

(平成 20 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 18 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	1	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。

## 第 I 問 (50 点満点)

問題 1 の問 i, 問 ii, 問題 3 の問 i 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。その他の問については, 答案用紙の問題番号の下の枠の中に, 0 から 9 までの適当な数字を 1 枠に 1 つ記入せよ。

1 つぎの文を読み, 下の問に答えよ。

触媒を用いてエチレンに水を付加させ化合物 A とした後, これを酸化して化合物 B を得た。この化合物 B を水酸化カルシウムと反応させて得た物質を熱分解(乾留)し, 沸点  $56^{\circ}\text{C}$  の化合物 C を得た。

問 i つぎの記述のうち, 正しいものはどれか。

1. 化合物 A 4 mol にナトリウム 2 mol を作用させると, 水素 2 mol が発生する。
2. 化合物 A に濃硫酸を加えて  $170^{\circ}\text{C}$  で反応させると, 縮合反応が起こる。
3. 化合物 B はフェーリング液を還元する。
4. 触媒を用いてエチレン 2 mol と酸素 1 mol を反応させると, 化合物 B 2 mol が生成する。
5. 触媒を用いてアセチレン 1 mol に水 1 mol を付加させると, 化合物 B 1 mol が生成する。
6. 化合物 B の酸性は炭酸水よりも強く, ベンゼンスルホン酸よりも弱い。

問 ii 化合物 C と同じ分子式で表される化合物に関するつぎの記述のうち、正しいものはどれか。ただし、光学異性体の関係にあるものは各々を別の構造と考え、また、化合物 C も含めて考えるものとする。

1. 光学異性体の関係にあるものが、2 組ある。
2. カルボニル基をもつものは、3 つである。
3. 炭素原子間に不飽和結合を含まないものは、7 つである。
4. 不飽和結合を含まないものは、4 つである。
5. 不飽和結合を含まないアルコールは、2 つである。

問 iii 化合物 C を 100 g 得るためには、エチレンを何 g 必要とするか。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。ただし、各元素の原子量は、 $H = 1$ 、 $C = 12$ 、 $O = 16$  とする。

--	--

 g

2 質量〔%〕組成が、炭素 68.09 %、水素 10.64 %、窒素 9.93 %、酸素 11.34 % であるポリアミド A は、分子式  $C_mH_nN_2$  で表されるジアミンとアジピン酸  $HOOC(CH_2)_4COOH$  が同じ物質質量ずつ縮合重合したものである。つぎの間に答えよ。ただし、各元素の原子量は、 $H = 1$ 、 $C = 12$ 、 $N = 14$ 、 $O = 16$  とする。

問 i ジアミンの分子式中の  $m$  と  $n$  はそれぞれいくらか。

問 ii 縮合重合によりポリアミド A を 100 kg 得る際に発生する水の量は何 kg 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、ポリアミド A の分子量は  $1.41 \times 10^5$  とする。

--	--

 kg

3 化合物A～Fに関するつぎの文を読み、下の問に答えよ。ただし、各元素の原子量は、 $H = 1$ 、 $C = 12$ 、 $O = 16$  とする。

Aは分子式 $C_6H_{10}O_4$ をもつ化合物である。Aを加水分解すると、還元性を示す2価カルボン酸Bと1種類のアルコールCが得られる。またAに炭酸水素ナトリウム水溶液を加えても、二酸化炭素は発生しない。一方、Aの異性体Dを加水分解すると、Bと1種類のアルコールEが得られる。Eを酸化するとケトンFが生じる。

問 i つぎの記述のうち、誤っているものはどれか。

1. Aは水酸基をもたない。
2. Cを酸化するとアルデヒドが生成する。
3. CとEは互いに異性体の関係にある。
4. Dに炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、二酸化炭素が発生する。
5. Eは不斉炭素原子をもつ。
6. EとFはともにヨードホルム反応を示す。

問 ii 58.4 g のAを加水分解するときに生成するC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。

--	--

 g

問 iii Aの異性体であり、かつ加水分解すると2価カルボン酸を生じるエステルのうち、不斉炭素原子を含むものはいくつあるか。ただし、互いに光学異性体の関係にある化合物も1つずつ区別して数えるものとする。

## 第Ⅱ問 (50 点満点)

問題 4 の問 ii, 問題 5 の問 iii 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。その他の問については, 答案用紙の問題番号の下の枠の中に, 0 から 9 までの適当な数字を 1 枠に 1 つ記入せよ。

4 元素 a ~ f に関するつぎの記述①~⑤を読み, 下の問に答えよ。

- ① 石英の主成分は a と b の化合物である。
- ② 石灰石の主成分は b と c と d の化合物である。
- ③ ホタル石の主成分は c と e の化合物である。
- ④ ルビーの主成分は b と f の化合物である。
- ⑤ 氷晶石の主成分はナトリウムと e と f の化合物である。

問 i a ~ f を原子番号が小さなものから順に並べたとき, a および e はそれぞれ何番目か。

問 ii つぎの記述のうち, 誤っているものはどれか。

- 1. 地殻中に最も多く存在する元素は a であり, つぎに多く存在する元素は b である。
- 2. b と c が 1 : 1 の数の比で結合した化合物は, 水と発熱しながら反応する。
- 3. b と d からなる二原子分子は, 常温常圧で無色の有毒な気体である。
- 4. e の単体は強い酸化力をもち, 水と激しく反応する。
- 5. f の単体は, 塩酸とも水酸化ナトリウム水溶液とも反応する。

- 5 酢酸水溶液Aの濃度を中和滴定により決定するため、つぎの実験アおよびイを行った。実験アは標準溶液として用いる水酸化ナトリウム水溶液Bの正確な濃度を決定するための中和滴定(標定)であり、実験イは酢酸水溶液Aの濃度を決定するための中和滴定である。下の問に答えよ。ただし、各元素の原子量は、 $H = 1$ ,  $C = 12$ ,  $O = 16$ ,  $K = 39$  とし、 $\log_{10} 2 = 0.30$ ,  $\log_{10} 3 = 0.48$ ,  $\log_{10} 5 = 0.70$ ,  $\log_{10} 7 = 0.85$  とする。また、フタル酸水素カリウム  $C_8H_5O_4K$  は、1 価の酸として扱う。

ア. フタル酸水素カリウム 0.306 g を純水 30.0 ml に溶解した溶液に、水酸化ナトリウム水溶液Bを滴下したところ、中和までに 15.0 ml を要した。

イ. 5.00 ml の酢酸水溶液Aに、水酸化ナトリウム水溶液Bを滴下したところ、中和までに 24.5 ml を要した。

- 問 i 酢酸水溶液Aのモル濃度はいくらか。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。

0. 

--	--

 mol/l

- 問 ii 酢酸水溶液AのpHを測定したところ、2.53であった。この酢酸の電離定数  $K_a$  を  $x$  mol/l としたとき、 $-\log_{10} x$  の値はいくらか。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。ただし、酢酸水溶液Aの電離度は十分小さいものとする。

$-\log_{10} x =$ 

--	--

 . 

--

問iii 実験アにおいて、水酸化ナトリウム水溶液Bの正確な濃度を中和滴定で決定したのは、濃度が正確にわかっている水酸化ナトリウム水溶液を調製することが困難なためである。つぎの記述のうち、その理由として誤っているものはどれか。

1. 水酸化ナトリウムを水に溶解すると、発熱するため。
2. 水酸化ナトリウムは潮解しやすいため。
3. 水酸化ナトリウムは皮膚や粘膜を激しくおかすため。
4. 水酸化ナトリウムは空気中の二酸化炭素を吸収しやすいため。



- 6 硫酸に関するつぎの問に答えよ。ただし、各元素の原子量は、 $H = 1$ 、 $O = 16$ 、 $S = 32$ 、 $K = 39$ 、 $Mn = 55$ 、 $Fe = 56$ 、 $Cu = 64$ 、 $Pb = 207$ とし、ファラデー定数を  $96500 \text{ C/mol}$  とする。

問 i 硫酸の工業的製法として接触法がある。この方法はつぎの①および②からなる。

① 硫黄の燃焼により得た二酸化硫黄を、触媒上で空気酸化して三酸化硫黄とする。

② この三酸化硫黄を濃硫酸に吸収させ発煙硫酸とした後、希硫酸と混合して濃硫酸とする。このとき、三酸化硫黄は水と反応して  $H_2SO_4$  となる。

今、①の操作で  $160 \text{ g}$  の硫黄をすべて三酸化硫黄にした。つぎに、②の操作でこの三酸化硫黄を  $X \text{ g}$  の  $95.0\%$  濃硫酸にすべて吸収させてから、ある量の  $15.0\%$  希硫酸と混合したところ、すべての三酸化硫黄が反応し  $95.0\%$  濃硫酸が  $Y \text{ g}$  得られた。これらの操作により生成した  $95.0\%$  濃硫酸の質量、 $(Y - X) \text{ g}$ 、はいくらか。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。

$\times 10^2 \text{ g}$

問 ii つぎの操作 A～D を、消費される  $H_2SO_4$  の物質量が多い順に並べたとき、A および B はそれぞれ何番目か。ただし、 $H_2SO_4$  の量は消費量に比べて十分に多いものとする。

- A  $5.6 \text{ g}$  の鉄と  $19.2 \text{ g}$  の銅に、室温で希硫酸を加える。  
B 鉛蓄電池を  $1.4 \text{ A}$  の電流で  $9650$  秒間放電する。  
C 陽極と陰極に白金電極を用いて、 $H_2SO_4$  水溶液を  $2.2 \text{ A}$  の電流で  $9650$  秒間電気分解する。  
D 希硫酸に過マンガン酸カリウム  $15.8 \text{ g}$  を溶かし、十分な量の過酸化水素水を加える。

### 第Ⅲ問 (50 点満点)

問題 8 の問 i については、1 つまたは 2 つの正解がある。答案用紙の問題番号の下  
の枠の中に、正解の番号を数字で記入せよ。その他の問については、答案用紙の問題  
番号の下  
の枠の中に、0 から 9 までの適当な数字を 1 枠に 1 つ記入せよ。

7 つぎの文を読み、下の問に答えよ。ただし、黒鉛、一酸化炭素の燃焼熱はそれぞ  
れ 390, 280 kJ/mol とする。

容積を変えることで圧力を一定に保つ容器の中に、物質量の不明な黒鉛と 4.50  
mol の酸素を入れ、黒鉛を燃焼させた。燃焼後の容器内の気体は一酸化炭素と二酸  
化炭素であり、それらの物質量は同じであった。この状態の容器にさらに酸素を加  
え、再び燃焼させたところ、容器内に残っていた黒鉛は消失した。燃焼後の容器内  
の気体は二酸化炭素と酸素であり、両者の物質量の和は、下線(ア)の燃焼後の容器内  
の気体の物質量と比較して 3.75 倍であった。また、下線(イ)の燃焼で発生した熱量  
は、下線(ア)の燃焼の場合と比較して 2.90 倍であった。

問 i 下線(ア)で示した燃焼により発生した熱量はいくらか。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。

--	--

 × 10<sup>3</sup> kJ

問 ii はじめに容器の中に入れた黒鉛の物質量はいくらか。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。

--	--

 mol

問iii 下線イ)の燃焼の際に新たに加えた酸素の物質量はいくらか。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。

--	--

 mol

8 窒素と水素を混合した気体を、酸化鉄を主成分とする触媒を含む容器中で高温高圧の条件で反応させると、アンモニアが生成して平衡状態に達する。この平衡反応に関するつぎの問に答えよ。ただし、窒素、水素、およびアンモニアは、すべて理想気体としてふるまうものとする。

問 i 平衡状態にあるアンモニアの物質質量に関するつぎの記述のうち、誤っているものはどれか。

1. 温度一定で、圧力を上げるとアンモニアの物質質量は増える。
2. 圧力一定で、温度を上げるとアンモニアの物質質量は増える。
3. 容器の容積と温度を一定に保ちながらネオンを加えると、アンモニアの物質質量は増える。
4. 容器の容積と温度を一定に保ちながら水素を加えると、アンモニアの物質質量は増える。
5. 容器内の温度と圧力が同じであれば触媒の量を増やしても、アンモニアの物質質量は変わらない。
6. 単位時間あたりに生成するアンモニアの物質質量と分解するアンモニアの物質質量は等しい。

問 ii 容器の容積と温度を一定に保ちながら、窒素 5.00 mol と水素 5.00 mol を反応させた。平衡状態に達した後の容器内の圧力は、反応開始時の圧力の 0.80 倍になった。このときの窒素の分圧は水素の分圧の何倍か。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

問iii 問iiの平衡状態にある混合気体を別の容器に移し、アンモニアだけを取り除いた。これに新たに窒素と触媒を加え、問iiと同じ容積と温度に保ち反応させた。平衡状態に達した後の水素とアンモニアの分圧は等しくなった。加えた窒素の物質量はいくらか。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。

mol

- 9 湿度(相対湿度)とは、空気中の水蒸気分圧と、その空気の温度における純水の飽和蒸気圧の比を百分率で表したものである。湿度が 100 % を越えた分の水蒸気は凝縮して水となる。湿度に関するつぎの問に答えよ。ただし、気体は理想気体としてふるまい、凝縮した水の体積は無視できるものとする。なお、275.0 K から 310.0 K における飽和水蒸気圧は、末尾の表に示す値であるものとする。

問 i 容積一定の 300.0 K の容器に、湿度 50.0 % の空気が入っている。容器の温度を 310.0 K にして十分な時間が経過した後、空気の湿度は何%になるか。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。

--	--

 %

問 ii 容積一定の 310.0 K の容器に、湿度 95.0 % の空気が入っている。容器の温度を  $T_c$  まで下げ、十分な時間が経過した後凝縮した水をすべて除去した。容器の温度を再び 310.0 K に戻して十分な時間が経過した後の空気の湿度は 20.0 % であった。 $T_c$  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、表中の隣り合う 2 つの温度  $T_1$  と  $T_2$  ( $T_2 = T_1 + 5.0 \text{ K}$ ) の間の温度  $T$  における飽和水蒸気圧  $P$  は、 $T_1$  と  $T_2$  での飽和水蒸気圧  $P_1$  と  $P_2$  を用いて、

$$P = P_1 + (P_2 - P_1) \frac{T - T_1}{T_2 - T_1}$$

と表すことができるものとする。

2 

--	--

 K

純水の飽和蒸気圧

温度(K)	275.0	280.0	285.0	290.0	295.0	300.0	305.0	310.0
飽和蒸気圧(hPa)	7.00	10.00	14.00	19.50	26.50	36.00	47.50	62.00

化学の問題は大きな3つのグループ、第Ⅰ問(問題1～3)、第Ⅱ問(問題4～6)、第Ⅲ問(問題7～9)から構成されている。

注意Ⅰ 問題1の問ⅰ、問ⅱ、問題3の問ⅰ、問題4の問ⅱ、問題5の問ⅲ、問題8の問ⅰ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。

解答例： 1 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

1	3	または	1	3
---	---	-----	---	---

解答例： 2 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

2	1	または	2	4
---	---	-----	---	---

注意Ⅱ その他の問題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までの適当な数字を1枠に1つ記入せよ。

解答例： 5 ベンゼン分子は何個の炭素原子で構成されているか。

5	0	6
---	---	---

解答例： 6 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。

i	6	ii
2	個	1
		個