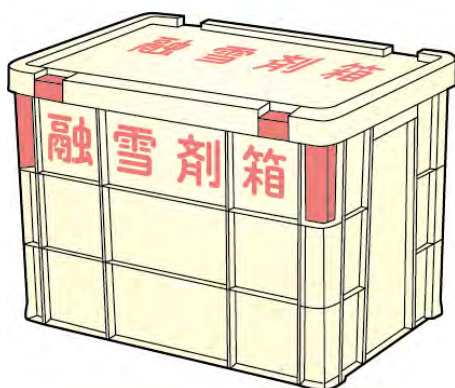
別紙20-2

一定量の溶媒 に溶けた気体				圧力に 比例	
	物質 質量	n [mol]	$2n$ [mol]		$3n$ [mol]
	質量	w [g]	$2w$ [g]		$3w$ [g]
↓ 溶けた気体を取り出す					
一定圧力 p での 気体の体積				溶けた ときの 圧力に 比例	
溶けたときの圧力の もとでの気体の体積				一定	

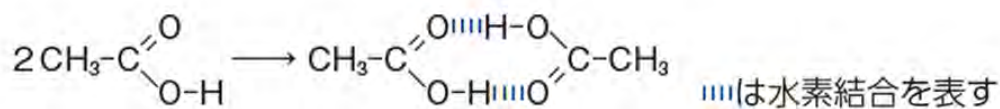
第 1 部 第 4 章 p. 66 参考 「微量な成分の濃度を表すppmとppb」



第 1 部 第 4 章 p. 69 参考 「凝固点降下の利用」



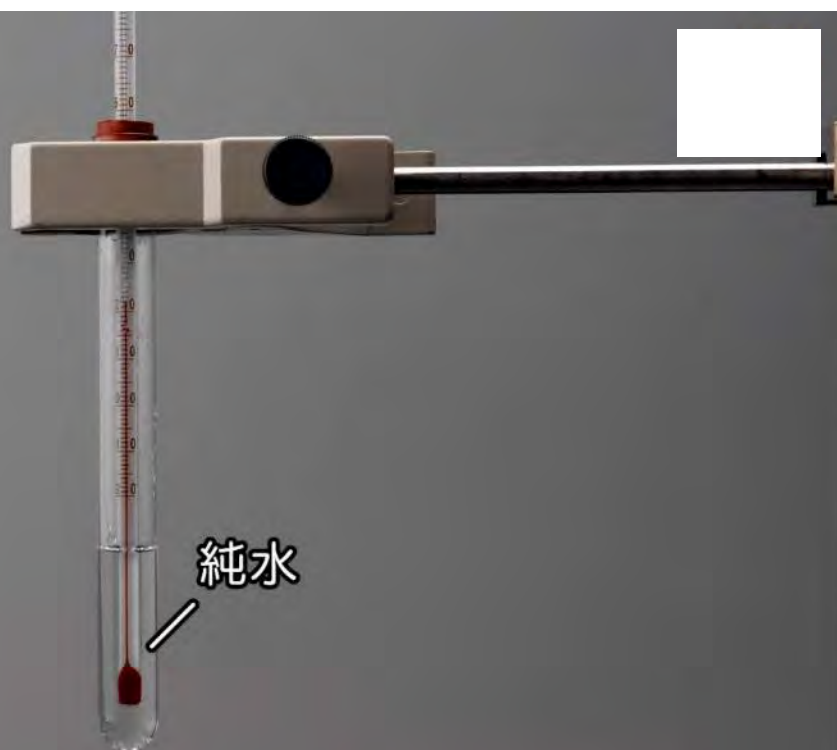
第1部 第4章 p.70 参考 「酢酸の会合と凝固点」



第1部 第4章 p.70 参考 「沸点上昇・凝固点降下と会合度」

	$2\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons (\text{CH}_3\text{COOH})_2$	
会合前の濃度 [mol/kg]	m	0 (合計) m
変化した物質の濃度 [mol/kg]	$-m\alpha$	$\frac{1}{2}m\alpha$
会合後の濃度 [mol/kg]	$m - m\alpha$	$\frac{1}{2}m\alpha$ (合計) $m\left(1 - \frac{1}{2}\alpha\right)$

水温22℃



【課題】 希薄溶液の凝固点降下度と、溶液の質量モル濃度にはどのような関係があるのだろうか。また、凝固点降下度は、溶質の種類と関係があるのだろうか。

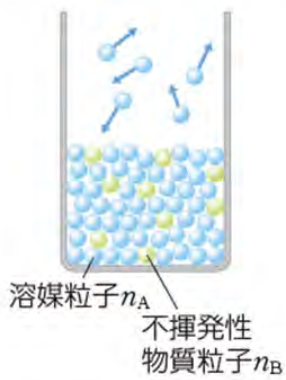
【仮説の設定】 これまで学んだ知識を生かして課題の答えを予測する仮説を立ててみよう。

- ① 質量モル濃度の異なる尿素水溶液の凝固点降下度についての仮説
- ② どちらも非電解質である尿素とグルコースの水溶液の凝固点降下度についての仮説

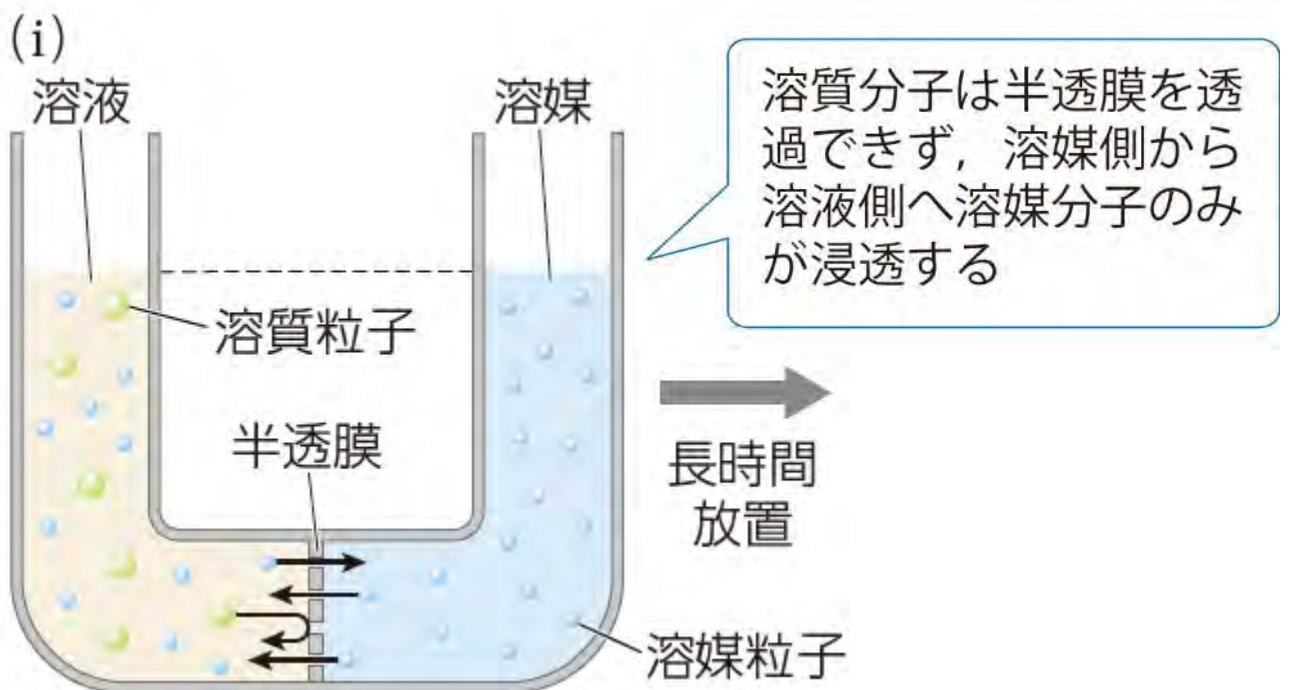
【計画】 溶媒の水と、濃度の異なる尿素の水溶液(数種類)を用意し、純溶媒と各溶液の凝固点を測定する。凝固点降下度と尿素の質量モル濃度の関係を調べる。また、溶質をグルコースに変えて、同様の実験を行い、尿素を溶質としたときの結果と比較する。

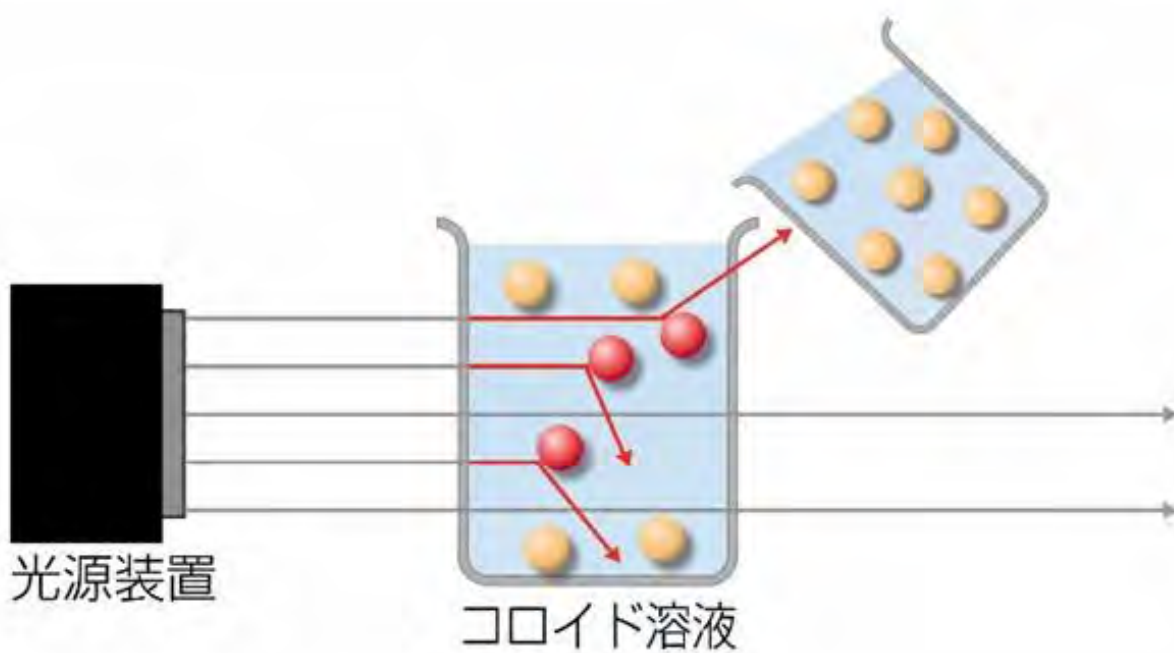
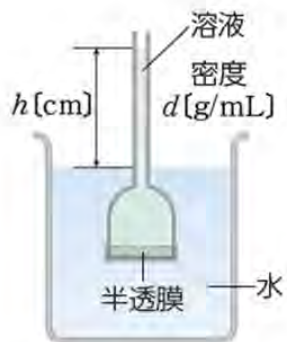
<準備> 尿素 $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ 、グルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 、塩化ナトリウム、蒸留水、氷、温度計(最小目盛 0.1°C) (またはデジタル温度計)、電子天秤、試験管、ゴム栓、ビーカー、時計(ストップウォッチ)、かき混ぜ器(針金で作成)

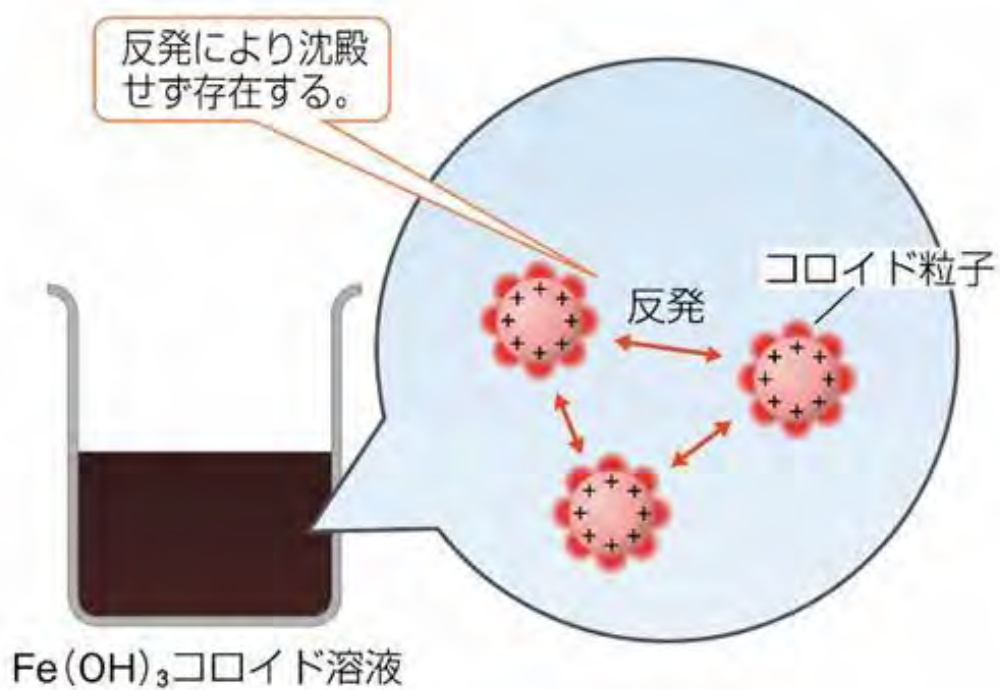
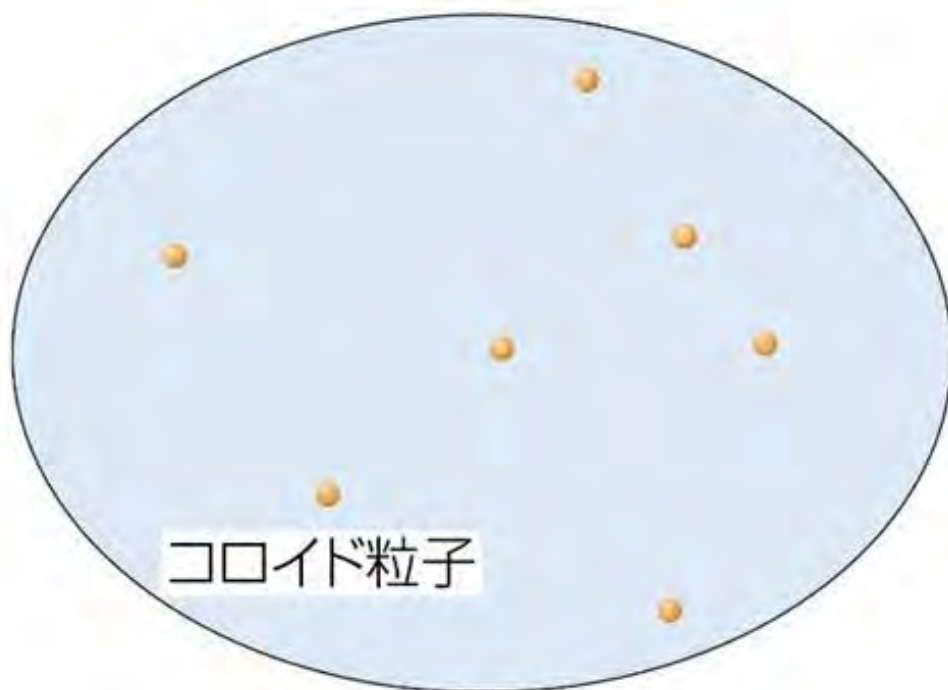
第1部 第4章 p.74 発展 「ラウールの法則」



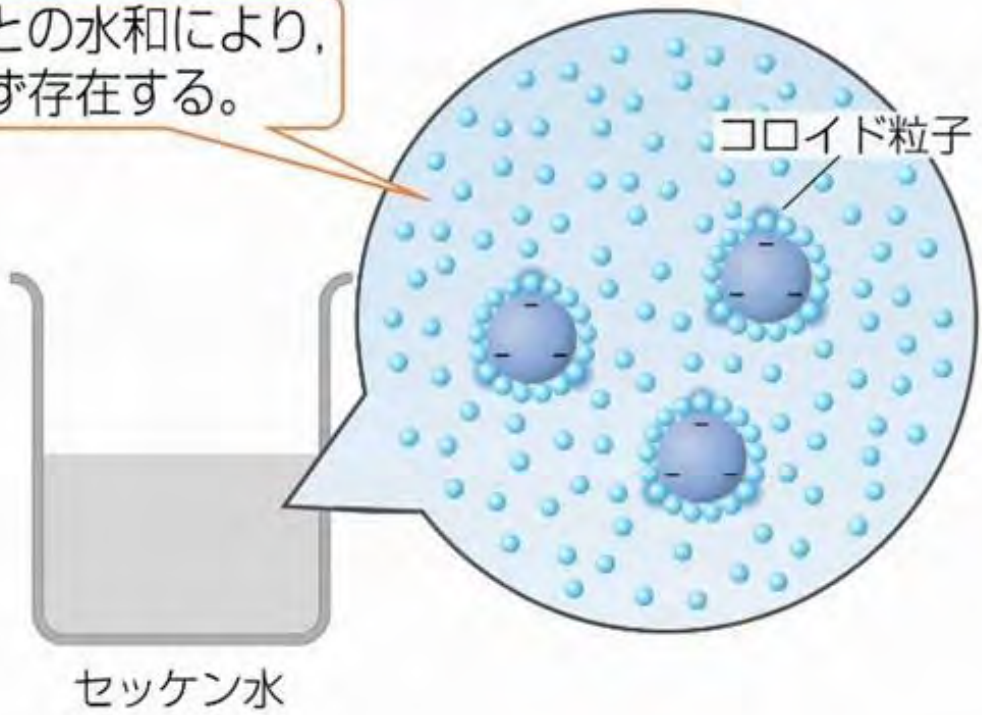
別紙22-2



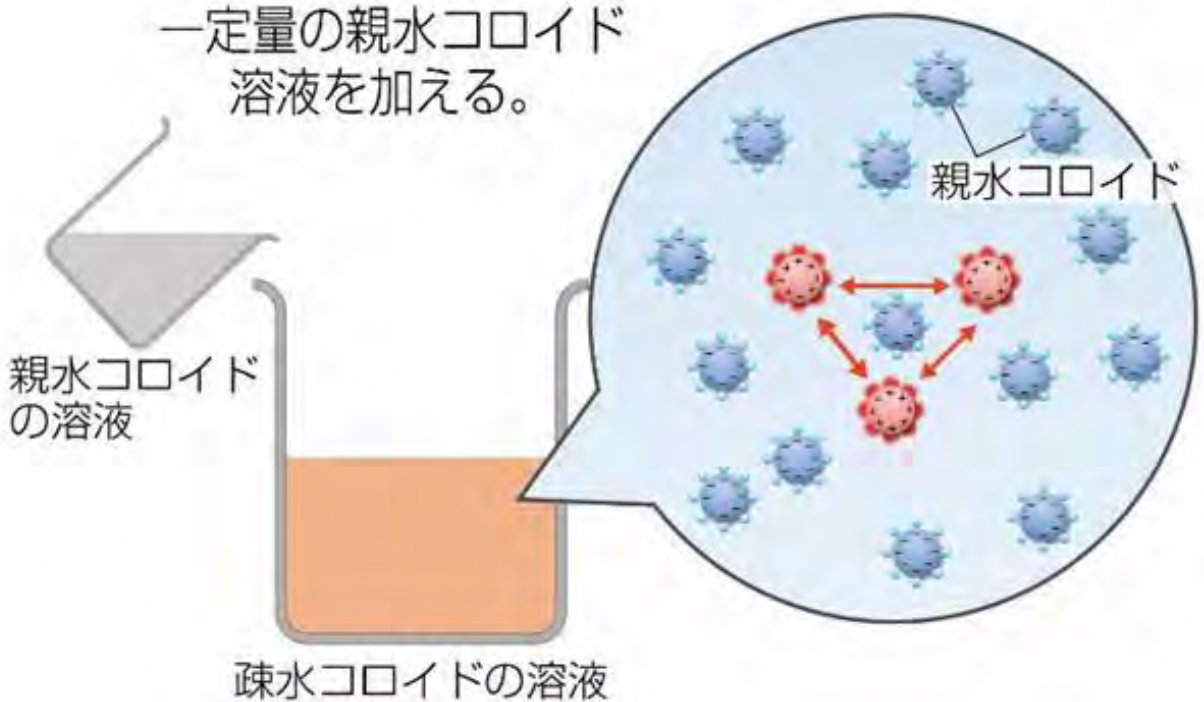


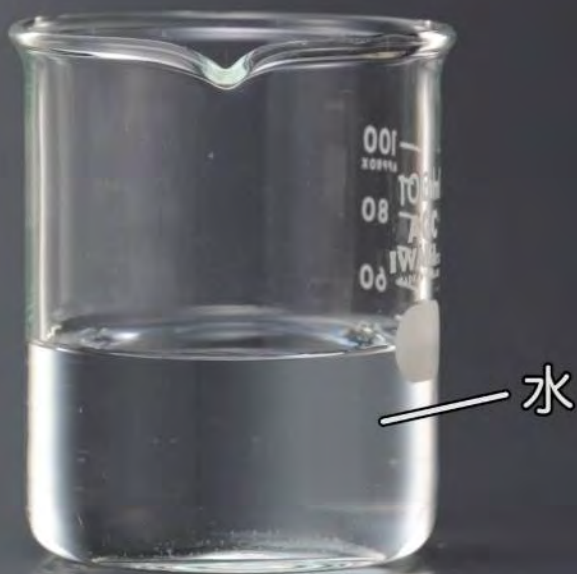


水分子との水和により、
沈殿せず存在する。



一定量の親水コロイド
溶液を加える。





【目的】 コロイド溶液をつくり，その性質を調べる。

【準備】 0.5 mol/L 塩化鉄(Ⅲ)水溶液(実験の直前に調製する)，0.2 mol/L 塩化ナトリウム水溶液，0.1 mol/L 硫酸ナトリウム水溶液，0.1 mol/L 塩化カルシウム水溶液，2 %ゼラチン溶液，蒸留水，スタンド，ガスバーナー，着火器具，金網，レーザーポインター(レーザー光源)，試験管，駒込ピペット，ビーカー

【注意】 必ず保護眼鏡をかけて行い，硝酸銀水溶液を扱う際にはゴム手袋をつける。レーザー光源を扱うときは，直接光線が眼に入らないようにする。

【操作】

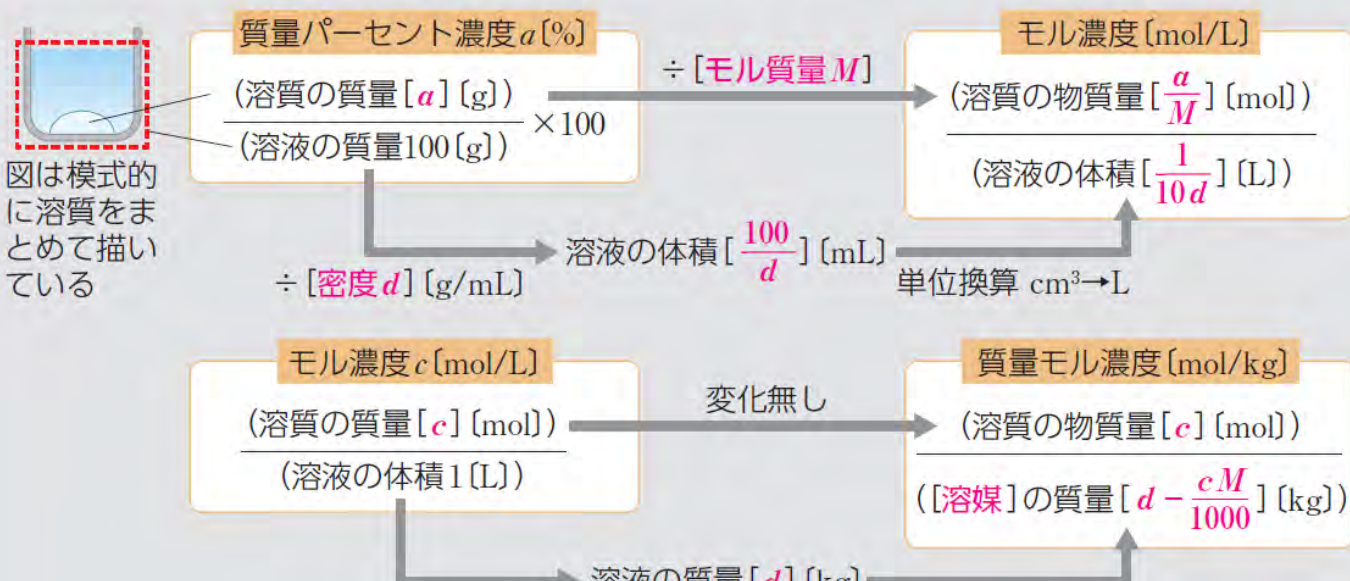
- ① ビーカー2 個にそれぞれ水 50 mL を取る。一方にはそのまま塩化鉄(Ⅲ)水溶液を 1 mL 加えてよくかき混ぜる。他方は加熱して沸騰したら塩化鉄(Ⅲ)水溶液 1 mL を少しずつ加え，水酸化鉄(Ⅲ)コロイド溶液をつくる。

気体の溶解量

気体の溶解量 = 基準となる溶解度 × 基準からの分圧の倍率 × 基準からの溶媒体積の倍率

濃度の換算

溶質のモル質量を M [g/mol]，溶液の密度を d [g/mL] とする。



第1部 第4章 p.85 章末問題 1

1 気体の溶解度 (→p.62, 63)

0℃, 1.0×10^5 Pa で, 水 1.0 L に窒素は 23 mL, 酸素は 49 mL 溶ける。0℃, 5.0×10^5 Pa で水 10 L に空気を溶かすとき, 次の各問いに答えよ。空気は, 体積比で窒素:酸素 = 4:1 の混合気体とし, 水蒸気圧は無視する。

- (1) 溶けている窒素と酸素を気体として別々に取り出し, それぞれ圧力を 1.0×10^5 Pa にしたとき, 窒素と酸素の体積はそれぞれ何 L か。
- (2) (1)の気体の体積は, 溶けていたときの圧力のもとでは, それぞれ何 L か。
- (3) (1)の気体の物質量はそれぞれ何 mol か。

第1部 第4章 p.85 章末問題 2

2 濃度の換算 (→p.64~66)

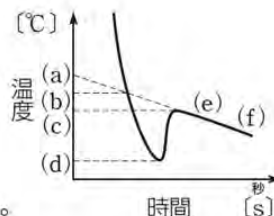
30%硫酸(密度 1.2 g/mL)について, 次の各問いに答えよ。分子量 $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98$

- (1) この硫酸のモル濃度は何 mol/L か。また, 質量モル濃度は何 mol/kg か。
- (2) 0.10 mol/L 硫酸を 500 mL つくるには, 30%硫酸は何 mL 必要か。

第1部 第4章 p.85 章末問題 3

3 冷却曲線 (→p.68)

凝固点を求めるため、水溶液を冷却しながら温度をはかると、右図のようになった。



- (1) 凝固点は、図の(a)~(d)のどの温度か。記号で答えよ。
- (2) 凝固点以下になっても凝固しない状態を何というか。
- (3) (e)~(f)で温度が下がり続ける理由を50字程度で説明せよ。

記述

第1部 第4章 p.85 章末問題 4

4 凝固点降下 (→p.68, 69)

次の各問いに答えよ。水のモル凝固点降下 $K_f=1.85 \text{ K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$

- (1) ある非電解質の化合物 9.0 g を水 250 g に溶かすと、凝固点は $-0.37 \text{ }^\circ\text{C}$ だった。この化合物の分子量を求めよ。
- (2) 硫酸ナトリウム十水和物 $\text{Na}_2\text{SO}_4\cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 16.1 g を水 100 g に溶かした。 Na_2SO_4 は完全に電離しているものとする、この水溶液の凝固点は何 $^\circ\text{C}$ か。
分子量 $\text{H}_2\text{O}=18.0$, 式量 $\text{Na}_2\text{SO}_4=142$

第1部 第4章 p.85 章末問題 5

5 浸透圧 (→p.75, 76)

0.200 mol/L 尿素 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 水溶液と、同温で同じ浸透圧を示す塩化ナトリウム水溶液を 1.00 L つくるには、塩化ナトリウムは何 g 必要か。塩化ナトリウムは水溶液中で完全に電離している。式量 $\text{NaCl}=58.5$

第1部 第4章 p.85 章末問題 6

6 コロイドの性質 (→p.81, 82)

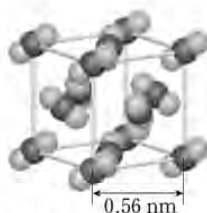


硫黄のコロイド溶液では、直流電圧をかけると硫黄粒子 S_x が陽極へ移動する。硫黄コロイドを、最も少ない物質質量で凝析させることのできるイオンを Na^+ , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} のうちから1つ選び、そのイオンを選んだ理由とともに答えよ。

第1部 p.86 思考力を鍛える 1

1 二酸化炭素の密度 (→p.10, 11, 20, 28, 43, 44)

ドライアイスは二酸化炭素の固体で、分子からなる結晶である。図のような面心立方格子型の構造で、炭素原子は単位格子の頂点と各面の中央に位置している。このドライアイスを 27°C 、 $8.3 \times 10^4 \text{ Pa}$ で放置したところ、すべて気体になった。次の各問いに答えよ。気体の二酸化炭素は理想気体として扱うものとする。アボガドロ定数 $N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ 、分子量 $\text{CO}_2 = 44$ 、 $(5.6)^3 = 176$



- (1) ドライアイスの密度は何 g/cm^3 か。
- (2) 下線の状態変化を何というか。また、このときの二酸化炭素の密度は何 g/L か。
- (3) 1 mol の二酸化炭素からなるドライアイスが、 27°C 、 $8.3 \times 10^4 \text{ Pa}$ で気体になったとき、その体積は何倍になるか。

第1部 p.86 思考力を鍛える 2

2 気体の溶解度 (→p.62, 63)

容積 11.0 L の真空容器に水 10.0 L と酸素 1.6 g を入れて密閉し 27°C に保ったところ、酸素の一部が水に溶け、容器内の圧力が $P \text{ Pa}$ になった。 27°C において、圧力が $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の酸素は、水 1.0 L に $a \text{ mol}$ 溶ける。気体定数は $b \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ を用い、また、酸素は理想気体として扱い、水の蒸発と体積変化は無視できるものとする。

- (1) 容器内のすべての酸素の物質量を求めよ。
- (2) 酸素が水にまったく溶けない場合、容器内の圧力は何 Pa になるか。 b を用いて表せ。
- (3) 容器内に気体として存在する酸素の物質量を、 P と b を用いて表せ。
- (4) 水に溶けている酸素の物質量を、 P と a を用いて表せ。
- (5) a と b の値がわかれば、圧力 $P \text{ Pa}$ が求まることを式を立てて説明せよ。

第1部 p.86 思考力を鍛える 3

3 水溶液の凝固点の測定 (→ p.68, 69)

ある不揮発性物質の水溶液の凝固点 T を求めるため、その水溶液をかくはんしながら、一定の速さで冷やし、溶液の温度の経時変化を測定した。その結果は I ~ III のようになった。下の問いに答えよ。

- I. 水溶液の温度は液体のまま下がっていった。
- II. その後、急に温度は上昇に転じた。
- III. 次に、温度はゆるやかに下がっていった。

(1) I ~ III の結果を、横軸を冷却時間、縦軸を温度として、

グラフを描き、凝固点 T の求め方を示し、 T の位置を縦軸に記入せよ。また、I ~ III に対応するグラフの部分がどこであるかわかるように記入せよ。

(2) II で、温度が上昇したのはなぜか説明せよ。

(3) III では、水溶液の濃度はどのように変化したか。理由も含めて 30 字程度で説明せよ。

記述

記述

反応熱：化学変化は、通常熱の放出や吸収を伴う。この出入りする熱量。

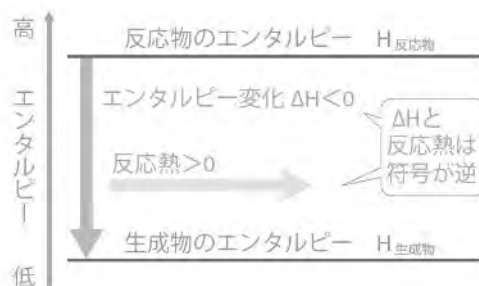
反応の前後で化学エネルギーが変化し、それに伴いエネルギー保存の法則が成り立つように入力する熱エネルギー。

エンタルピー：反応物と生成物によって異なるエネルギー

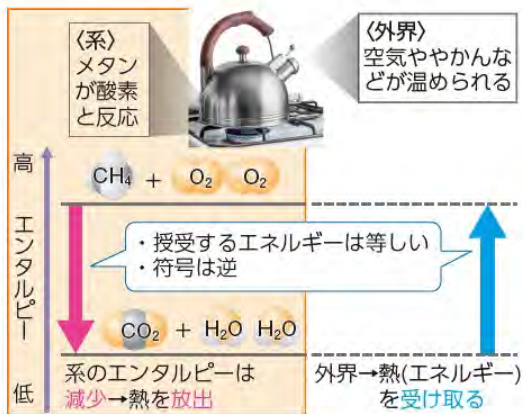
エンタルピー変化：熱の放出や吸収を伴うエネルギーの変化

化学変化でその物質のエンタルピーが減少 ($\Delta H < 0$) すると、エネルギーの減少した分が外部に反応熱として放出される。

反応熱は正 (発熱) となる。このようにエンタルピー変化と反応熱は、符号が逆である。

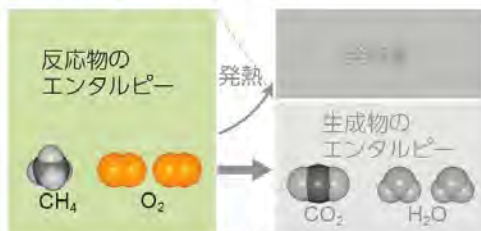


第2部 第1章 p.90 参考 「系と外界」

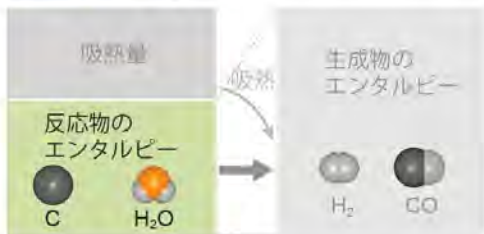
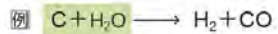


別紙27-4

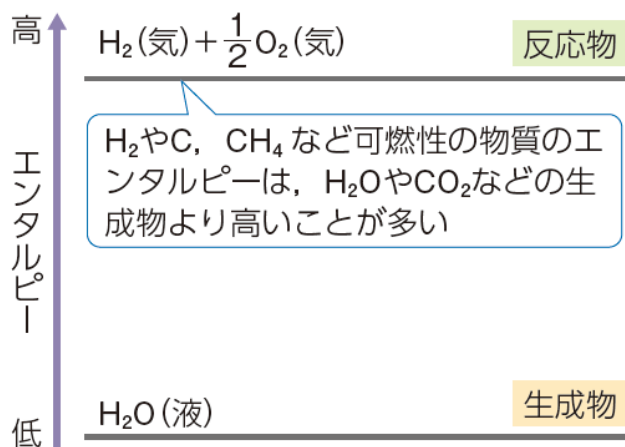
発熱反応：エンタルピーが低くなり、熱エネルギーを放出する反応

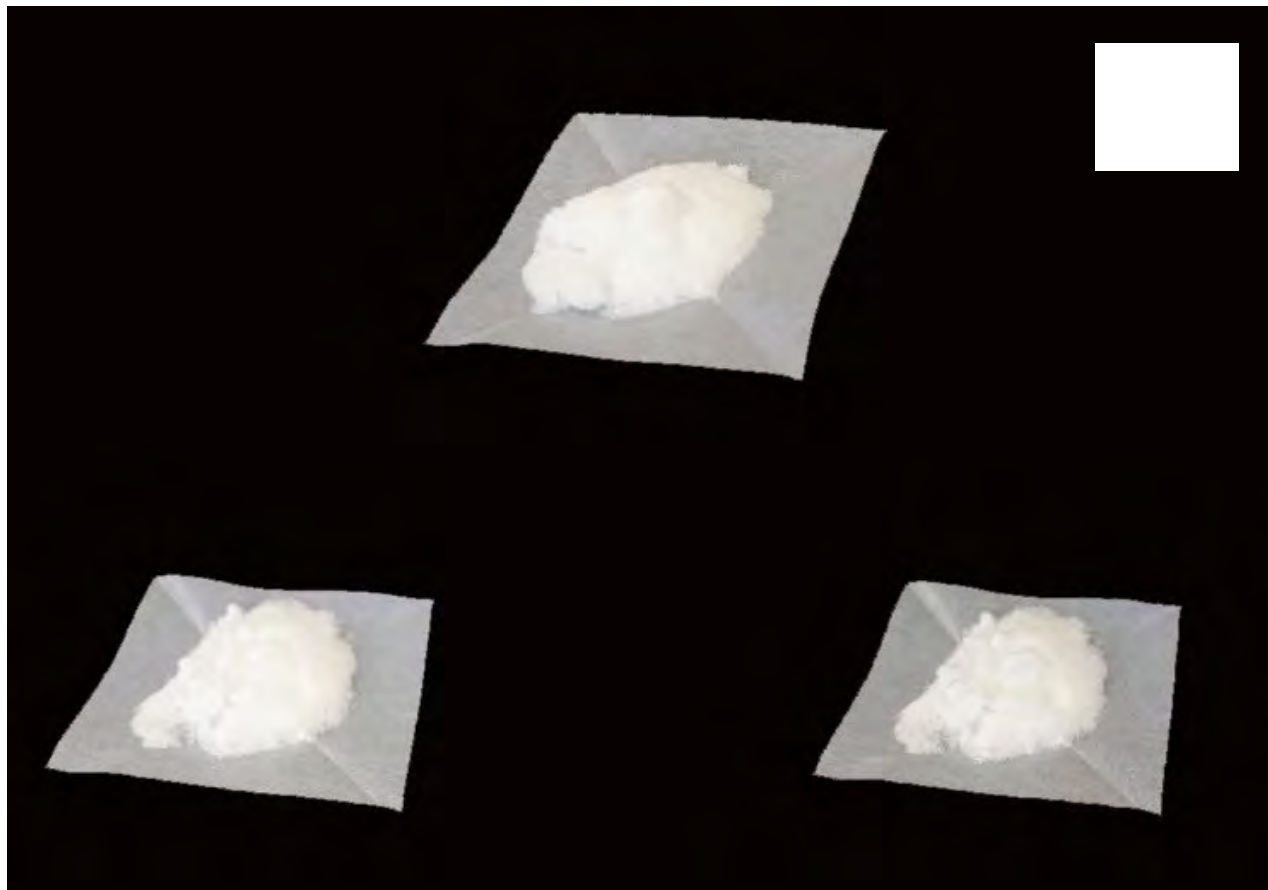


吸熱反応：エンタルピーが高くなり，熱エネルギーを吸収する反応



I. 反応物と生成物をエンタルピーの大小関係を考えて書く





【計画】 市販の瞬間冷却パックは、硝酸アンモニウム NH_4NO_3 と尿素 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ の混合物が水に溶解するときの吸熱反応を利用しているものが多い。実際に温度がどれくらい下がるか測定してみる。



【準備】 発泡ポリスチレン容器，温度計，硝酸アンモニウム，尿素

注意 必ず保護眼鏡をかけて行う。硝酸アンモニウムには新しいものを用いる。

第2部 第1章 p.97 発展 「なぜ熱の出入りを表すのにエンタルピー変化を使うのか」

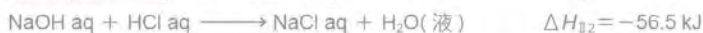


水酸化ナトリウム NaOH の固体と塩酸の反応を2つの異なる経路で行った。

[経路Ⅰ] 水酸化ナトリウムの固体 1 mol を十分な量の塩酸と反応させると、塩化ナトリウムと水を生じ、101 kJ の熱を放出した。

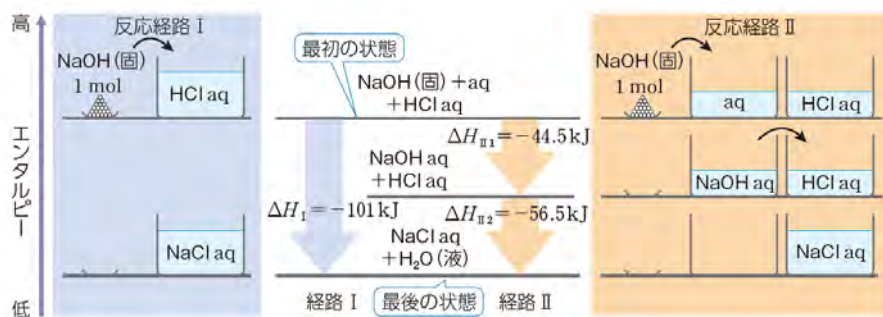


[経路Ⅱ] 水酸化ナトリウムの固体 1 mol を多量の水に溶かした。次に、生じた水酸化ナトリウム水溶液と塩酸を反応させ、塩化ナトリウムと水を得た。このとき、それぞれ 44.5 kJ と 56.5 kJ の熱を放出した。



これより、経路Ⅱのエンタルピー変化の和は-101 kJ と

なり、経路Ⅰと等しくなった。よって、反応エンタルピーは経路Ⅰと経路Ⅱで等しい。

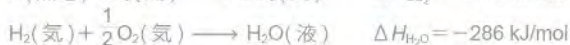
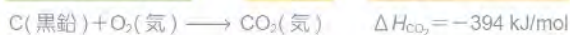
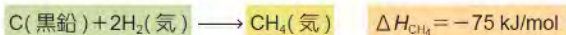


化学変化に関わる各物質の生成エンタルピー ΔH を用いると、その変化の反応エンタルピー ΔH を求めることができる。

例 メタン CH_4 の燃焼エンタルピー ΔH



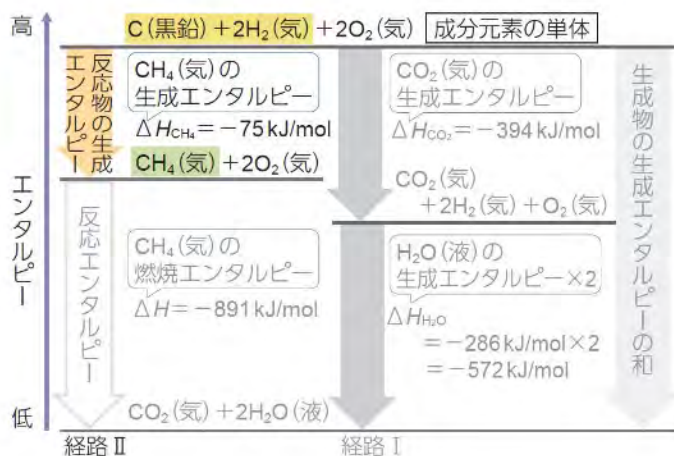
反応物 CH_4 (気)と生成物 CO_2 (気)、 H_2O (液)の生成エンタルピーは次式で表される。単体の生成エンタルピーは0なので、 O_2 (気)の生成エンタルピーは0である。



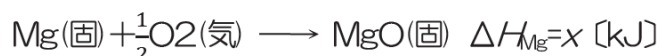
反応エンタルピーは、生成物の ΔH の和から反応物の ΔH の和を引いた値である。よって、メタンの燃焼エンタルピーは、 -891 kJ/mol とわかる。

$$x = -394 \text{ kJ/mol} + (-286 \text{ kJ/mol}) \times 2 - (-75 \text{ kJ/mol})$$

$$= -891 \text{ kJ/mol}$$

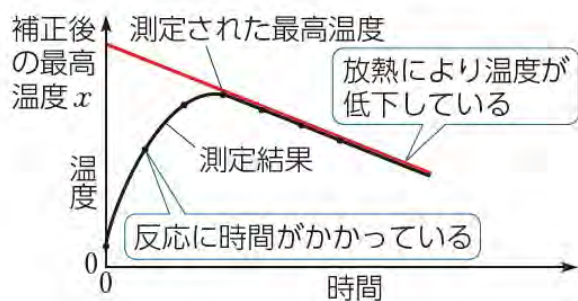


【目的】 マグネシウム Mg は、空気中で明るい光を放って燃焼するので、発熱量から燃焼エンタルピーは求められない。そこで Mg や、Mg の燃焼で生じる酸化マグネシウム MgO と塩酸 HCl との溶解を利用して間接的に求める。下図のように、Mg を HCl と反応させて生じた H₂ を O₂ と反応させる経路Ⅰと MgO を HCl と反応させる経路Ⅱを比較して、Mg1mol の燃焼によるエンタルピー変化 ΔH_{Mg} を計算で求める。

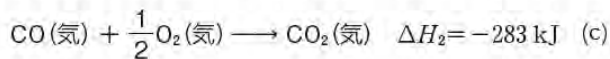
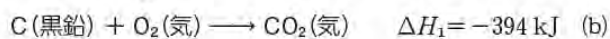
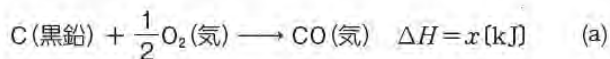


ただし、水(液体)の生成エンタルピーは実験での測定が難しいので、文献値(-286 kJ/mol) を利用することにする。

第 2 部 第 1 章 p.103 参考 「測定結果のグラフと外挿法についての解説」



第2部 第1章 p.103 参考 「未知の反応エンタルピーを化学反応式の組み合わせで求める方法」



別紙30-4

結合エネルギー：気体分子の共有結合を切断するために必要なエネルギー

例 水分子 H_2 1 mol が水素原子 H 2 mol に分解するとき

エンタルピーは、 $\text{H}-\text{H}$ の結合エネルギーに相当する 436 kJ だけ増加する ($\Delta H > 0$)。

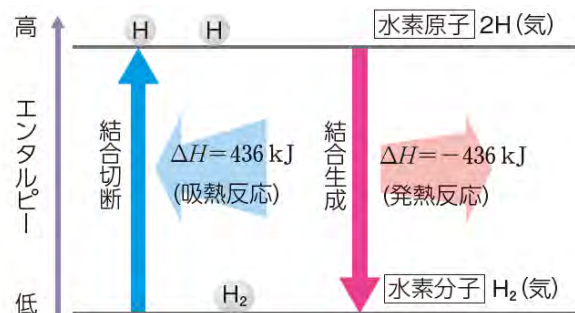
このため、436 kJ のエネルギーが吸収される。



例 水素原子 H 2 mol が水分子 H_2 1 mol に結合するとき

エンタルピーは結合エネルギーに相当する 436 kJ だけ減少する ($\Delta H < 0$)。このため、

436 kJ のエネルギーが放出される。

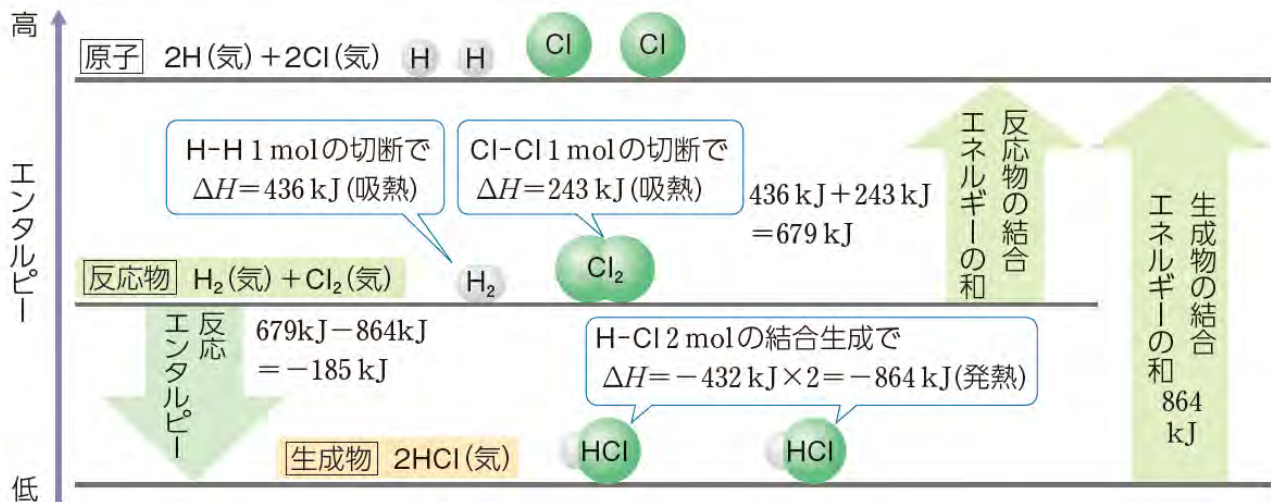


化学変化は、化学結合の切断と生成である。したがって、分子間力の影響を受けない気体分子の反応では、反応物と生成物それぞれの結合エネルギーの差の分だけ、化学変化の前後でエンタルピーが変化する。

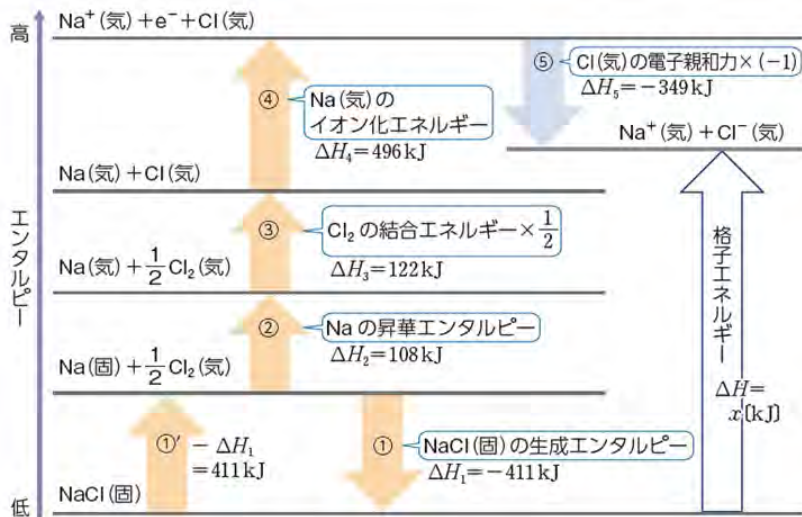
例 水素 H_2 と塩素 Cl_2 から塩化水素 HCl が生成する反応の反応エンタルピー

$H-H$ と $Cl-Cl$ の結合がそれぞれ 1 mol 切断された後、 $H-Cl$ の結合が 2 mol 生じる反応で出入りするエネルギーと考えられる。

図のように、 $H-H$ と $Cl-Cl$ の結合の切断に伴うエンタルピー変化は、 $436 \text{ kJ} + 243 \text{ kJ} = 679 \text{ kJ}$ である ($\Delta H > 0$)。一方、 $H-Cl$ の生成に伴うエンタルピー変化は、 $-432 \text{ kJ} \times 2 = -864 \text{ kJ}$ である ($\Delta H < 0$)。その両者を合わせた -185 kJ が反応物から生成物へのエンタルピー変化とほぼ等しい。よって、反応エンタルピーは -185 kJ/mol 。



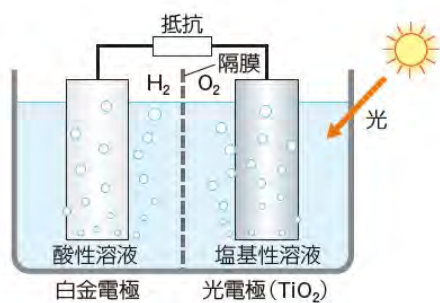
第 2 部 第 1 章 p. 106 発展 「格子エネルギー」



第2部 第1章 p.109 発展 「ギブズエネルギー変化」

 $\Delta G < 0$ 自発的变化が起こる $\Delta G = 0$ 平衡状態 $\Delta G > 0$ 自発的变化は起こらない(逆反応が自発的变化)

第2部 第1章 p.111 参考 「光電極, 光触媒」





【目的】 化学発光を利用した「ケミカルライト」は、シュウ酸エステル的一种、色素、過酸化水素を、触媒の存在下で反応させ、その化学エネルギーの一部を光として得ている。市販の化学発光用実験キット等を利用して、4種類の試薬がどのような役割をもっているのか調べる。

【操作】

① 実験キットの色素溶液をビーカーに取り、同量の過酸化水素溶液を加えて暗いところで観察する。

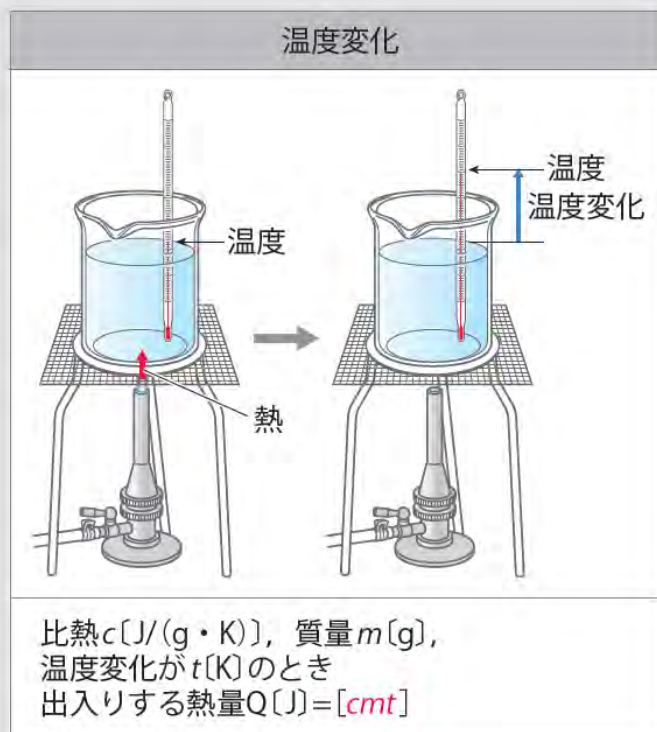
反応熱とエンタルピー

温度と熱

[熱] : 温度が異なる2つの物質が接触するとき, 高温の物質から低温の物質へ移動するエネルギー

[熱容量] : 物質の温度を 1K 上げるのに必要な熱量

[比熱] : 物質 1g 当たりの熱容量
(単位記号 $J/(g \cdot K)$)



第2部 第1章 p.113 章末問題 1

1 燃焼エンタルピー (→p.94, 95)

メタン CH_4 の $0^\circ C$ における燃焼エンタルピーは -893 kJ/mol である。 $0^\circ C$, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 1.12 L のメタンが完全燃焼するときの発熱量を求めよ。

第2部 第1章 p.113 章末問題 2

2 燃焼エンタルピー (→p.88, 94, 95)

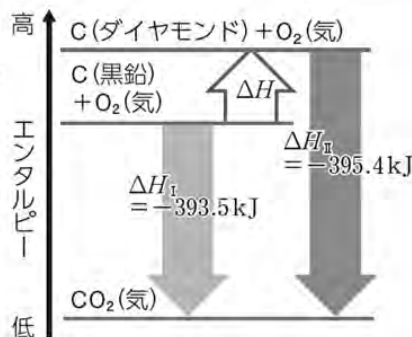
20℃, 1.013×10^5 Paのもとでプロパン C_3H_8 1 mol の体積は 24.0 L, 燃焼エンタルピーは -2220 kJ/mol である。このプロパンの燃焼で, 20℃の水 20 L を 80℃に熱するのに必要なプロパンは何Lか。ただし, 燃焼エンタルピーの 50%が水の加熱に使われ, 水の比熱は 4.2 J/(g·K), 密度は 1.0 g/mL とする。

別紙33-2

第2部 第1章 p.113 章末問題 3

3 ヘスの法則 (→p.98~101)

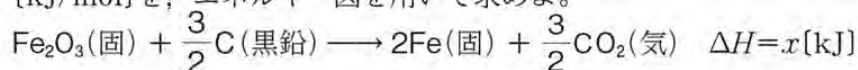
黒鉛Cの燃焼エンタルピーは -393.5 kJ/mol である。また, ダイヤモンドの燃焼エンタルピーは, -395.4 kJ/mol である。これらの反応のエネルギー図は, 右のように表される。このときのダイヤモンドの生成エンタルピー [kJ/mol] を求めよ。



第2部 第1章 p.113 章末問題 4

4 ヘスの法則 (→p.98~101)

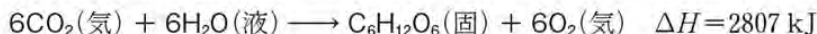
黒鉛Cの燃焼エンタルピーと酸化鉄(Ⅲ)Fe₂O₃の生成エンタルピーはそれぞれ-394 kJ/mol, -824 kJ/molである。酸化鉄(Ⅲ)の黒鉛による還元反応のエンタルピー[kJ/mol]を、エネルギー図を用いて求めよ。



第2部 第1章 p.113 章末問題 5

5 生成エンタルピー (→p.101)

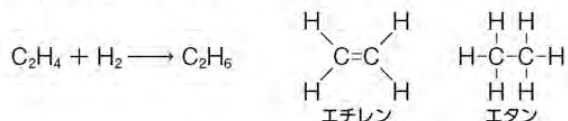
二酸化炭素(気体)CO₂, 水(液体)H₂Oの生成エンタルピーはそれぞれ, -394 kJ/mol, -286 kJ/molである。また, 光合成によりCO₂とH₂OからグルコースC₆H₁₂O₆と酸素O₂が生じるときのエンタルピー変化は, 以下の反応式で表される。グルコースの生成エンタルピー[kJ/mol]を求めよ。



第2部 第1章 p.113 章末問題 6

6 結合エネルギー (→p.104, 105)

エチレン C_2H_4 と水素 H_2 からエタン C_2H_6 が生じる反応の反応エンタルピー [kJ/mol] を、以下の結合エネルギーの値から推定せよ。C-C, C=C, C-H, H-H の結合エネルギーはそれぞれ 330 kJ/mol, 589 kJ/mol, 416 kJ/mol, 436 kJ/mol とする。



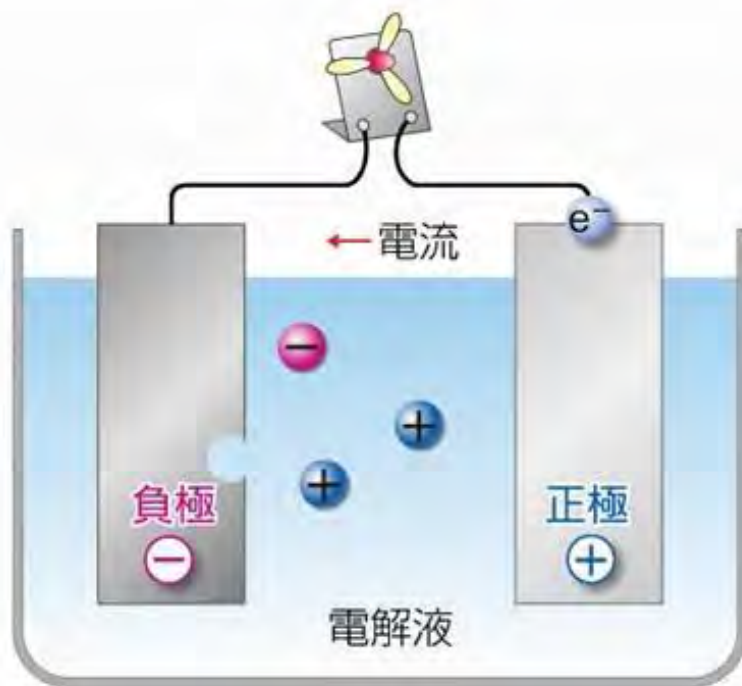
別紙34-2

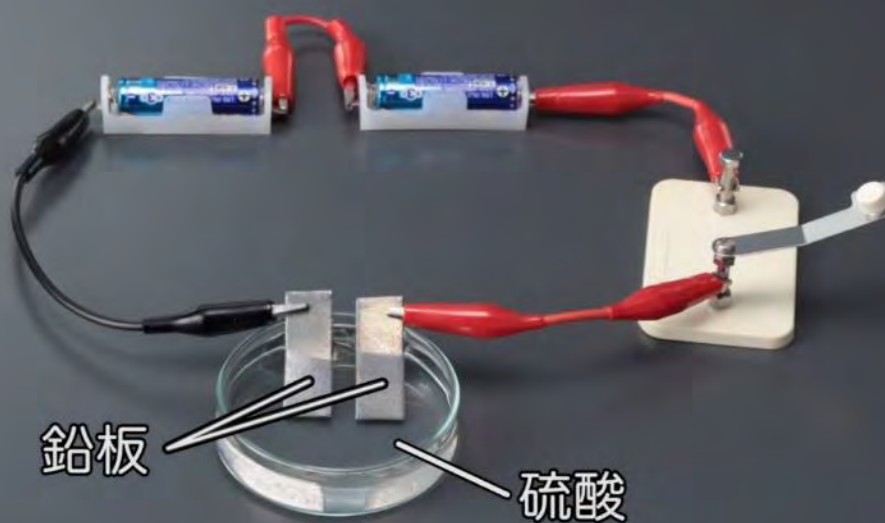
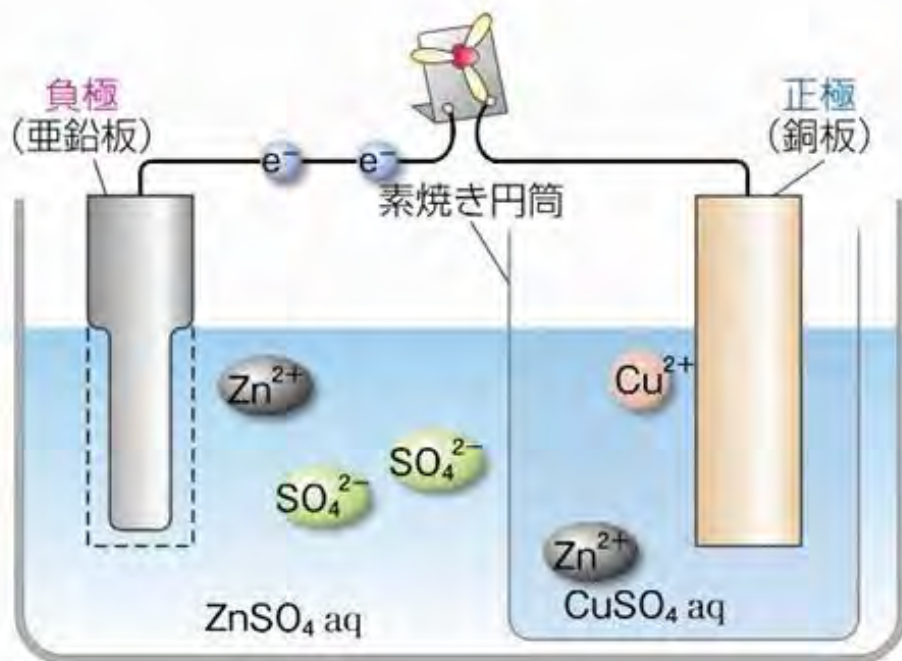
第2部 第1章 p.113 章末問題 7

7 中和のエンタルピー変化 (→p.95)

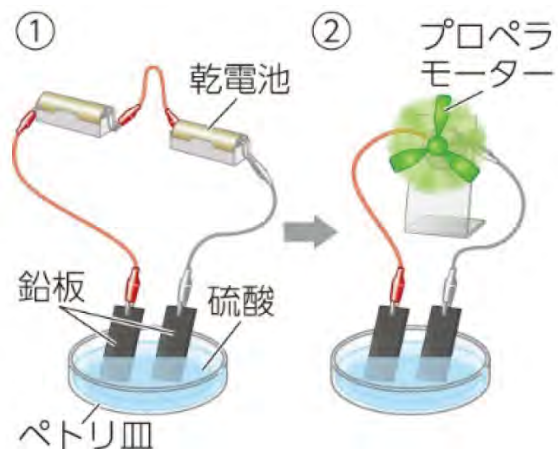
記述

1.0 mol/L の塩酸 HCl 100 mL を、1.0 mol/L の水酸化ナトリウム NaOH 水溶液 100 mL で中和するのと、水酸化ナトリウムの固体 4.0 g で中和するのとでは、どちらのほうが発熱量が多いか。その理由も説明せよ。



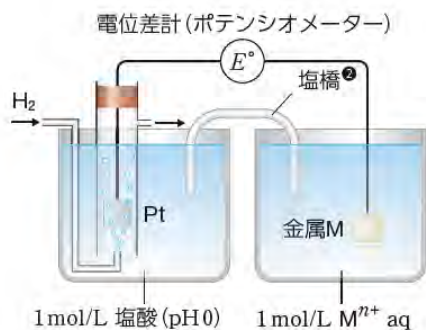


【操作】 ① 3 mol/L 硫酸を入れたペトリ皿に鉛板 2 枚を浸し，乾電池につなぎ 3 V で 1 分間充電する。両方の電極の色を観察する。



- ② ①の鉛板をプロペラモーターに接続し，放電させる。
- ③ 充電と放電を繰り返す。

第 2 部 第 2 章 p.118 参考 「金属のイオン化列と標準電極電位」



発展

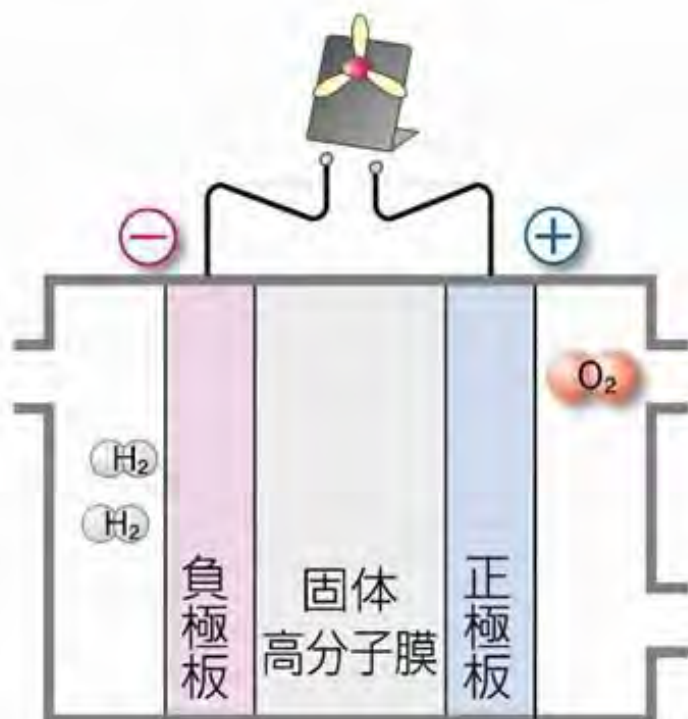
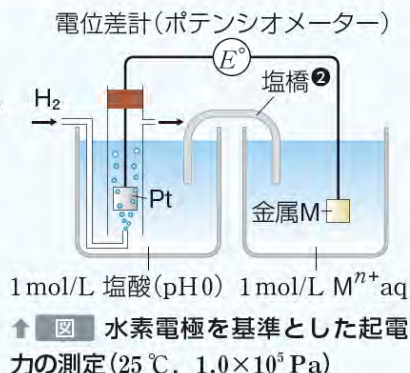
標準電極電位とネルンストの式

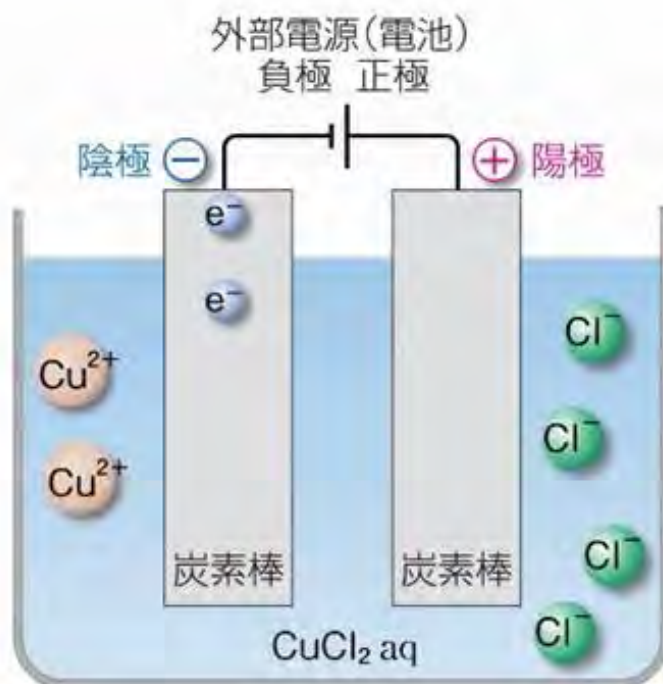
第2部第2章では、イオン化傾向と電極の関係について学んだ。ある金属 M をその金属イオン M^{n+} を含む水溶液に浸し(半電池^①)、塩橋^②によって水素電極と接続して電池をつくると、水素電極を基準(0 V)とした起電力(電圧)が測定できる。

Zn のようなイオン化傾向の大きい金属は、水素に比べて陽イオンになって溶けやすく、多くの電子 e^- を残すので、起電力は負の値をとる。逆に Cu のようなイオン化傾向の小さい金属の起電力は、正の値をとる。この値が **標準電極電位 E° [V]** である。

実際の起電力の大きさ E [V] は、金属の種類だけでなく、水溶液中の金属イオンのモル濃度 $[M^{n+}]$ にも依存しており、次式の関係が成り立つ。

$$E = E^\circ + \frac{2.303 RT}{nF} \log_{10} [M^{n+}] \quad (\text{a})$$



陰極 での
反応

電解液中のイオン	イオン化傾向の大きい金属イオン K ⁺ , Ca ²⁺ , Na ⁺ , Mg ²⁺ , Al ³⁺	イオン化傾向の 中程度のイオン ^④ H ⁺ (酸性のとき)	イオン化傾向の 小さい金属イオン Cu ²⁺ , Ag ⁺
変化	水素発生		金属析出
反応	$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$	$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2$	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}$ $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{Ag}$

熔融塩電解では、イオン化傾向の大きい金属が単体として析出する。
 $\text{Na}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{Na}$

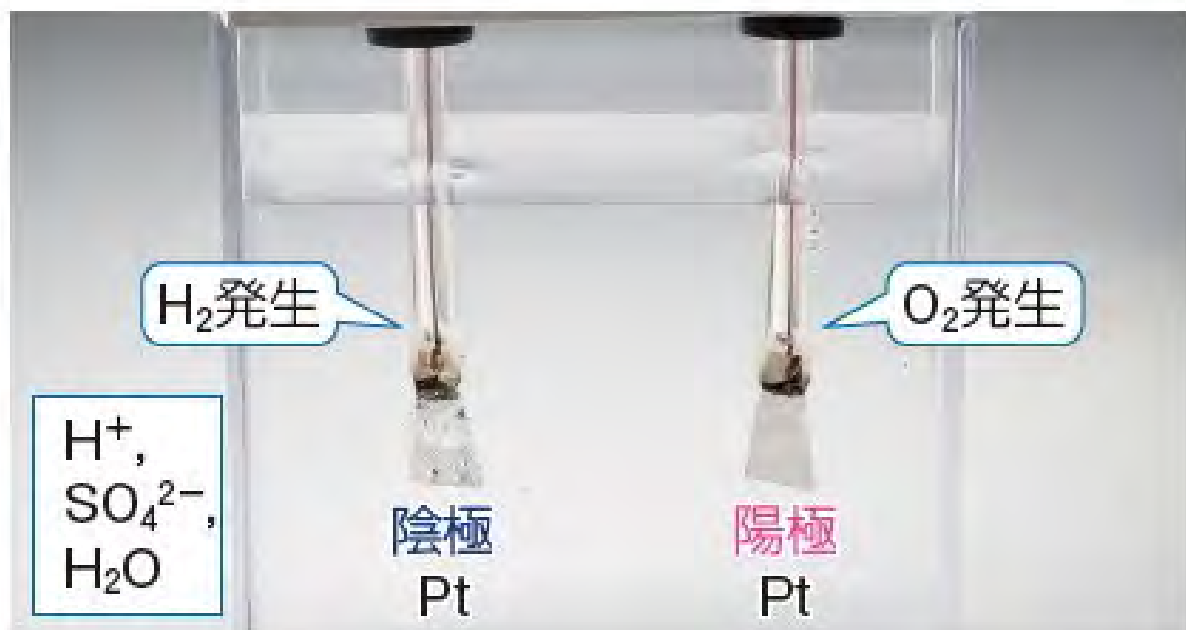
陽極 での
反応

電極に銅 Cu や銀 Ag を用いると、電極が溶解する反応が優先して起こる。
 $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$
 $\text{Ag} \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{e}^-$

電解液中のイオン	酸化されにくい多原子イオン SO_4^{2-} , NO_3^-	水酸化物イオン OH^- (塩基性のとき)	ハロゲン化物イオン Cl^- , Br^- , I^-
変化	酸素発生		単体生成
反応	$2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$	$4\text{OH}^- \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$	$2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$ $2\text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{e}^-$
電極	Pt		C

第 2 部 第 2 章 p.125 参考 「主な電気分解の反応」





銅板の質量



【準備】銅板(2 cm×7 cm) 2 枚, 0.5 mol/L 硫酸銅(Ⅱ)水溶液,

乾電池, ビーカー, 導線, 直流電流計, 電子天秤(最小秤量 0.001 g)

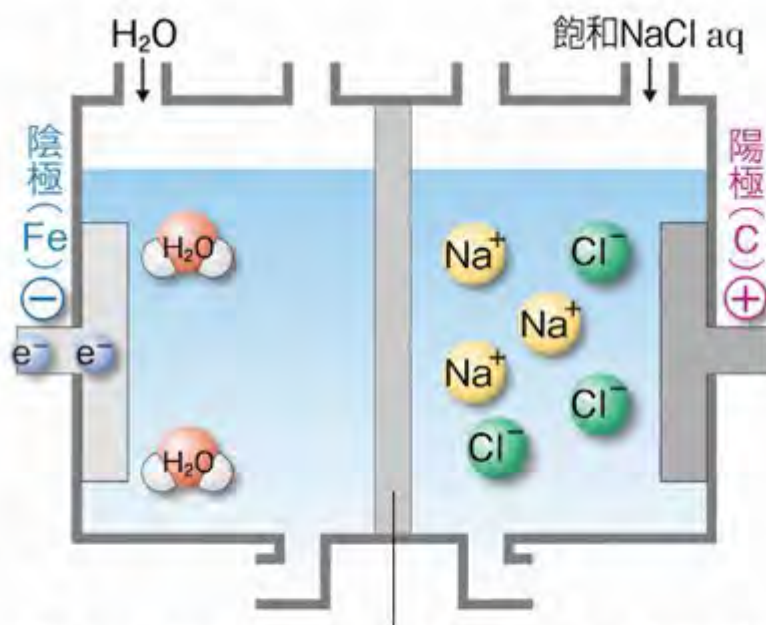
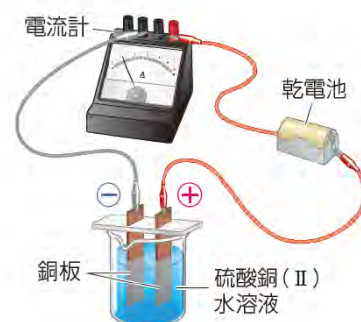
注意 保護眼鏡をかけ, ドラフト内など通風がよく, また, 火気のない場所で行う。
感電に注意する。

【操作】

- ① 2 枚の銅板の反応前の質量(陽極: W_{+1} [g], 陰極: W_{-1} [g])を電子天秤を用いて 0.001 g まで正確に測定する。そのとき, 銅板に手の脂などがつかないように注意する。

W_{+1} _____ [g]

W_{-1} _____ [g]



陽イオン交換膜(両極での生成物間の反応を防ぐ)

電気分解の量的関係

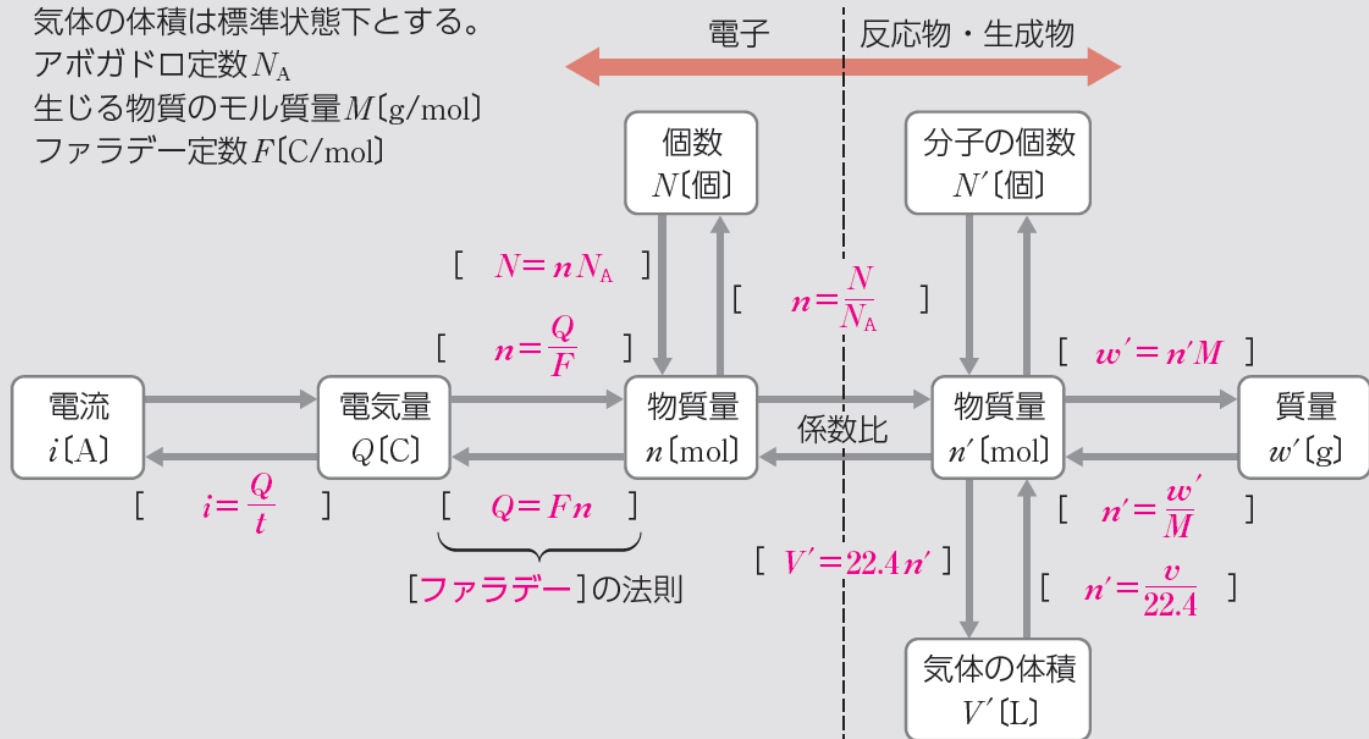
通電時間 t [秒] の電気分解の際の量的関係について

気体の体積は標準状態下とする。

アボガドロ定数 N_A

生じる物質のモル質量 M [g/mol]

ファラデー定数 F [C/mol]

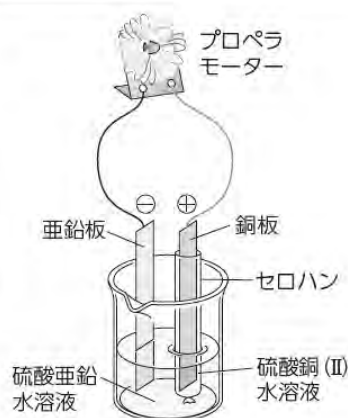


第2部 第2章 p.131 章末問題 1

1 ダニエル電池 (→ p.115, 127)

右図のようなダニエル電池を組み立てた。原子量 $Zn=65.4$, ファラデー定数 $F=9.65 \times 10^4$ C/mol

- (1) 正極と負極で起こる化学変化を、それぞれ電子 e^- を含むイオン反応式で示せ。
- (2) プロペラモーターをつないでしばらく使うと、負極の質量が 65.4 mg 減少した。このとき、流れた電気量は何 C か。
- (3) (2) で、水溶液中の銅(II)イオン Cu^{2+} は何 mol 減少したか。



記述

- (4) 図中のセロハンはどのような働きをしているか。50字程度で説明せよ。

第2部 第2章 p.131 章末問題 2

2 鉛蓄電池 (→p.116, 117, 127)

鉛蓄電池について、放電時に負極、正極で起こる化学変化を、電子 e^- を含むイオン反応式でそれぞれ示せ。また、 $9.65 \times 10^4 \text{ C}$ の電気量を放電させると、両電極の質量は合計何 g 増加または減少するか。ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

第2部 第2章 p.131 章末問題 3

3 電気分解の生成物 (→p.122~124)

次の電解質の水溶液を()に示した電極を用いて電気分解したとき、陰極、陽極で起こる化学変化をそれぞれ電子 e^- を含むイオン反応式で示せ。

- (1) Na_2SO_4 (白金) (2) KCl (炭素) (3) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ (銅)

第2部 第2章 p.131 章末問題 4

4 電気分解の量的関係 (→p.126, 127)

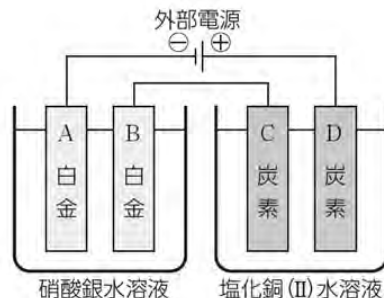
白金電極を用いて、水酸化ナトリウム NaOH 水溶液を電気分解すると、水溶液の質量が 3.6 g 減少した。発生した水素 H_2 と酸素 O_2 の体積はそれぞれ $0^\circ C$, $1.013 \times 10^5 Pa$ で何 L か。また、通じた電気量は何 C か。
 ファラデー定数 $F=9.65 \times 10^4 C/mol$, 原子量 $H=1.0$, $O=16$

第2部 第2章 p.131 章末問題 5

5 直列回路の電気分解 (→p.122~127)

右図のように、2つの電解槽を直列につないで電気分解を行うと、電極 A に 5.4 g の銀 Ag が析出した。原子量 $Cu=64$, $Ag=108$

- 電極 A で起こる化学変化を電子 e^- を含むイオン反応式で示せ。
- 電極 C で析出する銅 Cu の質量は何 g か。
 また、電極 D で発生する塩素 Cl_2 の $0^\circ C$, $1.013 \times 10^5 Pa$ での体積は何 L か。塩素は水に溶けないとする。



- 記述** (3) 電極 B 付近の水溶液の pH はどのように変化するか。反応式を用いて説明せよ。

第2部 第3章 p.137 参考 「実験データから反応速度を計算する方法」

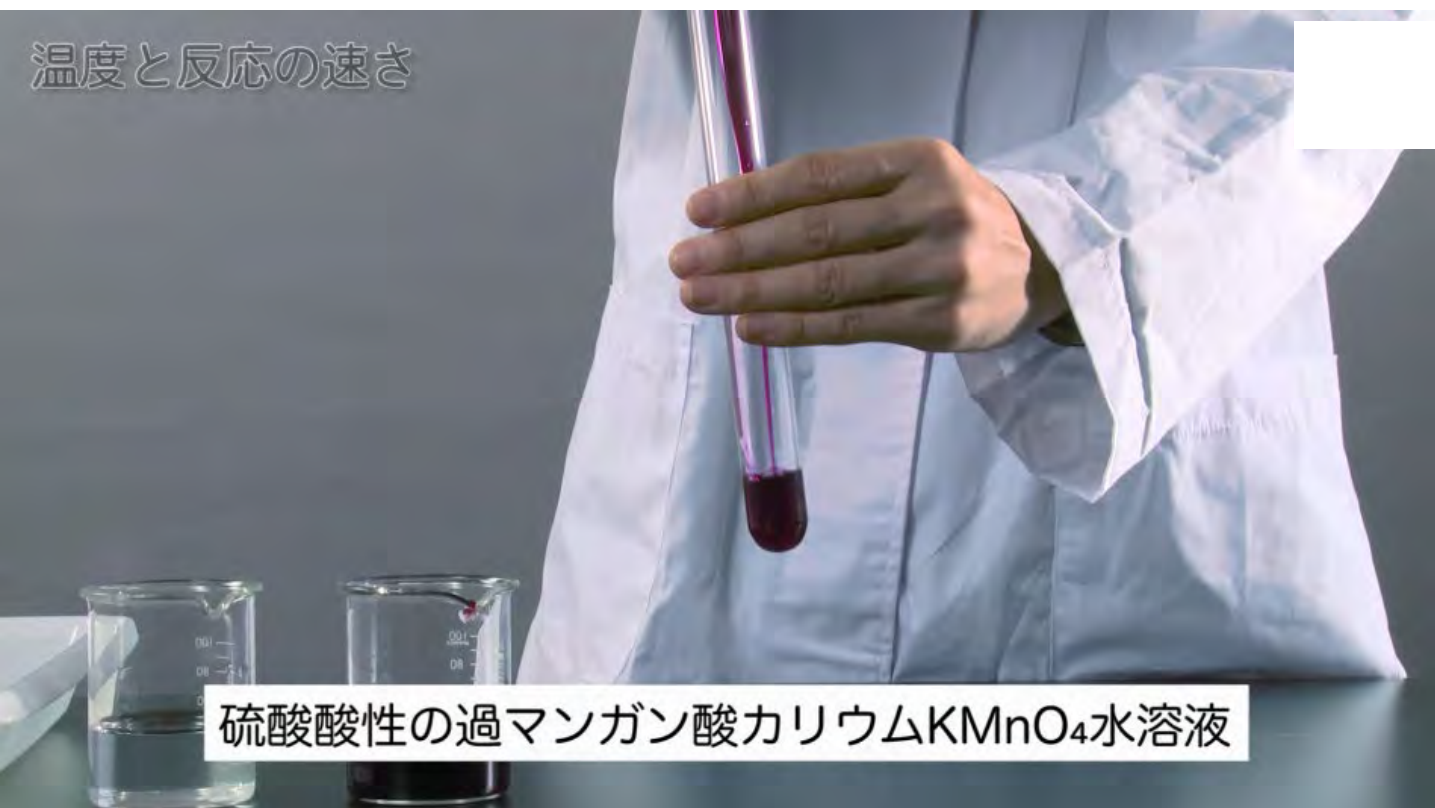
表1 過酸化水素のモル濃度と分解速度(20℃) 太枠部分が測定値

時間 [s]	発生した O ₂		②分解した H ₂ O ₂ [mol]	③ [H ₂ O ₂] [mol/L]	④ [H ₂ O ₂]の平 均值[mol/L]	⑤ -Δ [H ₂ O ₂] [mol/L]	⑥分解速度 <i>v</i> [mol/(L·s)]
	[mL]	① [mol]					
0	0	0	0	0.95			
60	25	1.0×10^{-3}	2.0×10^{-3}	0.75	0.85	0.20	3.3×10^{-3}
120	45	1.8×10^{-3}	3.6×10^{-3}	0.59	0.67	0.16	2.7×10^{-3}
180	59	2.4×10^{-3}	4.8×10^{-3}	0.47	0.53	0.12	2.0×10^{-3}
240	71	2.9×10^{-3}	5.8×10^{-3}	0.37	0.42	0.10	1.7×10^{-3}
300	81	3.3×10^{-3}	6.6×10^{-3}	0.29	0.33	0.08	1.3×10^{-3}
360	88	3.6×10^{-3}	7.2×10^{-3}	0.23	0.26	0.06	1.0×10^{-3}

第2部 第3章 p.138 参考 「化学反応式と反応速度式」

反応速度式は、反応物の濃度の積に比例するとは限らず、実験によって求められるものである。

温度と反応の速さ



硫酸酸性の過マンガン酸カリウム KMnO_4 水溶液

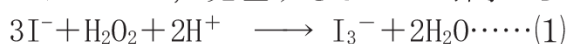


目盛り付き試験管

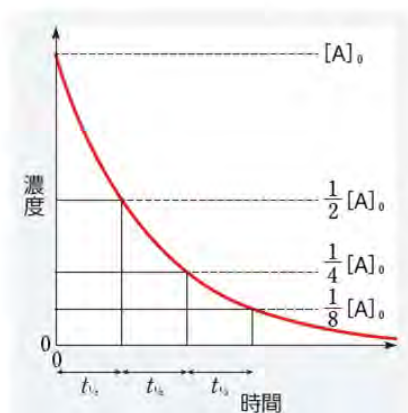
【仮説】 反応物の濃度が大きいほど反応速度は大きくなるのではないか。また、反応温度が10 K上がるごとに、反応速度は2~3倍大きくなるのではないか。

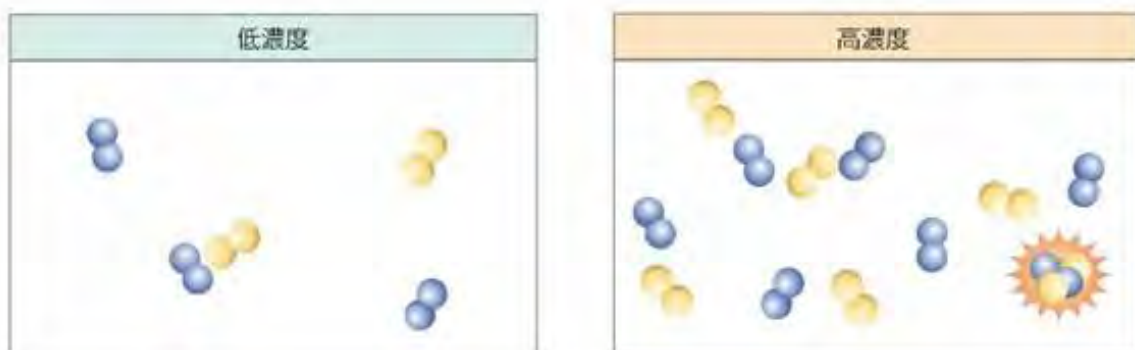
【計画】 過酸化水素 H_2O_2 でヨウ化カリウム KI を酸化すると、式(1)のように三ヨウ化物イオン I_3^- が生成する。

溶液中に少量のチオ硫酸イオン $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ があると、生じた I_3^- は式(2)のように反応してヨウ化物イオン I^- に戻る。 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ がすべて消費されると、ヨウ素 I_2 が遊離し($\text{I}_3^- \rightarrow \text{I}_2 + \text{I}^-$)、デンプンと反応して溶液は青色になる。発色するまでの時間は、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ がなくなるまでの時間だが、式(2)の反応は式(1)の反応に比べて速いので、式(1)の反応速度で決まる。したがって、発色するまでの時間から式(1)の反応時間が求められる。

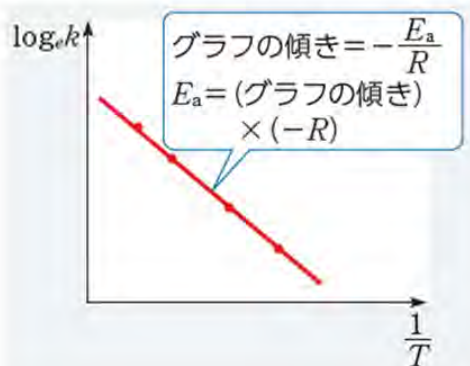


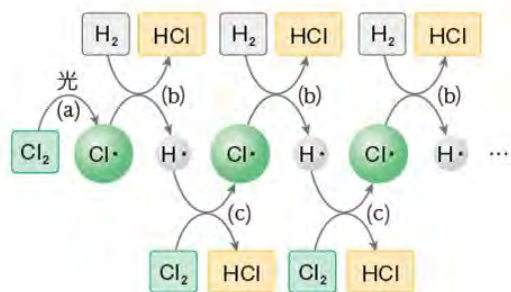
第2部 第3章 p.142 発展 「一次反応と半減期」

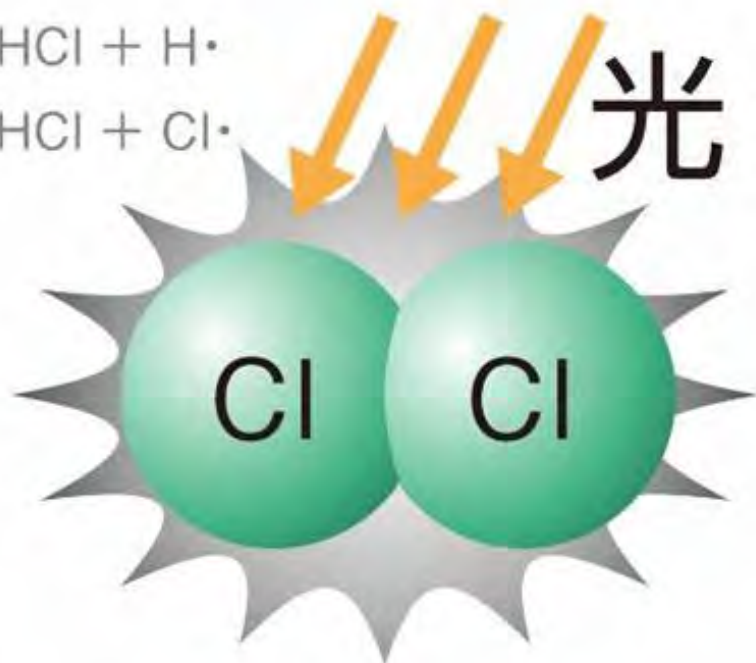
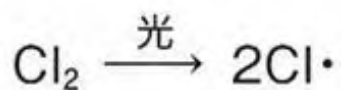




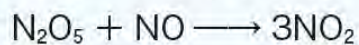
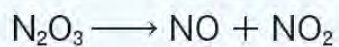
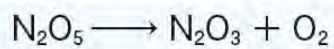
第 2 部 第 3 章 p. 146 発展 「活性化エネルギーの求め方」







第 2 部 第 3 章 p.150 発展 「多段階反応」



反応の速さ

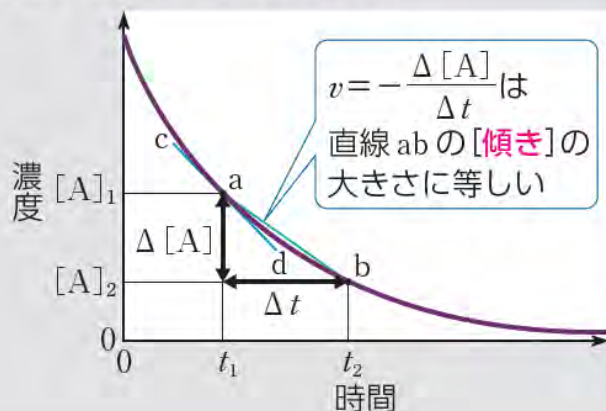
反応速度の定義の式

物質A～Dについての $aA + bB \rightarrow cC + dD$ (a, b, c, d は係数)のような反応について, Aの分解速度 v_A は「単位時間当たりのモル濃度や物質質量の変化量」として次の式で定義される。

$$v_A = -\frac{[A]_2 - [A]_1}{t_2 - t_1} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t}$$

$\left\{ \begin{array}{l} \Delta[A] : \text{物質Aのモル濃度の変化量} \\ \Delta t : \text{[反応時間]} \end{array} \right.$

※ 1秒間当たりのモル濃度の変化量を扱う場合, 反応速度の単位には $[\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{s})]$ を用いる。



第2部 第3章 p.151 章末問題 1

1 反応速度に影響を与えるもの (→ p.138~145, 147)

次の文で, 反応速度に影響する条件をそれぞれ答えよ。

- (1) 木炭や硫黄は, 空気中より酸素中のほうが激しく燃焼する。
- (2) 過酸化水素水は, 塩化鉄(III)水溶液を加えると激しく分解する。

第2部 第3章 p.151 章末問題 2

2 反応速度 (→p.133~135)

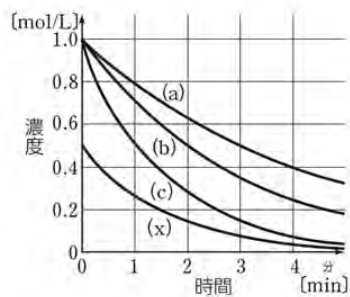
水素と臭素から臭化水素が生じる反応 $\text{H}_2 + \text{Br}_2 \longrightarrow 2\text{HBr}$ がある。水素のモル濃度が実験開始から10秒後に $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ 減少した。この間の、臭化水素 HBr の生成速度は何 $\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$ か。

第2部 第3章 p.151 章末問題 3

3 分解速度と温度 (→p.133~139)

右図の(a)~(c)は、ある物質が異なる3つの温度で分解していくときの濃度変化を示す。

- (1) (a)~(c)のうち、反応開始から一定時間までの平均の分解速度が最大のものを選べ。
- (2) 反応物の濃度が半分になるまでの平均の分解速度を比較すると、(a)は(c)の何倍か。
- (3) (x)と同じ温度のものを(a)~(c)から選べ。
- (4) 温度が最も高いものを(a)~(c)から選べ。



第2部 第3章 p.151 章末問題 4

4 反応速度式 (→p.136~138)

$X + Y \longrightarrow Z$ で表される反応がある。温度を一定に保ち、 X の濃度 $[X]$ [mol/L]、 Y の濃度 $[Y]$ [mol/L] を変えて Z の生成速度 v [mol/(L·s)] を求めると、右表が得られた。反応速度定数を k として、この反応の反応速度式を示せ。

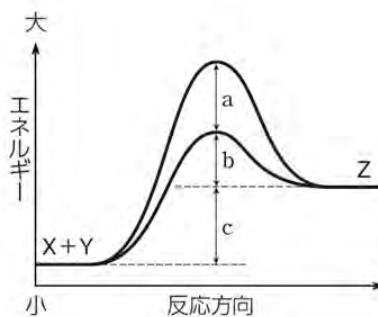
	実験 1	実験 2	実験 3
$[X]$	0.80	0.80	1.60
$[Y]$	0.60	1.20	0.60
v	0.024	0.048	0.096

第2部 第3章 p.151 章末問題 5

5 活性化エネルギー (→p.143~145)

右図は $X + Y \longrightarrow Z$ の反応で、触媒がある場合とない場合の反応経路とエネルギーの変化を示す。表中の①~④を図中の $a \sim c$ を用いて表せ。

	触媒がある場合	触媒がない場合
活性化エネルギー	①	②
エンタルピー変化	③	④



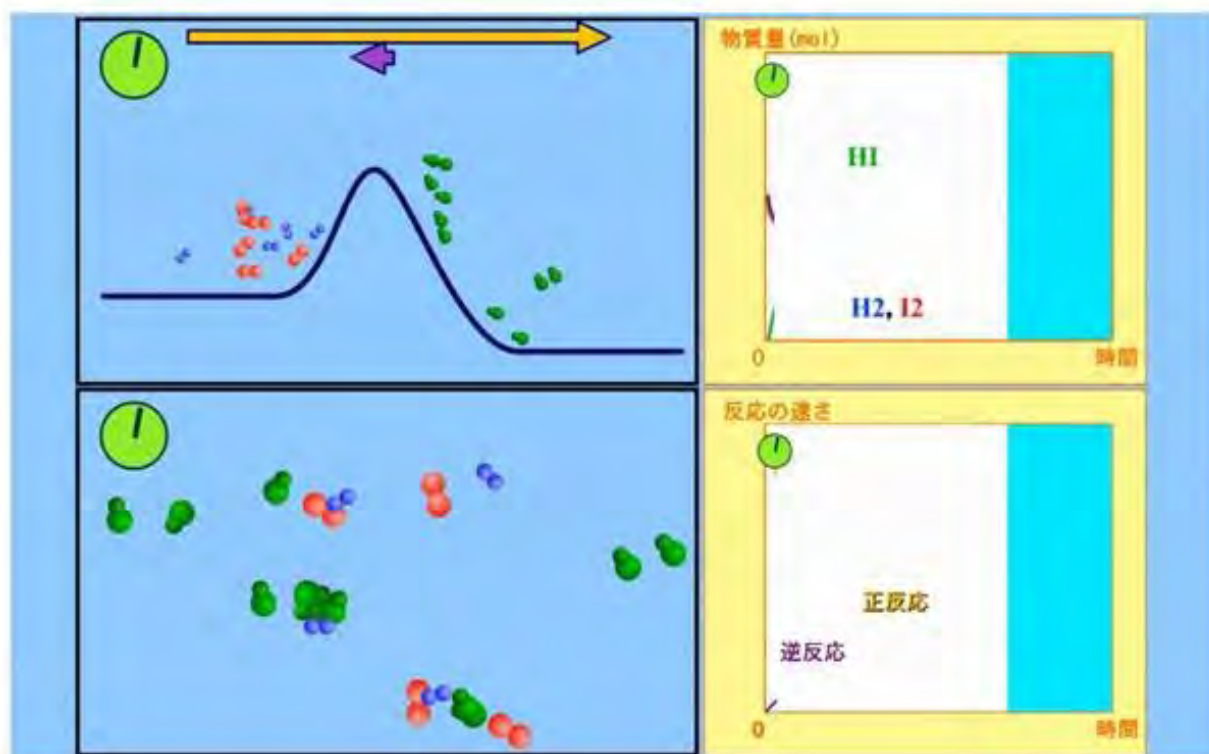
第2部 第3章 p.151 章末問題 6

6 活性化エネルギー (→p.143~145)



温度が上がると反応速度が大きくなる理由を、「活性化エネルギー」の語句を用いて40字程度で説明せよ。

別紙44-4

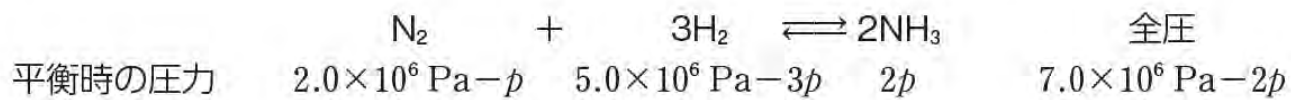


第2部 第4章 p.157 参考 「平衡定数と速度定数」

$$\frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{k_1}{k_2} = K$$

第2部 第4章 p.159 発展 「分配平衡」





ニクロム酸カリウム水溶液

【準備】 試験管，駒込ピペット，0.10 mol/L ニクロム酸カリウム $K_2Cr_2O_7$ 水溶液，
2.0 mol/L 水酸化ナトリウム NaOH 水溶液，2.0 mol/L 塩酸 HCl

注意 必ず保護眼鏡をかけて行う。

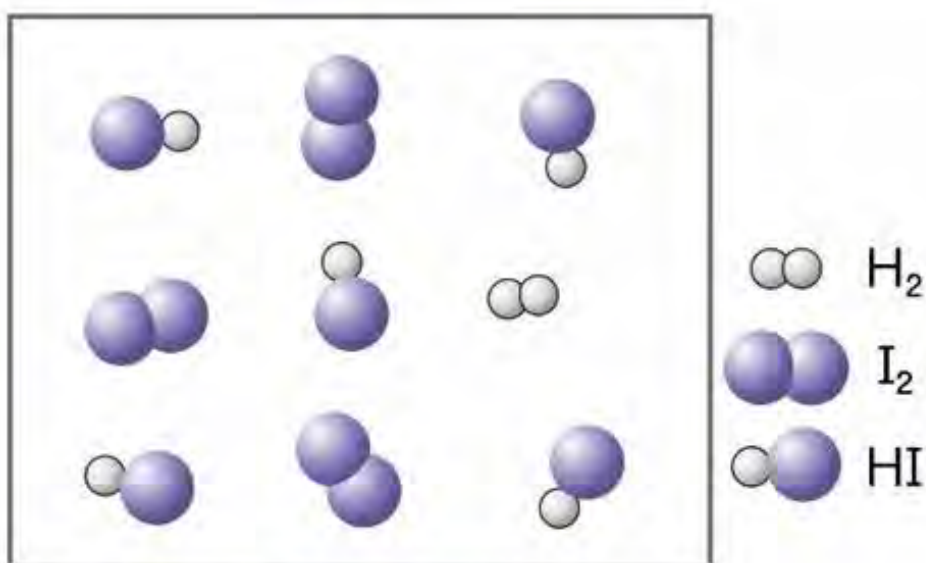
【操作】 ① 試験管に 0.10 mol/L ニクロム酸カリウム $K_2Cr_2O_7$ 水溶液を 2 mL 取る。

② ①の試験管に，2.0 mol/L 水酸化ナトリウム NaOH 水溶液を 1 mL 加える。

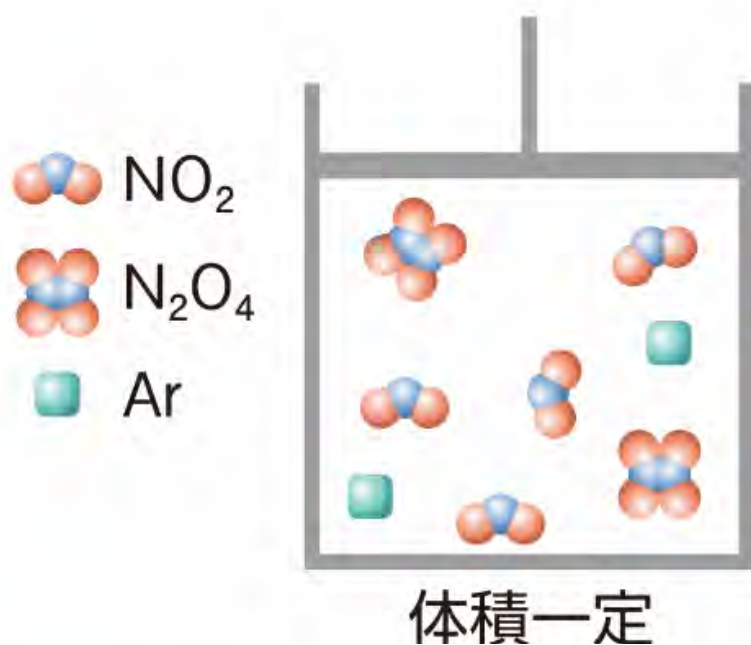
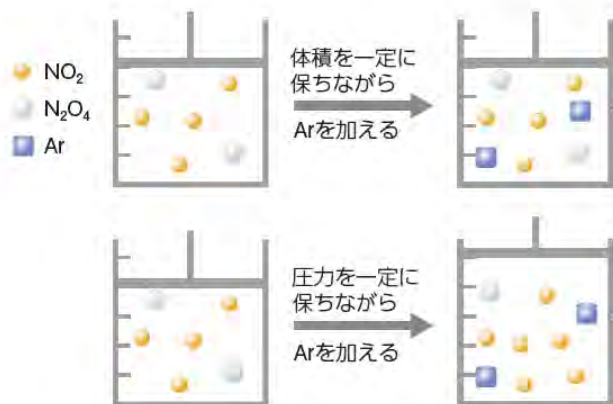
色の変化：

③ ②の試験管に，2.0 mol/L 塩酸 HCl を 2 mL 加える。

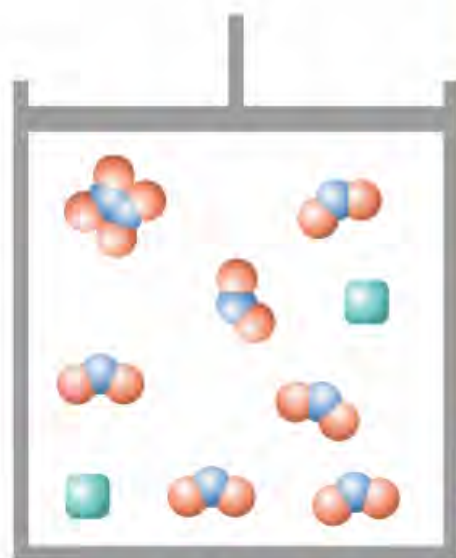
色の変化：



第2部 第4章 p.165 参考 「反応に関係しない気体を加えたときの平衡移動」

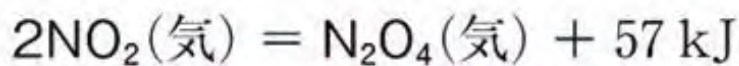


全圧は増加するが
 NO_2 や N_2O_4 の分圧
 は変わらず平衡移
 動は起こらない

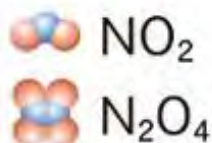


圧力一定

気体全体の体積が
 増加し、NO₂や
 N₂O₄の分圧は減少
 するので、総物質
 量が増えるNO₂が生
 じる向きに反応が
 進む



NO₂(赤褐色)とN₂O₄(無色)
の平衡状態





【目的】 平衡移動を色の変化で見よう。

【準備】 試験管，二また試験管，5 mL 駒込ピペット，
ビーカー，ゴム栓，

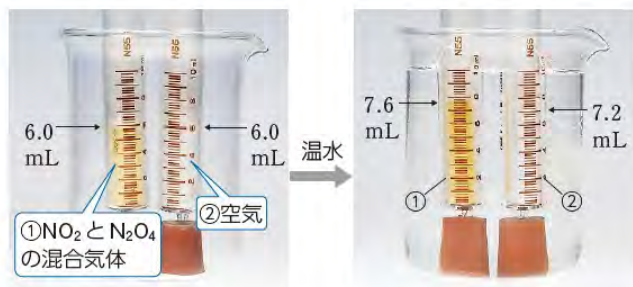
ゴム栓つき誘導管，濃硝酸，銅片，80 °Cの温水，氷水

注意 必ず保護眼鏡をかけて行う。



【操作】 ① 銅片 0.5 g を二また試験管に取り，濃硝酸を 5 mL 加える。ゴム栓つき誘導管を取りつけ，試験管 2 本に発生する気体をほぼ同じ濃さになるように集めてゴム栓をする。

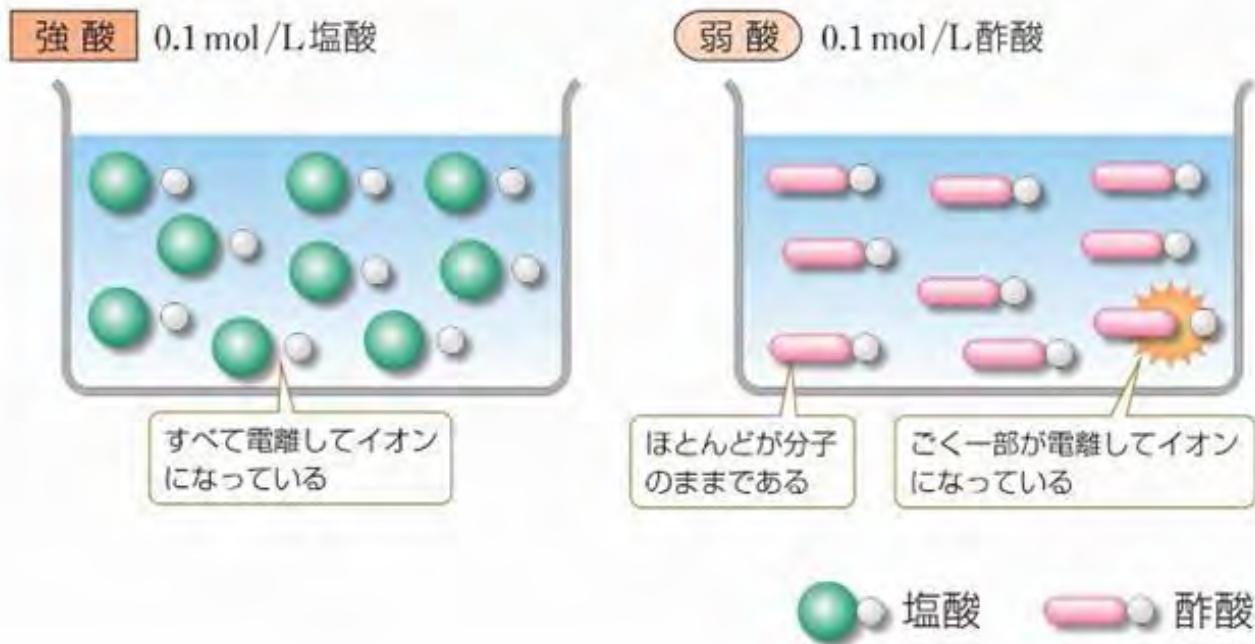
第2部 第4章 p.167 参考 「平衡移動と体積変化」



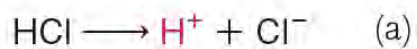
第2部 第4章 p.168 参考 「平衡移動と平衡定数」

温度と平衡定数

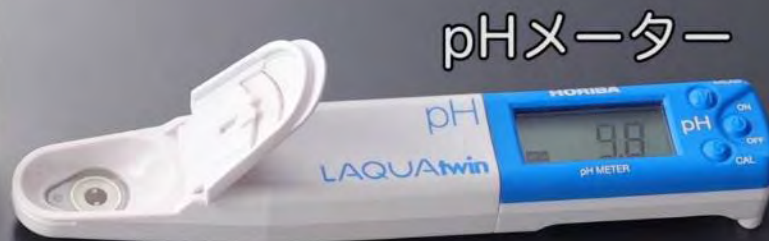
- ・ 温度が一定 発熱反応, 吸熱反応とも K は一定値
- ・ 温度を高くする
 - { 発熱反応: K は小さくなる
 - { 吸熱反応: K は大きくなる



第2部 第4章 p.176 参考 「強酸の希釈とpH」



1.0 mol/L
酢酸水溶液



【目的】弱酸の水溶液の濃度と pH の関係から、電離定数を求める。

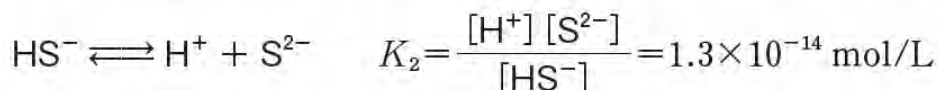
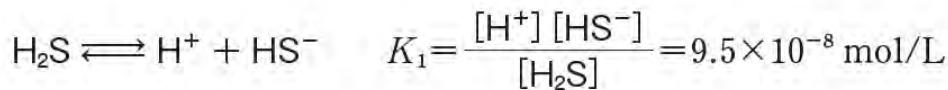
【準備】 1.0 mol/L 酢酸水溶液、蒸留水、100 mL ビーカー、100 mL メスシリンダー、pH メーター、関数電卓

注意 酢酸は刺激臭をもつ揮発性の脂肪酸(→p.307)であり、換気に注意し、保護眼鏡をかけて扱う。

【操作】 (測定結果は後の表に書き込む)

- ① 酢酸水溶液をビーカーに 40 mL 取り、pH をはかる。
- ② ①に水を 40 mL 加え(2 倍に薄め)、よくかき混ぜる。他のビーカーに、この溶液 40 mL を移し(2 等分し)、一方の酢酸水溶液の pH をはかる。

第2部 第4章 p.181 参考 「硫化水素の電離平衡の詳しい取り扱い」



第2部 第4章 p.183 発展 「加水分解定数と水素イオン濃度」



(初めのモル濃度 [mol/L])

 c

—

0

0

(平衡時のモル濃度 [mol/L])

 $c - ch$

—

 ch ch



硫酸アンモニウム

【準備】 硫酸アンモニウム $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ，水酸化ナトリウム NaOH ，濃塩酸 HCl ，水，試験管，駒込ピペット，薬さじ，ガラス棒

注意 保護眼鏡を着用する。換気に注意する。

【操作】

① 試験管に，硫酸アンモニウム $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ を薬さじ 1 杯取り，固体の水酸化ナトリウム NaOH を 2 粒加える。

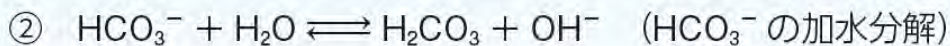
② 水を 1 mL 加えた後，試験管をよく振る。

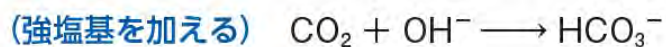
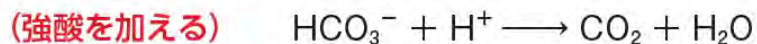
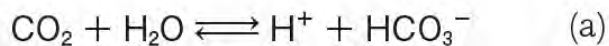
次に，試験管の管口付近に手であおぎにおいを確認する。

におい：



第2部 第4章 p.185 発展 「炭酸水素ナトリウム水溶液のpH」

第2部 第4章 p.187 参考 「生命と緩衝液」



$$[\text{H}^+] = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \times K_a = \frac{c_a}{c_s} \times K_a$$

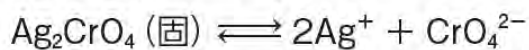
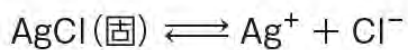


第2部 第4章 p.192 参考 「溶解度積と飽和水溶液の濃度」



↑ 図21 塩化銀の溶解平衡

第2部 第4章 p.193 参考 「塩化銀とクロム酸銀の溶解度」



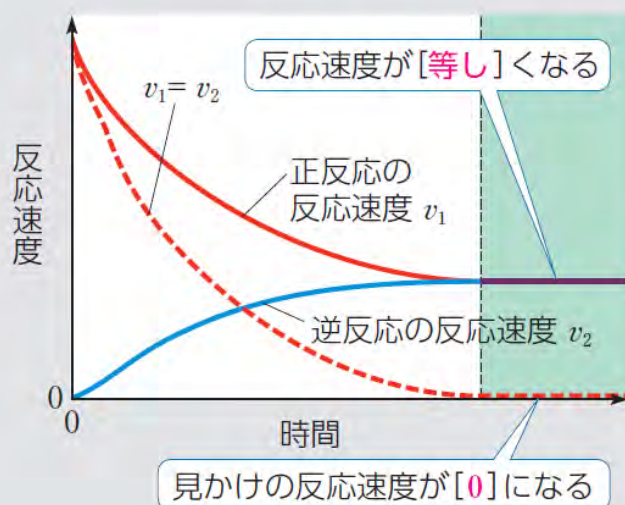
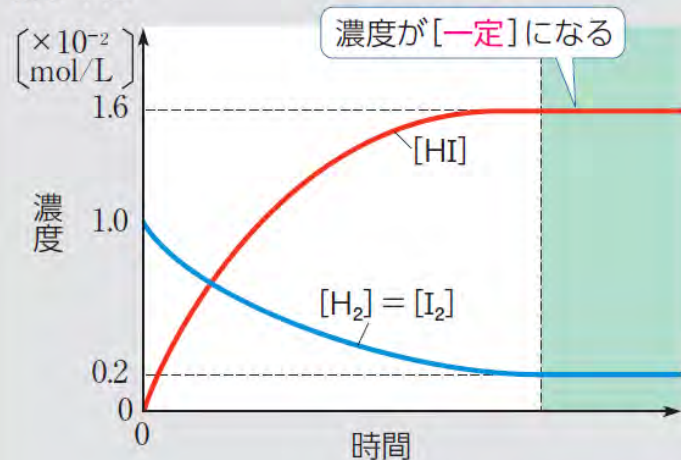
$$[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = K_{\text{sp}(\text{AgCl})} = 1.8 \times 10^{-10} \text{ (mol/L)}^2$$

$$[\text{Ag}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}] = K_{\text{sp}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)} = 3.6 \times 10^{-12} \text{ (mol/L)}^3$$

$$[S^{2-}] = \frac{K [H_2S]}{[H^+]^2} = \frac{K_1 K_2 [H_2S]}{[H^+]^2}$$

化学平衡とその移動

化学平衡



第2部 第4章 p.196 章末問題 1

1 ルシャトリエの原理 (→p.162~167)

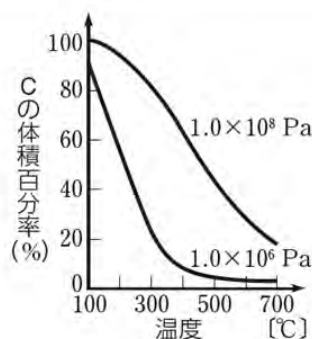
次の反応が平衡状態にあるとき、()内の操作を行うと、平衡はそれぞれ左右どちらの向きに移動するか。

- (1) $\text{H}_2(\text{気}) + \text{I}_2(\text{気}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{気})$ (圧力を高くする)
- (2) $2\text{SO}_2(\text{気}) + \text{O}_2(\text{気}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{気})$ (触媒を加える)
- (3) $\text{N}_2(\text{気}) + 3\text{H}_2(\text{気}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{気})$ (圧力一定で Ar を加える)

第2部 第4章 p.196 章末問題 2

2 温度変化・圧力変化と平衡移動 (→p.156~165)

気体反応 $a\text{A} + b\text{B} \rightleftharpoons c\text{C}$ (a, b, c は係数) がある。右図は、この反応が平衡状態にあり、全圧が $1.0 \times 10^6 \text{ Pa}$ と $1.0 \times 10^8 \text{ Pa}$ であるときの C の体積百分率(%)と温度との関係を示す。この反応の正反応は発熱反応か、吸熱反応か。また、この反応の係数 ($a+b$) と c ではどちらが大きいか。



第2部 第4章 p.196 章末問題 3

3 気体反応の平衡 (→p.154~156)

密閉容器に四酸化二窒素 N_2O_4 を 4.0 mol 入れ, 56°C , $5.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ に保つと, N_2O_4 1.0 mol が二酸化窒素 NO_2 に変化して平衡状態になった。 $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$

- (1) 平衡状態で N_2O_4 と NO_2 の物質量はそれぞれ何 mol か。
- (2) 平衡状態で N_2O_4 と NO_2 の分圧はそれぞれ何 Pa か。

第2部 第4章 p.196 章末問題 4

4 塩の加水分解 (→p.176)

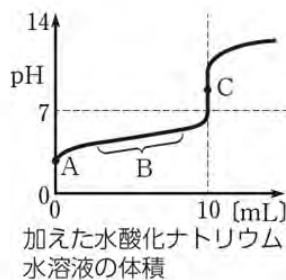
次の塩の水溶液は, それぞれ酸性・塩基性・中性のどれを示すか。

- (1) NaHCO_3 (2) NH_4Cl (3) KCl (4) K_2CO_3 (5) KHSO_4

第2部 第4章 p.196 章末問題 5

5 電離平衡 (→p.172~189)

右図は、0.10 mol/L 酢酸 CH_3COOH 水溶液 10 mL に 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム NaOH 水溶液を滴下したときの水溶液の pH 変化を示す。 $\sqrt{2.7}=1.6$, $\log_{10}1.6=0.20$
 酢酸の電離定数 $K_a=2.7\times 10^{-5}$ mol/L



- (1) 点Aの pH はいくらか。
 (2) 区間Bで pH 変化が小さい理由を 60 字程度で説明せよ。
 (3) 点C (中和点)が弱い塩基性になる理由を 40 字程度で説明せよ。

記述

記述

第2部 第4章 p.196 章末問題 6

6 溶解度積 (→p.191~192)

硝酸銀 AgNO_3 水溶液に塩化ナトリウム NaCl 水溶液を加えると塩化銀 AgCl の白色沈殿が生じた。ここに、ヨウ化カリウム KI の結晶を加えるとどのような変化が見られるか、60 字程度で答えよ。

$$\text{溶解度積 } K_{\text{sp}(\text{AgCl})}=1.8\times 10^{-10}(\text{mol/L})^2, K_{\text{sp}(\text{AgI})}=2.1\times 10^{-14}(\text{mol/L})^2$$

記述

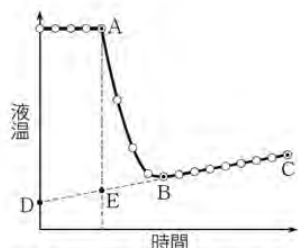
第2部 p.197 思考力を鍛える 1

1 溶解エンタルピー (→p.92~97)

発泡ポリスチレン製の容器に水 46.0 g を入れ、よくかき混ぜながら尿素 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (分子量 60) 4.0 g を加えてすべて溶解させた。このとき、液温の変化を調べたところ、下図のような結果が得られた。①点Aで尿素的の溶解を開始し、点Bですべての尿素が溶解した。この間、液温は低下した。

②点Bから点Cの間では、液温は時間に対して一定の割合で上昇した。容器周囲の温度は 20.0 °C、点A, B, C, D, Eの温度はそれぞれ 20.0 °C, 15.8 °C, 16.4 °C, 15.2 °C, 15.5 °Cであった。

(1) 下線部①, ②に関して、図中の点Aから点Bの間、および点Bから点Cの間でそれぞれ起こっていることとして、適切な記述を下から選び記号ですべて記せ。同じ記号を繰り返し選んでもよい。



尿素の水への溶解における液温の変化

- (ア) 液の周囲への熱の放出 (イ) 液の周囲からの熱の吸収
 (ウ) 尿素の水への溶解による発熱 (エ) 尿素の水への溶解による吸熱
 (オ) 中和による発熱

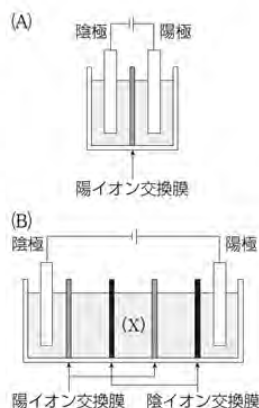
第2部 p.197 思考力を鍛える 2

2 イオン交換膜を用いた電気分解 (→p.122~130)

右図(A)のように、陽イオンのみを通過させる陽イオン交換膜で電解槽を2つの部屋に仕切った。1.0 mol/L 塩化ナトリウム NaCl 水溶液 100 mL を両室にそれぞれ入れ、陰極と陽極に炭素電極を用いて電気分解すると、陰極からは 0 °C, 1.013×10^5 Pa で 0.56 L の H_2 が発生し、陰極室の水溶液中には [ア] が得られた。発生する気体は水に溶解せず、陰極室の水溶液の体積変化を無視すると、[ア]の濃度は [イ] mol/L である。

一方、右図(B)のように、陰極と陽極の間に、陽イオン交換膜と陰イオン交換膜を交互に配置して、電解槽を5つの部屋に仕切り、それぞれの部屋に 1.0 mol/L NaCl 水溶液 100 mL を入れて電気分解した。このとき、図中(X)で示した部屋の NaCl 水溶液の濃度は [ウ] 。

- (1) [ア]には物質の化学式、[イ]には適切な数値を記せ。
 (2) [ウ]に入る語句を下から選び記号で記せ。その理由も 30 字程度で説明せよ。
 (a)変わらなかった (b)増加した (c)減少した



第2部 p.198 思考力を鍛える 3

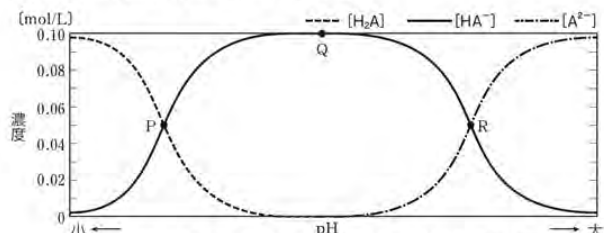
3 2価の弱酸の電離平衡 (→p.172~195)

2価の弱酸 H_2A は2段階で電離する。その電離定数を K_1 , K_2 とすると、

$$K_1 = \frac{[H^+][HA^-]}{[H_2A]} = 10^{-3.6} \text{ mol/L} \quad \dots \textcircled{1} \quad K_2 = \frac{[H^+][A^{2-}]}{[HA^-]} = 10^{-9.6} \text{ mol/L} \quad \dots \textcircled{2}$$

H_2A は水に溶かすと一部が電離し、溶液中には H_2A , HA^- および A^{2-} が平衡状態で共存する。それらのモル濃度 $[H_2A]$, $[HA^-]$ および $[A^{2-}]$ は下図のように溶液の pH に応じて大きく変化する。この変化は2価の弱酸に共通の特徴であり、特異的な点 P, Q, R が存在する。ここで、下図は 0.10 mol/L H_2A 水溶液なので、A に着目すると、式③が成り立つ。

$$[H_2A] + [HA^-] + [A^{2-}] = 0.10 \text{ mol/L} \quad \dots \textcircled{3}$$



0.10 mol/L H_2A 水溶液中の $[H_2A]$, $[HA^-]$ および $[A^{2-}]$ と pH の関係
(点 Q より右側で $[H_2A] = 0 \text{ mol/L}$, 左側で $[A^{2-}] = 0 \text{ mol/L}$ である。)

- (1) 点 P では、 $[H_2A] = [HA^-]$ になっている。このときの pH はいくらか。

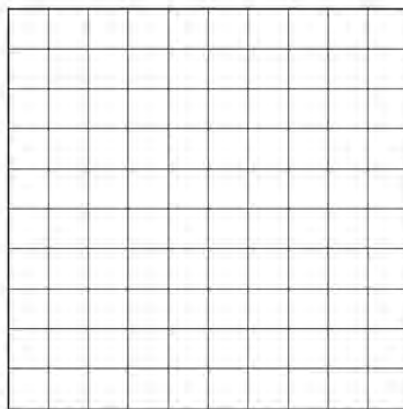
第2部 p.198 思考力を鍛える 4

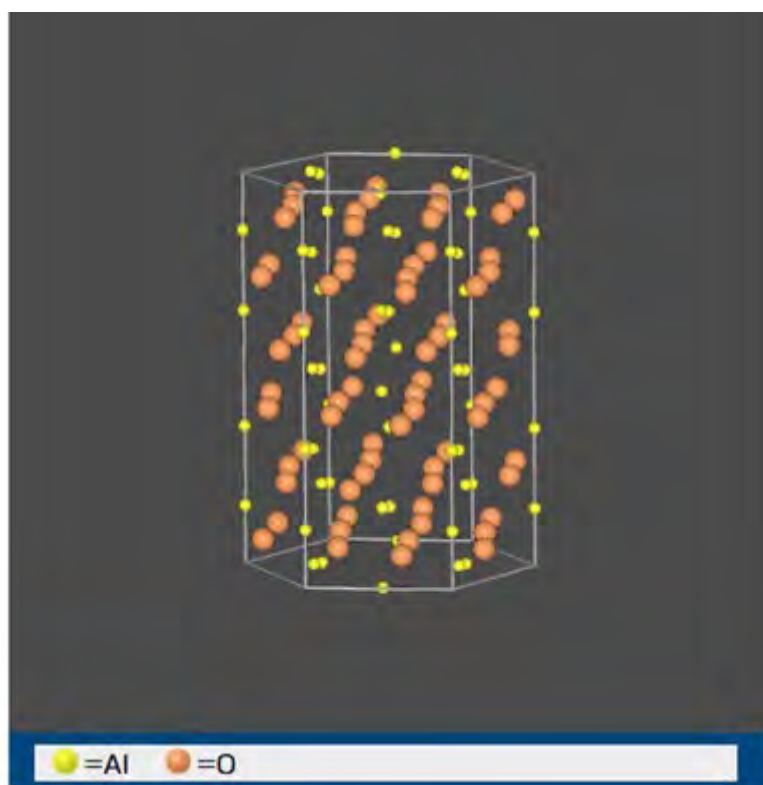
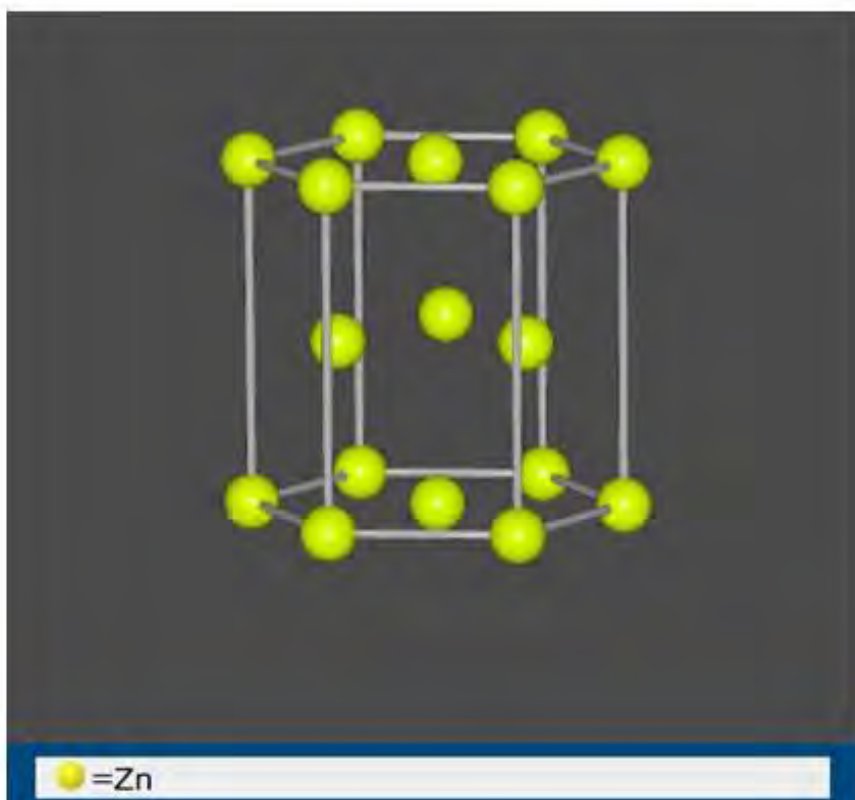
4 反応速度式 (→p.132~142)

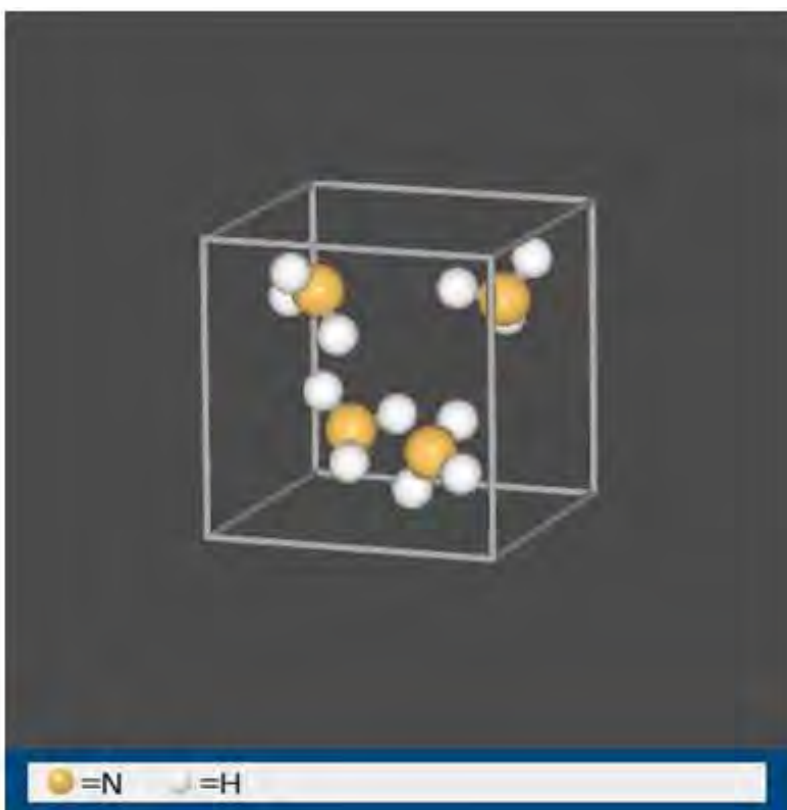
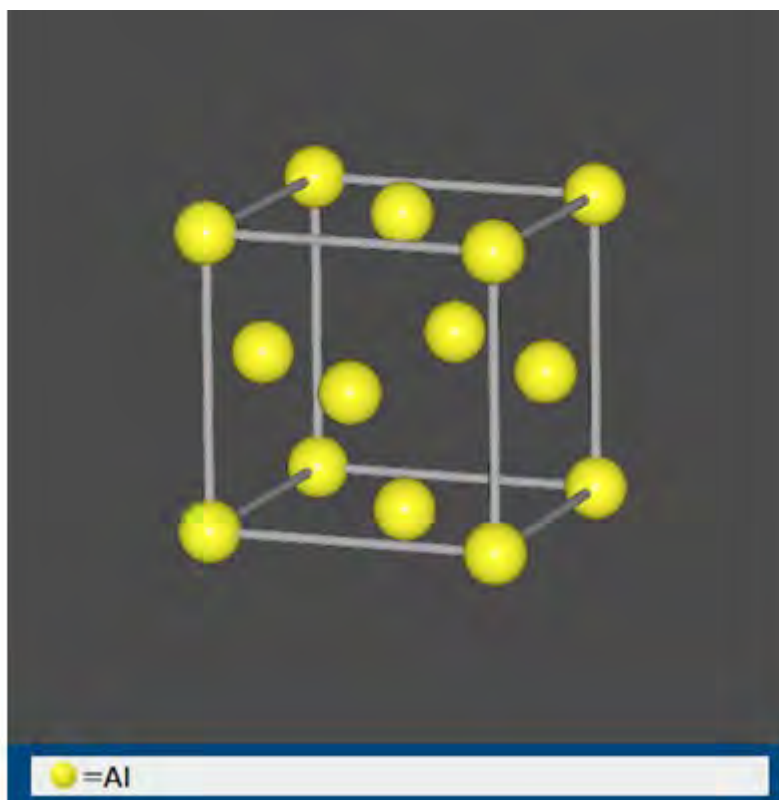
ある物質 X は、80 °C で水と反応して下表のように分解していく。

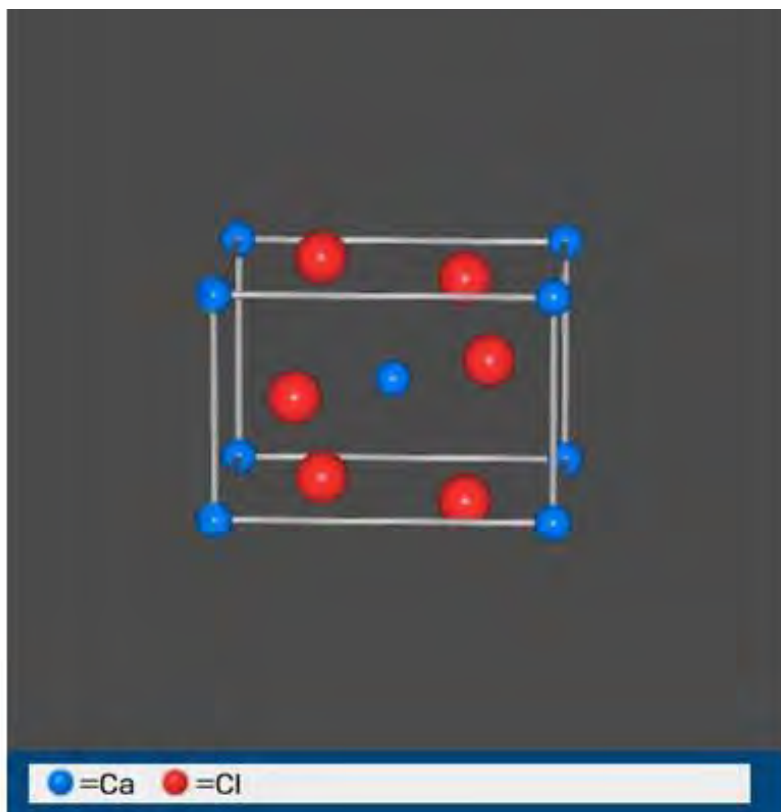
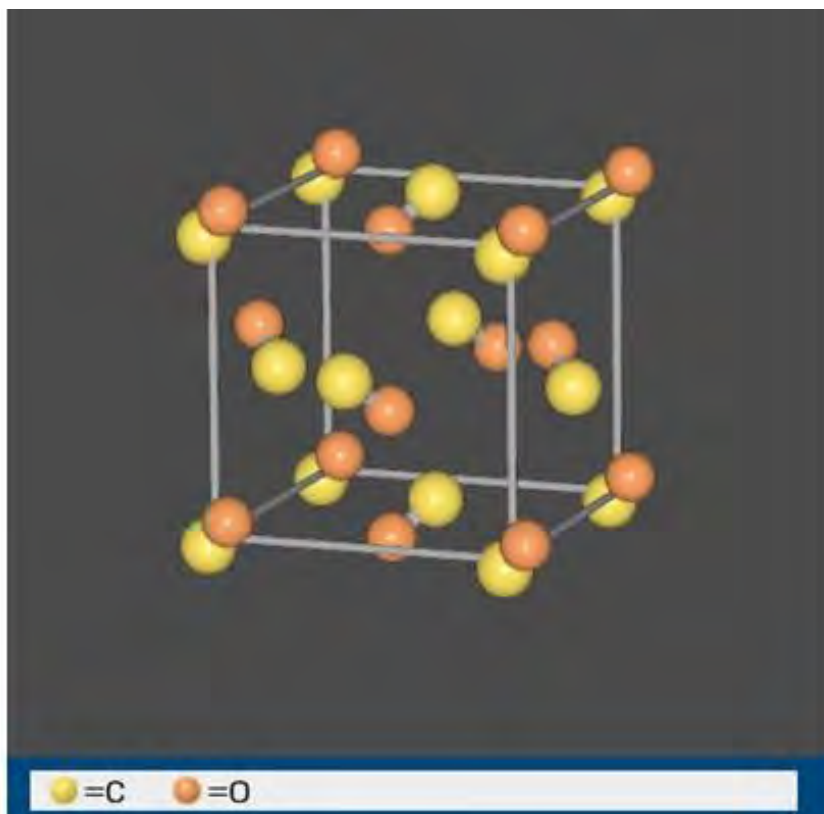
時間[s]	0	10	20	30
モル濃度[mol/L]	2.00	1.20	0.72	0.42
平均のモル濃度 \bar{c} [mol/L]	1.60	A	B	
平均の反応速度 \bar{v} [mol/(L·s)]	C	D	0.030	

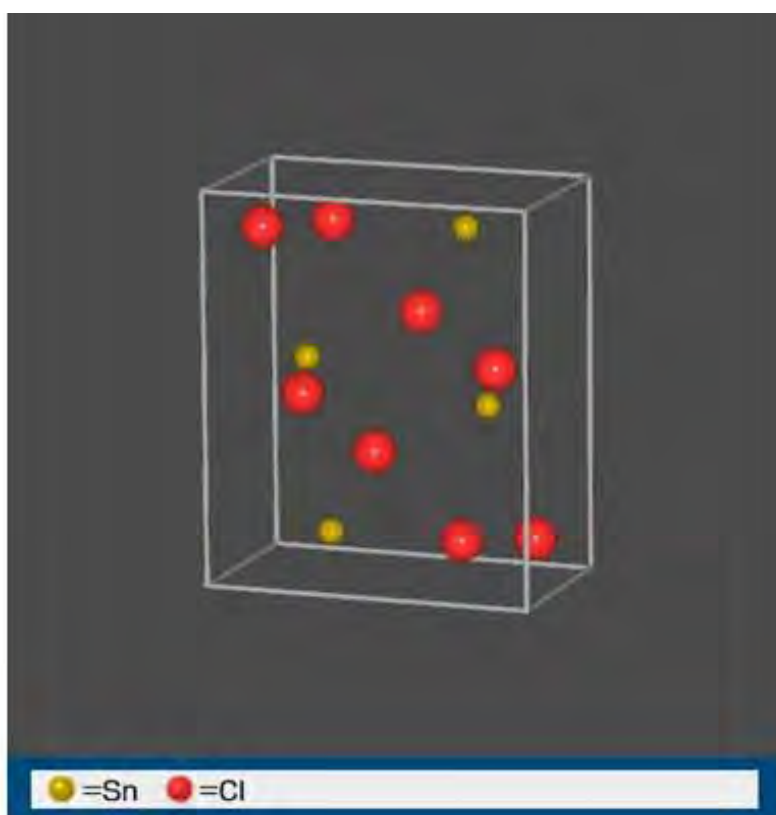
- (1) 空欄 A~D にあてはまる数値を答えよ。
 (2) 物質 X の平均の反応速度を \bar{v} , 平均のモル濃度を \bar{c} とし、 $\bar{v} = k\bar{c}$ と表した場合、 k の値を求めよ。単位もつけること。なお、必要があれば、右上の方眼紙を使うこと。

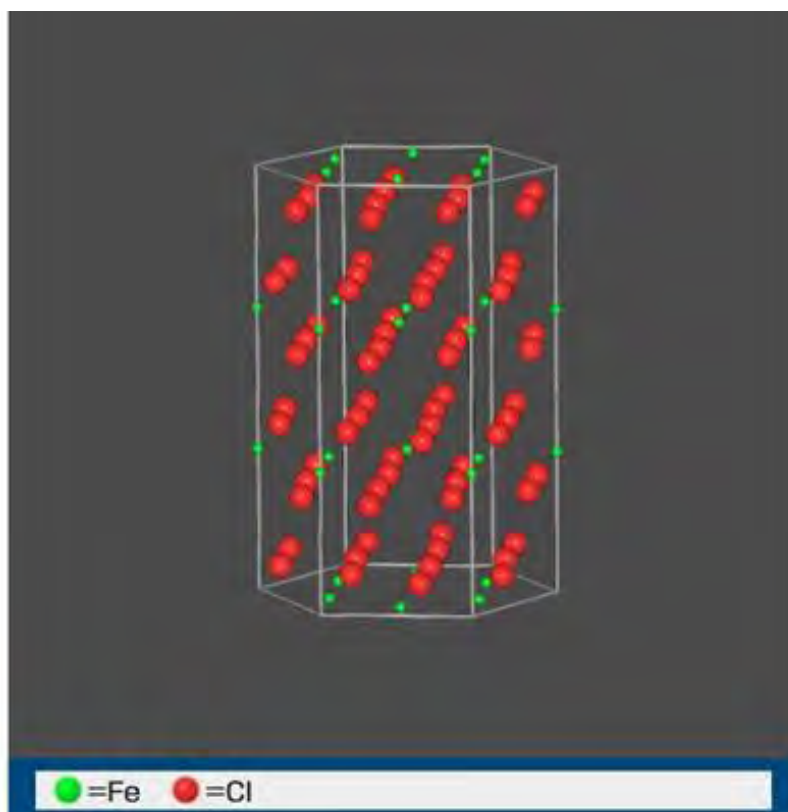
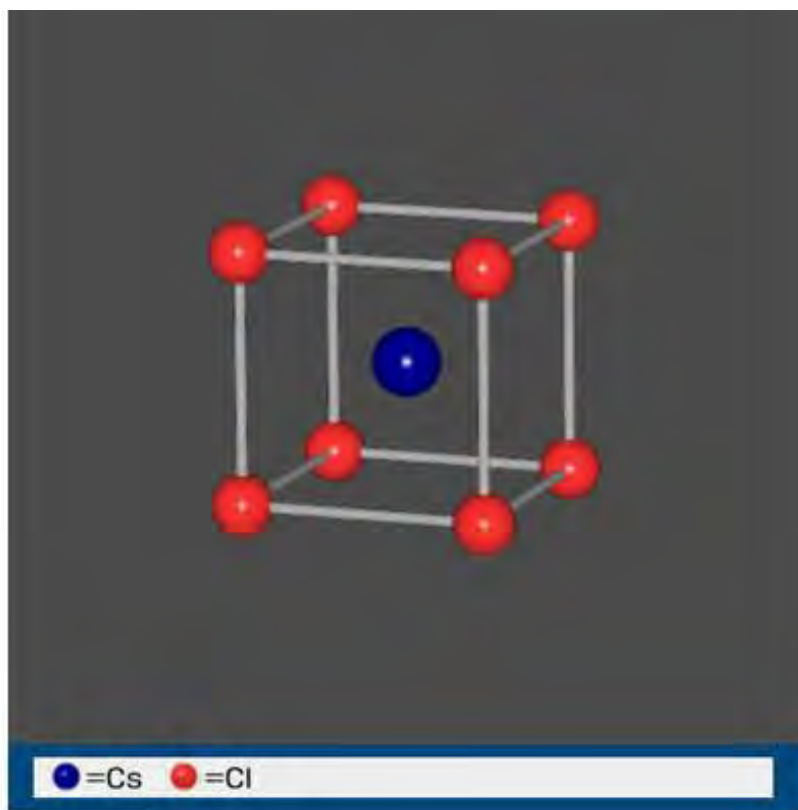


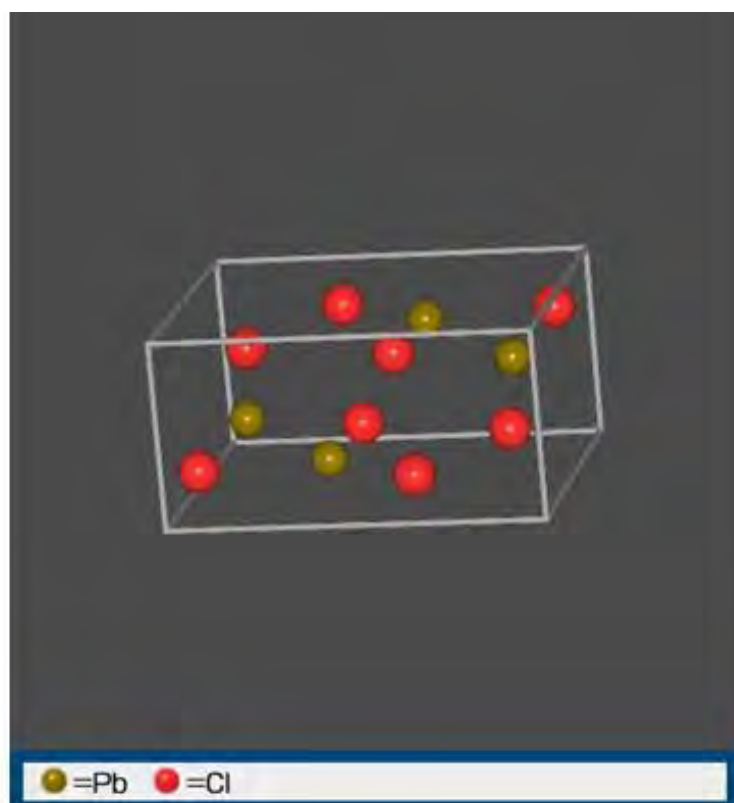
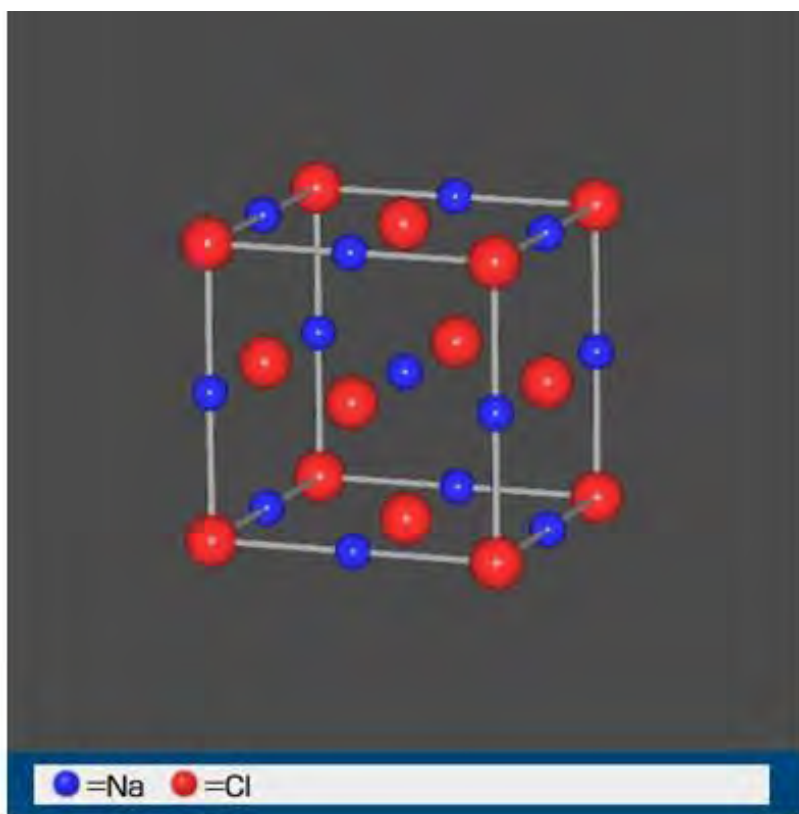


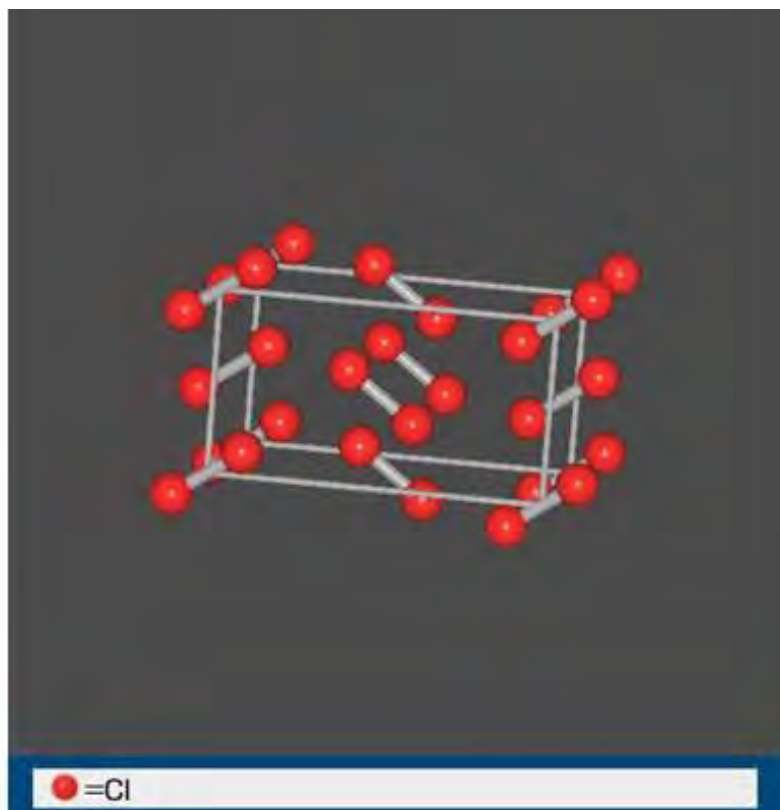
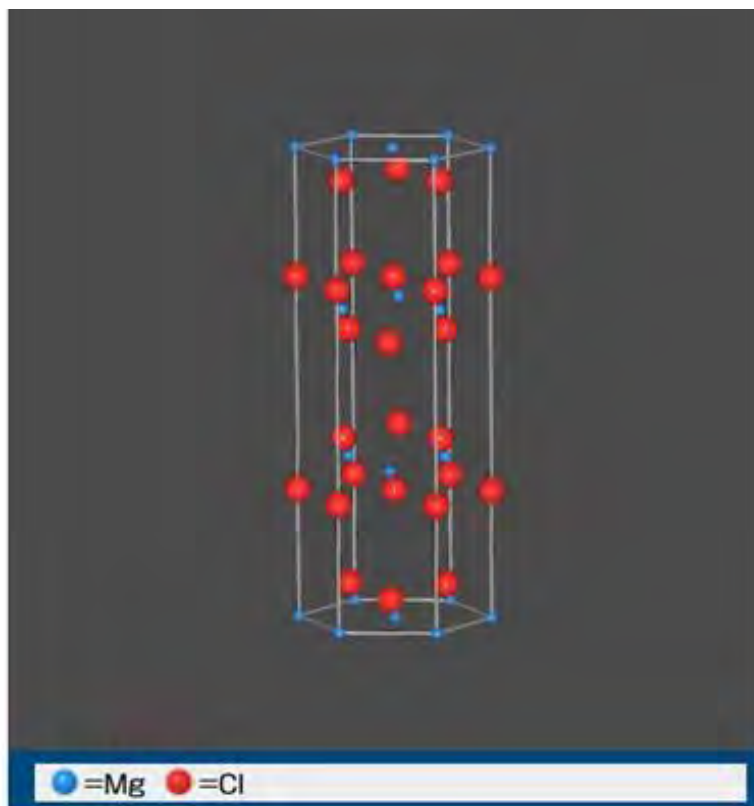


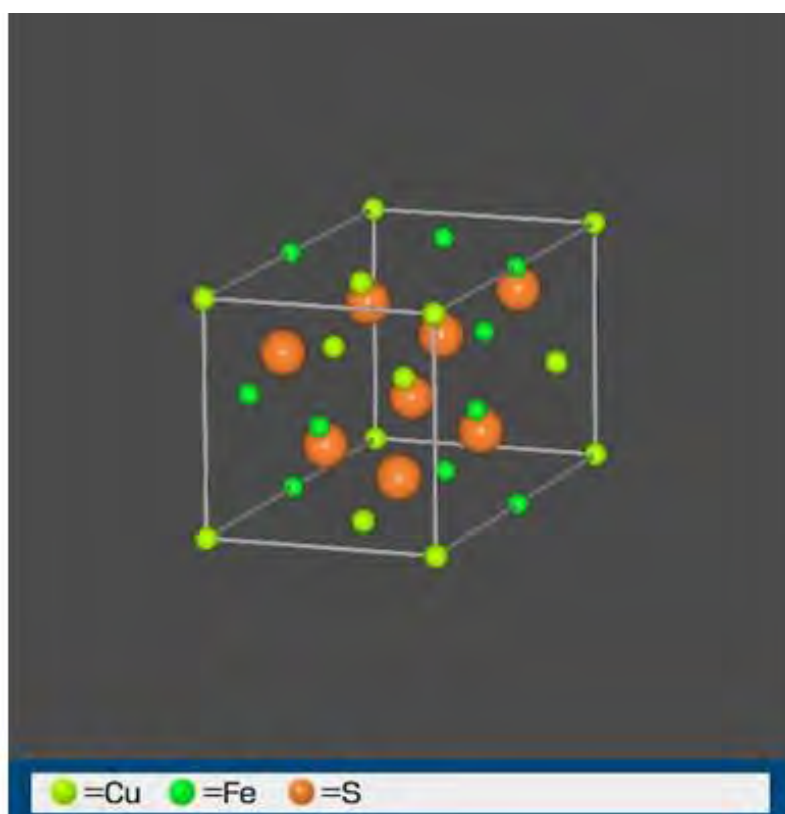
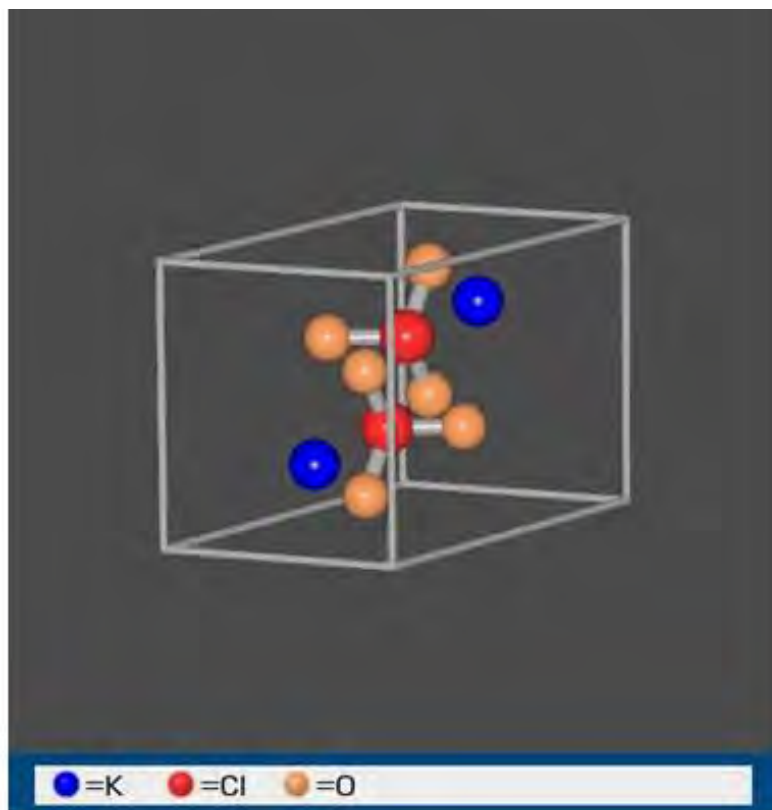


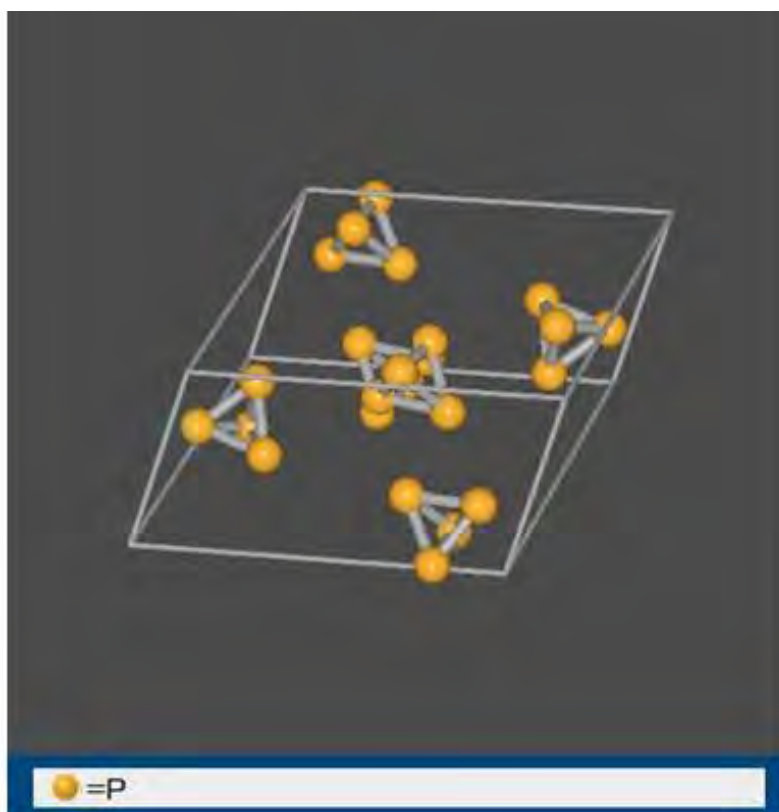


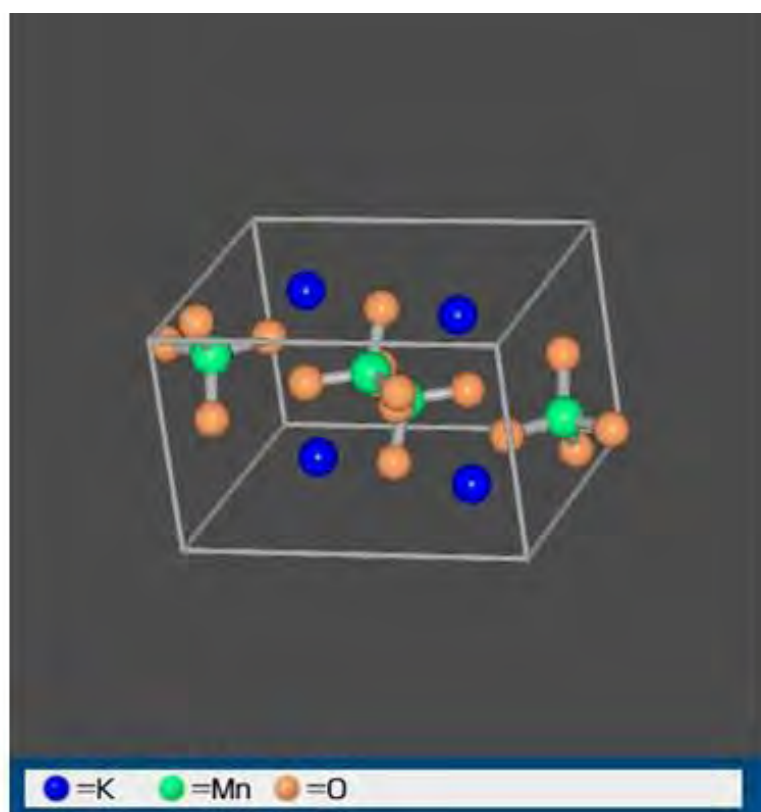
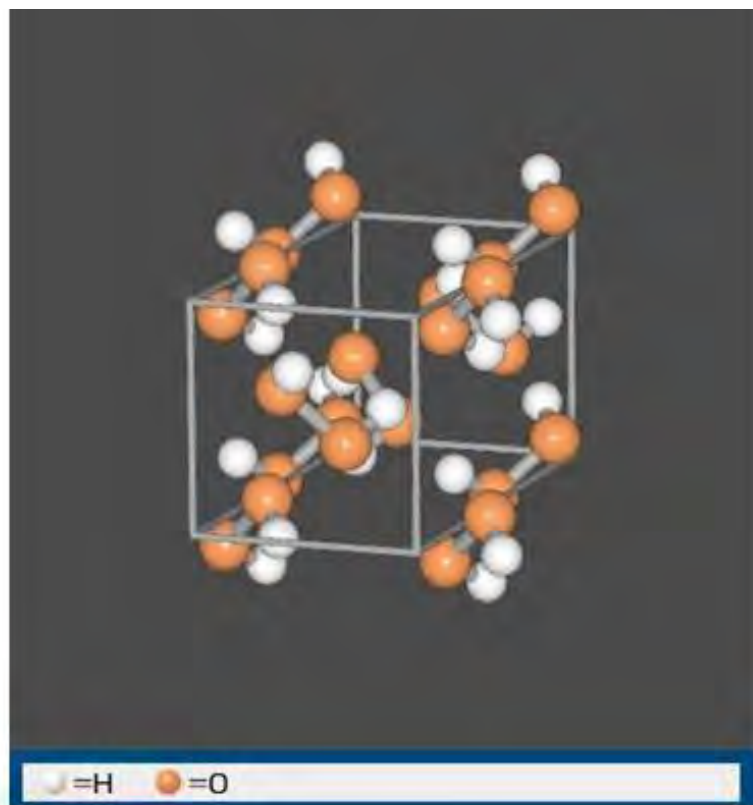


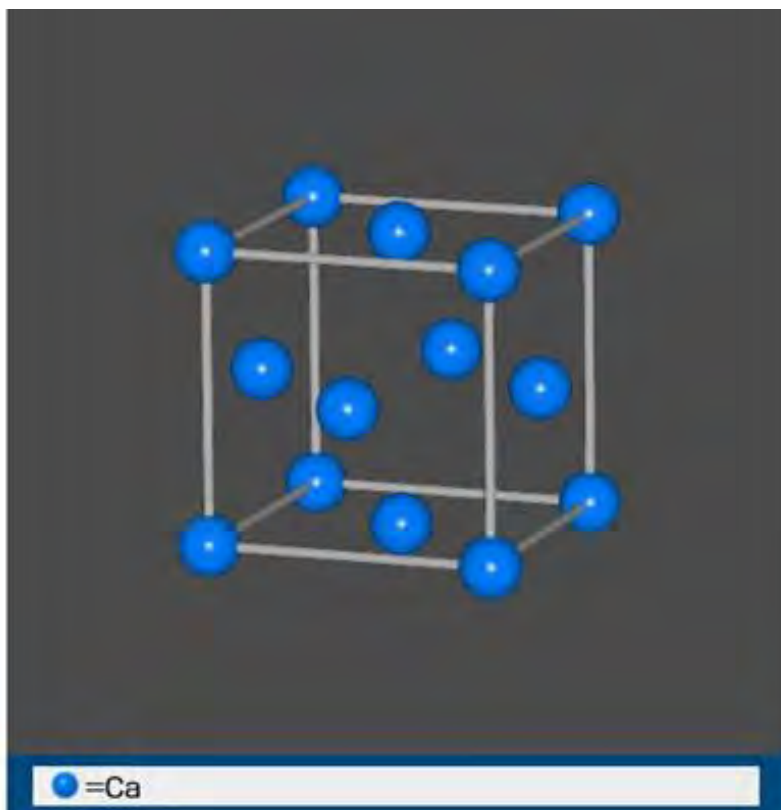
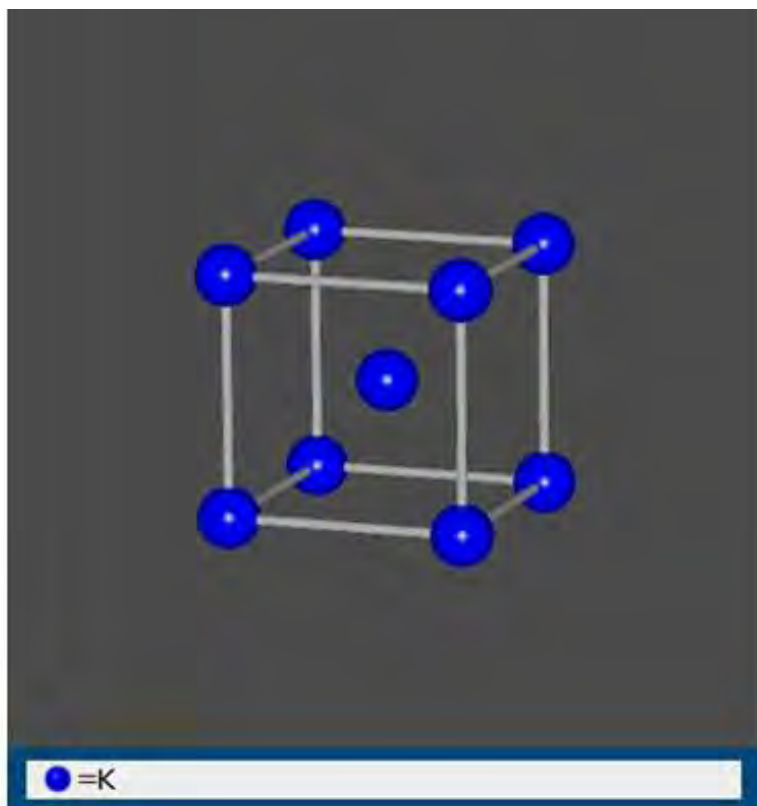


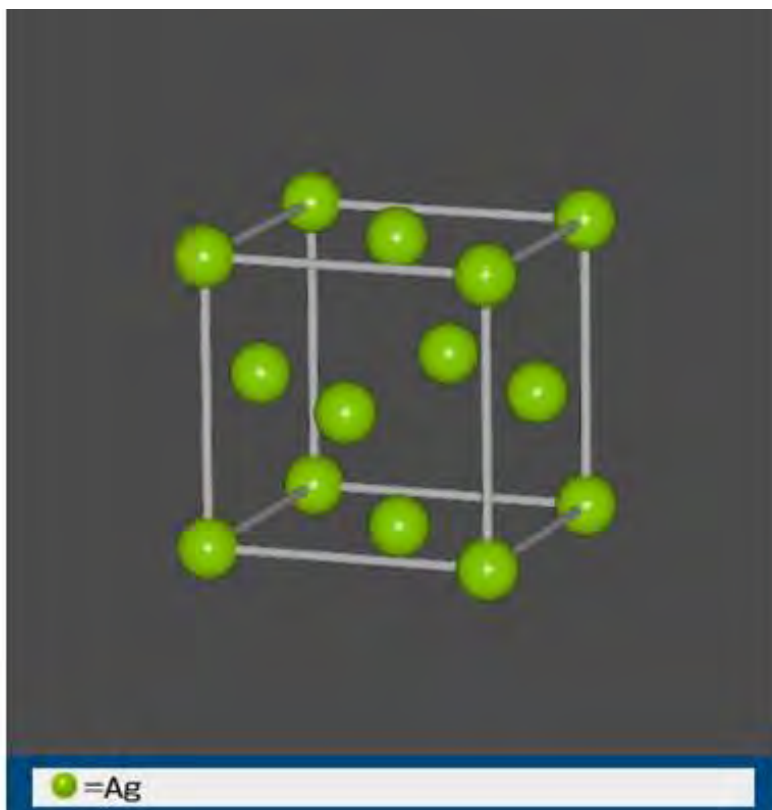
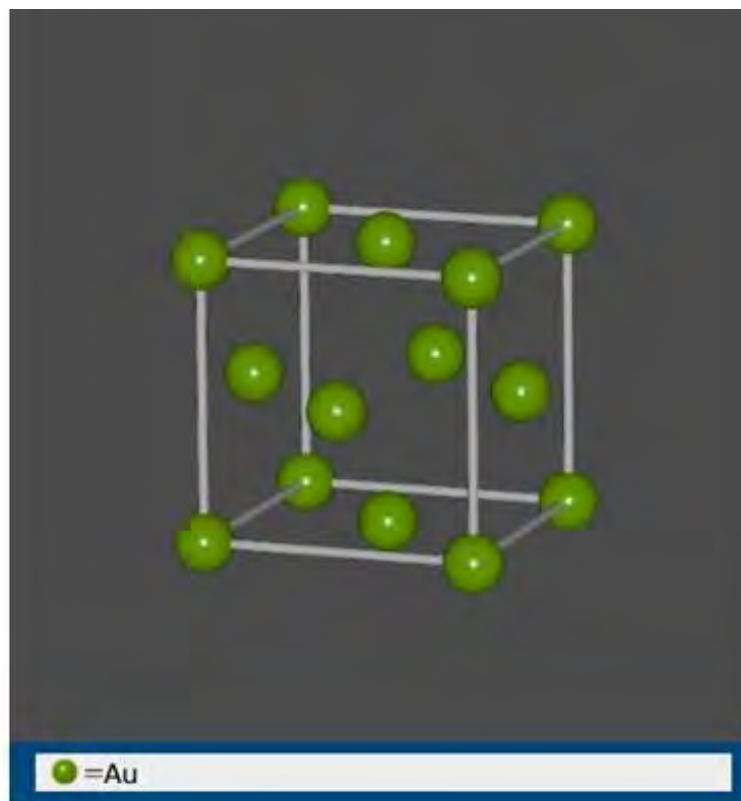


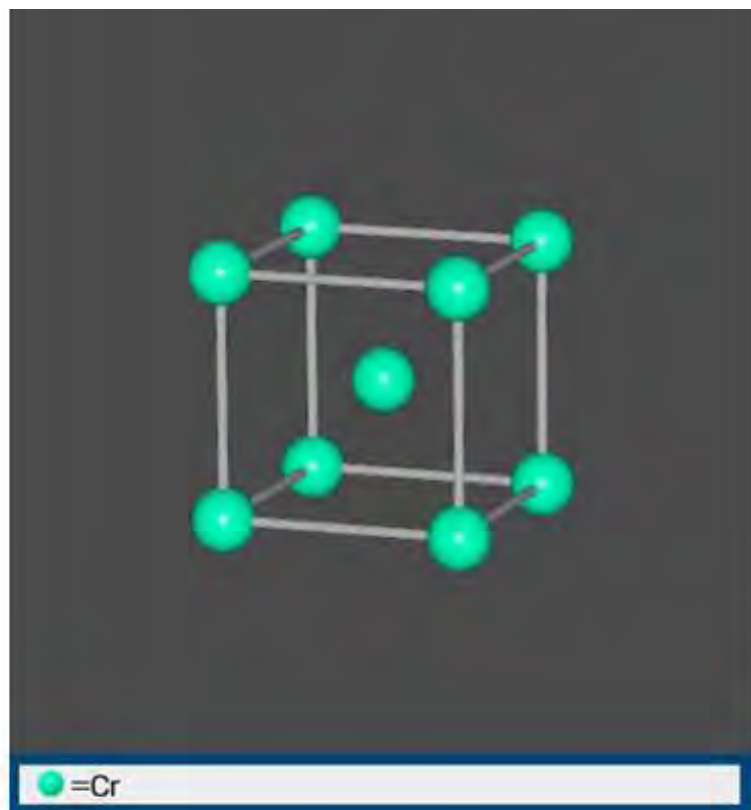
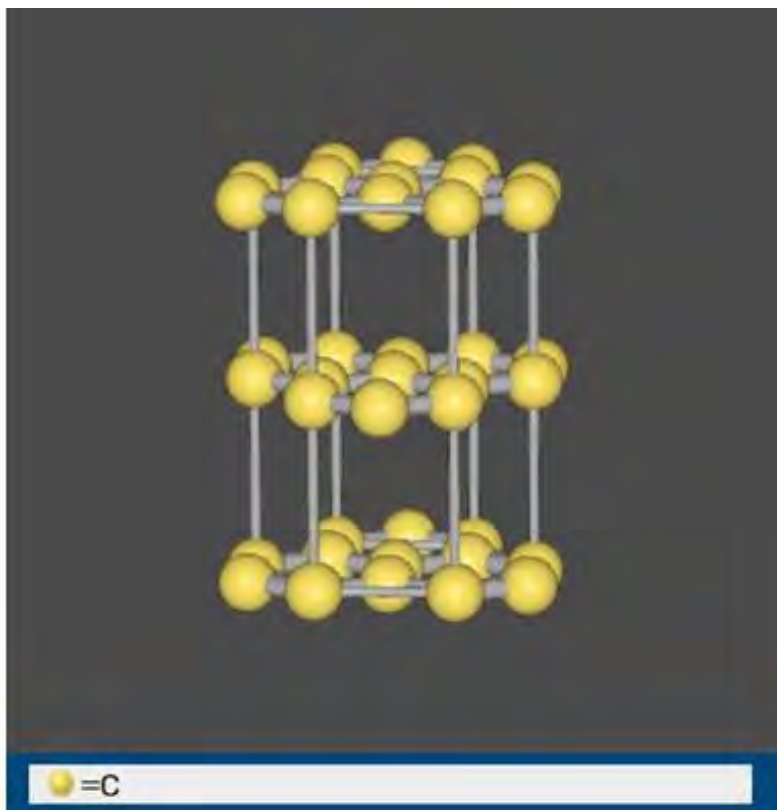


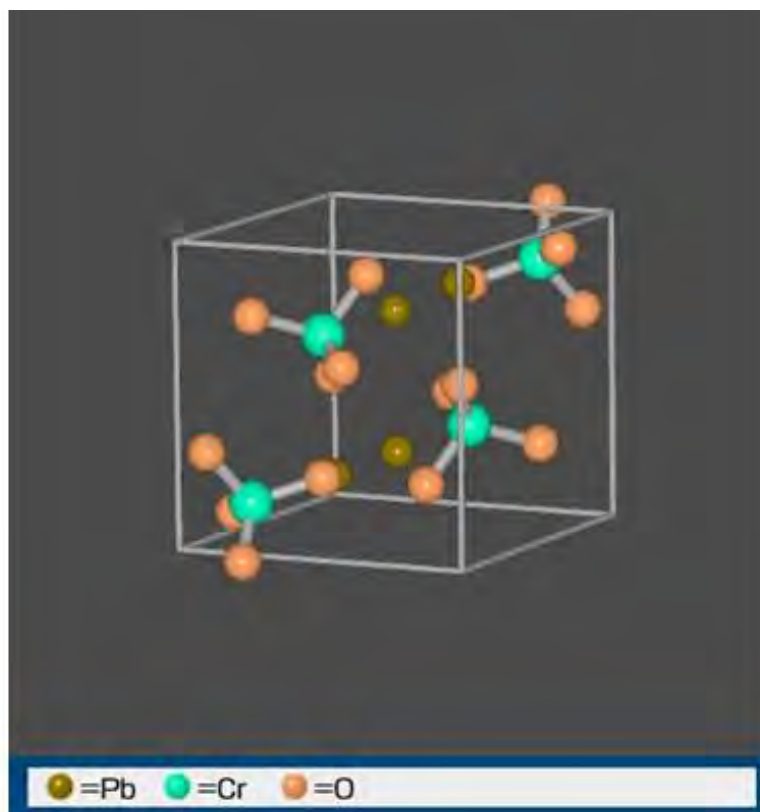


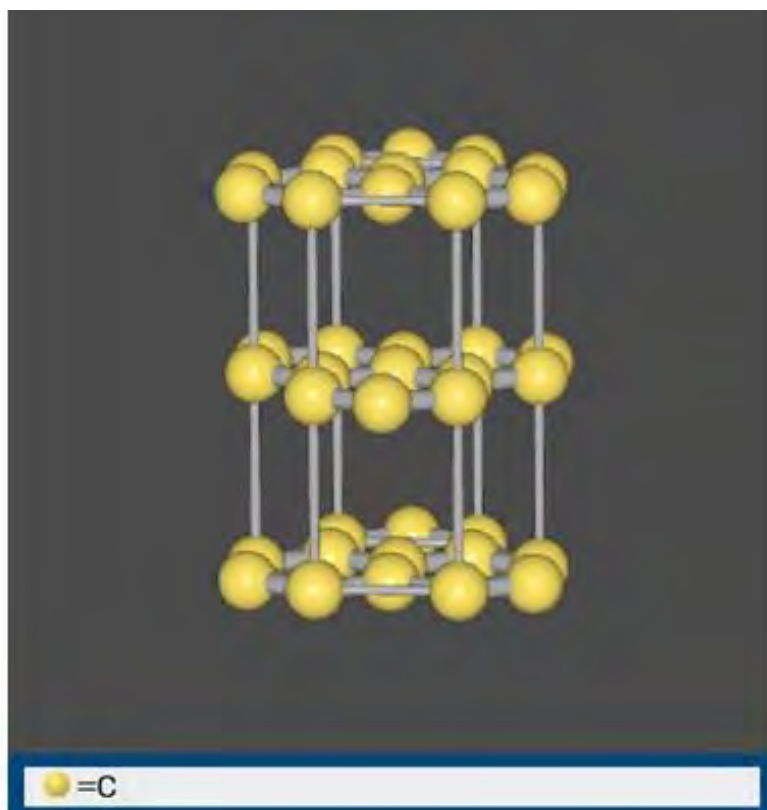
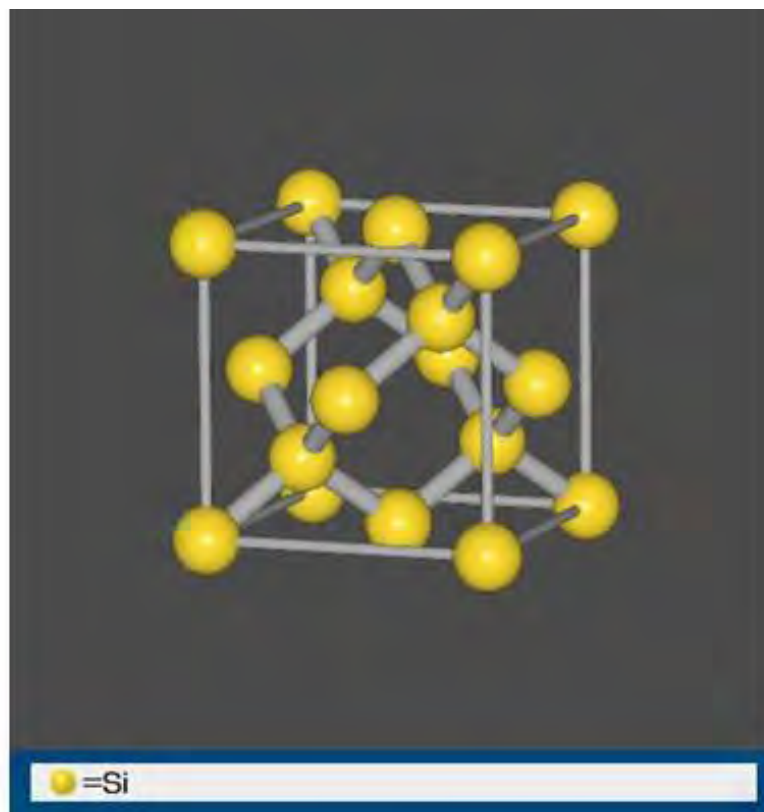


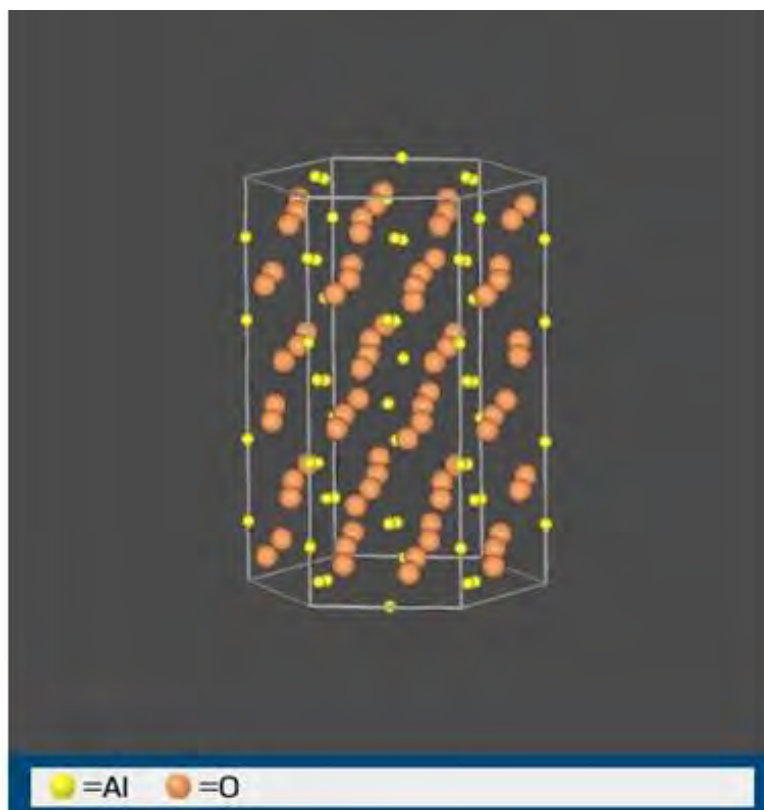
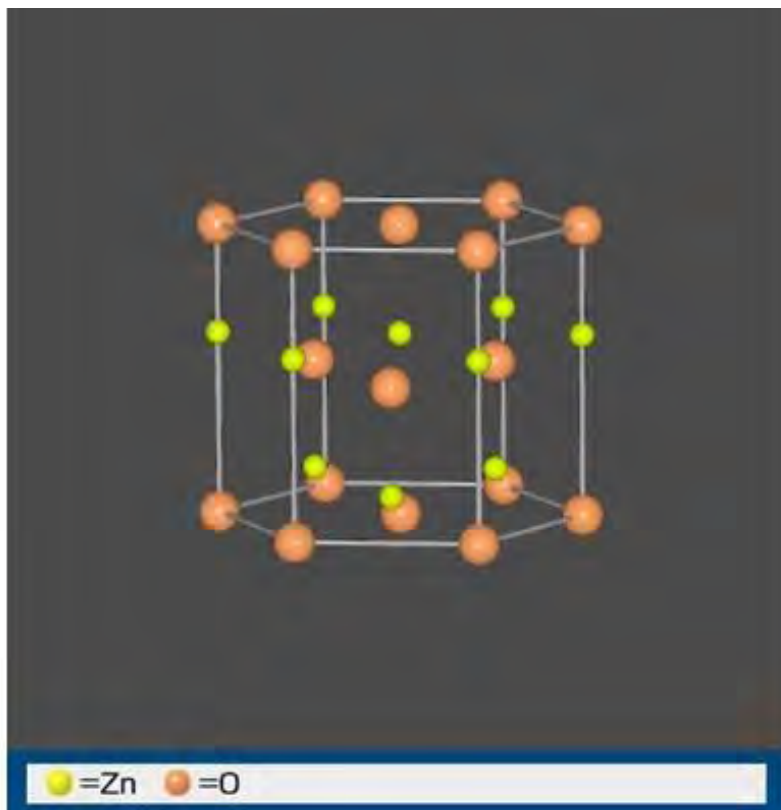


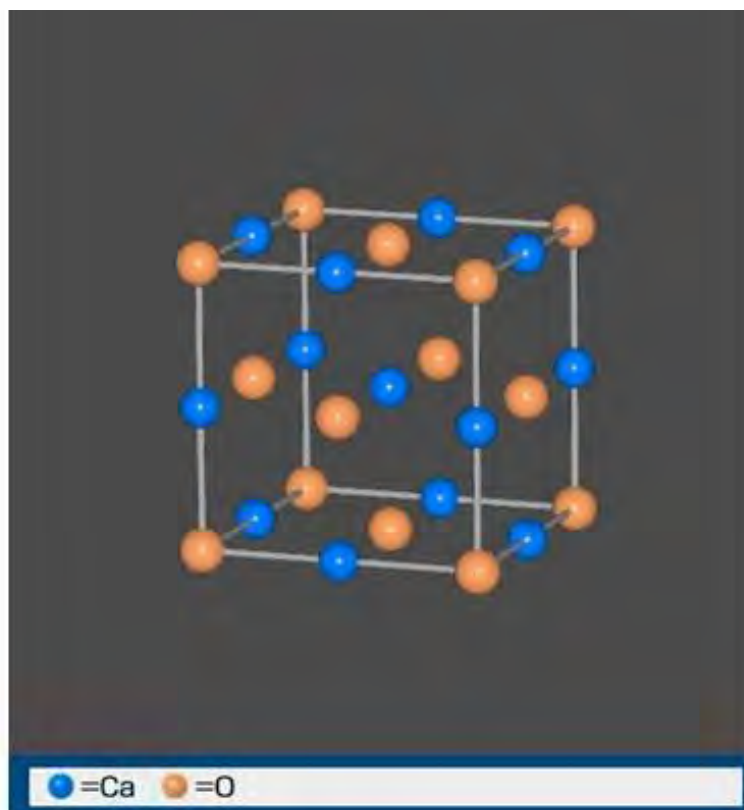


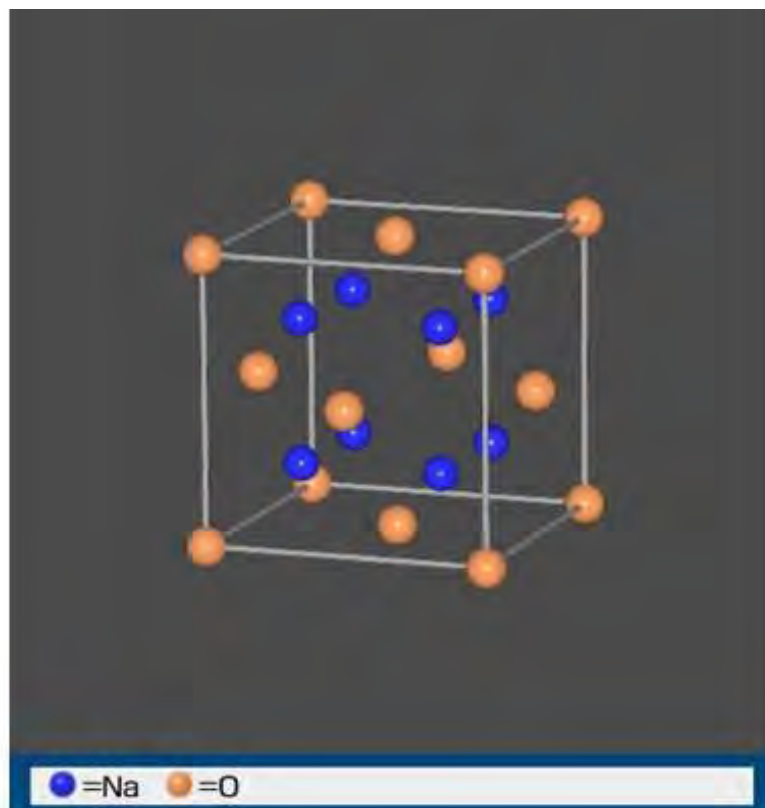
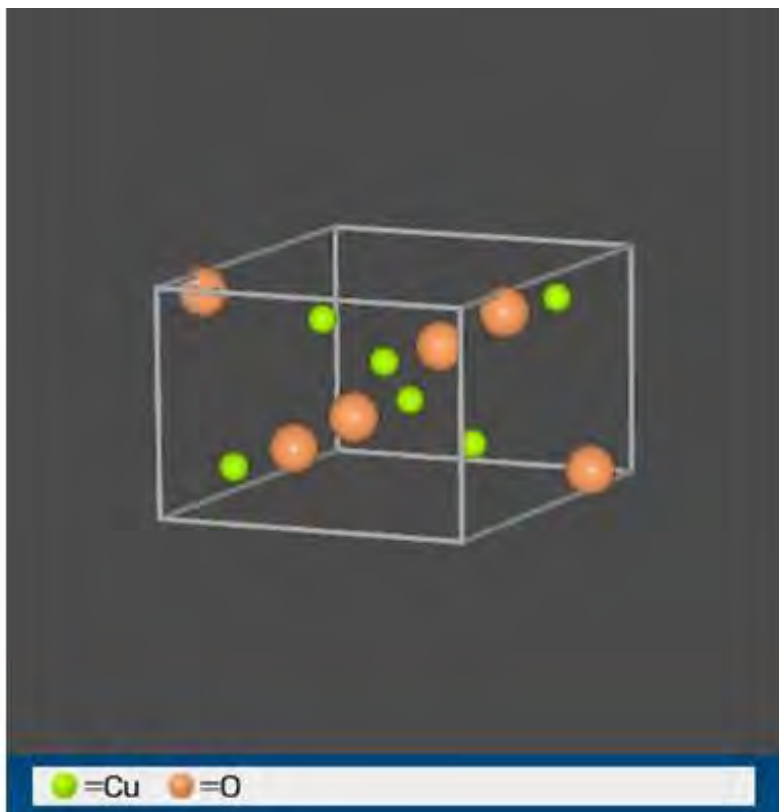




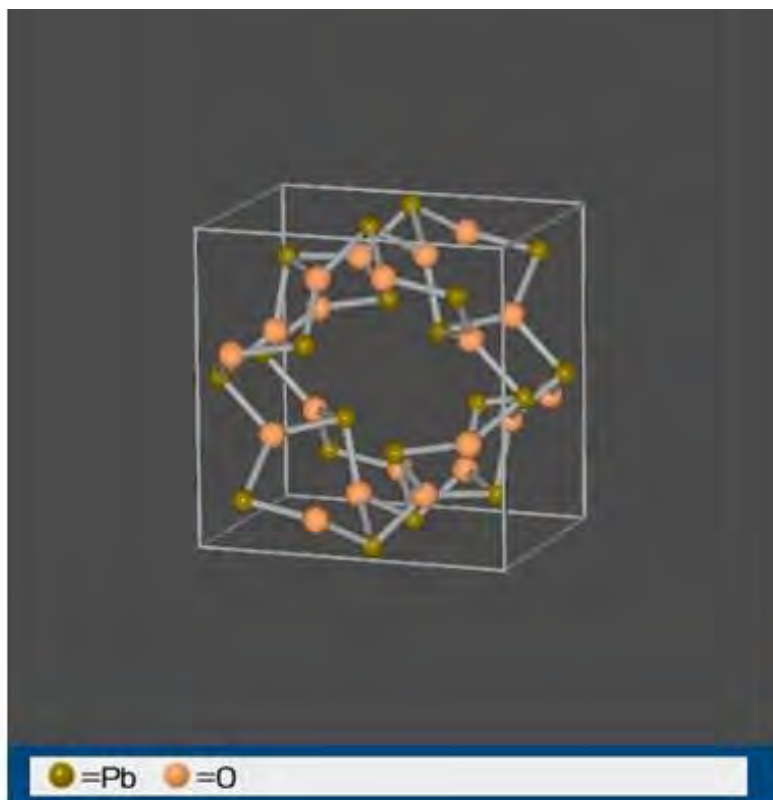
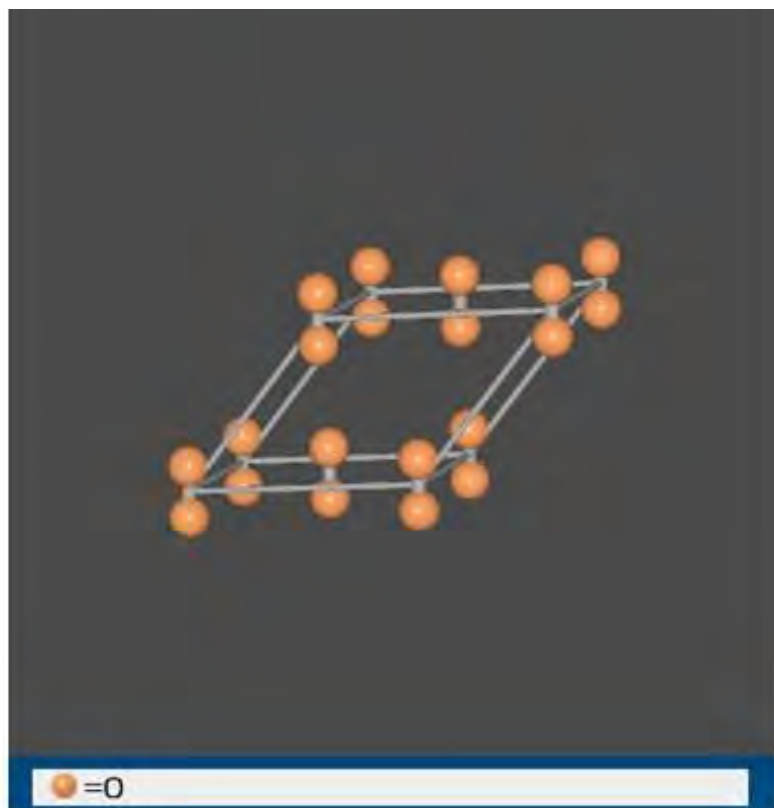


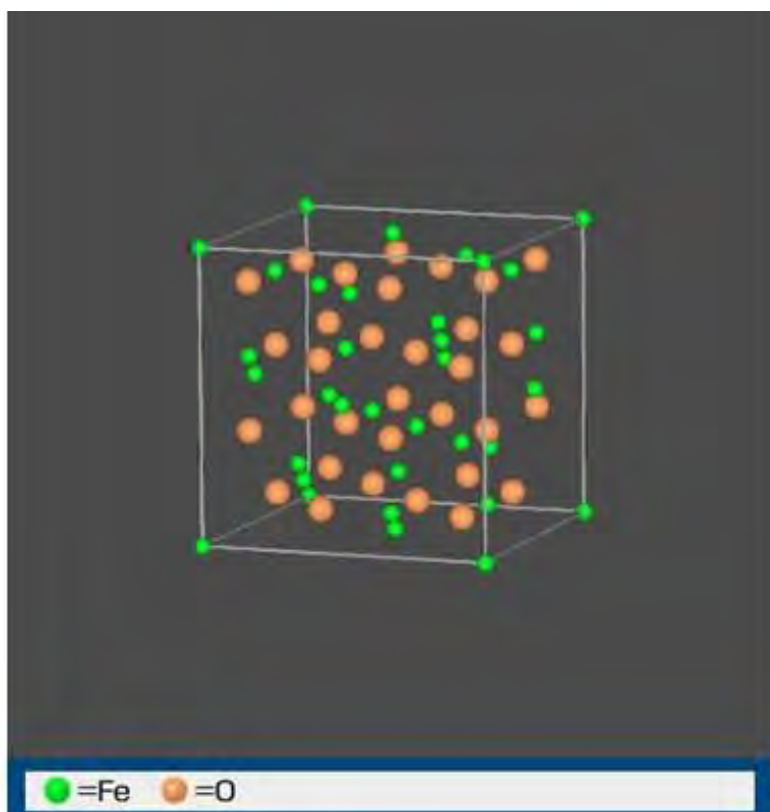
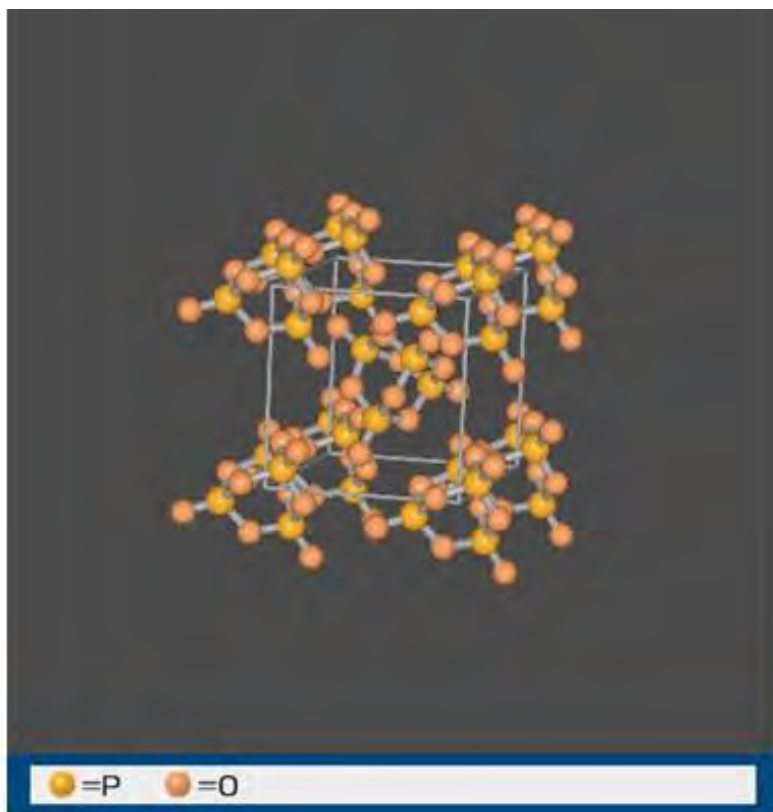


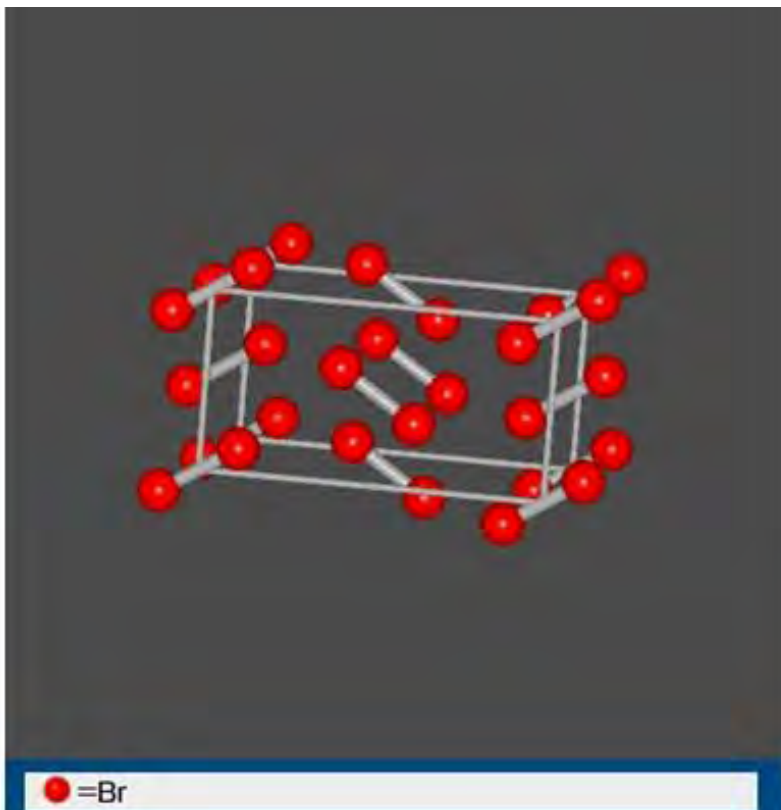
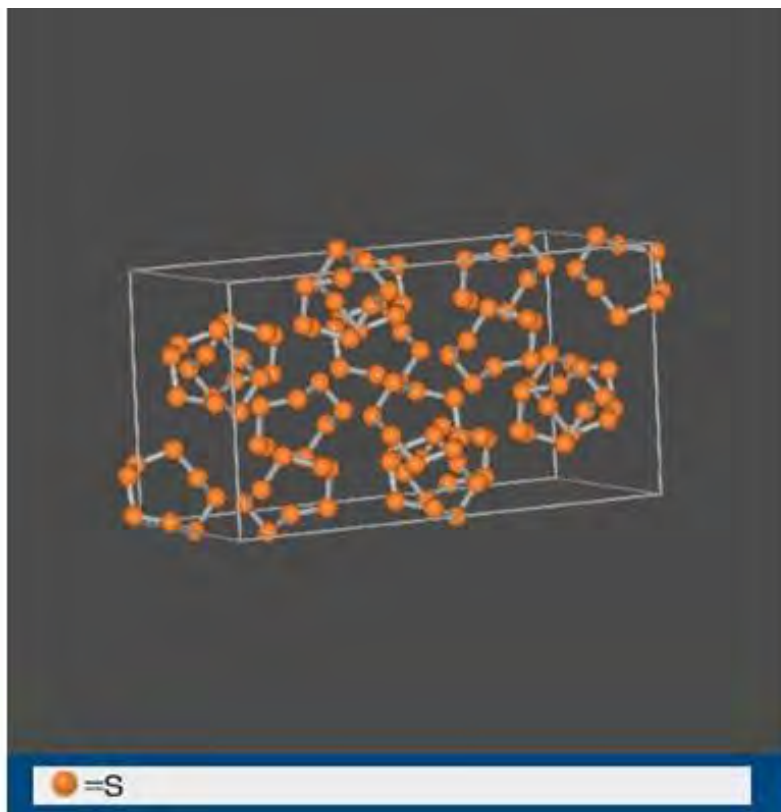


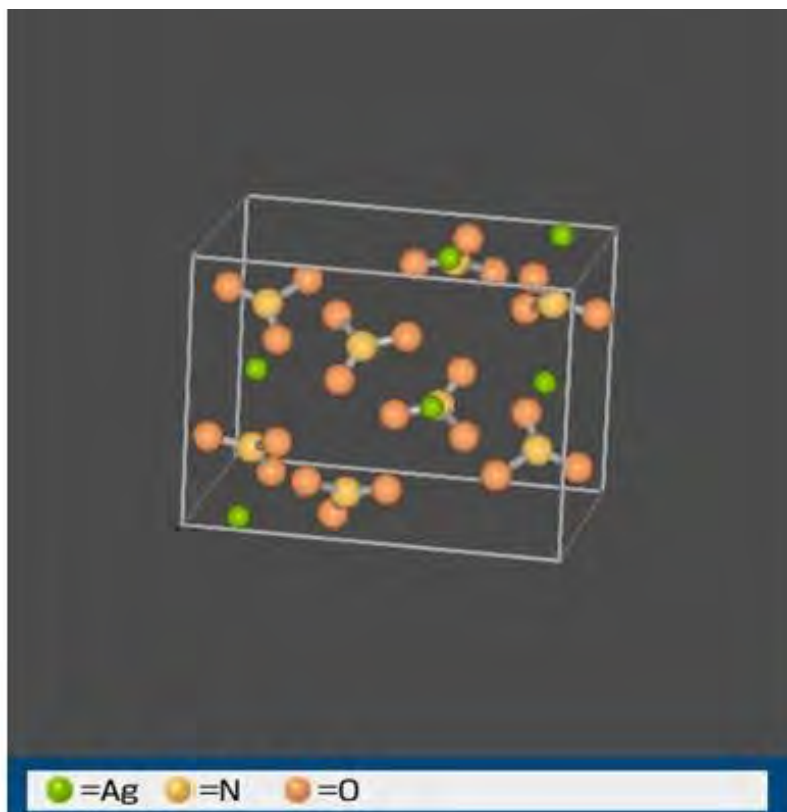
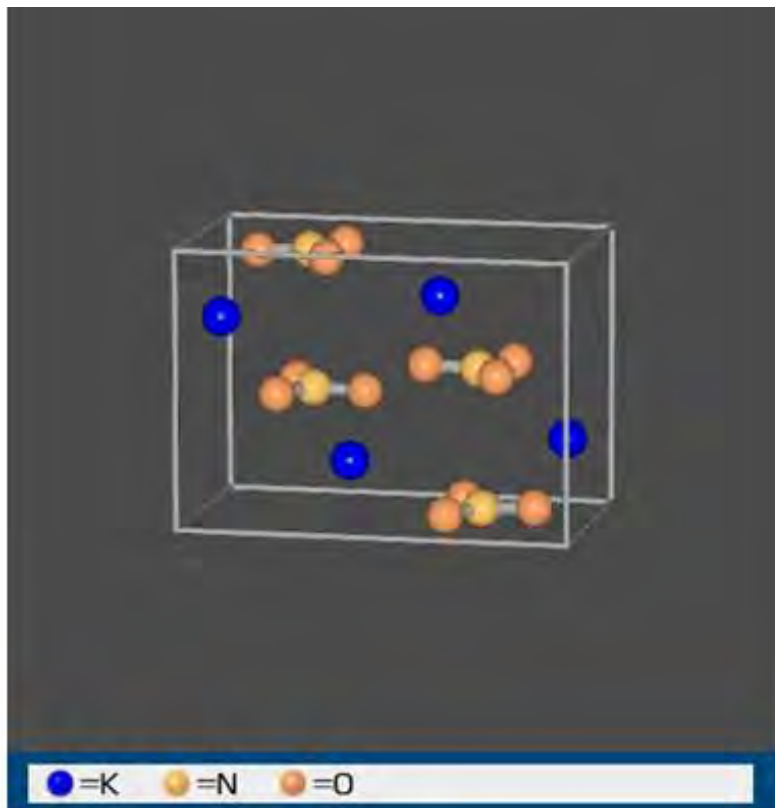


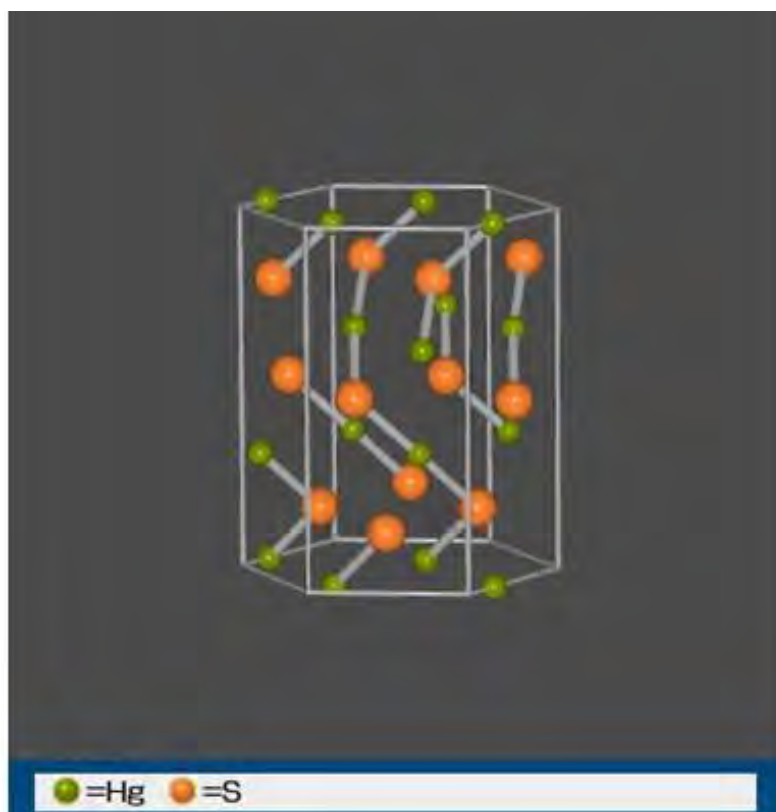
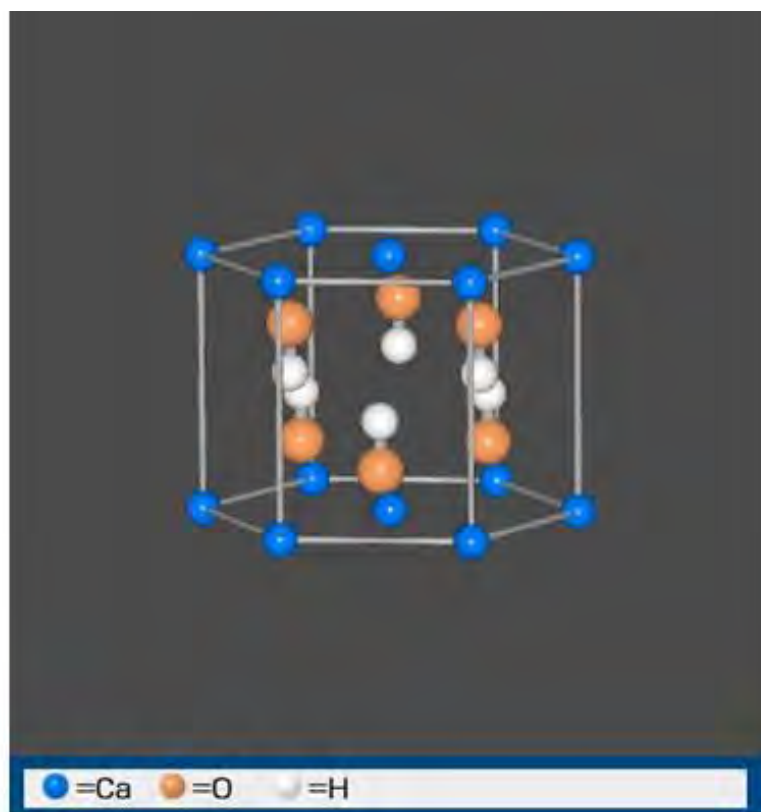


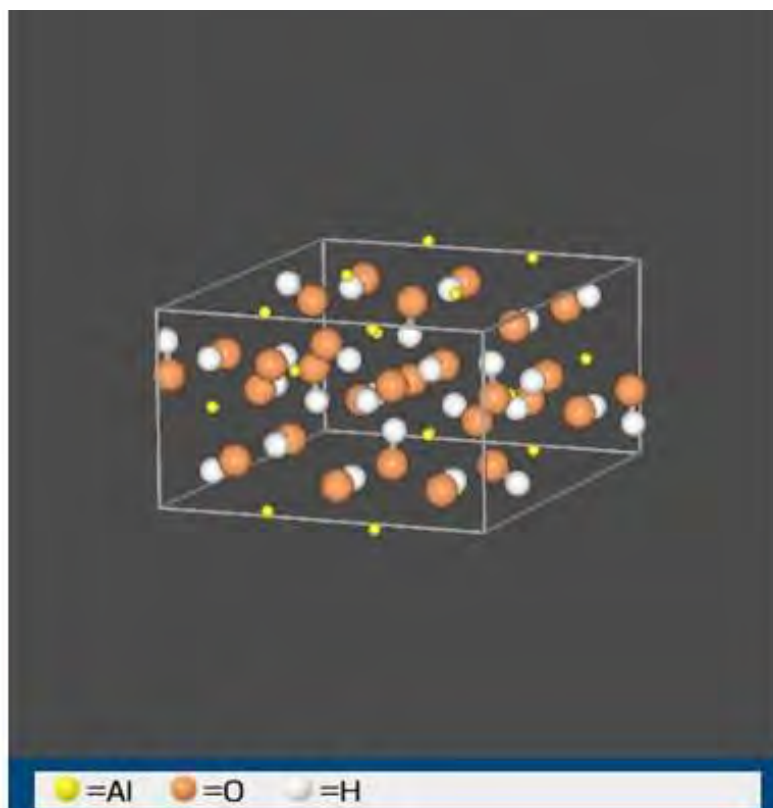
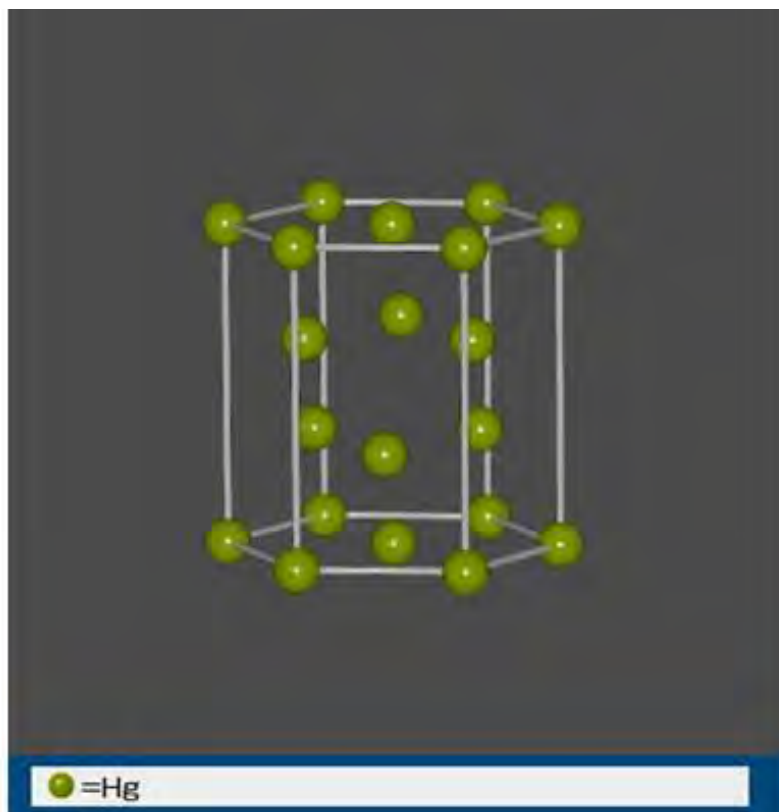


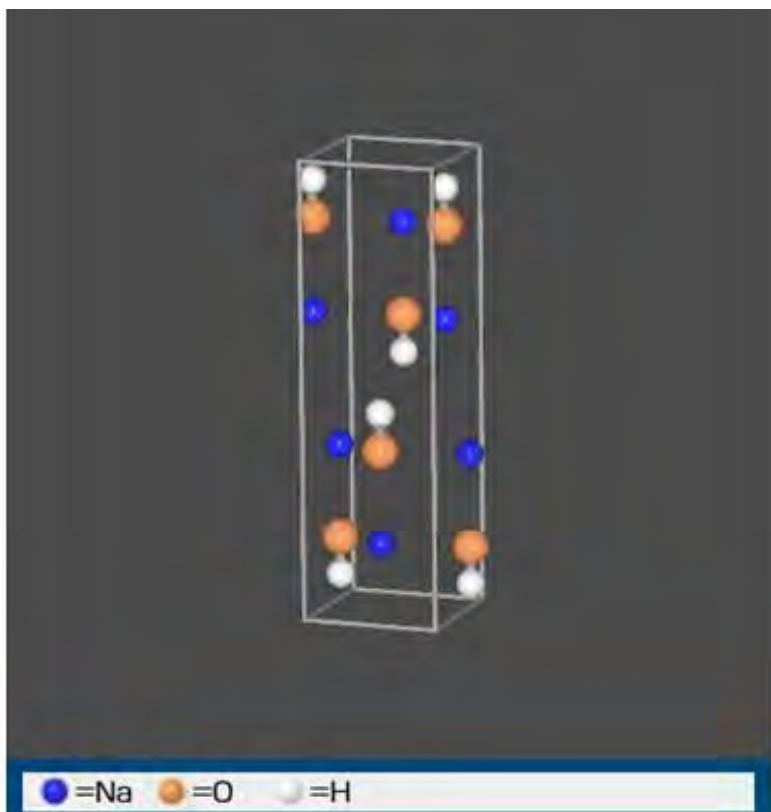
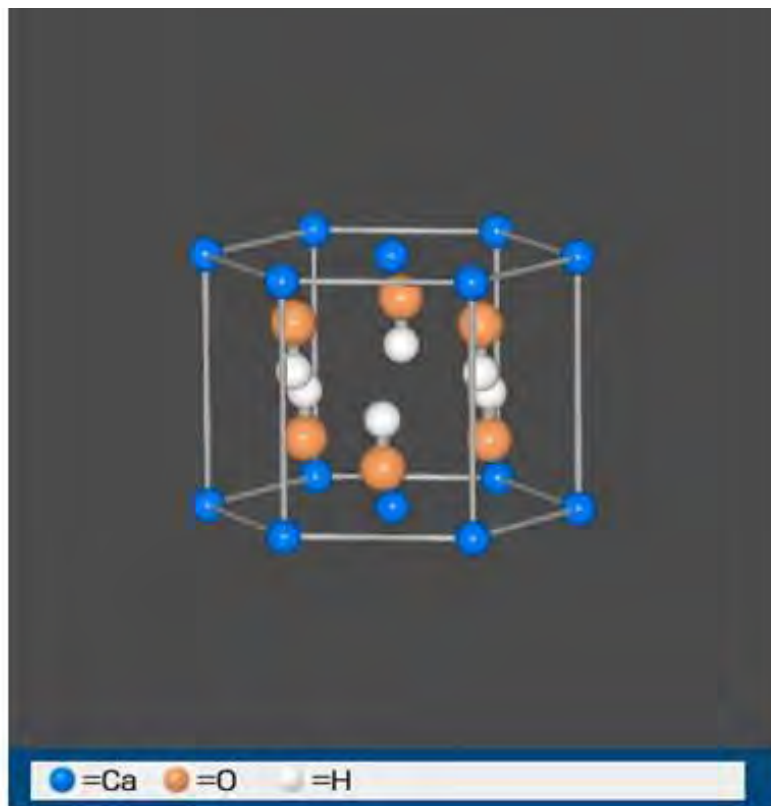


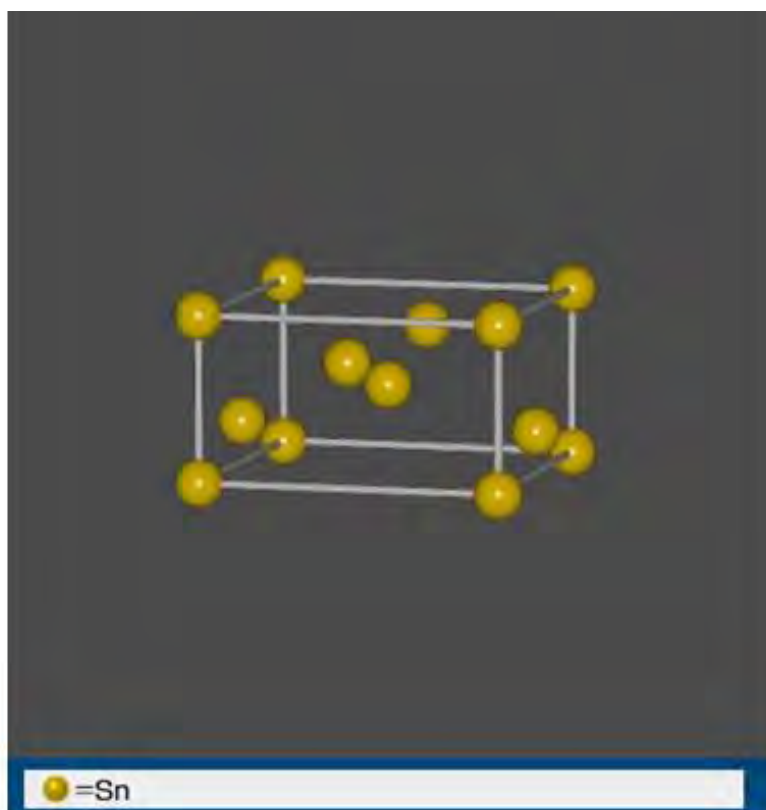
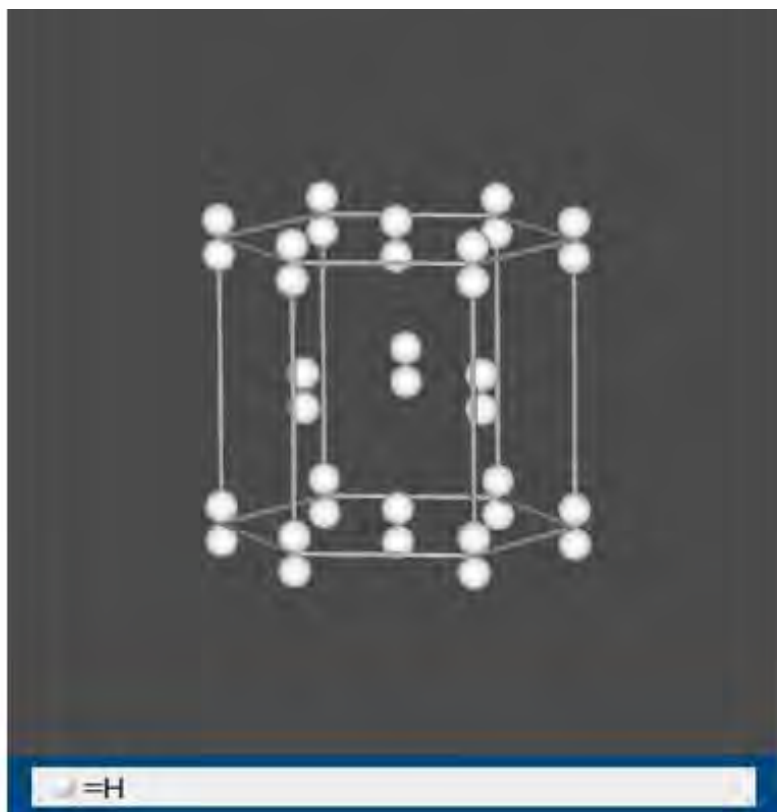


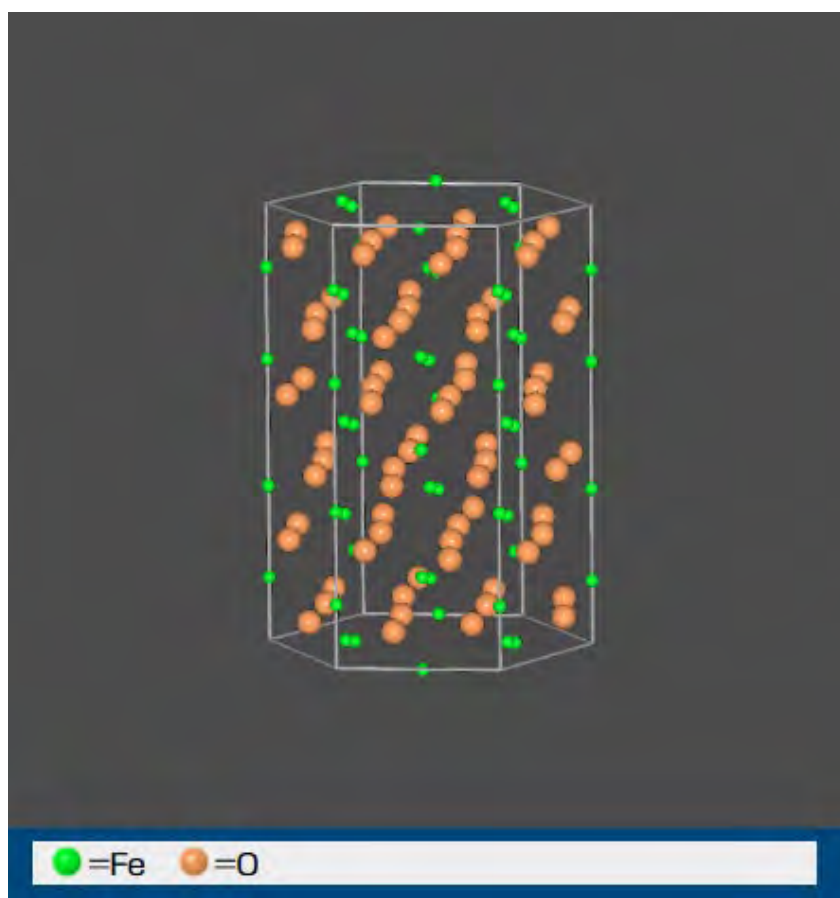
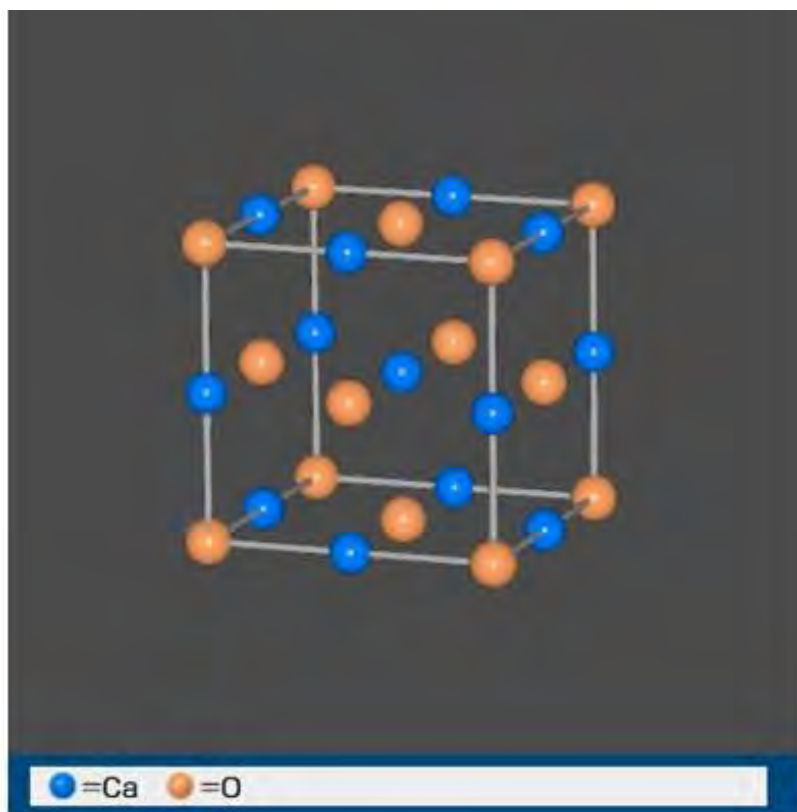


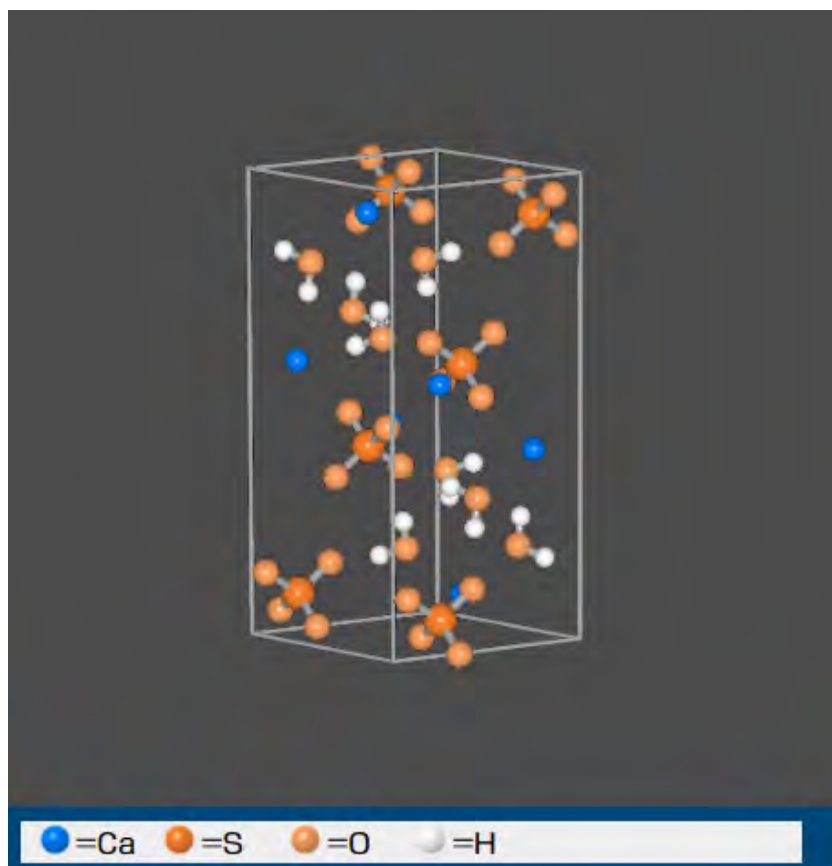
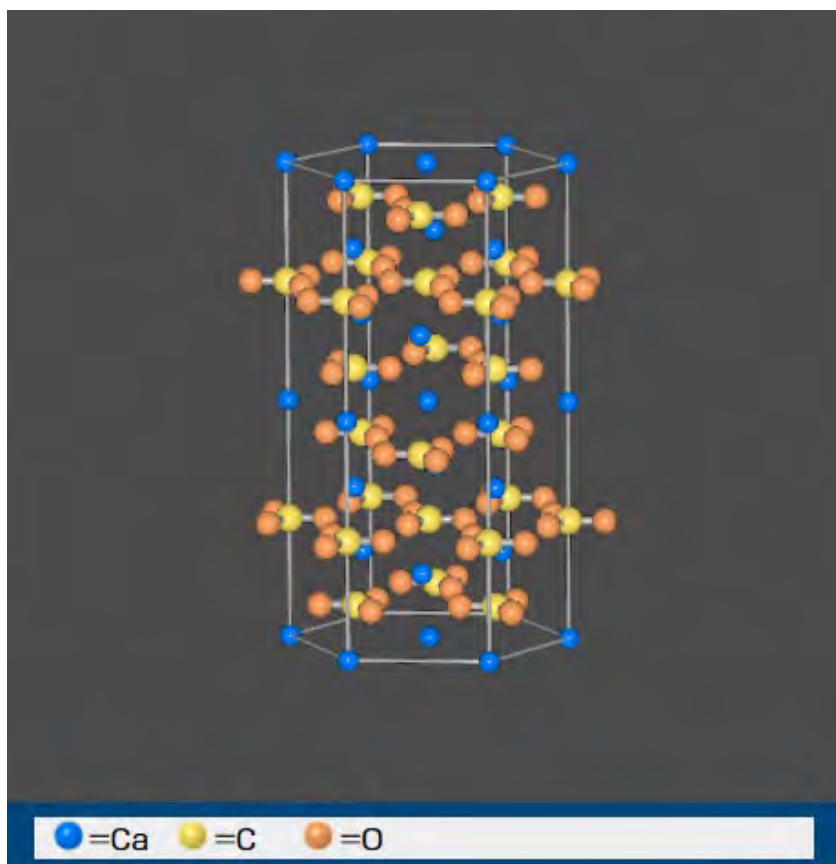


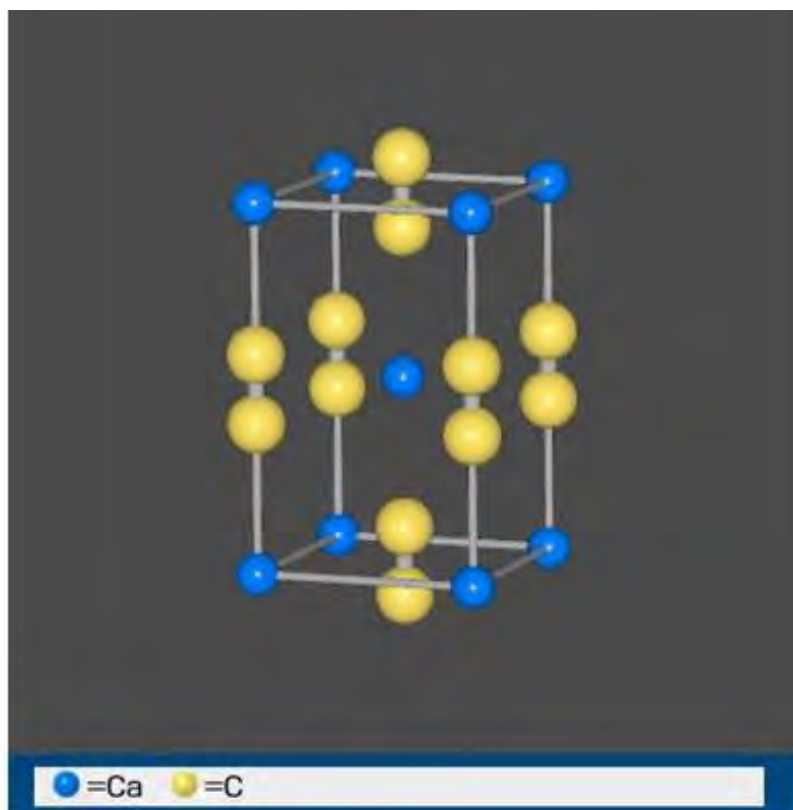
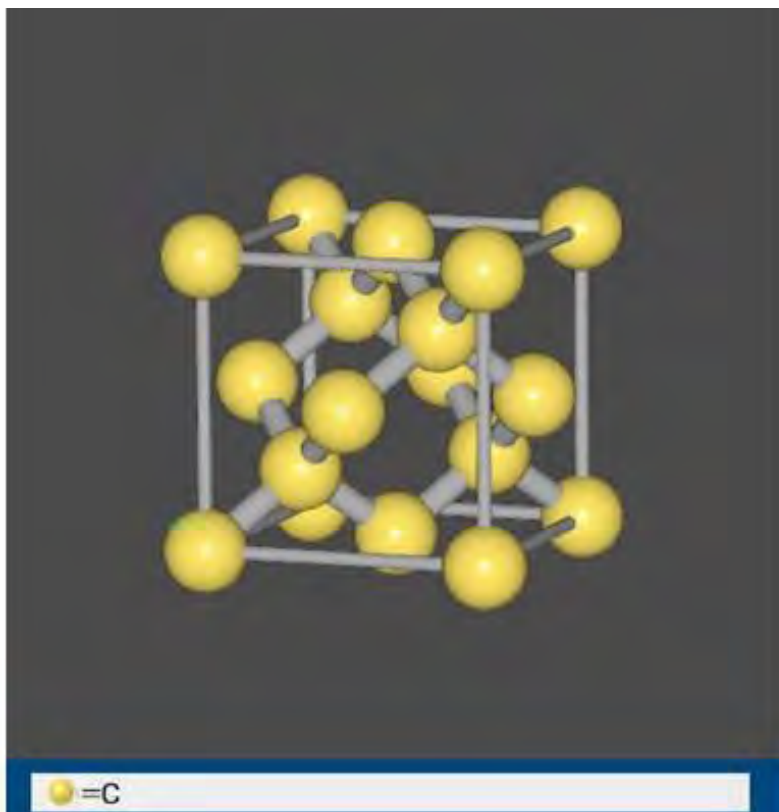


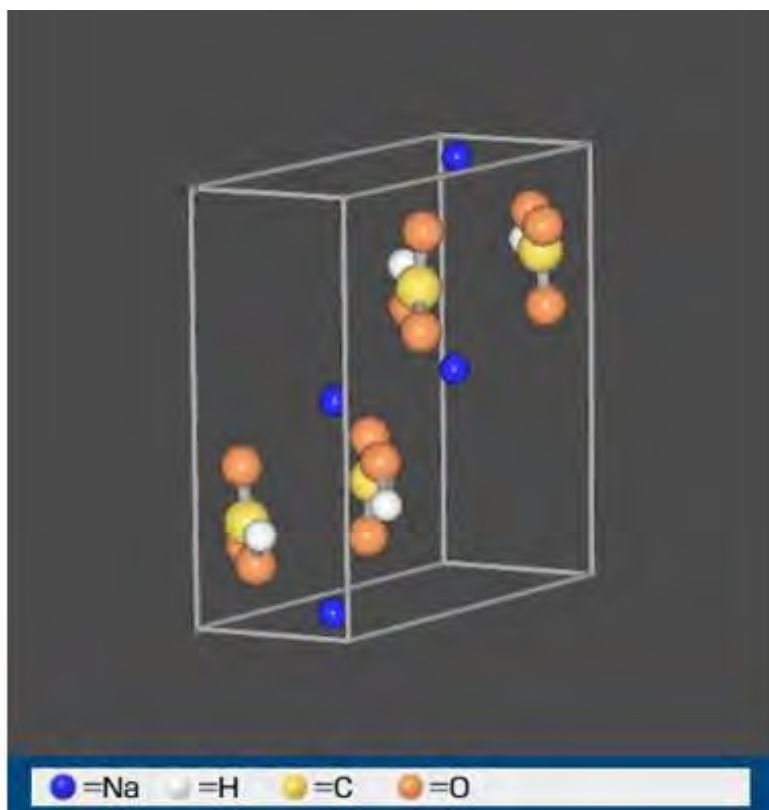
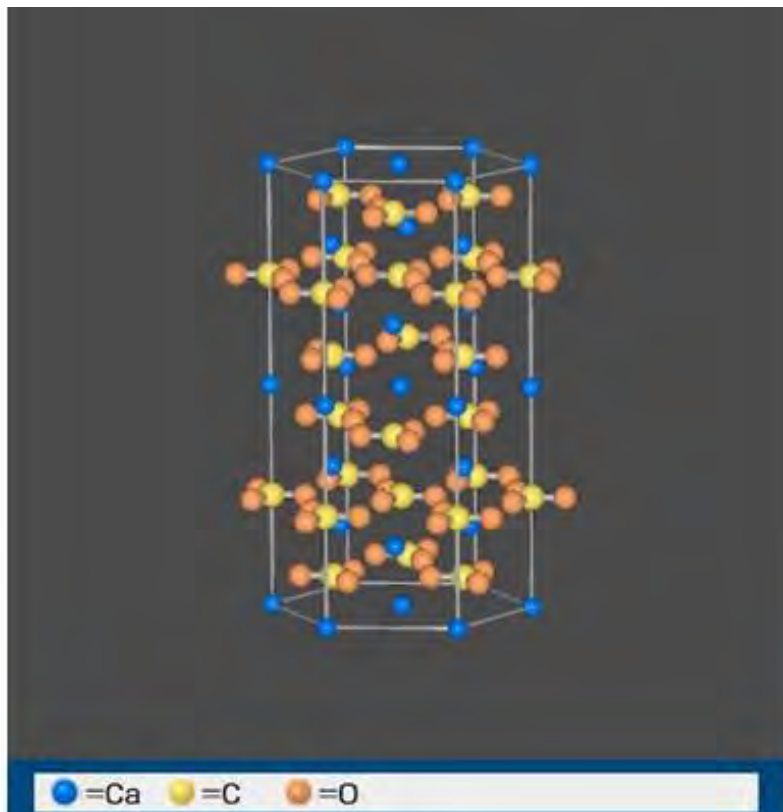




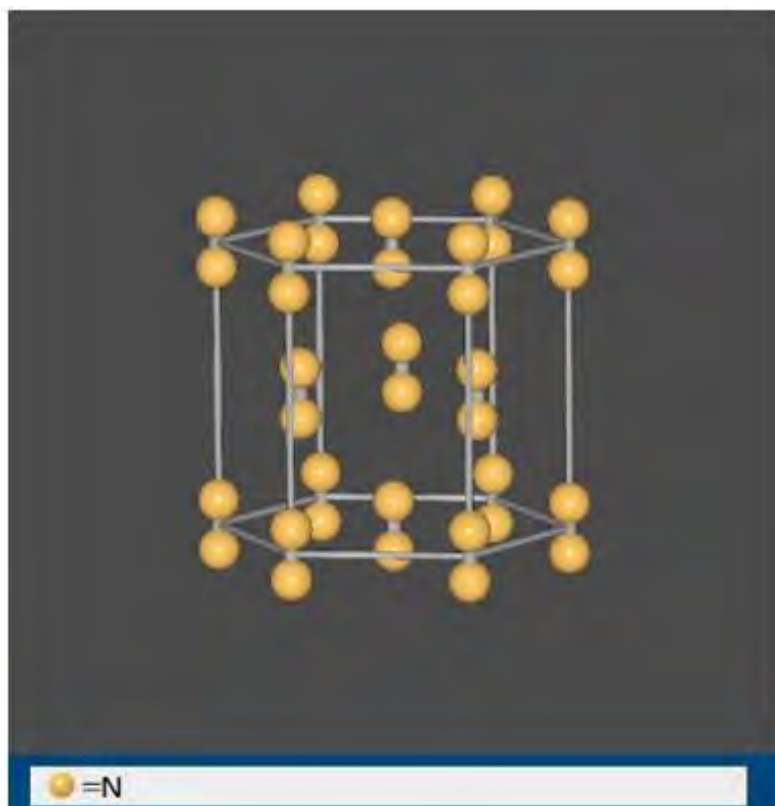
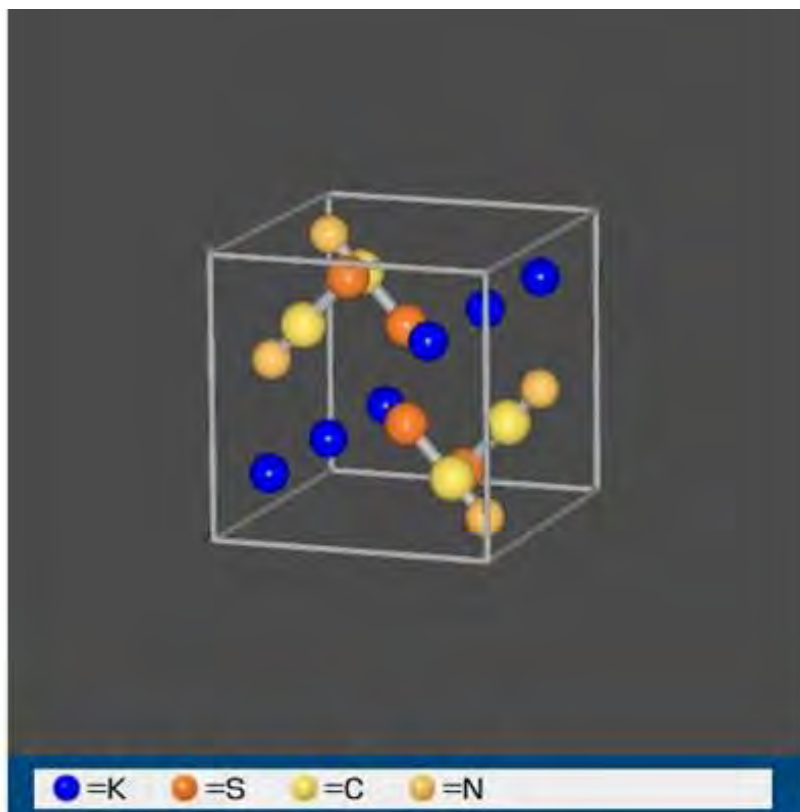


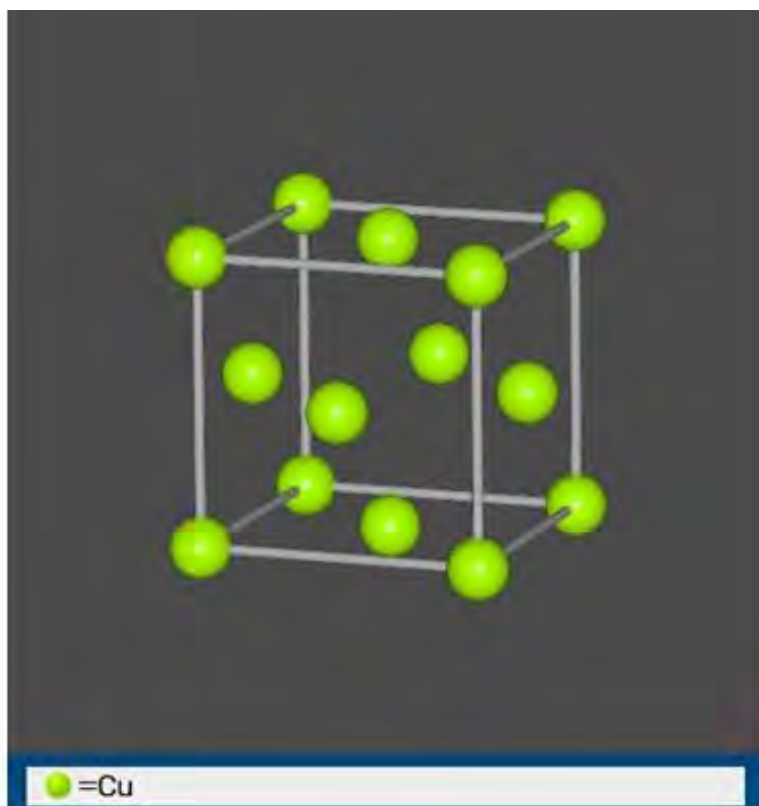
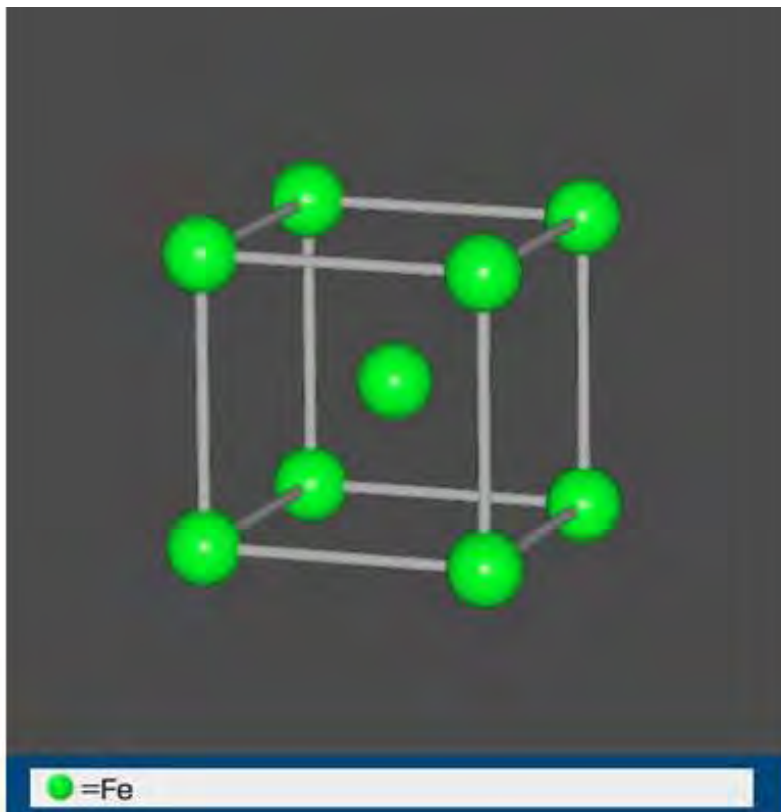


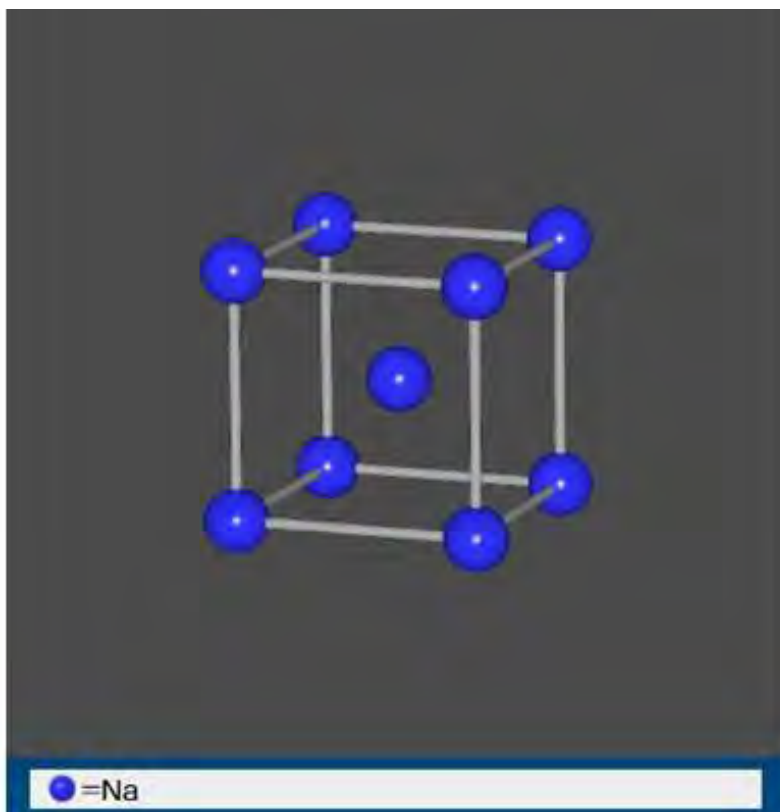
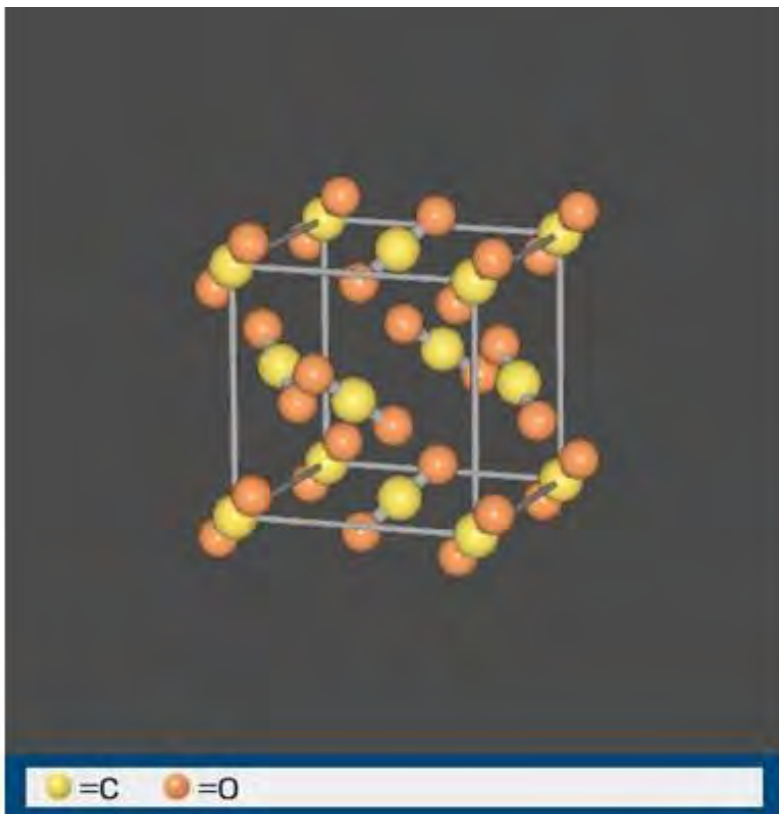


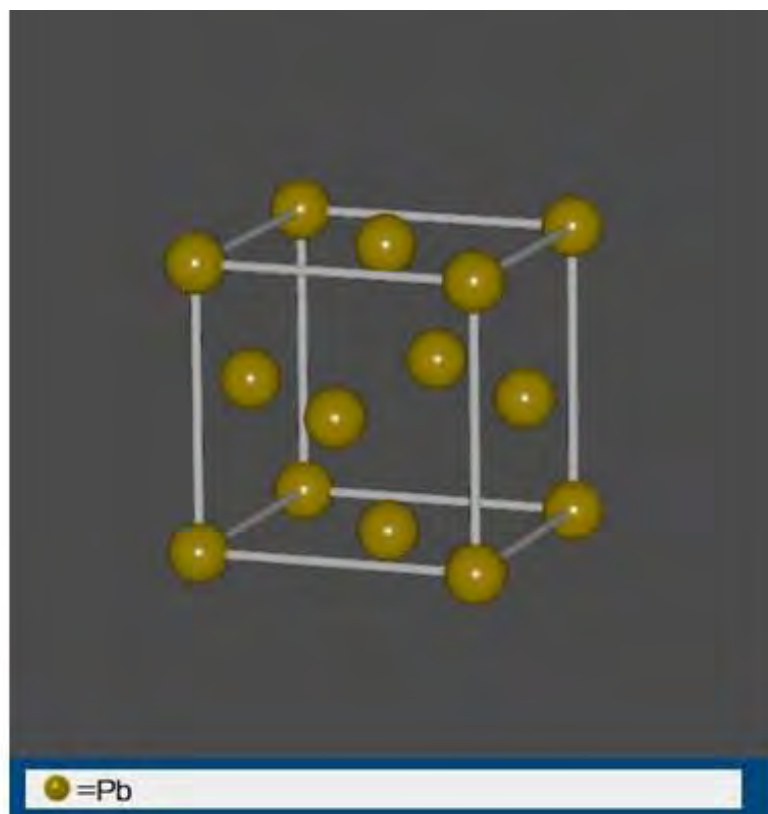


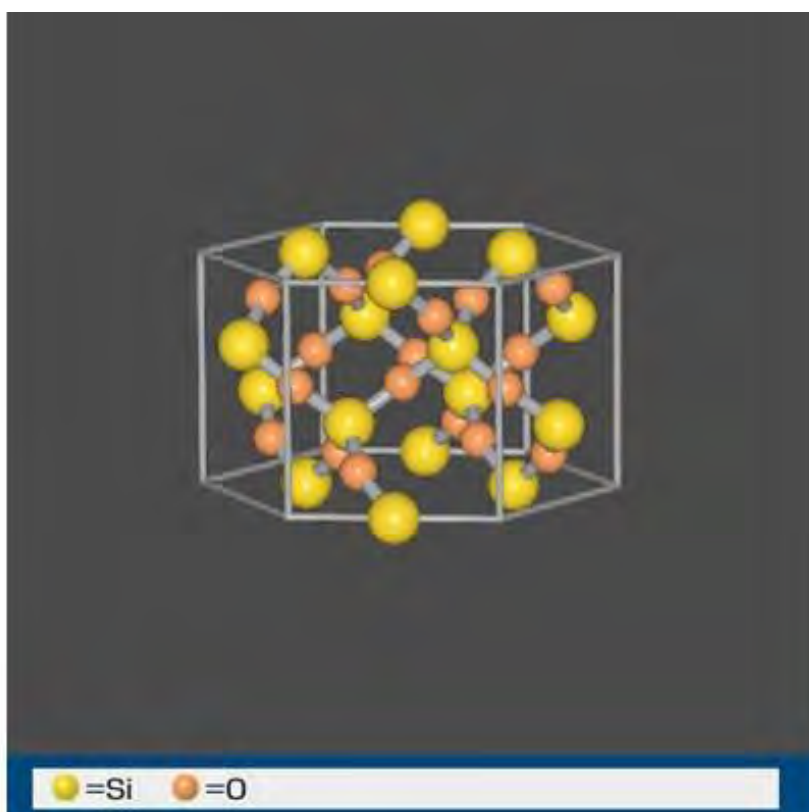
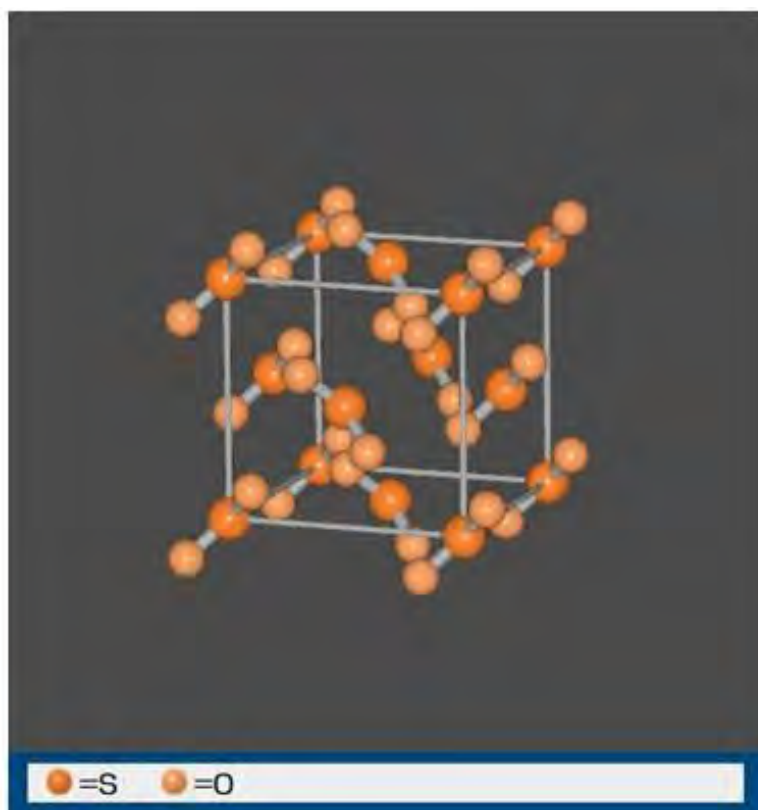


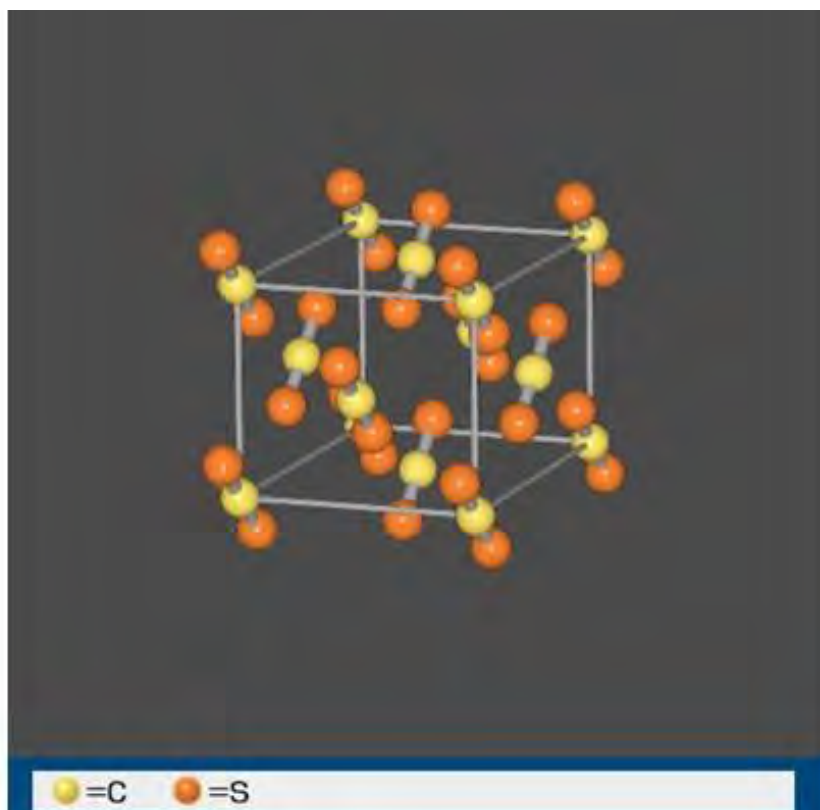
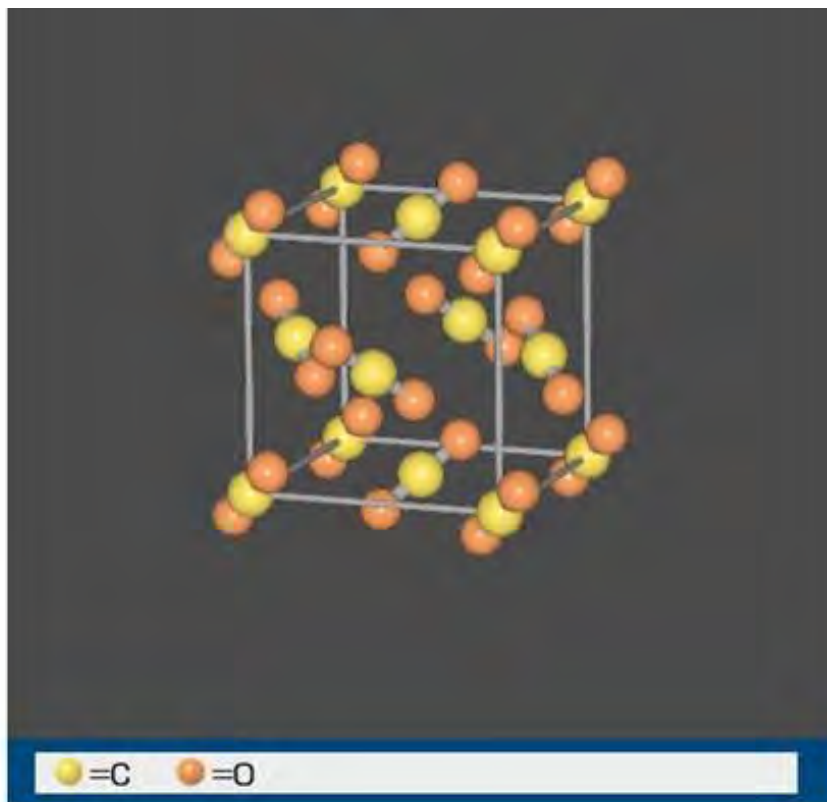


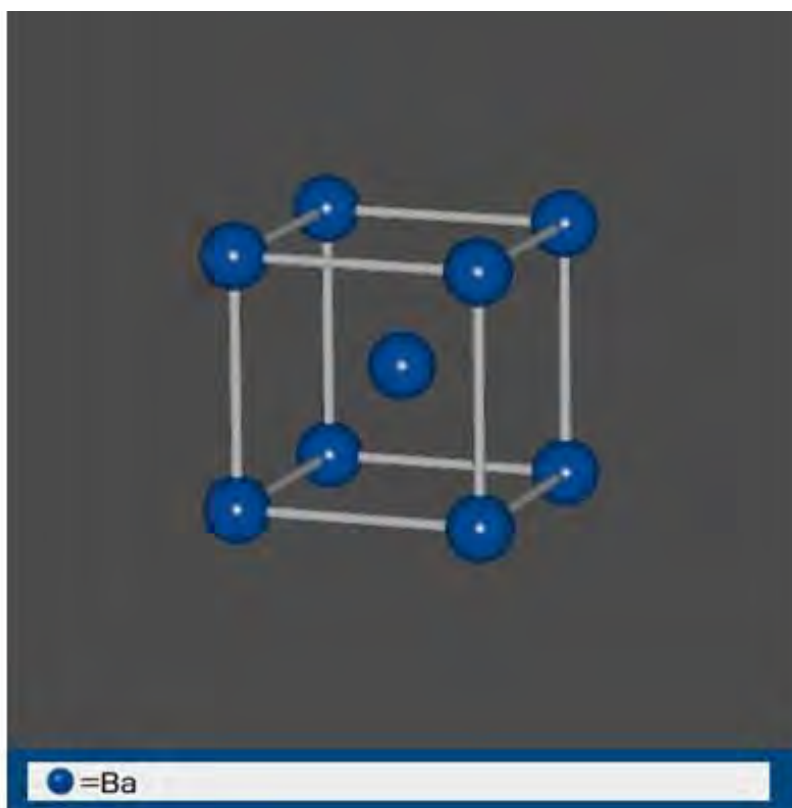
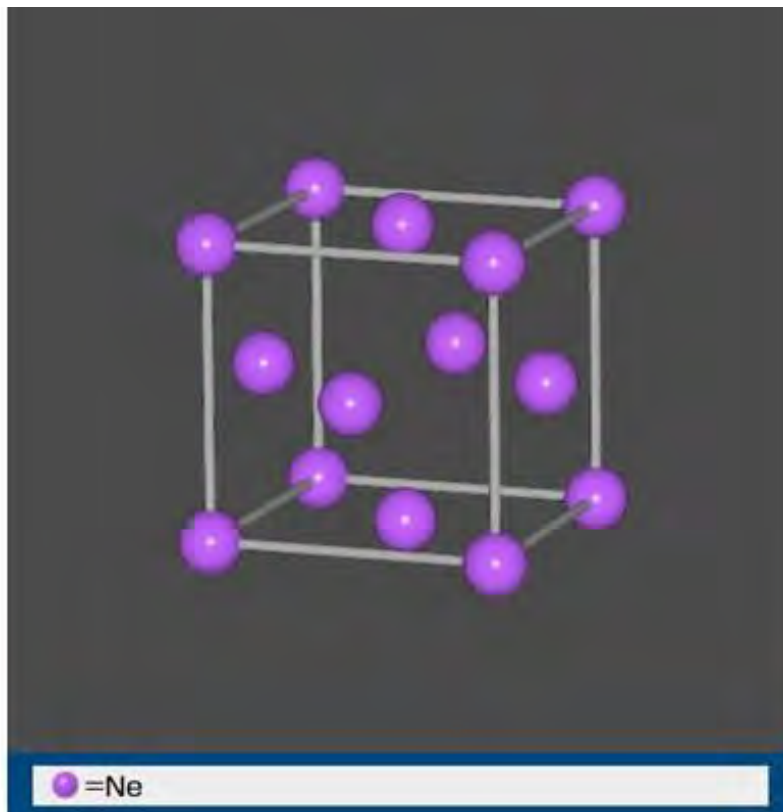


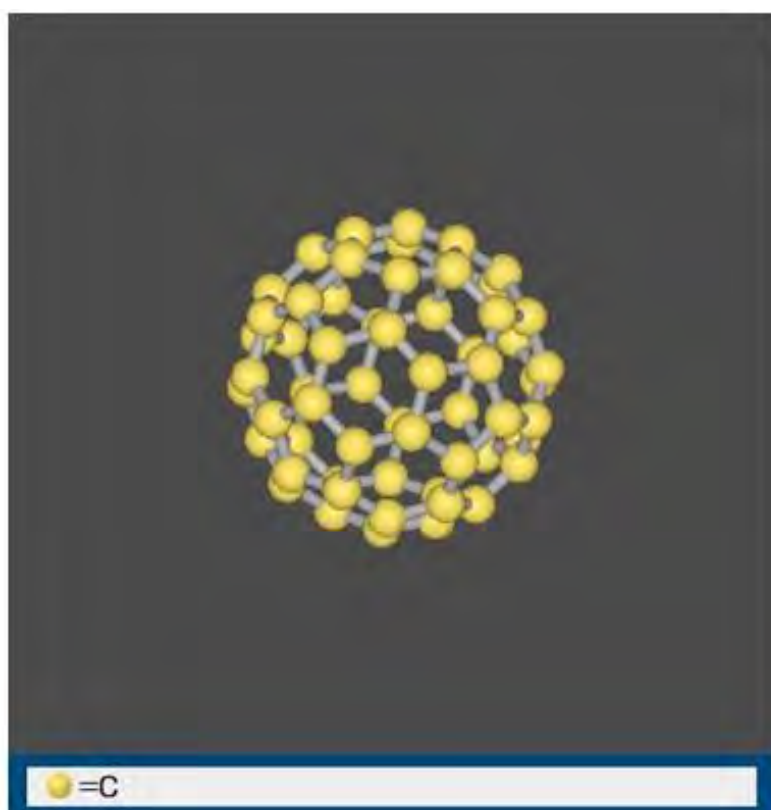
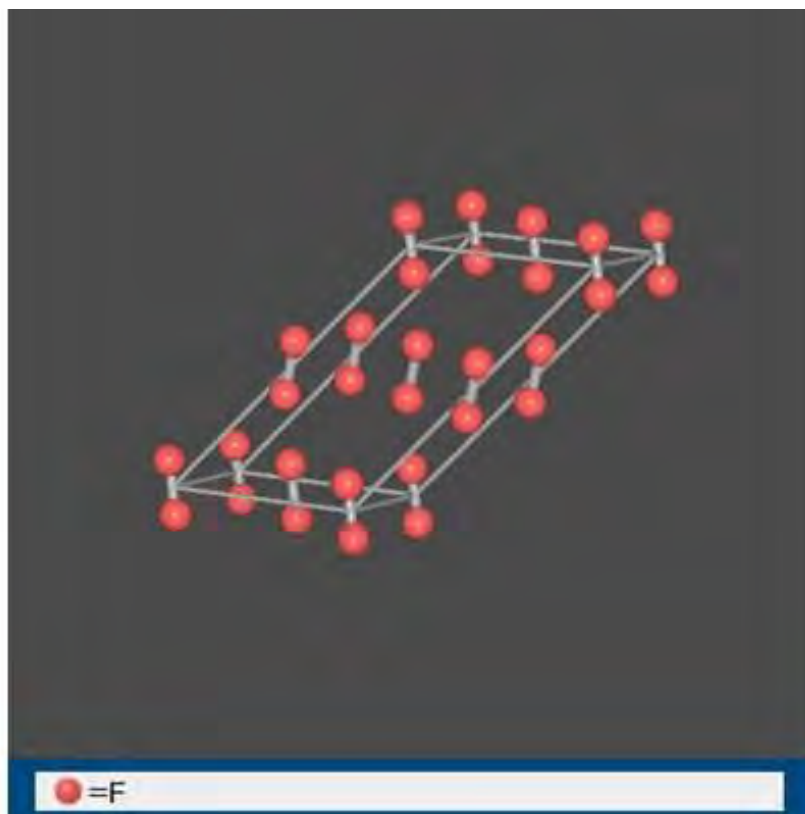


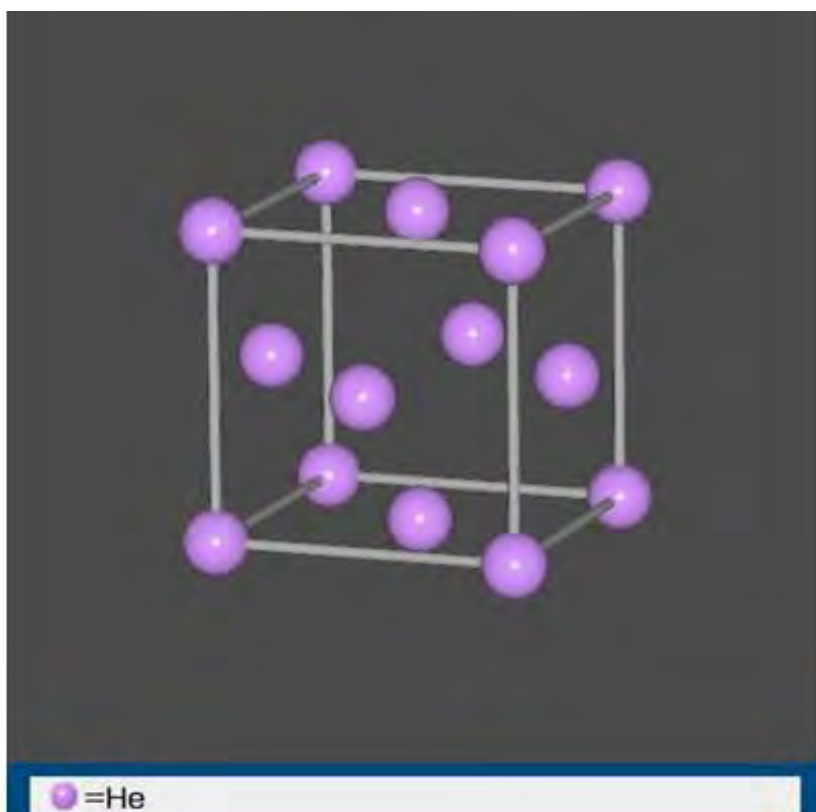
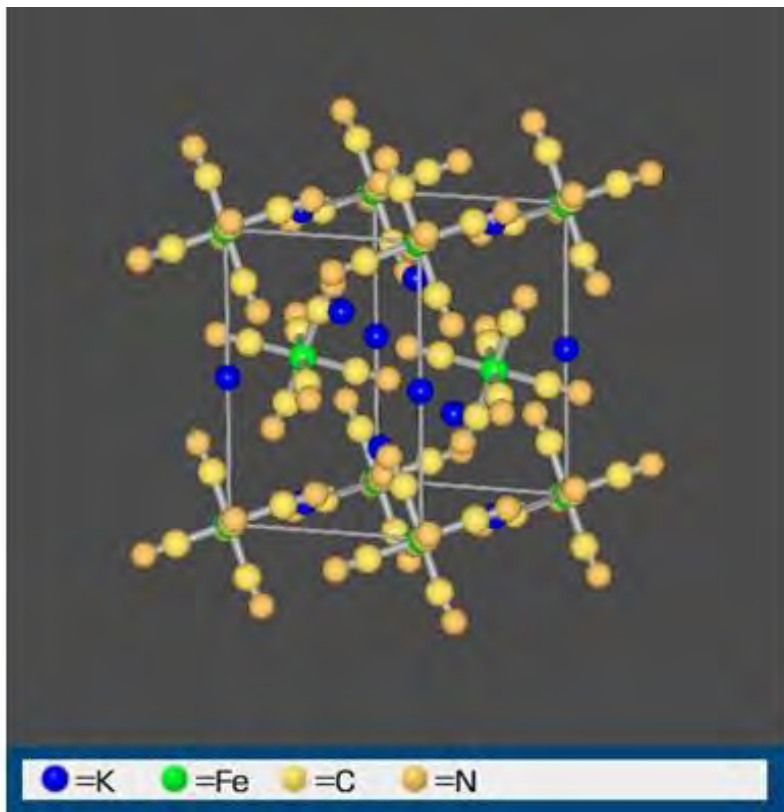


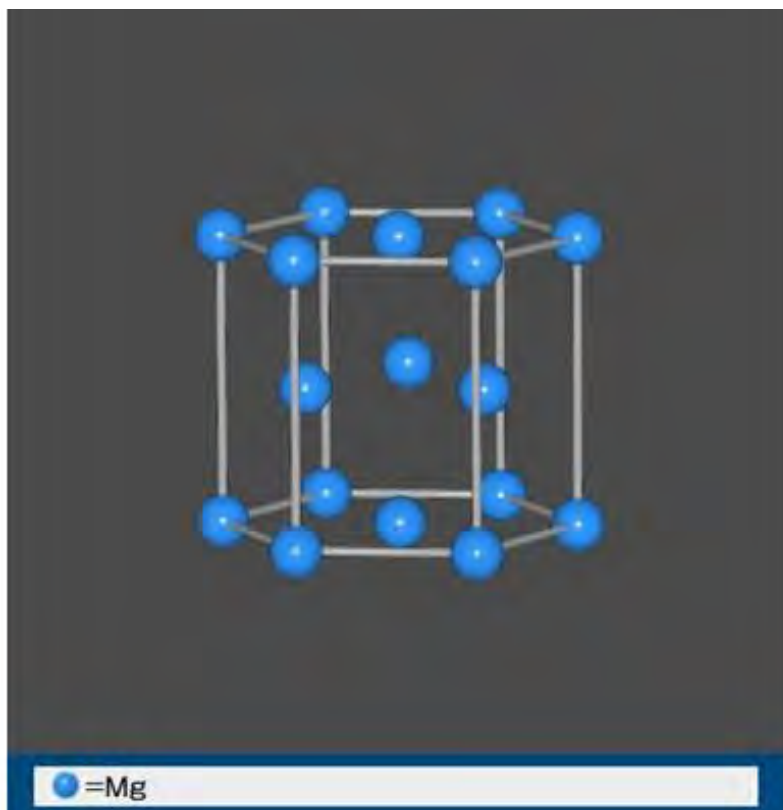
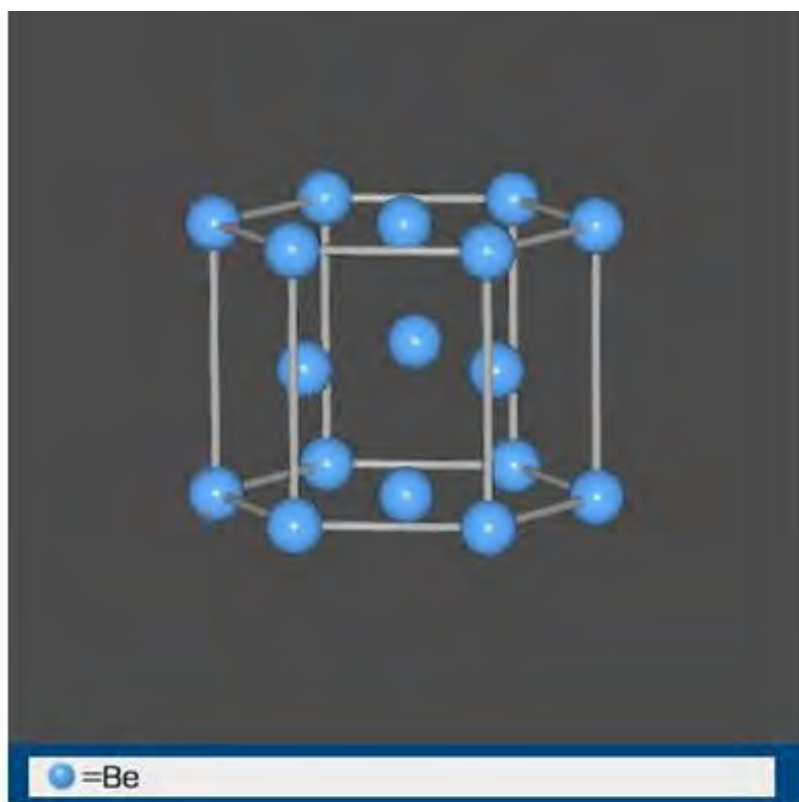


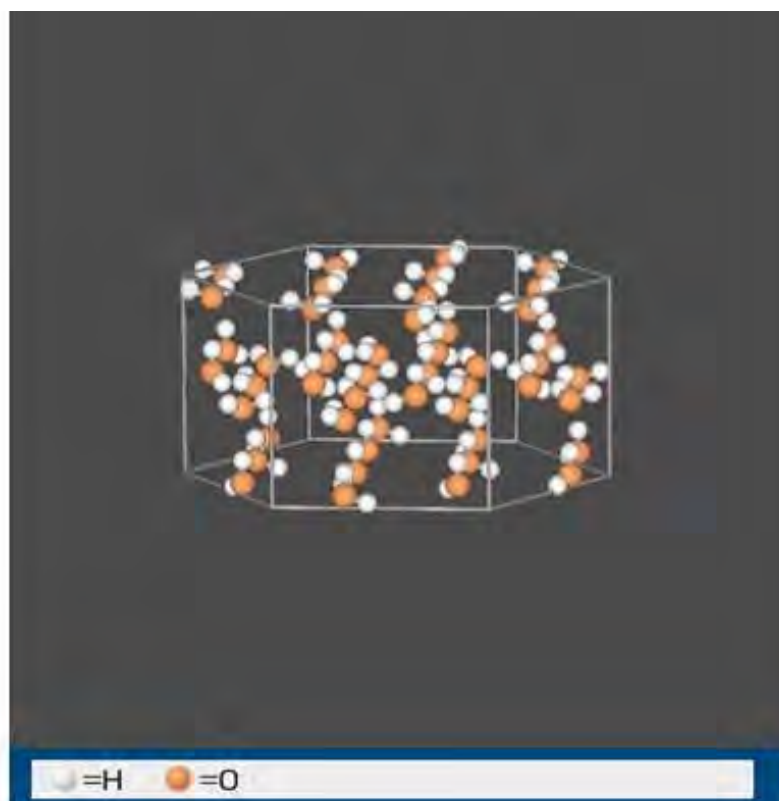
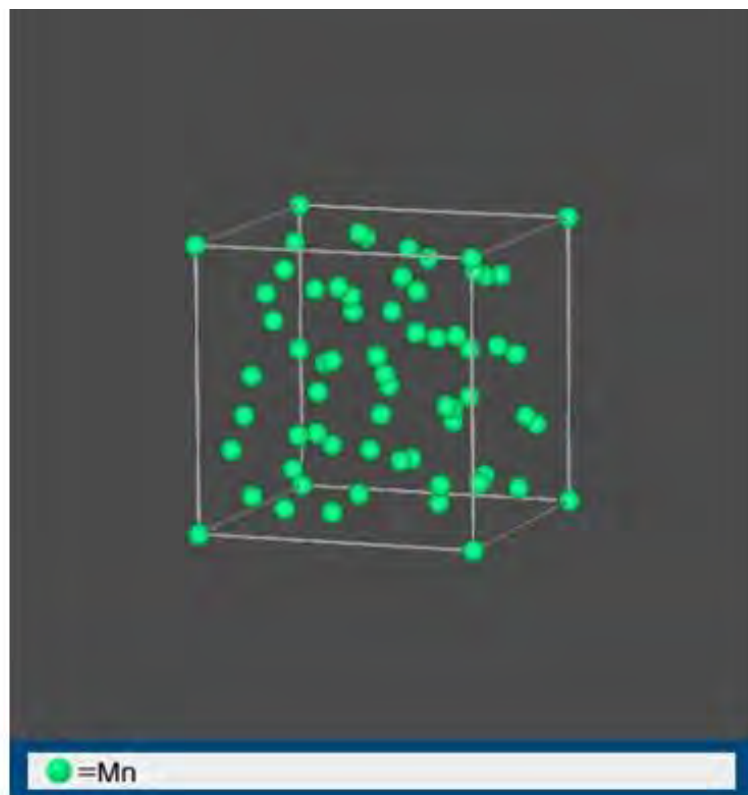


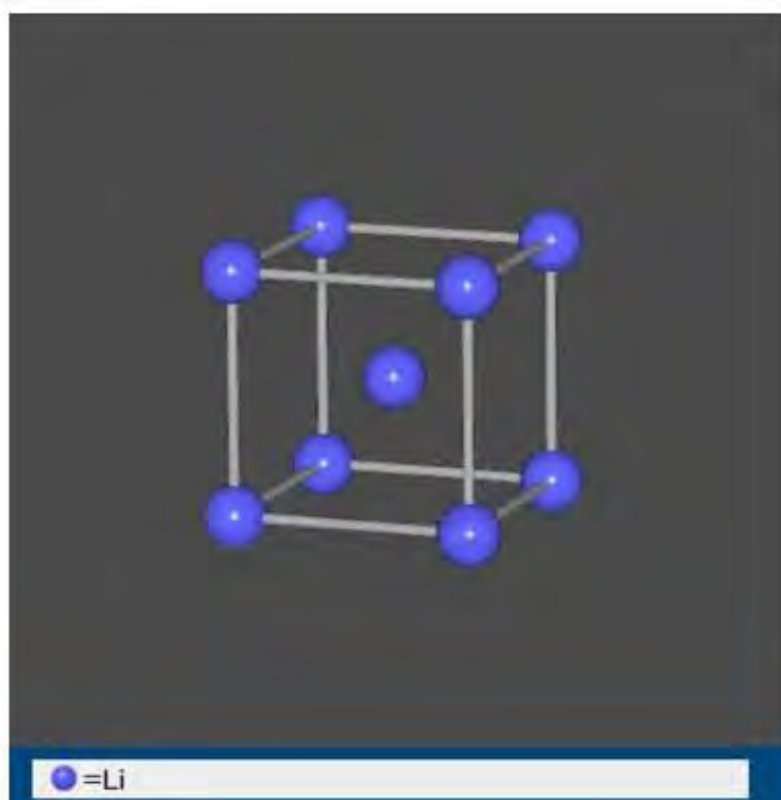
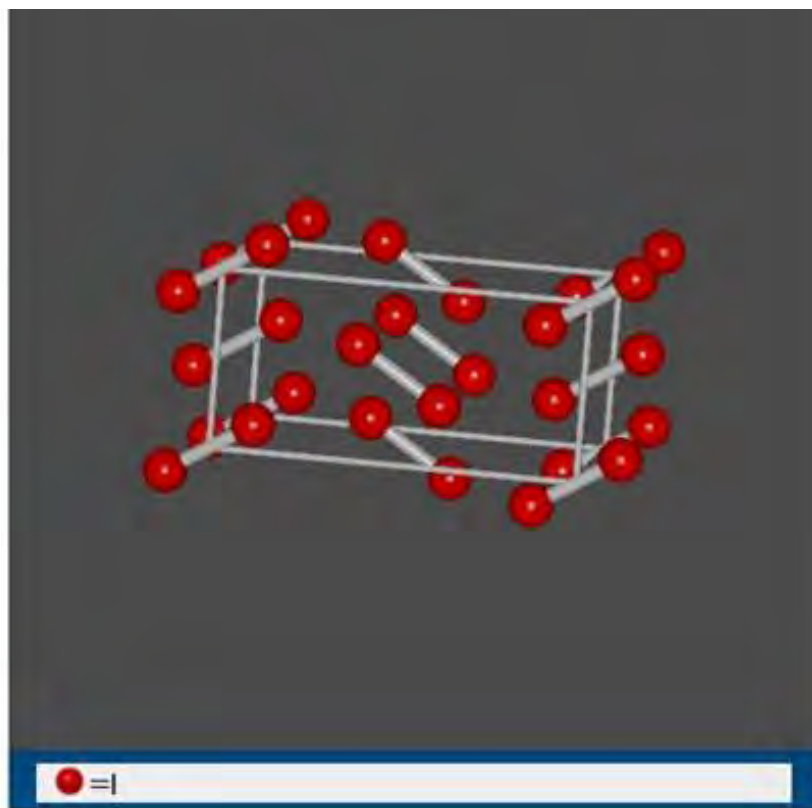


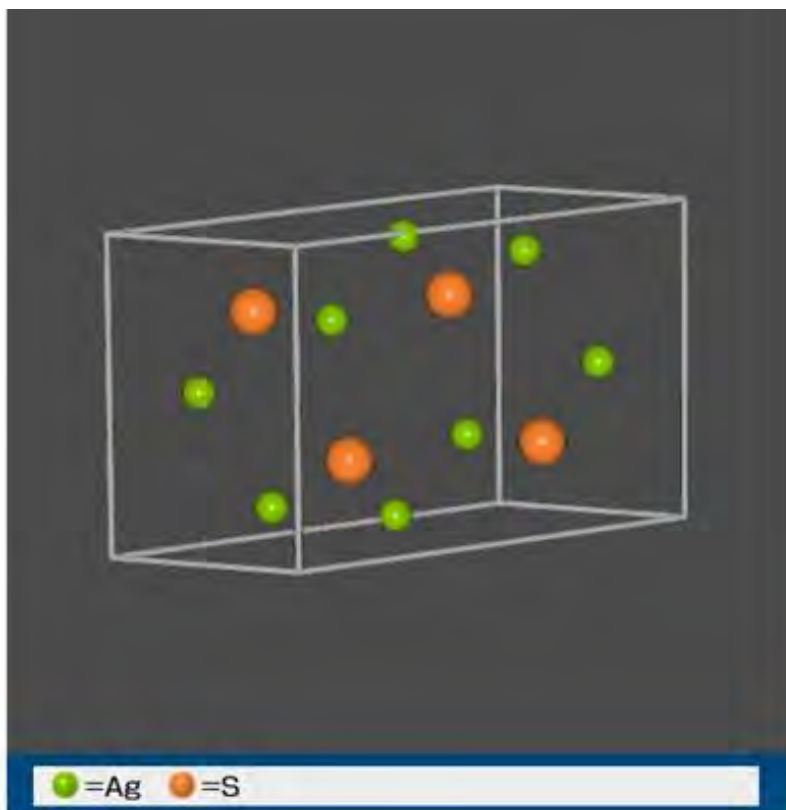


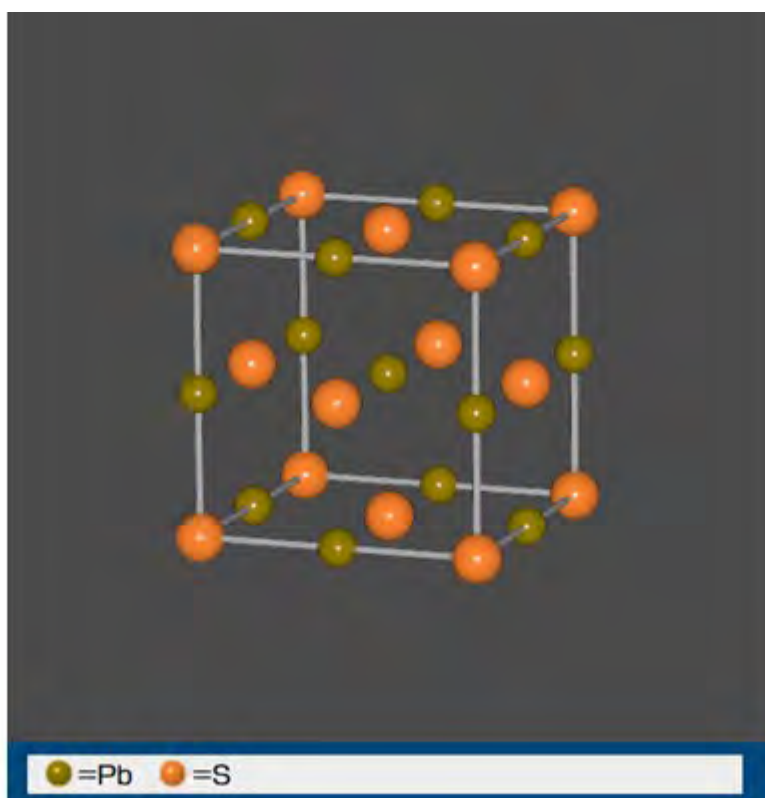
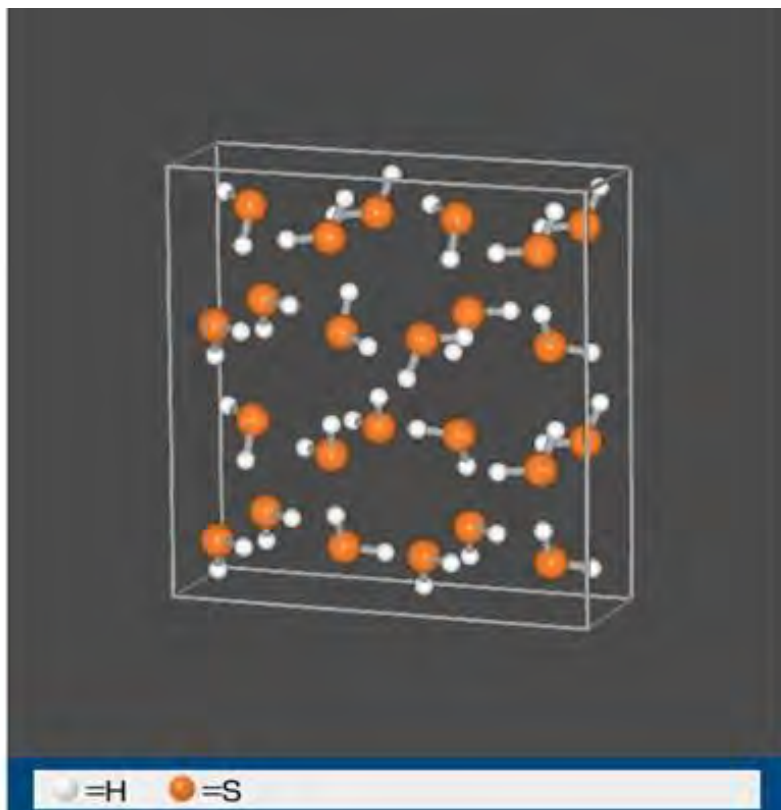


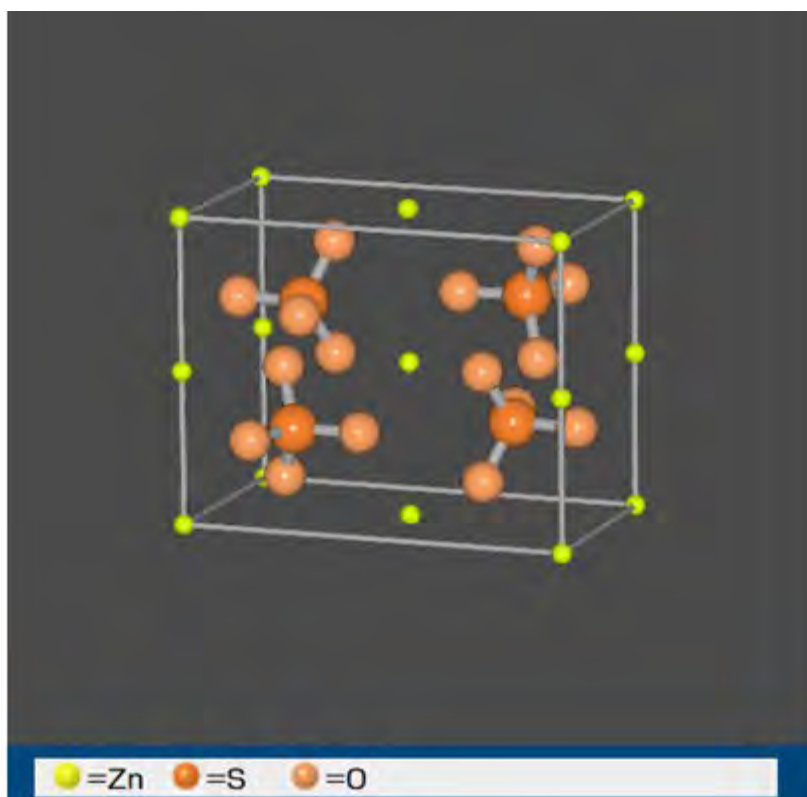


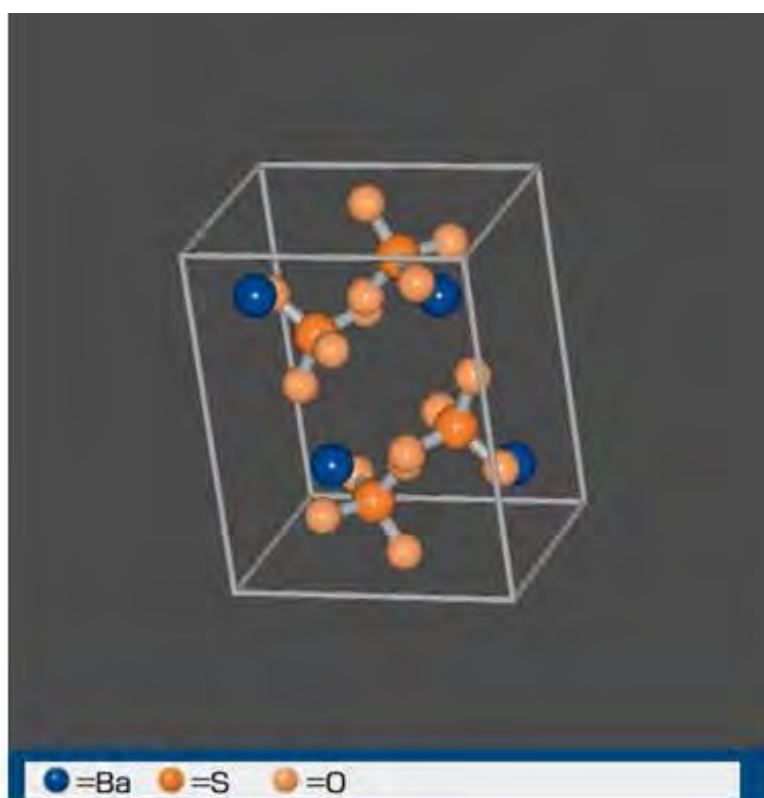
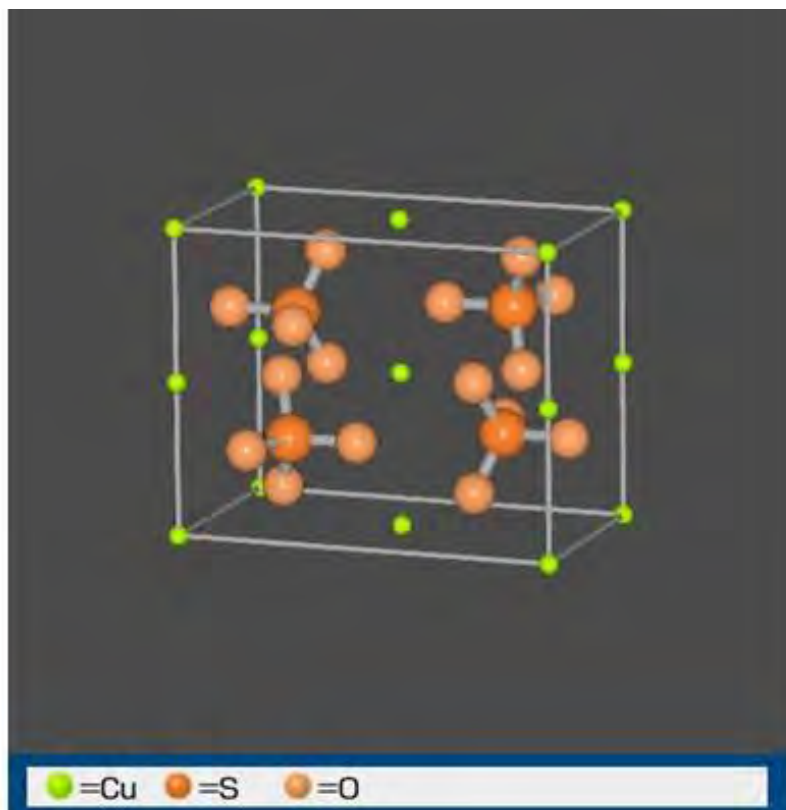


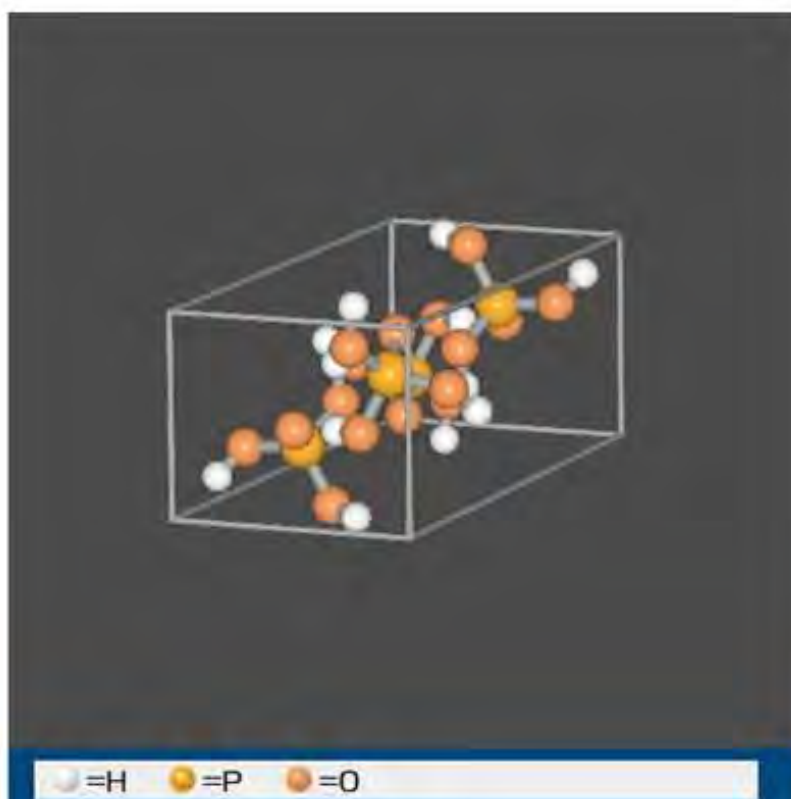
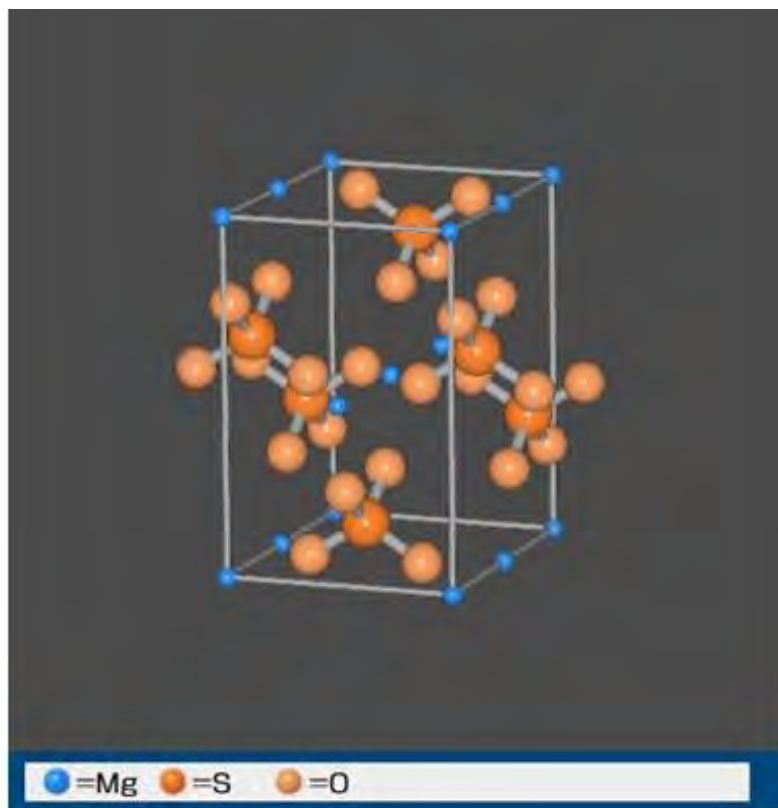


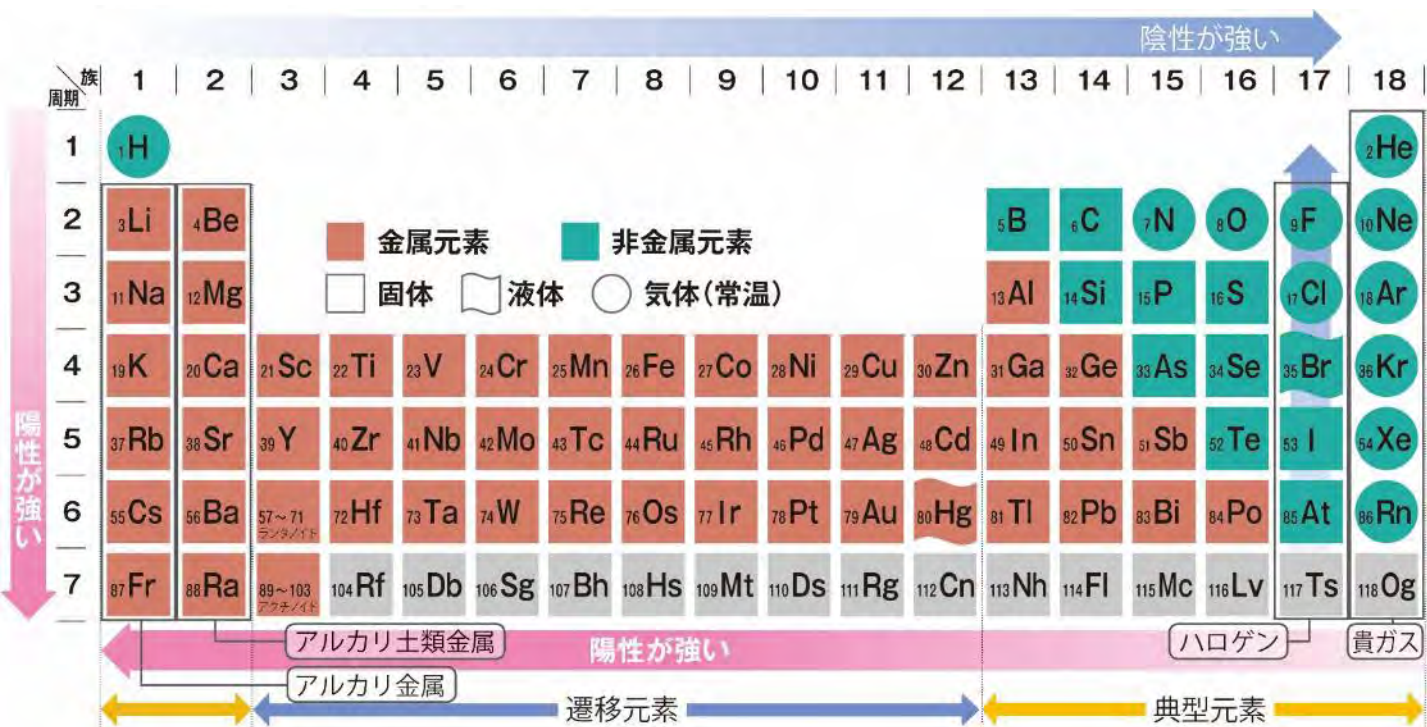








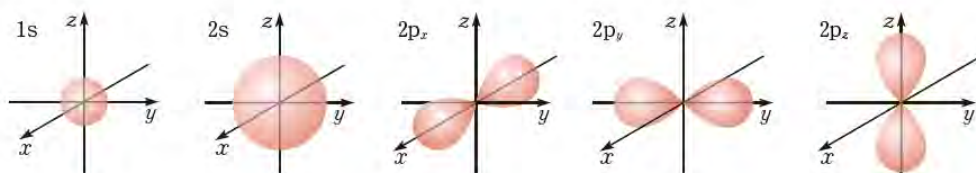




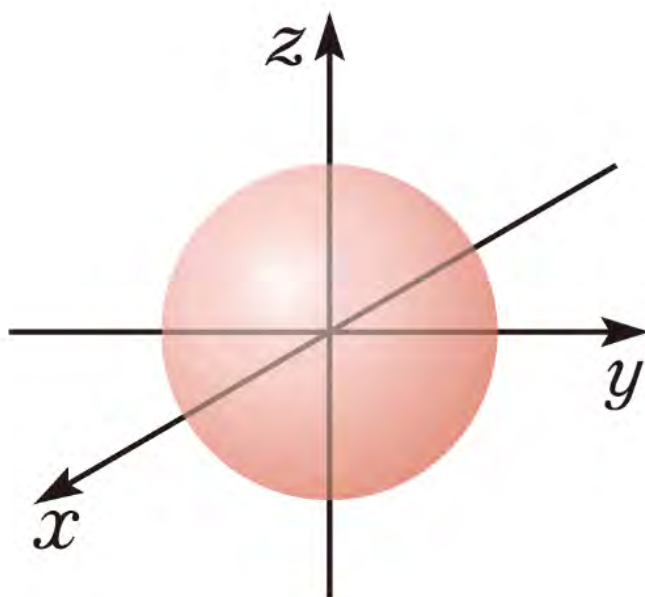
第 3 部 第 1 章 p. 203 参考 「化学基礎の復習と無機化学で扱う主な反応」



第3部 第1章 p.204 参考 「電子の軌道と周期表」




別紙80-2

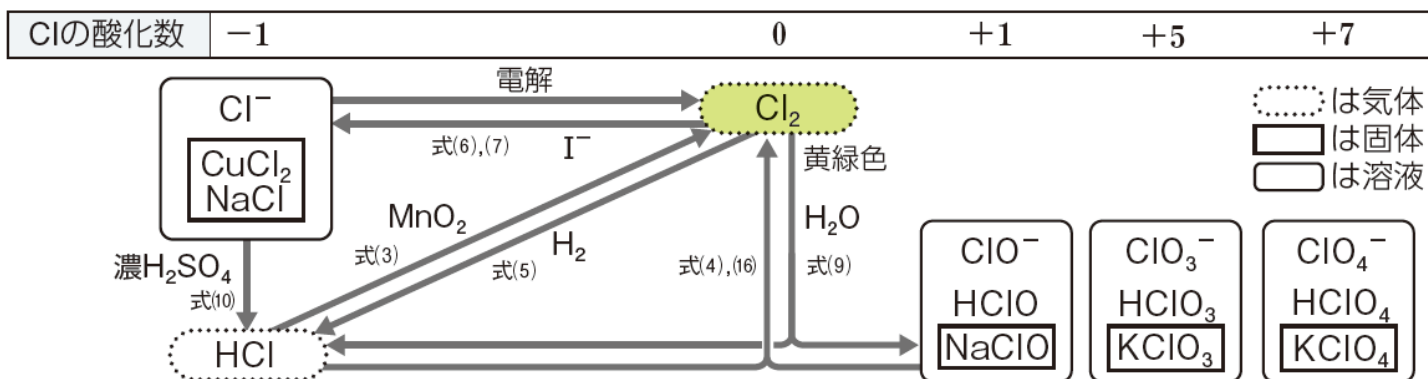


1s

2s

2p_x2p_y2p_z

単体	フッ素 F ₂	塩素 Cl ₂	臭素 Br ₂	ヨウ素 I ₂
常温での状態	淡黄色, 気体  *ガラス球内に封入	黄緑色, 気体 	赤褐色, 液体 	黒紫色, 固体 
融点/沸点 [°C]	-220 / -188 低	-101 / -34	-7 / 59	114 / 184 高
酸化力	大			小
水素との反応	冷暗所でも爆発的に反応	常温でも光により爆発的に反応	触媒の存在下で加熱により反応	触媒の存在下で加熱により反応
水との反応	激しく反応して O ₂ 発生	一部が反応して HCl, HClO 生成	Cl ₂ より反応性は弱い, 同様に反応	水に溶けにくく, 反応しにくい③





高度さらし粉

【課題】 ハロゲンの酸化力の違いを調べる。

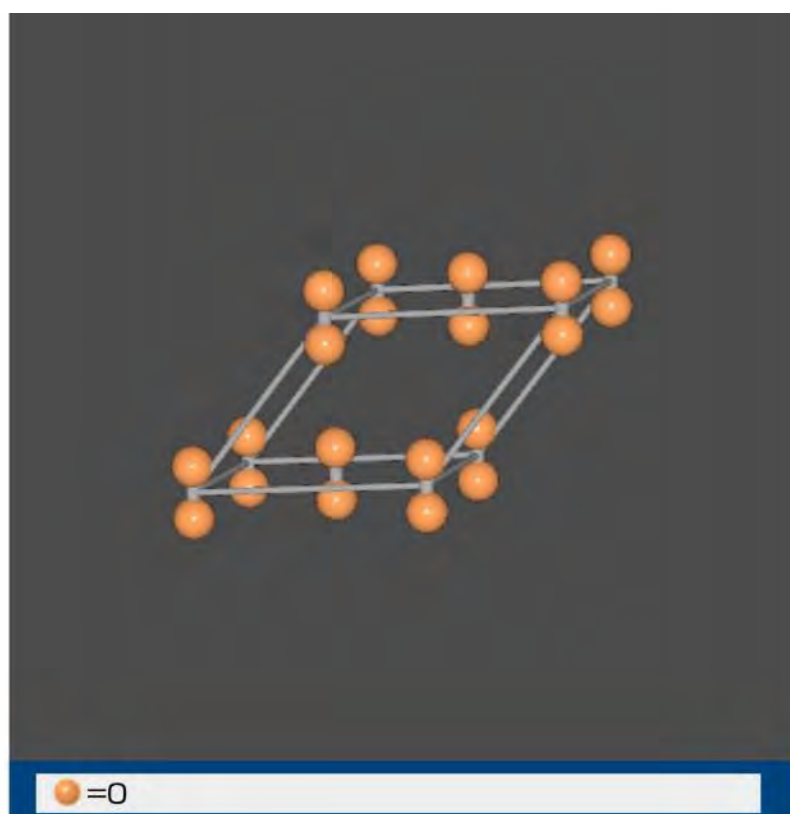
【仮説】 ハロゲン単体の酸化力は、原子番号の小さいものほど強くなるのではないか。

【準備】 〈試薬〉 高度さらし粉, 6 mol/L 塩酸, 臭素水, 0.1 mol/L 臭化カリウム水溶液, 0.1 mol/L ヨウ化カリウム水溶液, 1 %デンプン水溶液

〈器具など〉 試験管, ゴム栓, 駒込ピペット, 耳かき(マイクロスポチュラ)

【注意】 保護眼鏡をかけ, 試薬が皮膚につかないように注意する。ドラフト内など通風のよい場所で行う。廃液は先生の指示に従って処理する。

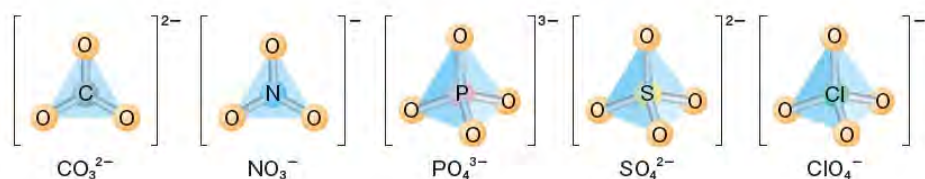
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		

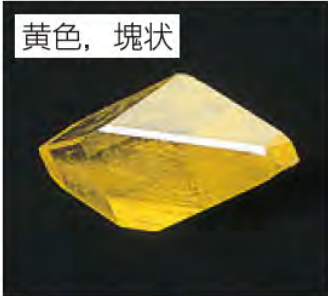
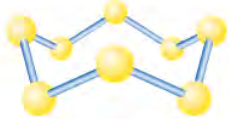

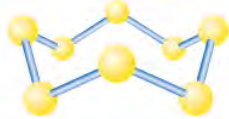
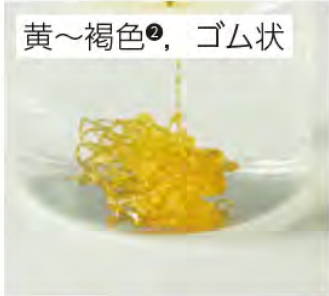



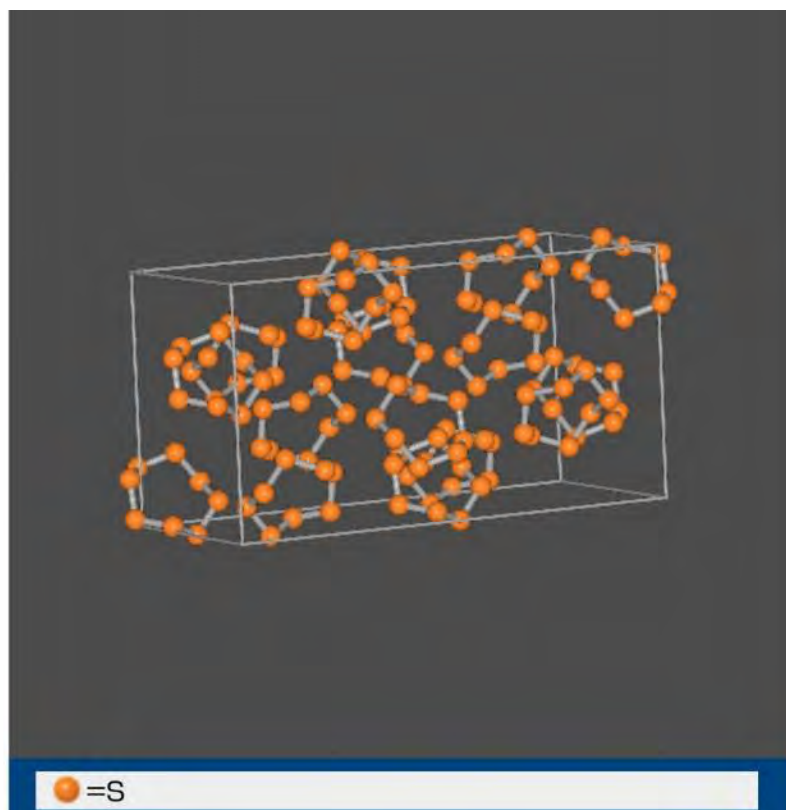
酸化物の分類

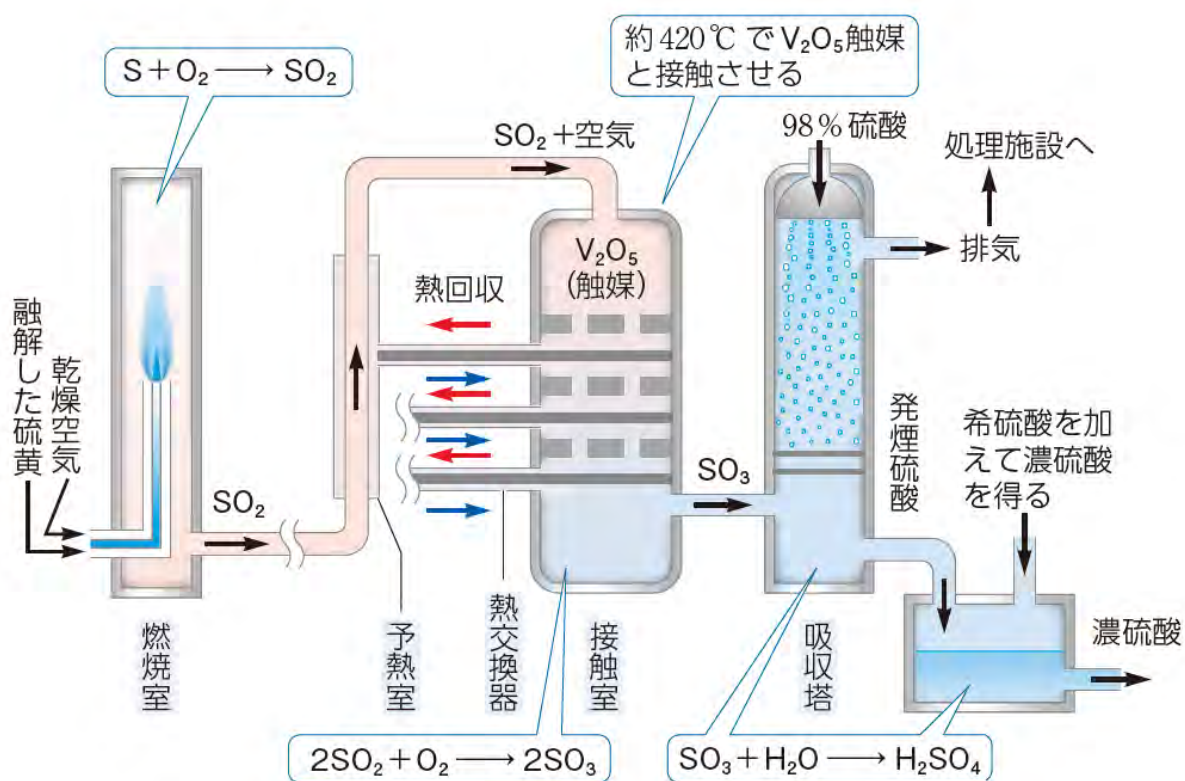
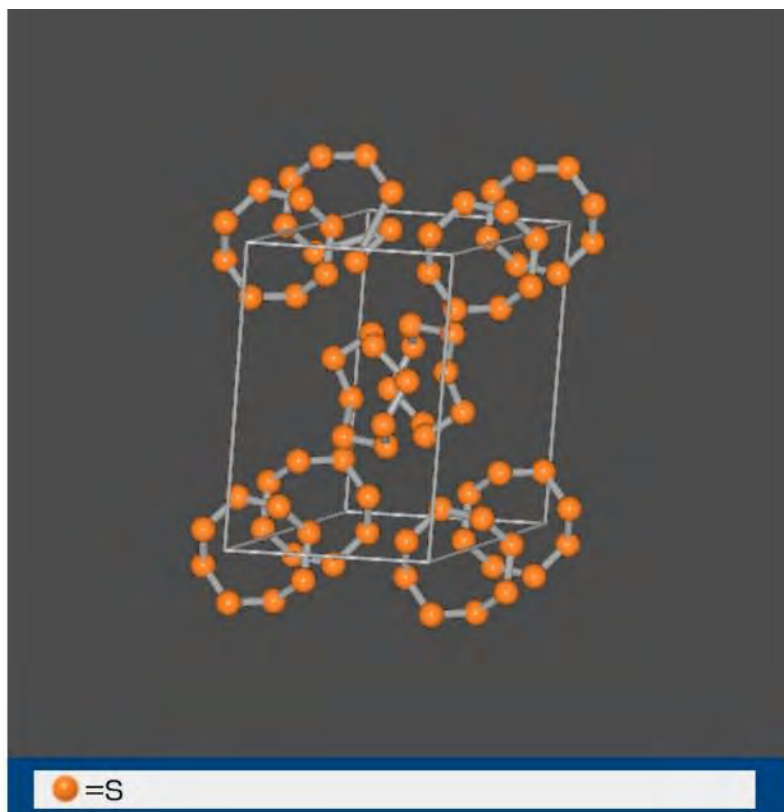
分類	性質	例(は水に溶けにくい酸化物)
酸性酸化物	塩基と反応	CO ₂ , SiO₂ , NO ₂ , P ₄ O ₁₀ , SO ₂ , SO ₃ , Cl ₂ O, Cl ₂ O ₇ など
塩基性酸化物	酸と反応	Na ₂ O, MgO , CaO, BaO, CuO など
両性酸化物	酸・塩基と反応	ZnO , Al₂O₃ , SnO , PbO など

第3部 第2章 p.216 参考 「オキソ酸イオンとオキソ酸の酸の強さ」



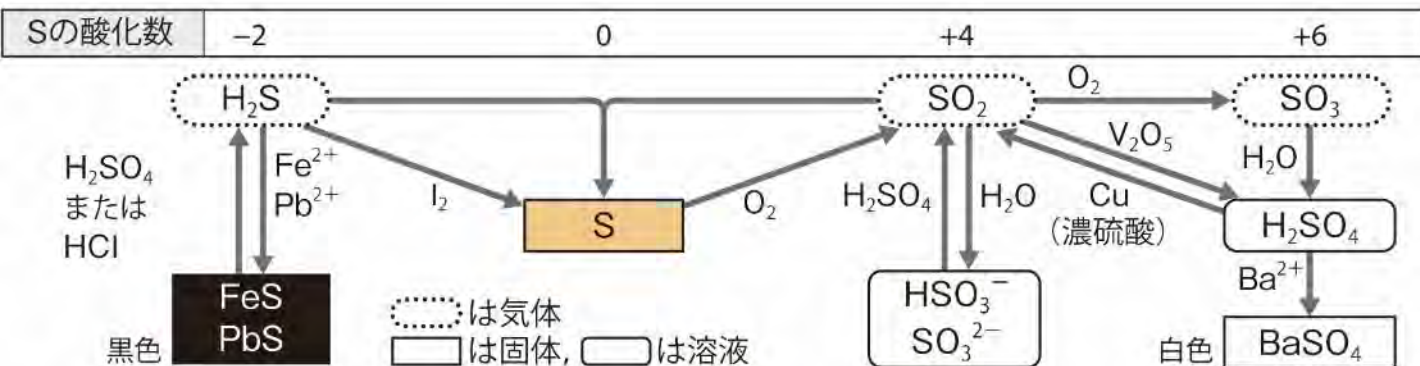
	斜方硫黄	单斜硫黄	ゴム状硫黄
同素体	黄色, 塊状  	淡黄色, 針状  	黄~褐色 ^② , ゴム状  
融点[°C]	113 ^③	119	—
分子式	S ₈ (環状分子)	S ₈ (環状分子)	S _x (鎖状分子)
溶解性	二硫化炭素 CS ₂ に溶ける		CS ₂ に溶けない





あぶり出し

硫黄の反応と酸化数の変化

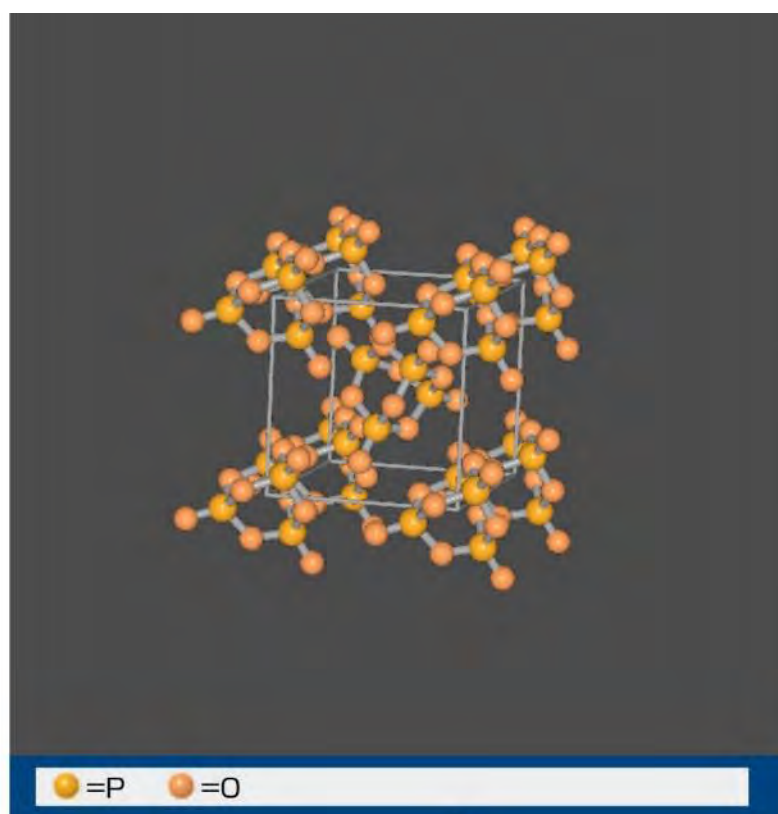


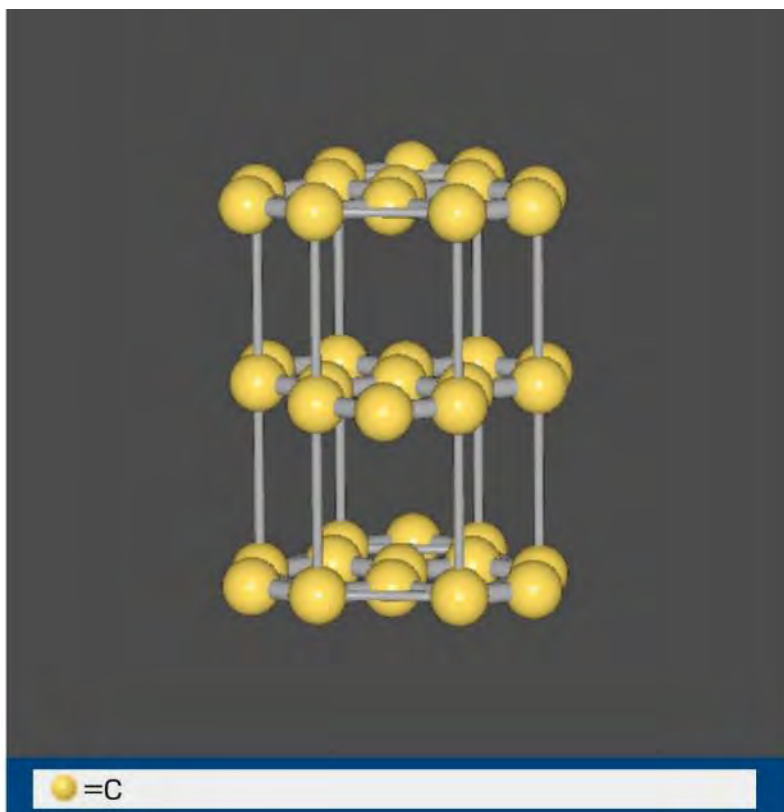
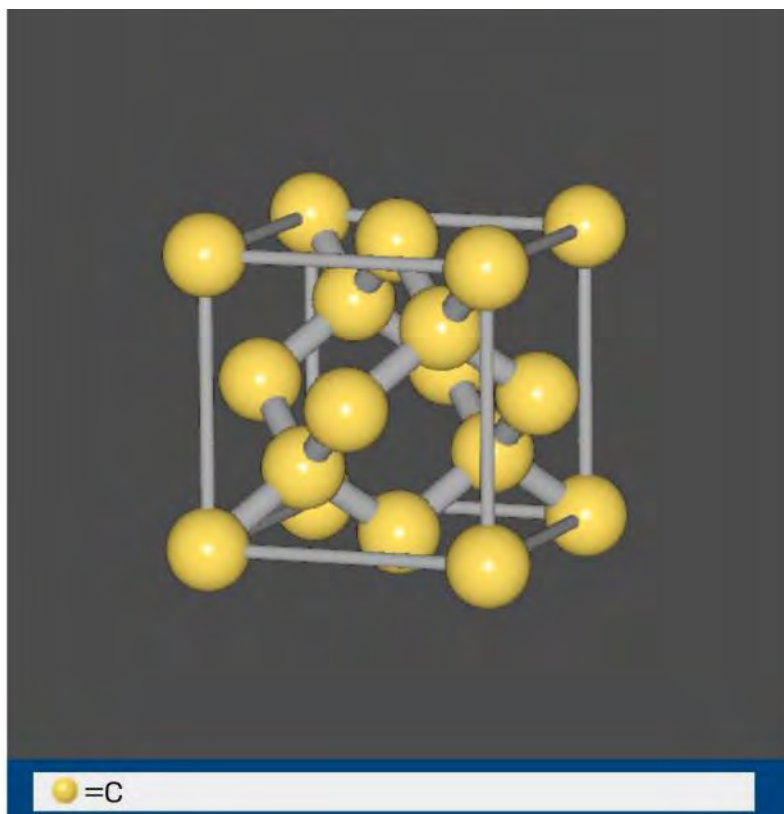
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		

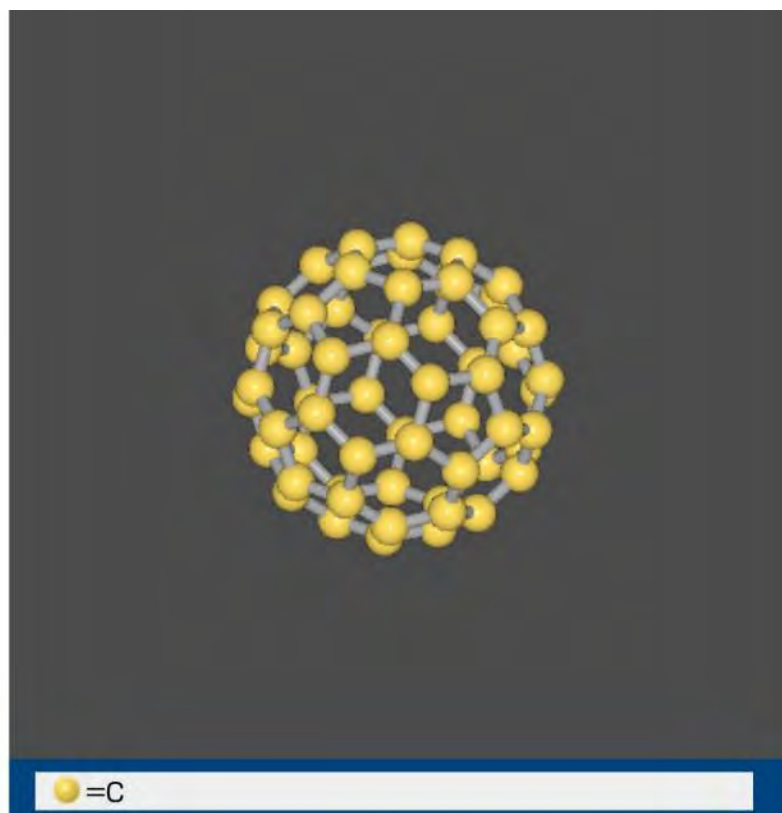
N
P

	一酸化窒素 NO	二酸化窒素 NO ₂
色	無色	赤褐色
水溶性	溶けにくい	溶けやすい
製法と捕集法	<p>水上置換 NO 希硝酸 Cu</p>	<p>下方置換 NO₂ 濃硝酸 Cu</p>

	黄リン P ₄	赤リン P
同素体		
構造	四原子分子	多数の原子が結合
融点[°C]	44	(431 °Cで昇華)
発火点[°C]	34	260
色, 毒性	無～淡黄色, 猛毒	赤褐色, ほぼ無毒
溶解性	CS ₂ に溶ける	CS ₂ に溶けない







同素体	ダイヤモンド	黒鉛(グラファイト)	フラーレン(例C ₆₀)	カーボンナノチューブ
構造	<p>正四面体</p>	<p>一層がグラフェン</p>		
密度[g/cm ³]	3.51	2.26	1.65	—
色	無色透明	灰黒色	黒～褐色	黒色
電気伝導性	無	良導体	無	導体または半導体
性質	熱伝導率が最大 天然物で最も硬い	薄くはがれやすい やわらかい	有機溶媒に微溶 C ₇₀ は楕円体 ^{だえん}	表面積大 引っ張り強度大

周期表と元素の分類

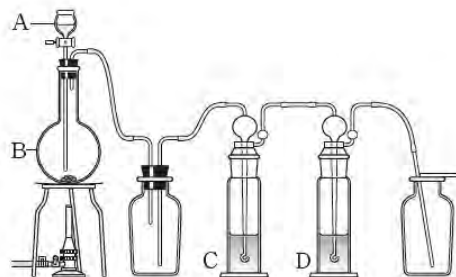
元素の分類



第3部 第2章 p.232 章末問題 1

1 塩素 (→ p.208, 209)

Aに濃塩酸を入れ、B内にある酸化マンガ(IV)に滴下して加熱し、乾燥した塩素を捕集した。CとDには、水または濃硫酸のどちらかが入っている。



- (1) Bで起こる反応を、化学反応式で表せ。
- (2) CとDに入れる物質は何か。また、それらを用いる理由をそれぞれ述べよ。

記述

第3部 第2章 p.232 章末問題 2

2 硫酸 (→p.219~221)

二酸化硫黄を、酸化バナジウム(V)を触媒として空気酸化すると□(ア)が生じ、これを水と反応させることによって硫酸が作られる。この硫酸の製造法を□(イ)法という。濃硫酸は、①粘性や密度が大きく、②不揮発性の液体であり、③吸湿性が強く、④脱水作用を示す。また、加熱した濃硫酸(熱濃硫酸)は、⑤□(ウ)作用を示す。

(1) □(ア)~□(ウ)に適する語を記せ。

(2) スクロースに濃硫酸を加えると炭化して黒くなるのは、下線部①~⑤のどの性質によるものか。

別紙88-2

第3部 第2章 p.232 章末問題 3

3 アンモニア (→p.222, 223)

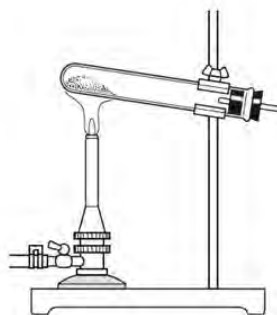
塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱するとアンモニアが発生する。

(1) この反応を化学反応式で表せ。

記述 (2) 試験管の口をやや下向きにする理由を述べよ。

記述 (3) アンモニアの乾燥に最も適した乾燥剤は、次のうちどれか。理由も60字程度で述べよ。

塩化カルシウム ソーダ石灰 十酸化四リン



第3部 第2章 p.232 章末問題 4

4 窒素の化合物 (→p.222~225)

次の(1), (2)の工業的製法の名称をそれぞれ記せ。また, それぞれの化学変化を化学反応式で表せ。ただし, (2)は1つの化学反応式で表すこと。

- (1) 鉄を含む触媒を用いて, 窒素と水素からアンモニアを合成する。
- (2) 白金触媒を用いて, アンモニアと酸素から硝酸を合成する。

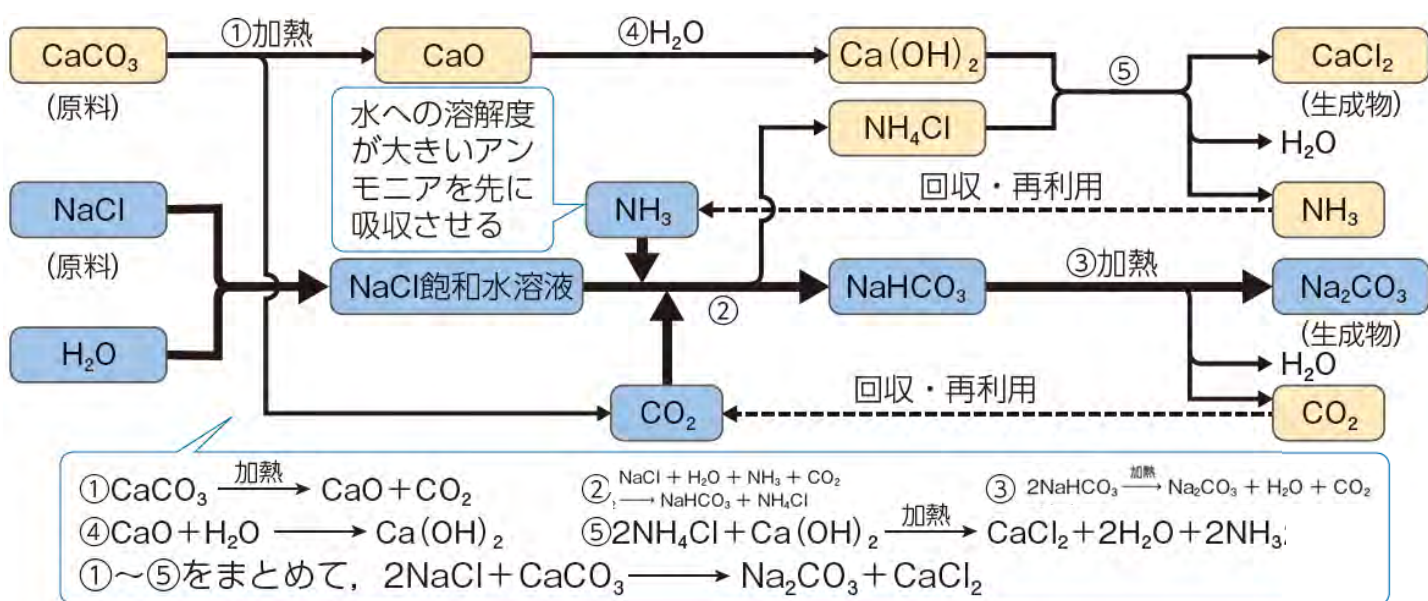
第3部 第2章 p.232 章末問題 5

5 気体の発生と捕集法 (→p.206~229)

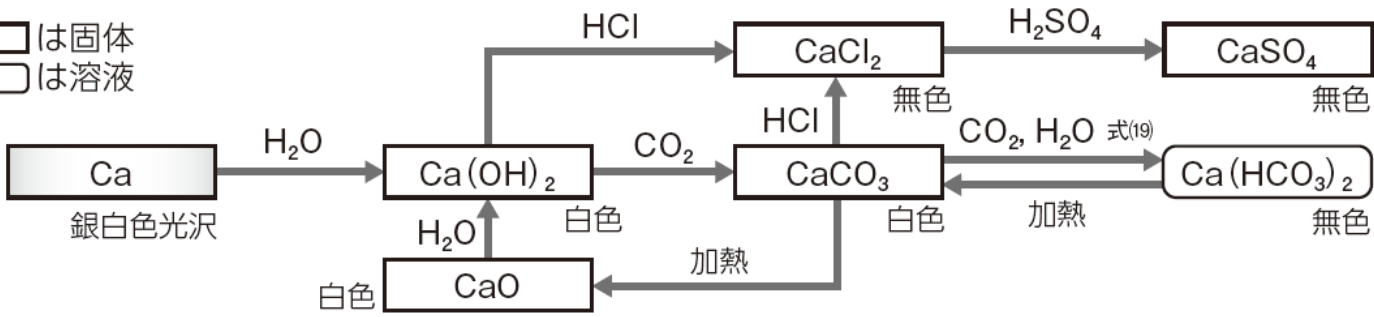
次の組み合わせで起こる反応をそれぞれ化学反応式で表し, 発生する気体の捕集法も答えよ。

- | | | |
|-------------|-----------------|----------------|
| (1) 亜鉛と希硫酸 | (2) 銅と希硝酸 | (3) 銀と濃硝酸 |
| (4) 石灰石と希塩酸 | (5) 硫化鉄(II)と希硫酸 | (6) 銅と熱濃硫酸(加熱) |

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1																		
2	Li																	
3	Na																	
4	K																	
5	Rb																	
6	Cs																	
7	Fr																	



は固体
 は溶液



	炎色反応	単体と水との反応	水に対する塩の溶解性 (25 °C)		
			炭酸塩	硫酸塩	水酸化物
Mg	—	△ 熱水と反応	× 難溶	○ 可溶	× 難溶
Ca	橙赤	○ 常温で反応	× 難溶	△ 微溶	△ 微溶
Ba	黄緑	○ 常温で反応	× 難溶	× 難溶	○ 可溶



【目的】 2 族元素のカルシウムの性質を確認する。

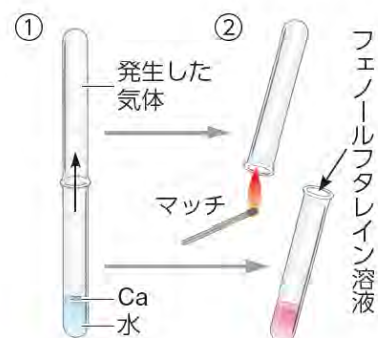
【準備】 フェノールフタレイン溶液, カルシウム, 蒸留水, ピンセット, 試験管, 試験管立て, マッチ

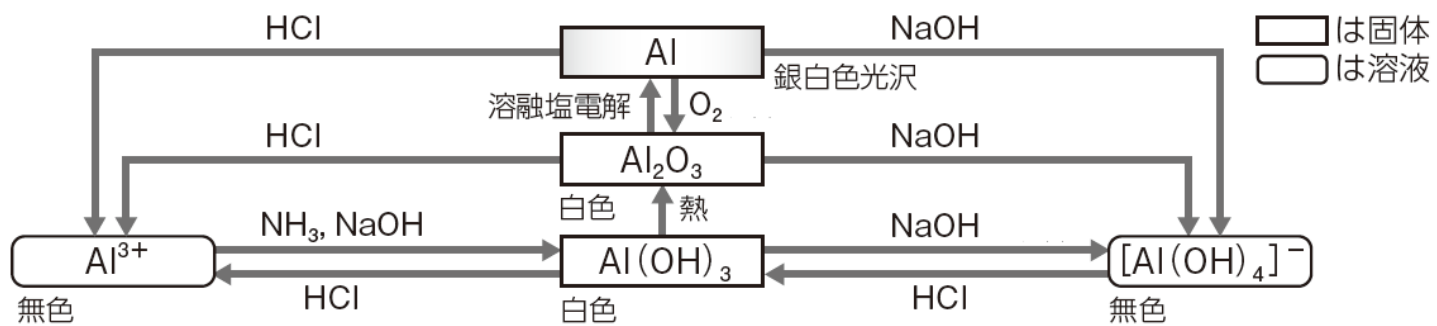
【注意】 実験中は保護眼鏡をかける。また, 通風のよい場所で行う。カルシウムは直接手で触らず, 乾いた器具を用いて扱う。

【操作】

① 試験管に水 5 mL を入れて試験管立てに立て, 飯粒大のカルシウムの粒を入れ, 手早く別の試験管の口としっかりと合わせ, 試験管内で起こる変化を観察しながら発生する気体を集める。

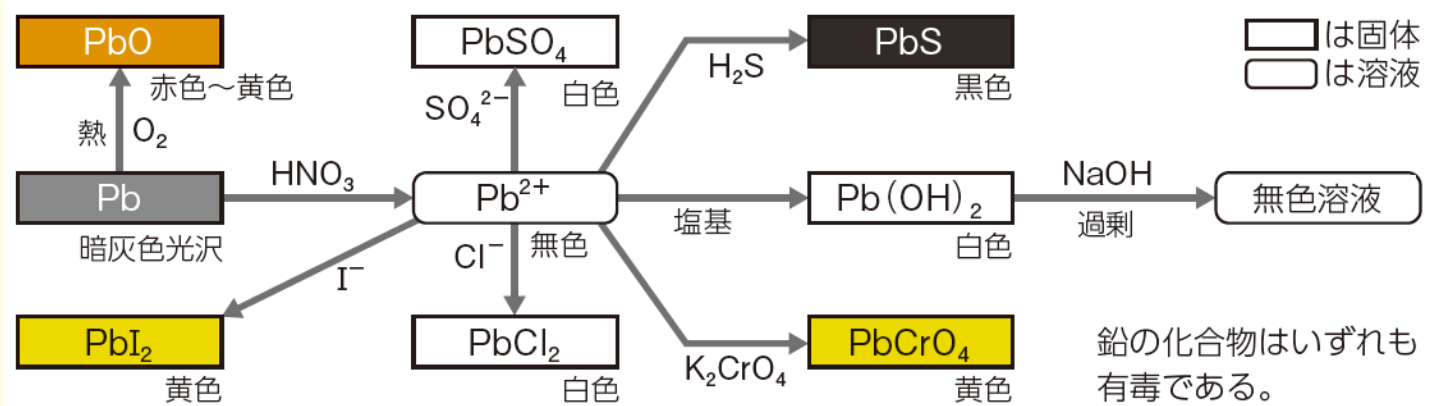
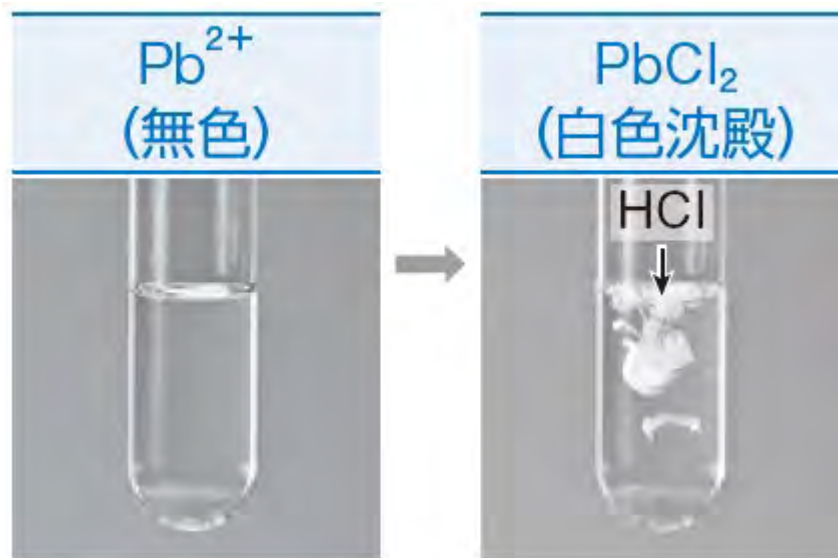
反応の様子:





	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		

Sn
Pb



アルカリ金属, 2族元素

下の表や系統図の空欄を埋めなさい。

アルカリ金属, アルカリ土類金属*, マグネシウムの比較

	アルカリ金属	アルカリ土類金属	マグネシウム
原子の価電子数	1	2	2
水との反応	冷水と激しく反応	冷水と反応	熱水と反応
炎色反応	示す	示す	示さない
水酸化物の液性	強塩基性	強塩基性	弱塩基性
硫酸塩の水溶性	溶ける	溶けにくい	溶ける
炭酸塩の水溶性	溶ける	溶けにくい	溶けにくい

*ここでは、マグネシウム、ベリリウムを含まない

第3部 第3章 p.249 章末問題 1

1 典型金属元素 (→p.236~248)

Na, K, Mg, Ca, Al, Sn, Pbについて, 次の問いに答えよ。

- (1) 1~13族の元素のうち, 炎色反応を示すものをすべて選び, それぞれの色を示せ。
- (2) 単体が冷水と反応して水素を発生するものをすべて選び, それぞれの反応を化学反応式で示せ。
- (3) 単体が塩酸に溶けにくいものを1つ選べ。また, その理由を述べよ。

記述

第3部 第3章 p.249 章末問題 2

2 アルカリ金属とアルカリ土類金属の化合物 (→p.236~243)

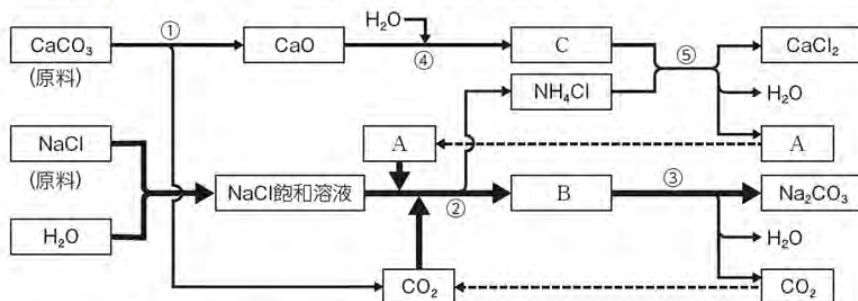
NaOH, Na_2CO_3 , CaCO_3 , BaSO_4 について, 次の問いに答えよ。

- (1) 空気中に放置すると潮解するものはどれか。
- (2) 十水和物が風解するものはどれか。
- (3) X線撮影の造影剤に使われるものはどれか。

第3部 第3章 p.249 章末問題 3

3 アンモニアソーダ法 (→p.239)

下図は, アンモニアソーダ法の製造工程を示している。



- (1) A ~ C に適当な化合物を, それぞれ化学式で表せ。
- (2) ①~⑤で起こる化学変化を, それぞれ化学反応式で表せ。
- (3) (2)の式①~⑤を1つの化学反応式にまとめて表せ。

第3部 第3章 p.249 章末問題 4

4 アルミニウム (→p.244~246)











アルミニウムは地殻中に、, に次いで多く存在する。アルミニウムの単体は、原料鉱石であるから精製した酸化アルミニウム(アルミナ)を熔融塩電解して得られる。①アルミニウムは濃硝酸には溶けないが、②塩酸や濃い水酸化ナトリウム水溶液には溶ける。アルミニウム製品の表面に電気分解で緻密な酸化被膜をつけたものはとよばれる。

(1) ~に適する語を記せ。

記述 (2) 下線部①の理由を50字程度で述べよ。


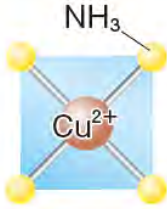

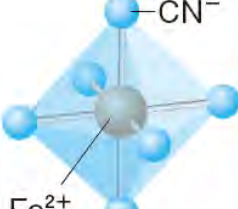
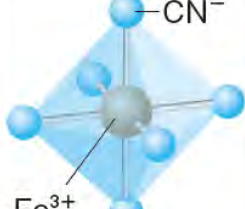
(3) 下線部②のアルミニウムと塩酸との反応、および水酸化ナトリウム水溶液との反応を、それぞれ化学反応式で表せ。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1																		
2																		
3																		
4				Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn					
5				Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd					
6					Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg					
7					Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn					

Cr^{3+} (緑色)	Mn^{2+} (淡桃色)	Fe^{2+} (淡緑色)	Fe^{3+} (黄褐色)	Co^{2+} (赤色)
				
CrCl_3	MnSO_4	FeSO_4	FeCl_3	CoSO_4
Ni^{2+} (緑色)	Cu^{2+} (青色)	CrO_4^{2-} (黄色)	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (橙赤色)	MnO_4^- (赤紫色)
				
NiSO_4	CuSO_4	K_2CrO_4	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	KMnO_4

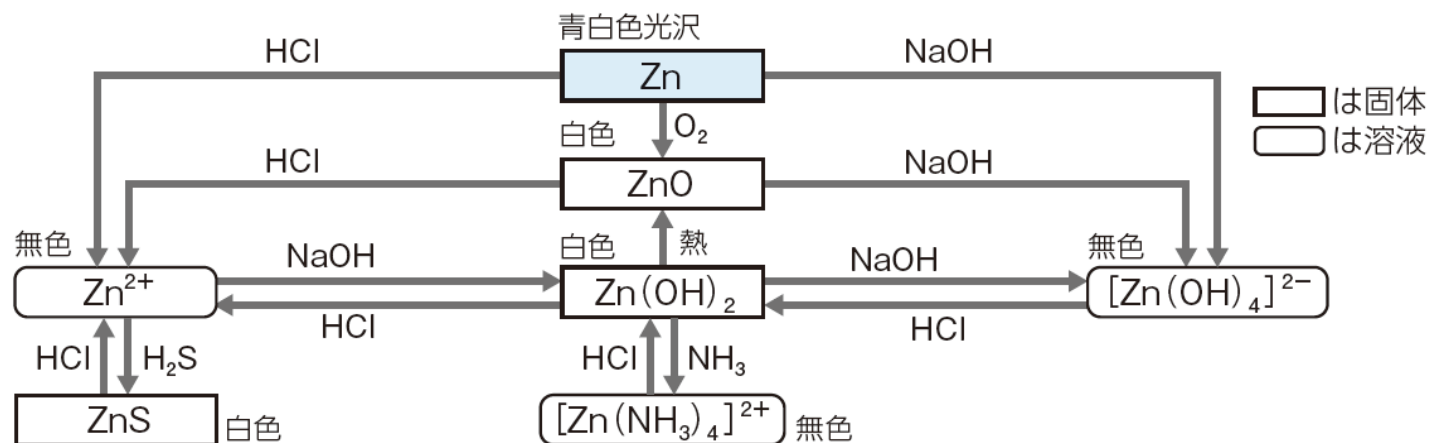
典型元素と遷移元素の比較

	最外殻電子の数	周期表の位置と性質	イオンの色
典型元素	族により 1 ~ 8	同族(上下)で類似	無色が多い
遷移元素	2 または 1	左右隣りでも類似	有色が多い

名称	ジアンミン 銀(I)イオン	テトラアンミン 銅(II)イオン	テトラアンミン 亜鉛(II)イオン	ヘキサシアニド 鉄(II)酸イオン	ヘキサシアニド 鉄(III)酸イオン
化学式	$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$	$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$	$[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$
金属 イオン	Ag^+	Cu^{2+}	Zn^{2+}	Fe^{2+}	Fe^{3+}
配位数	2	4	4	6	6
配位子	NH_3	NH_3	NH_3	CN^-	CN^-
形	 (直線形)	 (正方形)	 (正四面体)	 (正八面体)	 (正八面体)

第3部 第4章 p.253 発展 「錯体を利用したキレート滴定」

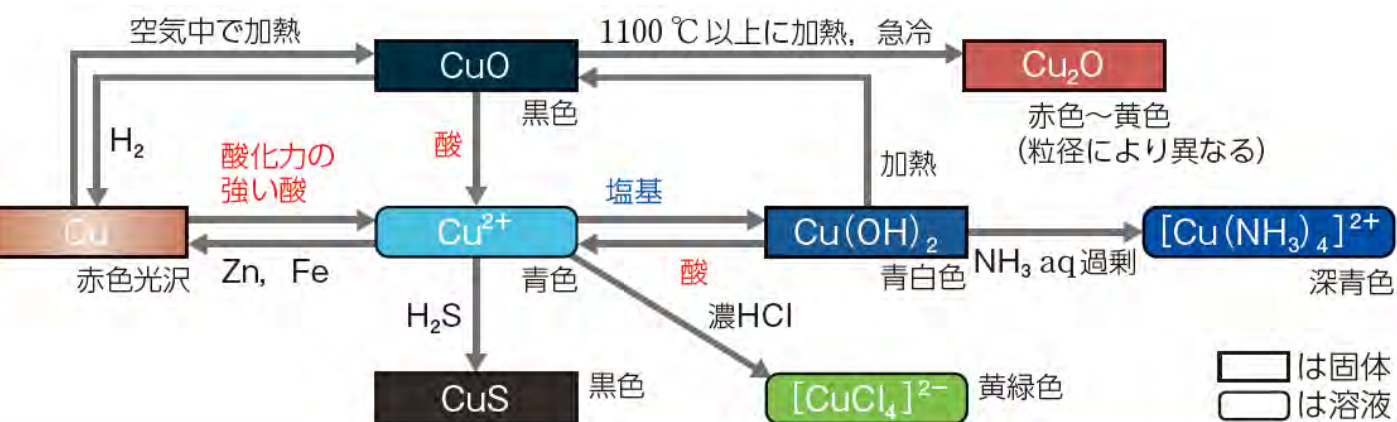
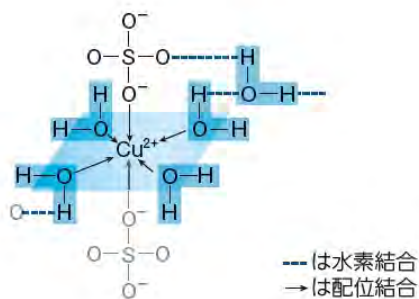


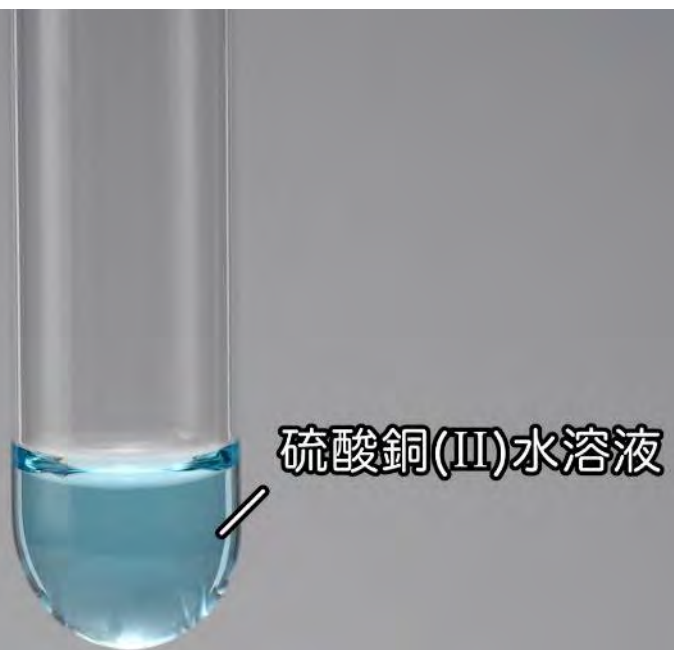
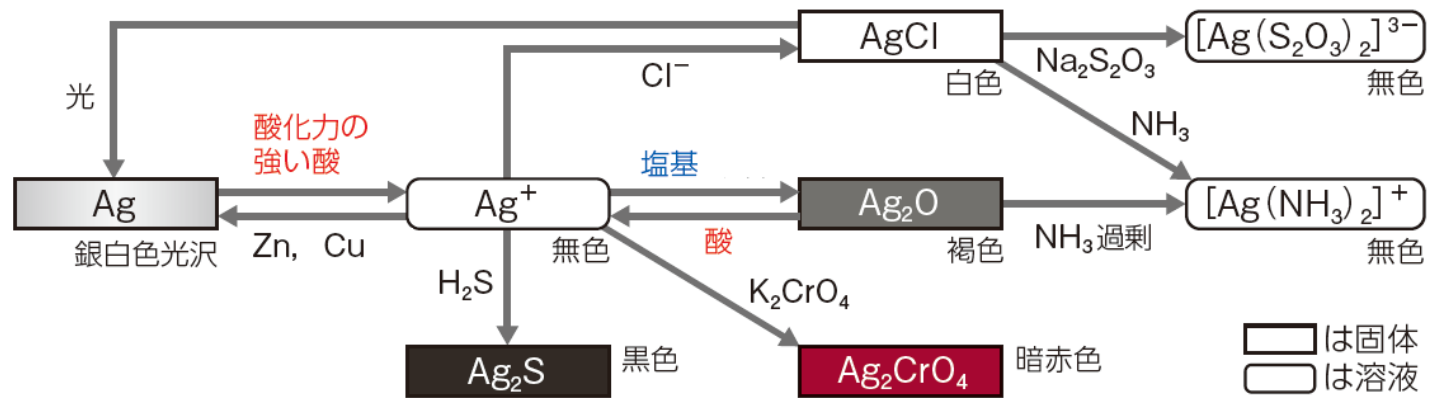


第 3 部 第 4 章 p. 255 参考 「水銀」

融点[°C]	-39
沸点[°C]	357
密度[g/mL]	13.6

第3部 第4章 p.257 参考 「硫酸銅(Ⅱ)五水和物の結晶」





【目的】 銅(Ⅱ)イオンと銀イオンについて、その特有の反応や共通の性質を調べる。

【準備】 硫酸銅(Ⅱ)五水和物, 2 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液, 2 mol/L アンモニア水, 「硫酸銅(Ⅱ), 硝酸銀, 塩化ナトリウム」の各 0.1 mol/L 水溶液, 蒸留水, 駒込ピペット, 試験管立て, ビーカー, 試験管ばさみ, 三脚, 金網, ガスバーナー, 着火器具, ろうと, ろ紙, ガラス棒, ろうと台



【注意】 保護眼鏡をかけ, ドラフト内など通風のよい場所で行う。廃液は, 先生の指示に従って処理する。硝酸銀水溶液を扱う際にはゴム手袋をつける。万が一, 硝酸銀水溶液が皮膚についたら, 光で黒く変化する前にすぐに水洗する。

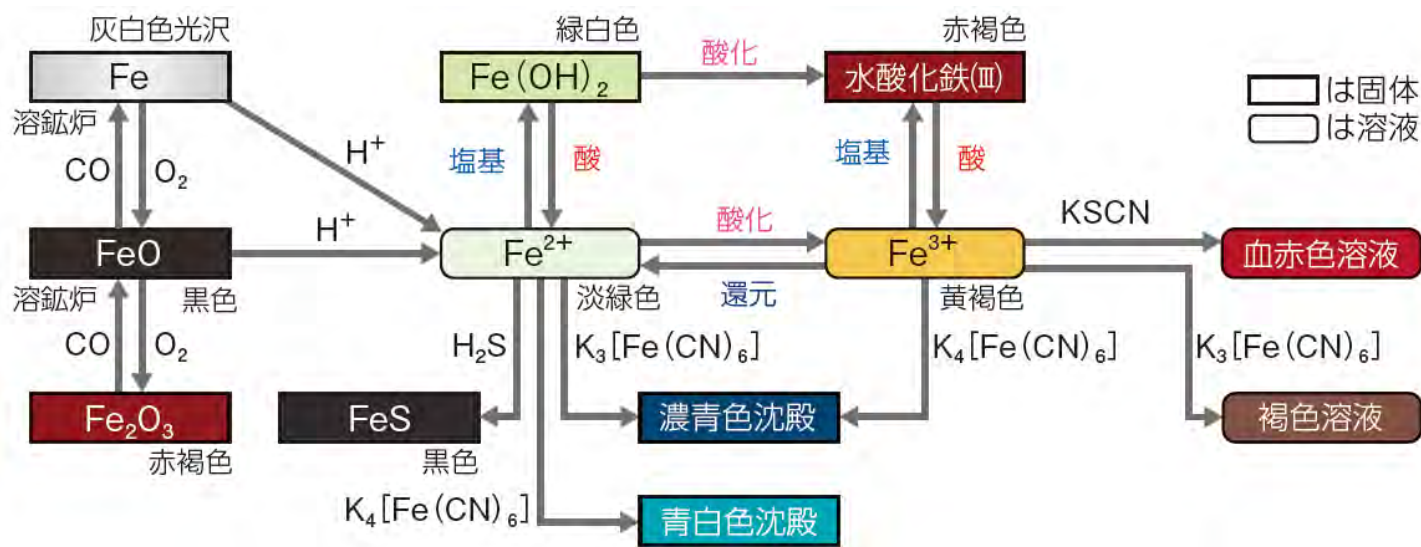
【操作】

I. 銅(Ⅱ)イオンの性質

- ① 試験管3本に, それぞれ0.1 mol/L 硫酸銅(Ⅱ)水溶液を2 mLずつ取る。
- ② ①の1本目の試験管に, よく振り混ぜながら2 mol/L水酸化ナトリウム水溶液2 mLを少しずつ全量加えて変化を見る。

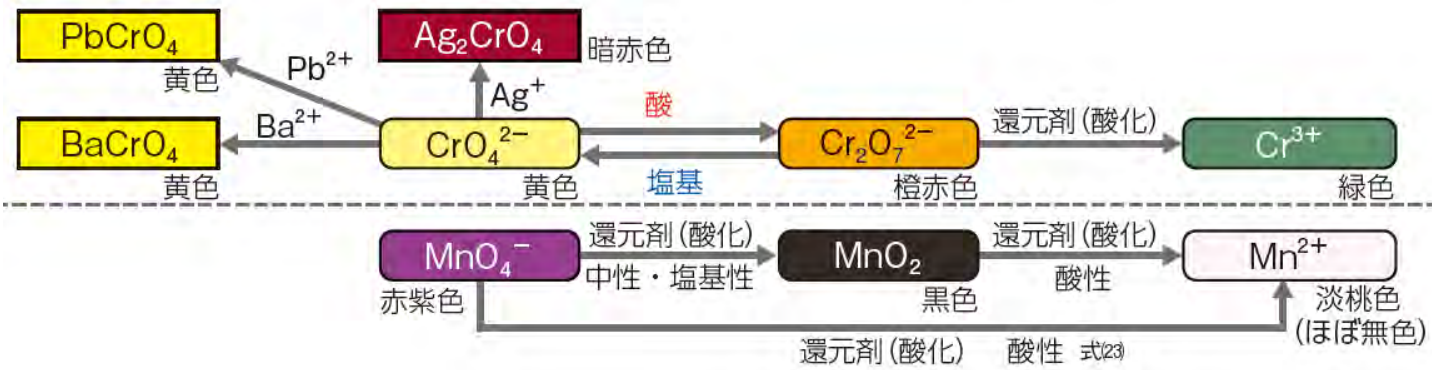
変化:

元の鉄イオン	加える試薬	+ NaOH aq
Fe^{2+} (FeSO_4 aq)		緑白色沈殿
		

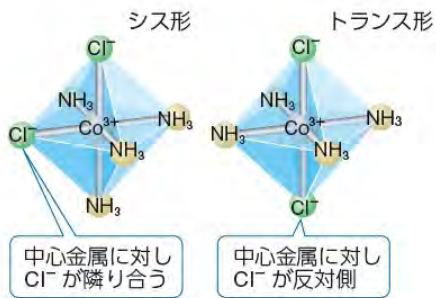




第3部 第4章 p.262 参考 「合金」



名称	主元素	添加元素(%)	特徴	用途
青銅	Cu	Sn(2~35)	さびにくい	美術品, 鐘, 十円硬貨
黄銅	Cu	Zn(30~45)	黄色光沢	楽器, 仏具, 五円硬貨





第 3 部 第 4 章 p. 264 参考 「コバルト」

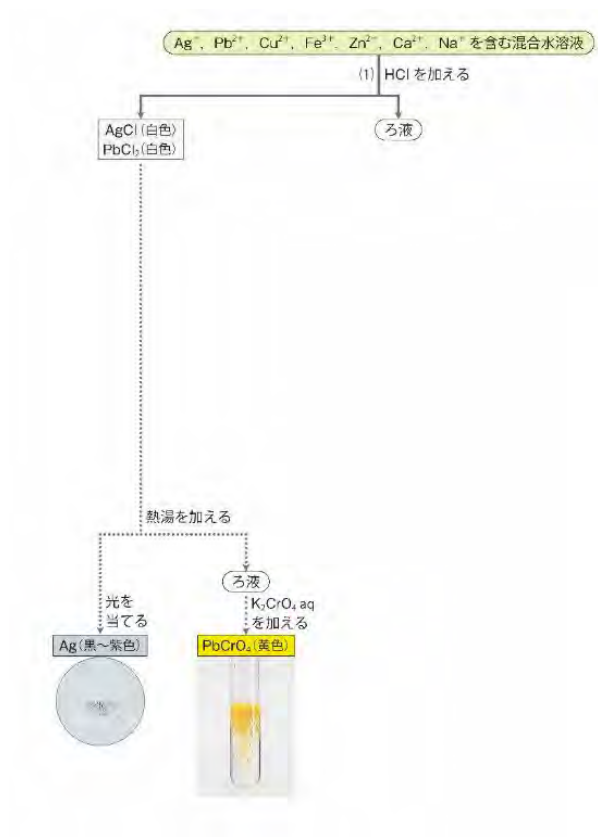


	NaOH aq (無色) 少量	NaOH aq (無色) 過剰
アルミニウムイオン Al^{3+} (無色)	$\text{Al}(\text{OH})_3$ 白色沈殿	$[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 無色溶液
		

	酸性 H_2S aq (S^{2-}) を加える (無色)	中性～塩基性 H_2S aq (S^{2-}) を加える (無色)
Ag^+ (無色)	Ag_2S 黒色沈殿	Ag_2S 黒色沈殿
		

	HCl aq (Cl^-) を加える (無色)	沈殿生成後 加熱
Ag^+ (無色)	AgCl 白色沈殿	変化なし
		

	二酸化炭素 CO_2 (CO_3^{2-})を 通じる(無色)	希硫酸 H_2SO_4 aq (SO_4^{2-})を 加える(無色)
Ca^{2+} (無色)	CaCO_3 白色沈殿	CaSO_4 白色沈殿
		



未知試料

【課題】 有毒な気体の硫化水素を用いずに陽イオンの分離を行う。

【仮説】 水溶液中に含まれるイオンを、1種類ずつ沈殿として分け取れば、硫化水素を用いなくても陽イオンの分離が行えるのではないか。

【準備】 〈試薬〉 試料(金属イオンの混合溶液: 0.5 mol/L 硝酸銀水溶液, 0.5 mol/L 硝酸銅(Ⅱ)水溶液, 0.5 mol/L 硝酸鉛(Ⅱ)水溶液, 0.5 mol/L 硝酸鉄(Ⅲ)水溶液をそれぞれ等量混合したもの), 2 mol/L 塩酸, 2 mol/L アンモニア水, 0.1 mol/L クロム酸カリウム水溶液, 0.1 mol/L ヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸カリウム水溶液, 亜鉛板(1 cm×1 cm), 蒸留水
 〈器具など〉 100 mL ビーカー, 試験管, ろうと, ろうと台, ろ紙, ガラス棒, 熱湯

遷移元素

典型元素と遷移元素の比較

	典型元素	遷移元素
原子の最外殻電子数	[族]によって1~[8]	[1]か[2]
周期表の位置と性質	同[族]のもので類似	左右隣でも類似
イオンの色	[無]色のものが多い	[有]色のものが多い
酸化数	概ね0ともう1つ	0以外に複数の種類を取る
単体の融点・沸点	[遷移]元素のほうが, [典型]元素より高いものが多い	

錯イオン

化学式	中心金属	配位数	形状	化学式	中心金属	配位数	形状
$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$	Ag^+	[2]	[直線]	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	Fe^{2+}	[6]	[正八面体]
$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$	Cu^{2+}	[4]	[正方形]	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$	Fe^{3+}	[6]	[正八面体]
				$[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$	Zn^{2+}	[4]	[正四面体]

第3部 第4章 p.272 章末問題 1

1 錯イオン (→p.252~261)

下の空欄(1)~(8)を埋めて、錯イオンの形と色などの関係をまとめよ。ただし、(6)と(7)は、 Na^+ 、 Mn^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Fe^{3+} から選べ。

金属イオン	配位子	配位数	形	色
Ag^+	NH_3	(1)	(2)	無色
Cu^{2+}	NH_3	(3)	(4)	(5)
(6)	NH_3	4	正四面体	無色
(7)	CN^-	6	(8)	黄色

第3部 第4章 p.272 章末問題 2

2 銅と銀 (→p.256~259)

銅は、希塩酸や希硫酸には溶けないが、①熱濃硫酸には気体の□(ア)を発生して溶解、②濃硝酸には気体の□(イ)を発生して溶ける。

③銀イオンを含む水溶液にアンモニア水を少量加えると、褐色の□(ウ)が沈殿する。

④さらにアンモニア水を過剰に加えると、沈殿は溶けて無色の溶液になる。

(1) □(ア)~□(ウ)に適する化合物名を記せ。

(2) 下線部①、②の化学変化を化学反応式、③、④の化学変化をイオン反応式で表せ。

第3部 第4章 p.272 章末問題 3

3 イオンの推定 (→p.266~269)

次の(1)~(4)の反応を示すイオンを下の(ア)~(カ)から記号で選べ。

- (1) ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウム水溶液を加えると、濃青色沈殿が生じる。
- (2) 希塩酸を加えると白色沈殿が生じる。この沈殿は光が当たると黒~紫色を帯びる。
- (3) 硝酸銀水溶液を加えると、暗赤色の沈殿が生じる。
- (4) チオシアン酸カリウム水溶液を加えると、血赤色溶液になる。

(ア) Cu^{2+} (イ) Fe^{2+} (ウ) Fe^{3+} (エ) Ag^+ (オ) Cl^- (カ) CrO_4^{2-}

第3部 p.272 思考力を鍛える 1

1 鉄 (→p.260~262)

右図のようなガラス容器に鉄釘を置き、塩化ナトリウム、フェノールフタレイン、ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウムの混合水溶液を入れた。しばらくすると、釘のまわりに青色の部分Aと薄い赤色の部分Bが現れた。



塩化ナトリウム水溶液
(フェノールフタレイン、
ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸
カリウムを含む)

- (1) AとBの色から、それぞれの場所でどのイオンが生じたことがわかるか。(ア)~(エ)からそれぞれ選べ。

(ア) H^+ (イ) OH^- (ウ) Fe^{2+} (エ) Fe^{3+}

記述

- (2) AとBで起こっている反応を、電子 e^- を含むイオン反応式を用いて説明せよ。

第3部 p.273 思考力を鍛える2

2 気体の製法と性質 (→p.206~229)

- 常温・常圧で気体の分子 A~F がある。A は強い酸化力をもつ単体の1つであり、水と激しく反応して B と C を生成する。Ⓐ B は蛍石と濃硫酸との加熱でも得られる。
- Ⓑ D は水に溶けにくい無色の気体で、C と反応すると赤褐色の E になる。
- Ⓒ E を水に溶かすと化合物 X と D になる。F は工業的には塩化ナトリウム水溶液の電気分解でつくられ、F の沸点は A の沸点より高い。
- (1) 気体 A~F および化合物 X の化学式を記せ。

第3部 p.273 思考力を鍛える3

3 陽イオンの分離 (→p.266~269)

Ag^+ 、 Pb^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+} の6種類のイオンを含む混合水溶液(試料)がある。この試料に対して、次の(ア)~(ウ)の操作を下表の組み合わせで操作 I、II として行ったとき、沈殿②に含まれる陽イオンをすべて答えよ。なしの場合は、「なし」と答えよ。ただし、操作 I は(ア)または(イ)のどちらかとし、沈殿を生じたイオンはろ液中に残らないものとする。

- (ア) 塩酸で酸性にする。
 (イ) アンモニア水を十分に加える。
 (ウ) 硫化水素を十分に加える。

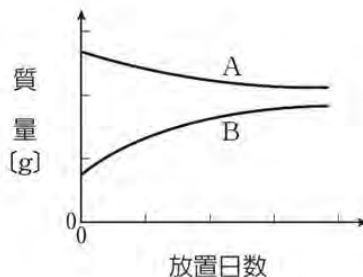


操作 I \ 操作 II	(ア)	(イ)	(ウ)
(ア)			
(イ)			

第3部 p.273 思考力を鍛える 4

4 硫酸の変化 (→p.220)

右図は、濃硫酸と希硫酸をそれぞれ別のビーカーに入れて放置したときの質量の変化を示している。曲線 A, B はどちらの物質のグラフか。また、それぞれの変化について簡潔に説明せよ。



第3部 p.274 思考力を鍛える 5

5 陰イオンの分離 (→p.266~269)

2種類の陰イオンを含む、無色透明な試料水溶液Xについて、右図の実験を行った。水酸化カルシウム水溶液を加えてろ過すると、白色沈殿Aが得られた。Aは塩酸とすべて反応して気体Bを発生した。Bを水酸化バリウム水溶液に通じると、白色沈殿Cが得られた。また、Aをろ過したろ液を酢酸で中和後、硝酸銀水溶液を加えると、黄色沈殿Dが得られた。

(1) 沈殿A, C, Dに当てはまる化合物を次の①~⑩の化合物の中から1つずつ選べ。

- ① CaCO_3 ② $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
 ③ CaSO_4 ④ AgCl ⑤ Ag_2CrO_4
 ⑥ Ag_2S ⑦ AgI ⑧ BaCO_3
 ⑨ $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ⑩ BaSO_4



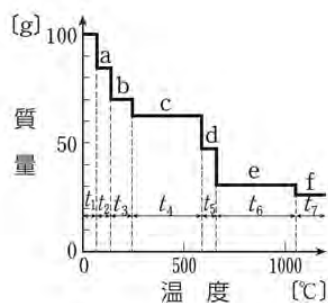
第3部 p.274 思考力を鍛える 6

6 硫酸銅(Ⅱ)五水和物の結晶 (→p.256, 257)

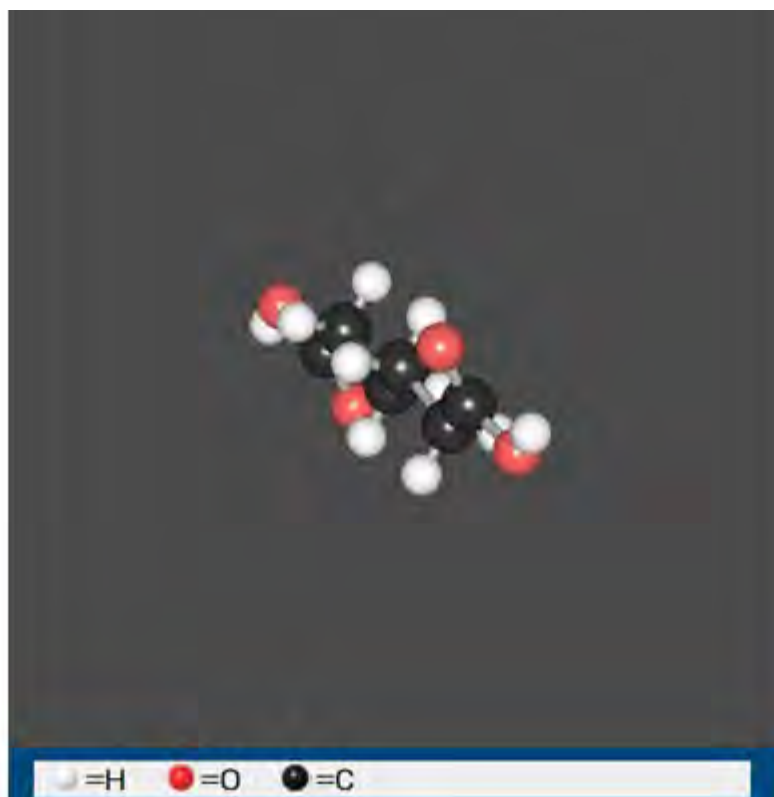
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ を加熱すると、結晶水が段階的に失われた後、酸化物に分解される。100 g の結晶を 0°C から 1200°C まで加熱したときの質量の変化を下表に示す。結晶は青色からうすくなり、物質 c は白色、物質 e は室温では黒色、物質 f は室温では赤色であった。物質 a, b, c, e, f の化学式を記せ。

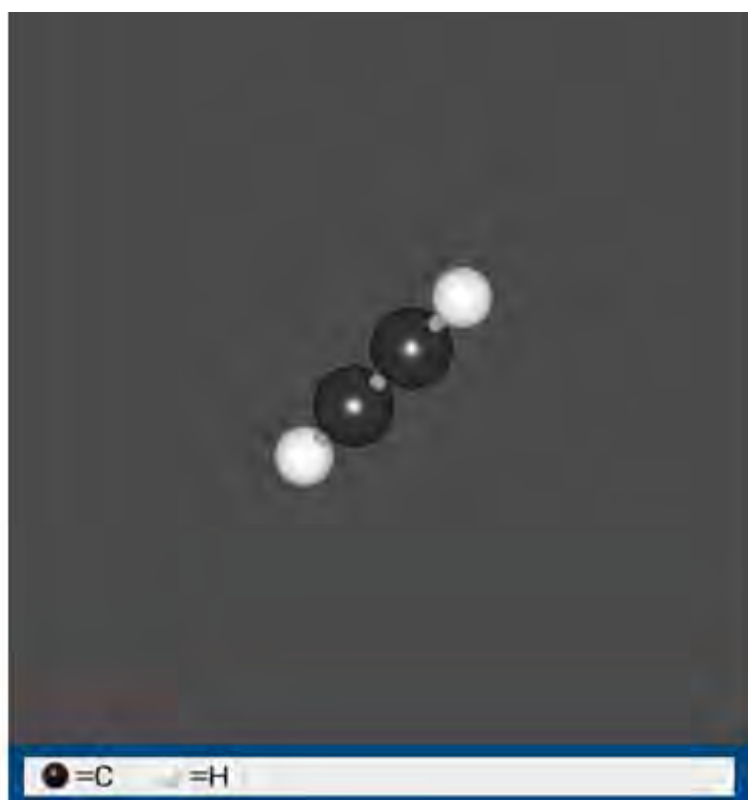
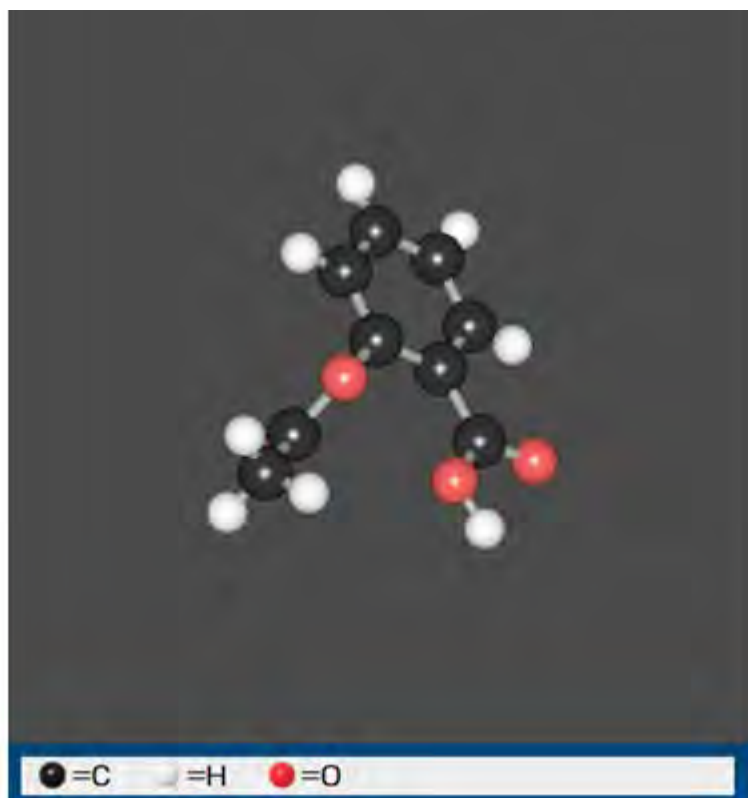
原子量 $\text{H}=1.0$, $\text{O}=16$, $\text{S}=32$, $\text{Cu}=64$

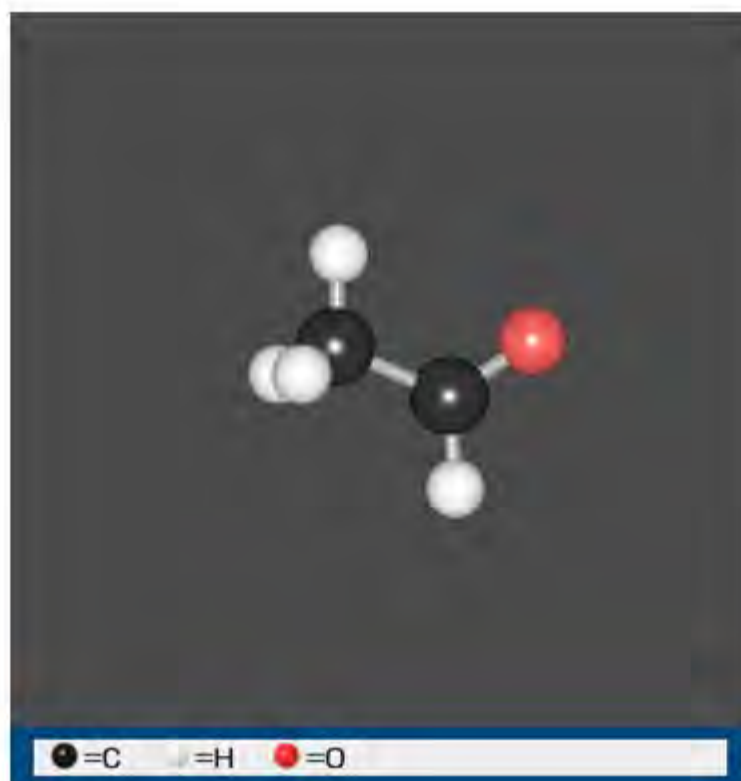
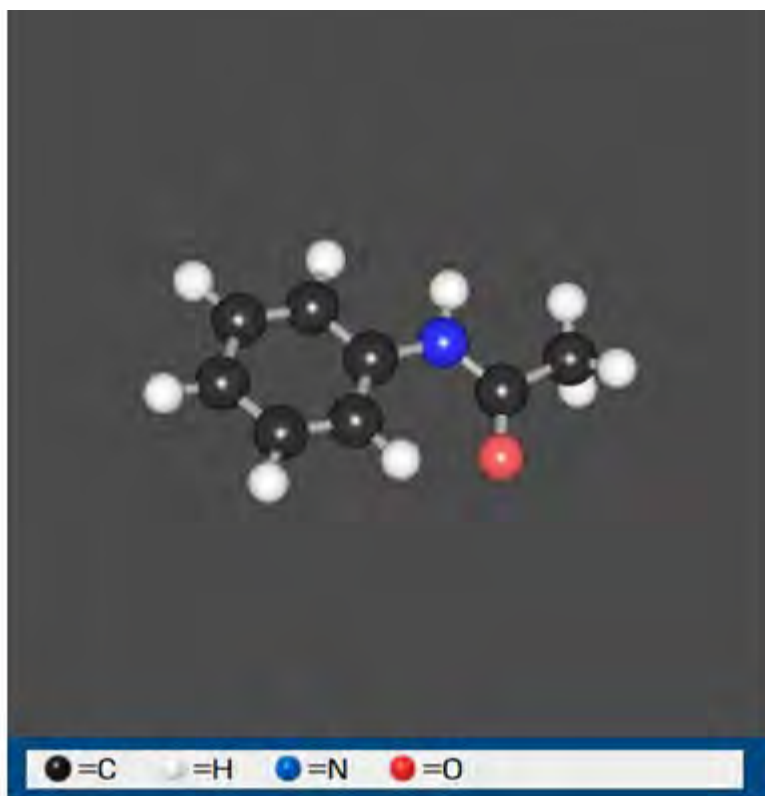
温度範囲	物質	質量 [g]
t_1	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	100
t_2	a	85.6
t_3	b	71.2
t_4	c	64
t_5	d	48
t_6	e	32
t_7	f	28.8

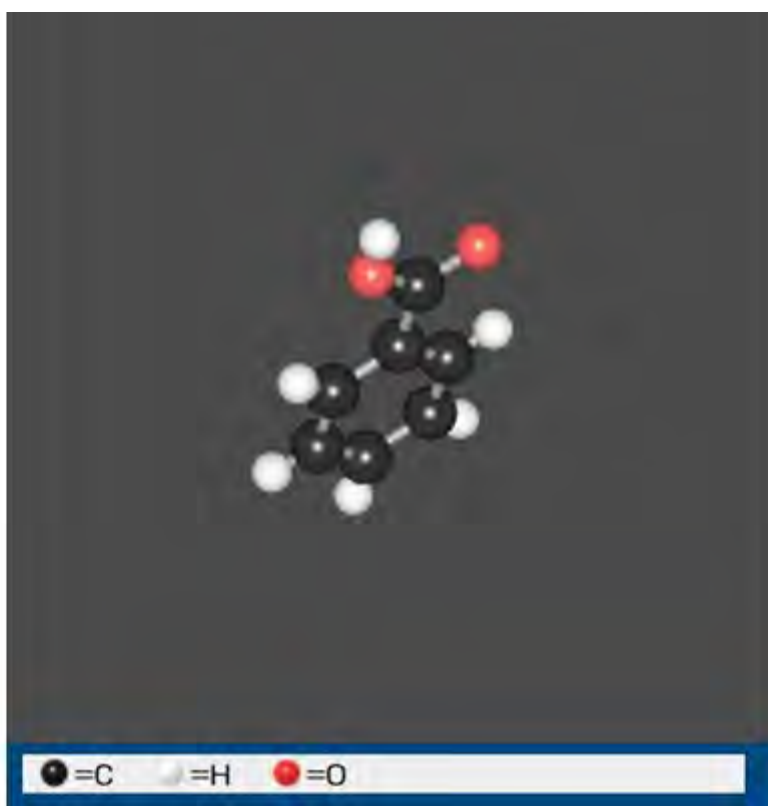


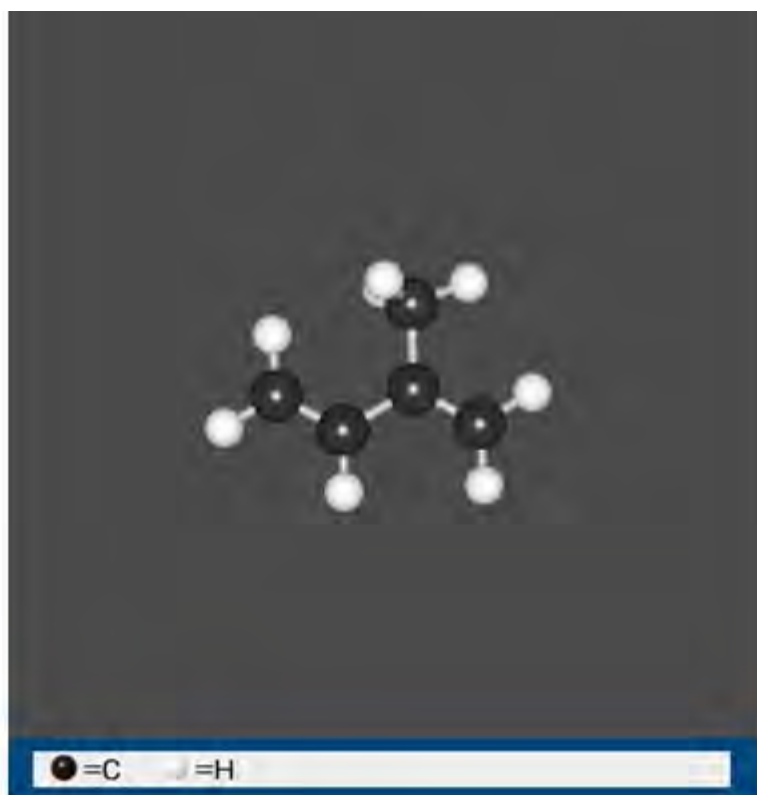
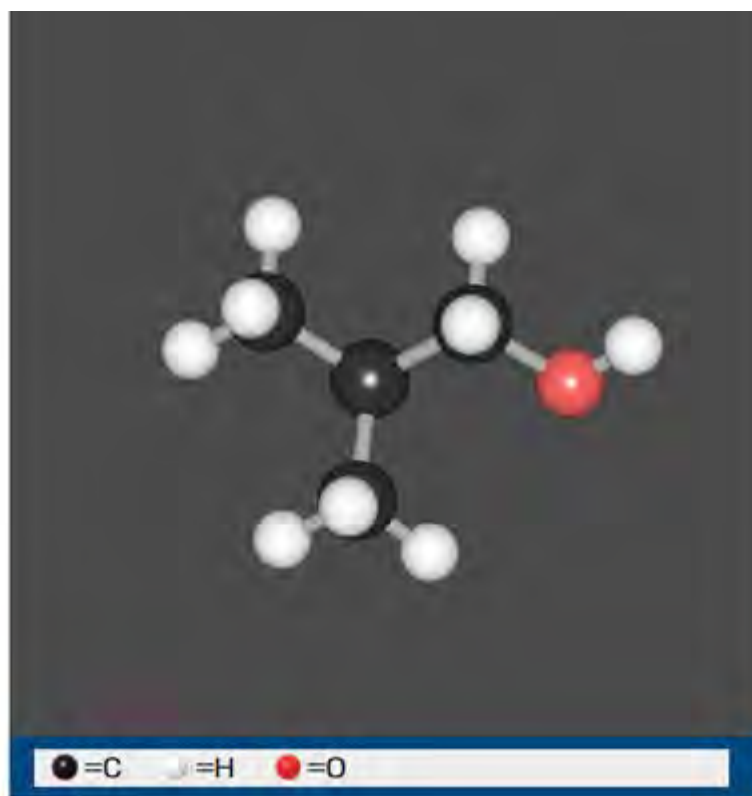
別紙102-2

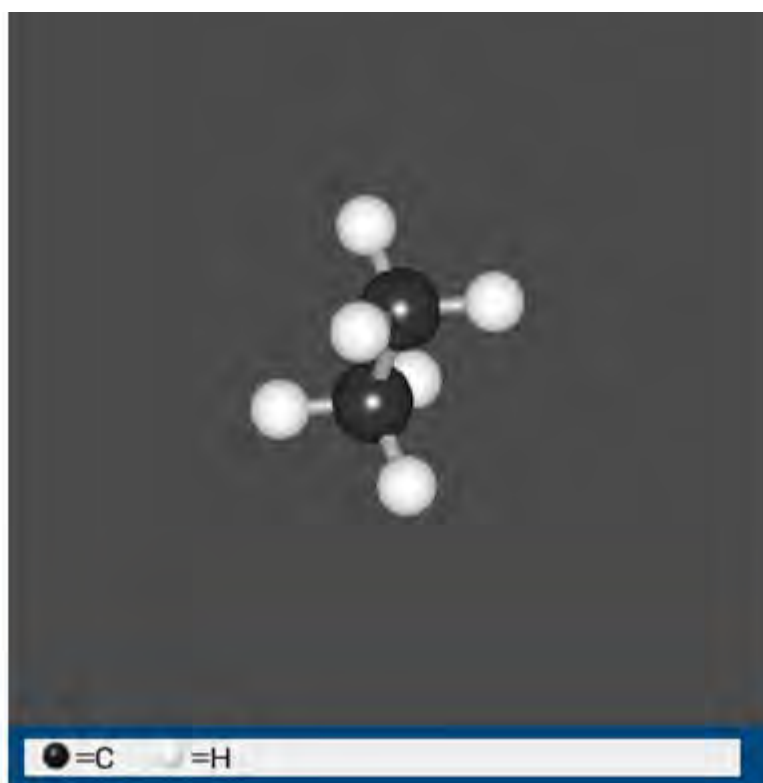
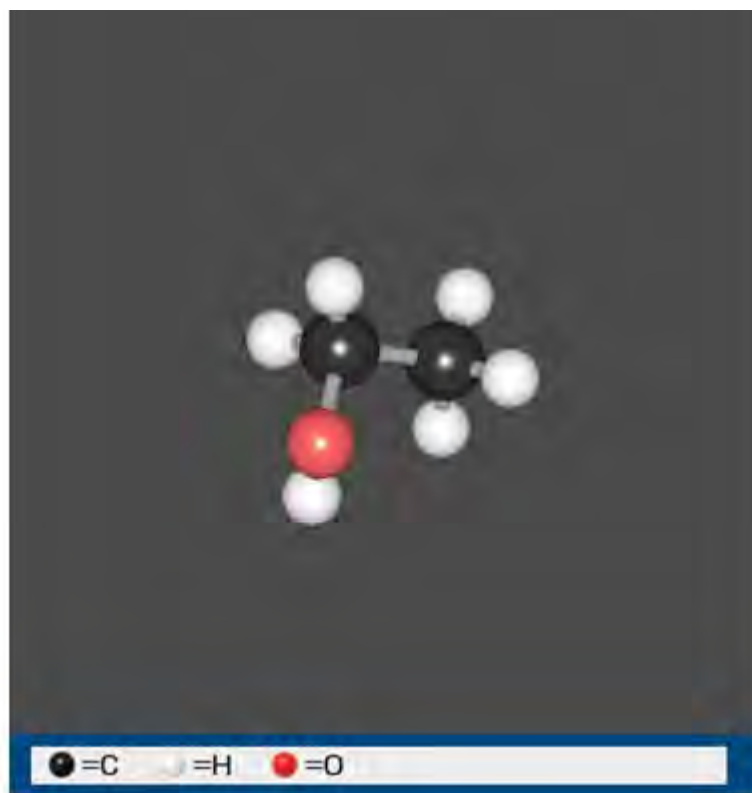


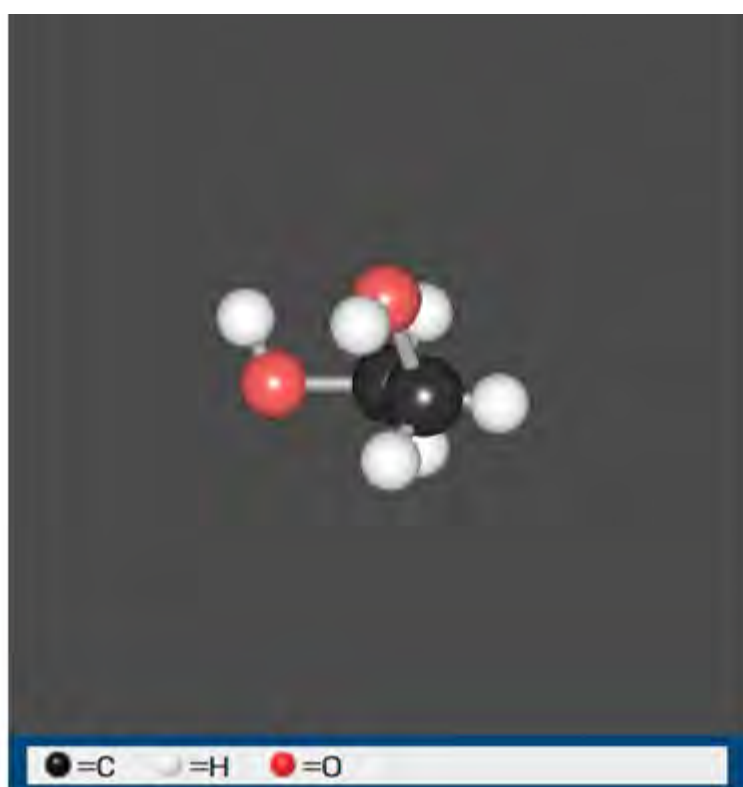
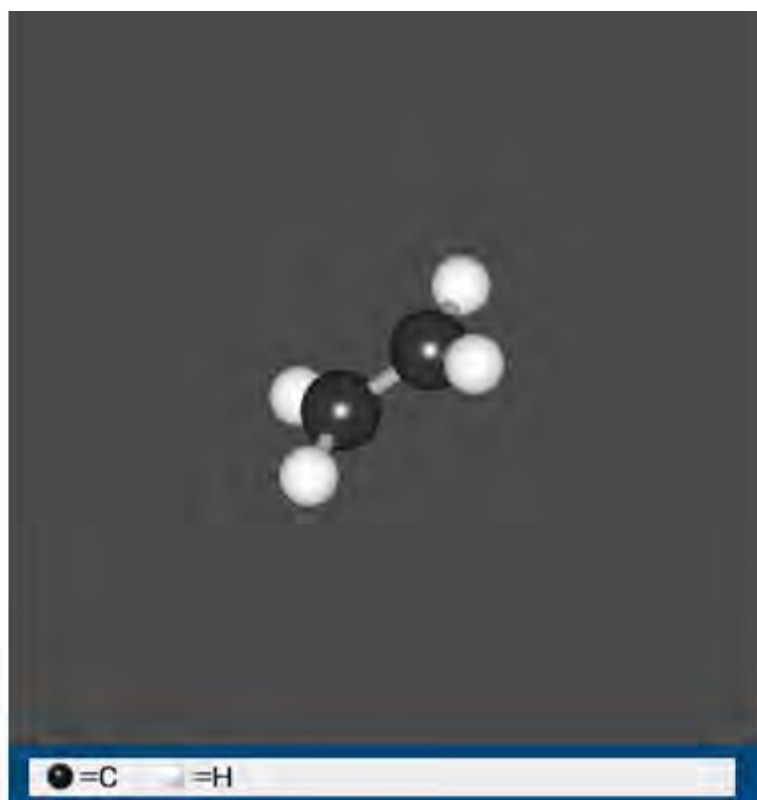


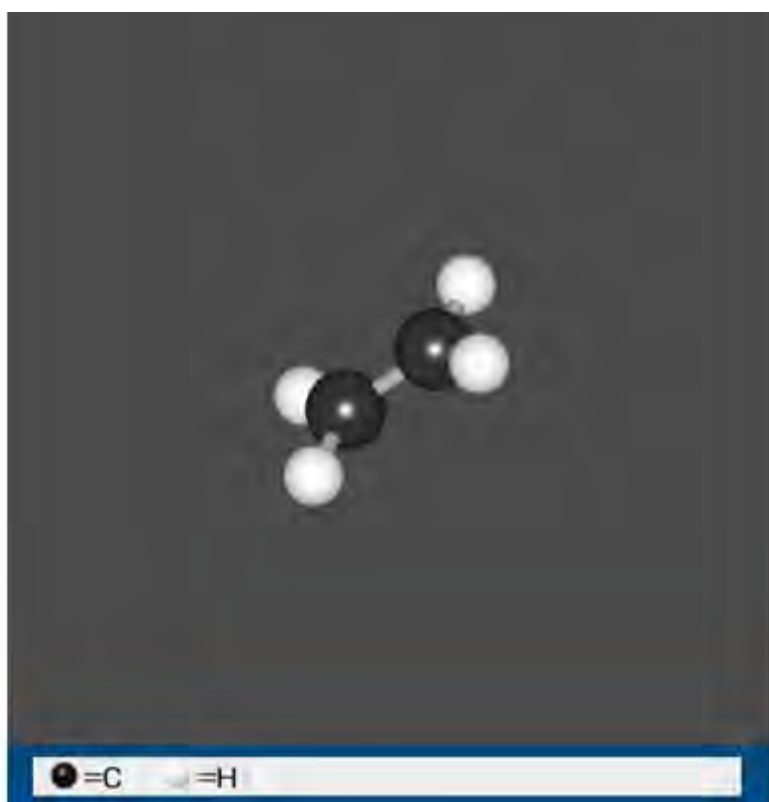


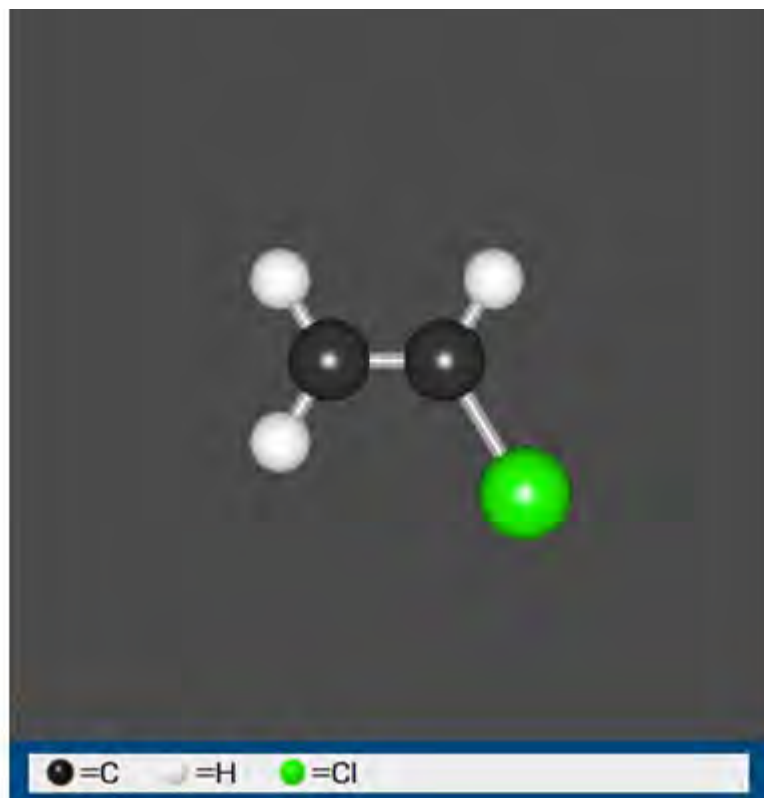


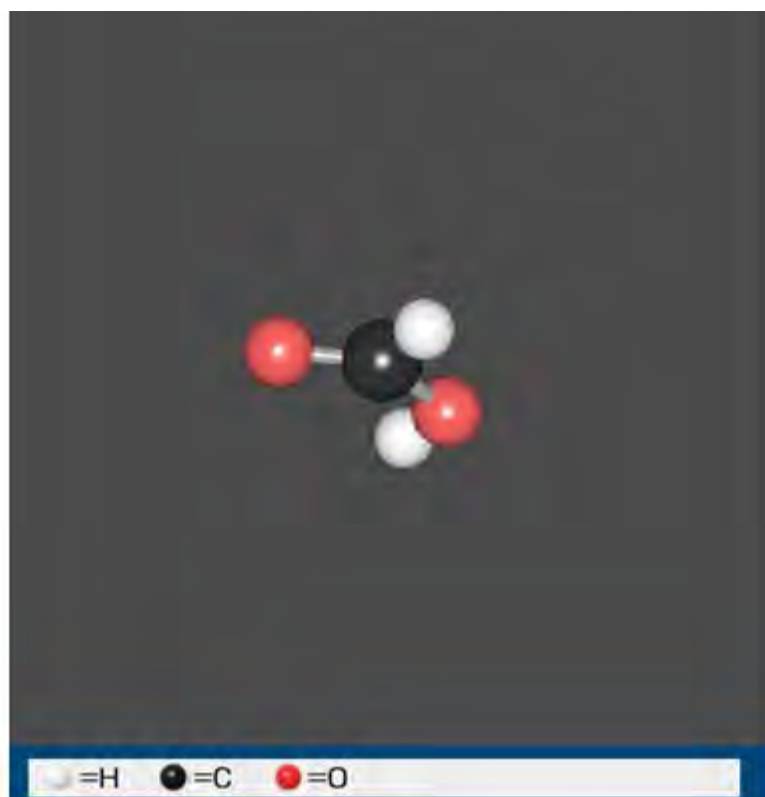
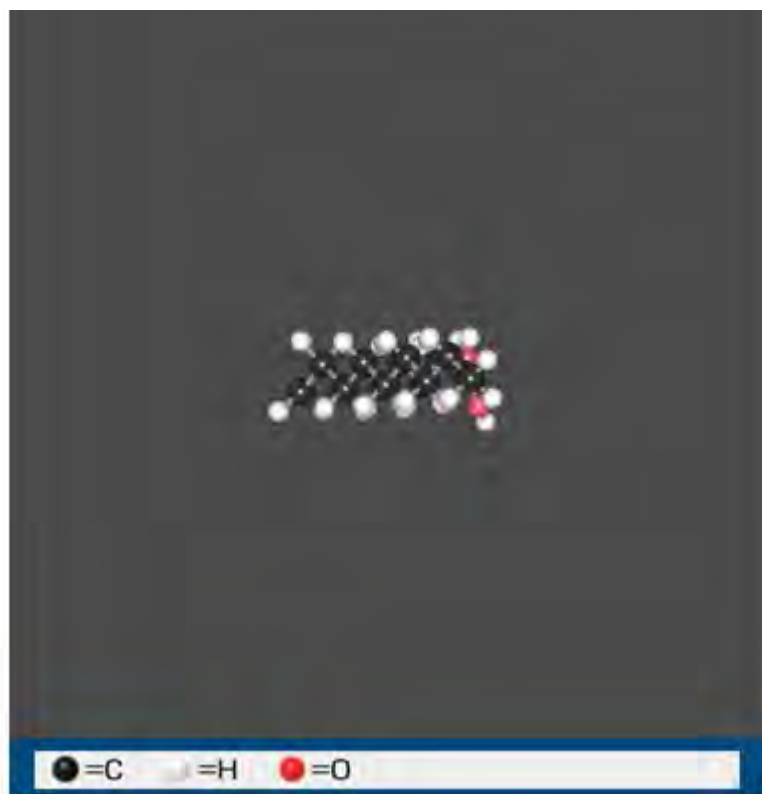


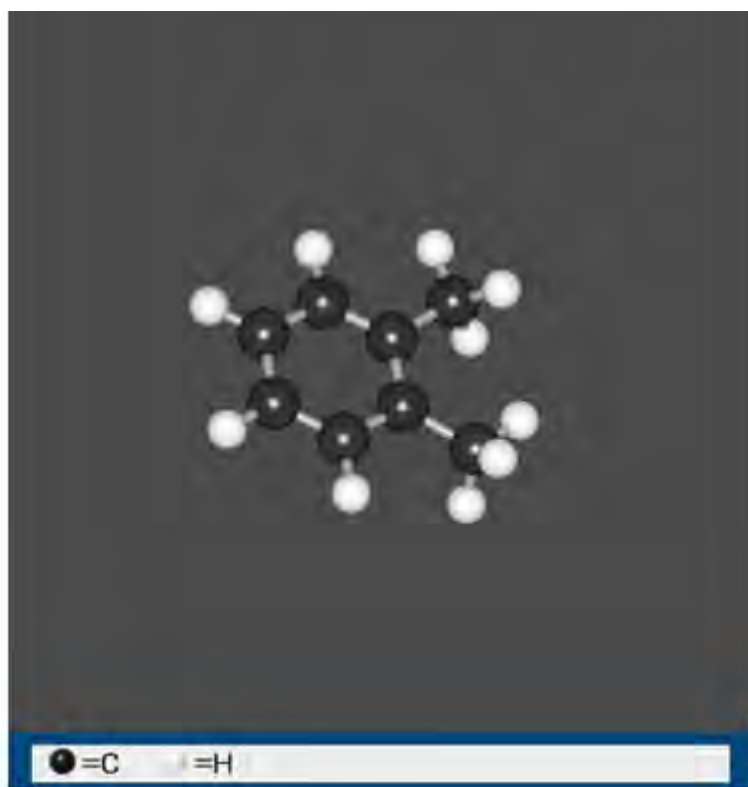


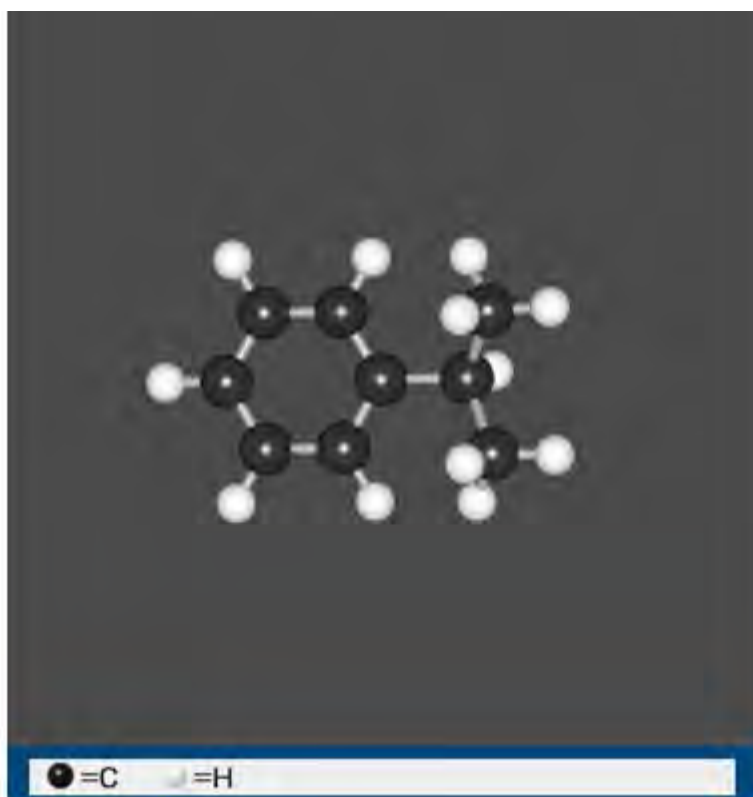


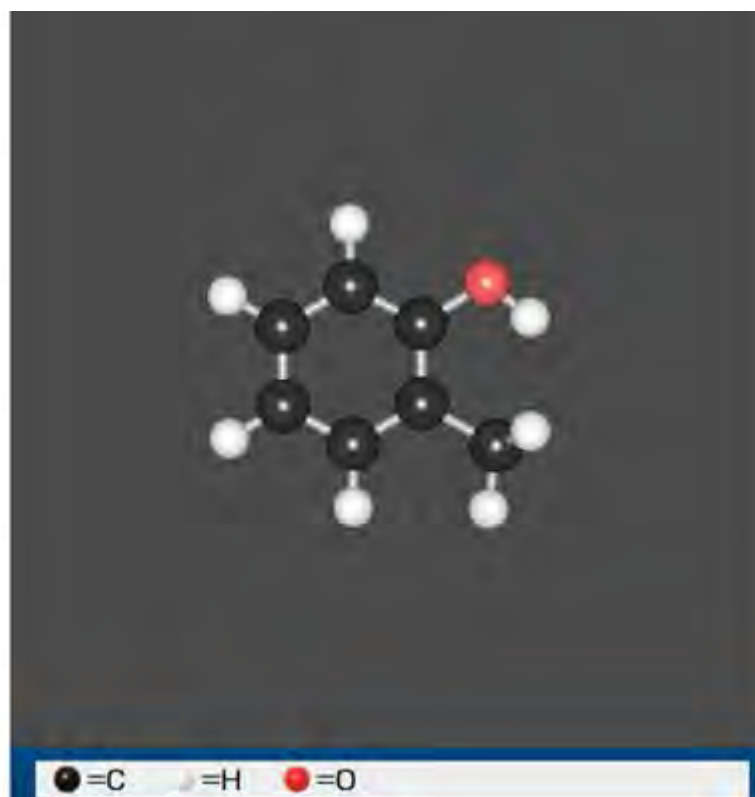
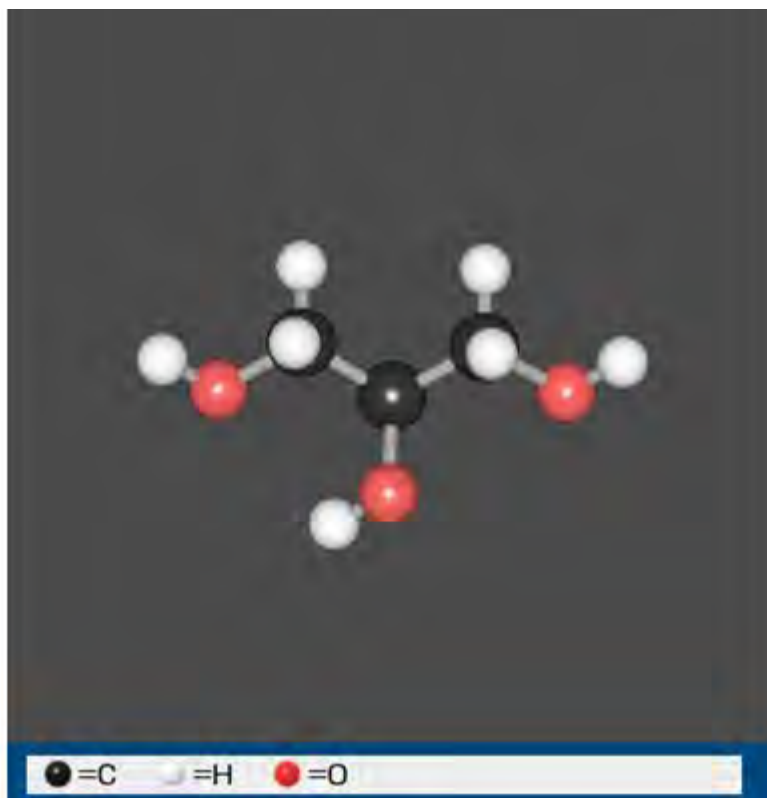


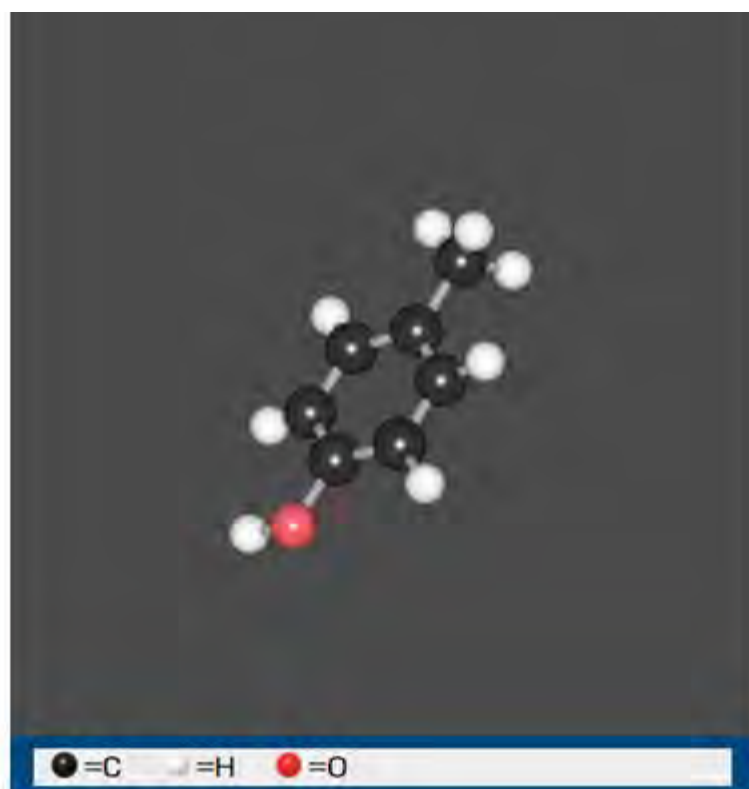
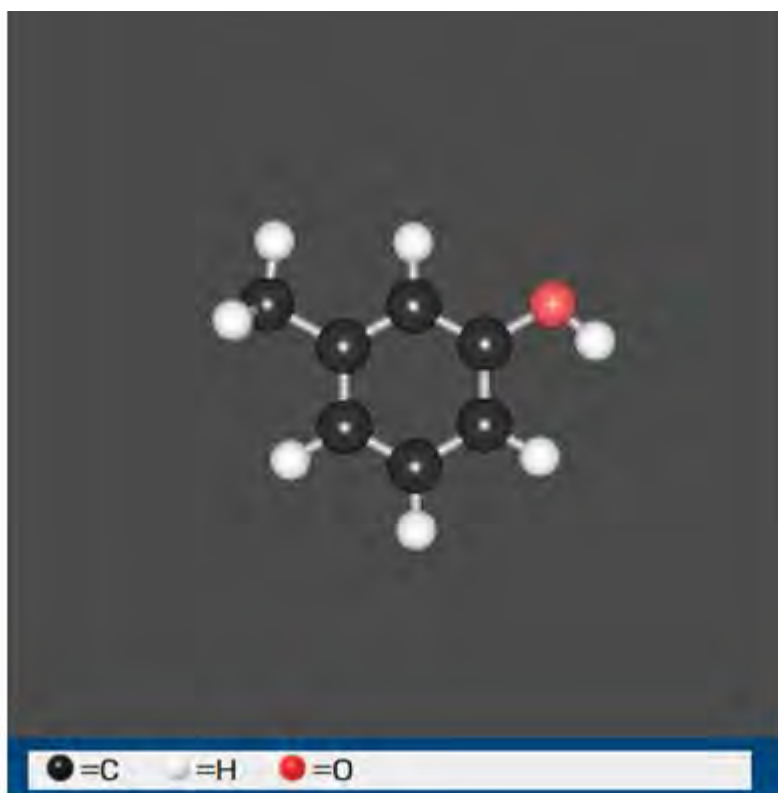


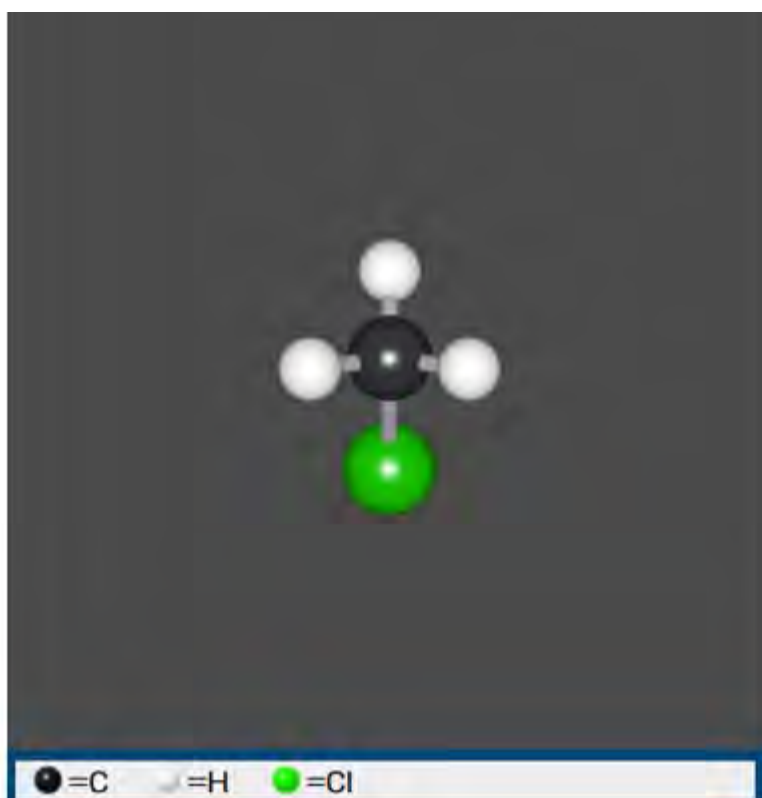
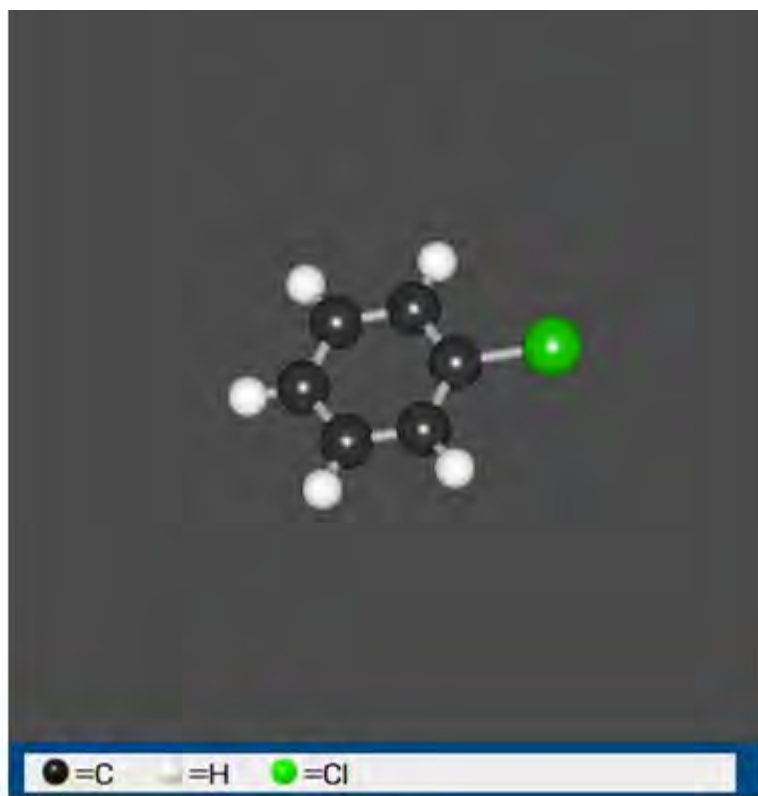


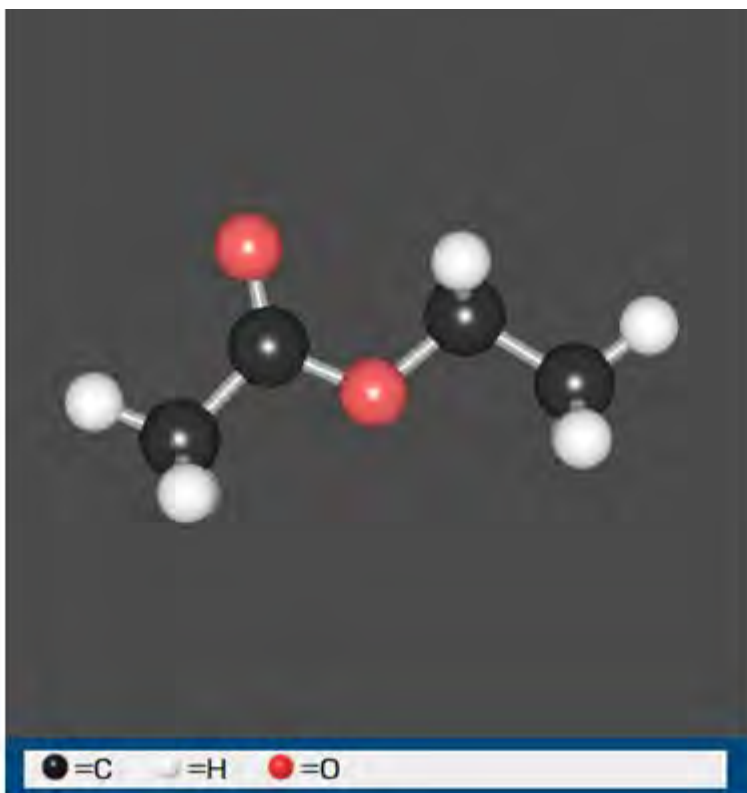
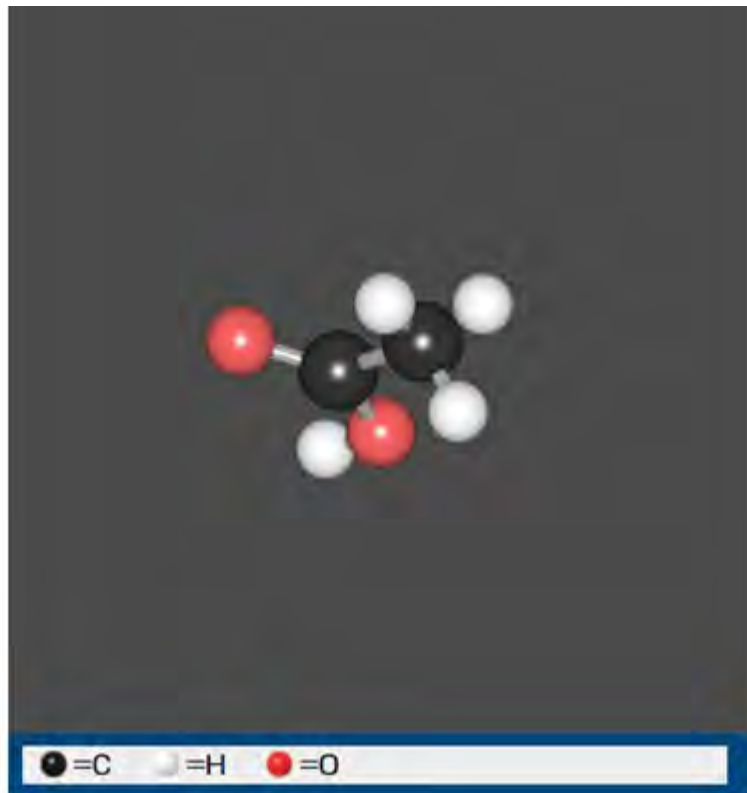


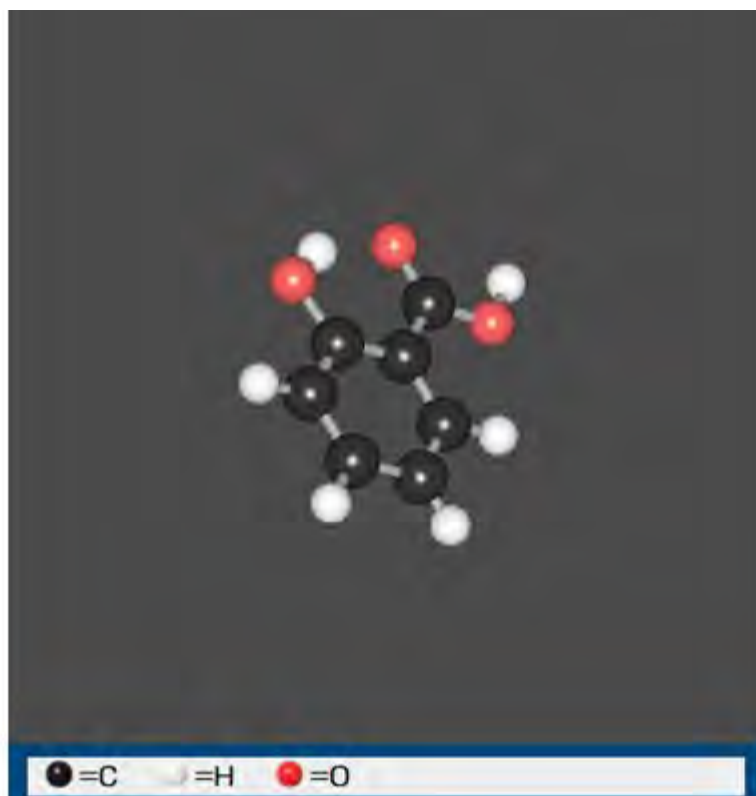
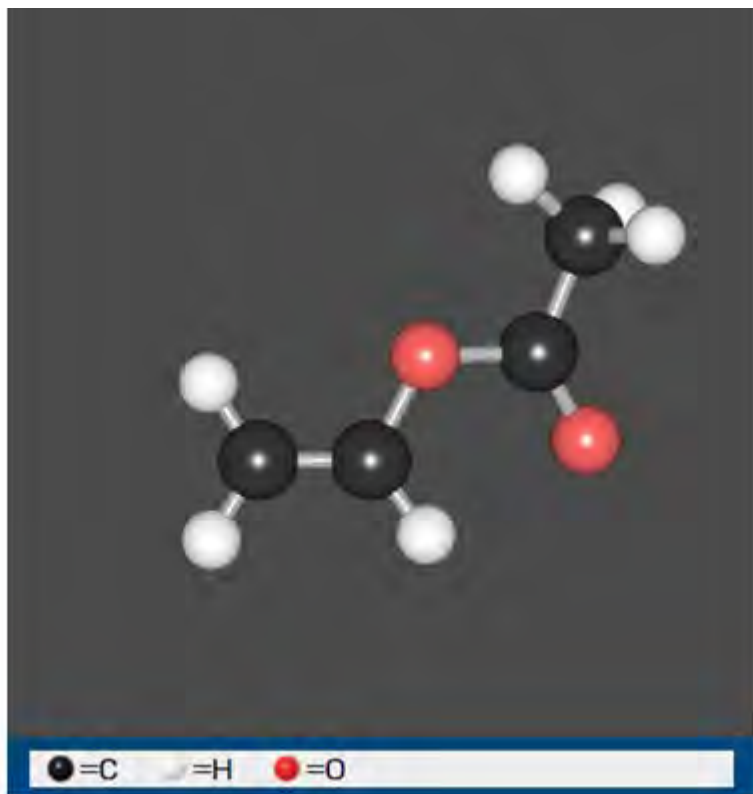


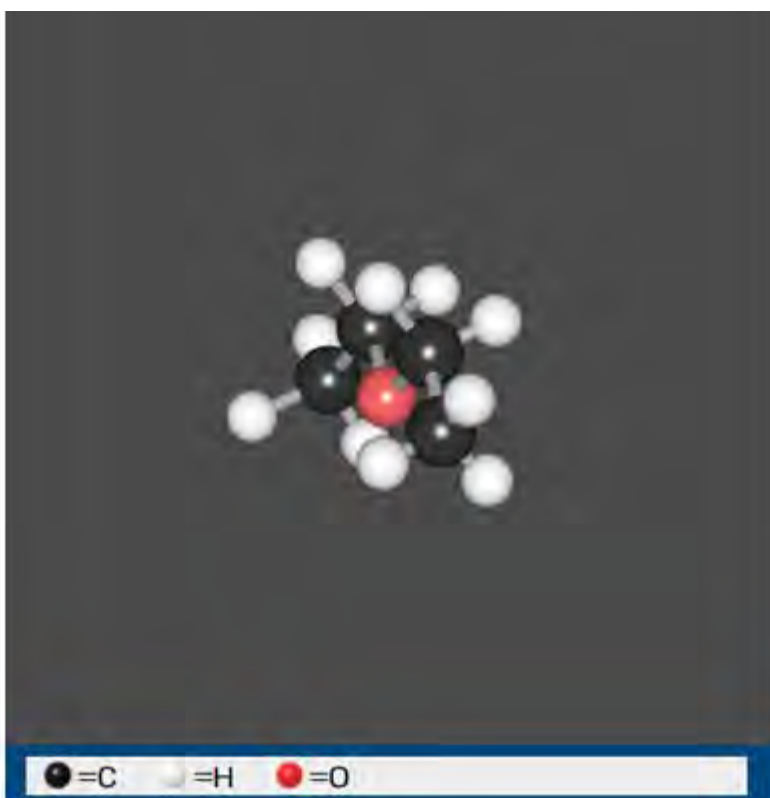
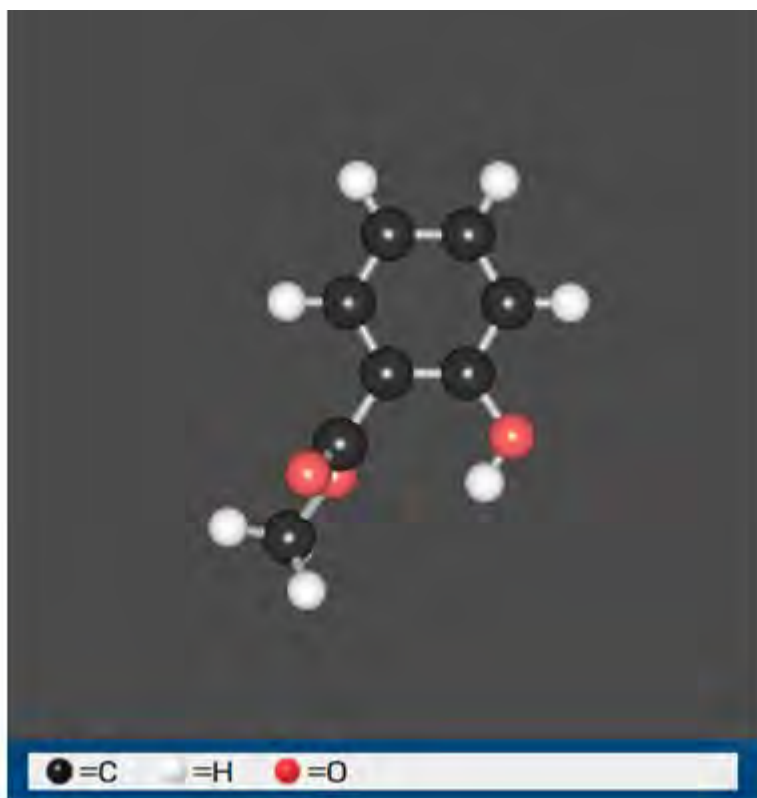


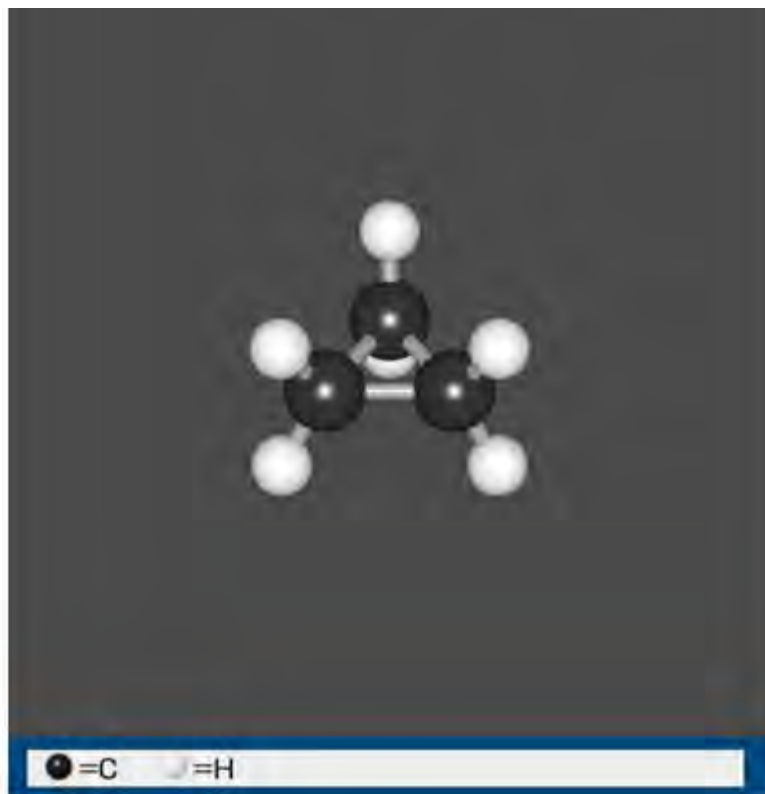


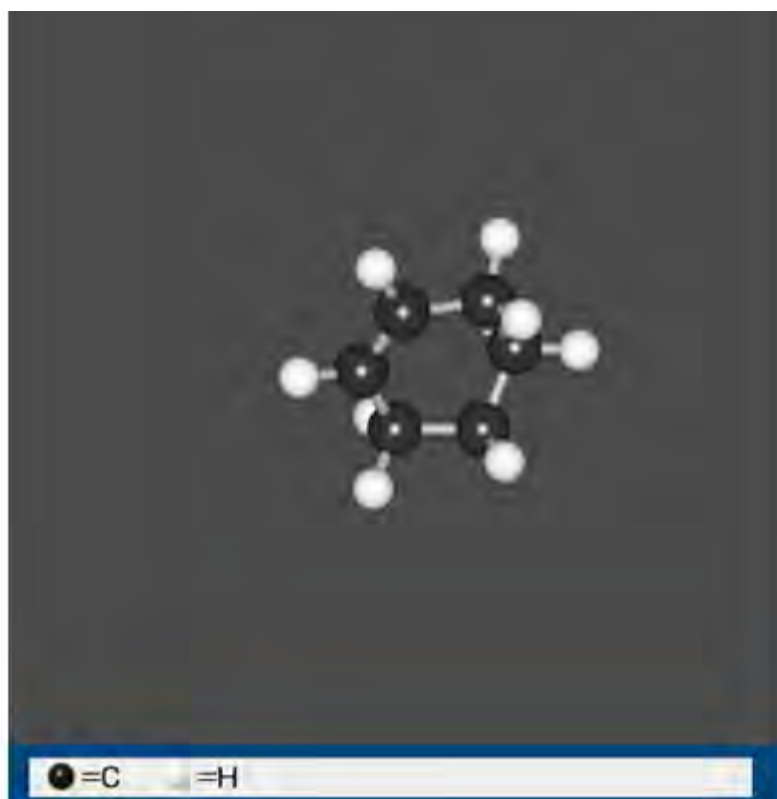
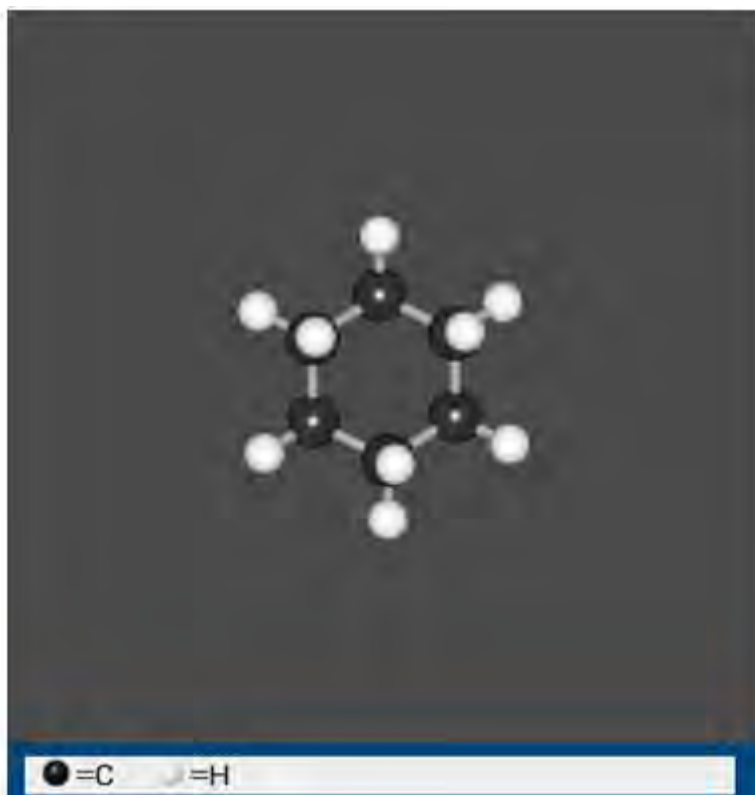


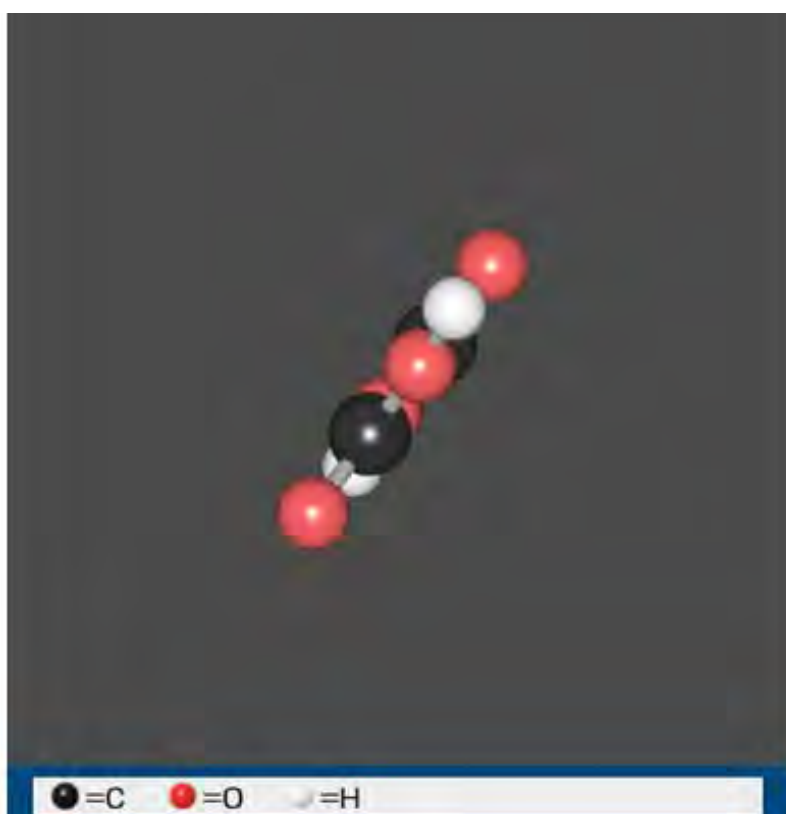
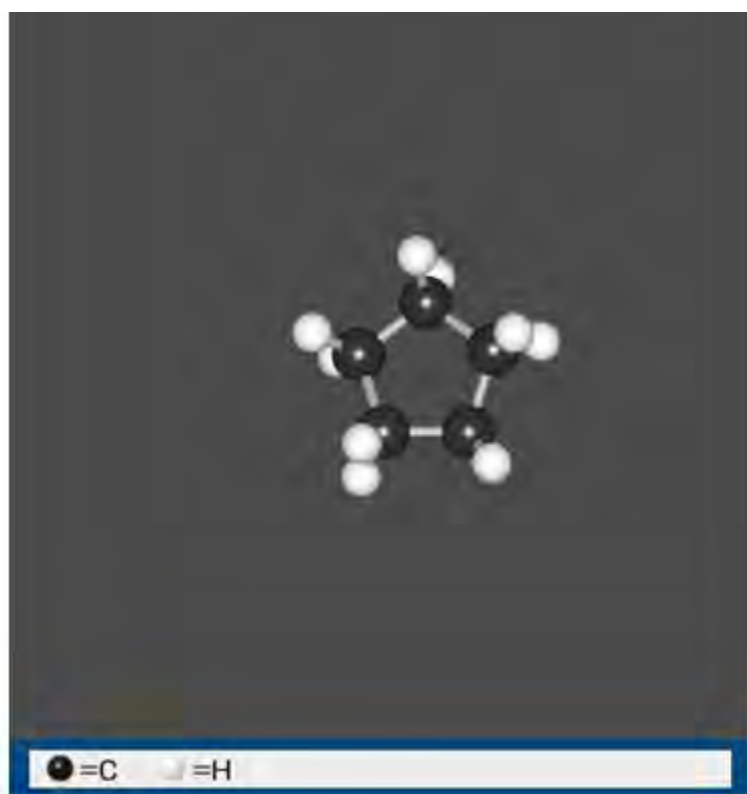


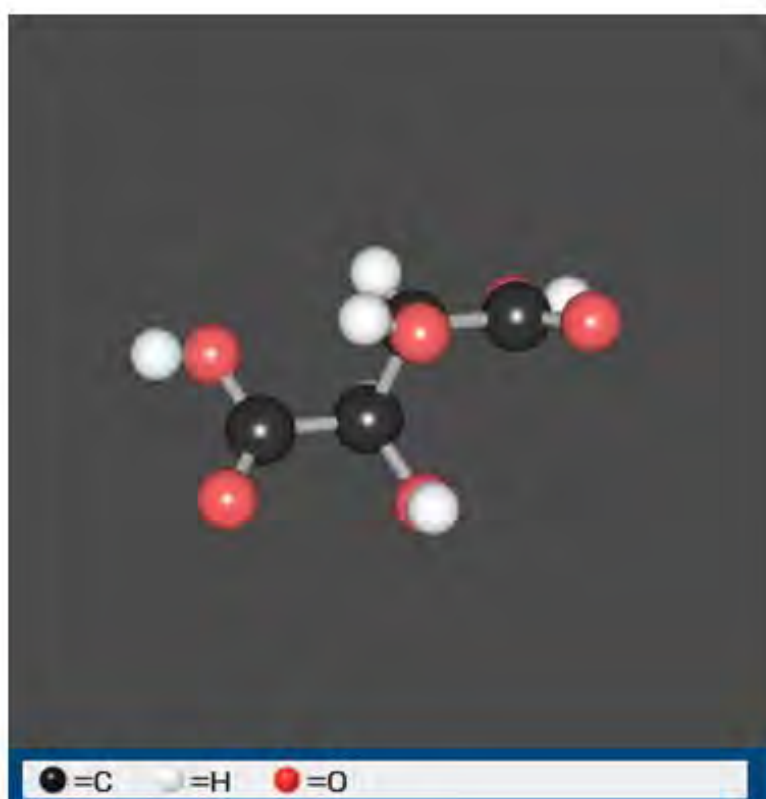
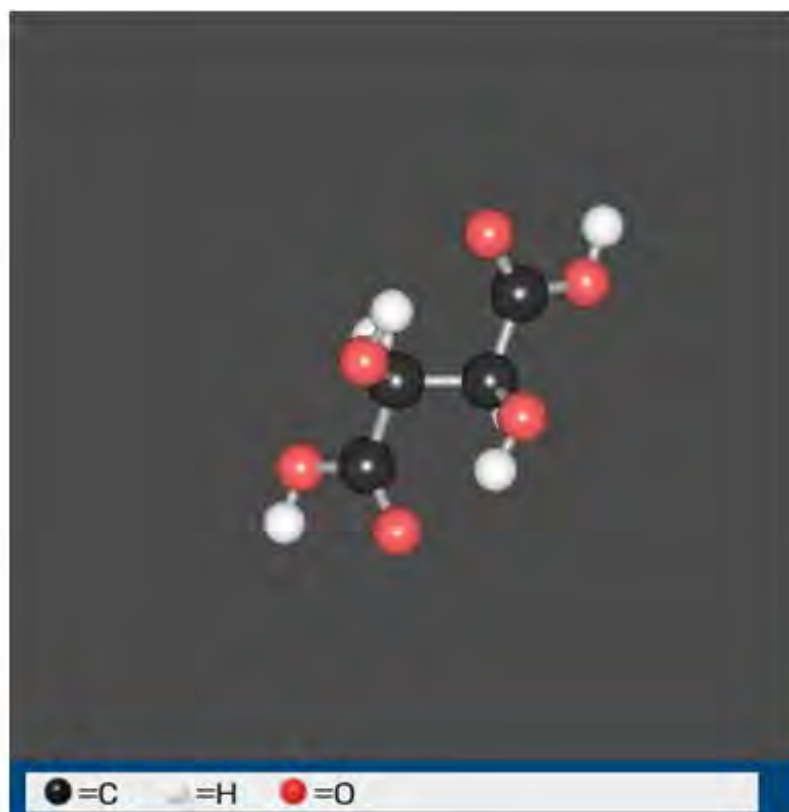


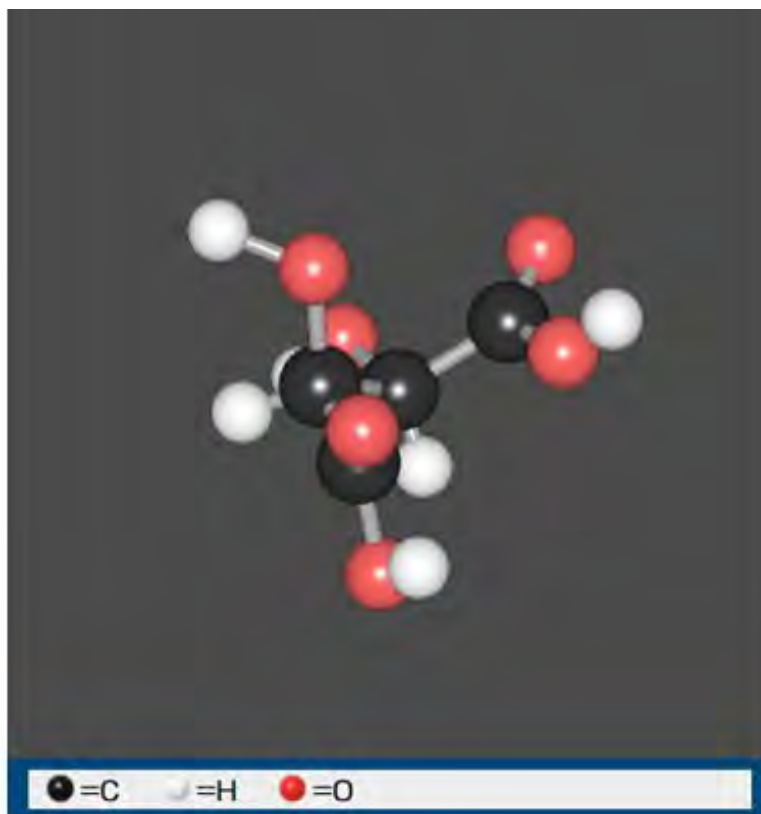


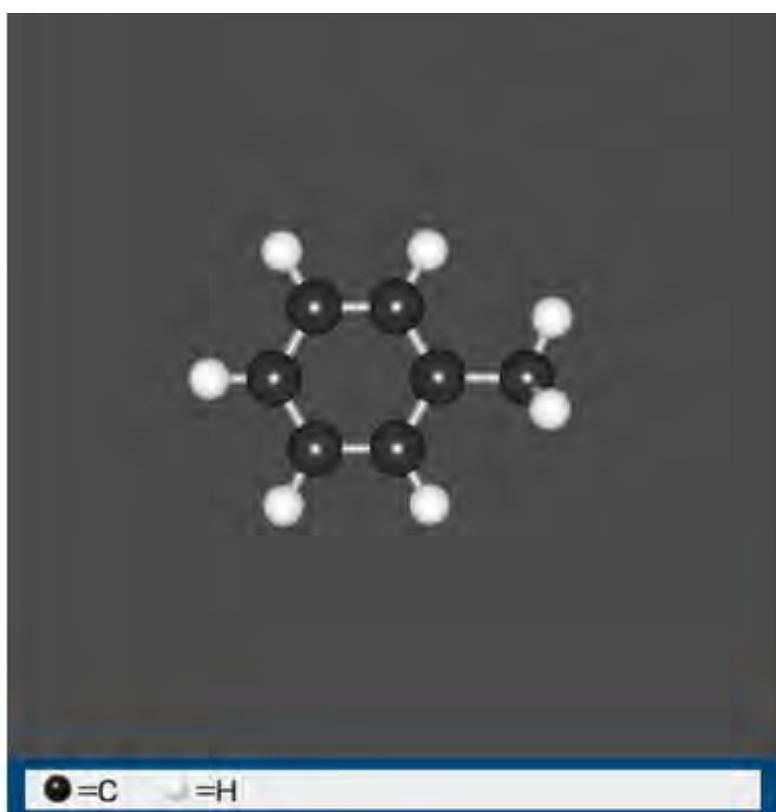
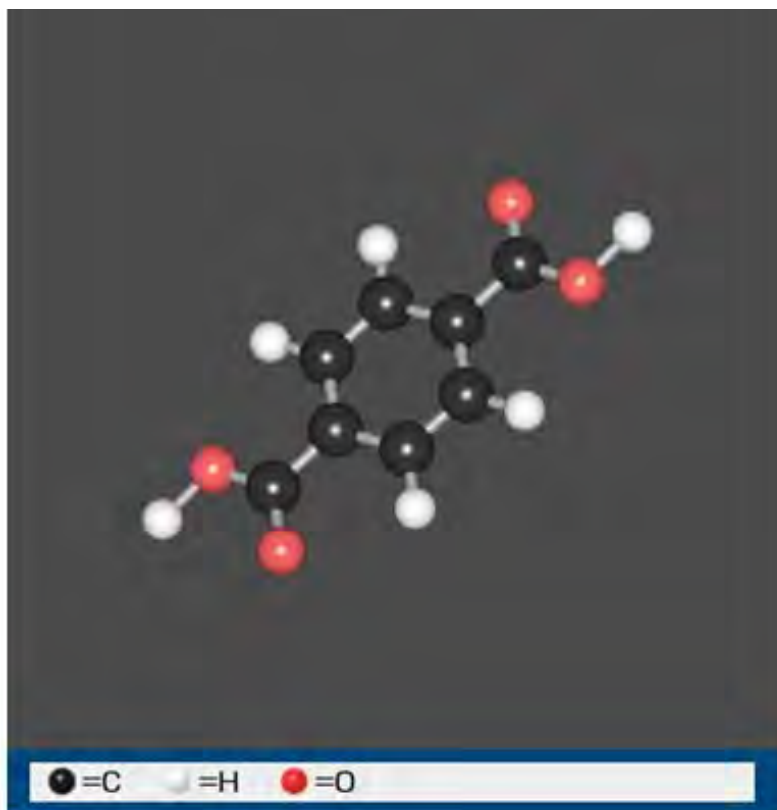


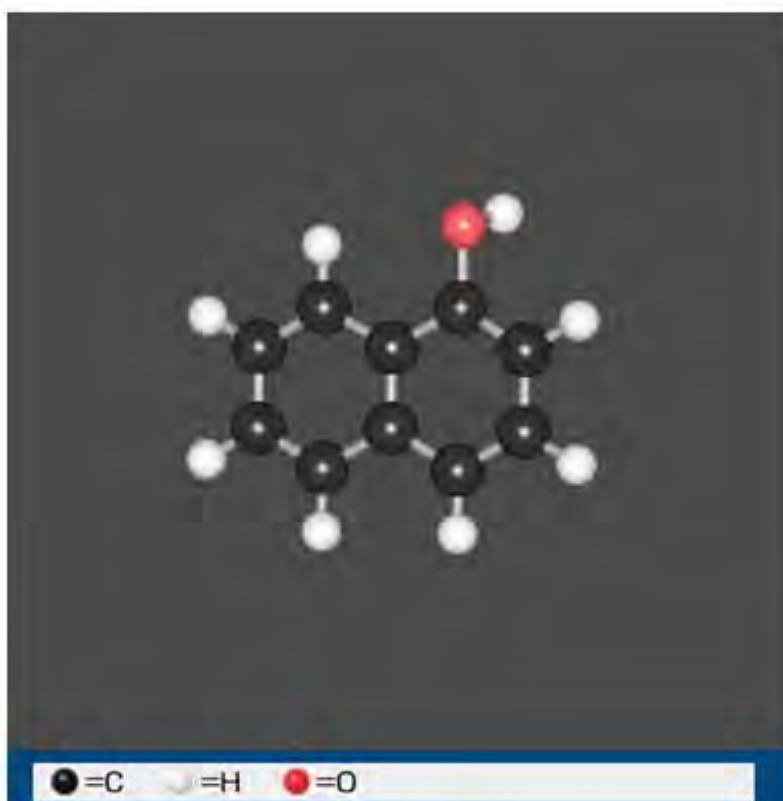


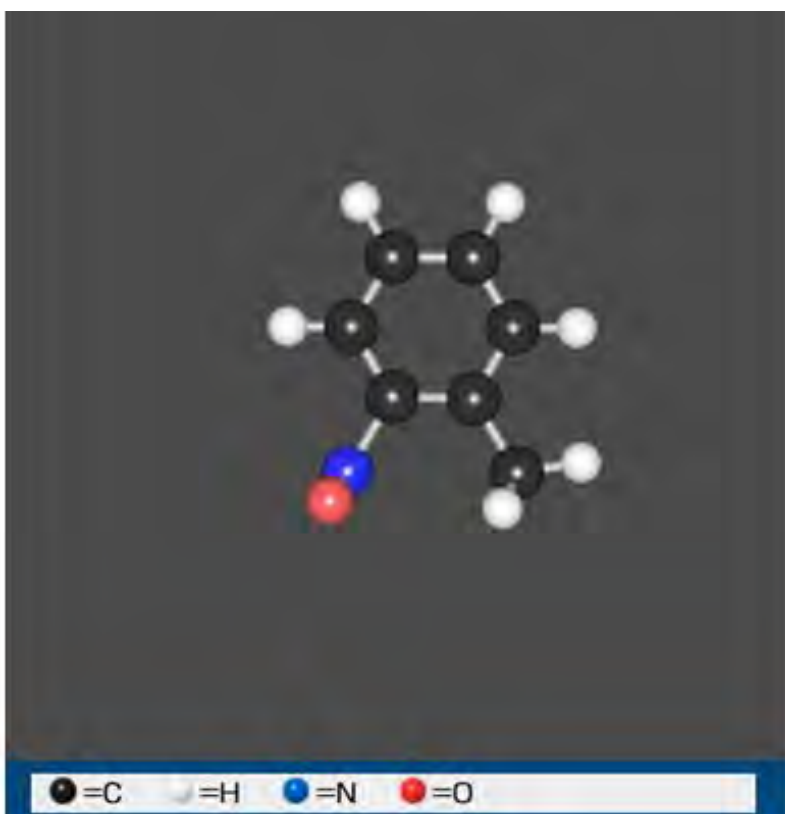
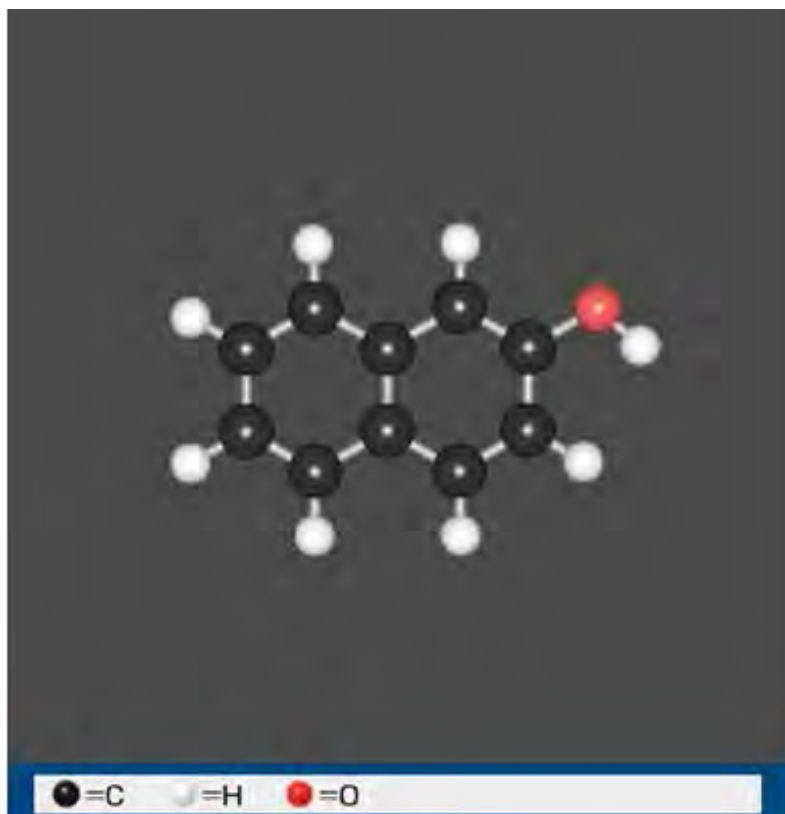


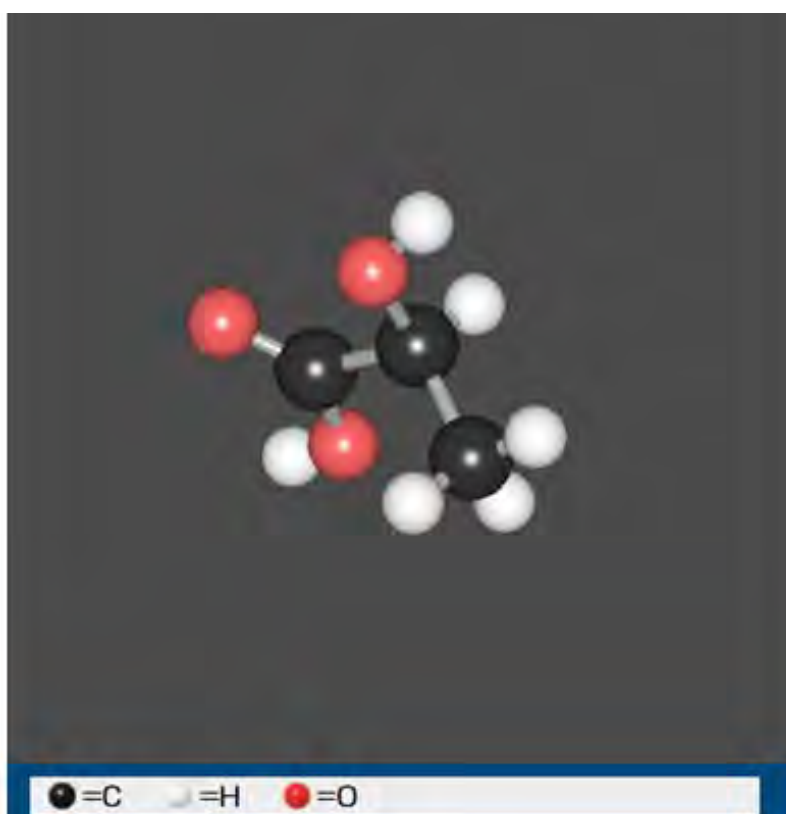
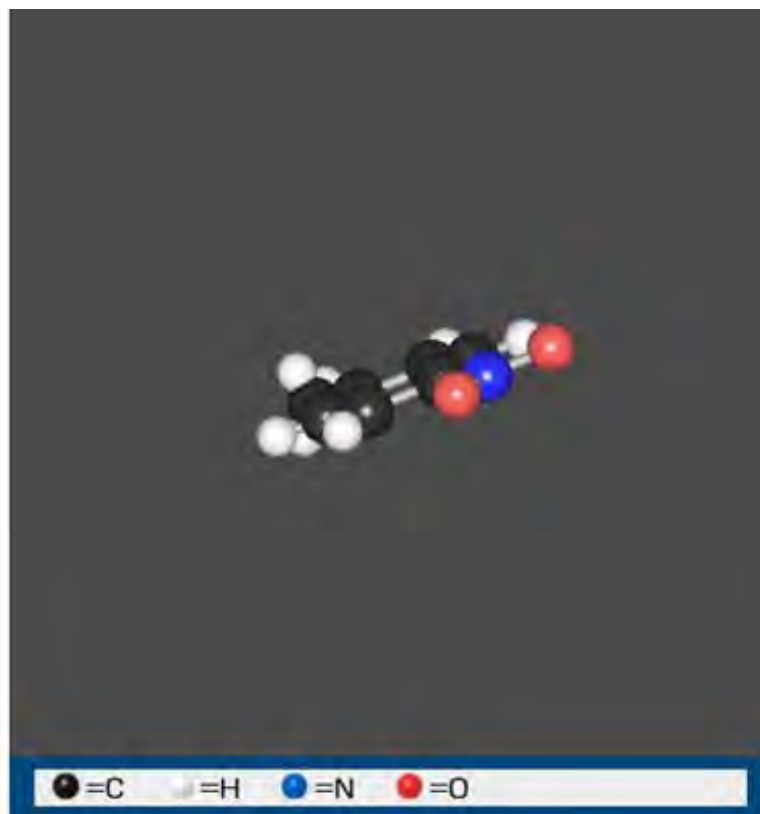


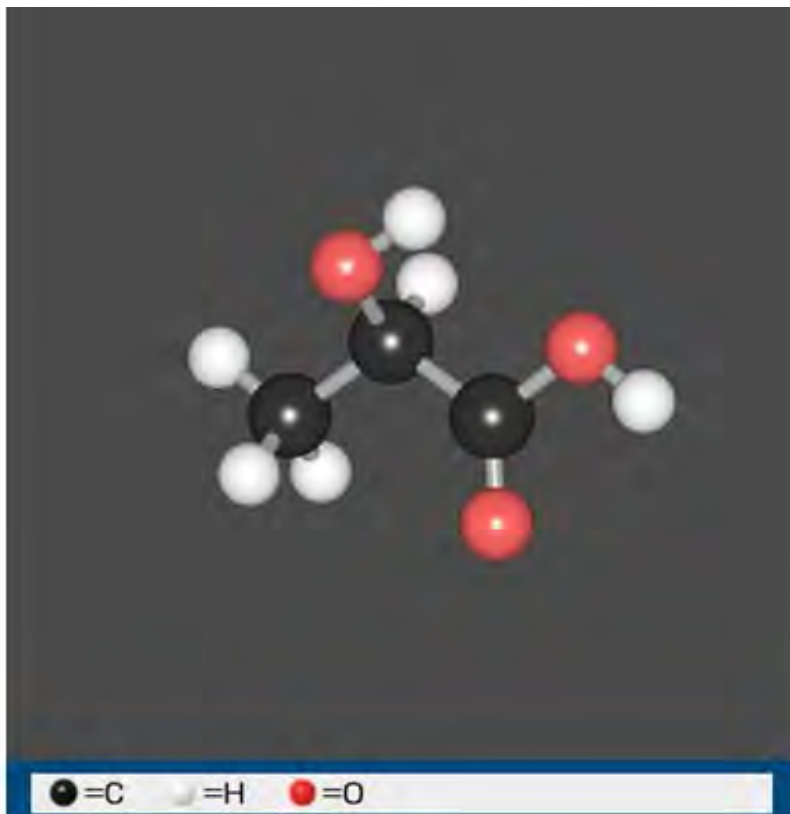


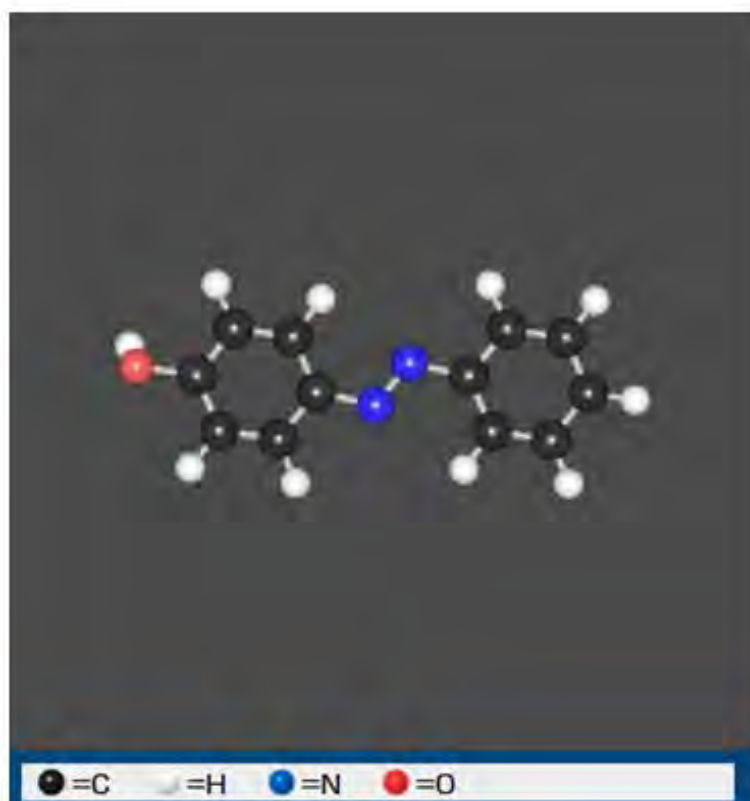


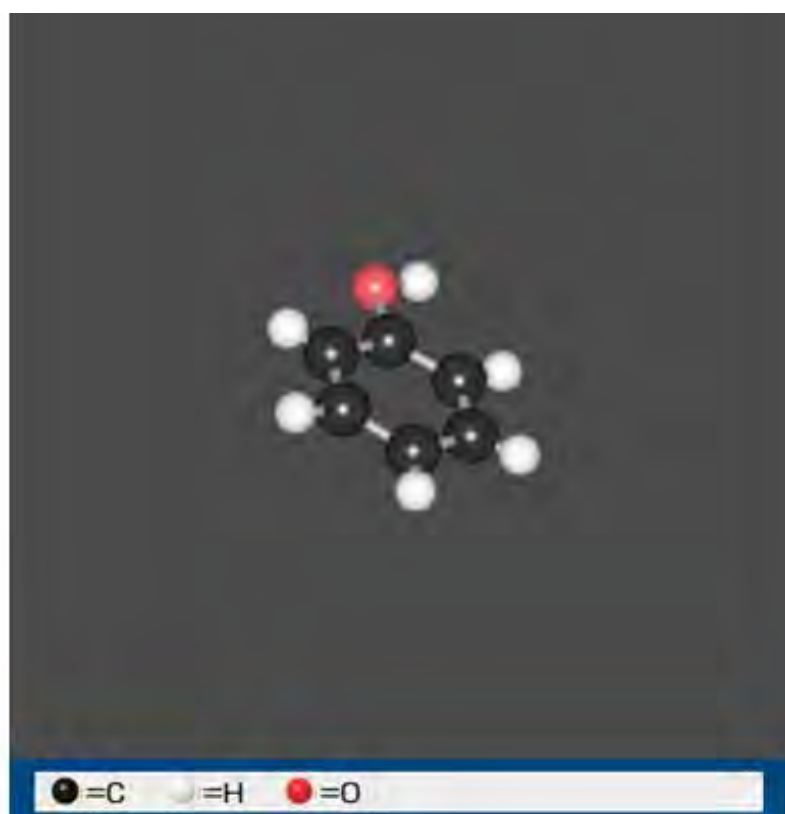
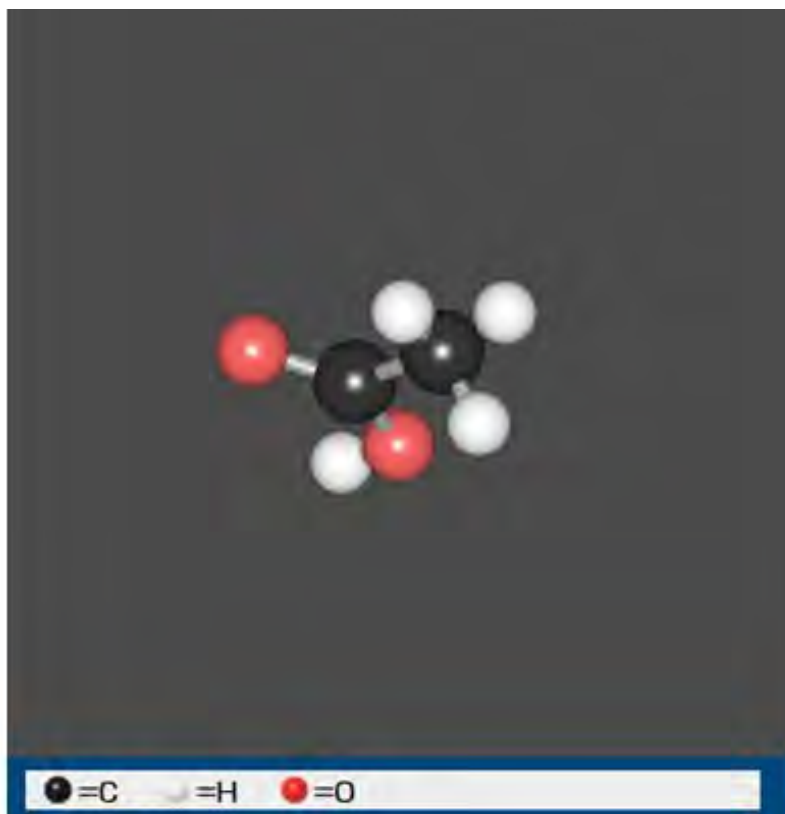


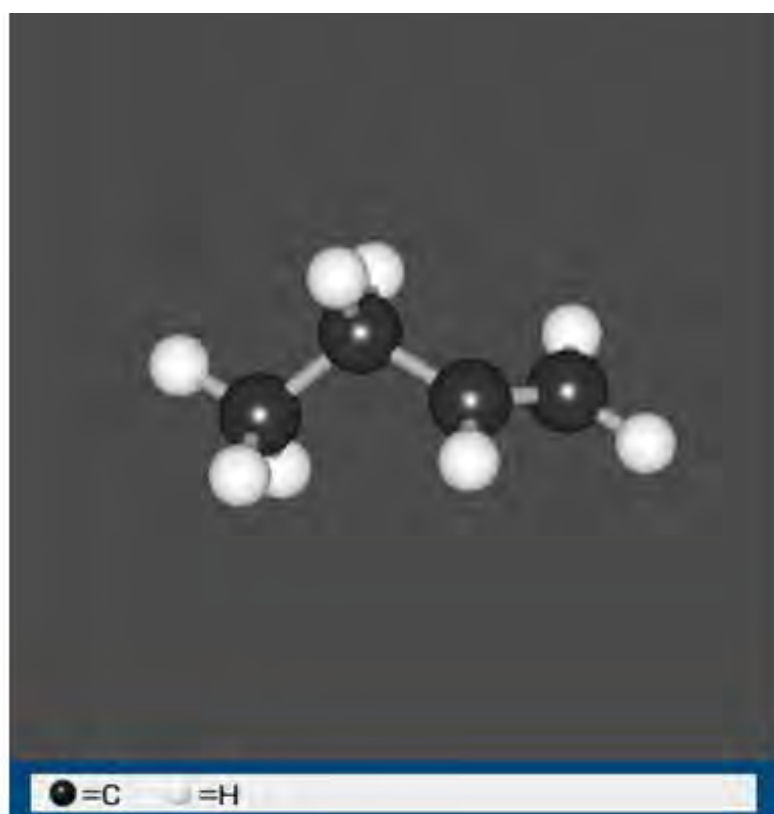
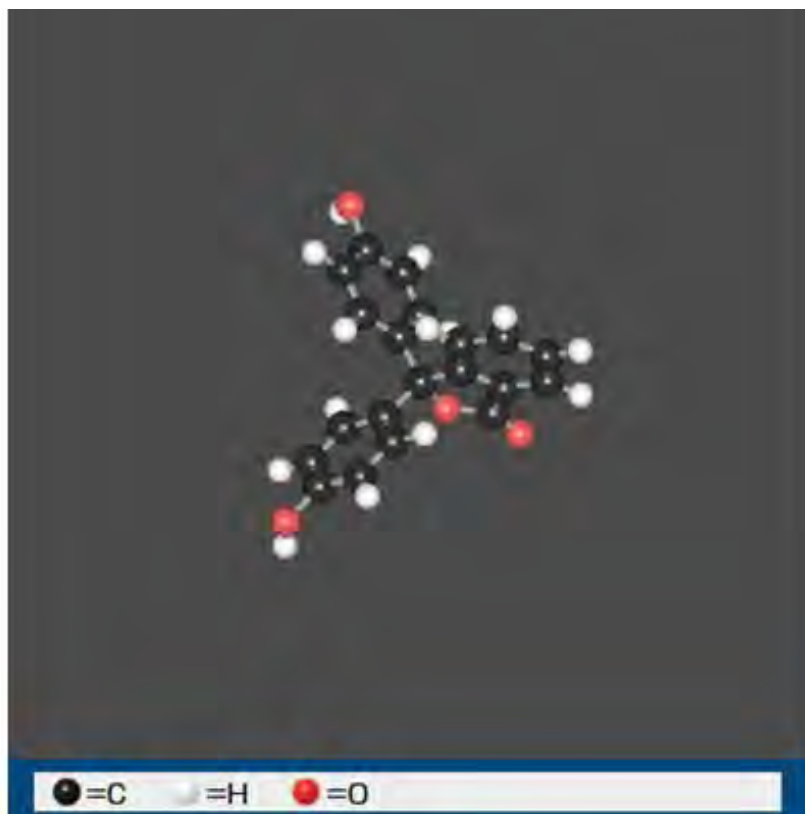


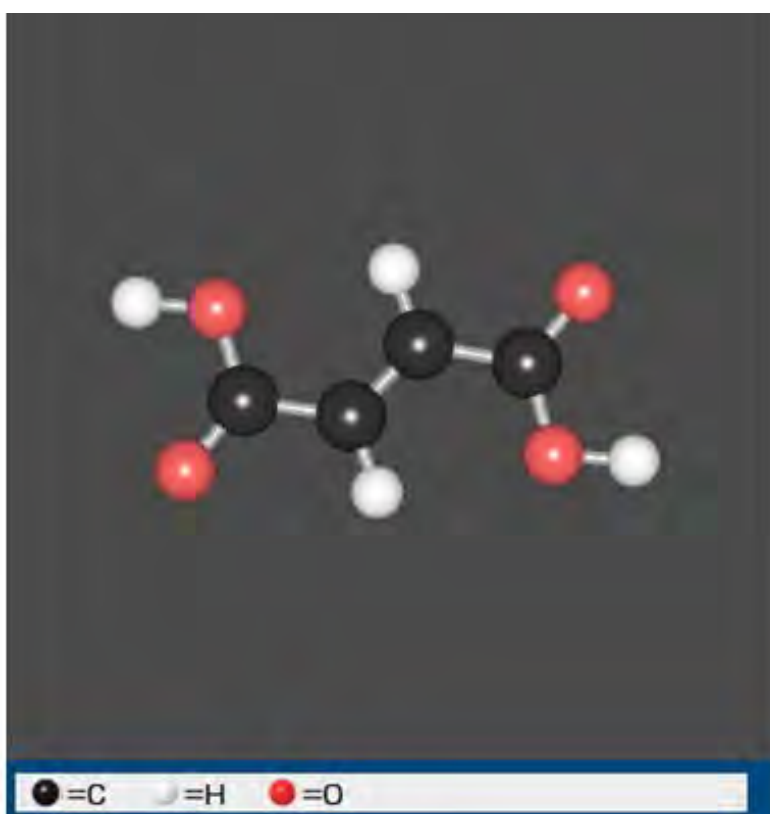
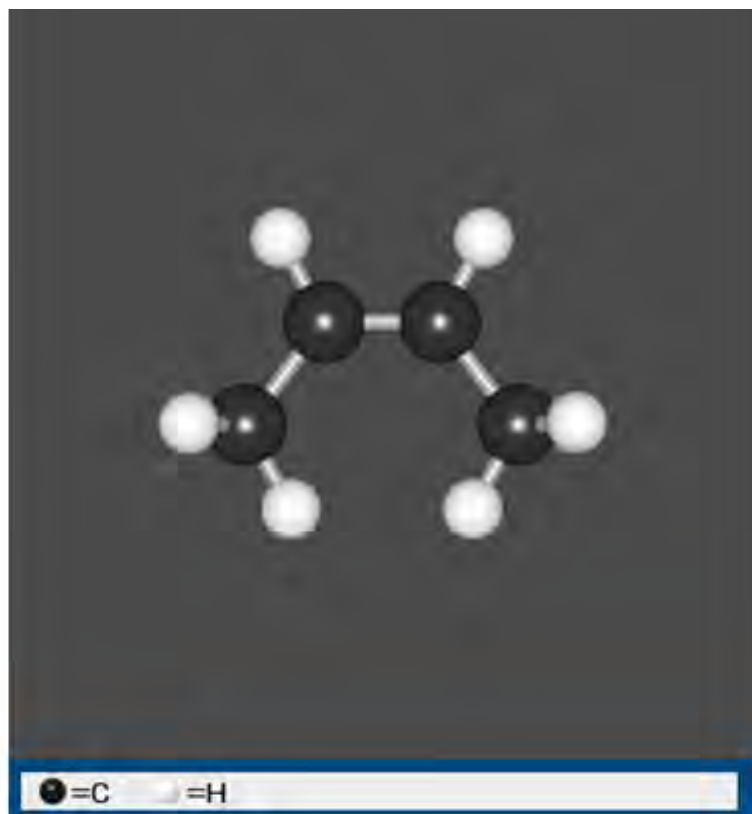


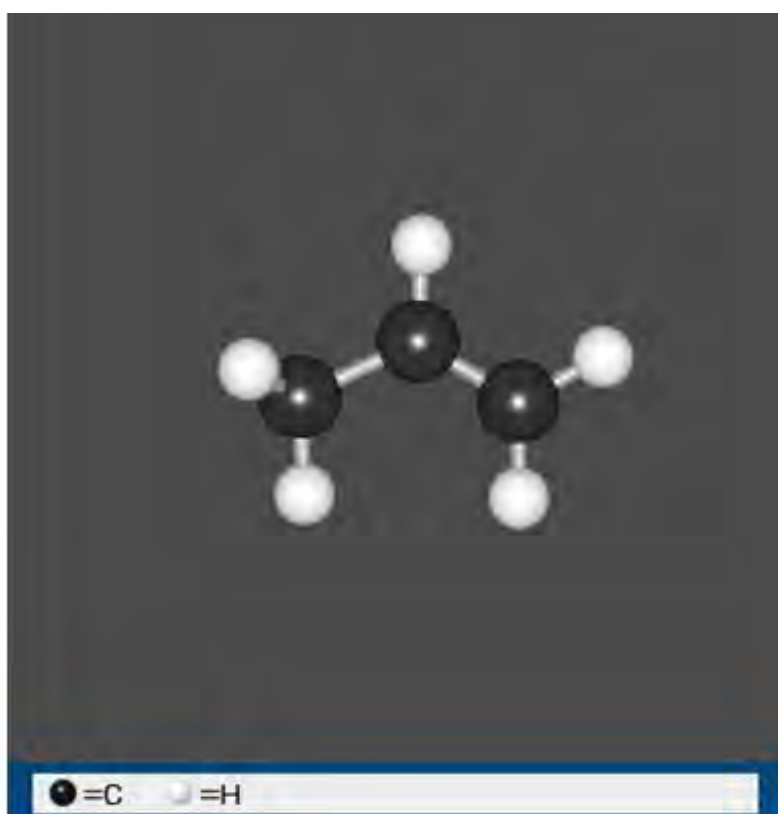
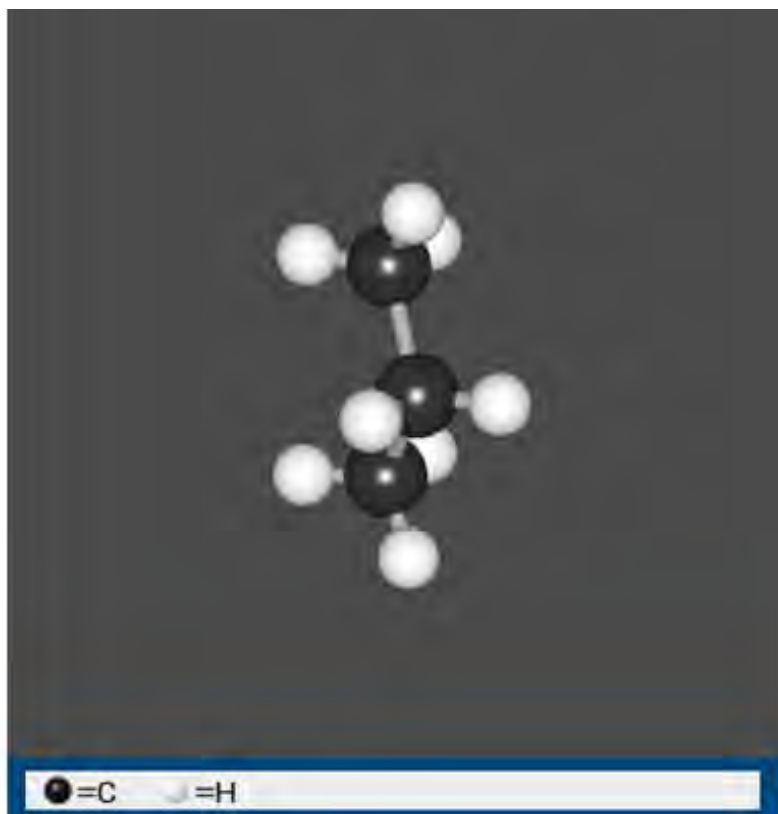


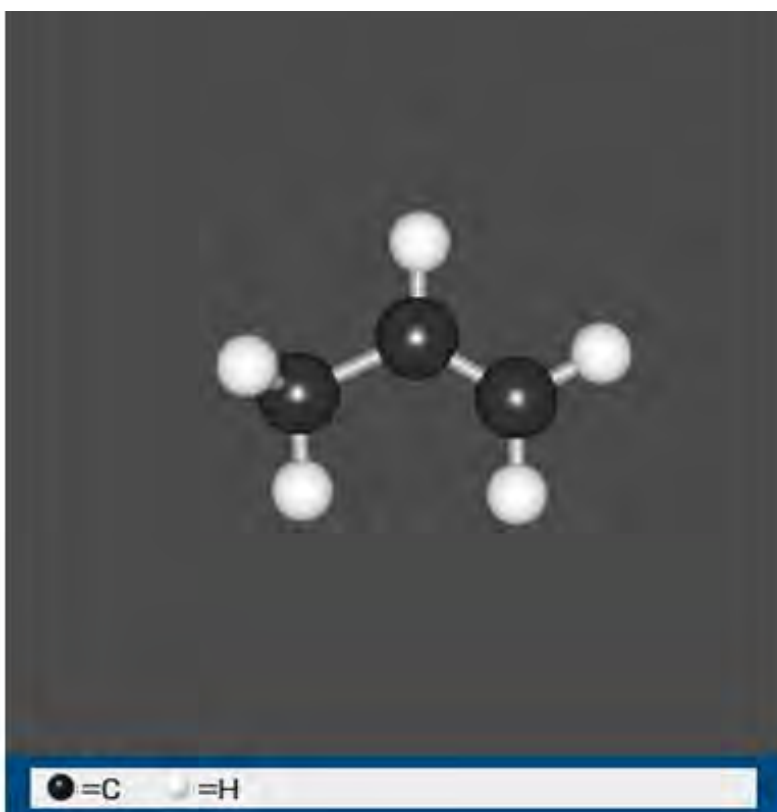
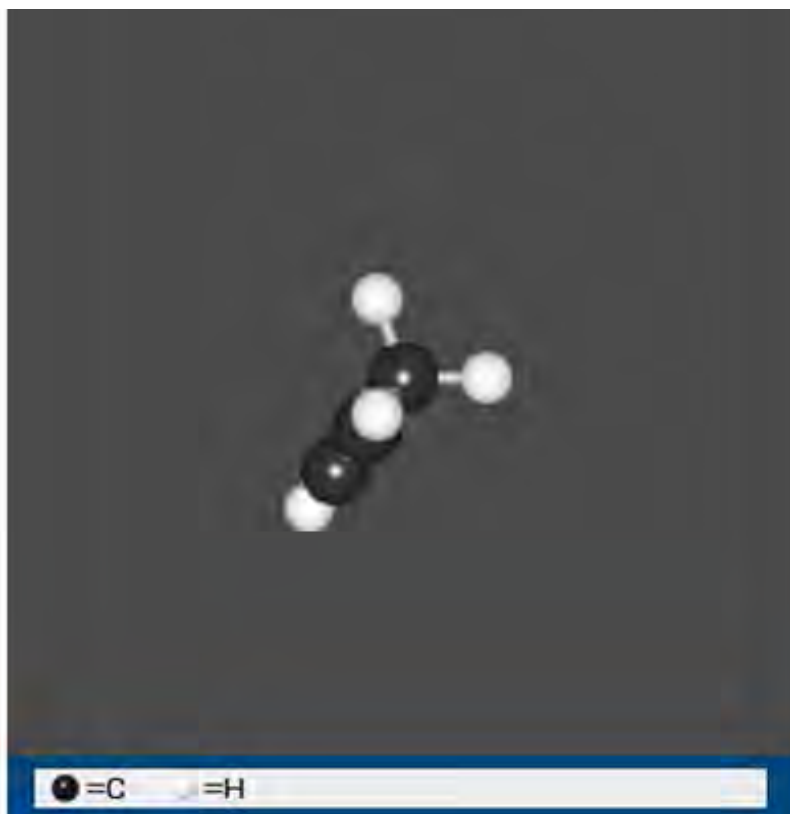


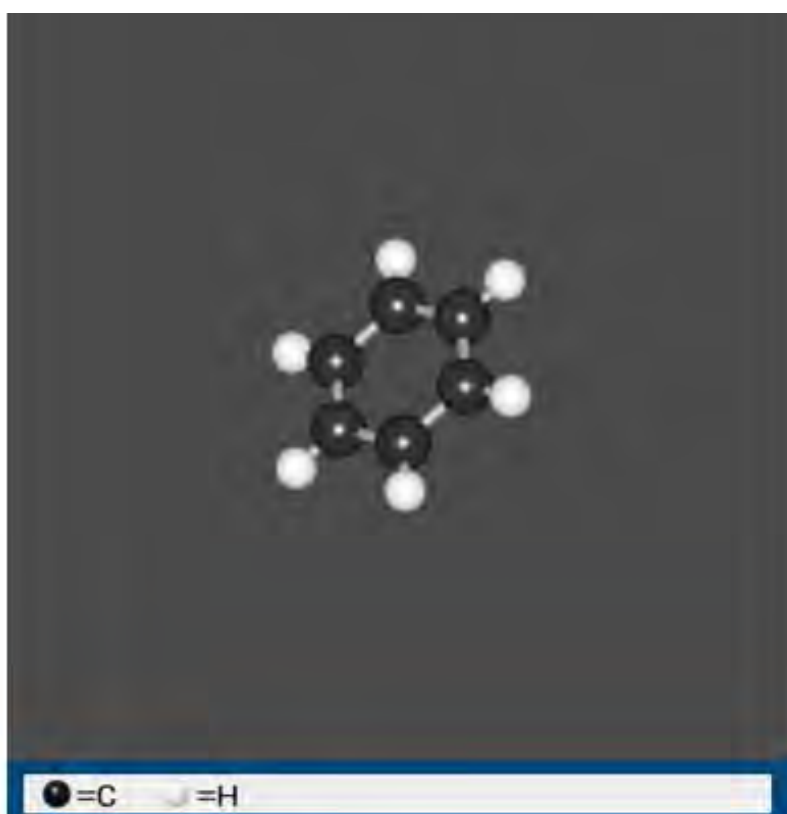


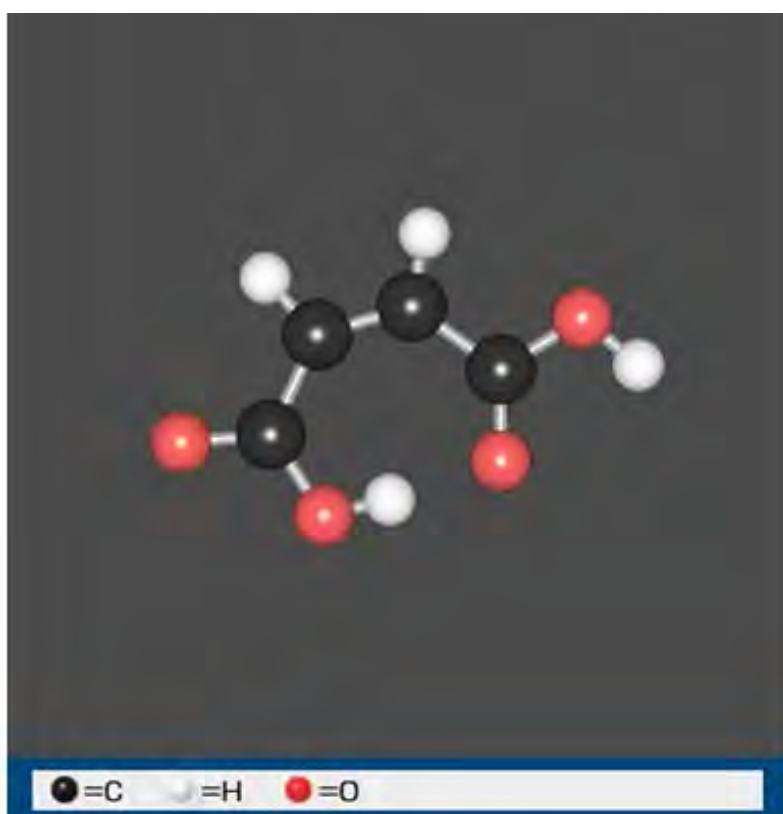
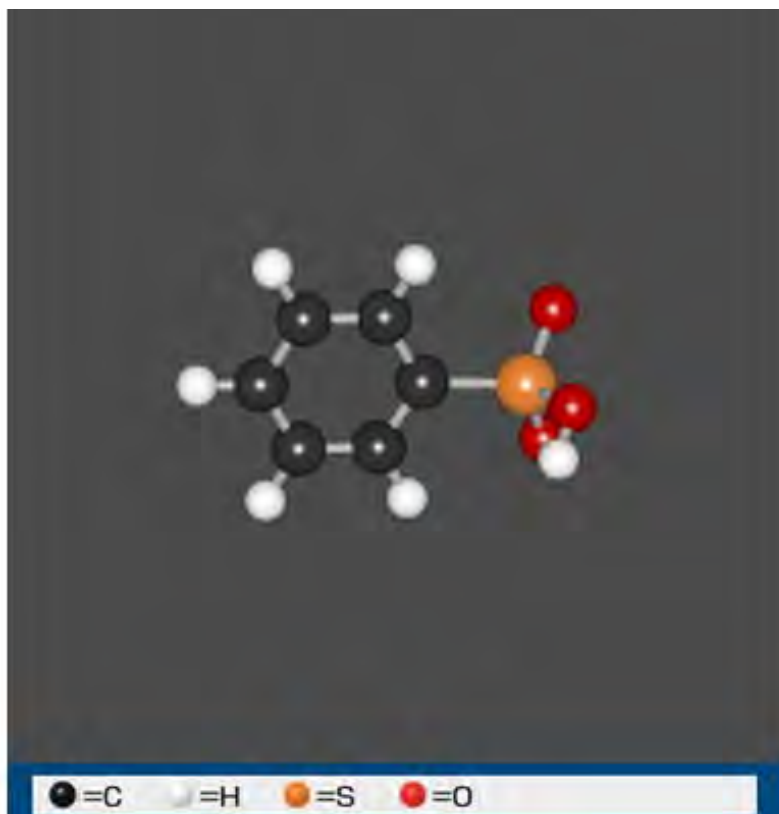


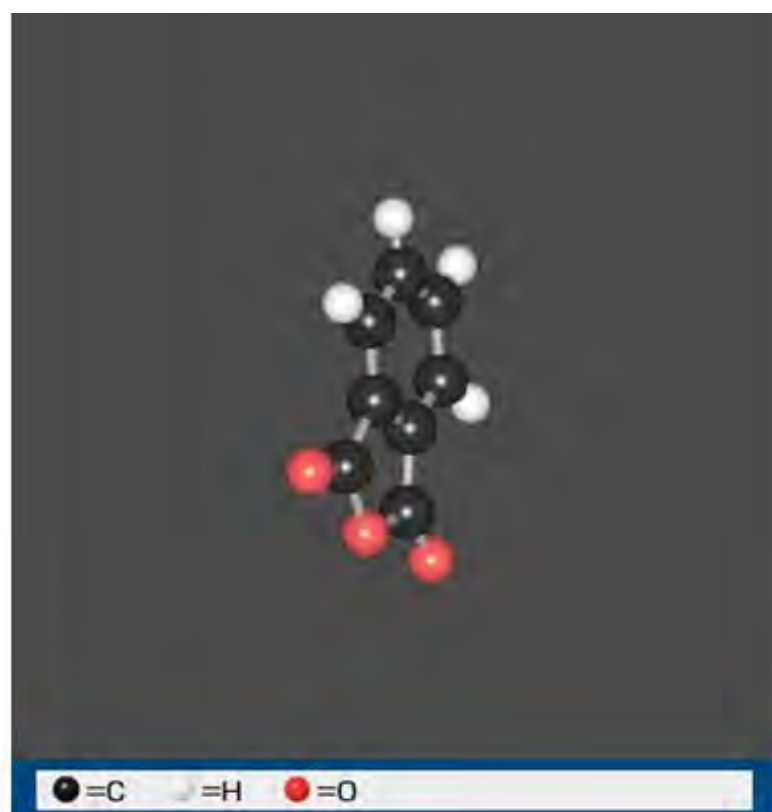
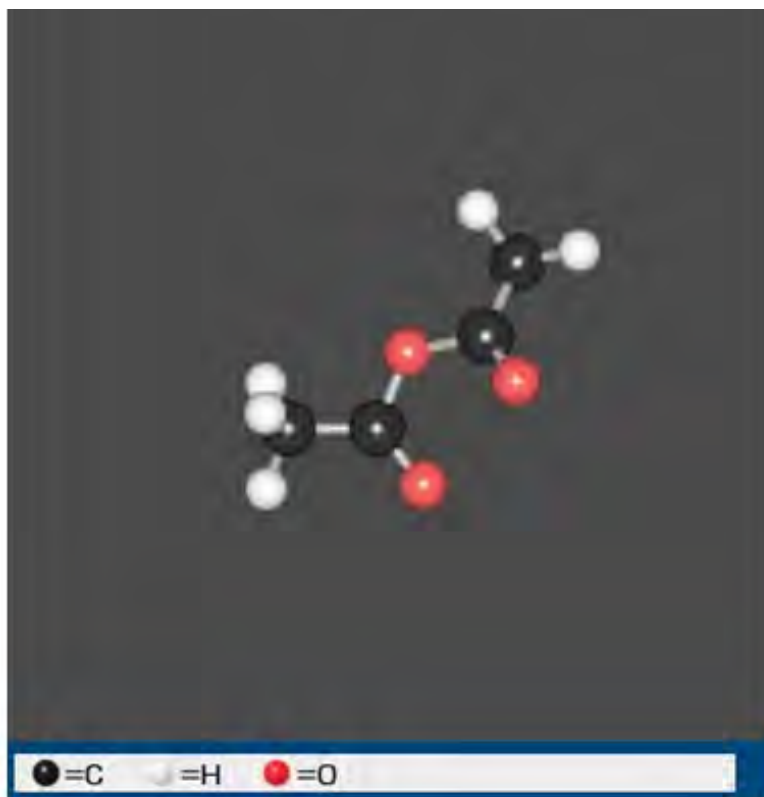


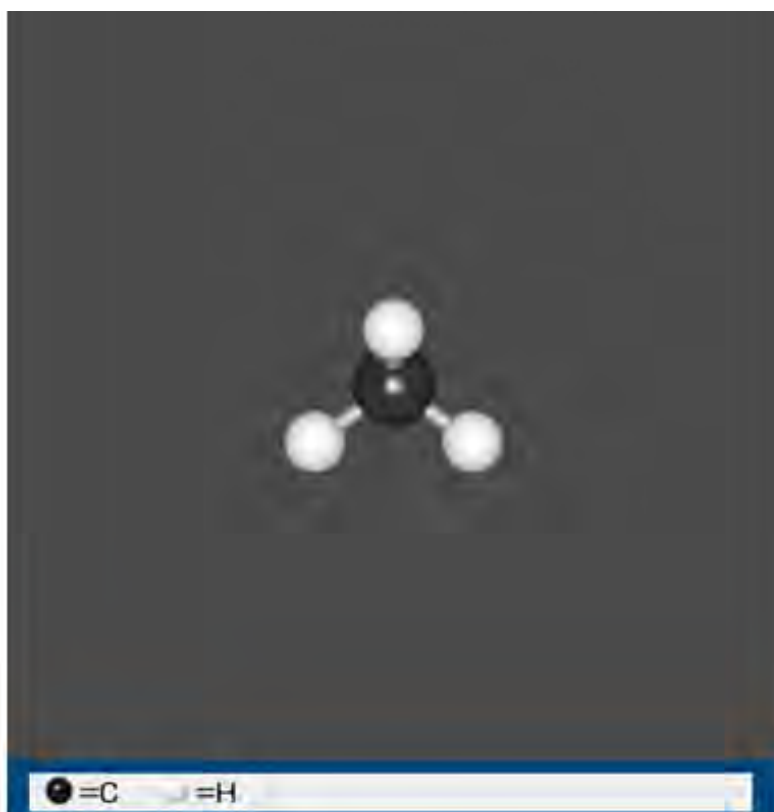
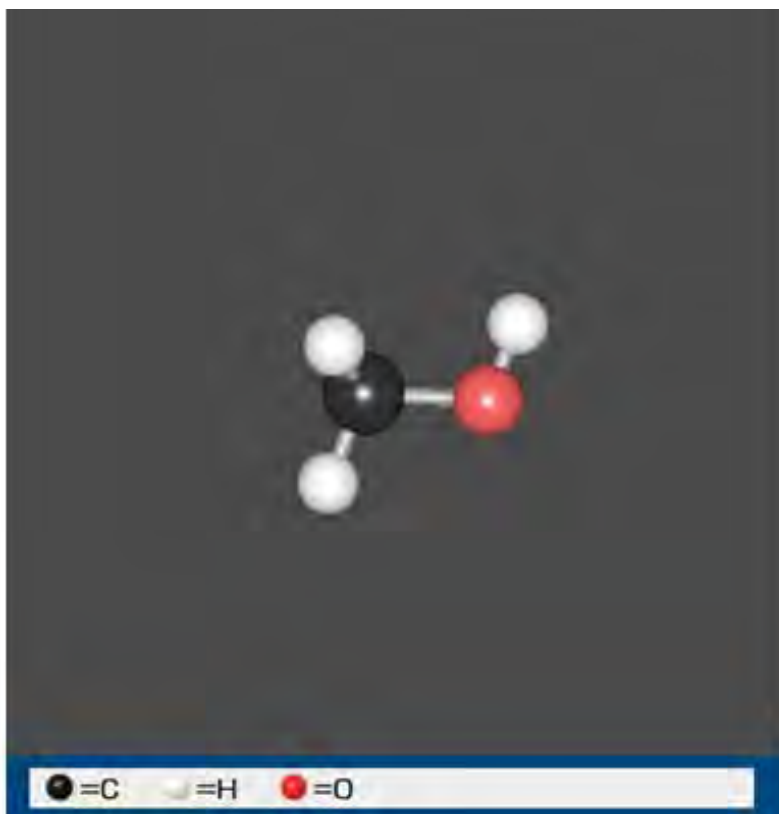


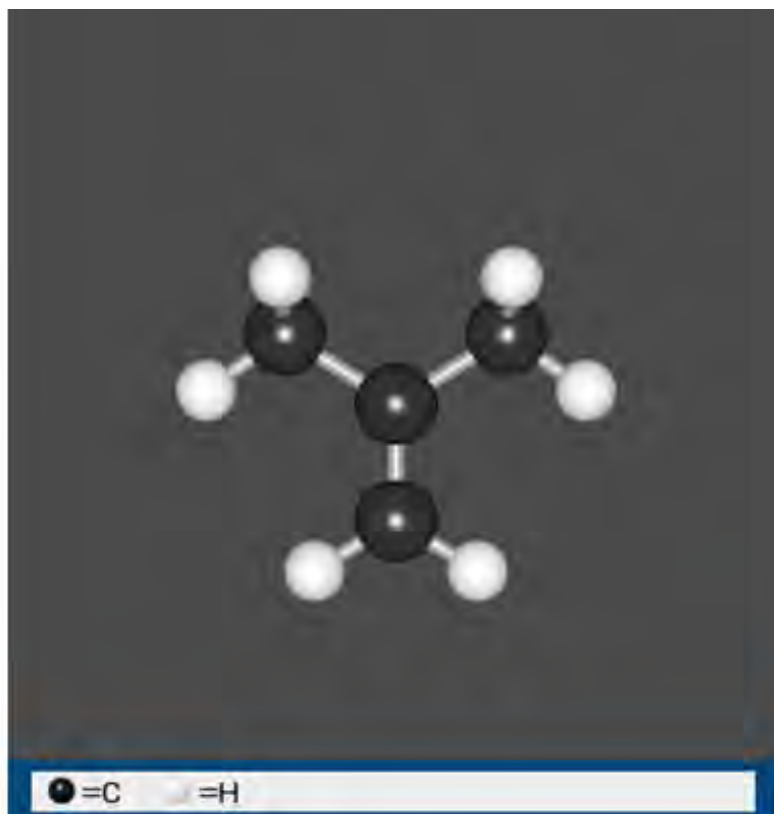


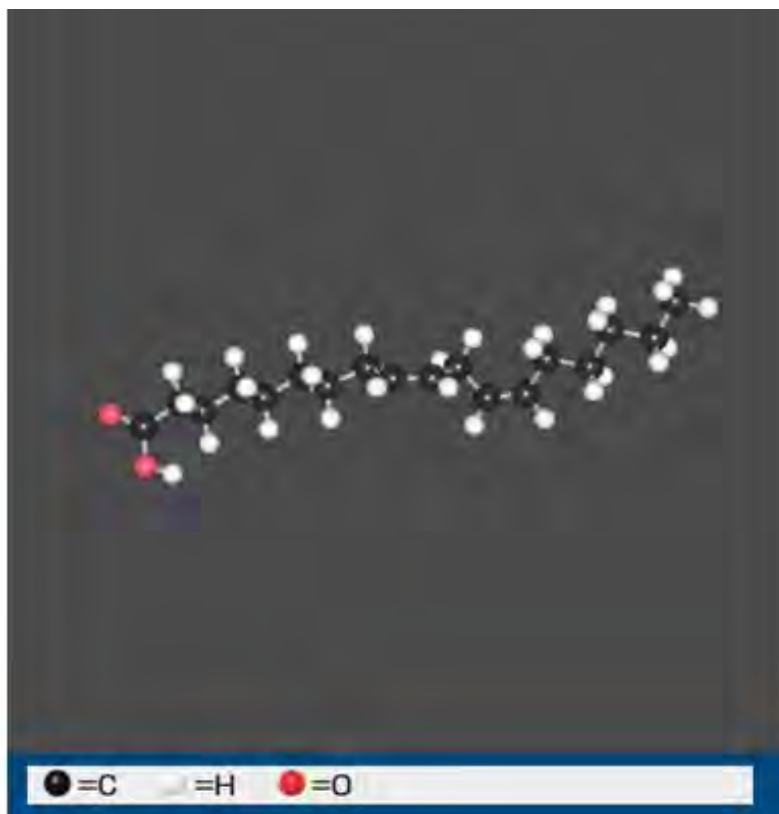












	有機化合物	無機化合物
構成元素	C, H, O, N, S, P, ハロゲンなどで、元素の種類は少ない。	ほぼすべての元素がなり得る。元素の種類は多い。
化合物の数	非常に多い。	有機化合物と比べると少ない。
構成粒子と物性	分子からなるものが多い。一般に融点・沸点が低い。	分子・イオン・原子など多種類。融点・沸点は低～高と幅広い。
溶解性	水に溶けにくい。有機溶媒に溶けるものが多い。	電解質で水に溶けるものが多い。一般に有機溶媒に溶けにくい。

