

令和4年度 理科 解答例

1

[解答欄]	(1)	(計算過程) CO_2 : 24.8/44 mmol, H_2O : 5.71/18 mmol, N_2 : 0.33/28 mmol C : $(24.8/44) \times 12$ mg, H : $(5.71/18) \times 2$ mg, N : $(0.33/28) \times 28$ mg, O : $10 - ((24.8/44) \times 12 + (5.71/18) \times 2 + (0.33/28) \times 28)$ mg $\text{C} : \text{H} : \text{N} : \text{O} = ((24.8/44) \times 12) / 12 : (5.71/18) \times 2 : ((0.33/28) \times 28) / 14 : (10 - ((24.8/44) \times 12 + (5.71/18) \times 2 + (0.33/28) \times 28)) / 16$ $\approx 0.564 : 0.634 : 0.0236 : 0.142$ $\approx \mathbf{23.9 : 26.9 : 1.0 : 6.02}$ (分子式) $\text{C}_{24}\text{H}_{27}\text{NO}_6$			
	(2)		W 	X 	Y
(3)	(水層 B 中の分子) 		(水層 D 中の分子) 		
(4)	(化合物 X を合成する経路) 		(化合物 Y を合成する経路) 		

2

[解答欄]	(1)	ア 凝固点降下	イ 吸湿性 (潮解性)	ウ 溶解熱	
(2)	塩化カルシウムは塩化ナトリウムと比較して電離によって水溶液中の粒子数が増えるため、凝固点降下度が大きくなる。			(3)	I 氷 II 塩化ナトリウム
(4)	5℃の5%塩化ナトリウム水溶液を冷却すると約-3℃で氷が析出し始め、溶液の濃度は曲線 AB に沿って濃くなり、-10℃のとき15%になる。	(5)	(計算過程) 水の体積は $100\text{cm} \times 100\text{cm} \times 0.5\text{cm} = 5000\text{cm}^3 = 5000\text{g}$ (4)より-10℃のとき、溶液の濃度は15%である。 散布された塩化ナトリウムが45g, 析出する氷を x(g) とすると、 $\frac{45}{5000+45-x} = \frac{15}{100}$ より、 $x = 4745\text{g} \approx 4.75\text{kg}$ 答 析出する物質名：氷 析出量：4.75 kg		

3

[解答欄]	(1)	A 両性 (双性)	B 等電点	C 無水酢酸	D エステル	E ニンヒドリン
(2)	Tyr-Gly-Lys-Cys-Glu				(3)	グリシン
(4)	反応 キサントプロテイン反応	アミノ酸 チロシン	(5)	沈殿 硫化鉛 (II) PbS	アミノ酸 システイン	

4

[解答欄]	(1)	$\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \longrightarrow \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$			
(2)	A	水	目的 HCl を除去する。	(3)	$\begin{array}{c} \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HCl} + \text{HClO} \\ 0 \qquad \qquad \qquad -1 \qquad +1 \end{array}$
	B	濃硫酸	目的 H ₂ O を除去する。		
		捕集方法 下方置換法	理由 塩素は水に溶け、空気より重い。		
(4)	③の化学反応式	$\text{Ca(OH)}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{CaCl}(\text{ClO}) \cdot \text{H}_2\text{O}$		④のイオン反応式	$\text{ClO}^- + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$
		陽極	$2\text{Cl}^- \longrightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$	陰極	$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
(5)	(計算過程)	<p>電気量=秒×A と計算できる。 また、イオン反応式より、塩素 1 モルに対して電子 2 モルが発生することが分かる。</p> <p>したがって、生成する電子(モル)の 1/2 が発生する塩素(モル)に相当する。</p> <p style="text-align: center;">電流を t (秒) 流すと仮定する。</p> $\frac{2000 \times t}{9.65 \times 10^4} \times \frac{1}{2} = \frac{284 \times 10^3}{35.5 \times 2}$ $t = 3.86 \times 10^5 \text{ (秒)}$ <p style="text-align: right;">答: 3.86×10^5 秒</p>			

5

[解答欄]	(計算過程)	0.03%= 3×10^{-4}		(計算過程)	
(1)	1mL で 0.75mL→1L で 0.75L	$\frac{0.75}{22.4} \times 3 \times 10^{-4} = 1.0 \times 10^{-5}$ (mol/L) より、		(1) の二酸化炭素のモル濃度=炭酸のモル濃度より、	
	1mL なので 1.00×10^{-8} mol	答 1.00×10^{-8} mol		雨滴中の H ₂ CO ₃ のモル濃度 $[\text{H}_2\text{CO}_3] = 1.0 \times 10^{-5}$	
				pH=7 より $[\text{H}^+] = 10^{-7}$ 、 $[\text{OH}^-] = 10^{-7}$	
				$K_1 = \frac{[\text{H}^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]}$ より	
				$[\text{HCO}_3^-] = \frac{K_1[\text{H}_2\text{CO}_3]}{[\text{H}^+]} = \frac{(5 \times 10^{-7}) \times (1.0 \times 10^{-5})}{10^{-7}} = 5.00 \times 10^{-5}$ mol/L	
				$K_1K_2 = \frac{[\text{H}^+]^2[\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]}$ より	
				$[\text{CO}_3^{2-}] = \frac{K_1K_2[\text{H}_2\text{CO}_3]}{[\text{H}^+]^2} = \frac{(5 \times 10^{-7}) \times (5.5 \times 10^{-11}) \times (1.0 \times 10^{-5})}{10^{-14}} = 2.75 \times 10^{-8}$ mol/L	
				答 $[\text{HCO}_3^-]: 5.00 \times 10^{-5}$ mol/L $[\text{CO}_3^{2-}]: 2.75 \times 10^{-8}$ mol/L	
	(計算過程)	$K_1 \gg K_2$ より、①のみで考える。		(4)	$[\text{Ca}^{2+}] = \frac{1}{2}[\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}]$
(2)	$\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$	C		(計算過程)	
	$\frac{C^2\alpha^2}{C(1-\alpha)} = 5 \times 10^{-7}$	C(1-α) Cα Cα		溶液中において C を含む H ₂ CO ₃ 、HCO ₃ ⁻ 、CO ₃ ²⁻ の合計を C _{total} とすると	
	C=10 ⁻⁵ より	100α ² +5α-5=0、 α>0 より α=0.2		$C_{\text{total}} = [\text{H}_2\text{CO}_3] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}] = (a) + (5 \times a) + (2.75 \times 10^{-3} \times a)$	
	$[\text{H}^+] = C\alpha = 0.2 \times 10^{-5} = 2 \times 10^{-6}$	pH=6-0.3=5.7		$= 6.00275 \times a$	
	答 pH: 5.7 電離度: 0.2			CaCO ₃ 由来の炭素濃度は $[\text{Ca}^{2+}]$ に等しいので、	
				(4)より $[\text{Ca}^{2+}] = \frac{1}{2}[\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}] = \frac{1}{2}(5 \times a) + 2.75 \times 10^{-3} \times a$	
				$= 2.50275 \times a$	
				よって、 $\frac{2.50275 \times a}{6.00275 \times a} \times 100 = 41.69339... = 41.7 \%$	
				(※25/60×100 で 41.7 となる)	
				答 41.7 %	

[解答欄]		A	B	C	D
		SO ₂	H ₂ SO ₄	SO ₃	CuSO ₄ · 5H ₂ O
(1)	ア 16 カ 酸化バナジウム	イ 6 キ 発煙硫酸	ウ 同素体 ク セッコウ	エ 無 ケ キップ	オ 接触 コ 折れ線
(2)	反応式 $\text{SO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow \text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$	Aの化学的役割 酸化剤		化学反応式 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3$	
(3)	化学反応式 $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$	Aの化学的役割 還元剤		(4) 圧力が高くなる分、容積を抑える方に反応が進行するので、反応は右に傾き、Dの生成量は増える。	
(5)	産生された硫化水素により容器内部の圧力が高まり、硫酸が上に押し上げられて、硫化鉄と離れるため。				
(6)	電離平衡式 $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HS}^-$ $\text{HS}^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{S}^{2-}$ [S ²⁻] を求める式 $[\text{S}^{2-}] = \frac{[\text{H}_2\text{S}]}{[\text{H}^+]^2} \times 1.00 \times 10^{-21}$	(7)	(計算過程) 溶解度積の最も小さい CoS と次に小さい NiS について考えれば良い。 ① $[\text{Co}^{2+}][\text{S}^{2-}] = 1.00 \times 10^{-20}$ ② $\frac{[\text{H}^+]^2[\text{S}^{2-}]}{[\text{H}_2\text{S}]} = 1.00 \times 10^{-21}$ ① 式より、 $[\text{Co}^{2+}] = 1.00 \times 10^{-2}$ を代入し、 $[\text{S}^{2-}] > 1.00 \times 10^{-18}$ の時、CoS の沈殿が生じる。これと $[\text{H}_2\text{S}] = 1.00 \times 10^{-1}$ を②式に代入して、 $[\text{H}^+]^2 > 1.00 \times 10^{-4}$ より pH > 2.00 同様に硫化ニッケルについて計算すると、 $[\text{H}^+]^2 < 1.00 \times 10^{-5}$ より pH > 2.50 ゆえに、2.00 以上 2.50 未満のとき、CoS の沈殿のみが得られる。 答え 化合物名：硫化コバルト pH の範囲： pH を 2.00 以上 2.50 未満		