

2018年度 センター試験 本試験 化学基礎 第1問

第1問 物質の構成，身の回りの化学

出題範囲	原子/元素/結合，物質と原子量，イオン結晶の系統分離，水の状態変化，身の回りの化学
難易度	★★★☆☆
所要時間	得意：7分　ふつう：10分　苦手：15分
傾向と対策	前半は容易な問題が多く，しっかり正解したい。問4で文字が複数出てきて混乱したかもしれないが，知っている物質で考えられれば簡単だっただろう。問5は，難しい知識が要求されていて知らないといけないため難しい。問6，7は正誤判定ができない選択肢もあったかもしれないが，答えの選択肢は明らかに誤っているので見つけてほしい。

解答

- 問1a ③
 問1b ①
 問2 ③
 問3 ②
 問4 ③
 問5ア ⑥
 問5イ ③
 問6 ⑤
 問7 ①

解説

問1a 難易度 ★☆☆☆☆

- ① Beは2族に属し，2価の陽イオンになりやすい。
 ② Fは17族に属し，ハロゲン元素とよばれる。1価の陰イオンになりやすい。
 ③ Liは1族に属し，最外殻電子が1つとれて，安定な希ガスのHeの電子配置をもつ。1価の陽イオンになりやすい。
 ④ Neは18族に属し，希ガスとよばれる。一般に安定で反応性に乏しく，イオンになりにくい。
 なお，He(ヘリウム)は2個の最外殻電子をもち，それ以外の希ガス(ネオン，アルゴン，クリプトン，キセノン，ラドン)は8個の最外殻電子をもつ。

- ⑤ O は 16 族に属し、2 価の陰イオンになりやすい。
よって、正解は③である。

問 1b 難易度 ★☆☆☆☆

結晶のおもな分類は以下のとおりである。

- ・ 共有結合の結晶：多数の原子が次々と共有結合で結びついてできる結晶。
- ・ 分子結晶：分子が分子間力などにより規則正しく配列してできる結晶。ただし、結晶の構成要素である分子が二原子以上からなる場合、個々の分子は共有結合からなることに注意したい。
- ・ イオン結晶：イオン結合からなる結晶。
- ・ 金属結晶：金属結合により原子が規則正しく配列してできる結晶。

これらを踏まえて問題文をみていくと、以下のようになる。

- ① ダイヤモンドとケイ素は共有結合の結晶である。ほかに二酸化ケイ素も代表的な共有結合の結晶として覚えておこう。
- ② ドライアイスとヨウ素は分子結晶である。
- ③ 塩化アンモニウムはイオン結晶、氷は分子結晶である。
- ④ 銅とアルミニウムは金属結晶である。
- ⑤ 酸化カルシウムと硫酸カルシウムはイオン結晶である。

よって、正解は①である。

問 2 難易度 ★☆☆☆☆

ホウ素は原子番号 5 であり、原子核中の陽子の数は 5 になる。原子では陽子と電子の数は同じなので、電子の数も 5 となる。電子は内側から n 番目の電子殻に $2n^2$ 個ずつまでしか入らない。1 番目の電子殻である K 殻には 2 個の電子が入り得る。よって、正解は③である。

- ① ベリリウム原子の電子配置である。
- ② K 殻に電子が 3 つ入ることはないので不適である。
- ④ K 殻に電子が 3 つ入ることはないので不適である。
- ⑤ 炭素原子の電子配置である。
- ⑥ K 殻に電子が 3 つ入ることはないので不適である。

問 3 難易度 ★☆☆☆☆

N の電子の数は 7 なので、 N_2 の電子の総数は $7 \times 2 = 14$ である。

- ① H_2O 1 分子がもつ電子の数は H が 1、O が 8 なので $1 \times 2 + 8 = 10$ 個である。

- ② CO 1 分子がもつ電子の数は C が 6, O が 8 なので $6 + 8 = 14$ 個である。
- ③ OH⁻ がもつ電子の数は O が 8, H が 1 であり, 1 価の陰イオンになっているので電子の数は 1 つ増え $8 + 1 + 1 = 10$ 個である。
- ④ O₂ 1 分子がもつ電子の数は O が 8 なので $8 \times 2 = 16$ 個である。
- ⑤ 電子の数は Mg が 12 であり, 2 価の陽イオンになっているので, Mg²⁺ がもつ電子の数は 2 つ減り $12 - 2 = 10$ 個である
- よって, 正解は②である。

問 4 難易度 ★★★☆☆

X₂Z₃ の式量は $2M_x + 3M_z$ である。よって, X₂Z₃ 5 g の物質量は,

$$\frac{5}{2M_x + 3M_z} \text{ [mol]}$$

となる。X₂Z₃ 1 mol あたりに含まれる X の質量は $2M_x$ [g] なので, X₂Z₃ 5 g に含まれる X の質量は,

$$\frac{5}{2M_x + 3M_z} \times 2M_x = \frac{10M_x}{2M_x + 3M_z} \text{ [g]}$$

となる。よって, 正解は③である。

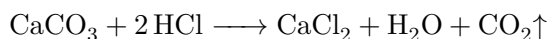
問 5 ア 難易度 ★★★★★

実験Ⅱにおいて, アの水溶液は炎色反応で黄色を示すことから, アはナトリウムを含むことがわかる。よって, 正解の選択肢は②か⑥である。次に硝酸銀を加えると白色沈殿が生じたとある。これは塩化物イオンの検出反応であり, アは塩素を含むとわかる。以上のことから正解は塩化ナトリウムだとわかる。これは実験Ⅰにおいてアが水に溶ける固体であることにも矛盾しない。

よって, 正解は⑥である。

問 5 イ 難易度 ★★★★★

実験Ⅲにおいて, 塩酸を加えるとイが溶けたことから, 弱酸遊離反応が起きていたことがわかる。選択肢の中で弱酸の塩は炭酸カルシウムのみであるので, 正解は炭酸カルシウムである。二酸化炭素の遊離の反応式は以下ようになる。



炭酸カルシウムは水に溶けないので, 実験Ⅲ 前半の内容にも矛盾しない。

よって, 正解は③である。

問6 難易度 ★★☆☆☆

- ① 正 加熱されることで水が蒸発し、体積が増加することで膨張する。
- ② 正 コップの外側に水滴がつくのは、コップの周りの水蒸気が冷やされ、凝縮するからである。
- ③ 正 0°Cで氷が融解し始めてから、氷がすべて水になるまで温度は一定である。
- ④ 正 水は 1.013×10^5 Pa のとき 100°C で沸騰する。
- ⑤ 誤 水は氷になると、分子が規則正しく配列し、すきまの多い構造をとる。氷が水に浮くことから、氷の密度のほうが水より小さい、つまり体積が大きいことがわかる。

問7 難易度 ★☆☆☆☆

- ① 誤 塩素系漂白剤の主成分は次亜塩素酸ナトリウムである。このことを知らなくても、普段我々が口にして
いる食塩が塩素系漂白剤の主成分でないことはわかるだろう。
- ② 正 アルミニウムは1円玉やアルミ缶に使われている。
- ③ 正 銅は電線や合金に使われる。
- ④ 正 ペットボトルの原料はポリエチレンテレフタレートである。
- ⑤ 正 メタンは都市ガスに使われる。

(岡本すす菜, 小林秀成, 田中佑磨, 小林新九郎)

2018年度 センター試験 本試験 化学基礎 第2問

第2問 物質量の計算, さまざまな化学反応

出題範囲	物質量と原子量, 気体の性質, 酸塩基, 酸化還元, 電気化学
難易度	★★★☆☆
所要時間	得意: 12分 ふつう: 15分 苦手: 18分
傾向と対策	化学基礎の第2問は, 例年どおり計算を中心とする理論分野からの問題であった。基礎的な問題も多少あったものの, 例年と同様に, 計算が煩雑な問2, 混乱を招く問4, やや細かい知識を問う問7などのやや意地の悪い問題も出題されており, 苦戦した学生もいるだろう。全体的にみると, 例年どおりのレベルであったといえる。

解答

- 問1 ①
 問2 ②
 問3 ③
 問4 ④
 問5 ⑤
 問6 ②
 問7 ④

解説

問1 難易度 ★★★☆☆

原子の数は「物質量 × アボガドロ数 N 」で表されるので, 今回の第一手は物質量を計算することである。

水 H_2O の分子量は $16 + 1.0 \times 2 = 18$ であるから, 180 g の水の物質量は

$$\frac{180 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 10 \text{ mol}$$

であり, 分子数は $10N$ 個である。

- ① 誤 水が H_2O と表されるとおり, 水素原子は1分子あたり2個存在する。したがって, 水素原子の数は $10N \times 2 = 20N$ 個である。
- ② 正 水は, H_2O と表されるとおり, 水素原子2つと酸素原子1つによって構成される原子である。原子核は酸素原子と水素原子のそれぞれに1つずつあるので, 原子核の数は $10N \times 3 = 30N$ 個である。
- ③ 正 水は次のような電子式で表され, 1分子あたりの共有結合に使われている電子の数は4つである。した

がって、180 g の水に含まれる個数は $10N \times 4 = 40N$ 個である。



④ 正 上の電子式からわかるとおり、1 分子あたりの非共有電子対は 2 つである。したがって、180 g の水に含まれる個数は $10N \times 2 = 20N$ 個である。

問 2 難易度 ★★★☆☆

0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$, いわゆる標準状態においては、理想気体 1.0 mol の体積が 22.4 L であることを思い出す。この数値を用いて変換を行う。メタンと二酸化炭素の体積比が 2 : 1 であること、メタンと二酸化炭素の分子量がそれぞれ 16 と 44 であることから、混合気体の質量は以下のとおり。

$$16 \text{ g/mol} \times \frac{1.0 \times \frac{2}{3} \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} + 44 \text{ g/mol} \times \frac{1.0 \times \frac{1}{3} \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \approx 1.1 \text{ g}$$

よって、正解は②である。

問 3 難易度 ★★★☆☆

溶質のモル質量、質量パーセント濃度、密度から、モル濃度を求める問題である。モル濃度は

$$\text{モル濃度} [\text{mol/L}] = \frac{\text{溶質の物質質量} [\text{mol}]}{\text{溶液の体積} [\text{L}]}$$

で表される。この定義に従って、設問に与えられた数値を用いてモル濃度を計算することを考えると、以下のよう表される。考えやすさのため、溶液の体積を 1 L (1000 cm^3) と仮定して考える。

$$\begin{aligned} \text{モル濃度} [\text{mol/L}] &= \text{密度} [\text{g/cm}^3] \times 1000 \text{ cm}^3/\text{L} \\ &\quad \times \frac{\text{質量パーセント濃度} [\%]}{100} \times \frac{1}{\text{溶質のモル質量} [\text{g/mol}]} \end{aligned}$$

例えば、これを塩酸に適用すると、モル濃度は以下のとおり表される。

$$1.2 \text{ g/cm}^3 \times 1000 \text{ cm}^3/\text{L} \times \frac{36.5 \%}{100} \times \frac{1}{36.5 \text{ g/mol}} = 1.2 \text{ mol/L}$$

また、水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度も同様に、以下のとおり表される。

$$1.4 \text{ g/cm}^3 \times 1000 \text{ cm}^3/\text{L} \times \frac{40.0 \%}{100} \times \frac{1}{40.0 \text{ g/mol}} = 1.4 \text{ mol/L}$$

ここで、溶質のモル質量と質量パーセント濃度が式変形で打ち消され、モル濃度の比較は密度の大小をみればよいと気づく。よって、最もモル濃度が高い水溶液は、密度が最も大きい③の水酸化カリウム水溶液となる。

問 4 難易度 ★★☆☆☆

身の回りの酸・塩基の性質に関する出題である。ややマニアックなものもあるが、選ぶべき答えは教科書のとおりであることから解答できたかもしれない。

- ① 正 炭酸という名前の指すとおり炭酸水は酸性であり、pH は 7 よりも小さい。一方、健康体の血液の pH は 7.4 程度に保たれている。
- ② 正 食酢は酢酸という酸を含み、酸性を示すため pH は 7 よりも小さい。牛乳はほぼ中性であり、pH は 7 付近である。また、食酢は牛乳に比べて酸っぱく、この事実からも解答が可能である。
- ③ 正 これも味から判別できると思われる。レモン果汁は複数の酸を含み、酸性であるから pH は 7 より小さい。水道水は味がしないことからわかるようにほぼ中性で、pH は 7 程度である。
- ④ 誤 セッケンは弱酸と強塩基の塩であるため、水溶液は塩基性を示し、pH は 7 よりも大きい。また、苦い味がすることからもわかるだろう。一方の食塩水は中性の水溶液であり、pH は 7 である。

問 5 難易度 ★★☆☆☆

NaHCO_3 は 1 価の弱塩基で HCl は 1 価の強酸である。 NaHCO_3 水溶液、塩酸はともに濃度が 0.10 mol/L なので、 25 mL の NaHCO_3 水溶液を滴定したときの中和点は、塩酸の滴下量が 25 mL のときの pH である。

弱塩基を強酸で滴定する場合の中和点は酸性側になるため、正解は⑤である。

問 6 難易度 ★★☆☆☆

酸化還元反応は、酸化と還元が同時に起こる反応のことである。酸化還元反応では、反応前後で原子の酸化数が変化する。

ア この反応は塩酸による弱酸の遊離反応である。弱酸の遊離反応では酸化数の変化は起こらないため、この反応は酸化還元反応ではない。

イ 一酸化炭素における炭素の酸化数は +2 であり、二酸化炭素における炭素の酸化数は +4 である。よって、反応前後で炭素原子が酸化されているので、この反応は酸化還元反応である。

ウ この反応は、水酸化銅(II)の固体が硫酸に溶解する反応である。銅の酸化数は +2 で変化せず、ほかの原子も同様に酸化数の変化がなく、酸化還元反応ではない。

エ 単体の Mg の酸化数は 0、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ における Mg の酸化数は +2 である。よって、反応前後でマグネシウムが酸化されているので、この反応は酸化還元反応である。

オ この反応は、弱塩基であるアンモニアと強酸である硝酸の中和反応である。中和反応は酸化還元反応ではない。

以上より、酸化還元反応はイとエであり、正解は②である。

問7 難易度 ★★★☆☆

電池の負極では負極活物質が酸化されて電子が放出され、正極では正極活物質が還元されて電子を受け取っている。

- ① 正 アルカリマンガン電池は、正極活物質に MnO_2 、負極活物質に Zn 、電解質に KOH が用いられている。
- ② 正 鉛蓄電池は正極活物質に PbO_2 、負極活物質に Pb 、電解液に硫酸を用いた、充電可能な二次電池である。
- ③ 正 酸化銀電池は正極活物質に Ag_2O 、負極活物質に Zn を用いた電池であり、電圧が長期的に安定するため、腕時計などに用いられる。
- ④ 誤 リチウムイオン電池は、負極活物質に Li を含む黒鉛を用いた、充電可能な二次電池である。軽量で起電力が大きく、さまざまな電子機器のバッテリーに使用されている。

(小林新九郎, 小山裕幸, 田中佑磨, 岡本すず菜)