

(平成 17 年度前期日程)

# 理 科

(化 学)

120 分

## 注 意 事 項

1. 試験開始の合図までこの問題冊子を開かないこと。
2. 本問題冊子は 24 ページ、答案用紙は 1 ページである。
3. 答案用紙の右上枠内には、**受験番号**を記入し、左上段の枠内には、受験番号の  
下 2 桁の数字を忘れずに記入すること。
4. 解答はすべて答案用紙の所定欄に記入すること。
5. 答案用紙に記入する受験番号および解答の数字の字体は、下記の例にならい、  
明瞭に記入すること。

0	/	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

6. 解答上の注意は、裏表紙に記載してあるので、この問題冊子を裏返して必ず読むこと。ただし、問題冊子を開いてはいけない。

化学の問題は大きな3つのグループ、**第Ⅰ問**(問題1～5)、**第Ⅱ問**(問題6～10)、**第Ⅲ問**(問題11～15)から構成されている。

**注意Ⅰ** 問題1, 問題2, 問題4の**問ⅰ**, 問題5～問題8, 問題11の**問ⅲ**, 問題12, 問題13については、1つまたは2つの正解がある。答案用紙の各問題番号の下の子の中に、正解の番号を**数字**で記入せよ。

解答例：**16** 水はどんな元素からできているか。

1. 水素と窒素
2. 炭素と酸素
3. 水素と酸素
4. 窒素と酸素

16
3

または

16
3

解答例：**17** 水を構成している元素は、つぎのうちどれか。

1. 水素
2. 炭素
3. 窒素
4. 酸素

17
1 4

または

17
4 1

**注意Ⅱ** 問題3, 問題4の**問ⅱ**, 問題9, 問題10, 問題11の**問ⅰ**, **問ⅱ**および**問ⅳ**, 問題14, 問題15については答案用紙の問題番号の下の子の中に、0から9までの適当な数字を1枠に1つ記入せよ。

解答例：**18** ベンゼン分子は何個の炭素原子で構成されているか。

18

0	6
---	---

解答例：**19** つぎの問に答えよ。

**問ⅰ** 水分子には何個の水素原子が含まれているか。

**問ⅱ** 水分子には何個の酸素原子が含まれているか。

	19	
ⅰ		ⅱ
2	個	1
		個

試験問題は、つぎのページより始まります。

## 第 I 問 (50 点満点)

問題 1, 問題 2, 問題 4 の問 i, 問題 5 については, 1 つまたは 2 つの正解がある。答案用紙の各問題番号の下の枠の中に, 正解の番号を数字で記入せよ。問題 3, 問題 4 の問 ii については, 答案用紙の問題番号の下の枠の中に, 0 から 9 までの適当な番号を数字で 1 枠に 1 つ記入せよ。

1 つぎの記述のうち, 誤っているものはどれか。

1. 希ガス原子の第一イオン化エネルギーは, 原子番号が大きくなるにつれて小さくなる。
2.  $K^+$  と  $Cl^-$  は同じ電子配置をもつが, イオンの大きさは  $K^+$  の方が小さい。
3. アンモニア分子に水素イオンが配位結合した  $NH_4^+$  では, 4 つの N—H 結合の結合エネルギーがすべて等しい。
4. 分子内に極性をもつ共有結合がある場合, その分子は極性分子である。
5. ハロゲン化水素の沸点は, 分子量が大きくなるにつれて高くなる。

2 つぎの記述のうち, 誤っているものはどれか。

1. 水と反応しない気体の場合, 水に対する溶解度は, 一定圧力では温度を低くするほど大きくなり, 一定温度では気体の圧力を高くするほど大きくなる。
2. 不揮発性物質を溶かした溶液の沸点における蒸気圧は, 大気圧に等しい。
3. 溶媒に不揮発性物質を溶かしても蒸気圧は変わらない。
4. 負に帯電したコロイド粒子を含む疎水コロイドでは, 加える電解質の陽イオンの価数により凝析しやすさが異なる。
5. チンダル現象を生じているデンプン水溶液に少量の電解質を加えると, チンダル現象を生じなくなる。

(下 書 き 用 紙)

- 3 容積を変えることで圧力を 1.00 atm に保っている容器の中に、水素 1.00 mol と酸素 2.00 mol を入れ、水素を完全燃焼させた。その後、容器内の温度を 47 °C とした。つぎの間に答えよ。ただし、気体はすべて理想気体としてふるまうものとし、気体定数は  $0.0821 \text{ atm}\cdot\text{l}/(\text{K}\cdot\text{mol})$  とする。また、47 °C における水の蒸気圧は 0.106 atm である。

問 i 燃焼後の 47 °C における容器内の気体の体積はいくらか。解答は小数点以下第 1 位を四捨五入して、下の形式により示せ。

--	--

 l

問 ii このときの液体の水の質量はいくらか。解答は小数点以下第 1 位を四捨五入して、下の形式により示せ。ただし、各元素の原子量は  $\text{H} = 1$ 、 $\text{O} = 16$  とする。

--	--

 g

(下 書 き 用 紙)

- 4 クロム結晶の単位格子は体心立方格子，ニッケル結晶の単位格子は面心立方格子である。結晶の中で，1つの原子からみて最も近い位置にある原子を最近接原子，2番目に近い位置にある原子を第2近接原子と呼ぶ。結晶内の1つの原子からその最近接原子までの距離は，クロム結晶とニッケル結晶で等しいとみなせる。下の問に答えよ。ただし，各元素の原子量は， $\text{Cr} = 52.0$ ， $\text{Ni} = 58.7$ とし， $\sqrt{2} = 1.41$ ， $\sqrt{3} = 1.73$ ， $\sqrt{6} = 2.45$ とする。

問 i つぎの記述のうち，誤っているものはどれか。

1. 単位格子中に含まれる原子の数を比べると，クロム結晶はニッケル結晶の0.5倍である。
2. 単位格子の1辺の長さを比べると，クロム結晶はニッケル結晶の $\sqrt{\frac{2}{3}}$ 倍である。
3. 最近接原子の数を比べると，クロム結晶はニッケル結晶の $\frac{2}{3}$ 倍である。
4. 結晶内の1つの原子からその第2近接原子までの距離を比べると，クロム結晶はニッケル結晶の $\sqrt{\frac{2}{3}}$ 倍である。
5. 第2近接原子の数を比べると，クロム結晶はニッケル結晶の $\frac{2}{3}$ 倍である。

問 ii 同じ質量のクロム結晶とニッケル結晶を比べると，クロム結晶の体積はニッケル結晶の体積の何倍か。解答は小数点以下第2位を四捨五入して，下の形式により示せ。

.   倍



(下 書 き 用 紙)

5 つぎの気体反応 1～5 に関する下の問に答えよ。ただし、各気体の生成熱は下の表の値とする。

1. 二酸化炭素から一酸化炭素と酸素が生成
2. 二酸化窒素から四酸化二窒素が生成
3. 一酸化窒素から窒素と酸素が生成
4. 三酸化硫黄から二酸化硫黄と酸素が生成
5. 水素と窒素からアンモニアが生成

問 i 気体反応 1～5 がそれぞれ平衡にあるとき、下の記述ア～エの 2 つにあてはまるものはどれか。反応の番号で答えよ。

問 ii 気体反応 1～5 がそれぞれ平衡にあるとき、下の記述ア～エの 1 つにだけあてはまるものはどれか。反応の番号で答えよ。

問 iii 気体反応 1～5 がそれぞれ平衡にあるとき、下の記述ア～エのいずれにもあてはまらないものはどれか。反応の番号で答えよ。

- ア. 圧力一定で温度を高くすると、生成物の物質量が増加する。  
イ. 温度一定で圧力を高くすると、正反応の速度定数が大きくなる。  
ウ. 温度一定で圧力を低くすると、生成物の物質量が増加する。  
エ. 温度一定で圧力を高くしても、生成物の物質量は変化しない。

表 気体の生成熱

気体	CO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	NO	SO <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>
生成熱 [kJ/mol]	394	111	−34	−10	−91	396	297	46

(下 書 き 用 紙)

## 第Ⅱ問 (50 点満点)

問題 6，問題 7，問題 8 については，1 つまたは 2 つの正解がある。答案用紙の各問題番号の下の枠の中に，正解の番号を数字で記入せよ。問題 9，問題 10 については，答案用紙の問題番号の下の枠の中に，0 から 9 までの適当な番号を数字で 1 枠に 1 つ記入せよ。

6 つぎの記述のうち，誤っているものはどれか。

1. 酸化ナトリウムと酸化カルシウムはどちらも塩基性酸化物であり，水に溶かすとアルカリ性を示す。
2. 水酸化亜鉛と水酸化アルミニウムはどちらも両性水酸化物であり，塩酸にもアンモニア水にも溶ける。
3. ヨウ化水素酸，臭化水素酸，塩酸は強酸であるが，フッ化水素酸は弱酸である。
4. 硫酸水素ナトリウムと炭酸水素ナトリウムはどちらも酸性塩であり，水に溶かすと酸性を示す。
5. 水に溶けて 2 段階に電離する硫酸と硫化水素では，どちらも第 1 段階の電離度に比べて第 2 段階の電離度は小さい。

7 金属の製造に関するつぎの記述のうち，正しいものはどれか。

1. カルシウムは，その炭酸塩を熱分解することで製造される。
2. アルミニウムは，その塩を含む水溶液を電気分解して製造される。
3. 銑鉄は，溶鉱炉で水素と一酸化炭素によって鉄鉱石を還元して製造される。
4. 融解している銑鉄に酸素を吹き込み，銑鉄中の炭素を燃焼させると鋼が得られる。
5. 銅の電解精錬では，粗銅を陰極に，純銅を陽極に用いて硫酸銅(Ⅱ)水溶液中で電気分解を行う。

(下 書 き 用 紙)

8 つぎのア～オの気体発生をともなう化学反応に関する下の問に答えよ。

ア. さらし粉と塩酸とを反応させる。

イ. 炭酸水素ナトリウムと塩酸とを反応させる。

ウ. 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムとの混合物を加熱して反応させる。

エ. 銅と熱濃硫酸とを反応させる。

オ. 塩化ナトリウムと濃硫酸とを反応させる。

問 つぎの記述のうち、誤っているものはどれか。1～5の番号で答えよ。

1. 還元作用を示し、漂白に用いられる気体を生じる反応は1つである。
2. 二酸化炭素を生じる反応は1つである。
3. 水に溶けて塩基性を示す気体を生じる反応は2つである。
4. 酸化還元反応は3つである。
5. 無色で刺激臭のある気体を生じる反応は3つである。

9 酸素の同位体として $^{16}\text{O}$ と $^{18}\text{O}$ だけを含む酸化鉄(Ⅲ)の粉末がある。この酸化鉄(Ⅲ)65.50 gをFeまで完全に還元したところ、質量が20.70 g減少した。この酸化鉄(Ⅲ)に含まれる $^{16}\text{O}$ と $^{18}\text{O}$ の物質量の比はいくらか。

解答は小数点以下第3位を四捨五入して、下の形式により示せ。ただし、Feの原子量は56、 $^{16}\text{O}$ の相対質量は16、 $^{18}\text{O}$ の相対質量は18とする。

$^{16}\text{O}$ の物質量 :  $^{18}\text{O}$ の物質量 = 0. 

--	--

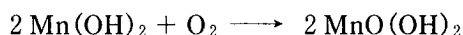
 : 1

(下 書 き 用 紙)

10 つぎの文章を読み、下の問に答えよ。

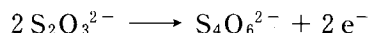
水の汚染や水中での生物活動などを知るために、水に溶けている酸素(溶存酸素)を定量することは重要である。酸化還元反応を利用することによって溶存酸素を定量することができる。基本的な原理は①～③の通りである。

- ① 塩基性水溶液中で  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  が  $\text{O}_2$  により酸化され  $\text{MnO}(\text{OH})_2$  を生じる。



- ②  $\text{MnO}(\text{OH})_2$  を含む水溶液を酸性にして  $\text{I}^-$  を加えると、 $\text{MnO}(\text{OH})_2$  は  $\text{Mn}^{2+}$  に還元され、それに伴い  $\text{I}^-$  が酸化され  $\text{I}_2$  を生じる。

- ③  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  水溶液を用いて、②で生じた  $\text{I}_2$  を定量する。 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  は、つぎの反応にしたがって  $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$  に酸化され、 $\text{I}_2$  を還元する。



問 i 溶存酸素の定量のためには、③で用いる  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  水溶液の濃度を正確に決定しておく必要がある。

$3.00 \times 10^{-4} \text{ mol}$  の  $\text{I}_2$  をすべて還元するには  $30.0 \text{ ml}$  の  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  水溶液が必要であった。この  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  水溶液の濃度を求めよ。解答は有効数字 3 桁目を四捨五入して、下の形式により示せ。

--

 . 

--

 $\times 10^{-2} \text{ mol/l}$

問 ii ある湖の水  $100 \text{ ml}$  をとり、上述の①～②の原理にしたがって溶存酸素から  $\text{I}_2$  を生成させた。生じた  $\text{I}_2$  をすべて還元するには、問 i で濃度を決定した  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  水溶液が  $4.00 \text{ ml}$  必要であった。湖水の溶存酸素濃度の酸素飽和濃度に対する割合は何%か。ただし、湖水の温度において、 $1.00 \text{ atm}$  の酸素の飽和濃度は  $1.25 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$  であり、湖水採取時の酸素分圧は  $0.200 \text{ atm}$  であった。解答は小数点以下第 1 位を四捨五入して、下の形式により示せ。

--	--

 %



(下 書 き 用 紙)

### 第Ⅲ問 (50 点満点)

問題 11 の問iii, 問題 12, 問題 13 については, 1 つまたは 2 つの正解がある。答案用紙の各問題番号の下 の 枠の中に, 正解の番号を数字で記入せよ。問題 11 の問 i, 問 ii および問 iv, 問題 14, 問題 15 については, 答案用紙の問題番号の下 の 枠の中に, 0 から 9 までの適当な番号を数字で 1 枠に 1 つ記入せよ。

11 分子式  $C_nH_{2n}O_2$  で表されるエステル A を加水分解したところ, アルコール B と脂肪酸 C が得られた。つぎの問に答えよ。ただし, 光学異性体は考慮しないものとし, 各元素の原子量は,  $H = 1$ ,  $C = 12$ ,  $O = 16$  とする。

問 i アルコール B の酸素含有率は, 質量パーセントで 18.2 % であった。アルコール B を構成する炭素と水素の数はそれぞれいくらか。

問 ii アルコール B にあてはまる構造はいくつあるか。

問iii アルコール B の構造を決めるため, つぎの実験ア～エを計画した。

ア. 穏やかに酸化して, 銀鏡反応を示す化合物を生じるかどうかを調べる。

イ. ヨードホルム反応を示すかどうかを調べる。

ウ. 不斉炭素をもつかどうかを調べる。

エ. 脱水反応を行い, シス-トランス異性体を生じるかどうかを調べる。

ア～エの実験では、アルコール B の構造によってつぎの実験結果の組み合わせ 1～6 の 6 通りが考えられる。このうち、アルコール B を 1 つの構造異性体を決めることができないものはどれか。1～6 の番号で答えよ。

	ア	イ	ウ	エ
1	生じる	示さない	もつ	生じない
2	生じる	示さない	もたない	生じない
3	生じない	示す	もつ	生じる
4	生じない	示す	もつ	生じない
5	生じない	示さない	もたない	生じる
6	生じない	示さない	もたない	生じない

問 iv 1.16 g の脂肪酸 C を完全燃焼させたところ、0.0800 mol の酸素が必要であった。エステル A ( $C_nH_{2n}O_2$ ) の  $n$  はいくらか。

12 つぎの記述のうち、正しいものはどれか。

1. スクロースがフェーリング反応を示さないのは、鎖状構造をとることができず、還元性を示すアルデヒド基が存在しないからである。
2. マルトース 1 分子の加水分解では、2 分子の水が必要であり、2 分子のグルコースが生成する。
3. タンパク質を構成するアミノ酸は、すべて  $\alpha$ -アミノ酸であり、それぞれに光学異性体が存在する。
4. あるアミノ酸のアミノ基と、もう 1 つのアミノ酸のカルボキシル基から形成された塩をジペプチドという。
5. タンパク質に熱、酸、塩基、重金属イオンを作用させることにより、アミノ酸の配列順序が変化して凝固する現象をタンパク質の変性という。
6. 腸液中の酵素であるインベルターゼは、デンプン、マルトース、スクロースのいずれも加水分解する。

(下 書 き 用 紙)

13 つぎの記述のうち、誤っているものはどれか。

1. 酢酸とエタノールの混合液に少量の濃硫酸を加えて温めると、酢酸エチルと水を生じる。
2. グリセリンに濃硫酸と濃硝酸の混合物を作用させると、グリセリンの硝酸エステルを生じる。
3. けん化は、エステルを塩基により加水分解し、カルボン酸の塩とアルコールを生じる反応である。
4. セッケン分子は、疎水性の炭化水素基の部分と親水性のカルボン酸イオンの部分をもっている。
5. 脂肪油はオレイン酸やリノール酸のような高級不飽和脂肪酸のグリセリンエステルを多く含み、水素を付加させると融点が低くなる。
6. 脂肪酸の水溶液は弱い酸性を示し、脂肪酸のナトリウム塩の水溶液は、加水分解の結果、塩基性を示す。

(下 書 き 用 紙)

14 合成高分子の組成に関するつぎの問に答えよ。ただし、各元素の原子量は、 $H = 1$ 、 $C = 12$ 、 $N = 14$ 、 $Cl = 35.5$  とする。

問 i 合成ゴム的一种であるポリクロロブレンに含まれる塩素の質量パーセントを求めよ。解答は小数点以下第 1 位を四捨五入して、下の形式により示せ。

--	--

 %

問 ii 塩化ビニルとアクリロニトリルの付加重合により平均分子量 8700 の共重合体を得た。この共重合体に含まれる塩素の質量パーセントは、ポリクロロブレンに含まれる塩素の質量パーセントに等しかった。この共重合体 1 分子あたりに含まれるアクリロニトリル単位の平均の数を求めよ。解答は小数点以下第 1 位を四捨五入して、下の形式により示せ。

--	--

 個



(下 書 き 用 紙)

15 つぎの文章を読み、下の問に答えよ。ただし、各元素の原子量は、 $H = 1$ ， $C = 12$ ， $N = 14$ ， $O = 16$ ， $Na = 23$ ， $Cl = 35.5$  とする。

ベンゼンに鉄粉を加えて塩素を通じると、分子量 112.5 の化合物 A が生成する。この化合物 A を高温・高圧下、水酸化ナトリウム水溶液と反応させると化合物 B が生成する。

一方、ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物を作用させると、分子量 123 の化合物 C が生成する。この化合物 C にスズおよび塩酸を作用させ、化合物 D としたのち、水酸化ナトリウム水溶液を作用させると化合物 E が生成する。この化合物 E の希塩酸溶液に低温で亜硝酸ナトリウムを作用させると化合物 F が生成する。

化合物 F の水溶液に化合物 B の水溶液を加えると、化合物 G が生成する。

問 i 化合物 G 中の炭素の質量パーセントはいくらか。解答は小数点以下第 1 位を四捨五入して、下の形式により示せ。

--	--

 %

問 ii 上記の操作で、46.8 g のベンゼンと 18.6 g の化合物 E から、化合物 G は最大何 g 得られるか。解答は小数点以下第 1 位を四捨五入して、下の形式により示せ。

--	--

 g

(下 書 き 用 紙)