

出題のねらい

【1】

- A 原子の構造と、酸化還元反応の酸化数に関する基本的な問題であり、一問一答形式なので、全問正解を望みたいところです。
- B 酸・塩基に関する総合問題です。酸・塩基の2通りの定義(アレニウスとブレンステッド・ローリー)は、しっかり区別できるようにしておきましょう。後半はグラフを用いて計算しますから、縦軸・横軸・グラフの形など、グラフを正しく読み取る力が求められます。

【2】

- A 小問形式で、コロイドと熱化学方程式に関する組合せ選択問題です。内容は基本的ですが、組合せ選択形式は一問一答形式より複雑なため、難易度は高くなります。問題文をしっかりと読んで、それぞれの部分について答えるのか、間違えないようにしましょう。
- B 水に関していろいろな角度から問う問題ですから、総合力が求められます。問4は、温度と密度の関係ではなく体積の関係を問うていますので、混乱した人もいたと思います。問5は、気体の状態方程式で計算するだけで終わらず、氷の体積と比較することまで気が付いたかがポイントでした。

【3】

- A 小問形式で、問1は典型的な金属イオンの分離問題です。教科書に出ているような数種類の金属イオンについての分離方法は一つの方法しかありませんから、表を作るなどして必ず覚えるようにしておきましょう。
- B オストワルト法に関する問題です。何段階かある反応の反応式は書けるようにしておく必要があります。同時に、濃硝酸・希硝酸・一酸化窒素・二酸化窒素の性質をまとめておくと、窒素に関する知識がつながってくるでしょう。

【4】

- A 小問形式で、有機化学の基本的な問題です。構造異性体の数え方は、構造式の書き方によっては同じものを二つに数えてしまいがちですから気をつけましょう。
- B 元素分析に関する総合問題です。試料がC、Hだけの場合と、C、H、Oの場合がありますから、問題文をよく読んで、どちらであるか判断してから問題に取りかかりましょう。

【1】

【解答】(37点)

A	問1	⑤	(4点)
	問2	④	(4点)
	問3	①	(4点)
B	問1	ア② イ① ウ⑤ エ⑧	(3点×4)
	問2	①	(4点)
	問3	(1)①	(5点)
		(2)⑦	(4点)

【解説】

- A 小問集合
- 問1 不対電子の数は、①1個 ②0個 ③1個 ④2個 ⑤3個である。
- 問2 電子配置より、ア He イ C ウ Ne。イオン化エネルギーは希(貴)ガス中ではHeが最大で、同周期では希(貴)ガスが一番大きいので イ<ウ<ア。
- 問3 $5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4$
 $\xrightarrow{+1 +3 -2 \quad +1 +7 -2 \quad +1 +6 -2}$
 $\rightarrow 10\text{CO}_2 + 2\text{MnSO}_4 + 8\text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4$
 $\xrightarrow{+4 -2 \quad +2 +6 -2 \quad +1 -2 \quad +1 +6 -2}$
- 還元剤は酸化数が増加している原子を含む物質であるので、①のシュウ酸 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ である。ちなみに、酸化剤は酸化数が減少している原子を含む物質であるので、②の過マンガン酸カリウムである。
- B 酸・塩基・中和滴定
- 問1
- ア アレニウスの酸塩基の定義である。
- イ・ウ ブレンステッドとローリーは「酸とは水素イオンを与える物質であり、塩基とは水素イオンを受け取る物質である」と定義した。
- エ 水分子はアンモニアに水素イオンを与えているので酸としてはたらいっている。
- 問2 生成する塩は塩化アンモニウム NH_4Cl で、強酸と弱塩基によって生じる正塩なので酸性を示す。
- 問3(1) アンモニア水20mLと0.12mol/Lの塩酸15mLが中和しているので、アンモニア水の濃度を x [mol/L]とすると、
 $1 \times 0.12 \times \frac{15}{1000} = 1 \times x \times \frac{20}{1000} \quad x = 0.090 \text{ mol/L}$
- (2) 中和点は酸性側に偏るのでメチルオレンジを用いる。メチルオレンジの変色域はpH3.1~4.4で、この実験では黄色から赤色に変化する。

【2】

【解答】(38点)

A	問1	⑥	(4点)
	問2	①	(4点)
	問3	④	(4点)
B	問1	ア④ イ⑨ ウ⑦	(3点×3)
	問2	融解	(4点)
	問3	4	(3点)
	問4	①	(5点)
	問5	④	(5点)

【解説】

A 小問集合

問1 コロイド溶液で、流動性のあるものはゾル、流動性を失ったものはゲルと呼ぶ。

問2 (ア) COがO₂と反応してCO₂になるときの熱量であるから、燃焼熱である。

(イ) 固体のKNO₃が大量の水(aq)に溶けるときの熱量を表しているから、溶解熱である。

問3 (ア) 圧力を大きくすると、気体の分子数を減らして圧力を下げる方向(左)へ移動する。

(イ) この反応は吸熱反応であるから、温度を高くすると、温度を下げる方向(右)へ移動する。

B 水

問1 ア・イ HよりOの電気陰性度が大きいため、Oは共有電子対を引きつけ、やや負に帯電する。

ウ H原子を介して分子間で結合するのは、水素結合である。

問2 氷(固体)が水(液体)になる変化は融解である。

問3 氷は、水分子1個当たり、4個の水分子と水素結合をつくる。

問4 氷は温度が高くなるにつれて体積は大きくなっていき、融点の273K(0℃)で最大となる。273Kで水に変化すると体積は小さくなり、277K(4℃)で最も小さくなる。その後は温度上昇とともに大きくなっていく。

問5 0.90gの水(1.0cm³)が100℃の水蒸気になったときの体積[mL]は、

$$V[\text{mL}] = \frac{0.9}{18} \times \frac{8.3 \times 10^3 \times 373}{1.0 \times 10^5} \times 10^3 = 1548 \text{ mL}$$

水の体積は1.0cm³であったので、体積は約1500倍。

【3】

【解答】(37点)

A	問1	①	(5点)
	問2	①, ⑤, ⑥	(5点)(完解)
	問3	②	(3点)
B	問1	ア② イ⑥ ウ⑦	(3点×3)
	問2	2	(4点)
	問3	①	(3点)
	問4	②	(3点)
	問5	1.6 × 10 ² L	(5点)

【解説】

A 小問集合

問1 塩酸を加えて沈殿するのは白色のAgCl(沈殿ア)。ろ液に含まれるFe²⁺、Ca²⁺のうち、水酸化ナトリウムで沈殿するのは緑白色のFe(OH)₂(沈殿イ)。

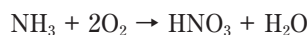
問2 ステンレス鋼はFe、Ni、Crの合金で、単体の鉄よりさびにくいという性質をもつ。

問3 ルビーは主成分が酸化アルミニウムAl₂O₃で、それに微量のクロムCrを含む。

B 窒素化合物

問1 ア～ウ 硝酸の工業的製法はオストワルト法といい、白金を触媒としてアンモニアを酸化して一酸化窒素とし、さらに酸化して二酸化窒素とし、それを水と反応させて硝酸を作る。この製法の特徴は、副生成物の一酸化窒素を再び原料として用いることができるという点である。

問2 I～IIIの3つの式から中間生成物であるNOとNO₂を消去すると次の式ができる。



問3 NOは無色の水に溶けにくい気体である。一方NO₂は赤褐色の水に溶けやすい気体である。

問4 濃硝酸にはPt、Auを除くほとんどの金属が溶解するが、Fe、Ni、Alは不動態を作るので、溶解しにくい。

問5 $\text{NH}_3 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$



上の式より、1molのNH₃から1molのHNO₃が生成する。生成するHNO₃の物質量は $\frac{500 \times 1.4 \times 0.63}{63}$ molであるから、必要なNH₃の体積は、

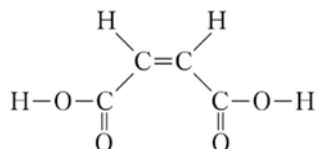
$$\frac{500 \times 1.4 \times 0.63}{63} \times 22.4 = 156.8\text{L} \approx 1.6 \times 10^2 \text{ L}$$

公募制推薦入試／化学(前期)

【4】

【解答】(38点)

- | | | | |
|---|----|--|--------|
| A | 問1 | ④ | (3点) |
| | 問2 | ② | (5点) |
| | 問3 | ① | (4点) |
| B | 問1 | ② | (3点) |
| | 問2 | X H ₂ O Y CO ₂ | (4点×2) |
| | 問3 | イ ③ ウ ④ | (3点×2) |
| | 問4 | C ₄ H ₄ O ₄ | (5点) |
| | 問5 | | (4点) |



【解説】

A 小問集合

- 問1 アセトンとは水とは任意の割合で混じり合う。その他の物質は水とは混じり合わない。
- 問2 トルエンC₇H₈の一つのHがBrに置換されたと考えればよい。メチル基のHがBrに置換された1種類と、ベンゼン環のHがBrに置換された化合物 *o*-, *m*-, *p*-の3種類の合計4種類が考えられる。
- 問3 ベンゼン環にフェノール性のOHをもつ化合物はサリチル酸メチルで、FeCl₃水溶液を加えると、水溶液は赤紫色に呈色する。

B 有機化合物

- 問1 酸化銅(II)CuOは試料の完全燃焼を促進するための酸化剤である。
- 問2・問3 ジカルボン酸を完全燃焼すると、CO₂とH₂Oが生成する。それを吸収するためにU字管Bには塩化カルシウム(イ)を入れてH₂O(X)を吸収し、U字管Cにはソーダ石灰(ウ)を入れてCO₂(Y)を吸収する。
- 問4 ジカルボン酸の組成式をもとめる。

$$C = 88 \times \frac{12}{44} = 24 \text{ mg} \quad H = 18 \times \frac{2}{18} = 2 \text{ mg}$$

$$O = 58 - 24 - 2 = 32 \text{ mg}$$

$$C : H : O = \frac{24}{12} : \frac{2}{1} : \frac{32}{16} = 1 : 1 : 1 \quad \text{組成式は CHO}$$

ジカルボン酸なので最少でもO原子を4個もち、分子量120以下なので分子式はC₄H₄O₄と決定できる。

- 問5 分子内に2つの-COOHをもち、加熱により容易に脱水し五員環の化合物を生じることから、シス型のマレイン酸と分かる。