

令和2年度化学（前期日程）

出題の意図

化学問 I

物質の構成およびその構成粒子に関する基礎的な知識、混合物からの目的物質の分離に関する知識、アルカリ、ハロゲンの反応に関する知識を問うとともに、塩素の発生装置を通して、各実験器具の目的の理解度を問い、発生ガスを定量的に解析できる計算能力、気体の状態方程式の理解度を問うた。

化学問 II

炭素および窒素の水素化合物を題材に、①化学反応の量論的な取り扱い、②ヘスの法則に基づく熱化学方程式の演算、③平衡定数とルシャトリエの原理、④生成熱の定義、⑤同位体組成物の存在比などに係る設問を通じて、高等学校の化学を修めたに足る、基礎的な素養が培われているかを問うた。

化学問 III

本学では従来より高分子化学の教育に重点を置いている。代表的な水溶性高分子化合物であるポリビニルアルコールと、熱硬化性樹脂であるフェノール樹脂の合成を軸に、基礎的な有機化合物の性質と反応の知識を問う問題を出題した。

受 験 番 号					
---------	--	--	--	--	--

化学解答用紙 1

令和2年度
前期日程

小 計	
-----	--

受 験 番 号				
---------	--	--	--	--

採 点 欄	
-------	--

I

問 1	(ア)	純物質	(イ)	化合物	(ウ)	原子核	(エ)	電子
	(オ)	陽子	(カ)	中性子	(キ)	価電子	(ク)	アルカリ金属
問 2	(a)	蒸留			(b)	再結晶		
問 3	(a)	$2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$						
	(b)	灯油の中に保存する。						
	(c)	現象の名称 潮解	放置したときの化学変化 大気中の二酸化炭素と反応し、炭酸塩を作る。					
問 4	(a)	化学反応式 $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HF} + \text{O}_2$	酸化された元素 酸素		還元された元素 フッ素			
	(b)	記号 (1) と (3)	理由 これらの化学反応式は、ハロゲンの酸化・還元反応であり、ハロゲンでは原子番号が小さい方が酸化力強い。					
問 5	(a)	$\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} = \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$						
	(b)	上の化学反応式より、1mol の酸化マンガンがすべて反応すると 1mol の塩素が発生する。酸化マンガン 8.7g のモル数は、 $8.7/87=0.1$ なので、0.1mol の塩素ガスが発生する。気体の状態方程式 $pV=nRT$ より、 $V=(0.1 \times 8.3 \times 10^3 \times 300)/(1.0 \times 10^5) = 2.49$ 2.5 [L]						
	(c)	洗気びんA 塩化水素を取り除く	洗気びんB 水分を取り除く					
	(d)	水分を含んだ塩素が捕集されるため						
	(e)	下方置換						
問 6	水銀							

II

問 1	(a) $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ $\left[\frac{1}{2}N_2 + \frac{3}{2}H_2 \rightleftharpoons NH_3 \right]$ も可																				
	(b) $3 \times BE_{NH} - \left(\frac{1}{2}BE_{NN} + \frac{3}{2}BE_{HH} \right) = 3 \times 388 - \left(\frac{1}{2} \times 942 + \frac{3}{2} \times 432 \right) = 45$ $BE_{XY} = X-Y$ の結合エネルギー 生成熱 45 [kJ/mol]																				
	(c) <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none; text-align: center;">N₂</td> <td style="border: none; text-align: center;">H₂</td> <td style="border: none; text-align: center;">NH₃</td> <td style="border: none;">これを、平衡時の物質式に代入する</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">初期値</td> <td style="border: 1px dashed black; text-align: center;">1.0</td> <td style="border: 1px dashed black; text-align: center;">3.0</td> <td style="border: 1px dashed black; text-align: center;">0.0</td> <td style="border: none; text-align: center;">x</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">変化量</td> <td style="border: 1px dashed black; text-align: center;">$-\frac{1}{2}x$</td> <td style="border: 1px dashed black; text-align: center;">$-\frac{3}{2}x$</td> <td style="border: 1px dashed black; text-align: center;">$+x$</td> <td style="border: none; text-align: center;">$\frac{x}{4-x} = 0.25$</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">平衡時</td> <td style="border: 1px dashed black; text-align: center;">$1.0 - \frac{1}{2}x$</td> <td style="border: 1px dashed black; text-align: center;">$3.0 - \frac{3}{2}x$</td> <td style="border: 1px dashed black; text-align: center;">x</td> <td style="border: none; text-align: center;">$\left(1.0 - \frac{1}{2}x \right) + \left(3.0 - \frac{3}{2}x \right) + x = 4 - x$ $\therefore x = 0.80$</td> </tr> </table> <p style="margin-top: 5px; text-align: center;">N₂ 0.60 [mol], H₂ 1.8 [mol], NH₃ 0.80 [mol]</p>		N ₂	H ₂	NH ₃	これを、平衡時の物質式に代入する	初期値	1.0	3.0	0.0	x	変化量	$-\frac{1}{2}x$	$-\frac{3}{2}x$	$+x$	$\frac{x}{4-x} = 0.25$	平衡時	$1.0 - \frac{1}{2}x$	$3.0 - \frac{3}{2}x$	x	$\left(1.0 - \frac{1}{2}x \right) + \left(3.0 - \frac{3}{2}x \right) + x = 4 - x$ $\therefore x = 0.80$
		N ₂	H ₂	NH ₃	これを、平衡時の物質式に代入する																
	初期値	1.0	3.0	0.0	x																
変化量	$-\frac{1}{2}x$	$-\frac{3}{2}x$	$+x$	$\frac{x}{4-x} = 0.25$																	
平衡時	$1.0 - \frac{1}{2}x$	$3.0 - \frac{3}{2}x$	x	$\left(1.0 - \frac{1}{2}x \right) + \left(3.0 - \frac{3}{2}x \right) + x = 4 - x$ $\therefore x = 0.80$																	
(d) (ア) 0.25より大きくなる (イ) 変わらない (ウ) 0.25より小さくなる 理由 ルシャトリエの原理により、温度が高くなると、平衡が吸熱方向すなわちアンモニア生成の逆方向にずれる。 (以上49文字)																					
(e) n, h, a, V を用いる表現 単 位 $K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{\left(\frac{a}{V}\right)^2}{\frac{n}{V}\left(\frac{h}{V}\right)^3} = \frac{a^2V^2}{nh^3}$ もしくは同等の関数式 L² / mol² (dm)⁶ / mol² など																					
問 2	(a) 計算過程 昇華 C(G) = C(気) - 716 kJ ① 表1 CH ₄ (気) = C(気) + 4H(気) - 1656 kJ ② $\therefore 4BE_{CH} = 4 \times 414 = 1656$ ①-② C(G) - CH ₄ (気) = -4H(気) + 940 kJ ③ H ₂ 解離 2H ₂ (気) = 4H(気) - 2 × 432 kJ ④ ③+④ C(G) + 2H ₂ (気) - CH ₄ (気) = 76 kJ ⑤ ⑤を移項し、 C(G) + 2H ₂ (気) = CH ₄ (気) + 76 kJ 生成熱 76 [kJ/mol]																				
	(b) $CH_3COONa + NaOH \rightarrow CH_4 + Na_2CO_3$ $\left[CH_3COONa + NaOH \rightarrow CH_4 + Na_2O + CO_2 \right]$ も可																				
	(c) <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: none; width: 50%;">メタン メタンの分子量=16 $\frac{16}{29} \doteq 0.5517$ 空気の平均分子量=29 0.55倍</td> <td style="border: none; width: 50%;">プロパン プロパンの分子量=44 $\frac{44}{29} \doteq 1.517$ 空気の平均分子量=29 1.5倍</td> </tr> </table>	メタン メタンの分子量=16 $\frac{16}{29} \doteq 0.5517$ 空気の平均分子量=29 0.55倍	プロパン プロパンの分子量=44 $\frac{44}{29} \doteq 1.517$ 空気の平均分子量=29 1.5倍																		
メタン メタンの分子量=16 $\frac{16}{29} \doteq 0.5517$ 空気の平均分子量=29 0.55倍	プロパン プロパンの分子量=44 $\frac{44}{29} \doteq 1.517$ 空気の平均分子量=29 1.5倍																				
(d) <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: none; width: 50%; text-align: center;">(¹²C)(²H)(¹H)₃</td> <td style="border: none; width: 50%; text-align: center;">(¹³C)(¹H)₄</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"> $4 \times \left(\frac{p}{100}\right)^3 \times \frac{q}{100} \times \frac{r}{100} \times 100$, $(4 \times 10^{-8})p^3qr$ や、これらの式から誘導され得る関数式 </td> <td style="border: none;"> $\left(\frac{p}{100}\right)^4 \times \frac{s}{100} \times 100$, $10^{-8}p^4s$ や、これらの式から誘導され得る関数式 </td> </tr> </table>	(¹² C)(² H)(¹ H) ₃	(¹³ C)(¹ H) ₄	$4 \times \left(\frac{p}{100}\right)^3 \times \frac{q}{100} \times \frac{r}{100} \times 100$, $(4 \times 10^{-8})p^3qr$ や、これらの式から誘導され得る関数式	$\left(\frac{p}{100}\right)^4 \times \frac{s}{100} \times 100$, $10^{-8}p^4s$ や、これらの式から誘導され得る関数式																	
(¹² C)(² H)(¹ H) ₃	(¹³ C)(¹ H) ₄																				
$4 \times \left(\frac{p}{100}\right)^3 \times \frac{q}{100} \times \frac{r}{100} \times 100$, $(4 \times 10^{-8})p^3qr$ や、これらの式から誘導され得る関数式	$\left(\frac{p}{100}\right)^4 \times \frac{s}{100} \times 100$, $10^{-8}p^4s$ や、これらの式から誘導され得る関数式																				

受験 番号									
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

化学解答用紙 3

令和2年度
前期日程

小計	
----	--

受験番号							
------	--	--	--	--	--	--	--

採点欄	
-----	--

III

問	(ア)	付加		(イ)	ビニロン		
	(ウ)	熱可塑	(エ)	レゾール	(オ)	熱硬化	
問 1	化合物 A	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$			化合物 B	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$	
問 2	化合物 C	$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\ \\ \text{O}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{O} \end{array}$			化合物 E	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{O} \end{array}$	
問 3	高分子化合物 D	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH} \\ \\ \text{O}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{O} \end{array} \right]_n$			/		
問 4	試験管の壁面に銀が析出する。						
問 5	(a)	1.72×10^5			(b)	46.4 [kg]	
問 6	(a)	化合物 F $\left(\text{C}_6\text{H}_5\text{N}_2 \right)^+ \text{Cl}^-$			(b)	化合物 H $\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ \\ \text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{O} \end{array}$	
	(c)	化合物 I $\text{C}_6\text{H}_5-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH}$			/		