

### 一般入学試験

## 理 科 (100分)

### I 注意事項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子は82ページあります。各科目の出題ページは下記のとおりです。  
 物理 4～29ページ  
 化学 30～49ページ  
 生物 50～82ページ
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督員に知らせなさい。
- 4 解答用紙は2枚配付されます。解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので、その説明と解答用紙の「記入上の注意」を読み、それぞれ正しく記入し、マークしなさい。
  - ① 受験番号欄  
 受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークしなさい。正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。
  - ② 氏名欄  
 氏名・フリガナを記入しなさい。
  - ③ 解答科目欄  
 解答する科目を一つ選び、科目の下の○にマークしなさい。マークされていない場合または複数の科目にマークされている場合は、0点となります。
- 5 試験開始後30分間および試験終了前5分間は退出できません。
- 6 この表紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。この問題冊子は試験終了後回収します。

### II 解答上の注意

- 1 解答はすべて解答用紙の所定の欄へのマークによって行います。たとえば、大問 **1** の **3** と表示のある問いに対して **②** と解答する場合は、次の〈例〉のように解答番号3の解答欄の **②** をマークします。

〈例〉

<b>1</b>	<b>解 答 欄</b>									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
3	①	●	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

<b>受 験 番 号</b>			

# 化 学

すべての設問にわたって、解答に際して必要ならば次の各値を使いなさい。

原子量 H : 1.0    C : 12    N : 14    O : 16

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

気体定数  $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol}) = 8.31 \text{ J}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

$\log_{10}2 = 0.30$ ,  $\log_{10}3 = 0.48$ ,  $\log_{10}5 = 0.70$ ,  $\log_{10}7 = 0.85$

$\sqrt{2} = 1.41$ ,  $\sqrt{3} = 1.73$ ,  $\sqrt{5} = 2.24$

1 次の問1～9に答えなさい。〔解答番号  ～  〕

問1 同位体に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① すべての元素には複数の安定同位体があるので、その相対質量の加重平均を元素の原子量としている。
- ② 放射性同位体が $\beta$ 崩壊すると、質量数が減少する。
- ③  $\alpha$ 粒子はヘリウムの原子核である。
- ④ 放射性同位体の半減期は元素によらず一定である。
- ⑤ X線は放射線ではない。

問2 元素の周期律に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 電子親和力が小さいほど、陽イオンになりやすい。
- ② 金属元素の中には、非金属元素よりも電気陰性度が大きいものもある。
- ③ 同一周期の元素では、原子番号が大きいほど電子親和力が大きい。
- ④ 第一イオン化エネルギーが大きいほど、陰イオンになりやすい。
- ⑤ 第一イオン化エネルギーが大きいほど、第二イオン化エネルギーも大きい。

問3 ダイヤモンドの燃焼熱は 396 kJ/mol, 黒鉛の燃焼熱は 394 kJ/mol, 黒鉛の昇華熱は 715 kJ/mol である。ダイヤモンド中の C - C 結合の結合エネルギーとして最も近い数値を, 次の①~⑥のうちから一つ選びなさい。 3 kJ/mol

- ① 178    ② 179    ③ 300    ④ 357    ⑤ 359    ⑥ 600

問4 気体の圧力を  $p$ , モル体積を  $V_m$ , 絶対温度を  $T$ , 気体定数を  $R$  とするとき,  $Z = \frac{pV_m}{RT}$  の値を圧縮率因子という。  $Z$  は理想気体と実在気体のずれを示す。次の図は  $p$  と  $Z$  の関係を表したものであり, (c) は理想気体のグラフ, (a), (b) はある実在気体 A の  $0^\circ\text{C}$  または  $200^\circ\text{C}$  におけるグラフ, (d), (e) はある実在気体 B の  $0^\circ\text{C}$  または  $200^\circ\text{C}$  におけるグラフである。下の記述①~⑤のうち, 誤りを含むものを一つ選びなさい。 4

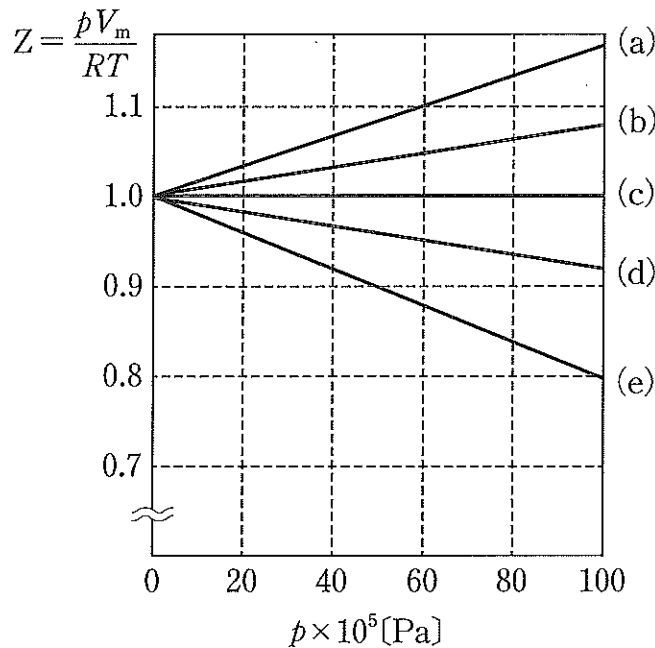


図 圧力変化に伴う圧縮率因子の理想気体からのずれ

- ① A の分子の方が B の分子よりも分子間力が大きい。  
 ② B の方が A よりも同圧下における沸点が高い。  
 ③ (d) は  $200^\circ\text{C}$ , (e) は  $0^\circ\text{C}$  のグラフである。  
 ④ 十分に高圧にすると, (d), (e) の値は 1.0 よりも大きくなる。  
 ⑤  $0^\circ\text{C}$ ,  $60 \times 10^5 \text{ Pa}$  における A のモル体積は約 0.42 L である。

問5 異性体に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 5

- ① 分子式  $C_7H_{16}$  の炭化水素は、立体異性体を含めると 10 種類ある。
- ② 分子式  $C_4H_4O_4$  のジカルボン酸は、立体異性体を含めると 2 種類ある。
- ③ 鎖状グルコースと鎖状ガラクトースは、互いに光学異性体である。
- ④  $\alpha$ -グルコースと  $\beta$ -グルコースは鏡像関係にないので、光学異性体ではない。
- ⑤ 光学異性体どうしでは、生体内での反応性が異なることがある。

問6 油脂に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 6

- ① 不飽和脂肪酸を含むものを脂肪油、含まないものを脂肪と分類する。
- ② 炭素間二重結合を多く含む油脂は、空気中に長く放置すると固まってくる。このような油脂を硬化油という。
- ③ 同質量の油脂に付加するヨウ素の質量が大きいほど、その油脂に付加する水素の体積は小さい。
- ④ 同質量の油脂のけん化に要する水酸化ナトリウムの質量が大きいほど、油脂の分子量は小さい。
- ⑤ 油脂は水溶液中ではミセル（会合コロイド）を形成して分散する。

問7 抗生物質に関する次の①～⑤の記述のうち、誤りを含むものを一つ選びなさい。

7

- ① 元来は微生物が生産する物質だが、現在では化学合成もされる。
- ② ペニシリンは細胞膜の合成を阻害して、細菌を殺す。
- ③ イギリスの細菌学者フレミングが発見したペニシリンが、最初の抗生物質である。
- ④ サルファ剤は抗菌剤だが、抗生物質ではない。
- ⑤ 抗生物質の多用によって、耐性菌が出現するという問題が生じている。

問8 還元性を示す物質として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① スクロース    ② セルロース    ③ グリコーゲン  
④ リボース    ⑤ アミロース    ⑥ アミロペクチン

問9 機能性高分子に関する次の①～⑤の記述のうち、誤りを含むものを一つ選びなさい。

- ① 海水を陽イオン交換樹脂に通し、その流出液を陰イオン交換樹脂に通すと、純水が得られる。  
② ポリアセチレンにヨウ素を添加すると、金属に近い電気伝導性を示す。  
③ ポリアクリル酸ナトリウムは高い吸水性をもつ。  
④ ポリ乳酸以外にも生分解性をもつ合成高分子がある。  
⑤ 分子量 57600 のポリ乳酸の重合度は 800 である。

2 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 4 〕

金属をその金属イオンを含む溶液に浸すと、金属と水溶液の間に電位差が生じる。この電位差は金属のイオンへのなりやすさの指標になるが、これを独立に測定することはできない。そこで、ある特定の電極を決めてその電位を0 Vとすれば、この電極を用いて他の電極の相対的な電位を定めることができる。

25℃で水素イオン濃度が1 mol/Lの水溶液に白金板を浸し、1 atm (1.013 × 10<sup>5</sup> Pa) のH<sub>2</sub>を吹き込んだ電極（標準水素電極と呼ばれ、以下SHEと略す）は、基準電極として用いられる。この条件下で進行するH<sup>+</sup>の還元反応の電位を正確に0 Vとみなす。



上付き記号の「<sup>0</sup>」は、標準状態の条件（溶液の場合は溶質が1 mol/L、気体の場合は圧力が1 atm）を表しており、E<sup>0</sup>は標準電極電位と呼ぶ。SHEを用いると他の電極の標準電極電位を測定することができる。Znの標準電極電位の測定を考えてみよう。

まず、Znを1 mol/LのZn<sup>2+</sup>の溶液に浸し、これとSHEを用いて次の図のような電池（ガルバニ電池）を作製する。

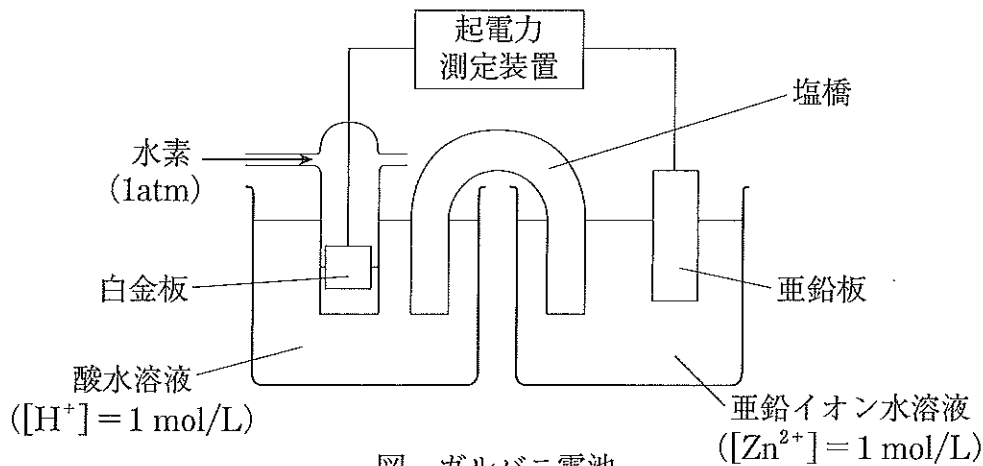


図 ガルバニ電池

この電池の場合、Zn電極の質量が減少することから、Zn電極が負極であることが予想できる ( $\text{Zn} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$ )。この電池の起電力を電圧計で測定すると0.76 Vとなる。この起電力は標準起電力  $E_{\text{cell}}^0$  と呼ばれ、慣例的に次のように定義されている。

$$E_{\text{cell}}^0 = E_{\text{正極}}^0 - E_{\text{負極}}^0$$

$E_{\text{正極}}^0$  および  $E_{\text{負極}}^0$  はそれぞれ正極、負極の標準電極電位である。よって、Zn-SHE 電池に対しては

$$E_{\text{cell}}^0 = E_{\text{H}^+/\text{H}_2}^0 - E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0$$

$$0.76 = 0 - E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0 \quad \therefore E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0 = -0.76 \text{ V}$$

となる。ここで、下付き記号の「 $\text{H}^+/\text{H}_2$ 」は  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2$  を、「 $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$ 」は  $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Zn}$  を意味する。同様に、Cuの標準電極電位の測定では、Cuを1 mol/Lの  $\text{Cu}^{2+}$  の溶液に浸し、これと SHE を用いて Cu-SHE 電池を作製する。この電池の場合、Cu 電極の質量が増加することから、Cu 電極が正極であることが予想でき ( $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}$ )、起電力を測定すると 0.34 V となる。したがって、Cu の標準電極電位は

$$E_{\text{cell}}^0 = E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 - E_{\text{H}^+/\text{H}_2}^0$$

$$0.34 = E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 - 0 \quad \therefore E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 = 0.34 \text{ V}$$

となる。

以上のデータを用いると、ダニエル電池  $\text{Zn} | \text{Zn}^{2+} (1 \text{ mol/L}) || \text{Cu}^{2+} (1 \text{ mol/L}) | \text{Cu}$  の標準起電力  $E_{\text{cell}}^0$  が 1.10 V と求められる。

次ページの表は、25°Cにおけるさまざまな物質の標準電極電位である。イオン化列はこの表に基づいてつくられている。表において、半電池反応式が SHE より上方に記された電極ほど、その標準電極電位は絶対値の大きな負の値となり、右向きの反応が **ア** ことを表している。よって、SHE より上にある半電池反応式の右辺の物質は、上に行くほど **イ** として強いことになる。一方、半電池反応式が SHE より下方に記された電極ほど、大きな正の標準電極電位をもち、右向きの反応が **ウ** ことを表している。よって、SHE より下にある半電池反応式の左辺の物質は、下に行くほど **エ** として強いことになる。なお、左向きの反応の  $E^0$  は、絶対値は等しいが符号が逆になる。しかし、半電池反応式を整数倍しても  $E^0$  の値は変わらない。このことは、 $E^0$  は電極の大きさや存在する溶液の量に依存しないことを意味している。

以上は標準状態における反応であるが、標準状態でない条件下における電池の起電力  $E$  については、次の Nernst の式が知られている。

$$E = E^0 - \frac{RT}{nF} \log_e Q$$

$R$ は気体定数,  $T$ は絶対温度,  $n$ はやり取りされる電子の物質質量,  $F$ はファラデー定数である。これを  $25^{\circ}\text{C}$  ( $298\text{ K}$ ) における式にすると,

$$E = E_{\text{cell}}^0 - \frac{0.0257}{n} \log_e Q$$

となる。また, 常用対数に変換すると,

$$E = E_{\text{cell}}^0 - \frac{0.0592}{n} \log_{10} Q$$

となる。 $Q$ は反応商と呼ばれ, 濃度と分圧が必ずしも平衡における値ではないということを除いて, 平衡定数の式と同じ形式になる。たとえば, ダニエル電池ならば, 全体の反応式が



であるので,

$$Q = \frac{[\text{Zn}^{2+}]}{[\text{Cu}^{2+}]}$$

となる。

表  $25^{\circ}\text{C}$ における主な標準電極電位

半電池反応式	$E^0$ [V]
$\text{Li}^+(\text{液}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Li}(\text{固})$	-3.05
$\text{K}^+(\text{液}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{K}(\text{固})$	-2.93
$\text{Zn}^{2+}(\text{液}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Zn}(\text{固})$	-0.76
$\text{Cr}^{3+}(\text{液}) + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{Cr}(\text{固})$	-0.74
$\text{Fe}^{2+}(\text{液}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Fe}(\text{固})$	-0.44
$\text{Cd}^{2+}(\text{液}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cd}(\text{固})$	-0.40
$\text{Co}^{2+}(\text{液}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Co}(\text{固})$	-0.28
$\text{Pb}^{2+}(\text{液}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Pb}(\text{固})$	-0.13
$2\text{H}^+(\text{液}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2(\text{気})$	0.00
$\text{Cu}^{2+}(\text{液}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}(\text{固})$	+0.34
$\text{Ag}^+(\text{液}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Ag}(\text{固})$	+0.80



問1 文中の **ア** ~ **エ** に入る語句の組合せとして最も適切なものを、次の①~⑧のうちから一つ選びなさい。 **1**

	<b>ア</b>	<b>イ</b>	<b>ウ</b>	<b>エ</b>
①	起きやすい	酸化剤	起きやすい	還元剤
②	起きやすい	還元剤	起きやすい	酸化剤
③	起きにくい	酸化剤	起きにくい	還元剤
④	起きにくい	還元剤	起きにくい	酸化剤
⑤	起きやすい	酸化剤	起きにくい	還元剤
⑥	起きやすい	還元剤	起きにくい	酸化剤
⑦	起きにくい	酸化剤	起きやすい	還元剤
⑧	起きにくい	還元剤	起きやすい	酸化剤

問2 1.0 mol/L の  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$  溶液中の Cd 電極と、1.0 mol/L の  $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$  溶液中の Cr 電極からなるガルバニ電池がある。25℃におけるこの電池の標準起電力の数値として最も適切なものを、次の①~⑨のうちから一つ選びなさい。 **2** V

- ① -1.42      ② -0.34      ③ -0.28      ④ 0.28      ⑤ 0.34  
 ⑥ 1.14      ⑦ 1.42      ⑧ 2.68      ⑨ 3.02

問3 濃淡電池では、濃度が大きい方が正極、小さい方が負極としてはたらく。生物の細胞を濃淡電池とみることにより、その膜電位を計算することができる。膜電位は筋肉細胞や神経細胞などのさまざまな種類の細胞において、膜を隔てて存在する電位差で、神経伝達や心臓の拍動に関係している。同じ種類のイオンの濃度が細胞の外側と内側で等しくないときには必ず膜電位が生じる。いま、25℃、1 atm において、ある神経細胞の内側と外側の  $K^+$ 濃度がそれぞれ 400 mmol/L、15 mmol/L のとき、発生する膜電位の数値として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。  mV

- ① -84    ② -30    ③ -29    ④ 29    ⑤ 30    ⑥ 84

問4 25℃において、 $Co + Fe^{2+} \longrightarrow Co^{2+} + Fe$  の反応が、正反応方向に自発的に進行するためには、 $[Co^{2+}]$  と  $[Fe^{2+}]$  の比  $x = \frac{[Co^{2+}]}{[Fe^{2+}]}$  が、どのような範囲である必要があるか。最も適切なものを次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

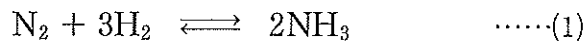
- ①  $x > 10^{-24}$     ②  $x < 10^{-24}$     ③  $x > 10^{-5.4}$     ④  $x < 10^{-5.4}$   
 ⑤  $x > 10^{-2.7}$     ⑥  $x < 10^{-2.7}$     ⑦  $x > 10^{5.4}$     ⑧  $x < 10^{5.4}$

(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

3 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号  ～  〕

アンモニアは、工業的には触媒を用いて窒素と水素から(1)式の反応で合成される。  
この反応は可逆的であり、その濃度平衡定数  $K_c$  は(2)式で表される。



$$K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3} \text{ [(mol/L)}^{-2}] \quad \dots\dots(2)$$

(1)式の反応の平衡定数は分圧を用いて表すこともでき、圧平衡定数  $K_p$  は(3)式で表される。

$$K_p = \frac{p_{\text{NH}_3}^2}{p_{\text{N}_2} \cdot p_{\text{H}_2}^3} \text{ [Pa}^{-2}] \quad \dots\dots(3)$$

ただし、 $[\text{N}_2]$ 、 $[\text{H}_2]$ 、 $[\text{NH}_3]$  はそれぞれ平衡時の窒素、水素、アンモニアのモル濃度(mol/L)を、 $p_{\text{N}_2}$ 、 $p_{\text{H}_2}$ 、 $p_{\text{NH}_3}$  はそれぞれ平衡時の窒素、水素、アンモニアの分圧(Pa)を表す。

問1 絶対温度を  $T$ 、気体定数を  $R$  として、(1)式の圧平衡定数  $K_p$  と濃度平衡定数  $K_c$

との比  $\frac{K_p}{K_c}$  を表した式として最も適切なものを、次の①～⑦のうちから一つ選び

なさい。

- ①  $(RT)^0$     ②  $RT$     ③  $(RT)^2$     ④  $(RT)^3$   
⑤  $(RT)^{-1}$     ⑥  $(RT)^{-2}$     ⑦  $(RT)^{-3}$

問2 温度を 497℃ に保っているピストン付きの耐圧密閉容器に、ピストンを固定して窒素と水素を物質比 1 : 3 で入れた。反応が起こる前の全圧は  $3.0 \times 10^7$  Pa であった。ついで、ピストンを固定したまま、触媒を加え平衡状態に達するまで反応させたところ、アンモニアの分圧は平衡後の全圧の 20% となっていた。497℃ における圧平衡定数  $K_p$  として最も近い数値を、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。ただし、触媒の体積は無視するものとする。 2 Pa<sup>-2</sup>

- ①  $1.5 \times 10^{-16}$     ②  $4.1 \times 10^{-16}$     ③  $7.9 \times 10^{-16}$     ④  $1.5 \times 10^{-15}$   
 ⑤  $4.1 \times 10^{-15}$     ⑥  $7.9 \times 10^{-15}$     ⑦  $4.1 \times 10^{-14}$     ⑧  $7.9 \times 10^{-14}$

問3 問2で平衡状態に達した後、温度を 497℃ に保ったまま、ピストンが自由に動くようにして、容器内の圧力を  $1.0 \times 10^5$  Pa に保ち平衡状態にした。この平衡状態におけるアンモニアの分圧として最も近い数値を、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、計算上、平衡後の窒素の分圧は  $2.5 \times 10^4$  Pa と近似してよいものとし、また、圧平衡定数  $K_p$  は問2で求めた数値を用いるものとする。

3 Pa

- ①  $1.3 \times 10^{-3}$     ②  $2.6 \times 10^{-3}$     ③  $1.3 \times 10^2$   
 ④  $2.6 \times 10^2$     ⑤  $1.3 \times 10^4$     ⑥  $2.6 \times 10^4$

問4 問2で平衡状態に達した後、圧力を一定に保ったまま、いくつかの操作を行った。操作と結果に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、この反応は正方向が発熱反応である。 4

- ① 塩化水素を封入しても、平衡は移動しない。  
 ② 塩化水素を封入すると、平衡は右へ移動する。  
 ③ アルゴンを封入しても、平衡は移動しない。  
 ④ アルゴンを封入すると、平衡は右へ移動する。  
 ⑤ 加熱して容器内の温度を上げても、平衡は移動しない。  
 ⑥ 加熱して容器内の温度を上げると、平衡は右へ移動する。

4 次の文章を読み、下の問1～5に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 5 〕

硫酸、硝酸、アンモニアなどは工業的に重要な化合物であり、触媒を用いて効率よく合成されている。

硫酸は ア を触媒に用いて、二酸化硫黄を酸化して三酸化硫黄とし、これを濃硫酸に溶かしてつくられる。この工業的製法を接触法という。

アンモニアは工業的には イ などの触媒を用いて、窒素と水素から直接合成される。この製造法はハーバー・ボッシュ法と呼ばれている。

次の図は硝酸の工業的製法であるオストワルト法の製造工程を表している。まず、ウ を触媒にしてアンモニアを酸化し、化合物 A とした後（反応1）、これをさらに酸化して化合物 B とする（反応2）。次にこれを温水に吸収させて硝酸とする（反応3）。このとき、同時に化合物 C が生じ、製造工程のあ～おのいずれかに再投入される。

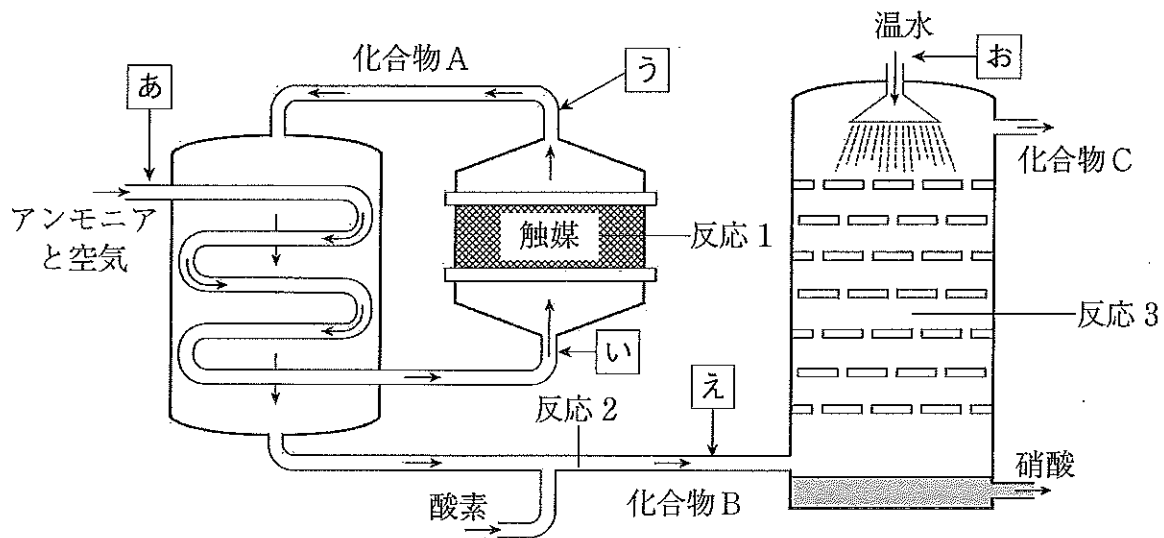


図 オストワルト法

問1 文中の **ア** ~ **ウ** に入る触媒の組合せとして最も適切なものを、次の①~⑥のうちから一つ選びなさい。 **1**

	<b>ア</b>	<b>イ</b>	<b>ウ</b>
①	$V_2O_5$	Pt	$Fe_3O_4$
②	$V_2O_5$	$Fe_3O_4$	Pt
③	Pt	$V_2O_5$	$Fe_3O_4$
④	Pt	$Fe_3O_4$	$V_2O_5$
⑤	$Fe_3O_4$	Pt	$V_2O_5$
⑥	$Fe_3O_4$	$V_2O_5$	Pt

問2 下線部について、化合物Cが再投入される製造工程として最も適切なものを、次の①~⑤のうちから一つ選びなさい。 **2**

- ① **あ**      ② **い**      ③ **う**      ④ **え**      ⑤ **お**

問3 図において、反応1における反応温度、反応2における反応温度、反応2の正反応が発熱反応か吸熱反応か、および化合物Bの色を次の①~⑧のうちから一つ選びなさい。 **3**

	反応1の 反応温度	反応2の 反応温度	反応2の 正反応	化合物Bの色
①	140℃	800℃	発熱反応	赤褐色
②	140℃	800℃	吸熱反応	無色
③	140℃	800℃	吸熱反応	赤褐色
④	140℃	800℃	発熱反応	無色
⑤	800℃	140℃	発熱反応	赤褐色
⑥	800℃	140℃	吸熱反応	無色
⑦	800℃	140℃	吸熱反応	赤褐色
⑧	800℃	140℃	発熱反応	無色

問4 次の文(a)～(d)の正誤の組合せとして最も適切なものを、下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

- (a) 化合物 A は極性分子であるので、水に溶けやすい。
- (b) 鉄は濃硝酸と反応させても、ほとんど気体の発生はみられない。
- (c) 反応 3 では、化合物 B の酸化と還元のどちらも起こっている。
- (d) 硝酸ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱すると、濃硫酸の酸化作用によって硝酸が生じる。

	(a)	(b)	(c)	(d)
①	正	正	正	誤
②	正	正	誤	誤
③	正	誤	正	正
④	正	誤	正	誤
⑤	誤	正	正	誤
⑥	誤	正	誤	正
⑦	誤	誤	正	正
⑧	誤	誤	誤	正

問5 5.10 kg のアンモニアと 16.0 kg の酸素を原料として、オストワルト法によって濃硝酸（質量パーセント濃度 60.0 %、密度 1.40 g/cm<sup>3</sup>）を製造した。生じた濃硝酸の体積の数値として、最も適切なものを次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

L

- ① 9.40    ② 12.5    ③ 18.8    ④ 22.5    ⑤ 28.2    ⑥ 37.5



(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

5 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号  ～  〕

染料や香料の原料として用いられる芳香族化合物 A について、次の実験を行った。

実験1 A の元素分析値は質量百分率で炭素 79.2%、水素 5.6%、窒素 7.1%、酸素 8.1%であり、分子量は 197 であった。

実験2 A を希塩酸で加水分解し、反応混合物にジエチルエーテルを加えて分離操作を行い、エーテル層と水層に分けた。エーテル層を濃縮したところ、芳香族化合物 B が得られた。一方、水層に水酸化ナトリウム水溶液を加えてアルカリ性にしたところ、芳香族化合物 C が得られた。

実験3 B は炭酸水素ナトリウム水溶液に気泡を発生して溶解した。

実験4 A にヨウ化メチルを作用させたところ、アミド結合の水素原子がメチル基に置換する反応が起こり、芳香族化合物 D が得られた。A と D はいずれも幾何異性体が存在する。A はすべてトランス形であったが、D はシス形とトランス形の混合物であり、ほとんどがシス形であった。

問1 A の分子式として最も適切なものを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

- ①  $C_{12}H_{11}NO$       ②  $C_{12}H_{12}NO$       ③  $C_{13}H_{11}NO$       ④  $C_{13}H_{12}NO$   
⑤  $C_{12}H_{11}NO_2$       ⑥  $C_{12}H_{12}NO_2$       ⑦  $C_{13}H_{11}NO_2$       ⑧  $C_{13}H_{12}NO_2$

問2 A, B, C の反応に関する次の①～⑤の記述のうち、誤りを含むものを一つ選びなさい。

- ① 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えても、いずれも反応しなかった。  
② さらし粉水溶液を加えると、C のみが赤紫色を呈した。  
③ 臭素水を加えると、C のみが脱色した。  
④ 無水酢酸を加えて加熱すると、C のみが反応した。  
⑤ アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて加熱しても、いずれも反応しなかった。

問3 AおよびDのベンゼン環の水素原子を一つ、塩素原子で置換した。それぞれについて生成する構造異性体の種類の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 3

	A	D
①	3種類	6種類
②	3種類	12種類
③	5種類	10種類
④	5種類	14種類
⑤	6種類	10種類
⑥	6種類	12種類
⑦	7種類	10種類
⑧	7種類	14種類

問4 Cに氷冷下で亜硝酸ナトリウムと希塩酸を作用させると芳香族化合物Eが得られた。氷冷下、Bを水酸化ナトリウム水溶液に溶かした溶液に、Eの水溶液を加えると、芳香族化合物Fのナトリウム塩が生成した。Fの構造式を次の図のように表すとき、X、Yにあてはまる構造の組合せとして最も適切なものを、下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。4

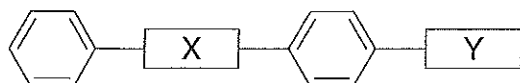


図 芳香族化合物Fの構造式

	X	Y
①	$-\text{N}=\text{N}-$	$-\text{COOH}$
②	$-\text{N}=\text{N}-$	$-\text{CHO}$
③	$-\text{N}\equiv\text{N}-$	$-\text{OH}$
④	$-\text{N}\equiv\text{N}-$	$-\text{CH}_2\text{OH}$
⑤	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ -\text{N}- \end{array}$	$-\text{OH}$
⑥	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ -\text{N}- \end{array}$	$-\text{CH}_2\text{OH}$
⑦	$-\text{N}=\text{N}-\underset{\text{H}}{\text{N}}-$	$-\text{COOH}$
⑧	$-\text{N}=\text{N}-\underset{\text{H}}{\text{N}}-$	$-\text{CHO}$

(下書き用紙)