

化学基礎 (その1)

必要であれば $H = 1.00$, $C = 12.0$, $O = 16.0$, $S = 32.0$, $Cu = 64.0$ の原子量, アボガドロ定数 $N_A = 6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ を用いよ。

第1問 次の文章を読み, 以下の問い(問1, 2)に答えよ。ただし, 数値は有効数字2桁で記せ。

現在使用されている100円硬貨は, 1枚の質量が4.8gである。この硬貨は白銅と呼ばれる合金からできており, 質量パーセントで銅75%とニッケル25%から構成される。

問1 100円硬貨1枚に含まれる銅原子は何個か。

問2 質量数12の炭素原子1個の質量を 2.0×10^{-23} g, ニッケル原子1個の質量を 9.8×10^{-23} g とすると, ニッケルの原子量はいくらか。

第2問 以下の問い(問1～3)に答えよ。ただし, 数値は有効数字3桁で記せ。

問1 質量パーセント濃度38.0%の硫酸の密度は 1.29 g/cm^3 である。この硫酸のモル濃度 [mol/L] はいくらか。

問2 問1の硫酸を純水で希釈して, 2.50 mol/L の硫酸を100 mL 調製したい。このときに必要な硫酸は何 mL か。

問3 2.50 mol/L の硫酸100 mL と 5.00 mol/L の硫酸50.0 mL を混合し, これに純水を加えて500 mL にした。この硫酸のモル濃度 [mol/L] はいくらか。

第3問 以下の問い(問1～10)にもっとも適するものを①, ②, ③…の中から1つ選び, 番号で答えよ。

問1 元素と単体は同じ名称でよばれることが多い。次の記述の下線部が単体ではなく, 元素の意味で用いられているものはどれか。

- ① アルミニウムはボーキサイトを原料としてつくられる。
- ② カルシウムは骨や歯に多く含まれている。
- ③ 環境の汚染を防止するために, 水銀体温計が回収された。
- ④ 負傷者が酸素吸入を受けながら, 救急車で運ばれていった。
- ⑤ アンモニアは触媒の存在下に, 窒素と水素から合成される。

化学基礎 (その2)

問2 次の現象に関する記述のうち、下線部が物理変化ではなく、化学変化によるものはどれか。

- ① 氷砂糖を水の中に入れておくと、氷砂糖が小さくなった。
- ② 貝殻を希塩酸の中に入れておくと、貝殻が小さくなった。
- ③ ドライアイス室温で放置すると、ドライアイスが小さくなった。
- ④ やかんで水を加熱して沸騰させると、湯気が出た。

問3 大気圧下での物質の三態に関する記述で、誤りを含むものはどれか。

- ① 気体の状態より液体の状態のほうが分子間の平均距離は短い。
- ② 液体中の分子は熱運動によって相互の位置を変えている。
- ③ 固体を加熱すると、液体を経ないで直接気体に変化するものがある。
- ④ 水とエタノールの混合物は沸騰中に温度は一定に保たれる。
- ⑤ 液体では、沸点以下でも液面から蒸発がおこる。

問4 化学物質の取り扱いで、化学反応が関係していないものはどれか。

- ① トイレや浴室用の塩素を含む洗剤を成分の違う他の洗剤に混ぜると、有毒な気体が発生した。
- ② 閉めきった室内で炭を燃やし続けると、有毒な気体の濃度が高くなった。
- ③ ガス漏れに気づいたときに、換気扇のスイッチを入れると、爆発した。
- ④ 海苔の袋に乾燥剤として入っている酸化カルシウム(生石灰)を水でぬらすと、発熱した。
- ⑤ 高温の天ぷら油に水滴を落とすと、油が激しく飛び散った。

問5 ある地層の木片に含まれる炭素の同位体 ^{14}C の存在比は、現在の大气中の存在比の $\frac{1}{8}$ であった。この木は何年前まで生存していたと推定されるか。ただし、過去から現在までの間、大气中の ^{14}C の存在比は一定であり、 ^{14}C の半減期を 5730 年とする。

- ① 716 年前 ② 1433 年前 ③ 1910 年前 ④ 2865 年前
- ⑤ 11460 年前 ⑥ 17190 年前 ⑦ 22920 年前 ⑧ 45840 年前

化学基礎 (その3)

問6 原子やイオンの半径に関する記述として、誤りを含むものはどれか。

- ① 貴ガスを除いて、M 殻に最外殻電子をもつ原子では、原子番号が大きいほど原子半径は大きくなる。
- ② 電子配置が同じ陽イオンでは、イオンの価数が大きな陽イオンほどイオン半径は小さくなる。
- ③ 同族の原子では原子番号が大きくなるほど原子半径は大きくなる。
- ④ 単原子が陰イオンになると、もとの原子よりイオン半径は大きくなる。

問7 金属に関する記述として、誤りを含むものはどれか。

- ① 金は酸化されにくく、単体として産出することが多い。
- ② 銀は、結晶内に動きやすい価電子をもつので、電気をよく通す。
- ③ 金属の熱伝導性がよいのは、金属中に自由電子が多数存在するためである。
- ④ 金属はすべて室温で固体である。
- ⑤ 金属が展性・延性を示すのは、自由電子が金属原子を互いに結び付けて結合しているからである。

問8 イオン結晶に関する記述として、誤りを含むものはどれか。

- ① 融点が高いものが多い。
- ② 硬いが、割れやすくもろい。
- ③ 結晶中では、陽イオンと陰イオンが規則正しく並んでいる。
- ④ 水に溶かすと、陽イオンと陰イオンに電離する。
- ⑤ 固体の状態では電気をよく通す。

問9 分子結晶に関する記述として、誤りを含むものはどれか。

- ① 分子が規則正しく配列してできた固体である。
- ② 通常、イオン結晶と比べて融点が高い。
- ③ 極性分子は分子結晶にならない。
- ④ 分子結晶をつくる主要な力は、分子間力である。
- ⑤ 分子の位置はほぼ固定されているが、分子は常温でも常に熱運動(振動)している。

化学基礎 (その4)

問10 共有結合結晶に関する記述として、誤りを含むものはどれか。

- ① ダイヤモンドは、1個の炭素原子に4個の炭素原子が正四面体状に共有結合した構造をもっている。
- ② ダイヤモンドとグラファイト(黒鉛)は、ともに天然に産出する炭素の同素体で結晶構造が違っている。
- ③ グラファイト(黒鉛)の結晶構造の各層どうしは、共有結合によって互いに結びついており、電気伝導性を示す。
- ④ 石英の結晶では、それぞれのケイ素原子が4個の酸素原子と共有結合によって互いに結びついている。
- ⑤ ケイ素の結晶は、ダイヤモンドと同じ構造で、高純度のものは半導体の材料として用いられている。

第4問 次の文章を読み、以下の問い(問1～3)に答えよ。

二酸化硫黄は還元剤としてはたらくことが多いが、強い還元剤に対しては、酸化剤としても作用することがある。(1) 二酸化硫黄と過酸化水素との反応では、二酸化硫黄は還元剤としてはたらし、硫黄原子の酸化数は+4から(ア)へと変化する。一方、(2) 二酸化硫黄と硫化水素との反応では、二酸化硫黄は酸化剤としてはたらし、硫黄原子の酸化数は+4から(イ)へと変化する。

問1 下線(1)と下線(2)を化学反応式で表せ。

問2 (ア)と(イ)にはいる酸化数を答えよ。

問3 次の酸化剤のうち、酸化還元反応で受け取る電子数が1 molあたりもっとも多いものを以下の①～⑥の中から1つ選び、番号で答えよ。

- | | |
|--------|---------------------|
| ① オゾン | ② 過マンガン酸カリウム(酸性条件下) |
| ③ 希硝酸 | ④ 二クロム酸カリウム |
| ⑤ 熱濃硫酸 | ⑥ 濃硝酸 |

化学基礎 (その5)

第5問 次の文章を読み、以下の問い(問1～4)に答えよ。

濃度 0.100 mol/L のシュウ酸標準溶液を調製するために、てんびんを用いてシュウ酸二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ をはかり取り、ビーカーに入れて純水に溶かした後、(ア)に移した。さらにビーカーを少量の純水でよく洗って(ア)に移し、純水で全量を正確に 250 mL とした。この溶液 25.0 mL を(イ)を用いてコニカルビーカーに取り、指示薬を1～2滴加え、(ウ)を用いて濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液を滴下したところ、中和点までに 20.0 mL を必要とした。

問1 はかり取ったシュウ酸二水和物の質量[g]を、有効数字3桁まで求めよ。

問2 (ア)～(ウ)の実験器具の名称を答えよ。また、これらの実験器具を純水で洗った後、すぐに以下のaまたはbの方法で使用するとき、正しい使い方の組み合わせを以下の①～⑧の中から選び、番号で答えよ。

- a ぬれたままで使用する。
b 中に入れる水溶液で2～3回洗ってから使用する。

| | ア | イ | ウ |
|---|---|---|---|
| ① | a | a | a |
| ② | a | a | b |
| ③ | a | b | a |
| ④ | a | b | b |
| ⑤ | b | a | a |
| ⑥ | b | a | b |
| ⑦ | b | b | a |
| ⑧ | b | b | b |

問3 この濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度[mol/L]を、有効数字3桁まで求めよ。

問4 この中和滴定で用いる指示薬として適切なものを以下の①～③の中から選び、番号で答えよ。さらに、その指示薬が何色から何色に変化するかを記せ。なお、下の[]内に各指示薬が変色するpHの範囲を示す。

- ① メチルオレンジ [3.1～4.4] ② メチルレッド [4.2～6.3]
③ フェノールフタレイン [8.0～9.8]