

## 高3 化学総合 S・SA～後期第12回～ <解答>◆総合演習⑥◆

【1】

<解答>

問1 (ア) 遷移 (イ) 同位体 (ウ) 配位数 (エ) 不動態

問2 (1) 30 (2) 50 問3  $\frac{4\sqrt{3}}{3}r$

問4 (A) 2 (B) 4 (C) 8 (D) 12 (E) 68

問5 (1) ア

(2) 融解では、固体を液体にするために、隣接している原子間結合を切断する必要があるが、体心立方格子から面心立方格子への構造変化は、原子間結合を切らなくてもよいから。

問6  $2.1 \text{ cm}^3$

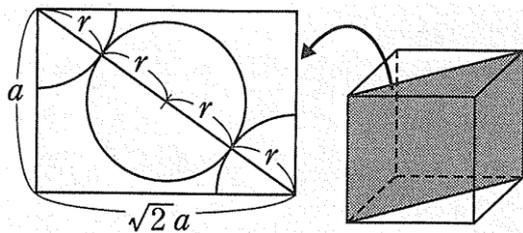
問7  $\text{Fe}^{2+} : \text{Fe}^{3+} = 1 : 2$

<解説>

問1 不動態を形成しやすい金属は、鉄の他に、アルミニウムやクロムなどがある。

問2  $^{56}\text{Fe}^{2+}$ の陽子の数は26、電子の数は $26 - 2 = 24$ 、中性子の数は $56 - 26 = 30$ である。

問3 単位格子の1辺の長さを $a$ とすると、図の格子の対角線について、



$$\sqrt{a^2 + (\sqrt{2}a)^2} = 4r$$

$$a = \frac{4\sqrt{3}}{3}r$$

問4 (E) 体心立方格子の充填率は、問3より、

$$\frac{\frac{4}{3}\pi r^3 \times 2}{a^3} \times 100 = \frac{\frac{4}{3}\pi r^3 \times 2}{\left(\frac{4\sqrt{3}}{3}r\right)^3} \times 100 \doteq 68$$

問5 純鉄の融点は $1500^\circ\text{C}$ 程度で、融解熱は $15.1 \text{ kJ/mol}$ である。

問6  $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4$

$\text{Fe}_3\text{O}_4$ の体積を  $x$  [ $\text{cm}^3$ ] とおく。  $\text{Fe}=56.0$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4=232$  より,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ の質量について,

$$\frac{1 \times 7.9}{56.0} \times \frac{1}{3} = \frac{x \times 5.2}{232}$$

$$x \doteq 2.1 \text{ cm}^3$$

問7 組成式  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  中の  $\text{Fe}^{2+}$  と  $\text{Fe}^{3+}$  の個数を, それぞれ  $x$  と  $y$  とする。電氣的に中性の状態にあるから, 陽イオンと陰イオンの電荷の和は 0 である。つまり

$$+2x + 3y - 2 \times 4 = 0$$

とならなければならない。  $x+y=3$  であるから  $x=1$ ,  $y=2$

よって, 物質量の比は,  $x:y$  に一致するので,  $1:2$  を得る。

## 【2】

<解答>

問1  $\frac{4\alpha^2}{(1-\alpha)V}$       問2  $P_{\text{N}_2\text{O}_4} = \frac{(1-\alpha)P}{1+\alpha}$ ,       $P_{\text{NO}_2} = \frac{2\alpha P}{1+\alpha}$

問3  $K_p = \frac{4\alpha^2 P}{1-\alpha^2}$       問4  $K_c = \frac{K_p}{RT}$       問5 (イ)      問6 (ウ)

<解説>

問1 各成分の平衡状態における物質量は次のように表される。

	$\text{N}_2\text{O}_4$	$\rightleftharpoons$	$2\text{NO}_2$	…①
はじめ	1		0	[mol]
変化量	$-a$		$+2a$	
平衡時	$1-a$		$2a$	

平衡状態における気体の全物質量  $= 1-a+2a=1+a$  [mol]

容器の体積は  $V$  [L] なので, 平衡定数は次式のように表される。

$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{\left(\frac{2a}{V}\right)^2}{\frac{1-a}{V}} = \frac{4a^2}{(1-a)V} \quad [\text{mol/L}]$$

問2 平衡状態における気体の全物質量は  $(1+\alpha)$  [mol] であるから,

分圧 = モル分率  $\times$  全圧より,  $\text{N}_2\text{O}_4$  と  $\text{NO}_2$  の分圧はそれぞれ次式のようになる。

$$P_{\text{N}_2\text{O}_4} = \frac{(1-\alpha)P}{1+\alpha}, \quad P_{\text{NO}_2} = \frac{2\alpha P}{1+\alpha}$$

問3 気体成分について、濃度平衡状態  $K_c$  中のモル濃度を分圧に置き換えたものを圧平衡定数といい、 $K_p$  で表す。問2 で求めた分圧を用いると、圧平衡定数は次式のように表される。

$$K_p = \frac{(P_{\text{NO}_2})^2}{P_{\text{N}_2\text{O}_4}} = \frac{\left(\frac{2\alpha P}{1+\alpha}\right)^2}{\frac{(1-\alpha)P}{1+\alpha}} = \frac{4\alpha^2 P}{1-\alpha^2}$$

問4  $\text{N}_2\text{O}_4$  に状態方程式を適用すると

$$P_{\text{N}_2\text{O}_4} \times V = n_{\text{N}_2\text{O}_4} \times RT$$

となる。これより、 $\text{N}_2\text{O}_4$  のモル濃度は次式のように表される。

$$[\text{N}_2\text{O}_4] = \frac{n_{\text{N}_2\text{O}_4}}{V} = \frac{P_{\text{N}_2\text{O}_4}}{RT}$$

$\text{NO}_2$  についても同様に、次式が成り立つ。

$$[\text{NO}_2] = \frac{n_{\text{NO}_2}}{V} = \frac{P_{\text{NO}_2}}{RT}$$

これらのモル濃度を  $K_c$  に代入すると次式が導かれる。

$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{\left(\frac{P_{\text{NO}_2}}{RT}\right)^2}{\frac{P_{\text{N}_2\text{O}_4}}{RT}} = \frac{(P_{\text{NO}_2})^2}{P_{\text{N}_2\text{O}_4}} \times \frac{1}{RT} = K_p \times \frac{1}{RT}$$

[別解] 状態方程式から

$$P_{\text{N}_2\text{O}_4} = \frac{n_{\text{N}_2\text{O}_4}}{V} \times RT = [\text{N}_2\text{O}_4] \times RT$$

$$P_{\text{NO}_2} = \frac{n_{\text{NO}_2}}{V} \times RT = [\text{NO}_2] \times RT$$

のように各成分の分圧を求め、これらを  $K_p$  に代入してもよい。

$$K_p = \frac{(P_{\text{NO}_2})^2}{P_{\text{N}_2\text{O}_4}} = \frac{([\text{NO}_2] \times RT)^2}{[\text{N}_2\text{O}_4] \times RT} = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} \times RT = K_c \times RT$$

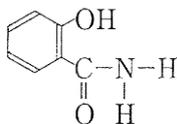
問5 混合気体の体積を小さくして容器内の圧力を高くすると、気体の物質量が減少する方向、すなわち、①式の平衡が左に移動し、圧力上昇を緩和するので、 $\text{N}_2\text{O}_4$  の分解した割合  $\alpha$  は小さくなる。

問6 平衡定数は、各成分のモル濃度や圧力が変化しても、温度が変化しない限り一定に保たれる。

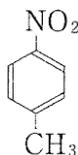
【3】

<解答>

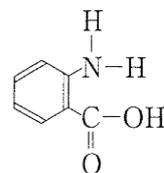
問1 (1) A



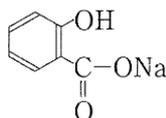
B



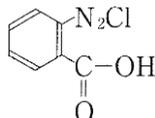
C



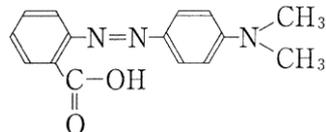
D



E



F



(2) 4

問2 (1) 濃硫酸の密度が他より大きいから。 (2) 9.1 g

(3) 濃硫酸の脱水作用によって、エステルが生成する方向に反応を進行させ、さらに揮発性が小さいために加熱しても気体になりにくく、反応容器内にとどまるから。

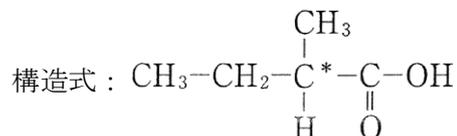
(4) 酢酸・硫酸

(5) メタノールは親水基の占める割合が大きい、イソペンチルアルコールは疎水基の占める割合が大きいから。

(6) 理由：冷却管に流れ込む蒸気の温度が沸点の温度に相当するため。

どこをどのようにすればよいか：ゴム栓ではなく、アルミホイルで覆う。

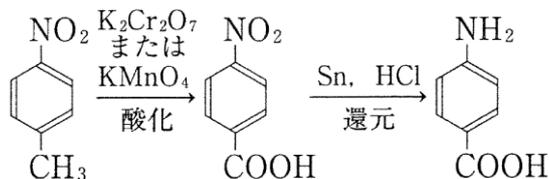
(7) ア：光学（鏡像）



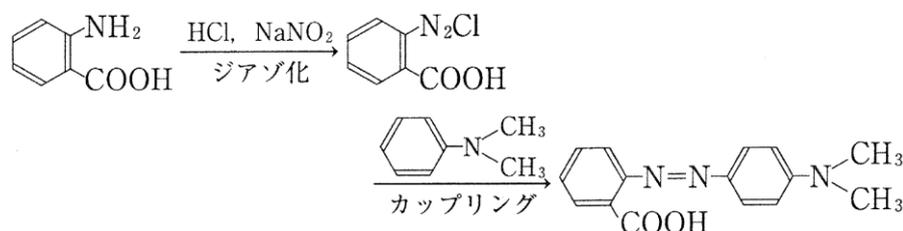
<解説>

問1 (1) ナトリウム塩 D はサリチル酸ナトリウムである。化合物 A の加水分解で NH<sub>3</sub> とサリチル酸ナトリウムが得られているので、化合物 A はサリチル酸のカルボキシ基がアミド結合になった化合物である。

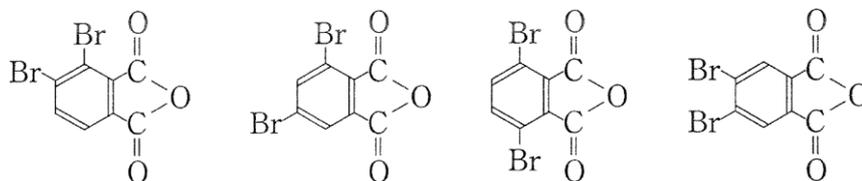
化合物 B に関する 2 番目の記述から、化合物 B はベンゼン環のパラの位置に置換基が入っていることがわかる。化合物 X から化合物 Y への変化は、ニトロ基がアミノ基へ還元されていると考えられる。したがって、化合物 B にはニトロ基が入っており、分子式からもう 1 つの置換基はメチル基であることがわかる。



化合物 C に関する 2 番目の記述から、分子内で脱水が起こるには 2 つのカルボキシ基が接近している必要があり、化合物 C はベンゼン環のオルトの位置に置換基が入っていることがわかる。化合物 C は化合物 Y の位置異性体であり、置換基の 1 つはカルボキシ基で、もう 1 つの置換基はアミノ基となる。また、化合物 E はジアゾ化で得られるジアゾニウム塩で、化合物 F は化合物 E のジアゾニウム塩とカップリング反応で得られるアゾ化合物である。



(2) 化合物 Z は無水フタル酸である。条件にあてはまる化合物として考えられるのは、次の 4 種類である。



問 2 (1) 濃硫酸の密度は  $1.84 \text{ g/cm}^3$  で、酢酸 (密度:  $1.05 \text{ g/cm}^3$ ) やイソペンチルアルコール (密度:  $0.81 \text{ g/cm}^3$ ) に比べて大きい。

(2) 酢酸とイソペンチルアルコールは、物質量の比が 1:1 で反応が起こる。準備した量から、酢酸イソペンチル (分子量: 130) は最大で  $0.070 \text{ mol}$  生成する。

$$130 \times 0.070 = 9.1 \text{ [g]}$$

(4) 水に溶けやすい物質を考えると、強酸の硫酸と低級カルボン酸の酢酸が選ばれる。

(6) 冷却管へと留出している蒸気の温度が一定で、目的の物質の沸点と同じであれば、その蒸気から得られる液体は目的物質の純物質と考えられる。また、アダプターと三角フラスコをゴム栓で固定すると、装置の内部全体が加圧状態となって危険であり、留出液に異物が混入するのを防ぐためにもアルミホイルで軽く覆うのがよい。

(7) カルボン酸のカルボキシ基に炭素が 1 つ含まれるので、4 つの炭素でできる炭化水素基にカルボキシ基が結合した際に、不斉炭素原子を有するものを選ぶ。

<演習問題>

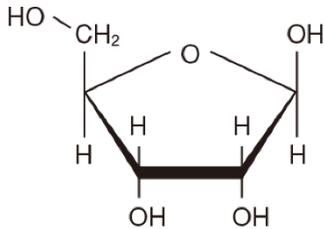
【1】

<解答>

問1 ア：縮合重合 イ：デオキシリボース ウ：リボース エ：二重らせん

問2 オ：c カ：e キ：f ク：b

問3



問4 グアニンとシトシンの塩基対は3か所で、アデニンとチミンの塩基対は2か所で水素結合しているため。(47字)

問5 5.7%

<解説>

問2 DNAの2本鎖の片方の塩基配列を鋳型として、伝令RNA (m-RNA) が合成され、これを転写という。運搬RNA (t-RNA) によって運ばれた伝令RNAに対応するアミノ酸が縮合重合し、タンパク質が合成されることを翻訳という。

問5 グアニンとシトシンの30塩基対からなる2本鎖DNAの分子量は、リン酸とデオキシリボースのOH基どうしで縮合した構造をとるので、

$$(307+347) \times 30 - 18.0 \times (30-1) \times 2 = 18576$$

メチル化したDNAの分子量が18600であったので、30塩基対でメチル化した割合は

$$\frac{18600-18576}{30} \times 100 \approx 5.7 [\%]$$