

令和3年度入学者選抜試験問題

化学基礎・化学（前期日程）

（注意事項）

1. 試験開始までに表紙の注意事項をよく読んでください。
2. 試験開始の合図があるまで、この冊子を開いてはいけません。
3. 試験開始の合図があったら、すぐに用紙の種類と枚数を確かめ、受験番号をすべてに記入してください。
 - 表紙（この用紙） 1枚
 - 化学基礎・化学その1 1枚
 - 化学基礎・化学その2 1枚
 - 化学基礎・化学その3 1枚
4. 配付された用紙の種類や枚数が異なる場合や印刷が不鮮明な場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
5. 答えは、特に指定がなければ、解答欄に記入してください。
6. 試験終了後、すべての用紙を回収します。
7. 問題用紙の余白や裏面を草案に使用しても構いませんが、採点の対象にはなりません。

- 特に断りがなければ、次の数値を使用しなさい。

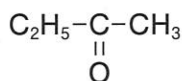
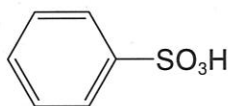
元素	H	C	N	O	Cl	K	Cr	Zn
原子量	1.0	12.0	14.0	16.0	35.5	39.1	52.0	65.4

アボガドロ定数 $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

気体定数 $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$

- 気体は、特に指定がなければ、理想気体として取り扱いなさい。
- 有機化合物の構造式は、特に指定がなければ、次の例にならって簡略化した構造式で書きなさい。

例：



受験番号

問題1 以下の問に答えなさい。

問1 次の文章を読み、(①)～(⑦)に入る最も適当な語句を書きなさい。

原子から電子を1個取り去るのに必要なエネルギーを(①)という。一般にこの値が小さいほど(②)イオンになりやすい。また、原子が電子を1個受け取るときに放出されるエネルギーを(③)といい、一般にこの値が大きいほど(④)イオンになりやすい。さらに、原子が共有電子対を引き付ける強さを数値化したものを(⑤)という。希ガスを除いた全ての原子の中で(⑤)が最も大きいものは(⑥)である。(⑤)の違いにより、共有結合している二原子間で電荷に偏りがあるとき、結合に(⑦)があるという。

問2 次のイオンの中でイオン半径が最も大きいものおよび小さいものをそれぞれ(ア)～(ク)の記号で答えなさい。

- (ア) O^{2-} (イ) F^- (ウ) Na^+ (エ) Mg^{2+} (オ) S^{2-}
 (カ) Cl^- (キ) K^+ (ク) Ca^{2+}

問3 次の物質(固体)の中から①イオン結晶、②共有結合の結晶、③分子結晶、④金属結晶にそれぞれ該当するものを全て選んで、記号で答えなさい。

- (ア) 二酸化ケイ素 (イ) 鉄 (ウ) 酸化カルシウム (エ) グラファイト (オ) ヨウ素
 (カ) 塩化ナトリウム (キ) 二酸化炭素

問4 結晶の性質に関する次の記述の中から、正しいものを全て選んで記号で答えなさい。

- (ア) 共有結合の結晶は硬くて融点も非常に高いものが多い。ダイヤモンドは正四面体を基本単位とした立体網目構造を形成する。
 (イ) イオン結晶はクーロン力で結合しているので、一般に融点が高く、機械的にも硬くて強い外力に対して割れにくい。
 (ウ) 分子結晶では分子同士が分子間力で引き合い、規則正しく配列しており、この結晶の融点は一般に低い。
 (エ) 金属結晶は延性、展性に富む。また、電気伝導性は一般に良好で、温度上昇によりさらに向上する。

解答欄	問1	①			②			③		
		④			⑤			⑥		
		⑦			問2	最大			最小	
	問3	①	②		③		④			
	問4									

問題2 A欄の物質を用いて、実験室的にB欄の気体を作りたい。

[A] 塩化アンモニウム 濃硫酸 亜鉛 水酸化カルシウム 食塩 炭酸カルシウム 塩酸 二酸化マンガン

[B] 水素 塩素 二酸化炭素 アンモニア 塩化水素

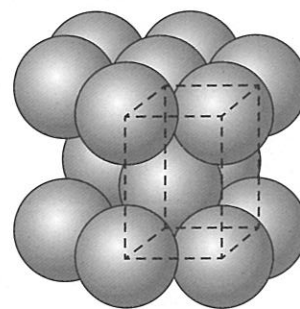
B欄の各気体を合成するために最も適切な物質をA欄から2つ選んで化学式で答えなさい(同じ物質を複数回使っても構わない)。さらに、それぞれの気体の採取方法は、(a) 水上置換、(b) 上方置換、(c) 下方置換のいずれが適切と考えられるか、それぞれの記号で答えなさい。

		必要な物質名	採取方法
解答欄	水素		
	塩素		
	二酸化炭素		
	アンモニア		
	塩化水素		

受験番号

小計

問題3 六方最密構造をもつ金属結晶について考える。この金属の原子を球と見なして、以下の問に答えなさい。ただし、右図の点線は単位格子を示す。



問1 単位格子中に含まれる原子の数を答えなさい。

問2 単位格子の体積を表す式を、原子の半径 r を用いて書きなさい。

問3 この金属結晶の密度を表す式を、原子の半径 r 、原子量 M 、アボガドロ定数 N を用いて書きなさい。

問4 この金属結晶を、原子の半径 $r = 1.33 \times 10^{-8}$ cm の亜鉛の結晶とする。この結晶の密度 $[\text{g}/\text{cm}^3]$ を有効数字3桁で求めなさい。ただし、 $\sqrt{2} = 1.41$ とする。

解答欄	問1		問2		問3		問4	
-----	----	--	----	--	----	--	----	--

問題4 反応熱に関する以下の問に答えなさい。

問1 ナフタレン燃焼の熱化学方程式を書きなさい。ただし、ナフタレンの燃焼熱は 5162 kJ/mol である。

問2 ナフタレンの生成熱を表す熱化学方程式を書きなさい。ただし、ナフタレンの生成熱を $Q [\text{kJ/mol}]$ とする。

問3 O_2 の結合エネルギーを表す熱化学方程式を書きなさい。ただし、 O_2 の結合エネルギーは 498 kJ/mol である。

問4 ナフタレンの生成熱 $Q [\text{kJ/mol}]$ を、計算式を示して求めなさい。ただし、 CO_2 および H_2O (液) の生成熱はそれぞれ 394 kJ/mol , 286 kJ/mol である。

解答欄	問1	
	問2	
	問3	
	問4	

問題5 次の高分子化合物 (1) ~ (5) の合成に必要な出発原料を、(a) ~ (g) の中から全て選び、記号で答えなさい。また各高分子の合成過程でおこる重合反応の名称を書きなさい。

【高分子化合物】 (1) ポリエチレンテレフタレート (2) ビニロン (3) ポリアクリロニトリル (4) ナイロン6
(5) ナイロン66

【出発原料】 (a) エチレングリコール (b) ヘキサメチレンジアミン (c) テレフタル酸 (d) アジピン酸
(e) アクリロニトリル (f) カプロラクタム (ϵ -カプロラクタム) (g) 酢酸ビニル

解答欄		原料	重合反応の名称
	(1)		
	(2)		
	(3)		
	(4)		
	(5)		

受験番号

小計

問題6 分子式 $C_5H_{12}O$ で表される化合物 A ~ G がある。以下の問に答えなさい。ただし、光学異性体は考慮しなくてよい。

- (1) B, C, D には不斉炭素原子が存在する。
- (2) D, F は A, B, C, E, G よりも沸点がかなり低い。
- (3) A は過マンガン酸カリウム水溶液と反応しない。
- (4) B, C, E, G を硫酸酸性二クロム酸カリウム水溶液と穏やかに反応させると、C, G からは酸性の化合物が生成し、B, E からは中性の化合物が生成した。B から生じた化合物はヨードホルム反応を示した。化合物 G は濃硫酸とともに加熱しても脱水反応が起こらなかった。

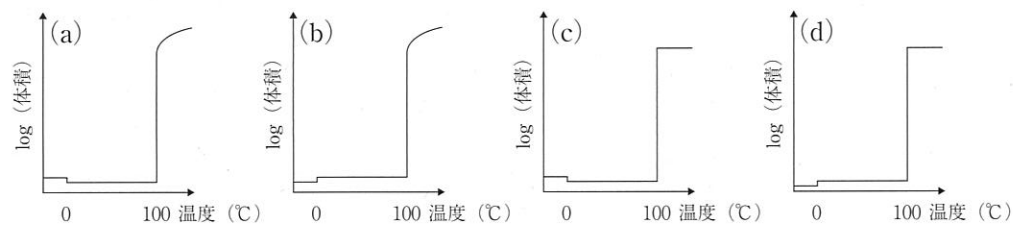
問1 化合物 A ~ G のうち、構造が一つに決まるものの構造式を全て書きなさい。

問2 化合物 E を、二クロム酸カリウム水溶液を用いて完全に酸化させたとき、酸化物が 0.6 mol 生じた。酸化に要した二クロム酸カリウムの物質量 [mol] を求めなさい。

解 答 欄	問1	
	問2	

問題7 右図は、①~④の物質を加熱した時、縦軸にその温度付近で吸収する熱量、横軸を温度としたグラフで表したものである。図の上部の矢印は、④を除いて、 1.013×10^5 Pa におけるその温度での三態 (固体, 液体, 気体) を表している。以下の問に答えなさい。

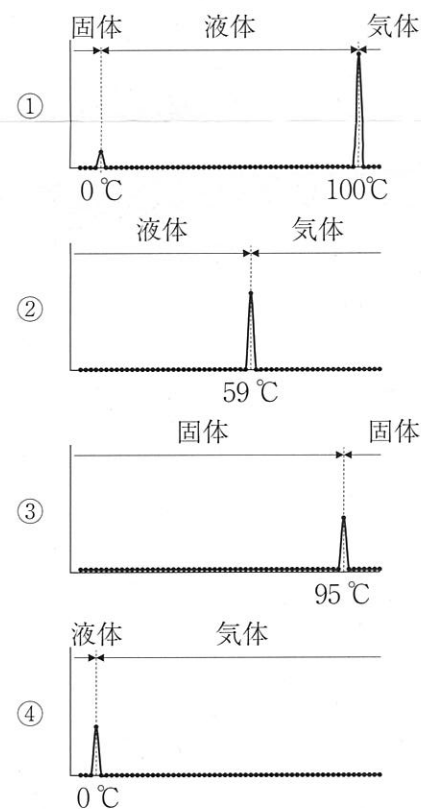
問1 ①は化合物である。この化合物の温度上昇に伴う体積変化について、最も適切と考えられる図を下の (a) ~ (d) から選び、記号で答えなさい。



問2 ②は非金属の単体である。この単体は何であると考えられるか、物質名で答えなさい。

問3 ③は非金属の固体であり、図は 95°C で性質の異なる別の単体へと変わり始めていることを示している。③の室温で最も安定な単体の名称を答えなさい。

問4 ④は二酸化炭素である。このグラフを参考に、解答欄の灰色の部分に線を書き足し、二酸化炭素における状態図のおおよその形を示しなさい。ただし、正確な圧力や温度の記入は不要である。



解 答 欄	問1	問2	問3						
	問4				<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td style="text-align: center;">受験番号</td></tr> <tr><td style="height: 30px;"></td></tr> </table>	受験番号		<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td style="text-align: center;">小計</td></tr> <tr><td style="height: 30px;"></td></tr> </table>	小計
受験番号									
小計									