

平成31年度 富山大学一般入試（後期日程）

科	化 学
目	(理学部・都市デザイン学部)

注 意

1. 開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけない。
2. 問題冊子は、中敷き用紙1枚、問題用紙3枚、解答用紙3枚、下書き用紙1枚からなっている。それらが不備な場合は、直ちにその旨を監督者に申し出ること。
3. 受験番号は、すべての解答用紙の上部の欄に記入せよ。
4. 解答用紙には問題番号が指定してあるので、確かめてから解答すること。指定された解答用紙以外に記入した解答は、評価（採点）の対象とならない。
5. 試験終了後、すべての解答用紙を提出し、解答用紙以外の問題冊子は持ち帰ること。

実施年月日
31. 3. 12
富山大学

中敷き用紙

字数制限のある解答文中で記号や数字を用いる場合には、元素記号は各元素で1字、その他の記号・数字は添え字の場合でも、それぞれ各1字と数えること。(例： $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ は11字)

1 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。必要があれば、次の数値を用いよ。

$$\pi = 3.14, \sqrt{2} = 1.41, \sqrt{3} = 1.73$$

原子、イオン、分子などが規則正しく三次元的に配列した構造を持つ固体のことを結晶という。金属元素の単体は、常温において液体である を除いて固体であり、多くの金属結晶は、, ,

のいずれかの結晶構造をとる。原子を互いに接する球としたとき、その球が空間に占める体積の割合を充填率というが、これは、上述した3つの結晶構造のうち が最も低い。(A) 1気圧において、Feは室温では の結晶構造であるが、 $910^\circ\text{C} \sim 1400^\circ\text{C}$ では図に示す の結晶構造であることが知られている。

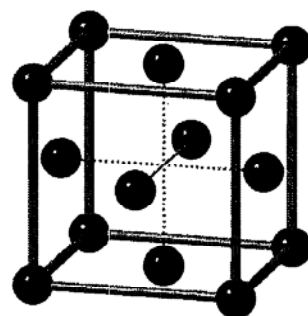


図 の結晶構造。黒丸は原子の位置を表す。

塩化ナトリウムをはじめとしたイオン結晶は、陽イオン半径と陰イオン半径の比の違いによって、その結晶構造や性質が変化する。例えば、塩化ナトリウムの結晶構造では、ナトリウムイオンは 個の塩化物イオンに隣接しており、塩化セシウムの結晶構造では 個の塩化物イオンが1個のセシウムイオンに隣接している。また、フッ化ナトリウムの融点は 993°C 、塩化ナトリウムは 801°C 、臭化ナトリウムは 747°C 、ヨウ化ナトリウムは 651°C であり、(B) これらのハロゲン化ナトリウムでは、ハロゲン化物イオンのイオン半径が大きいものほど融点が低くなる。

その他の結晶として、黒鉛やダイヤモンドなどの共有結合の結晶や、ドライアイスや氷などの 結晶がある。

問(1) ~ の空欄にあてはまる最も適切な語句や数字を答えよ。ただし、元素名は元素記号で答えること。

問(2) の結晶構造における単位格子あたりの原子の数を記せ。

問(3) Feが の結晶構造をとった場合の単位格子の一辺の長さを $2.91 \times 10^{-1} \text{ nm}$ とする。この結晶構造の充填率を有効数字2桁で答えよ。なお、導出過程も記すこと。

問(4) 下線部(A)において、 の結晶構造の充填率は、 の結晶構造の充填率の何倍かを有効数字2桁で答えよ。

問(5) 下線部(B)の理由を100字程度で述べよ。

2

次の文章を読み、以下の問いに答えよ。必要があれば、次の数値を用いよ。

原子量 H : 1.0, C : 12, O : 16

結合エネルギー C-H : 410 kJ/mol, C-C : 370 kJ/mol, C=C : 720 kJ/mol, C=O : 800 kJ/mol,
O=O : 490 kJ/mol, O-H : 460 kJ/mol

合成樹脂(プラスチック)は、軽量、^{きょうじん}強靱などの優れた特徴をもつ材料であり、容器や包装材として広く用いられている。家庭や事業所から排出される^(A) プラスチックごみを焼却する場合、ポリエチレンやポリプロピレンなどは大きな燃焼熱を発生するので、それに耐える焼却炉が必要である。現在日本では、容器包装リサイクル法が施行され、プラスチックごみの分別回収が進んでいるが、^(B) マテリアルリサイクルやケミカルリサイクルされている割合はわずかであり、ほとんどがサーマルリサイクルされているのが現状である。サーマルリサイクルは燃焼で発生する熱エネルギーを利用する方法であるが、^(C) 大量の二酸化炭素が排出されるという問題がある。

二酸化炭素の排出量を減らすために、燃焼で生じる二酸化炭素を回収して利用する方法も検討されている。化学的な利用方法としては、^(D) 触媒存在下で二酸化炭素に水素を反応させて、一酸化炭素を合成し、さらに一酸化炭素と水素とを反応させてメタノールを合成する反応が有望である。

問(1) (ア)～(ウ)に答えよ。

- (ア) 下線部(A)に関連して、ポリプロピレンの原料であるプロピレン($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$)の燃焼反応の反応式を記せ。また、燃焼熱は結合エネルギーから近似的に求めることができる。上に示した結合エネルギーを用いて、プロピレンの燃焼熱を計算せよ。計算過程も記すこと。
- (イ) 下線部(B)のマテリアルリサイクルとケミカルリサイクルではどのようにプラスチックをリサイクルするか。それぞれ30字以内で説明せよ。
- (ウ) 下線部(C)に関して、ポリプロピレン1.0 kgが完全に燃焼したときに生じる二酸化炭素の質量を有効数字2桁で計算せよ。計算過程も記すこと。

問(2) 下線部(D)の反応の熱化学方程式は以下の通りである。(気)は気体状態であることを表す。



反応容器に二酸化炭素1.0 molと水素を1.0 molずつ入れ、圧力1 MPa、温度 $1 \times 10^3 \text{ K}$ に保った。平衡に達した時、二酸化炭素と一酸化炭素との物質量の比は0.80 : 0.20であった。

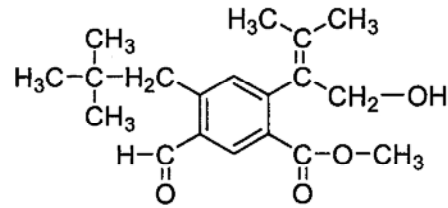
(ア)、(イ)に答えよ。ただし、反応(1)以外の反応は起こらないとする。

- (ア) この条件での反応(1)の平衡定数 K を有効数字2桁で求めよ。
- (イ) 圧力と温度を変えると、平衡状態における一酸化炭素の割合はどのようになるか。圧力を1 MPaよりも高くした場合と、温度を $1 \times 10^3 \text{ K}$ よりも高くした場合について、最も適切なものを以下の①～③より選べ。
- ① 一酸化炭素の割合は変わらない
② 一酸化炭素の割合は増加する
③ 一酸化炭素の割合は減少する

3

次の文章を読み、以下の問いに答えよ。なお、構造式は例のように答えること。

(構造式の例)



日常生活で食酢として用いられる酢酸は、種々の用途がある重要な有機化合物である。古来、酢酸はアルコールの発酵によって製造されてきた。近代に入り工業が進展するにつれて、石炭から得られる **ア** に水を加えて **イ** を製造し、硫酸水銀触媒を用いた **イ** への水の付加反応でアセトアルデヒドを得た後、アセトアルデヒドを酸化して酢酸を製造する方法が開発された。現在では、石油から得られるエチレンの酸化反応による製法と、メタノールと一酸化炭素から製造する製法が広く用いられている。

酢酸とその酸無水物である無水酢酸は工業製品の原料である。例えば、酢酸と **イ** から得られる酢酸ビニルは、^(A) 付加重合反応を経てポリ酢酸ビニルとなる。ポリ酢酸ビニルを加水分解反応することにより **ウ** が得られ、さらにホルムアルデヒドと反応させることで合成樹脂ビニロンとなる。また、^(B) 解熱鎮痛剤として用いられる **エ** は、酸触媒存在下、サリチル酸と無水酢酸とを反応させて得られる。一方、酸触媒存在下、サリチル酸とメタノールとを反応させて得られる **オ** は消炎鎮痛剤として用いられる。さらに、^(C) **カ** と無水酢酸より得られるアセトアニリドは解熱剤として用いられた。

問(1) 文中の空欄 **ア** ～ **カ** にあてはまる化合物の名称を記せ。また、空欄 **イ** ～ **カ** にあてはまる化合物の構造式も記せ。

問(2) 下線部(A)に関連し、一般に付加重合反応とはどのような反応か。縮合重合反応との違いを示しつつ、100字以内で説明せよ。

問(3) 下線部(B)のサリチル酸と無水酢酸から **エ** を得る反応の化学反応式を記せ。さらに、**エ** と **オ** とを呈色反応を用いて区別する方法を50字以内で記せ。

問(4) 下線部(C)に示したように、**カ** と無水酢酸の反応でアセトアニリドが得られる。この反応の化学反応式を記せ。

2

問(1)

(ア)	反応式																																		
	燃焼熱	(計算過程)															kJ/mol																		
(イ)	マテリアルリサイクル																																		
	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>																																		
	30																																		
ケミカルリサイクル																																			
(ウ)	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>																																		
	30																																		
	(計算過程)																																		
kg																																			

問(2)

(ア)	(計算過程)																K =
(イ)	圧力を変化させた場合	番号		温度を変化させた場合	番号												

3

問 (1)

名称	ア		イ		ウ	
	エ		オ		カ	
構造式	イ		ウ		エ	
	オ		カ			

問 (2)

																				100

問 (3)

反応式																				
区別する方法																				
																				50

問 (4)

下書き用紙

見本