

化学基礎 (その1)

必要ならば $H = 1.00$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $Ne = 20.2$, $Na = 23.0$, $Al = 27.0$, $Cl = 35.5$ の原子量, 標準状態での気体のモル体積 = 22.4 L/mol を用いよ。

第1問 次の文章を読み, 以下の問い(問1 ~ 4) に答えよ。

プロパン C_3H_8 44.0 g と酸素 O_2 192 g を密封容器に入れて, 完全燃焼させた。

問1 容器内でおこる化学反応を化学反応式で答えよ。

問2 反応せずに残る気体は何か。残る気体の物質質量[mol] もあわせて答えよ。

問3 完全燃焼後の容器内の気体を脱水処理して, 水だけを除去した。容器内の気体の標準状態での体積[L] はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

問4 酸素の代わりに空気 1440 g を用い, プロパン 44.0 g を完全燃焼させた場合, 脱水処理後に残る気体を考えることにした。なお, 空気は分子数比で, 窒素と酸素が $4:1$ で混合しているものとして計算し, 数値は有効数字3桁で答えよ。

(a) 空気の見かけの分子量(平均分子量) はいくらか。

(b) このとき脱水処理後に残る気体の標準状態での体積[L] はいくらか。

第2問 以下の問い(問1, 2) に答えよ。

問1 空気より重い気体はどれか。① ~ ⑤の中からすべて選び, 番号で答えよ。

① アンモニア ② ネオン ③ 塩素 ④ 水素 ⑤ 二酸化窒素

問2 分子量 M の物質が質量パーセント濃度 $A \%$ で溶けている水溶液の密度が $d \text{ g/cm}^3$ であるとき, この水溶液のモル濃度[mol/L] はいくらか。記号を用いた分数で答えよ。

化学基礎 (その2)

第3問 下の表は、元素 a ~ m の周期表での位置づけを示したものである。以下の問い(問1, 2)に答えよ。なお、a ~ m のアルファベットは元素記号を意味していない。

周期 \ 族	1	2	13	14	15	16	17	18
1	a							b
2				c	d	e	f	
3	g	h	i	j	k	l		
4		m						

問1 表中の a ~ m で示した元素について、正しい記述はどれか。① ~ ⑤の中から1つ選び、番号で答えよ。

- ① a, b の単体は常温では安定で、いずれも単原子分子で存在する。
- ② c のすべての単体と i の単体はいずれも電気伝導性が大きい。
- ③ c, e, k, l の元素にはいずれも同素体が存在する。
- ④ c, j はいずれも天然に単体が存在する。
- ⑤ e, f, g のイオン半径の大きさを比較すると、 $g > f > e$ の順番になる。

問2 表中の a ~ m で示した元素について、誤りを含む記述はどれか。① ~ ⑤の中から1つ選び、番号で答えよ。

- ① g, m の単体は常温で、いずれも水と反応して水素を発生する。
- ② f は電気陰性度がもっとも高い。
- ③ h, i の単体はいずれも塩酸や希硫酸と反応して水素を発生する。
- ④ d と a からなる化合物 da_3 は水によく溶け、一部が水と反応して弱い塩基性を示す。
- ⑤ c と e からなる化合物 ce_2 は水によく溶け、その水溶液は強い酸性を示す。

化学基礎 (その3)

第4問 以下の問い(問1～4)にもっとも適するものを、①～⑤の中から1つ選び、番号で答えよ。

問1 非共有電子対をもっとも多くもつ分子はどれか。

- ① N₂ ② HF ③ H₂O ④ CO₂ ⑤ CCl₄

問2 極性分子はどれか。

- ① H₂ ② N₂ ③ CH₄ ④ CO₂ ⑤ H₂O

問3 炎色反応を示さない元素はどれか。

- ① Li ② Na ③ Mg ④ K ⑤ Ca

問4 酸素との化合物が共有結合性結晶となるものはどれか。

- ① Na ② Mg ③ C ④ Si ⑤ Ca

第5問 原子の構造に関して、次の文章中の(ア)～(オ)を文章中の m や n を用いて表し、(a)～(f)には当てはまる整数を入れて、次の文章を完成させよ。

原子核中の陽子の数を m 個、中性子の数を n 個とする。この原子のもつ電子の数は(ア)個であり、原子番号は(イ)、質量数は(ウ)となる。同位体とは、(エ)が同じで(オ)が異なる原子どうしをいう。

天然の塩素には、質量数が35と37の2種類の同位体が存在する。塩素の原子番号は(a)であるから、 $m = (b)$ 、質量数35の同位体の $n = (c)$ である。また、塩素は、(d)個の電子を受け取って、(e)個の電子をもつアルゴン原子と同じ電子配置になりやすい。天然の塩素では、質量数35の原子が(f)%存在し、残りが質量数37の原子とみなすと、塩素の原子量は35.5である。

化学基礎 (その4)

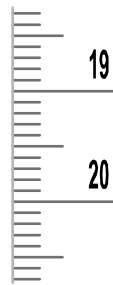
第6問 次の文章を読み、以下の問い(問1～6)に答えよ。

0.400 mol/L の希塩酸(溶液 A) と 0.200 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液(溶液 B) を用いて中和反応を行った。まず、(1) 溶液 A を正確に 10.0 mL とって、コニカルビーカーに入れた。続いて、(2) 溶液 B をビュレットに適量注ぎ入れ、そのうち、(3) 10.0 mL を溶液 A の入ったコニカルビーカーに滴下した。

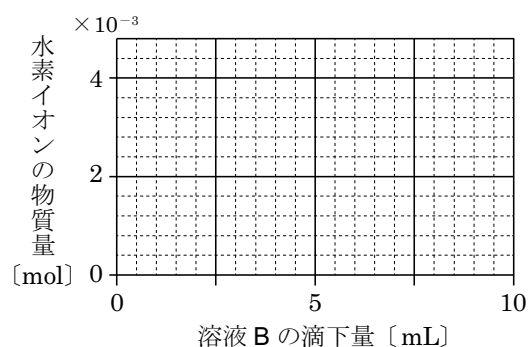
問1 下線部(1)について、使用にもっとも適したガラス器具の名称を答えよ。

問2 下線部(2)について、溶液 B の滴下を始める前にビュレットをどのような状態にしておく必要があるか。15 字以内で書け。

問3 下線部(3)について、10.0 mL の滴下が終わったとき、ビュレット内の溶液の液面の目盛が 20.5 mL であったとすると、実際の液面はどのようにになっているか。解答欄のビュレットの図に書き入れよ。



問4 下線部(3)について、溶液 B を滴下していくと、コニカルビーカー内の溶液中の水素イオンの物質量 [mol] はどのように変化するか。解答欄に書け。



問5 下線部(3)について、溶液 B 10.0 mL を滴下したときの、コニカルビーカー内の溶液の pH の値を答えよ。ただし、中和による温度の変化は考えなくてよい。

問6 酸の濃度の滴定のための標準溶液を調製するとき、固体の水酸化ナトリウムを用いると問題となる点を 20 字以内で書け。

化学基礎 (その5)

第7問 次の文章を読み、以下の問い(問1～4)に答えよ。

アルミニウムは、ボーキサイトとよばれる鉱物を原料とする金属であり、以下の4段階の工程により製錬される。この製錬では、電解質の水溶液や融解した塩に電極を入れ、直流電流を流して電極表面で酸化還元反応を起こさせる電気分解が利用される。このとき、陽極では酸化反応、陰極では還元反応が起こる。

工程1 : ボーキサイトを加熱しながら、高濃度の水酸化ナトリウム水溶液で溶解すると、アルミニウムを含む沈殿物が得られる。

工程2 : この沈殿物を精製することで、(ア)とよばれる高純度の酸化アルミニウム(イ)が得られる。

工程3 : (ア)に、融解した氷晶石を加え、約1000℃で溶解する。

工程4 : これを炭素電極を用いて電気分解すると、融解した単体のアルミニウムが得られる。

このように、固体を融解させておこなう電気分解を(ウ)という。アルミニウムのようなイオン化傾向の大きい金属は、その水溶液の電気分解では(エ)されないが、(ウ)では(エ)されて単体のアルミニウムを得ることができる。

問1 文章中の(ア)～(エ)に適切な語句を入れて、文章を完成させよ。なお、(イ)には化学式を書け。

問2 **工程4**において、アルミニウムイオンからアルミニウムの単体が生成する反応を、 e^- を用いたイオン反応式で答えよ。

問3 アルミニウムまでのイオン化傾向の大きい金属の単体について、あてはまるものはどれか。①～⑤の中からすべて選び、番号で答えよ。

- ① 濃硝酸に溶ける。
- ② 典型元素である。
- ③ 酸化剤として作用する。
- ④ 天然において単体として産出されやすい。
- ⑤ 高温の水蒸気と反応して水素を発生する。

化学基礎 (その6)

問4 アルミニウムと同様に、固体を融解させておこなう電気分解によって得られる金属は、次のうちどれか。①～⑤の中から1つ選び、番号で答えよ。

- ① ナトリウム ② 鉄 ③ 銅 ④ 水銀 ⑤ 白金

第8問 次の物質のうち、水に溶解させたとき、その水溶液が塩基性となるのはどれか。
すべて選び、化学式で答えよ。

- 塩化アンモニウム 塩化ナトリウム 炭酸カリウム
炭酸水素ナトリウム 硫酸水素ナトリウム

第9問 次の文章を読み、以下の問い(問1, 2)に答えよ。

溶解という現象は、溶媒の液体に対して溶質が均一に混じり合う現象であり、電解質の水溶液では溶質イオンが溶媒分子の水と相互作用する水和という現象を起こす。水和にも限界があり、塩化ナトリウムは5 mol/L程度の濃度で飽和水溶液となり、それ以上は溶けない。これは、溶質イオンがこれ以上は水和されないからであると考えられる。そこで、飽和状態で溶質イオンに対して、水分子がどの程度存在するか考えることとした。

問1 水に塩化ナトリウムを加えていくと、塩化ナトリウム濃度が5.0 mol/Lになったときに飽和し、そのときの密度が1.2 g/cm³であったとする。この溶液1 Lあたりに含まれる水の物質量[mol]はいくらか。有効数字2桁で答えよ。

問2 この5.0 mol/Lの塩化ナトリウム水溶液中で、溶質イオン1個あたりに存在する水分子の個数の平均値はいくらか。有効数字2桁で答えよ。