

# 化 学

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

---

## 解 説

---

### 《小問 12 問》

**問 3.** グラフ a. 原子番号 2(He), 10(Ne), 18(Ar) の値が大きく, 原子番号 3(Li), 11(Na), 19(K) の値が小さい。また, 同一周期では原子番号が大きくなるにつれて値も大きくなっているため, イオン化エネルギーの周期的変化を表す。

グラフ b. 原子番号 2(He), 10(Ne), 18(Ar) の値がなく, 原子番号 9(F), 17(Cl) の値が大きい。貴ガスの原子は安定した電子配置で他の原子と結合しにくいいため, 共有電子対を引きつける強さを表す電気陰性度の値がない。

**問 4.** 一方の分子やイオンがもつ非共有電子対を, 電子対をもたないイオンや原子と共有することで形成される結合を配位結合という。形成の過程は共有結合と異なるが, 形成された配位結合と共有結合の区別はない。

**問 5.** ⑤誤文。金属原子は自由電子によって結合しており, 力を加えて原子の配列が変化しても金属結合が切れないため, 延性や展性を示す。

**問 6.** a. 黒鉛の組成式は C なので, 炭素原子の物質量 [mol] は

$$\frac{3.0}{12} = 0.25[\text{mol}]$$

b. 塩化ナトリウム NaCl (=58.5 g/mol) 中に塩化物イオンは 1 個含まれるので, 塩化物イオンの物質量 [mol] は

$$\frac{117}{58.5} = 2.0[\text{mol}]$$

**問7.** 標準状態なので、気体 1 mol の体積は 22.4 L である。よって総物質量 [mol] は

$$\frac{560}{22.4 \times 10^3} + \frac{1120}{22.4 \times 10^3} = 2.5 \times 10^{-2} + 5.0 \times 10^{-2} \\ = 7.5 \times 10^{-2} [\text{mol}]$$

**問9.** b. 誤文。イオン結晶において、同符号のイオンが接すると電気的な反発が生じて不安定になるため、塩化物イオンどうしは接しない。

c. 誤文。セシウムイオンと接する塩化物イオンは 8 個である。

**問10.** ②正文。大気圧と飽和蒸気圧が等しくなると、液体内部からも蒸発が起こるようになる。この現象を沸騰、このときの温度を沸点という。20°C の飽和蒸気圧よりも圧力を低くすると、水は沸騰する。

④誤文。飽和蒸気圧は温度によって決まるため、一定温度で液体の体積を増やしても蒸気圧は変化しない。

**問11.** a. 誤文。(分圧) = (全圧) × (モル分率) によって求められるため、アルゴンの分圧  $P_{\text{Ar}}$  は

$$P_{\text{Ar}} = 1.0 \times 10^5 \times \frac{1}{100} = 1.0 \times 10^3 [\text{Pa}]$$

となる。

b. 正文。窒素が最も多く含まれるため、窒素の分圧が最も大きい。

c. 誤文。全圧が大きくなったので、それぞれの分圧も大きくなる。

**問12.** a. 誤文。疎水コロイドに少量の電解質を加えると沈殿が生じる現象は凝析である。

c. 誤文。コロイド粒子表面の電荷によって陽極、または陰極に移動する現象を電気泳動という。ブラウン運動は、分散媒分子の熱運動によって引き起こされるコロイド粒子の不規則な運動である。

## II

### 解答

**問1.** (1) — ④ (2) — ④ (3) — ① (4) — ① (5) — ⑦

**問2.** (1) — ① (2) — ① (3) — ⑤ (4) — ⑤ (5) — ⑥

**問3.** (1) — ③ (2) — ③ (3) — ②

**問4.** (1) 28 — ③ 29 — ④ (2) — ③ (3) — ⑥ (4) — ② (5) — ②

《逆滴定，イオン化傾向，銅の電解精錬，ヨウ化水素の化学平衡》

問1. (1) 器具Aはメスフラスコ，器具Bはホールピペット，器具Cはビュレットである。

c. 誤文。メスフラスコ，ホールピペット，ビュレットは加熱乾燥すると熱によって器具が歪み体積が変化するため，加熱乾燥しない。

(2) 0.20 mol/L の塩酸を 10.0 mL はかり取ったので，塩酸の物質質量 [mol] は

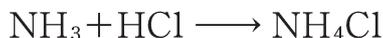
$$0.20 \times \frac{10.0}{1000} = 2.0 \times 10^{-3} [\text{mol}]$$

(3) 中和によって生じる塩化アンモニウムの加水分解によって中和点が酸性側に偏るため，酸性側に変色域のあるメチルオレンジを用いる。

(4) 塩酸の物質質量は(2)より  $2.0 \times 10^{-3}$  mol である。アンモニアを吸収させたあとに加えた水酸化ナトリウムの物質質量 [mol] は

$$0.050 \times \frac{20.00}{1000} = 1.0 \times 10^{-3} [\text{mol}]$$

アンモニアと水酸化ナトリウムはそれぞれ次のように塩酸と反応する。



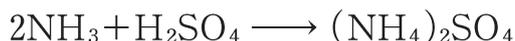
用いた塩酸の物質質量はアンモニアと水酸化ナトリウムの物質質量の和に等しいので，吸収されたアンモニアを  $x$  [mol] とおくと

$$x = 2.0 \times 10^{-3} - 1.0 \times 10^{-3} = 1.0 \times 10^{-3} [\text{mol}]$$

よって，吸収されたアンモニアの体積 [L] は

$$1.0 \times 10^{-3} \times 22.4 = 2.24 \times 10^{-2} \doteq 2.2 \times 10^{-2} [\text{L}]$$

(5) 吸収されたアンモニアは(4)より  $1.0 \times 10^{-3}$  mol である。硫酸とアンモニアは次のように反応する。



アンモニアと反応した硫酸の物質質量 [mol] は

$$1.0 \times 10^{-3} \times \frac{1}{2} = 5.0 \times 10^{-4} [\text{mol}]$$

用いた硫酸は塩酸と同じ  $2.0 \times 10^{-3}$  mol なので，残った硫酸の物質質量 [mol] は

$$2.0 \times 10^{-3} - 5.0 \times 10^{-4} = 1.5 \times 10^{-3} [\text{mol}]$$

水酸化ナトリウムと硫酸は次のように反応する。



よって、この残った硫酸を中和するのに必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積を  $v$  [mL] とおくと

$$0.050 \times \frac{v}{1000} = 1.5 \times 10^{-3} \times 2$$

$$v = 60 [\text{mL}]$$

**問 2.** (2) a. 鉛は水素よりイオン化傾向が大きく酸と反応するはずであるが、水に不溶の硫酸鉛(II)によって表面が覆われるため希硫酸と反応しにくい。また、白金はイオン化傾向が小さく希硫酸とは反応しない。

c. ガスバーナーで加熱すると、スズと鉛は表面が酸化される。

(3) b. 誤文。鉄の表面をスズで覆ったものをブリキという。

c. 正文。イオン化傾向は  $\text{Zn} > \text{Fe} > \text{Sn}$  である。トタンに傷がつくと亜鉛が先に酸化されるため鉄は腐食されにくくなるが、ブリキでは鉄の方が先に酸化される。

(4) a. イオン化傾向は鉄の方が大きいので、鉄が溶けて鉛が析出する。

b. イオン化傾向はナトリウムの方が大きいので、反応しない。

c. イオン化傾向はアルミニウムの方が大きいので、アルミニウムが溶けて銀が析出する。

**問 3.** (1) 陽極の粗銅板では、銅のほか、銅よりもイオン化傾向の大きいニッケルや亜鉛も溶解する。陽極でおこる反応は次のとおり。



(2) 陰極では次の反応によって銅が析出する。



よって、析出した銅の2倍の電子が流れるので、通じた電気量 [C] は

$$\frac{w}{63.5} \times 2 \times 9.65 \times 10^4 [\text{C}]$$

(3) 銅よりもイオン化傾向の小さい銀や金は、陽極で酸化されず陽極泥として沈殿する。

問4. (1) 平衡時の量的関係は次のとおり。

	$\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$	
(反応前)	0.80    0.80	0    [mol]
(変化量)	-0.60   -0.60	+1.20 [mol]
(平衡時)	0.20    0.20	1.20 [mol]

(2) 平衡定数を  $K$ , 各物質のモル濃度をそれぞれ  $[\text{H}_2]$ ,  $[\text{I}_2]$ ,  $[\text{HI}]$  とおくと

$$K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{\left(\frac{1.20}{1.0}\right)^2}{\frac{0.20}{1.0} \times \frac{0.20}{1.0}} = 36$$

(4) ヨウ素を加えると、ルシャトリエの原理によりヨウ素を減少させる方向に平衡が移動するため、ヨウ化水素が増加する。

### III

#### 解答

問1. (1)—⑥ (2)—⑤ (3)—⑤ (4)—⑥

問2. (1)—③ (2)—① (3)—① (4)—③

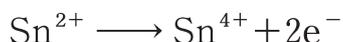
問3. (1)—① (2)—⑤ (3)—③ (4)—⑥

#### 解説

《ケイ素とその化合物、スズと鉛の性質、試薬の保存法、銀の性質、気体の発生と性質、アルミニウムの反応と性質》

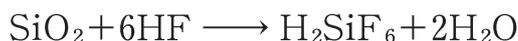
問1. (1) a. 誤文。地殻の主成分は二酸化ケイ素で、最も多く含まれる元素は酸素である。

(2) b. 誤文。スズは +4 の化合物が安定である。塩化スズ(II)は次の半反応式にしたがって還元剤として作用する。



c. 正文。塩化鉛(II)は水に溶けにくく白色沈殿となるが、熱水には溶解する。

(3) a. 正文。フッ化水素酸はガラスの主成分である二酸化ケイ素と反応しガラスを溶かす。



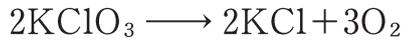
b. 誤文。水酸化ナトリウムは潮解性をもつ。

(4) a. 誤文。銀の電気伝導性は、金属の中で最も大きい。

b. 正文。銀と濃硝酸は次のように反応し、二酸化窒素を生じる。



**問2.** (1) a. 塩素酸カリウムと酸化マンガン(IV)を反応させると、酸素が発生する。



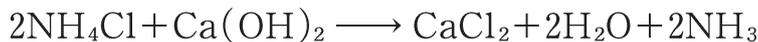
固体を加熱する反応であるため実験装置 f が考えられるが、酸素は水に溶けにくく水上置換で捕集するため、気体の捕集方法が一致しない。

b. 銅と希硝酸を反応させると一酸化窒素が発生する。



液体と固体の反応で、加熱は不要である。また、一酸化窒素は水に溶けにくく水上置換で捕集するため、実験装置 e が適する。

c. 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを反応させるとアンモニアが発生する。



固体どうしの反応で、加熱を必要とする。また、アンモニアは水に溶けやすく空気より軽いので上方置換で捕集する。実験装置 f が当てはまるが、固体を加熱するときは試験管の口を下げ、発生した水が加熱部分に流入しないようにする必要があるので不適となる。

(2) a.  $\text{SO}_2$  と  $\text{H}_2\text{S}$  から S が生じている。 $\text{SO}_2$  の S 原子の酸化数は  $+4 \rightarrow 0$ 、 $\text{H}_2\text{S}$  の S 原子の酸化数は  $-2 \rightarrow 0$  に変化しているので、酸化還元反応である。

b.  $\text{NaHCO}_3$  の熱分解の反応で、酸化数の変化がないため酸化還元反応ではない。

c. 弱酸である  $\text{H}_2\text{S}$  が遊離する反応で、酸化数の変化がないため酸化還元反応ではない。

(3) 酸性を示す気体は  $\text{H}_2\text{S}$  と  $\text{NO}_2$  なので、気体 X は  $\text{H}_2\text{S}$  と  $\text{NO}_2$  のいずれかである。有色気体は  $\text{NO}_2$  (赤褐色) なので、気体 Y は  $\text{NO}_2$ 、気体 X は  $\text{H}_2\text{S}$  と決まる。

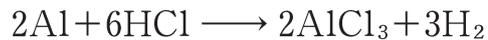
(4) ①空気に触れると赤褐色に変化する気体は一酸化窒素である。

②石灰水を白濁させる気体は二酸化炭素である。

③濃塩酸とアンモニアを接触させると白煙を生じる。

④湿ったヨウ化カリウムデンプン紙を青変させる気体は、オゾンや塩素などの酸化力をもつ気体である。酸化力のない水素は検出できない。

**問3.** (1) 塩酸および水酸化ナトリウムとアルミニウムとの反応式はそれぞれ次のようになる。



よって、同物質量のアルミニウムを溶かしたとき、発生する水素の物質量は等しいので、物質量比は1：1となる。

(2) b. 誤文。アルミニウムの表面に人工的に酸化被膜をつけたものをアルマイトという。アルミニウムにマグネシウムや銅を加えた合金をジュラルミンという。

(4) テルミット反応は次の反応式によって表される。



よって、得られる鉄の質量 [g] は

$$\frac{81}{27} \times 56 = 168[\text{g}]$$