

# 化 学 (その 1)

## 解 答 用 紙

工学部「基盤工学科」志願者は第 1 問～第 3 問を解答せよ。

農学部「生物資源科学科」, 「応用生命化学科」, 「森林科学科」志願者は第 1 問と第 2 問を解答せよ。

### 第 1 問

点
---

問 1	(1)	[A] $C_2H_5OC_2H_5$	[B] $CH_2CH_2$
	(2)	[化学反応式] $NaCl + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + HCl$	
	(3)	[計算過程] 濃硫酸 1 L (1000 mL) の質量は, $1.8 \times 1000 = 1800 \text{ g}$ 質量パーセント濃度が 98% なので, 溶液中の硫酸の質量は $1800 \times 0.98 \text{ g}$ 硫酸の分子量は 98 なので, モル濃度は, $1800 \times 0.98 \div 98 = 18 \text{ mol/L}$ はかり取った体積を $x \text{ [mL]}$ とすると, $18 \times x / 500 = 2.7$ よって, $x = 75$	
			[体積] <b>75</b> mL
	(4)	[計算過程] $H^+$ の物質量は, $(0.050 \times 2 \times 10 / 1000) - (0.10 \times 9 / 1000) = 1.0 \times 10^{-4} \text{ [mol]}$ これが水 50 mL 中にあるので, $H^+$ のモル濃度 [mol/L] は, $1.0 \times 10^{-4} \times 1000 / 50 = 2.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ よって $pH = -\log_{10}(2.0 \times 10^{-3})$ $= 3.0 - \log_{10} 2$ $= 3.0 - 0.30 = 2.70$	
			[pH] <b>2.7</b>
	(5)	[化学反応式] $Cu + 2H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$	
	(6)	[化学反応式] $CuO + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + H_2O$	
(7)	[a] <b>4</b>	[b] <b>6</b>	[c] <b>6</b> [d] <b>3</b>
(8)	[理由] $CuSO_4$ は強酸 ( $H_2SO_4$ ) と弱塩基 ( $Cu(OH)_2$ ) が中和してできた塩であるので, $CuSO_4$ の水溶液は, 加水分解して酸性を示す。		

第 1 問	第 2 問	第 3 問	合 計

問 1	(9)	<p>[計算過程]</p> <p>60°Cで飽和水溶液140gにCuSO<sub>4</sub>が40.0g溶けているので、飽和水溶液200gには、<math>200 \times 40.0 / 140 = 57.1</math>gのCuSO<sub>4</sub>が含まれる。CuSO<sub>4</sub>の式量は160、CuSO<sub>4</sub>・5H<sub>2</sub>Oの式量は250であるから、析出するCuSO<sub>4</sub>・5H<sub>2</sub>Oの質量をx [g]とすると、10°Cの結晶析出後の飽和水溶液の質量と溶質(硫酸銅(Ⅱ)無水物)の質量との関係は、<math>15.0 / (100 + 15.0) = (57.1 - x \times 160 \div 250) / (200 - x)</math>である。</p> <p>これを解いて、<math>x = 60.9</math> g</p>	<p>[結晶の質量]</p> <p style="text-align: center;">61</p> <p style="text-align: right;">g</p>
問 2	(1)	<p>[計算過程]</p> <p>x [mol] 電子が流れたとすると、          正極の質量増加量は<math>64.0 \times x / 2</math> [g]          負極の質量減少量は<math>65.0 \times x / 2</math> [g]          合計の質量が0.60 g減少するので、  <math>64.0 \times x / 2 - 65.0 \times x / 2 = -0.6</math>          これを解いて <math>x = 1.2</math> mol</p>	<p>[電子の物質量]</p> <p style="text-align: center;">1.2</p> <p style="text-align: right;">mol</p>
	(2)	<p>[理由]</p> <p>各電極に用いる電解液が混合するのを防ぎ、イオンのみを通過させて電気的なバランスをとるため。</p>	
問 3	(1)	<p>[電極Aで起こる反応のイオン反応式]</p> <p style="text-align: center;"><math>2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-</math></p>	
		<p>[電極Bで起こる反応のイオン反応式]</p> <p style="text-align: center;"><math>\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}</math></p>	
		<p>[電極Cで起こる反応のイオン反応式]</p> <p style="text-align: center;"><math>2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-</math></p>	
		<p>[電極Dで起こる反応のイオン反応式]</p> <p style="text-align: center;"><math>\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}</math></p>	
	(2)	<p>[計算過程]</p> <p>電極Dで銅が1.6 g増加したので、          流れる電子は <math>1.6 \div 64.0 \times 2 = 0.05</math> mol          電極AとCでは電子1 molにつき、          0.25 molの酸素がそれぞれ発生する。          発生する酸素のモル数は  <math>(0.25 + 0.25) \times 0.05 = 0.025</math> mol          よって捕集した気体の体積は、  <math>22.4 \times 0.025 = 0.56</math> L</p>	<p>[気体の体積]</p> <p style="text-align: center;">0.56</p> <p style="text-align: right;">L</p>

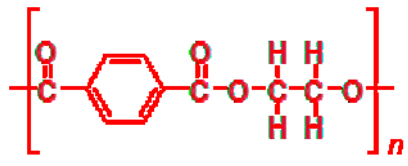
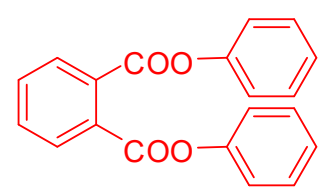
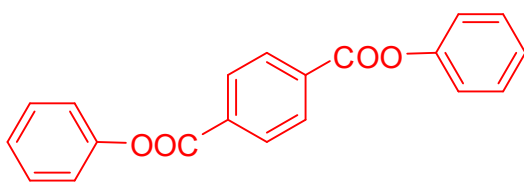
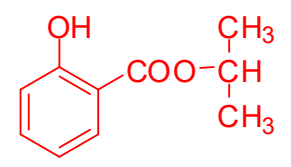
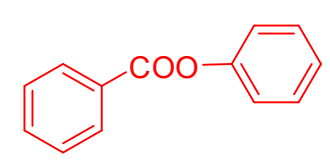


# 化学 (その2)

## 解答用紙

### 第2問

点
---

問1	(1)	[Aの名称] <b>ポリエチレンテレフタレート(略称PETも可)</b>
		[Aの構造式] 
	(2)	[計算過程] <b>PETの燃焼式は以下の通り,</b> $(C_{10}H_8O_4)_n + 10n O_2 \rightarrow 10n CO_2 + 4n H_2O$ <b>PETの分子量は192nで表せるから, PET 1000 g を燃焼時に発生する二酸化炭素の物質量は</b> $1000/(192n) \times 10n = 52.1 \text{ mol}$
		[二酸化炭素の物質量] <b>52</b> mol
	(3)	[脱水生成物の名称] <b>無水フタル酸</b>
	(4)	[Bの構造式] 
		[Cの構造式] 
	[BとのCの関係] <b>(構造)異性体</b>	
(5)	[化合物(ア)の番号] <b>13</b>	
	[化合物(イ)の番号] <b>7</b>	
(6)	[Dの構造式] 	
(7)	[Eの構造式] 	

(1)	①	[a] 6	[b] 10	[c] 5	②	[d]	[e]	[f]	
(2)	[ア]	細胞壁			[イ]	水素			
	[ウ]	再生繊維			[エ]	半合成繊維			
	[オ]	アミラーゼ (α-アミラーゼ)			[カ]	セルラーゼ			
	[キ]	肝臓			[ク]	筋肉			
問2	(3)	<p>[計算過程]</p> <p>セルロースの加水分解反応は以下のよう進む。</p> $(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \rightarrow nC_6H_{12}O_6$ <p>セルロースの分子量は<math>162n</math>なので、200 gのセルロースは<math>200/(162n)</math> [mol]</p> <p>上式より、セルロース1 molから分子量180のグルコースが<math>n</math> [mol]得られるので</p> $\frac{200}{162n} \times 180 \times n = 222.2$							
							[グルコースの質量]	222	g
	(4)	<p>[計算過程]</p> <p>エステル結合の加水分解反応は</p> $[C_6H_7O_2(OCOCH_3)_3]_n + nH_2O \rightarrow [C_6H_7O_2(OH)(OCOCH_3)_2]_n + nCH_3COOH$ <p>と表すことができる。トリアセチルセルロースおよびジアセチルセルロースの分子量は、それぞれ<math>288n</math>および<math>246n</math>なので、必要なトリアセチルセルロースを<math>w</math> [g]とすると</p> $\frac{288n}{246n} = \frac{w}{41}$ $w = \frac{288n}{246n} \times 41 = 48.0$							
						[トリアセチルセルロースの質量]	48	g	
(5)	<p>[計算過程]</p> <p>浸透圧を<math>\pi</math> [Pa], 溶液のモル濃度を<math>c</math> [mol/L], 気体定数を<math>R</math> [Pa·L/(mol·K)], 絶対温度を<math>T</math> [K]とする。</p> <p>ファンツホッフの式 <math>\pi = cRT</math> より、平均分子量を<math>M</math>とすると</p> $1.2 \times 10^2 = \frac{120 \times 10^{-3}}{M \times 80 \times 10^{-3}} \times 8.3 \times 10^3 \times (273 + 27)$ <p>これを解いて <math>M = 31125</math></p>								
						[平均分子量]	3.1 × 10 <sup>4</sup> (31000)		



# 化学 (その3)

## 解答用紙

### 第3問

点
---

問 1	化学種	NH <sub>3</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	HNO <sub>3</sub>
	酸化数	-3	+2	+4	+5
問 2	(1)	[化学反応式] $\text{Cu} + 4 \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{NO}_2 \quad \text{など}$			
	(2)	[方法] 下方置換  [理由] 二酸化窒素は空気より重く、水に溶けやすいため			
問 3	(1)	[計算過程] $\begin{aligned} \text{NOの分圧} & 1.0 \times 10^5 \times 240/300 = 8.0 \times 10^4 \text{ Pa} \\ \text{N}_2\text{の分圧} & 1.0 \times 10^5 \times (300-240)/300 = 2.0 \times 10^4 \text{ Pa} \\ \text{溶解したNO} & 2.1 \times 10^{-3} \times (8.0 \times 10^4)/(1.0 \times 10^5) \times 2 \\ & = 33.6 \times 10^{-4} = 3.4 \times 10^{-3} \text{ mol} \\ \text{溶解したN}_2 & 6.8 \times 10^{-4} \times (2.0 \times 10^4)/(1.0 \times 10^5) \times 2 \\ & = 27.2 \times 10^{-5} = 2.7 \times 10^{-4} \text{ mol} \end{aligned}$			
		[一酸化窒素の物質量] $3.4 \times 10^{-3}$ mol		[窒素の物質量] $2.7 \times 10^{-4}$ mol	
	(2)	[計算過程] $\begin{aligned} \text{NOの分圧} & 1.0 \times 10^5 - 199.1 \times 10^2 \\ & = 100000 - 19910 \\ & = 80090 \\ & = 8.0 \times 10^4 \text{ Pa} \\ \text{溶解したNO} & 1.3 \times 10^{-3} \times (8.0 \times 10^4)/(1.0 \times 10^5) \times 2 \\ & = 20.8 \times 10^{-4} \\ & = 2.1 \times 10^{-3} \text{ mol} \end{aligned}$			
				[一酸化窒素の物質量] $2.1 \times 10^{-3}$ mol	

問 4	(1)	[四酸化二窒素の物質質量] $n(1-\alpha)$ mol	[二酸化窒素の物質質量] $2n\alpha$ mol
	(2)	[四酸化二窒素の濃度] $n(1-\alpha)/V$ mol/L	[二酸化窒素の濃度] $2n\alpha/V$ mol/L
	(3)	$K = \frac{\left(\frac{2n\alpha}{V}\right)^2}{\frac{n(1-\alpha)}{V}} = \frac{4n^2\alpha^2}{n(1-\alpha)V} = \frac{4n\alpha^2}{(1-\alpha)V}$	
	(4)	<p>[計算過程]</p> <p><math>N_2O_4</math> を <math>x</math> [mol] とすると  <math>[NO_2] = 2.0/4.0 = 0.50</math> [mol/L] , <math>[N_2O_4] = x/4.0</math> [mol/L]  <math>1.0 \times 10^{-1} = 0.50^2 / (x/4.0)</math> より、  <math>x = (0.50^2 \times 4.0) / (1.0 \times 10^{-1}) = 10</math> mol</p>	
			[四酸化二窒素の物質質量] <b>10</b> mol
	(5)	[解離度 $\alpha$ の変化] <b>(あ)</b>	[気体の色の変化] <b>(き)</b>
	(6)	<p>[発熱反応と吸熱反応のどちらか] <b>吸熱反応</b></p> <p>[理由]  <b>温度が上昇すると、平衡定数が大きくなるので解離反応が進行しやすくなる。そのため、吸熱反応である。  (次の(7)の結果から吸熱反応であるというのも正解である)</b></p>	
(7)	<p>[導出過程]  <math>1/2N_2 + O_2 = NO_2 \quad -33 \text{ kJ} \cdots (a)</math>  <math>N_2 + 2O_2 = N_2O_4 \quad -9 \text{ kJ} \cdots (b)</math>  <math>N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2</math> については、<math>2 \times (a) - (b)</math> より、  <math>2 \times (-33) - (-9) = -57</math>  よって、  <math>N_2O_4 = 2NO_2 - 57 \text{ kJ}</math></p>		
	<p>[熱化学方程式]  <math>N_2O_4(\text{気}) = 2NO_2(\text{気}) - 57 \text{ kJ}</math></p>		



○ 化 学 ○  
(その4)  
解 答 用 紙

問 5	(1)	[ (a) に相当する化学反応式 ]	$4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$		
		[ (b) に相当する化学反応式 ]	$2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$		
		[ (c) に相当する化学反応式 ]	$3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$		
	(2)	[ 化学反応式 ]	$\text{NH}_3 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$		
		[ 計算過程 ]	<p>化学反応式より、1 molのNH<sub>3</sub>から 1 molのHNO<sub>3</sub> が生成する。          ここで、アンモニアは <math>(9.0 \times 10^5) \times 83 / ((8.3 \times 10^3) \times 300) = 30.0 \text{ mol}</math>          得られるHNO<sub>3</sub>は 30 mol</p>		
		[ 硝酸の物質量 ]	30	mol	
(3)	[ 濃硝酸に溶けやすい金属 ]	<b>Ag, Cu</b>			
	[ 濃硝酸に溶けにくい金属 ]	<b>Al, Fe, Ni</b>			
	[ 溶けにくい理由 ]	<p>濃硝酸に溶けにくい金属では、金属表面に酸化被膜が生じるため。</p>			