

平成 29 年度 大学入試センター試験 本試験 化学基礎 解説

あすなろ学院 高等部化学科

第 1 問 25 点

問 1 1 : 5

同素体はある元素の単体のうち、化学的性質、物理的性質の異なるものを指す。

- 1 : 正しい。代表的な炭素の同素体は、ダイヤモンド、黒鉛、フラーレン、カーボンナノチューブ。
- 2 : 正しい。黒鉛は自由電子をもつため、電気を通す。
- 3 : 正しい。代表的なリンの同素体は、黄リン、赤リン。
- 4 : 正しい。代表的な硫黄の同素体は、斜方硫黄、単斜硫黄、ゴム状硫黄。
- 5 : 誤り。代表的な酸素の同素体は、酸素、オゾン。

問 2 2 : 2

ある元素 E の原子が  ${}^Z_A\text{E}$  とかけるとき、A を原子番号、Z を質量数という。通常 A は省略される。

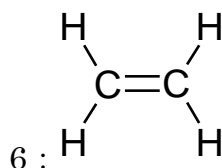
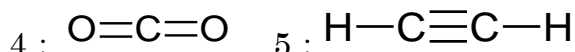
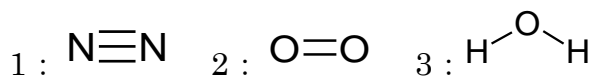
原子番号は原子がもつ陽子の数と一致し、質量数は原子核中の陽子の数と中性子の数の和である。

題材の元素の原子番号は、Ar : 18、Ca : 20、Cl : 17、K : 19 である。

- 1 :  $38 - 18 = 20$     2 :  $40 - 18 = 22$   
 3 :  $40 - 20 = 20$     4 :  $37 - 17 = 20$   
 5 :  $39 - 19 = 20$     6 :  $40 - 19 = 21$

問 3 3 : 3

実際に構造式を書けばよい。



問 4

a 4 : 1

- 1 : 共有結晶である。
- 2 :  $\text{Na}^+$  と  $\text{NO}_3^-$  のイオン結晶である。
- 3 :  $\text{Ag}^+$  と  $\text{Cl}^-$  のイオン結晶である。
- 4 :  $\text{NH}_4^+$  と  $\text{SO}_4^{2-}$  のイオン結晶である。
- 5 :  $\text{Ca}^{2+}$  と  $\text{O}^{2-}$  のイオン結晶である。
- 6 :  $\text{Ca}^{2+}$  と  $\text{CO}_3^{2-}$  のイオン結晶である。

b 5 : 3

- 1 : メタン  $\text{CH}_4$  は正四面体形。
- 2 : 水  $\text{H}_2\text{O}$  は折れ線形。
- 3 : 二酸化炭素  $\text{CO}_2$  は直線形。
- 4 : アンモニア  $\text{NH}_3$  は三角錐形。

問 5 6 : 3

- 1 : 正しい。気体分子は個々が独立に飛び交っているのに対し、液体分子はいくつかの分子が凝集している。これにより、平均距離は液体のほうが短い。

- 2 : 正しい。液体分子は熱運動によって、分子同士配置が変化する。
- 3 : 誤り。一般に沸点は、高压条件では高くなり、低压条件では低くなる。
- 4 : 正しい。昇華と呼ばれる状態変化でドライアイスが有名。
- 5 : 正しい。液体の表面からは常に液体分子が蒸発している。見かけ上変化がないのは、液体分子の蒸発速度と気体分子の凝縮速度が等しいからである。これを気液平衡という。

問 6 7 : 6

フラスコ内部の気圧が大気圧に比べて十分に小さければ、噴水が起こる。この現象はアンモニアが水溶することでフラスコ内部の気圧が大気圧に比べて小さくなることで起こる。

- 1 : 正しい。アンモニアは水に易溶で空気より軽い気体だから上方置換で捕集する。
- 2 : 正しい。ゴム栓が緩んでいると、アンモニアが水溶しても空気が流入し、フラスコ内部の気圧が大気圧と比べて十分に小さくならない。
- 3 : 正しい。ごく少量のアンモニアを捕集し、水溶したとしても、フラスコ内部の気圧は大気圧とほとんど変わらない。
- 4 : 正しい。気体を捕集する時点で湿った器具を用いるとアンモニアが溶解し、結局アンモニアは捕集されず、空気が充填されることになる。
- 5 : 正しい。アンモニア水溶液は塩基性。
- 6 : 誤り。メタンは水に難溶である。

問 7 8 : 3

- 1 : 正しい。アルミニウムの鉱石は $\text{Al}^{3+}$ の状態であるため、単体 Al を取り出すのに膨大な電気エネルギーが使われる。アルミニウムはリサイクルされるのが理想である。
- 2 : 正しい。酸素が入ると酸化された油によって菓子の味が落ちる。
- 3 : 誤り。塩素は水に溶けると塩化水素と次亜塩素酸になる。次亜塩素酸が強い酸化剤で、水の消毒に一役買っている。
- 4 : 正しい。一般的にプラスチックは自然に分解されない。最近では生分解性プラスチックという、微生物によって分解されるプラスチックも開発されている。
- 5 : 正しい。二酸化炭素の水溶液は酸性。
- 6 : 正しい。界面活性剤の記述。

第 2 問 25 点

問 1 9 : 1

$0^{\circ}\text{C}$ 、 $1.013 \times 10^5 \text{Pa}$  を標準状態といい、このとき、理想気体の体積は  $22.4\text{L}$  である。

- 1 : 誤り。水素  $\text{H}_2$   $4\text{L}$  の質量は、

$$m_{\text{H}_2} = \frac{4\text{L}}{22.4\text{L/mol}} \times 2.0\text{g/mol} = \frac{4 \times 2.0}{22.4}\text{g}$$

一方、ヘリウム  $\text{He}$   $1\text{L}$  の質量は、

$$m_{\text{He}} = \frac{1\text{L}}{22.4\text{L/mol}} \times 4.0\text{g/mol} = \frac{4.0}{22.4}\text{g}$$

よって、明らかに、 $m_{\text{He}} < m_{\text{H}_2}$

- 2 : 正しい。メタン  $\text{CH}_4$  のモル質量  $16\text{g/mol}$  より、 $16\text{g}$  のメタンは、

$$\frac{16\text{g}}{16\text{g/mol}} = 1.0\text{mol}$$

分子式から、 $1.0\text{mol}$  のメタン中には H 原子は 4 倍の  $4.0\text{mol}$  含まれている。

3 : 正しい。質量パーセント濃度は、

$$\frac{25\text{g}}{100\text{g} + 25\text{g}} \times 100\% = 20\%$$

4 : 正しい。水酸化ナトリウムNaOH の  
モル質量40g/mol より、モル濃度は、

$$\frac{\frac{4.0}{40} \text{mol}}{0.1\text{L}} = 1.0\text{mol/L}$$

問 2 10 : 2

物質 A の分子のモル数は、質量  $w$  g で  
モル質量  $M$  g/mol であるから、

$$\frac{w}{M} \text{ mol}$$

よって、物質 A の分子数は、アボガドロ  
数を乗じて、

$$\frac{w}{M} \text{mol} \times N_A / \text{mol} = \frac{wN_A}{M} \text{個}$$

以上より、面積について、

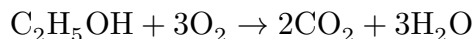
$$X \text{ cm}^2 = \frac{wN_A}{M} \times s \text{ cm}^2$$

これを  $s$  について解いて、

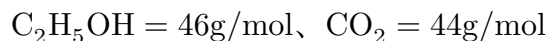
$$s = \frac{XM}{wN_A}$$

問 3 11 : 2

エタノールの完全燃焼の化学反応式は、



また、エタノール、二酸化炭素のモル質量は  
それぞれ、



今、二酸化炭素が 44g 発生したから、化  
学反応式より、反応したエタノールの質量  
は、

$$\frac{44\text{g}}{44\text{g/mol}} \times \frac{1}{2} \times 46\text{g/mol} = 23\text{g}$$

問 4

a 12 : 4

1 : こまごめピペットである。

2 : ビュレットである。

3 : メスシリンダーである。

4 : ホールピペットである。

5 : メスフラスコである。

b 13 : 4

ホールピペットは、はかりとる溶液で内  
部を洗浄する、共洗いを行ってから用いる。

正確な体積をはかりとった溶液を希釈す  
る際、メスフラスコに純水を入れるが、この  
とき下に凸のメニスカスができる。よって、  
メニスカスの一番低い位置を標線とあわせ  
る。

問 5 14 : 5

A、B、C の溶液について、溶質のモル数  
は、

$$0.01\text{mol/L} \times 0.1\text{L} = 0.001\text{mol} = 1 \times 10^{-3}\text{mol}$$

また、滴下する塩酸、及び NaOH 水溶液  
の溶質のモル数は、A、C では、

$$0.1\text{mol/L} \times 0.01\text{L} = 0.001\text{mol} = 1 \times 10^{-3}\text{mol}$$

B では、

$$0.1\text{mol/L} \times 0.02\text{L} = 0.002\text{mol} = 2 \times 10^{-3}\text{mol}$$

滴下した塩酸、NaOH はそれぞれ 1 価の  
酸、塩基であるから、中和に要した塩酸、  
NaOH の物質質量から、A、C は 1 価、B は 2  
価とわかる。

さらに、A、B はフェノールフタレインが  
赤から無色に変化していることから初めは  
塩基性、C はメチルオレンジが赤から黄色に  
変化していることから初めは酸性である。

つまり、A、B には塩酸を滴下し、C には

NaOH を滴下していることになる。

A について、塩酸を滴下した結果、フェノールフタレインは徐々に変色するのに対し、メチルオレンジが急激に変色することから、中和点の pH が酸性側に傾いている。従って、強酸で滴定しているから A は弱塩基。

B について、塩酸を滴下した結果、フェノールフタレイン、メチルオレンジが共に急激に変色することから、中和点の pH が中性付近にある。従って、強酸で滴定しているから B は強塩基。

C について、NaOH を滴下した結果、メチルオレンジが徐々に変色するのに対し、フェノールフタレインが急激に変色することから、中和点の pH が塩基性側に傾いている。従って、強塩基で滴定しているから C は弱酸。

以上より、A は 1 価の弱塩基、B は 2 価の強塩基、C は 1 価の弱酸となるから、  
A :  $\text{NH}_3$    B :  $\text{Ca}(\text{OH})_2$    C :  $\text{CH}_3\text{COOH}$   
である。

問 6   15 : 6

$\text{MnO}_4^- + a\text{H}_2\text{O} + be^- \rightarrow \text{MnO}_2 + 2a\text{OH}^-$   
について、両辺の O の数に注目して、

$$4 + a = 2 + 2a$$

これを解いて、

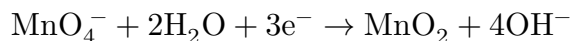
$$a = 2$$

従って、両辺の電荷に注目して、

$$1 + b = 2a$$

について、 $a = 2$  を代入すると、

$$b = 3$$



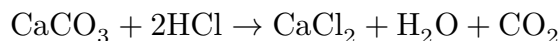
電子を消去するには上式と下式の 3 倍の和を取ればよく、

$$c = 3$$

問 7   16 : 4

グラフより、二酸化炭素は最大  $0.025\text{mol}$  発生することがわかる。

化学反応式は、



より、塩酸のモル数は、

$$0.025\text{mol} \times 2 = 0.050\text{mol}$$

よって、塩酸のモル濃度を  $c \text{ mol/L}$  とおくと、塩酸は  $25\text{mL}$  ゆえ、

$$c \text{ mol/L} \times 0.025\text{L} = 0.050\text{mol}$$

これを解いて、

$$c = 2.0\text{mol/L}$$