

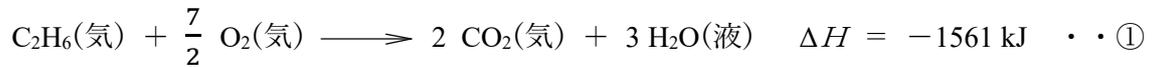
岡山大学 2025 年度入試 化学 解説

第 1 問

問 1 (1) あ) 内部エネルギーは化学反応による熱の出入りによって増減する。

い) エンタルピーは、一定の圧力のもとでの化学反応に伴う熱の出入りによって変化する。

(2) エタンの燃焼エンタルピーが -1561 kJ/mol と与えられているので、反応式①は C_2H_6 の係数を 1 として次のようになる。



(3) 上記の①式において、エタン $\text{C}_2\text{H}_6(\text{気})$ の生成エンタルピーを $\Delta H_{\text{C}_2\text{H}_6}$ [kJ/mol], $\text{CO}_2(\text{気})$ の生成エンタルピーを -394 kJ/mol , $\text{H}_2\text{O}(\text{液})$ の生成エンタルピーを -286 kJ/mol とすると、

(公式) 「反応エンタルピー = 生成物の生成エンタルピーの総和
 - 反応物の生成エンタルピーの総和」

より、次の等式が成り立つ。

$$-1561 = (-394 \times 2 - 286 \times 3) - \Delta H_{\text{C}_2\text{H}_6}$$

$$\therefore \Delta H_{\text{C}_2\text{H}_6} = -85.0 \quad [\text{kJ/mol}]$$

(4) エタン (分子量: 30.0), 黒鉛 (原子量: 12.0), 水素 (分子量: 2.0) のそれぞれにおいて、1g から取り出せる熱量はそれぞれ次のようになる。

$$\text{C}_2\text{H}_6 \quad : 1561 \times \frac{1}{30.0} \cong 52.0 \text{ [kJ/g]}$$

$$\text{C (黒鉛)} : 394 \times \frac{1}{12.0} \cong 32.8 \text{ [kJ/g]}$$

$$\text{H}_2 \quad : 286 \times \frac{1}{2.0} \cong 143 \text{ [kJ/g]}$$

問2 (1) ア) 融点が低く、軟らかくもろいことから弱い力(分子間力)で結びついた結晶であり、分子結晶とわかる。

イ) 融点が高く、硬いがもろいことから外力によって粒子の配列がずれると、引力が反発力に変化しやすい結晶であり、イオン結晶とわかる。

ウ) 電気伝導性があることから自由電子をもつ金属結晶とわかる。

エ) 融点が高く、非常に硬いことから共有結合で結びついた結晶であり、共有結合(の)結晶とわかる。

(2) ア) ドライアイスなどの分子間力で結び付いた結晶を分子結晶という。

イ) 塩化ナトリウムなどの陽イオン(Na^+)と陰イオン(Cl^-)が静電的な引力で結び付いた結晶をイオン結晶という。

ウ) カルシウムやナトリウムなどの金属単体の結晶を金属結晶という。

エ) 二酸化ケイ素などの共有結合でできた巨大分子を共有結合(の)結晶という。

(3) 構成粒子が不規則に並んだ固体をアモルファス(非晶質)という。

第2問

問1 (1) A) AgClの沈殿は白色である。

B) Ag₂CrO₄の沈殿は赤褐色である。

(2) AgClの溶解度積 $K_{sp} = [Ag^+][Cl^-] = 1.8 \times 10^{-10} \text{ (mol/L)}^2$, $[Cl^-] = 3.0 \times 10^{-1} \text{ (mol/L)}$ なので, AgClの白色沈殿が生じ始めた時の銀イオン濃度は塩化銀の溶解度積を用いて次のようになる。

$$[Ag^+] = \frac{K_{sp}}{[Cl^-]} = \frac{1.8 \times 10^{-10}}{3.0 \times 10^{-1}} = 6.0 \times 10^{-10} \text{ [mol/L]}$$

(3) Ag₂CrO₄の溶解度積を K'_{sp} とすると, K'_{sp} は次のように定義される。

$$K'_{sp} = [Ag^+]^2[CrO_4^{2-}] = 1.8 \times 10^{-10} \text{ (mol/L)}^3$$

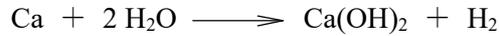
ここで, Ag₂CrO₄の赤褐色沈殿が生じ始める時の銀イオン濃度を $[Ag^+]'$ とすると, このときの $[CrO_4^{2-}] = 1.0 \times 10^{-5} \text{ [mol/L]}$ なので, $[Ag^+]'$ はクロム酸銀の溶解度積を用いて次のようになる。

$$[Ag^+]' = \sqrt{\frac{K'_{sp}}{[CrO_4^{2-}]}} = \sqrt{\frac{3.6 \times 10^{-12}}{1.0 \times 10^{-5}}} = 6.0 \times 10^{-4} \text{ [mol/L]}$$

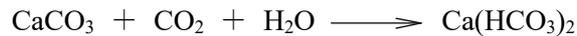
また, このとき塩化銀も飽和していることから, このときの塩化物イオン濃度を $[Cl^-]'$ とすると, 塩化銀の溶解度積を用いて $[Cl^-]'$ の値は次のようになる。

$$[Cl^-]' = \frac{K_{sp}}{[Ag^+]'} = \frac{1.8 \times 10^{-10}}{6.0 \times 10^{-4}} = 3.0 \times 10^{-7} \text{ [mol/L]}$$

問 2 (1) カルシウムの単体はイオン化傾向が大きく水と反応して、水酸化カルシウム(消石灰)と水素を生じる。



(2) 炭酸カルシウムの白色沈殿を含む水溶液に、過剰の二酸化炭素を通じると、水によく溶ける炭酸水素カルシウムを生じる。

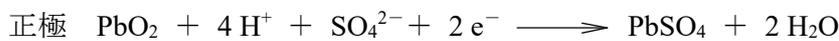


(3) 炭酸カルシウムに塩酸を加えると、塩化カルシウムが生じて二酸化炭素が発生する。



塩化カルシウム CaCl_2 の固体は乾燥剤や道路の凍結防止剤などに利用されている。

問 3 (1) 鉛蓄電池を放電すると、各電極ではそれぞれ次のような反応が起こる。



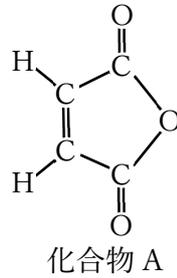
(2) 鉛蓄電池を放電すると、正極では電子 2mol 当たり PbO_2 1mol が PbSO_4 1mol に変化するので、5.00A で 965 分放電したとき、正極の質量は次のように増加する。

$$\frac{5.00 \times (965 \times 60)}{9.65 \times 10^4} \times \frac{1}{2} \times (32.0 + 16.0 \times 2) = 96.0 \text{ [g]}$$

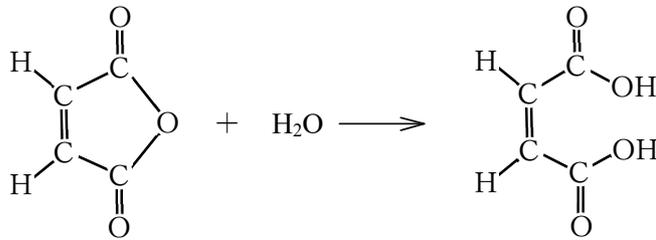
(3) 鉛蓄電池を充電するときには、電池の負極に外部電源の負極、電池の正極に外部電源の正極を接続して、電流を放電時と逆向きに流す。

第3問

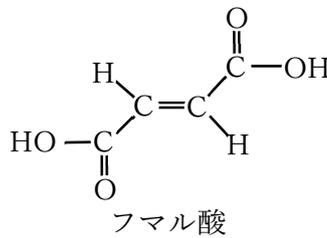
問1 (A) 化合物 A は下図の構造式が与えられていることから無水マレイン酸とわかる。



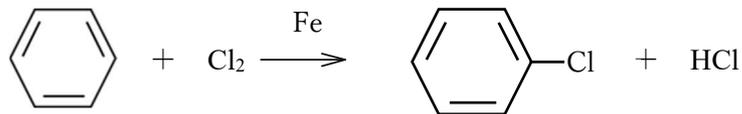
(B) 無水マレイン酸などの酸無水物は加水分解されやすく、次のような反応でジカルボン酸のマレイン酸が生じる。



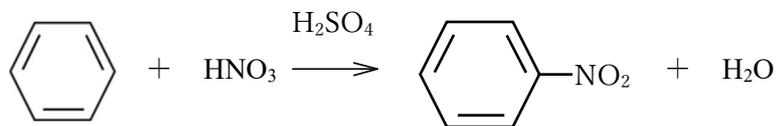
(C) マレイン酸とフマル酸はシストランス（幾何）異性体の関係である。



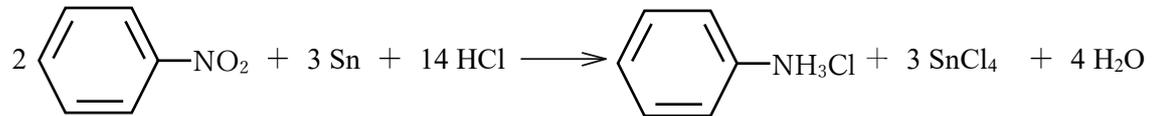
問2 (D) 鉄粉を触媒にしてベンゼンに塩素を反応させると、クロロベンゼン（化合物 D）が生じる。



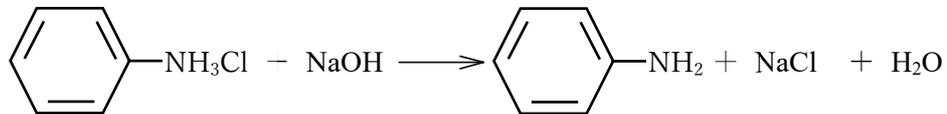
(F) 濃硝酸と濃硫酸の等量混合物（混酸）をベンゼンに加えて 60°C程度に加熱すると、次のように置換反応してニトロベンゼン（化合物 F）が生じる。



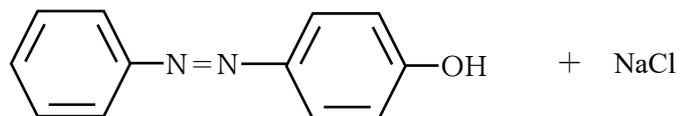
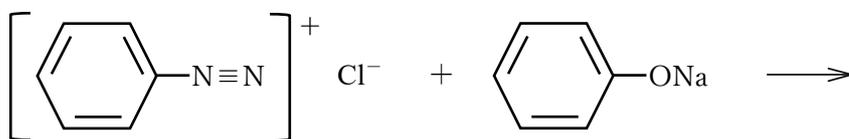
(G) ニトロベンゼンをスズと塩酸で還元すると、アニリン塩酸塩が生じる。



アニリン塩酸塩に強塩基性の水酸化ナトリウム水溶液を加えると、弱塩基性のアニリン (化合物 G) が遊離する。



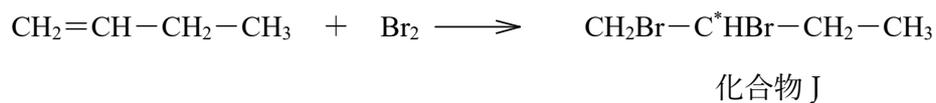
(I) 塩化ベンゼンジアゾニウム (化合物 H) にナトリウムフェノキシド (化合物 E) の水溶液を加えると、ジアゾカップリング反応して *p*-ヒドロキシアゾベンゼン (*p*-フェニルアゾフェノール) が生じる。



化合物 I

問 3 (1) マレイン酸には二重結合が有るので、臭素が付加反応して、臭素水の色が赤褐色から無色になる。

(2) 1-ブテンに臭素が付加反応すると、次のような反応で 1,2-ジブロモブタン (化合物 J) を生じる。



問 4 幾何 (シス-トランス) 異性体のマレイン酸 (化合物 B) とフマル酸 (化合物 C) のうち、分子間で水素結合するトランス形のフマル酸は、カルボキシ基が分子内の近い位置にあるため分子内で水素結合するシス型のマレイン酸に比べて高融点となる。

第4問

問1 (1) あ) 大きく伸び縮みしたり, よく弾むゴムの性質をゴム弾性という。

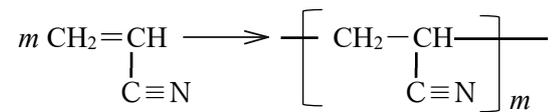
い) 天然ゴムに硫黄を加えると, 分子鎖と分子鎖の間に架橋構造が生じてゴム弾性が増加する。

う) ゴムに硫黄を加えると, 架橋構造が生じる。

え) ゴムに硫黄を加えて架橋構造を作る操作を加硫という。

お) 2種類以上の単量体による重合を共重合という。

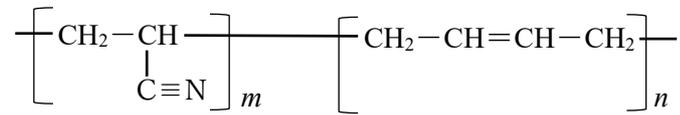
(2) アクリロニトリルを付加重合すると, ポリアクリロニトリルが生じる。



ブタジエンを付加重合すると, ポリブタジエンが生じる。



- (3) アクリロニトリル (分子量：53) とブタジエン (分子量：54) の共重合体の分子数比を $m:n$ とすると、アクリロニトリル-ブタジエンゴム (NBR) の構造は次のように表せる。



アクリロニトリル (分子量：53) ブタジエン (分子量：54)

上記の分子量 $53m + 54n$ の NBR において、分子中に N 原子が m 個存在し、窒素 (原子量：14.0) の質量が 22.6% であることから、次の式が成り立つ。

$$\frac{14.0m}{53m + 54n} \times 100 = 22.6 [\%]$$

$$\therefore m : n \cong 6 : 1$$

問 2 (1) あ) 単糖分子どうしから水分子がとれて縮合した結合をグリコシド結合という。

い) 二糖類のマルトースやラクトースの水溶液は還元性の有るホルミル基を有し、銀鏡反応を示す。

う) スクロースを加水分解して生じるグルコースとフルクトースの等量混合物を転化糖という。

え) α -グルコースが α -1,4-グリコシド結合のみでつながった高分子化合物をアミロースという。

お) α -グルコースが α -1,4-グリコシド結合および、 α -1,6-グリコシド結合による枝分かれ構造でつながった高分子化合物をアミロペクチンという。

(2) デンプンを加水分解すると、多糖類のデキストリンや二糖類のマルトースを経て、単糖類のグルコースが生じる。

(3) 二糖類のスクロース $C_{12}H_{22}O_{11}$ (分子量: 342) 1 mol を、インベルターゼを用いて加水分解すると、単糖類のグルコース $C_6H_{12}O_6$ とフルクトース $C_6H_{12}O_6$ が 1 mol ずつ生じる。

よって、0.855g のスクロースから生じる、単糖類のグルコースとフルクトースの合計の物質量は次のようになる。

$$\frac{0.855}{342} \times 2 = 5.00 \times 10^{-3} \text{ [mol]}$$

単糖類 1mol から Cu_2O が 1mol 生じるので、沈殿する Cu_2O (式量: 143) の質量は次のようになる。

$$5.00 \times 10^{-3} \times 143 = 7.15 \times 10^{-1} \text{ [g]}$$

明誠学院高等学校 特別講師 井上 慶久