

# 化学基礎

## 化学基礎

必要があれば，原子量や定数などは次の値を用いること。

原子量 H : 1.0    C : 12    O : 16    Fe : 56

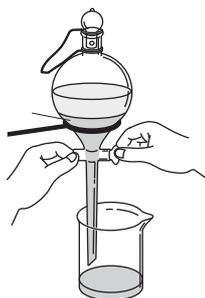
アボガドロ定数は  $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

$0^\circ\text{C}$ ， $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  (標準状態) で気体 1 mol が占める体積 22.4 L

**第1問** 次の各問いに答えよ。

**問1** ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液(ヨウ素溶液)に，塩化ナトリウム水溶液とヘキサンを加えて，図のような分液ろうとに入れ，しっかり振ったのち静置したところ，上層と下層に分離した。このとき上層の液に含まれる物質として最も適当なものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。なお，ヘキサンの密度は  $0.67 \text{ g/cm}^3$ ，塩化ナトリウム水溶液の密度は  $1.2 \text{ g/cm}^3$  とする。

1



- |                |                |
|----------------|----------------|
| ① ヘキサンと塩化ナトリウム | ② ヘキサンとヨウ化カリウム |
| ③ ヘキサンとヨウ素     | ④ 水と塩化ナトリウム    |
| ⑤ 水とヨウ化カリウム    | ⑥ 水とヨウ素        |

**問2** 次の現象のうち物理変化を表しているのはどれか。最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 2

- ① 窒素と水素から，アンモニアを合成した。
- ② プロパンガスが燃焼して，二酸化炭素と水になった。
- ③ 大理石(主成分は  $\text{CaCO}_3$ )を加熱すると，二酸化炭素が発生した。
- ④ 塩化ナトリウムが水に溶け，無色の水溶液になった。
- ⑤ 水を電気分解すると，水素と酸素が得られた。

問3 水溶液A～Dには、次のいずれかの物質が1種類ずつ含まれている。水溶液中に含まれる物質の、成分元素を確認する実験1～3を行った。



実験1 A液にD液を加えると、白色沈殿Xが生成した。

実験2 バーナーの外炎に入れたところ、A液、B液は変化がなかったが、C液とD液では炎色反応がみられた。

実験3 C液にD液を加えると、白色沈殿Yが生成した。

D液に含まれている物質として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

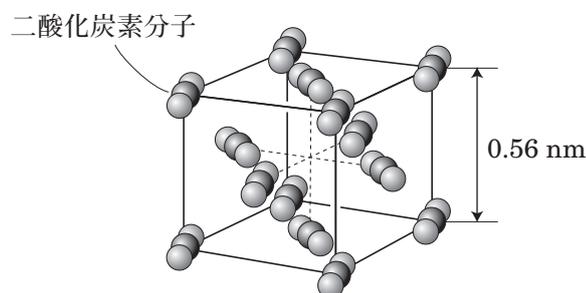
3

- ① AgNO<sub>3</sub>      ② Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>      ③ CaCl<sub>2</sub>      ④ Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

問4 同素体の定義として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 4

- ① 同じ1種類の元素でできているが、性質の異なる単体どうし。  
 ② 放射線を放って他の原子に変化する原子。  
 ③ NO<sub>2</sub>とN<sub>2</sub>O<sub>4</sub>のように、構成する元素の数の比が等しい化合物どうし。  
 ④ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>とH<sub>2</sub>Oのように、構成する元素の種類が等しい化合物どうし。  
 ⑤ 原子番号が同じで、質量数が異なる原子どうし。

問5 ドライアイスは、二酸化炭素分子が分子間力で引き合っできた固体である。次の図はドライアイスの結晶を示しており、一辺の長さ0.56 nm (0.56 × 10<sup>-9</sup> m)の立方体中には4個の二酸化炭素分子が含まれている。ドライアイスの密度は何 g/cm<sup>3</sup>か。最も適当な数値を、下の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、0.56<sup>3</sup> = 0.18 とする。 5 g/cm<sup>3</sup>



- ① 0.16      ② 0.32      ③ 0.80      ④ 1.6      ⑤ 2.4

問6 原子の構造に関する数値について、どの元素であっても等しい組合せとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 原子番号と中性子の数      ② 陽子の数と中性子の数
- ③ 質量数と電子の数      ④ 中性子の数と電子の数
- ⑤ 原子番号と電子の数

問7 日常生活で利用されている物質に関する記述として下線部に誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① ポリエチレンは通気性がよく、衣類に利用されている。
- ② ソルビン酸は抗菌作用があり、食品の保存料として利用されている。
- ③ アスコルビン酸(ビタミン C)は、酸化防止剤として飲料水などに含まれている。
- ④ ペットボトルの材料の PET は、エチレングリコールとテレフタル酸を原料とする高分子化合物である。
- ⑤ ポリスチレンは、食品のトレーやカップ麺の容器に用いられている。

**第2問** 次の各問いに答えよ。

**問1** 配位結合は、原子やイオンの非共有電子対を他の原子やイオンと共有することによって形成され、例えば、 $\text{Cu}^{2+}$ が $\text{NH}_3$ と配位結合すると錯イオン $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ が生成する。金属イオンに配位結合する配位子の数は、金属の種類によって決まっており、配位子の種類にかかわらず等しい。 $\text{Cu}^{2+}$ は水溶液中では $\text{H}_2\text{O}$ と配位結合しているが、配位子が $\text{H}_2\text{O}$ の場合は省略して $\text{Cu}^{2+}$ と表す。 $\text{Cu}^{2+}$ に配位結合した $\text{H}_2\text{O}$ を省略しない場合の錯イオンの化学式として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 8

- ①  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})]^{2+}$       ②  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+}$       ③  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_3]^{2+}$   
④  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$       ⑤  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$

**問2** 次の分子のうち、非共有電子対の数が最も多いものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

9

- ①  $\text{H}_2$       ②  $\text{O}_2$       ③  $\text{H}_2\text{S}$       ④  $\text{N}_2$       ⑤  $\text{Cl}_2$

**問3** イオン結合にのみ関係する語句として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

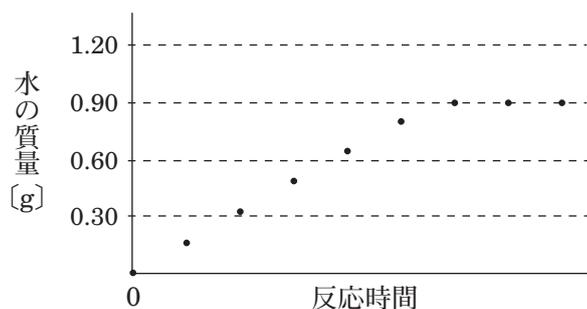
10

- ① 融解      ② へき開      ③ 凝固      ④ 半導体      ⑤ 極性

問4 ある量のメタンを、一定の発熱量でポンベのガスがなくなるまで完全燃焼させた。



生成する水を、一定の時間間隔を空けて毎回脱水剤で取り除いて、反応時間と生成する水の質量の関係を調べたところ、次の図のようになった。これに関する下の各問いに答えよ。ただし、気体の体積は  $0^\circ\text{C}$ 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  (標準状態) に換算した値とする。



(1) 反応したメタン全体の体積は何 L か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

L

- ① 0.56      ② 1.1      ③ 1.7      ④ 2.2      ⑤ 3.4

(2) ポンベに入っていたメタン全体を完全燃焼させるために必要な空気は何 L か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、空気は窒素と酸素が体積比 4 : 1 で混合した気体とする。  L

- ① 1.1      ② 2.8      ③ 4.5      ④ 5.6      ⑤ 11

(3) 生成した二酸化炭素と水の質量は、合計何 g か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。  g

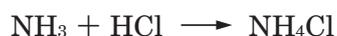
- ① 1.0      ② 2.0      ③ 2.2      ④ 3.1      ⑤ 4.0

### 第3問 次の各問いに答えよ。

問1 次の記述中の空欄 **ア** ~ **ウ** に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑥のうちから一つ選べ。 **14**

アレーニウスは酸・塩基の定義で、水に溶けて  $H^+$  を **ア** 物質を酸, **イ** 物質を塩基であるとした。一方、ブレンステッド・ローリーは、反応相手との  $H^+$  のやりとりで酸・塩基を定義した。

濃アンモニア水に濃塩酸を近づけると白煙を生じる。これは、気体のアンモニアと気体の塩化水素が反応して微小な固体の塩化アンモニウムが生成したからである。



このときアンモニアは、ブレンステッド・ローリーの酸と塩基の定義では、塩基で **ウ**。

	ア	イ	ウ
①	生じる	$OH^-$ を生じる	ある
②	生じる	$OH^-$ を生じる	はない
③	生じる	$H^+$ を他から受け取る	ある
④	他に与える	$OH^-$ を生じる	はない
⑤	他に与える	$OH^-$ を生じる	ある
⑥	他に与える	$H^+$ を他から受け取る	はない

問2 純水 200 mL に塩化水素を通じて、0.100 mol/L の塩酸をつくる。このとき必要な塩化水素の体積は、 $0^\circ C$ ,  $1.013 \times 10^5 Pa$  (標準状態) に換算して何 mL か。最も適当な数値を、次の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし、塩化水素を吸収しても水溶液の体積は変化しないものとする。 **15** mL

- ① 112    ② 224    ③ 448    ④ 560    ⑤ 896    ⑥ 2240

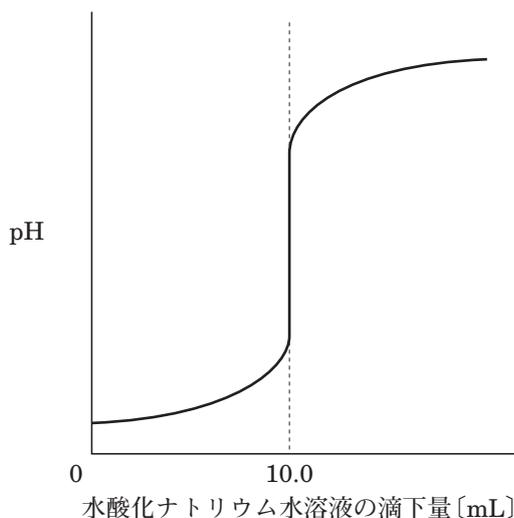
問3 中和滴定で使用するガラス器具に関する記述として誤りを含むものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。 **16**

- ① コニカルビーカーは、純水で洗って濡れた状態で使用することができる。  
 ② ホールピペットは、水で濡れている場合は加熱乾燥させて使用する。  
 ③ ビュレットは、上から下に向かって目盛りがつけられている。  
 ④ メスフラスコは、純水で洗って濡れた状態で使用することができる。  
 ⑤ ホールピペットは、標線まで水溶液を入れて使用する。

問4 3種類の酸の水溶液 a ~ c 各 10.0 mL に対して、濃度  $x$  [mol/L] の水酸化ナトリウム水溶液をそれぞれ滴下する実験を行った。これに関する下の各問いに答えよ。ただし、強酸や強塩基は完全に電離するものとし、水酸化ナトリウム水溶液は同じ濃度のものを使用した。

- a 0.10 mol/L 酢酸 (電離度 0.016)
- b 0.10 mol/L 硫酸
- c 0.10 mol/L 塩酸

次の図は、c に水酸化ナトリウム水溶液を滴下したときの滴定曲線である。



(1) a ~ c への滴下に関する次の記述中の空欄  ~  に当てはまる語句や数値の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑥のうちから一つ選べ。

a では、滴下前の pH は 。

b では、中和点での pH は 。

c では、中和後も水酸化ナトリウム水溶液を滴下し続けると、さらに pH は大きくなり、次第に  に近づいていく。

	ア	イ	ウ
①	1.0 である	7.0 である	14
②	1.0 である	7.0 より大きい	13
③	1.0 である	7.0 より大きい	14
④	1.0 より大きい	7.0 である	13
⑤	1.0 より大きい	7.0 である	14
⑥	1.0 より大きい	7.0 より大きい	13

(2) 0.10 mol/L 塩酸の水素イオン濃度は、0.10 mol/L 酢酸水溶液の水素イオン濃度の何倍か。  
次の①～⑤のうちから最も適当な数値を一つ選べ。  倍

- ① 0.016      ② 0.16      ③ 1.6      ④ 6.3      ⑤ 63

(3) a～c をそれぞれ中和するまでに必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積の大小として最も  
適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ①  $a > b > c$       ②  $a > b = c$       ③  $b > a = c$   
④  $b > c > a$       ⑤  $c = a > b$       ⑥  $c = b = a$

**第4問** 次の各問いに答えよ。

**問1** 下線部で示す原子の酸化数が異なる物質の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 20

- ①  $\text{K}_2\underline{\text{Cr}}_2\underline{\text{O}}_7$  と  $\text{K}_2\underline{\text{Cr}}\underline{\text{O}}_4$       ②  $\underline{\text{Mn}}\underline{\text{O}}_2$  と  $\underline{\text{N}}\underline{\text{O}}_2$       ③  $\text{H}_2\underline{\text{S}}$  と  $\text{Ca}\underline{\text{O}}$   
④  $\underline{\text{H}}\underline{\text{N}}\underline{\text{O}}_2$  と  $\underline{\text{H}}\underline{\text{C}}\underline{\text{I}}\underline{\text{O}}_2$       ⑤  $\underline{\text{H}}_2\underline{\text{O}}$  と  $\underline{\text{N}}\underline{\text{H}}_3$

**問2** 金属と金属イオンの反応に関する記述のうち最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 21

- ① 硫酸銅(Ⅱ)水溶液に亜鉛片を浸すと、亜鉛の表面に銅が析出する。  
② 酢酸鉛(Ⅱ)水溶液に銅片を浸すと、銅の表面に鉛が析出する。  
③ 硝酸銀水溶液に白金片を浸すと、白金の表面に銀が析出する。  
④ 硝酸亜鉛水溶液にニッケル片を浸すと、ニッケルの表面に亜鉛が析出する。  
⑤ 塩化アルミニウム水溶液に鉄片を浸すと、鉄の表面にアルミニウムが析出する。

**問3** 鉄は赤鉄鉱(主成分は  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )などの鉄鉱石をコークス、石灰石とともに溶鉱炉内に入れ、還元して得られる。反応式は次の通りである。



このとき得られる鉄は銑鉄といい、炭素を含んでいる。純粋な  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ (式量 160) 160 kg を原料としたとき、製錬により得られる銑鉄は何 kg か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、銑鉄は質量比で 4.00 %の炭素を含み、また、反応は理論通りに進むものとする。 22 kg

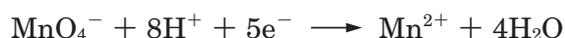
- ① 56      ② 108      ③ 112      ④ 117      ⑤ 166

問4 市販のオキシドール中に含まれている過酸化水素  $\text{H}_2\text{O}_2$  の量を、酸化還元反応を利用して求めた。次の実験操作に関する下の各問いに答えよ。ただし、オキシドール中の成分のうち  $\text{H}_2\text{O}_2$  のみが過マンガン酸カリウム  $\text{KMnO}_4$  と反応するものとする。

操作1 市販のオキシドール 10.0 mL を純水で 10 倍に薄めた。

操作2 薄めた水溶液を 10.0 mL はかりとり、コニカルビーカーに入れて硫酸を少量加えた。

操作3 0.040 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を操作2のコニカルビーカーに滴下していったところ、9.1 mL 加えたとき水溶液の色が変化した。このときの各物質のイオン反応式は、次の通りである。



(1) 次の下線部で示す物質のうち、この実験における  $\text{H}_2\text{O}_2$  と同じ役割をするものはどれか。

最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 23

- ① 硫酸鉄(Ⅱ)水溶液に硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加える。
- ② 硫化水素水に二酸化硫黄を通じる。
- ③ 臭化カリウム水溶液に塩素を通じる。
- ④ 銅に濃硫酸を加えて加熱する。
- ⑤ 水酸化ナトリウム水溶液に塩化水素を通じる。

(2) 文中の空欄 ア ～ エ に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、下の

①～⑥のうちから一つ選べ。 24

操作2でオキシドールに硫酸を少量加えて酸性にするが、硫酸の代わりに塩酸や硝酸は使用することができない。それは、塩酸は ア によって イ され、硝酸は ウ を エ してしまうからである。

	ア	イ	ウ	エ
①	過酸化水素	還元	過マンガン酸カリウム	還元
②	過酸化水素	還元	過マンガン酸カリウム	酸化
③	過酸化水素	酸化	過マンガン酸カリウム	酸化
④	過マンガン酸カリウム	還元	過酸化水素	還元
⑤	過マンガン酸カリウム	酸化	過酸化水素	還元
⑥	過マンガン酸カリウム	酸化	過酸化水素	酸化

(3) 市販のオキシドールに含まれる  $\text{H}_2\text{O}_2$  の質量パーセント濃度は何%か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、このオキシドールの密度は  $1.0 \text{ g/cm}^3$  とする。

%

- ① 2.8      ② 3.1      ③ 3.6      ④ 4.2      ⑤ 4.6      ⑥ 4.9

(化学基礎の問題は終わり)