

# 化 学

1

解答

問1. カ 問2. ウ 問3. エ 問4. イ 問5. カ  
問6. ウ 問7. ア

## 解説

### 《小問7問》

問1. 同じ元素からなる単体どうしで、性質が異なるものを互いに同素体という。酸素  $O_2$  とオゾン  $O_3$  は互いに同素体の関係にある。

問2. 各分子の電子式および共有電子対と非共有電子対の数は次の通りである。

	電子式	共有電子対	非共有電子対
ア	$:N::N:$	3組	2組
イ	$:\ddot{Cl}:\ddot{Cl}:$	1組	6組
ウ	$H:\ddot{S}:H$	2組	2組
エ	$\begin{array}{c} H \\ \vdots \\ H:C:H \\ \vdots \\ H \end{array}$	4組	0組
オ	$H:\ddot{Cl}:$	1組	3組
カ	$\begin{array}{c} \vdots \\ H:N:H \\ \vdots \\ H \end{array}$	3組	1組

問3. 組成式  $M_2O_3$  より酸化物中の金属 M と酸素原子の物質質量比が 2 : 3 なので、金属 M の原子量を  $x$  とすると

$$\frac{9.4 - 2.4}{x} : \frac{2.4}{16} = 2 : 3$$

$$\therefore x = 70$$

**問4.** 二酸化炭素（分子量 44）と酸素（分子量 32）が 1 : 5 の物質質量比で含まれる混合気体の平均分子量は

$$44 \times \frac{1}{1+5} + 32 \times \frac{5}{1+5} = 34$$

であり、この値は硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$  の分子量に等しい。

**問5.** a. 誤り。塩素の単体  $\text{Cl}_2$  は二原子分子である。

b. 誤り。塩素の単体は水に溶けるので、下方置換で捕集する。

**問6.** 単体のアルミニウムに濃硝酸を加えると表面に緻密な酸化被膜を形成し、内部が保護されるため溶けない。この状態を不動態という。また、ジュラルミンはアルミニウムを主成分とし、他に銅やマグネシウムなどを含む合金である。

**問7.** 1 mol のスクロース（分子量 342）を加水分解すると



の反応によりグルコースとフルクトースが 1 mol ずつ、すなわち単糖が合計 2 mol 生成する。よって、はじめのスクロースの質量を  $x[\text{g}]$  とすると

$$\frac{x}{342} \times 2 = \frac{2.88}{144}$$

$$\therefore x = 3.42 \div 3.4[\text{g}]$$

2

解答

(A)問1. エ 問2. ア 問3. ウ

(B)問4. (1)ーカ (2)ーア 問5. (1)ーカ (2)ーイ

解説

《状態図，蒸気圧，凝固点降下，気体の溶解度》

(A)問1. ア. 誤り。A の領域は固体の状態である。

イ. 誤り。点 P は三重点とよばれる。

ウ. 誤り。①の変化は融解である。

オ. 誤り。融点は圧力によって変化する。融解曲線からその値を読み取ることができる。

カ. 誤り。沸点は圧力によって変化する。蒸気圧曲線からその値を読み取ることができる。

問2. a. 正しい。外圧とその物質の蒸気圧が等しくなる温度で沸騰する。

b. 正しい。同温で蒸気圧が大きい物質ほど蒸発しやすい。

c. 正しい。60°Cにおける水の蒸気圧は  $2.3 \times 10^4 \text{ Pa}$  であり、これより大きい圧力で水蒸気として存在することはできない。

**問3.** ガラス管内に A を入れると液体がわずかに残ったことから、水銀柱の上部は A の蒸気で飽和していると考えてよい。この温度における A の蒸気圧と高さ 278 mm の水銀柱によってかかる圧力の和が大気圧に等しいので、求める蒸気圧は

$$\frac{760 - 278}{760} \times 1.01 \times 10^5 = 6.40 \times 10^4 \div 6.4 \times 10^4 [\text{Pa}]$$

**(B)問4.** (1) ア. 誤り。凝固点を過ぎてから点 A までの間は、液体のみが存在する状態である。

イ. 誤り。溶液の凝固は点 A から始まる。

ウ. 誤り。凝固点 Y の温度より低くなっても凝固せず、凝固が始まる点 A までの状態を過冷却という。

エ. 誤り。BC 間では溶媒の凝固が進み、溶液の濃度が大きくなって凝固点降下度が大きくなるためにグラフが右下がりになっている。

オ. 誤り。点 Y の温度が凝固点である。

(2) 求めるナフタレンの質量を  $x[\text{g}]$  とすると、溶液の凝固点降下度は質量モル濃度に比例するので

$$1.2 = 20.2 \times \frac{x}{128} \times \frac{1000}{50}$$

$$\therefore x = 0.380 \div 0.38 [\text{g}]$$

**問5.** (1) 一定量の溶媒に溶ける気体は、低温になるほど熱運動が穏やかになるため溶媒中にとどまりやすい、つまり溶けやすいといえる。また、溶媒への溶解度が小さく、溶媒と反応しない気体について、一定温度で一定量の溶媒に溶ける気体の質量や物質量は、溶媒と接する気体の圧力（混合気体の場合は分圧）に比例する関係がある。この関係はヘンリーの法則とよばれる。

(2) 一定温度のもとで水に溶ける気体の体積は、水の量と気体の圧力（分圧）に比例するので、求める体積は

$$49 \times \frac{2.0}{1.0} \times \frac{5.0 \times 10^5 \times \frac{20}{100}}{1.0 \times 10^5} = 98 [\text{mL}]$$

(A)問 1. ア 問 2. ウ 問 3. (1)ーオ (2)ーア

(B)問 4. (1)ーオ (2)ーイ 問 5. カ

## 解説

## 《酸化数, 酸化還元反応, 電離平衡, 緩衝液》

(A)問 1.  $K_4[Fe(CN)_6]$  中の Fe の酸化数は +2 である。選択肢の化合物中の各原子の酸化数は次の通り。

ア. Pb : +2, S : -2

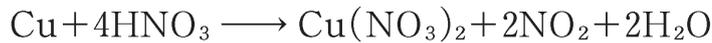
イ. Fe : +3, O : -2

ウ. K : +1, Cr : +6, O : -2

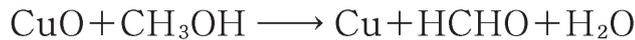
エ. Mn : +4, O : -2

オ. Ag : +1, Cl : -1

問 2. a. 濃硝酸が酸化剤, 銅が還元剤としてはたらく。



d. 酸化銅(II)が酸化剤, メタノールが還元剤としてはたらく。



問 3. (1) デンプン水溶液を指示薬として用いると, ヨウ素が存在しているときはヨウ素デンプン反応により青紫色を呈するが, チオ硫酸ナトリウムと反応してヨウ素がなくなると無色になるので, 滴定の終点を知ることができる。

(2) 反応したヨウ素の物質量を  $x$  [mol] とすると, 反応式の係数より 1 mol のヨウ素と 2 mol のチオ硫酸ナトリウムが反応するので

$$x \times 2 = 0.20 \times \frac{12}{1000}$$

$$\therefore x = 1.2 \times 10^{-3} \text{ [mol]}$$

(B)問 4. (1)  $C$  [mol/L] の酢酸水溶液において電離度を  $\alpha$  とすると,  $\alpha$  が 1 に比べて十分に小さいとき,  $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$  の関係が成立するので

$$\alpha = \sqrt{\frac{2.7 \times 10^{-5}}{3.0 \times 10^{-2}}} = 3.0 \times 10^{-2}$$

(2) (1)の結果を用いて

$$[H^+] = 3.0 \times 10^{-2} \times 3.0 \times 10^{-2} = 9.0 \times 10^{-4} \text{ [mol/L]}$$

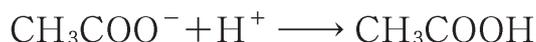
なので, 求める pH は

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log_{10}(9.0 \times 10^{-4}) = -2\log_{10}3 - \log_{10}10^{-4} \\ &= -2 \times 0.48 + 4 = 3.04 \doteq 3.0 \end{aligned}$$

**問5.** 酢酸ナトリウムの水溶液では、電離して生じた酢酸イオンの一部が加水分解して



の反応により  $\text{OH}^-$  が生じるので塩基性を示す。また、酢酸ナトリウムと酢酸を等濃度で含む水溶液は緩衝液となるので、ここに塩酸を少量加えると



の反応により加えられた水素イオンはほとんど消費されるので、溶液中の水素イオン濃度はほぼ変わらない。

- 4** **解答** (A)問1. ウ 問2. イ 問3. エ 問4. ウ  
(B)問5. イ 問6. (1)ーオ (2)ーウ  
問7. (1)ーク (2)ーア

---

### 解説

---

#### 《遷移元素，芳香族化合物》

**(A)問1.** 鉄を希硫酸に溶かすと



の反応により硫酸鉄(II)の水溶液となり、これを濃縮すると硫酸鉄(II)七水和物  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  の淡緑色の結晶が得られる。また、単体の鉄は高温の水蒸気と次のように反応する。



**問2.** ア. 誤り。銅を熱濃硫酸に溶かすと、二酸化硫黄が発生する。

ウ. 誤り。銅を空気中で加熱すると、約  $1000^\circ\text{C}$  以下では黒色の酸化銅(II)を、約  $1000^\circ\text{C}$  以上では赤色の酸化銅(I)を生じる。

エ. 誤り。銅を湿気のある空気中に長く放置すると、ロクショウとよばれる青緑色のさびを生じる。

オ. 誤り。銀の熱伝導性および電気伝導性はすべての金属中で最大である。

**問3.** エ. 誤り。銀の単体は、濃硝酸と次式のように反応する。



問4. ア. 誤り。二クロム酸カリウムを水に溶かすと、赤橙色を示す。

イ. 誤り。二クロム酸カリウム水溶液に塩基性の物質を加えると、クロム酸イオンが生じて黄色の溶液となる。

エ. 誤り。過酸化水素水から酸素が生じる反応では、酸化マンガン(IV)は触媒としてはたらく。

オ. 誤り。過マンガン酸カリウム水溶液に硫酸を加えても沈殿は生じない。

(B)問5. ア. 誤り。ベンゼンは無極性分子であるため、水に溶けにくい。

ウ. 誤り。鉄粉を触媒としてベンゼンに塩素を作用させると、置換反応が起こりクロロベンゼンが生成する。

エ. 誤り。過マンガン酸カリウムを用いてトルエンを酸化すると、安息香酸が生成する。

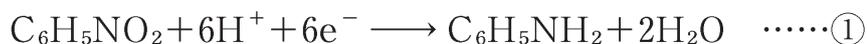
オ. 誤り。分子式が  $C_8H_{10}$  である芳香族化合物には、エチルベンゼン、*o*-キシレン、*m*-キシレン、*p*-キシレンの4種類の構造異性体がある。

問6. サリチル酸に無水酢酸を反応させると、アセチルサリチル酸が生じる。また、濃硫酸を触媒としてサリチル酸とメタノールを反応させると、サリチル酸メチルが生じる。したがって、Aはサリチル酸、Bはアセチルサリチル酸、Cはサリチル酸メチルであるといえる。

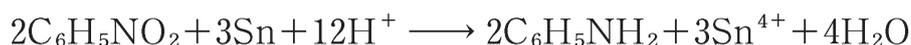
(1) 塩化鉄(III)水溶液を加えると、フェノール性ヒドロキシ基をもつサリチル酸とサリチル酸メチルがそれぞれ呈色する。

(2) サリチル酸メチルは消炎鎮痛剤(湿布薬)として用いられている。

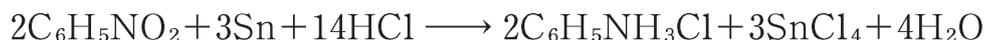
問7. (1) ニトロベンゼンがスズおよび塩酸と反応してアニリン塩酸塩を生じる変化は酸化還元反応である。2つの半反応式は次のようになる。



①×2+②×3より



両辺に  $12Cl^-$ 、 $2HCl$  を加えて次式を得る。



(2) 1 mol のベンゼン(分子量78)が収率100%で反応すると1 mol のアニリン(分子量93)が得られるので、求めるアニリンの質量は

$$\frac{39}{78} \times \frac{80}{100} \times \frac{60}{100} \times 93 = 22.3 \div 22 [g]$$