

化 学

注 意

- 1. 問題は全部で 14 ページである。
- 2. 解答用紙に氏名を忘れずに記入すること。
- 3. 解答はすべて解答用紙に記入すること。
- 4. 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけない。
- 5. 解答用紙は必ず提出のこと。この問題冊子は提出する必要はない。

マーク・シート記入上の注意

- 1. **HB** の黒鉛筆またはシャープペンシルを用いて記入すること。
- 2. 解答用紙にあらかじめプリントされた受験番号を確認すること。
- 3. 解答する記号の ○ を塗りつぶしなさい。○で囲んだり×をつけたりしてはいけない。

解答記入例(解答が 1 のとき)

1		2	3	4	5	6	7	8	9	0	a	b	c	d	-	*
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- 4. 一度記入したマークを消す場合は、消しゴムでよく消すこと。×をつけても消したことになる。
- 5. 解答用紙をよごしたり、折り曲げたりしないこと。

次の **I** ～ **III** の答をマーク・シート解答用紙の指定された欄にマークせよ。
必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H 1.0, C 12.0, N 14.0, O 16.0, Cl 35.5
--

I 次の問 1 ～ 問 3 に答えよ。

問 1 炭素、水素、酸素からなる有機化合物 **X** について、以下の文を読み、設問
(1)、(2)に答えよ。

有機化合物 **X** 37.0 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 88.0 mg、水
45.0 mg を生じた。**X** の分子量は **1** である。**X** として考えられる構造異性
体は **2** 種類存在する。

(1) **1** にあてはまる数値として最も適切なものを①～⑩から一つ選べ。

- | | | | | |
|------|------|------|-------|-------|
| ① 42 | ② 44 | ③ 46 | ④ 58 | ⑤ 60 |
| ⑥ 62 | ⑦ 72 | ⑧ 74 | ⑨ 108 | ⑩ 128 |

(2) **2** にあてはまる数値として最も適切なものを①～⑩から一つ選べ。

- | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|------|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 | ⑤ 5 |
| ⑥ 6 | ⑦ 7 | ⑧ 8 | ⑨ 9 | ⑩ 10 |

問 2 以下の文を読み、設問に答えよ。

アニリン、*o*-クレゾール、サリチル酸、ナフタレンを含むジエチルエーテル溶液がある。この溶液について、操作A～Eを下图にしたがって行った。

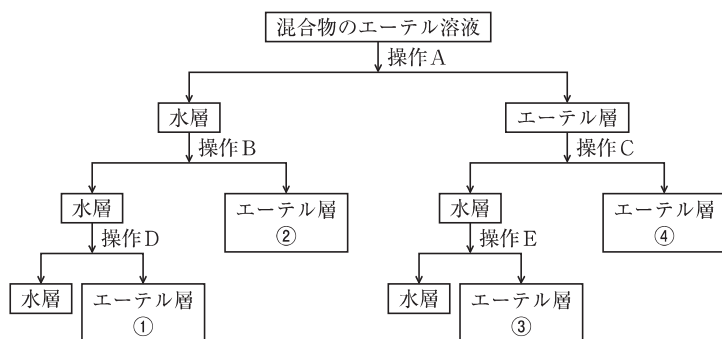
操作A 水酸化ナトリウム水溶液を加えて振り混ぜ、静置する。

操作B 常温常圧で二酸化炭素を十分に吹き込み、次にジエチルエーテルを加えて振り混ぜ、静置する。

操作C 塩酸を加えて酸性にして振り混ぜ、静置する。

操作D 塩酸を加えて酸性にし、次にジエチルエーテルを加えて振り混ぜ、静置する。

操作E 水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にし、次にジエチルエーテルを加えて振り混ぜ、静置する。



以下の化合物(1)～(4)はエーテル層①～④のどこに分離されるか。最も適切なものを①～④から一つ選べ。

- | | |
|---------------------|--------------------------------|
| (1) アニリン | <input type="text" value="3"/> |
| (2) <i>o</i> -クレゾール | <input type="text" value="4"/> |
| (3) サリチル酸 | <input type="text" value="5"/> |
| (4) ナフタレン | <input type="text" value="6"/> |

問 3 以下の文(1)、(2)を読み、設問に答えよ。

(1) マルトース 34.2 g を完全に加水分解した後、糖類の 50 % をアルコール発酵させると、エタノールは g 得られる。

にあてはまる数値として最も適切なものを①～⑩から一つ選べ。

- | | | | | |
|-------|--------|-------|--------|--------|
| ① 2.3 | ② 4.6 | ③ 9.2 | ④ 11.5 | ⑤ 18.4 |
| ⑥ 23 | ⑦ 36.8 | ⑧ 46 | ⑨ 57.5 | ⑩ 92 |

(2) 0.01 mol/L の塩化ナトリウム水溶液 10 mL を、陰イオン交換樹脂を詰めた円筒の上部から流し、純水で十分に洗い流したところ、すべての塩化物イオンが交換され、100 mL の流出液が得られた。この流出液の pH は である。

にあてはまる数値として最も適切なものを①～⑩から一つ選べ。

水のイオン積は $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ を使うこと。

- | | | | | |
|-----|------|------|------|------|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 | ⑤ 5 |
| ⑥ 9 | ⑦ 10 | ⑧ 11 | ⑨ 12 | ⑩ 13 |

Ⅱ 以下の文を読み、設問(1)～(7)に答えよ。

鉄は、赤鉄鉱や磁鉄鉱などの鉄鉱石を溶鉱炉内でコークスから生じた [9] により [10] して製造する。溶鉱炉から得られた鉄は、[11] とよばれ、炭素を約 4 % 含み、硬くてもろい。次いで、融解した [11] を転炉に移して酸素を吹きこみ、炭素含有量を 0.02 ～ 2 % に減らした鉄を [12] という。[12] は、硬くて強い。

鉄と塩酸の反応で得られた化合物の水溶液に塩素を通じると、[13] の水溶液 A になる。この水溶液 A に [14] を加えると、濃青色の沈殿が生じる。また、水溶液 A に [15] を加えると、血赤色溶液となる。これらの反応は、[16] の検出に用いられる。一方、鉄に希硫酸を加えると、水素を発生しながら溶解し、[17] の水溶液 B になる。この水溶液 B にアンモニア水を加えると、緑白色の沈殿が生じる。また、水溶液 B に [18] を加えると、濃青色の沈殿が生じる。これら二つの反応は、[19] の検出に用いられる。

(1) [9] にあてはまる最も適切な語句を次の①～⑥から一つ選べ。

- | | | |
|----------------|-----------------|-----------------|
| ① H_2 | ② CO | ③ CO_2 |
| ④ N_2 | ⑤ NH_3 | ⑥ O_2 |

(2) [10] ～ [12] にあてはまる最も適切な語句を次の①～⑧から一つ選べ。

- | | | | |
|-------|-------|------|------|
| ① 赤さび | ② 黒さび | ③ 銅 | ④ 砂鉄 |
| ⑤ 銑鉄 | ⑥ 緑青 | ⑦ 酸化 | ⑧ 還元 |

(3) [13]、[17] にあてはまる最も適切な色を次の①～⑩から一つ選べ。

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① 緑白色 | ② 淡緑色 | ③ 暗緑色 | ④ 赤褐色 | ⑤ 黄褐色 |
| ⑥ 濃青色 | ⑦ 黒色 | ⑧ 黒紫色 | ⑨ 白色 | ⑩ 無色 |

- (4) 14，15，18 にあてはまる試薬として最も適切なものを次の①～⑧から一つ選べ。

- | | |
|---|---|
| ① HCl | ② H ₂ S |
| ③ H ₂ SO ₄ | ④ NH ₃ 水 |
| ⑤ NaOH 水溶液 | ⑥ KSCN 水溶液 |
| ⑦ K ₃ [Fe(CN) ₆] 水溶液 | ⑧ K ₄ [Fe(CN) ₆] 水溶液 |

- (5) 16，19 にあてはまる最も適切な語句を次の①～③から一つ選べ。

- ① Fe ② Fe²⁺ ③ Fe³⁺

- (6) 鉄は濃硝酸に対しては不動態をつくり，溶解しない。鉄と同様に不動態をつくり濃硝酸に溶解しない金属の組み合わせを次の①～⑩から一つ選べ。20

- | | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| ① Ag, Al | ② Ag, Cu | ③ Ag, Ni | ④ Ag, Zn |
| ⑤ Al, Cu | ⑥ Al, Ni | ⑦ Al, Zn | ⑧ Cu, Ni |
| ⑨ Cu, Zn | ⑩ Ni, Zn | | |

- (7) 以下の21～24の記述で正しいものには①を，誤りを含むものには②を選べ。

21 ステンレス鋼は，鉄を主成分とし，クロムなどを含む合金である。

22 鉄(Ⅱ)イオンを含む水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると，赤褐色の沈殿が生じる。

23 鉄(Ⅲ)イオンを含む酸性水溶液に硫化水素を通じると，黒色の沈殿が生じる。

24 ヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸イオンとヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸イオンに含まれる配位子の数はどちらも6であり，錯イオンの形状はいずれも正六面体形である。

Ⅲ 次の問1，問2に答えよ。

- 問1 以下の文を読み，下線①，②の値を有効数字2桁で求め，25～30にあてはまる最も適切な数値を同じ番号の解答欄にマークせよ。気体はすべて理想気体とし，気体定数は $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ とする。

真空の密閉容器A (容積 1.0 L)，B (容積 2.0 L) を連結させた反応容器(図)を用いて以下の実験を

行った。なおコックCがついている細管の内容容積は無視できるものとする。

この容器のコックCを閉じたまま，容器Aには，温度 0℃，圧力

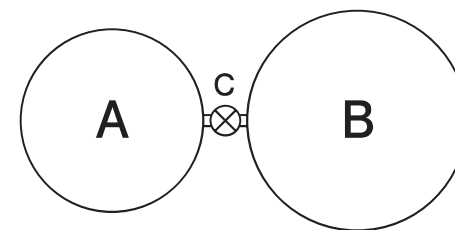


図 連結反応容器

$1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ の条件で 44.8 L を占める空気(酸素のモル分率は 0.20 とする)を入れ，容器Bには一定量の空気を入れた。容器A，B内を同じ温度に保ったところ，B内の圧力はA内の圧力の $3/4$ になった。ここで容器Aのみに紫外線を照射すると，オゾンが発生し，A内の圧力は紫外線照射前の圧力に対して 5.0 % 変化した。この反応では温度変化は生じず，発生したオゾンは，安定に存在し，反応しないものとする，紫外線照射後の容器A内の酸素のモル分率は，25・26 $\times 10^{-\text{27}}$ である。27

次にコックCを開き，容器AとB内の気体を混合して，十分に時間をおき，27℃に保った。このときの酸素の分圧は28・29 $\times 10^{\text{30}}$ Pa である。29

問 2 以下の文を読み、31、33、34にあてはまる最も適切な数値を同じ番号の解答欄にマークせよ。32および35にあてはまる最も適切な語句をそれぞれ語群 1 および 2 から一つ選べ。下線①、②の解答を有効数字 2 桁で求め36～39にあてはまる最も適切な数値を同じ番号の解答欄にマークせよ。必要ならアボガドロ定数 $= 6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ 、 $\sqrt{2} = 1.41$ 、 $\sqrt{3} = 1.73$ 、 $3.88^3 = 58.4$ を用いること。

アンモニア分子は、窒素原子と水素原子の対電子をそれぞれ提供しあう共有結合により形成される。さらにこの分子における窒素原子の31組の非共有電子対を H^+ に一方的に提供する32によりアンモニウムイオンができる。32は、水分子における酸素原子の33組の非共有電子対のうち34組を H^+ に提供してオキソニウムイオンができる際にも見られる。電子対(共有電子対、非共有電子対)は、いずれも負の電荷同士の反発で互いにできるだけ離れようとする。これによりアンモニウムイオンは正四面体形になり、オキソニウムイオンは35になる。

アンモニウムイオンと塩化物イオンの結合により塩化セシウム型のイオン結晶が形成される(図)。単位格子の 1 辺の長さ a が $3.88 \times 10^{-8} \text{ cm}$ であるとき、結晶の密度は36、37 g/cm^3 である。また、塩化物イオンとアンモニウムイオンを球とみなし、この 2 つ

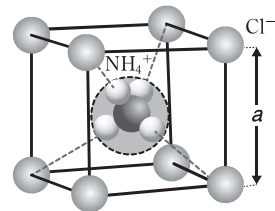


図 塩化アンモニウムの結晶構造

の球は互いに接しており塩化物イオンの半径を $1.67 \times 10^{-8} \text{ cm}$ とすると、アンモニウムイオンの半径は38、39 $\times 10^{-8} \text{ cm}$ と求まる。

②

- 語群 1 ① 水素結合 ② イオン結合 ③ 配位結合 ④ 金属結合
 語群 2 ① 直線形 ② 折れ線形 ③ 正三角形
 ④ 三角錐形 ⑤ 正四面体形

<余 白>

<余 白>

<余 白>