

①大学（薬・香薬以外）

② 入試区分

I 期A日程

③ 出題科目

化学基礎

④ 出題の意図

難問は少なく、時間内に解くためには化学の基礎的な知識や考え方を習得しておくことが必要な問題を出題しています。

- I 物質の分類、電子と中性子の数、成分元素の検出について
- II 分子と共有結合、結晶の特徴について
- III 溶解と濃度、pH、過不足のある反応の量的関係について
- IV 酸化と還元、金属のイオン化傾向、酸化剤と還元剤の反応について、金属の精錬

化学基礎

I 次の問い（1～3）に答えよ。

1 次の(1)～(4)の物質は純物質，混合物のいずれか，答えよ。

(1) 塩酸

(2) 塩化ナトリウム

(3) アンモニア水

(4) 水

2 次の(1)～(3)で示される物質の関係を解答群から選択し，記号で答えよ。

(1) ダイヤモンドと黒鉛

(2) 水素と重水素

(3) 黄リンと赤リン

【解答群】

(ア) 同素体

(イ) 同位体

3 次の(1)～(3)は成分元素の検出方法を示している。それにより検出できる元素を、解答群から選び、記号で答えよ。

- (1) 食塩水に硝酸銀水溶液を加えると、白色沈殿ができた。
- (2) 大理石に塩酸を加えると気体が発生した。この気体を石灰水に通じると、白色沈殿が生成した。
- (3) 大理石に塩酸を加えた水溶液を白金線の先端につけて炎色反応を調べると、橙赤色^{とうせきしよく}を示した。

【解答群】

(ア) Na (イ) Cl (ウ) C (エ) Ca

(同一記号を複数回使用することはできない。)

Ⅱ 次の問い（１～３）に答えよ。

１ 次の(1)～(4)に該当する分子を解答群から選び，記号で答えよ。

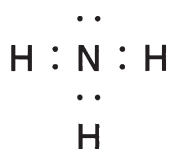
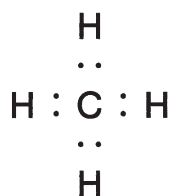
- (1) 共有電子対を最も多くもつ分子はどれか。
- (2) 非共有電子対を最も多くもつ分子はどれか。
- (3) 三角錐形の分子はどれか。
- (4) 極性分子であるものをすべて答えよ。

【解答群】

(ア) CH_4

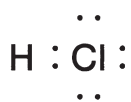
(イ) NH_3

(ウ) N_2



(エ) H_2O

(オ) HCl



2 次の(1)～(4)の各物質について、解答群Aおよび解答群Bのそれぞれから該当するものを1つずつ選び、記号で答えよ。

(1) 塩化ナトリウム (2) ヨウ素 (3) 銅 (4) ダイヤモンド

【解答群A】

(ア) イオン結晶 (イ) 分子結晶 (ウ) 共有結合の結晶
(エ) 金属結晶

【解答群B】

(オ) 固体の状態では電気を通さないが、水に溶かしたり融解させたりすると電気をよく通す。
(カ) 融点が低く、電気伝導性がない。
(キ) 硬くて、融点が極めて高く、電気伝導性がない。
(ク) 電気や熱をよく通し、展性や延性を示す。

3 水 H_2O について、次の(1), (2)に答えよ。

アボガドロ定数は、 $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ 、原子量は $\text{H} = 1.0$ $\text{O} = 16$ とする。
なお、有効数字は2桁とする。

(1) 90 g の水の物質量は何 mol か、答えよ。

(2) 水分子1個の質量は何 g か、答えよ。

Ⅲ 次の問い(1～3)に答えよ。ただし、原子量は $H=1.0$, $C=12$, $O=16$, $Al=27$, $S=32$, $Fe=56$ とする。

1 次の問い(1), (2)に答えよ。

- (1) 6.0 g の酢酸 CH_3COOH を水に溶かして、500 mL とした水溶液のモル濃度 (mol/L) を答えよ。
- (2) 0.50 mol/L の希硫酸 H_2SO_4 100 mL に含まれる硫酸の質量 (g) を答えよ。

2 次の問い(1), (2)に答えよ。

- (1) 次の (ア) ～ (ウ) の塩を水に溶かした水溶液が酸性を示すものが 1 つある。その記号を答えよ。

(ア) $NaCl$ (イ) NH_4Cl (ウ) Na_2CO_3

- (2) 次の (ア) ～ (オ) の記述で、正しいものが 1 つある。その記号を答えよ。

- (ア) 同じモル濃度の塩酸 HCl と酢酸 CH_3COOH 水溶液では、塩酸 HCl の方が pH は大きい。
- (イ) pH = 3 の塩酸 HCl を水で 100 倍に薄めると、pH = 5 になる。
- (ウ) pH = 10 の水酸化ナトリウム $NaOH$ 水溶液を水で 100 倍に薄めると、pH = 12 になる。
- (エ) pH = 5 の塩酸 HCl を水で 1000 倍に薄めると、pH = 8 になる。
- (オ) 同じモル濃度の塩酸 HCl と硫酸 H_2SO_4 では、硫酸 H_2SO_4 の方が pH は大きい。

3 次の文章を読んで、問い(1)～(3)に答えよ。

ただし、式量は $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 160$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 102$ とする。

アルミニウム Al の粉末 5.4 g を、酸化鉄(Ⅲ) Fe_2O_3 の粉末 24 g と反応させたところ、一方の反応物質の一部が未反応のまま残り、酸化アルミニウム Al_2O_3 と鉄 Fe が生じた。

反応式は次のとおりである。



- (1) (ア) ～ (エ) にあてはまる係数を答えよ。ただし、係数が 1 の場合は 1 と書け。
- (2) この反応では、アルミニウムと酸化鉄(Ⅲ)のどちらが未反応で何 g 残るか、答えよ。
- (3) 生じた酸化アルミニウムの質量は何 g であるか答えよ。

IV 次の問い（1～4）に答えよ。

1 次の（ア）～（オ）の記述で、正しいものを2つ選び、記号で答えよ。

（ア） $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3$ の反応では、窒素は水素により還元された。

（イ） ある物質が電子を受け取ったとき、その物質は酸化された。

（ウ） $\text{Cu} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{CuCl}_2$ において、銅 Cu と塩素 Cl_2 がそれぞれ 0.10 mol ずつ反応するとき、この2つの物質間には 0.10 mol の電子の移動がある。

（エ） 一般にイオン化傾向の大きい金属の単体は、陽イオンになりやすいので強い還元性がある。

（オ） 鉄鉱石を溶鉱炉内でコークスを用いて酸化させることで、^{せんてつ}銑鉄が得られる。

- 2 下に9種類の金属のイオン化列を示す。この9種類の金属について次の
(ア)～(オ)の記述のうち、誤りのあるものを2つ選び、記号で答えよ。

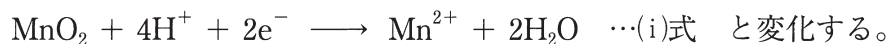
K Na Al Zn Fe Ni (H₂) Cu Ag Au

- (ア) 濃硝酸に浸すと不動態をつくる金属は、Al, Fe, Niの3つである。
(イ) 常温の水とは反応しないが、高温の水蒸気とは反応する金属は、Zn, Feの2つである。
(ウ) マグネシウム Mg の位置は、上記のイオン化列中の Na と Al の間にある。
(エ) 希塩酸や希硫酸とは反応しないが、酸化力のある熱濃硫酸と反応するのは銅 Cu と銀 Ag である。
(オ) 王水（濃塩酸と濃硝酸を体積比 3 : 1 で混合した溶液）は、金 Au 以外の8種類の金属と反応する。

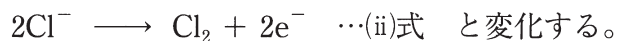
3 酸化マンガン(Ⅳ) MnO_2 に濃塩酸 HCl を加えて加熱すると、塩素 Cl_2 が発生する。

この変化を表す化学反応式を以下のように導いた。

まず、酸化マンガン(Ⅳ)は水溶液中で



一方、濃塩酸中の塩化物イオン Cl^- は



塩化物イオンが失う電子の数と酸化マンガン(Ⅳ)が受け取る電子の数が等しいので、(i)式と(ii)式を加えると



となる。

(iii)式の両辺に (ア) を加えると



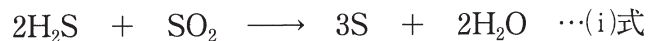
が得られる。

(問い) 上記の文中の (ア) には係数を含むイオン式を、(イ) には係数を書け。また (ウ) には係数を含む化学式を書いて(iv)式を完成させよ。

(ただし、化学反応式の係数が1の場合は省略すること)

4 次の文章を読んで、問い(1)～(3)に答えよ。

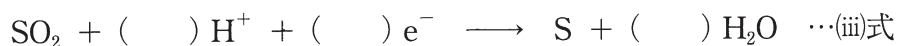
火山のガスの成分には、硫化水素 H_2S と二酸化硫黄 SO_2 が含まれている。
この2つの物質が(i)式に示す酸化還元反応により硫黄を生成する。



また、二酸化硫黄は過酸化水素 H_2O_2 と反応すると、(ii)式に示すように硫酸を生じる。



- (1) (i)式では、硫化水素の反応式は $\text{H}_2\text{S} \longrightarrow 2\text{H}^+ + \text{S} + 2\text{e}^-$ で表される。このとき二酸化硫黄は次に示すように反応する。
() に係数をいれて反応式を完成させよ。



- (2) (ii)式では、過酸化水素中の酸素 O の酸化数は () $\longrightarrow$ () に変化する。(原子の酸化数については、プラスの場合は +、マイナスの場合は - を明記せよ。)

- (3) 二酸化硫黄は反応する相手によって、酸化剤・還元剤のいずれにもなる。(ii)式において、二酸化硫黄は酸化剤・還元剤のいずれで作用しているか、答えよ。

I

- | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|
| 1 | (1) 混合物 | (2) 純物質 | (3) 混合物 | (4) 純物質 |
| 2 | (1) (ア) | (2) (イ) | (3) (ア) | |
| 3 | (1) (イ) | (2) (ウ) | (3) (エ) | |

II

- | | | | | |
|---|-----------------|-----------------------------|---------|-----------------|
| 1 | (1) (ア) | (2) (オ) | (3) (イ) | (4) (イ) (エ) (オ) |
| 2 | (1) 解答群 A : (ア) | 解答群 B : (オ) | | |
| | (2) 解答群 A : (イ) | 解答群 B : (カ) | | |
| | (3) 解答群 A : (エ) | 解答群 B : (ク) | | |
| | (4) 解答群 A : (ウ) | 解答群 B : (キ) | | |
| 3 | (1) 5.0 mol | (2) 3.0×10^{-23} 個 | | |

III

- | | | | | |
|---|------------------------|-----------|-------|-------|
| 1 | (1) 0.20 mol/L | (2) 4.9 g | | |
| 2 | (1) (イ) | (2) (イ) | | |
| 3 | (1) (ア) 2 | (イ) 1 | (ウ) 1 | (エ) 2 |
| | (2) 酸化鉄 (Ⅲ) が 8.0 g 残る | | | |
| | (3) 10.2 g | | | |

IV

- | | | | |
|---|---|-------|---------------------|
| 1 | (ア) (エ) | | |
| 2 | (イ) (オ) | | |
| 3 | (ア) 2Cl^- | (イ) 4 | (ウ) MnCl_2 |
| 4 | (1) $\text{SO}_2 + (\quad 4 \quad) \text{H}^+ + (\quad 4 \quad) \text{e}^- \longrightarrow \text{S} + (\quad 2 \quad) \text{H}_2\text{O}$ | | |
| | (2) ($-1 \longrightarrow -2$) | | |
| | (3) (還元) 剤 | | |