

## 2013年度 一般3月入学試験

# 理 科 [化学]

### [注 意 事 項]

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子の中を見てはいけません。
2. 問題冊子は17ページです。監督者の指示に従って確認しなさい。
3. 解答用紙はマーク・シート1枚です。
4. 問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
5. マークは、マーク・シートに記載してある「記入上の注意」をよく読んだうえで、正しくマークしなさい。
6. 受験番号及び氏名は、マーク・シートの所定欄に正確に記入し、また受験番号欄の番号を正しくマークしなさい。
7. 監督者の指示があってから、マーク・シートの左上部にある「科目欄」に受験する科目名を記入しなさい。
8. 問題冊子の中にある余白部分を下書きとして利用してもかまわない。
9. 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

# 化学

(60分 100点)

必要ならば，原子量，数値は次の値を使いなさい。

H 1.0    C 12    O 16    Na 23    Mg 24    Zn 65

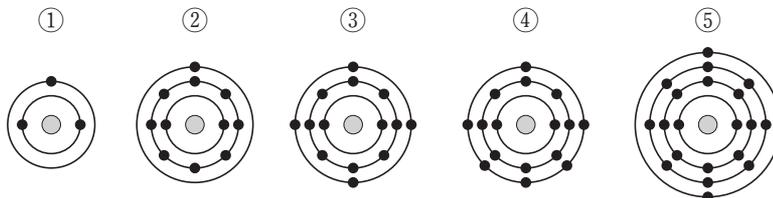
標準状態で気体 1 mol が占める体積 = 22.4 L

ファラデー定数  $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

I 次の〔問1〕～〔問3〕に答えなさい。(40点)

〔問1〕 次の(1)～(6)の問いの答として最も適切なものを，それぞれの解答群の中から1つ選び，マークしなさい。

(1) 次図は原子の電子配置を表している。アルカリ土類金属元素に分類される原子の電子配置はどれか。



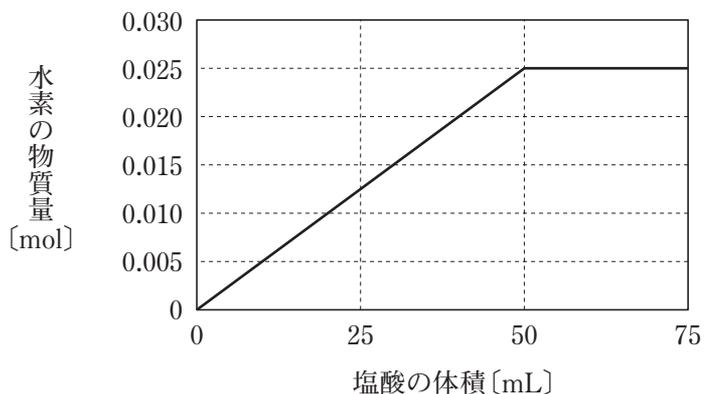
(2) 次の a, b の現象に最も関係が深い語句の組合せはどれか。 2

a 紅茶の葉に湯を注ぐと、湯に味や色を示す物質が溶け出す。

b 水性インクで印を付けたろ紙の下端を水に浸すと、いくつかの色に分離する。

	a	b
①	クロマトグラフィー	加水分解
②	クロマトグラフィー	抽出
③	加水分解	クロマトグラフィー
④	加水分解	抽出
⑤	抽出	クロマトグラフィー
⑥	抽出	加水分解

(3) 次図は、0.60 g のマグネシウムに、ある濃度の塩酸を加えたときの塩酸の体積と発生する水素の物質量の関係を表している。この実験で用いた塩酸の濃度は何 mol/L か。 3 mol/L



- ① 0.25      ② 0.50      ③ 1.0      ④ 2.0      ⑤ 2.5

(4) 次の化学反応式の空欄は、係数を表している。Xに当てはまる係数はどれか。  
ただし、係数は最も簡単な整数比になるようにつけるものとする。



- ① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5      ⑥ 6

(5) ある元素 X の単体 5.0 g を酸化すると、化学式が  $\text{XO}_2$  で表される化合物に変化し、反応後の質量が 7.9 g になった。元素 X の原子量はいくらか。

- ① 12      ② 14      ③ 23      ④ 32      ⑤ 55

(6) ハロゲン元素である臭素、フッ素、ヨウ素について、沸点の高い順に並べたものはどれか。

- ① 臭素 > フッ素 > ヨウ素      ② 臭素 > ヨウ素 > フッ素  
③ フッ素 > 臭素 > ヨウ素      ④ フッ素 > ヨウ素 > 臭素  
⑤ ヨウ素 > 臭素 > フッ素      ⑥ ヨウ素 > フッ素 > 臭素

〔問 2〕 化学変化における反応熱の総和は、変化する前後の  だけで決まり、反応経路や操作の方法には関係しない。これらの関係は、総熱量保存の法則、または発見者の名前から  の法則とよばれる。

これについて、次の (1)~(3) の問いに答えなさい。答は、それぞれの解答群の中から最も適切なものを 1 つ選び、マークしなさい。

(1) 文中の  に当てはまる語句はどれか。

- ① 温度      ② 質量      ③ 状態      ④ 物質量      ⑤ モル質量

(2) 文中の  に当てはまる語句はどれか。

- ① アボガドロ      ② ドルトン      ③ プルースト  
④ ヘス      ⑤ ラボアジエ

- (3) 固体の水酸化ナトリウムと水、および希塩酸から塩化ナトリウム水溶液をつくる操作には、固体の水酸化ナトリウムを水に溶かしてから希塩酸を加える方法と、希塩酸に直接固体の水酸化ナトリウムを加える方法がある。これらの操作の熱化学方程式は、次の I、II、III で表される。



次の問い a ~ c に答えなさい。

- a 熱化学方程式 I、および II が表す反応熱の種類の手合せはどれか。

9

	I	II
①	融解熱	中和熱
②	融解熱	生成熱
③	溶解熱	中和熱
④	溶解熱	生成熱

- b 2.0 g の水酸化ナトリウムを 98 g の水に溶かしたところ、水温が 5.2 °C 上昇した。発生した熱量は何 kJ か。ただし、水溶液の比熱を 4.2 J/(g·°C) とする。

10

kJ

- ① 2.2      ② 4.2      ③ 5.2      ④ 6.4      ⑤ 9.4

- c 熱化学方程式 II の  $Q_2$  の値はいくらか。

11

- ① 57      ② 79      ③ 99      ④ 103      ⑤ 123      ⑥ 145

〔問3〕 酸化剤と還元剤の反応により発生するエネルギーを、電気エネルギーとして取り出す装置が電池である。イオン化傾向の異なる2種類の金属を、電解質水溶液に浸けた電池では、イオン化傾向がより大きい金属は  としてはたらき、電子を  変化が起こる。したがって、電子は、イオン化傾向の  金属へ向かって移動し、イオン化傾向の  金属は、電池の  極になる。

これについて、次の(1)~(3)の問いに答えなさい。答は、それぞれの解答群の中から最も適切なものを1つ選び、マークしなさい。

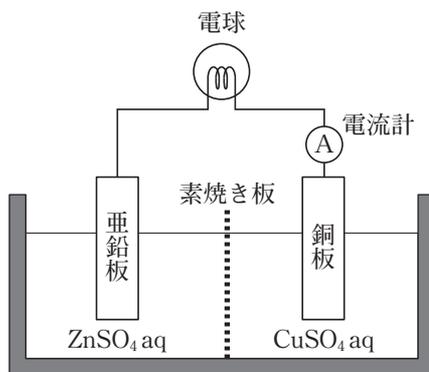
- (1) 文中の ,  に当てはまる語句の組合せはどれか。

	ア	イ
①	酸化剤	受け取る
②	酸化剤	失う
③	還元剤	受け取る
④	還元剤	失う

- (2) 文中の ,  に当てはまる語句の組合せはどれか。

	ウ	エ
①	大きい	正
②	大きい	負
③	小さい	正
④	小さい	負

- (3) 次図はダニエル電池の概略図である。この電池を、電球のついた回路に、64分20秒接続したところ、亜鉛板の質量は、接続前に比べて1.3 g 減少した。下の問い a ~ c に答えなさい。



- a 回路を流れた電子は何 mol か。  mol  
 ① 0.010      ② 0.020      ③ 0.040      ④ 0.050      ⑤ 0.080

- b 回路を流れた電流の平均の大きさは何 A か。  A  
 ① 0.10      ② 0.20      ③ 0.50      ④ 1.0      ⑤ 2.0

- c 正極側および、負極側の水溶液に含まれる硫酸イオンの物質量的変化を表した組合せはどれか。

	正極側	負極側
①	増加する	増加する
②	増加する	減少する
③	増加する	変化しない
④	減少する	増加する
⑤	減少する	減少する
⑥	減少する	変化しない

II 次の〔問1〕～〔問3〕に答えなさい。(36点)

〔問1〕 分子式が同じで、構造が異なる化合物を互いに異性体といい、異性体のうち、原子のつながり方が異なるものを **ア** という。トランス-2-ブテンとシス-2-ブテンは、立体的な構造が異なる異性体で、これらは **イ** とよばれる。また、不斉炭素原子をもつ化合物にも、立体的な構造が異なる異性体が存在する。

これについて、次の(1)～(5)の問いに答えなさい。答は、それぞれの解答群の中から最も適切なものを1つ選び、マークしなさい。

(1) 文中の **ア** , **イ** に当てはまる語句の組合せはどれか。 **17**

	ア	イ
①	構造異性体	光学異性体
②	構造異性体	幾何異性体
③	光学異性体	構造異性体
④	光学異性体	幾何異性体
⑤	幾何異性体	光学異性体
⑥	幾何異性体	構造異性体

(2) 次の2つの化合物のうち、互いに **ア** の関係にあるものはどれか。

**18**

- A アセチレンとベンゼン  
 B 1-プロパノールと2-プロパノール  
 C ジメチルエーテルとエタノール

- ① Aのみ      ② Bのみ      ③ Cのみ  
 ④ AとB      ⑤ AとC      ⑥ BとC

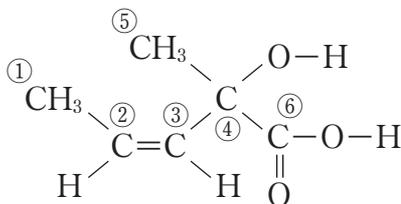
(3) 次の2つの化合物のうち、互いに  の関係にあるものはどれか。

- A フマル酸とマレイン酸
- B エチレンとポリエチレン
- C 酢酸と無水酢酸

- ① Aのみ      ② Bのみ      ③ Cのみ
- ④ AとB      ⑤ AとC      ⑥ BとC

(4) 次の構造式で表される化合物中の炭素原子のうち、不斉炭素原子はどれか。

構造式中の炭素原子の番号で答えなさい。



(5) 分子式が  $C_nH_{2n+2}$  で表される化合物では、 $n$  がいくつ以上のときに構造異性体をもつか。

- ① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5      ⑥ 6

〔問 2〕 ベンゼンは環式炭化水素の 1 つである。しかし、ベンゼンの炭素間の結合は、シクロヘキサン中の炭素間の  とも、シクロヘキセン中の炭素間の  とも異なる性質をもっている。

ベンゼンとハロゲンの反応では、条件を変化させると異なった生成物が得られる。例えば、塩素を加えて反応させるとき、鉄を触媒として作用させると、 反応が起こり、 が得られ、紫外線を照射しながら作用させると、 反応が起こり、 が得られる。

これについて、次の (1)~(4) の問いに答えなさい。答は、それぞれの解答群の中から最も適切なものを 1 つ選び、マークしなさい。

(1) 文中の ,  に当てはまる語句の組合せはどれか。

	ア	イ
①	単結合	二重結合
②	単結合	三重結合
③	二重結合	二重結合
④	二重結合	三重結合
⑤	三重結合	二重結合
⑥	三重結合	三重結合

(2) 文中の ,  に当てはまる語句の組合せはどれか。

	ウ	オ
①	置換	付加
②	置換	還元
③	付加	置換
④	付加	還元
⑤	還元	置換
⑥	還元	付加

(3) 文中の **エ** , **カ** に当てはまる化合物の組合せはどれか。

**24**

	エ	カ
①	クメン	クロロベンゼン
②	クメン	ヘキサクロロシクロヘキサン
③	クロロベンゼン	クメン
④	クロロベンゼン	ヘキサクロロシクロヘキサン
⑤	ヘキサクロロシクロヘキサン	クメン
⑥	ヘキサクロロシクロヘキサン	クロロベンゼン

(4) ベンゼンに酸素を加え、完全燃焼させた。次の問い a, b に答えなさい。

a 完全燃焼させたときに生成する水と二酸化炭素の物質量の比が、ベンゼンと同じ化合物はどれか。 **25**

- ① アセチレン      ② エタン      ③ エチレン  
④ トルエン      ⑤ ナフタレン

b ベンゼン 13 g を完全燃焼させるには、標準状態の酸素は何 L 必要か。

**26** L

- ① 7.0      ② 14      ③ 28      ④ 42      ⑤ 56

〔問3〕 銅は赤色光沢をもつ金属で、アには溶けないが、イや熱濃硫酸には溶ける。銅を熱濃硫酸に溶かし、水溶液から水分を蒸発させていくと、青色の結晶が得られ、さらに結晶を加熱すると、ウの化学式で表される白色の結晶が得られる。

これについて、次の(1)~(5)の問いに答えなさい。答は、それぞれの解答群の中から最も適切なものを1つ選び、マークしなさい。

(1) 文中のア，イに当てはまる酸の組合せはどれか。27

	ア	イ
①	塩酸	硝酸
②	塩酸	リン酸
③	硝酸	塩酸
④	硝酸	リン酸

(2) 文中のウに当てはまる化学式はどれか。28

- ① CuS                      ② CuO                      ③ Cu<sub>2</sub>O  
 ④ Cu(OH)<sub>2</sub>                ⑤ CuSO<sub>4</sub>                    ⑥ CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O

(3) 銅を熱濃硫酸に溶解させたとき発生する気体の性質として正しい記述はどれか。29

- ① 赤褐色の気体で空気より重い。  
 ② 無色の気体で水上置換で捕集する。  
 ③ 酸素と混合し点火すると爆発的に燃える。  
 ④ 濃塩酸を近づけると白煙を生じる。  
 ⑤ 紙や繊維などの漂白に用いられる。

(4) 銅に関する次のA～Cの記述のうち、正しい記述はどれか。

30

- A 遷移元素に分類される。
- B 電気伝導性は銀に次いで大きい。
- C 単体は融解塩電解という方法により得られる。

- ① Aのみ      ② Bのみ      ③ Cのみ
- ④ AとB      ⑤ AとC      ⑥ BとC

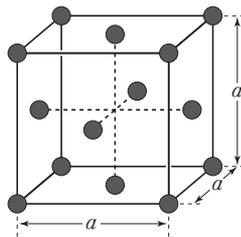
(5) ある化合物 X を完全燃焼させ、気体とともに生成した液体を ウ の化学式をもつ白色の結晶に触れさせると青色に変化した。このことから化合物 X に含まれることが推定できる元素はどれか。

31

- ① 塩素      ② 酸素      ③ 水素      ④ 炭素      ⑤ 窒素

Ⅲ 次の〔問1〕, 〔問2〕に答えなさい。(24点)

〔問1〕 金属の結晶は電気や熱をよく伝える。また, たたくと薄く広がる ア や, 引っ張ると線のように細長くできる イ といった特徴がある。アルミニウムや銀の結晶では, 原子が次図のように規則正しく並んでおり, このような配列の最小単位を単位格子という。



これについて, 次の (1)~(4) の問いに答えなさい。答は, それぞれの解答群の中から最も適切なものを1つ選び, マークしなさい。

(1) 文中の ア, イ に当てはまる語句の組合せはどれか。 32

	ア	イ
①	延性	変性
②	延性	展性
③	変性	延性
④	変性	展性
⑤	展性	延性
⑥	展性	変性

(2) 図の単位格子中に含まれる原子の数はいくつか。 33

- ① 2      ② 4      ③ 6      ④ 8      ⑤ 12

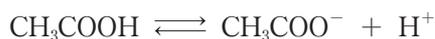
(3) 1個の原子に隣接する原子はいくつか。 34

- ① 2      ② 4      ③ 6      ④ 8      ⑤ 12

(4) 単位格子の1辺の長さを  $a$  [cm], 単位格子に含まれる原子の数を  $n$ , 密度を  $d$  [g/cm<sup>3</sup>], アボガドロ定数を  $N$  [/mol] とすると, この原子のモル質量 [g/mol] はどのように表されるか。 35 g/mol

- ①  $\frac{a^3 N}{dn}$       ②  $\frac{a^3 d}{nN}$       ③  $\frac{a^3 dN}{n}$       ④  $\frac{n}{a^3 dN}$       ⑤  $\frac{N}{a^3 dn}$

〔問 2〕 酢酸は水溶液中で、次式のように電離している。



この電離反応が平衡状態にあるとき、酢酸の電離定数  $K_a$  は、質量作用の法則により次式で表される。

$$K_a = \boxed{\text{ア}}$$

ある温度での酢酸の濃度が  $C$  [mol/L]、電離度が  $\alpha$  であるとき、平衡時の酢酸分子および酢酸イオンの濃度は、 $[\text{CH}_3\text{COOH}] = \boxed{\text{イ}}$  [mol/L]、 $[\text{CH}_3\text{COO}^-] = \boxed{\text{ウ}}$  [mol/L] で表される。また、電離度  $\alpha$  が十分小さいとき、電離定数は、 $K_a \simeq C\alpha^2$  と表すことができる。

これについて、次の (1)~(3) の問いに答えなさい。答は、それぞれの解答群の中から最も適切なものを 1 つ選び、マークしなさい。

(1) 文中の  $\boxed{\text{ア}}$  に当てはまる式はどれか。  $\boxed{36}$

- ①  $\frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$       ②  $\frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}$       ③  $\frac{[\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$
- ④  $\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{H}^+]}$       ⑤  $\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$       ⑥  $\frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$

(2) 文中の  $\boxed{\text{イ}}$ 、 $\boxed{\text{ウ}}$  に当てはまる濃度の組合せはどれか。  $\boxed{37}$

	イ	ウ
①	$C\alpha$	$C(1+\alpha)$
②	$C\alpha$	$C(1-\alpha)$
③	$C(1+\alpha)$	$C\alpha$
④	$C(1+\alpha)$	$C(1-\alpha)$
⑤	$C(1-\alpha)$	$C\alpha$
⑥	$C(1-\alpha)$	$C(1+\alpha)$

(3) 0.20 mol/L の酢酸水溶液の電離定数  $K_a$  は、 $2.0 \times 10^{-5}$  mol/L であった。次の問い a, b に答えなさい。ただし、 $\log 2 = 0.30$ ,  $\log 3 = 0.48$  とする。

a この酢酸水溶液の電離度はいくらか。 38

- ① 0.010      ② 0.017      ③ 0.020  
④ 0.10      ⑤ 0.17      ⑥ 0.20

b この酢酸水溶液の pH はいくらか。 39

- ① 2.5      ② 2.7      ③ 3.0      ④ 3.3      ⑤ 3.5