

化 学 (その 1)

必要ならば, $H = 1.00$, $C = 12.0$, $O = 16.0$, 気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ を用いよ。

第 1 問 以下の問い合わせ(問 1 ~ 5)に有効数字 2 術で答えよ。ただし, 25 °Cにおける水のイオン積 $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$, 純水の密度を 1.0 g/cm³, 強酸・強塩基の電離度を 1.0, $\log_{10} 3 = 0.48$ とする。

問 1 25 °Cの純粋な水の電離度はいくらか。

問 2 純水に塩酸を加えて 25 °Cの $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ 塩酸をつくった。この溶液中でも水はわずかに電離している。このとき, 水の電離度はいくらになったか。

問 3 60 °Cにおける水のイオン積は, 25 °Cにおける水のイオン積の 10 倍大きい値である。60 °Cの純水の pH の値はいくらか。

問 4 25 °Cと 60 °Cの 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液の pH の値はそれぞれいくらか。

問 5 純水に二酸化炭素を溶解させたときに生じる炭酸は, 次式で示すように電離して平衡状態になる。



25 °Cにおける (1)式の電離定数 K_1 は $4.5 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$, (2)式の電離定数 K_2 は $4.7 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$ である。炭酸水溶液の水素イオン濃度や pH を求めるときには, $K_1 \gg K_2$ であるから, (1)式の第 1 電離のみを考えればよい。

25 °Cの純水 1.0L に $2.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ の二酸化炭素を溶解させて炭酸水溶液をつくったとき, この水溶液の pH の値はいくらか。ただし, 溶解させた二酸化炭素は完全に炭酸になり, 二酸化炭素の溶解による溶液の温度や体積の変化はないものとする。

第 2 問 次の文章を読み, 以下の問い合わせ(問 1 ~ 3)に答えよ。

問 1 (a) ~ (d) の分子またはイオンのうち極性がないものはどれか。以下の①, ②, ③ …の中から一つだけ選び, 番号で答えよ。

- (a) NH₃ (b) CH₂Cl₂ (c) H₃O⁺ (d) CO₂

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① aのみ | ② bのみ | ③ cのみ | ④ dのみ | ⑤ aとb |
| ⑥ aとc | ⑦ aとd | ⑧ bとc | ⑨ bとd | ⑩ cとd |

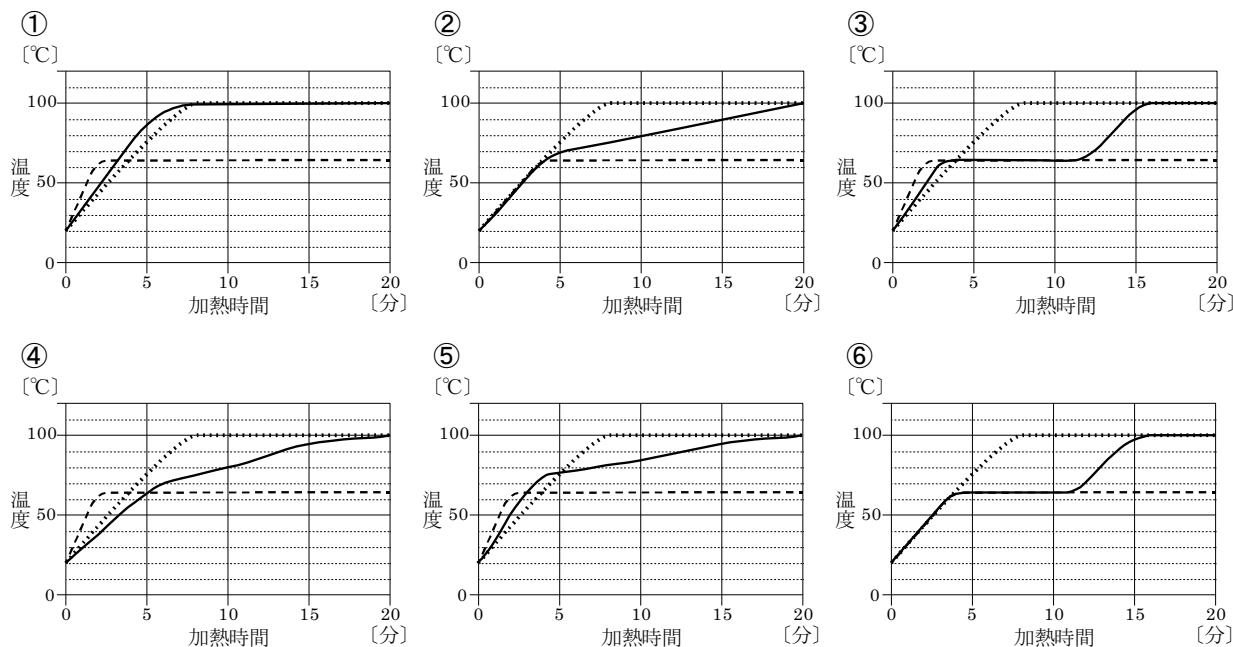
化 学 (その 2)

問2 (a) ~ (c) の塩について、それぞれ 0.1 mol/L の水溶液をつくった。このときの水溶液の pH の値の大小について正しいのはどれか。以下の①, ②, ③…の中から一つだけ選び、番号で答えよ。

(a) 酢酸カリウム (b) 硫酸水素ナトリウム (c) 硫酸アンモニウム

- ① $a > b > c$ ② $a > c > b$ ③ $b > a > c$
 ④ $b > c > a$ ⑤ $c > a > b$ ⑥ $c > b > a$

問3 下の①～⑥のグラフにおいて、点線(-----)は体積 $V[\text{L}]$ の純水を、室温・常圧のもとで一定の火力で加熱したときの温度変化を示している。このときと同じ容器を用い、同じ加熱条件で同じ体積 $V[\text{L}]$ の純粋なメタノールを加熱したときの温度変化を破線(----)で、同じ体積 $V[\text{L}]$ の水とメタノールの混合物を加熱したときの温度変化を実線(—)で表わしたとき、もっとも近いものはどれか。①, ②, ③…の中から一つだけ選び、番号で答えよ。



化 学 (その 3)

第3問 次の文章を読み、以下の問い合わせ(問1～6)に答えよ。

温度・体積・圧力などを自由に変更できる容器A, B, C, Dが仕切られ、連結している。以下の操作(操作1～5)を行った。ただし、気体成分の水への溶解は無視して考えよ。

操作1 ①1.0Lの容器Aにアセチレンを、3.0Lの容器Bに水素を、5.0Lの容器Cに酸素を、10Lの容器Dに液体の水を満たした。なお、これらの気体は27°C・同一の圧力での体積である。

操作2 容器A, B間の仕切りを外し、気体を逃がさないように触媒を加えて反応を完全に進行させたのち、温度を27°Cにした。

操作3 容器B, C間の仕切りも外し、気体を逃がさないようにして完全に燃焼させたのち、温度を127°Cにした。このとき容器内には気体しか存在しなかった。

操作4 次に、この容器A, B, Cの合わせた体積を20Lに変化させ、温度を27°Cにした。

操作5 容器C, D間の仕切りも外し、27°Cで十分な時間放置した。その後、容器A, B, C, Dの体積(30L)を変化させずに、容器内にアルゴンを全体の圧力が1.5倍になるまで注入した。

問1 下線部①の容器Aを体積1.0Lのまま127°Cに加熱したとき、圧力は $4.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ となった。容器Aに入ったアセチレンの物質量 $n_{Ac}[\text{mol}]$ はいくらか。なお、気体成分は、理想気体としてふるまうものとする。

問2 操作2の終了後、反応前の圧力を $p_1[\text{Pa}]$ とすると、反応終了後の容器A, B内の圧力 $p_2[\text{Pa}]$ の値はいくらか。

問3 操作3の終了後、容器A, B, C内にどの気体がどのような比率で存在するか。もっとも簡単な整数比で答えよ。解答欄には、 $[\text{Cl}_2 : \text{N}_2 = 1 : 5]$ のように記せ。

問4 操作1, 2, 3終了時点での化合物中の炭素原子の酸化数を示せ。

問5 操作4の終了後、反応で生成した水のうち、液化した割合[%]はいくらか。有効数字2桁で答えよ。なお、27°Cでの水の飽和蒸気圧を $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$ であるとする。

問6 操作5の終了後の水蒸気の分圧[Pa]はいくらか。有効数字2桁で答えよ。

化 学 (その 4)

第4問 A群 各項 (1) ~ (6) にあげた 2つの物質イ, ロを互いに区別するのにもっとも適切な操作を **B群** の操作① ~ ⑨の中から選び、その操作によってイ, ロいずれかに起こる変化を **C群** の変化 a ~ hの中から選べ。さらに、**B群** の操作で反応する物質を **A群** のイとロから選び、イ, ロの記号で答えよ。なお、**B群** および **C群** から同じ記号を 2 回以上選んではならない。

[A群]

各項	イ	ロ
(1)	フマル酸	マレイン酸
(2)	アミロペクチン	スクロース
(3)	エタノール	メタノール
(4)	ニトロベンゼン	アニリン
(5)	含水エタノール	無水エタノール
(6)	酢酸	ギ酸

[B群]

①	希塩酸を加える
②	金属ナトリウムを加える
③	アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて温める
④	水酸化ナトリウム水溶液を加えて温める
⑤	硫酸銅(II)無水物を加える
⑥	ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて温める
⑦	アルカリ性にして硫酸銅(II)水溶液を加える
⑧	ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を加える
⑨	加熱する

[C群]

a	銀鏡を生じる
b	塩を生じて溶ける
c	水素を発生する
d	赤紫色を呈する
e	青色を呈する
f	赤色の沈殿を生じる
g	特有の臭気が発生する
h	脱水反応が起こる

化 学 (その 5)

第5問 次の文章を読み、以下の問い合わせ（問1～3）に答えよ。

- (1) フェノール樹脂(図1①)は、フェノールと化合物Aの間に起こる反応と、それに引き続いて起こる反応が繰り返される（ア）によってつくられる。触媒に酸を用いると（イ），塩基を用いると（ウ）とよばれる物質が生成し、これらをさらに加熱処理すると三次元網目構造をもつフェノール樹脂ができる。フェノール樹脂は（エ）性樹脂に分類され、電気絶縁性にも優れるため、電気機器や電子回路基板などに使用される。
- (2) ブタジエンゴム(図1②)は、化合物Bが重合してできる合成ゴムである。（オ）形と（カ）形が存在するが、天然ゴムに近い弾力性をもっているのが（オ）形である。また、スチレンと化合物Bを適切な比率で（キ）重合させると、スチレンブタジエンゴムが得られる。スチレンブタジエンゴムは耐摩耗性に優れ、自動車のタイヤなどに使用される。
- (3) 合成繊維には重合の仕方の違いによって、ポリアミド、ビニロン、ポリエステルなどがある。この中でポリアミドに分類されるナイロン66は、a.アジピン酸とヘキサメチレンジアミンが（ク）重合してできる。ナイロン66は絹に似た触感があるが吸湿性に乏しい。一方、ビニロンは化合物Cを原料としてつくられる合成繊維である。化合物Cを（ケ）重合させてできる化合物Dを、水酸化ナトリウム水溶液中で加水分解すると、ポリビニルアルコール(図1③)が生じる。これを（コ）化して-OHの数を減らして、水に溶けなくすることによりビニロンが生成する。ビニロンは適度な吸湿性をもち耐摩耗性にも優れるので、衣料やテントなどに使用される。

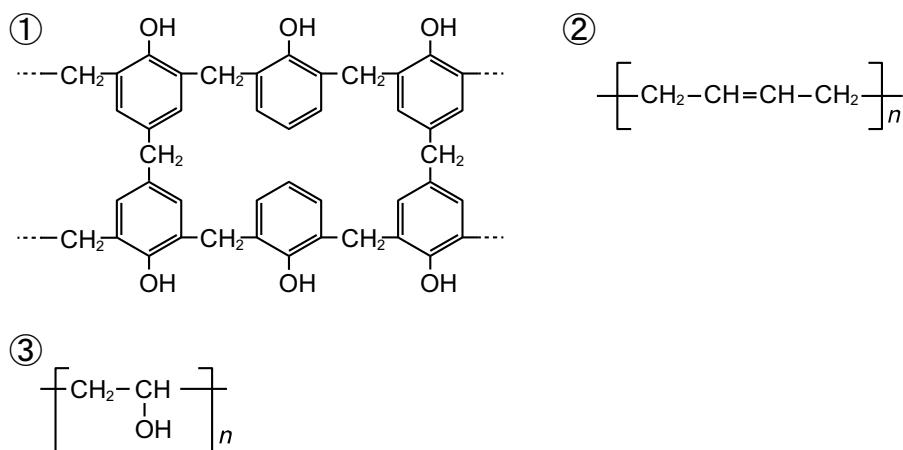


図1

化 学 (その 6)

問 1 化合物 A, B, C の構造式を図 1 にならって書け。

問 2 (ア) ~ (コ) に適切な語句を入れよ。なお、同じ語句を 2 回以上使用してはならない。

問 3 10.0 kg のアジピン酸(分子量 146) に、反応に過不足のないヘキサメチレンジアミン(分子量 116) を加えて、下線部 a の反応を行ったところ、平均重合度が 1.00×10^3 のナイロン 66 が生成した。生成したナイロン 66 は理論上では何 kg となるか。なお、反応は 100 % 進行したものとする。有効数字 3 術で求めよ。

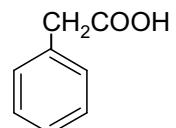
第 6 問 次の文章を読み、以下の問い合わせ(問 1 ~ 4)に答えよ。

炭素、水素および酸素からなる 25.5 g のエステル A を完全に加水分解すると、カルボン酸 B と 15.0 g の第一級アルコール C が得られた。化合物 C の成分元素の質量百分率は、炭素 60.0 %、水素 13.4 %、酸素 26.6 % であった。①36.0 g のカルボン酸 B とそれと等しい mol 数である 19.2 g のメタノールを少量の濃硫酸の存在下で反応させたところ、29.6 g の化合物 D が生成して平衡に達した。 化合物 C を濃硫酸と約 170 °C で加熱すると、常温常圧では気体である化合物 E が得られた。この化合物 E を酸触媒を用いてベンゼンと反応させると、化合物 F が得られた。

問 1 化合物 C の分子式を求めよ。

問 2 カルボン酸 B の分子量を求めよ。

問 3 化合物 A と F の構造式を構造式の例にならって書け。



構造式の例

問 4 下線部①の反応における平衡定数 K を求めよ。ただし、反応の前後で混合液の体積・温度は変わらないものとする。答えは、有効数字 3 術で求めよ。