受験番号	

令和６年度　神戸大学工学部「志」特別選抜最終選抜試験（応用化学科）

化学演習　（その１）

I　次の英文を読み、以下の問１～６に日本語で答えなさい。

To manage the environmental problems of microplastic it is important to understand and target the major pathways of microplastic into habitats with mitigation-measures. While sewage waste provides one potential route for entry of microplastics, others have been identified including fragmentation of larger items, introduction of small particles that are used as abrasives in cleaning products, and spillage of plastic powders and pellets. (a)<u>Techniques that compare the size, shape, and type of polymers may provide useful insights into the sources of the microplastic.</u> For instance, if the material originated from fragmentation, the frequency-distribution of sizes of plastic debris would be skewed to smaller irrgeular fragments from the major types of macroplastic (e.g., polyethylene, polystyrene, polypropylene) found in habitats. If, however, cleaning products were more important, we would expect most of the material to consist of fragments and spheres of polyethylene. These sources do not, however, account for the occurrence of microplastic fibers in sludge and effluent taken from sewage treatment works and soil from terrestrial habitats where sewage sludge had been applied, the source of which is more likely explained by fibers shed from clothes/textiles during washing. (b)<u>Work is therefore needed to gather information about the number, type of polymer and shape of microplastic, to assess the likelihood of microplastic entering marine habitats.</u>

habitat: （動植物の）生息地,　mitigation-measure：軽減措置,　sewage：下水,　abrasive：研磨剤,
spillage：流出,　skew：偏る,　terrestrial：陸上の,　likelihood：可能性

問１　下線部(a)、(b)を日本語に訳しなさい。なお、解答は以下の解答欄に記述しなさい。

解答欄

(a) **ポリマーのサイズ、形状、種類を比較する技術は、マイクロプラスチックの発生源についての有用な洞察を提供する可能性がある。**

(b) **従って、マイクロプラスチックが海洋生息地に侵入する可能性を評価するために、マイクロプラスチックの数、ポリマーの種類、形状に関する情報を収集する作業が必要です。**

問２　動植物の生活圏で確認される主なマイクロプラスチックのうち、本文中で示されている高分子化合物名を全て和名で挙げなさい。なお、解答は次ページの解答欄に記述しなさい。

問３　問２で挙げた高分子化合物を重合する際の化学反応式を例に従って全て記述しなさい。なお、解答は次ページの解答欄に記述しなさい。

問４　高分子化合物の主な重合反応として、付加重合・共重合・縮合重合・開環重合・付加縮合の５種類がある。問３で解答した反応は、どの重合反応に相当するか全て答えなさい。なお、解答は次ページの解答欄に記述しなさい。

受験番号	

令和６年度　神戸大学工学部「志」特別選抜最終選抜試験（応用化学科）

化学演習　（その２）

I　つづき

解答欄

問２	問３	問４
	（例）　$n\,CH_2{=}CHCl \longrightarrow -[CH_2-CHCl]_n-$	
ポリエチレン	$n\,CH_2{=}CH_2 \longrightarrow -[CH_2-CH_2]_n-$	付加重合
ポリスチレン		付加重合
ポリプロピレン		付加重合

問５　本文中で、繊維状マイクロプラスチックが衣服や布由来と推定している根拠について説明しなさい。なお、解答は以下の解答欄に記述しなさい。

解答欄

マイクロプラスチックの形状は、マイクロプラスチックの発生源となるプラスチック廃棄物の形状に依存する。大きなプラスチックの断片化や洗剤に含まれる球状の研磨剤からは繊維状のマイクロプラスチックが発生する可能性は低く、衣服や布を洗濯した際に脱落したと推定するのが妥当であるため。

問６　ある繊維製品を洗濯し、洗濯排水から繊維状マイクロプラスチック 1.4 g を得た。全量を溶媒に溶かして全体積を 0.10 L として、27℃ (300 K) における浸透圧を測定したところ、6.0×10^2 Pa であった。次の（１）および（２）に答えなさい。なお、解答は次ページの解答欄に記述しなさい。

（１）　この繊維状マイクロプラスチックの平均分子量を有効数字２桁で求めなさい。計算過程も示しなさい。ただし、浸透圧はファントホッフの法則に従うものとし、気体定数 R=8.3×10^3 Pa·L/ (mol·K)とする。

（２）　この繊維状マイクロプラスチックの平均重合度を測定したところ 1.4×10^3 であった。またこの繊維状マイクロプラスチックは単一種の高分子化合物からなり、本文中に示されている高分子化合物のいずれかであった。どの高分子化合物であるか答えなさい。またその理由も説明しなさい。

受験番号	

令和６年度　神戸大学工学部「志」特別選抜最終選抜試験（応用化学科）

化学演習　（その３）

I　つづき

解答欄

（１）

平均分子量を M とすると、ファントホッフの法則より、次式が成り立つ。

$6.0\times10^2 = ((1.4/M)/0.10)\times8.3\times10^3\times300$

$M = 1/(1.7212\times10^{-5}) = 58099 \approx 5.8\times10^4$

（２）

(1)より高分子化合物の繰り返し単位の式量 F_w は、次式の通りとなる。

$Fw = 58099/(1.4\times10^3) = 41.499 \approx 41.5$

これはポリプロピレンの繰り返し単位の式量 42 に近い。

よってポリプロピレンである。

受験番号	

令和６年度　神戸大学工学部「志」特別選抜最終選抜試験（応用化学科）

化学演習　（その４）

II　次の英文を読んで、以下の問１，２に答えなさい。ただし、化学式の後ろに、(g), (l), (s), (aq)と記述されている記号は、物質の状態がそれぞれ気体、液体、固体、水溶液であることを表しているものとする。

Acids and bases are commonly found solutions that can exist everywhere. Almost every type of liquid that we see in our daily lives consists of properties which are acidic or basic except water. They possess completely different properties and can be neutralized to form H_2O. Solutions are classified into acids and bases depending upon the type of ions produced in the solution. The acidic and basic characteristics or properties of matter are essential for the study of chemical reactions.

（中略）

Brønsted-Lowry Theory

This theory is based on protonic concept. According to this theory: An acid is one which donates proton (H^+) to other substances. Hence, it is considered as a proton donor. A base is one which accepts proton (H^+) from other substances. Hence, it is considered as a proton acceptor.

From the above-mentioned Brønsted-Lowry theory, it is considered that the underlined HCl in the following chemical equation is an acid due to the proton (H^+) donor.

$$\underline{HCl}\ (g) + H_2O\ (l) \longrightarrow H_3O^+\ (aq) + Cl^-\ (aq)$$

protonic：プロトンの,　donor：供与体,　acceptor：受容体

問１　下記の①～⑤の下線をつけた物質が、ブレンステッド・ローリーの酸塩基理論で定義された酸として働くものを全て選びなさい。また、同様に、ブレンステッド・ローリーの酸塩基理論で定義された塩基として働くものを全て選びなさい。該当する物質がない場合は“なし”と記載しなさい。

① $NaOH\ (s) + \underline{H_3O^+}\ (aq) \longrightarrow Na^+\ (aq) + 2\,H_2O\ (l)$

② $\underline{NH_4^+}\ (aq) \rightleftarrows NH_3\ (aq) + H^+\ (aq)$

③ $\underline{NH_3}\ (aq) + H_2O\ (l) \rightleftarrows NH_4^+\ (aq) + OH^-\ (aq)$

④ $\underline{CH_3COOH}\ (aq) + H_2O\ (l) \rightleftarrows CH_3COO^-\ (aq) + H_3O^+\ (aq)$

⑤ $\underline{HCO_3^-}\ (aq) + H_2O\ (l) \rightleftarrows H_2CO_3\ (aq) + OH^-\ (aq)$

解答欄

酸	①,②,④	塩基	③,⑤

問２　次の①～⑤のうち、ブレンステッド・ローリーの酸塩基理論で定義された酸にも塩基にもなりえる物質を全て選びなさい。該当する物質がない場合は“なし”と記載しなさい。

① CH_3COOH　② NaOH　③ H_2O　④ NH_3　⑤ H_2CO_3

解答欄

③

受験番号	

令和６年度　神戸大学工学部「志」特別選抜最終選抜試験（応用化学科）

化学演習　（その５）

Ⅲ　次の英文を読んで、以下の問１，２に答えなさい。

Almost amino acids are water soluble compounds and zwitterions bearing an amino group ($-NH_3^+$) and a carboxyl group ($-COO^-$) in the same molecule. The zwitterion is a proton (H^+) donor and can also be a proton (H^+) acceptor. For example, glycine dissolved in pure water is an equilibrium mixture of cations, anions and zwitterions. The ratio of each ion in solution changes by pH. Cationic glycine (**1**) releases two protons (H^+) step by step, changing to zwitterionic glycine (**2**) in first step, and to anionic glycine (**3**) in second step, and reaching the following equilibrium state.

$$\underset{(\mathbf{1})}{\underline{H_3N^+-CH_2-COOH}} \rightleftarrows \underset{(\mathbf{2})}{\underline{H_3N^+-CH_2-COO^-}} + H^+ \quad \text{(Ionization constant } K_1 = 5.0\times10^{-3}\text{ mol/L)}$$

$$\underset{(\mathbf{2})}{\underline{H_3N^+-CH_2-COO^-}} \rightleftarrows \underset{(\mathbf{3})}{\underline{H_2N-CH_2-COO^-}} + H^+ \quad \text{(Ionization constant } K_2 = 2.0\times10^{-10}\text{ mol/L)}$$

Defining $pK_i = -\log_{10} K_i$, pK_1 and pK_2 are 2.3 and 9.7, respectively.

The concentration ratio of each ion of glycine in aqueous solution at pH 2.3 is as follows.

Cation : Anion : Zwitterion = $\boxed{①}$: $10^{-7.4}$: 1.0

On the other hand, the concentration ratio of each ion of glycine in aqueous solution at pH 8.3 is as follows.

Cation : Anion : Zwitterion = $10^{-6.0}$: $\boxed{②}$: 1.0

cation：陽イオン，　anion：陰イオン，　zwitterion：双性イオン（両性イオン），　glycine：グリシン

問１　①, ②に当てはまる数値を答えなさい。

解答欄

①	陽イオン濃度[C], 陰イオン濃度[A], 双性イオン濃度[Z]とすると、 $K_1=[Z][H^+]/[C]$ $pK_1=2.3$ の時　$K_1=10^{-2.3}$ mol/L 今、pH=2.3 の時　$[H^+]=10^{-2.3}$ mol/L　だから、 $10^{-2.3}=([Z]\times10^{-2.3})/[C]$ [C] =[Z]　　∴　①＝1.0
②	陽イオン濃度[C], 陰イオン濃度[A], 双性イオン濃度[Z]とすると、 $K_2=[A][H^+]/[Z]$ $pK_2=9.7$ の時　$K_2=10^{-9.7}$ mol/L 今、pH=8.3 の時　$[H^+]=10^{-8.3}$ mol/L　だから、 $10^{-9.7}=([A]\times10^{-8.3})/[Z]$ $[A]=(10^{-9.7}/10^{-8.3})\times[Z]=10^{-1.4}\times[Z]$　　∴　②＝$10^{-1.4}$

受験番号	

令和６年度　神戸大学工学部「志」特別選抜最終選抜試験（応用化学科）

化学演習　（その６）

Ⅲ　つづき

問2　今、グリシンの各イオンの電荷の総和が 0 となったとする。この時のグリシン水溶液のプロトン（水素イオン）濃度と pH を求めなさい。

解答欄

グリシンの各イオンの電荷の総和が 0 となるとき、陽イオン濃度[C], 陰イオン濃度[A], 双性イオン濃度[Z]とすると、[C]=[A]がなりたつ。

今、$K_1=[Z][H^+]/[C]$　で　$K_2=[A][H^+]/[Z]$　より、[C]=[A]から

$K_1\times K_2=([Z][H^+]/[C])\times([A][H^+]/[Z])$

$K_1\times K_2=[H^+]^2$

となる。

よって、

$[H^+]=(K_1\times \underline{K_2})^{1/2}=(10^{-2.3}\times 10^{-9.7})^{1/2}=(10^{-12.0})^{1/2}=10^{-6.0}$　mol/L

$pH=-\log_{10}10^{-6}=6.0$

受験番号	

令和６年度　神戸大学工学部「志」特別選抜最終選抜試験（応用化学科）

化学演習　（その７）

IV　次の英文を読んで、以下の問 1～4 に答えなさい。ただし、有効数字 2 桁まで求めなさい。また、必要なら次の数値を用いなさい。

$\sqrt{2}=1.4,\quad \sqrt{3}=1.7,\quad \sqrt{5}=2.2,\quad \sqrt{7}=2.6$

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

平方根を用いる場合は、整数に近似（小数点以下を四捨五入）してから計算しなさい。例 1 にその解答方法の例を示す。

例 1)　$\sqrt{3.2\times10^4} \fallingdotseq \sqrt{3}\times10^2 = 1.7\times10^2$,

$\sqrt{5.9\times10^6} \fallingdotseq \sqrt{6}\times10^3 = \sqrt{3}\times\sqrt{2}\times10^3 = 1.7\times1.4\times10^3 \fallingdotseq 2.4\times10^3$

また、対数を用いる場合も、整数に近似（小数点以下を四捨五入）してから計算しなさい。例 2 にその解答方法の例を示す。

例 2)　$\log_{10}(2.7\times10^6)\fallingdotseq\log_{10}(3\times10^6)=(\log_{10}3)+(\log_{10}10^6)=0.48+6 \fallingdotseq 6.5$

Percentage weight concentration of carbon dioxide is contained 0.063 % in the atmosphere. Using the solubility and ionization of carbon dioxide and the law of partial pressure, the pH of rainwater can be calculated as follows.

At 20 °C and 1.0×10^{-5} Pa (=1 atm), 870 mL of carbon dioxide gas dissolves in 1.0 L of water. Since the density of carbon dioxide under the same condition is 0.0018 g/cm^3, $\boxed{①}$ g of carbon dioxide dissolves in 1.0 L of water. However, due to the low weight percent concentration of carbon dioxide (0.063 %) in the atmosphere, $\boxed{②}$ g of the carbon dioxide in the atmosphere dissolves in 1.0 L of water. Therefore, molar concentration of the carbon dioxide in the solution is $\boxed{③}$ mol/L.

Carbon dioxide becomes carbonic acid when dissolved in water. Carbonic acid ionizes in the following two steps:

$H_2CO_3 \rightleftarrows H^+ + HCO_3^-$ (Ionization constant: $K_1= 4.4\times10^{-7}$ mol/L)

$HCO_3^- \rightleftarrows H^+ + CO_3^{2-}$ (Ionization constant: $K_2= 5.6\times10^{-11}$ mol/L)

This ionization can be approximated as if only the first step occurs.

rainwater：雨水,　atmosphere：大気,　ionization constant：電離定数,　approximate：近似する

問1　二酸化炭素（CO_2）の分子量を 44 として、①～③に当てはまる数値を答えなさい。

解答欄

①	$0.87\times1000\times0.0018=1.566 \fallingdotseq 1.6$	②	$1.6\times0.063/100$ $=1.0\times10^{-3}$　[or 9.9×10^{-4}（1.566 で計算）]
③	$1.0\times10^{-3}/44\fallingdotseq2.3\times10^{-5}$（$9.9\times10^{-4}$ で計算しても同じ）		

受験番号	

令和６年度　神戸大学工学部「志」特別選抜最終選抜試験（応用化学科）

化学演習　（その８）

IV　つづき

問2　炭酸(H_2CO_3)の電離度 α を計算しなさい。

解答欄

$$\frac{c\alpha \cdot c\alpha}{(1-\alpha)c} = K_1$$

$$c\alpha^2 + K_1\alpha - K_1 = 0$$

$$\alpha = \frac{-K_1 \pm \sqrt{K_1^2 + 4cK_1}}{2c}$$

$$= \frac{-4.4\times10^{-7} \pm \sqrt{(4.4\times10^{-7})^2 + 4\times2.3\times10^{-5}\times4.4\times10^{-7}}}{2\times2.3\times10^{-5}}$$

$$= \frac{-4.4\times10^{-7} \pm \sqrt{40.29\times10^{-12}}}{4.6\times10^{-5}}$$

$$= \frac{-0.44\times10^{-6} \pm (\sqrt{5}\times2\times\sqrt{2})\times10^{-6}}{4.6\times10^{-5}}$$

$$= \frac{-0.44\times10^{-6} \pm 6.16\times10^{-6}}{4.6\times10^{-5}}$$

$$\fallingdotseq 1.2\times10^{-1}$$　（$\alpha>0$より）

問3　雨水中のプロトン(水素イオン)濃度を計算しなさい。

解答欄

$[H^+] = c\alpha = 2.3\times10^{-5}\times1.2\times10^{-1} \fallingdotseq 2.8\times10^{-6}$ mol/L

問4　雨水の pH を求めなさい。

解答欄

$$pH = -\log_{10}(2.8\times10^{-6})$$

$$= -\log_{10}3 + 6.0$$

$$= -0.48 + 6 \fallingdotseq 5.5$$