

# 化 学

- I** 解答 問1. ③ 問2. ③ 問3. 3-① 4-②  
問4. ② 問5. ② 問6. 7-⑦ 8-④  
問7. ② 問8. ② 問9. ④ 問10. ⑤ 問11. ③ 問12. ①

## 解説

### 《小問 12 問》

問2. ①誤文。原子番号が同じで、質量数が互いに異なる原子を同位体という。

②誤文。 $^3\text{H}$  や  $^{14}\text{C}$  のように、陽子と中性子の数が異なる原子は多く存在する。

③正文。 $^1\text{H}$  は中性子をもたない。

④誤文。原子核は原子の直径の  $10^4$  分の1程度の大きさしかない。

⑤誤文。原子核は陽子と中性子からなる。

問4. 原子が電子を1つ受け取って1価の陰イオンになるとき放出されるエネルギーを電子親和力という。電子親和力が大きいほど陰イオンになりやすい。

問7. 原子量は、各同位体の相対質量と存在比の積の総和によって求められる。したがって銅の原子量は

$$63.0 \times \frac{70.0}{100} + 65.0 \times \frac{30.0}{100} = 63.6$$

問8. NaOH のモル質量は  $40 \text{ g/mol}$  であるので、水溶液のモル濃度  $[\text{mol/L}]$  は

$$\frac{4.0}{40} \times \frac{1000}{400} = 0.25 [\text{mol/L}]$$

問10. a. 正文。A の状態は融解であり、固体と液体が共存している。

b. 誤文。沸点よりも低い温度では、飽和蒸気圧が  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  よりも

小さいため気体になることができず、液体として存在する。

c. 正文。C では、加えたエネルギーは液体から気体への状態変化に用いられ、温度は一定となる。

**問11.** a. 誤文。窒素を加えても酸素と窒素は反応せず、酸素の物質量は変化しない。体積、温度、物質量に変化がないため、窒素を加えても酸素の分圧は変化せず、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  のままである。

b. 誤文。同温・同体積下ならば、物質量比と分圧比は等しい。窒素は酸素の2倍の物質量なので、分圧も酸素の2倍となり、 $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  を示す。

c. 正文。酸素の分圧は  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、窒素の分圧は  $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  なので、全圧は  $3.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  となる。

**問12.** 凝固点降下度  $\Delta t$  は、モル凝固点降下と質量モル濃度の積で求められる。 $n[\text{mol}]$  のナフタレンをベンゼン 100 g に溶かしたので、凝固点降下度  $\Delta t$  は

$$\Delta t = 5.12 \times n \div \frac{100}{1000}$$

溶液の凝固点  $t[^\circ\text{C}]$  は、純溶媒の凝固点から凝固点降下度  $\Delta t$  を差し引いた値となるので、この希薄溶液の凝固点  $t[^\circ\text{C}]$  は

$$t = 5.5 - \Delta t = 5.5 - 5.12 \times n \div \frac{100}{1000} [^\circ\text{C}]$$

**II** **解答** **問1.** (1)―② (2)―② (3)―① (4)―② (5)―⑤

**問2.** (1)―⑧ (2)―③ (3)―① (4)―① (5)―②

**問3.** (1)―⑥ (2)―⑥ (3)―②

**問4.** (1)―② (2) **29・30**―①・⑤ (3)―② (4)―⑤ (5)―②

## 解説

《酸と塩基の性質、塩の性質、酸化還元滴定、鉛蓄電池、化学平衡とルシャトリエの原理》

**問1.** (2) アレニウスの定義では、酸とは水に溶けて  $\text{H}^+$  を放出する物質であり、塩基とは水に溶けて  $\text{OH}^-$  を放出する物質である。ブレンステッド・ローリーの定義では、酸とは  $\text{H}^+$  を他の物質に与える物質であり、塩基とは  $\text{H}^+$  を他の物質から受け取る物質である。

(3) ①誤文。アンモニアは弱塩基であるため、水溶液中ではアンモニアの

一部が水と反応してアンモニウムイオンを生じる。

④正文。酢酸と塩酸では、塩酸の方が強い酸である。酢酸ナトリウム水溶液に塩酸を加えると、弱酸である酢酸が遊離する。

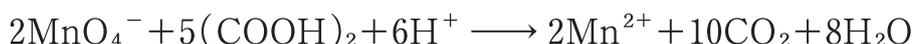


(5) a. 酢酸ナトリウムは弱酸と強塩基の塩であるため、水溶液は塩基性を示す。

b. 塩化アンモニウムは強酸と弱塩基の塩であるため、水溶液は酸性を示す。

c. 炭酸水素ナトリウムは弱酸と強塩基の塩であるため、酸性塩だがその水溶液は塩基性を示す。

**問2.** (2) 問題文中に与えられている過マンガン酸イオンとシュウ酸の半反応式から電子を消去すると、(i)式×2+(ii)式×5より



これに  $\text{K}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  を加えると



となる。

(3) 過マンガン酸イオンは濃い赤紫色の水溶液であるが、マンガン(II)イオンになるとほぼ無色になる。シュウ酸を滴下していくと、過マンガン酸イオンが反応によって減少しマンガン(II)イオンに変化するため、滴定の終点では赤紫色が消えてほぼ無色の溶液に変化する。

(4) 過マンガン酸カリウム水溶液のモル濃度を  $x$  [mol/L] とおくと、化学反応式の量的関係から

$$2 : 5 = x \times \frac{40.0}{1000} : 0.050 \times \frac{20.0}{1000}$$

$$x = 0.050 \times \frac{20.0}{1000} \times \frac{2}{5} \times \frac{1000}{40.0} = 0.010 \text{ [mol/L]}$$

(5) 発生する二酸化炭素の物質量は、滴下したシュウ酸の2倍になるので、生じる二酸化炭素の体積は

$$0.050 \times \frac{20.0}{1000} \times 2 \times 22.4 = 0.0448 \doteq 0.045 \text{ [L]}$$

**問3.** (2) 正極の反応式から、電子 2 mol が流れると  $\text{PbO}_2$  が  $\text{PbSO}_4$  に変化するため、正極の質量 [g] は

$$303 - 239 = 64 [\text{g}]$$

増加する。電子が 0.025 mol 流れたので、正極は

$$64 \times \frac{0.025}{2} = 0.80 [\text{g}]$$

増加する。

**問 4.** (1) ①誤文。A の濃度を高くすると C が生成する方向に平衡が移動するため、B の濃度は減少する。

③誤文。触媒は反応速度を大きくするが、生成物や反応物の量は変化させない。

④誤文。温度を上げると、吸熱反応の向きに平衡が移動する。

⑤誤文。圧力を低くすると、気体の総物質量を増加させる方向に平衡が移動するため、A と B が増加する方向に反応が進む。

(2) ①窒素を加えると、平衡は窒素を減少させる右に移動する。

②圧力を低下させると、気体分子を増やす方向に平衡が移動するが、反応物と生成物で気体の総数が同じであるため平衡は移動しない。

③酸素を取り除くと、平衡は酸素分子を増やす左に移動する。

④酢酸ナトリウムの電離によって酢酸イオンが生じるため、平衡は酢酸イオンを減少させる左に移動する。

⑤圧力を高くすると、平衡は気体分子を減少させる右に移動する。

(3) 二酸化窒素は赤褐色、四酸化二窒素は無色の気体である。加熱すると色が濃くなるのは二酸化窒素が増加したためであり、正反応は吸熱反応となる。

(5) 容積が 5.0 L なので

$$K = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{\left(\frac{0.50}{5.0}\right)^2}{\frac{1.0}{5.0}} = 5.0 \times 10^{-2} [\text{mol/L}]$$

$K_1$  よりも  $K$  は大きいので、平衡時よりも反応物が少なく生成物が多いことがわかる。したがって、反応物を増加させる方向に反応が進行する。

### III

#### 解答

**問 1.** (1)—⑥ (2)—① (3)—⑤ (4)—④

**問 2.** (1)—⑥ (2)—⑥ (3)—① (4)—⑤

**問 3.** (1)—⑤ (2)—⑤ (3)—① (4)—⑤

## 解説

### 《窒素化合物， 2 族元素， 遷移金属， 合金， ハロゲン， 金属イオンの分離》

問 1. (1) a. 誤文。一酸化窒素は水にほとんど溶けない。

b. 正文。 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$  の反応により，硝酸と一酸化窒素が生じる。

(2) b. 誤文。炭酸バリウムや炭酸カルシウムは水に溶けにくい。

c. 誤文。硫酸バリウムや硫酸カルシウムは水に溶けにくい，硫酸マグネシウムは水によく溶ける。

(3) b. 誤文。ナトリウムはアルカリ金属である。

c. 正文。亜鉛は両性元素で，その単体は酸にも強塩基にも反応し溶解する。

(4) c. 誤文。黄銅は銅と亜鉛の合金である。銅とスズの合金は青銅とよばれる。

問 2. (2) 酸化還元反応は，弱い酸化剤が遊離する方向に反応が進行する。また，ハロゲンの単体の酸化力は  $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$  である。

a. 塩素よりも酸化力の弱いヨウ素が遊離しているため，起こりやすい反応である。

b. ヨウ素よりも酸化力の強い臭素が遊離する反応は進行しにくい。

c. 臭素よりも酸化力の強い塩素が遊離する反応は進行しにくい。

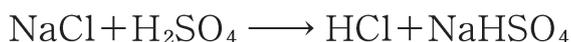
(3) b. 誤文。フッ化水素は分子間に水素結合を形成するため，水溶液中で電離しにくく弱酸である。

c. 誤文。塩化水素は非金属元素の原子である塩素と水素が共有結合した分子である。

(4) a. 食塩水の電気分解では，陽極と陰極でそれぞれ次の反応が起こる。



b. 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱すると，塩化水素が発生する。



c. 酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱すると，塩素が発生する。



問 3. 希塩酸を加えると，塩化銀 (=沈殿 A) が沈殿する。ろ液 A に硫化水素を通じると，酸性下でも沈殿する硫化銅(II) (=沈殿 B) が生じ

る。ろ液 **B** を過剰のアンモニア水によって塩基性にしたのち硫化水素を通じると、硫化亜鉛(Ⅱ) (=沈殿 **C**) が生じる。ろ液 **C** にはカリウムイオンが含まれる。

(2) 沈殿 **B** は硫化銅(Ⅱ)なので、硝酸を加えて溶解させると溶液には銅(Ⅱ)イオンが含まれる。銅(Ⅱ)イオンは過剰のアンモニア水を加えると、テトラアンミン銅(Ⅱ)イオン  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  に変化する。

(3) 沈殿 **C** は硫化亜鉛(Ⅱ)なので、硝酸を加えて溶解させた溶液には亜鉛(Ⅱ)イオンが含まれる。亜鉛(Ⅱ)イオンに少量の塩基を加えると水酸化亜鉛(Ⅱ)となって沈殿するが、アンモニアや水酸化ナトリウムを過剰に加えるとそれぞれ  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  や  $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$  を生じて溶解する。

(4) ろ液 **C** に残ったイオンはカリウムイオンであり、赤紫色の炎色反応を示す。