

# 2022 年度 神戸大学工学部第3年次編入学試験

2021年8月18日 実施

## 試験問題 「化学」

注意事項：

1. 試験中は、試験監督の指示に従うこと。  
従わない場合は、不正行為と見なす場合があります。
2. 解答開始の合図があるまで、試験問題を開かないこと。
3. 「受験者心得」で持ち込みが認められたもの以外は、机の上に置かず、カバンの中にしまうこと。
4. 携帯電話・スマートフォン等の電子機器類を時計として使用することはできませんので、これらを持っている場合は、電源を切ってから、カバンの中にしまうこと。
5. カバンなどの持ち物は、椅子の下に置くこと。
6. 答えは、黒鉛筆またはシャープペンシルで解答すること。
7. 答えは、別紙の答案用紙に解答すること。(大問ごとに、答案用紙が分かれています)
8. 試験時間中に質問等がある場合は、手を挙げて試験監督に申し出ること。
9. 試験途中の退室は認めません。  
ただし、トイレに行きたい場合や気分が悪くなった場合は、手を挙げて試験監督に申し出てください。
10. 解答開始の合図の後、まず、問題・答案・下書用紙全てに、受験番号、氏名を記入すること。
11. 配布した用紙(問題・答案・下書用紙)は、試験時間終了後にすべて回収します。持ち帰ることはできないので、注意すること。

受験番号	
------	--

(2021年8月18日実施)

(4枚中の1枚)

科目名	化学
-----	----

採点	
----	--

答案は全て別紙の答案用紙に記入すること。

必要に応じて下記の値を使用しなさい。

各種元素の原子量：H=1.0, C=12.0, O=16.0, Mg=24.3

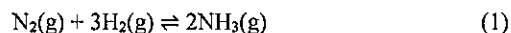
気体定数：8.314 J mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>, アボガドロ数：6.02×10<sup>23</sup>

標準状態は 298.15 K, 1.0 atm とする

I 次の問1～問5に答えなさい。

問1 アンモニア合成について記述した次の文章中の (a)～(e) に入る言葉を記述しなさい。選択肢がある場合は丸で囲み選びなさい。

アンモニアは工業的に (a) 法と呼ばれる方法で生産されている。(a) 法は (b) の原理を化学工業に応用し、大きな成功を収めた例であるといえる。窒素 (N<sub>2</sub>) と水素 (H<sub>2</sub>) の混合気体を、(c) を主成分とする触媒とともに容器に入れて定温定圧に保つと下式 (1) に基づいてアンモニア (NH<sub>3</sub>) が生成する。



この反応は (d) 反応であることから、(e) の条件で合成することによって、平衡が右向きに移動し、アンモニアの生成率が高くなる。

問2 アンモニアの生成反応の平衡定数  $K_p$  を平衡時の NH<sub>3</sub> のモル分率  $x$  と全圧  $P$  を用いて表わしなさい。ただし、反応前の N<sub>2</sub> と H<sub>2</sub> の体積比を 1:3 とする。

問3 次の値を用いて NH<sub>3</sub> の標準生成 Gibbs 自由エネルギー  $\Delta G_f^\circ$  を有効数字 3 桁で求めなさい。解答欄には導出の過程も示すこと。

標準生成エンタルピー / kJ mol<sup>-1</sup> : NH<sub>3</sub> = -46.19

各気体の標準エントロピー / J K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup> : N<sub>2</sub> = 191.5, H<sub>2</sub> = 130.6, NH<sub>3</sub> = 192.5

問4 問3 で求めた NH<sub>3</sub> の標準生成 Gibbs 自由エネルギーを用いて、標準状態におけるアンモニアの生成反応の平衡定数  $K_p$  を求めなさい。解答欄には導出の過程も示すこと。

問5 問2 で求めた平衡定数  $K_p$  とモル分率の関係および問4 で求めた  $K_p$  の値を用いて、298.15 K, 1.0 atm で平衡に達した際の NH<sub>3</sub> のモル分率  $x$  を求めなさい。解答欄には導出の過程も示すこと。

受験番号	
------	--

(2021年8月18日実施)

(4枚中の2枚)

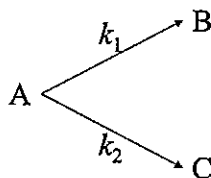
科目名	化学
-----	----

採点	
----	--

## II

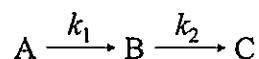
反応開始時には成分 A しか存在しておらず、いずれの素反応も反応速度が原料濃度に比例すると考えて、次の問いに答えなさい。

問1 A から B および C が得られる併発反応を考える。それぞれの反応速度定数を  $k_1$ 、 $k_2$  とする。



- 反応開始から時間  $t$  が経過した時の成分 A の濃度  $[A]$  を、反応速度定数を用いて表しなさい。なお、初期濃度は  $[A]_0$  をとする。
- 生成物 C の濃度  $[C]$  に対する生成物 B の濃度  $[B]$  の比、 $\alpha = [B]/[C]$  を求めなさい。
- 反応温度 300 K での生成物の濃度比  $\alpha$  は、反応温度 600 K のときの半分になった。B および C を生成する素反応の活性化エネルギーの差  $\Delta E$  [ $\text{kJ mol}^{-1}$ ] を有効数字 3 桁で求めなさい。

問2 A から B が、さらに B から C が得られる逐次反応を考える。それぞれの反応速度定数を  $k_1$ 、 $k_2$  とする。



- 成分 B の反応速度式を、成分 A、B の濃度  $[A]$ 、 $[B]$ 、および反応速度定数を用いて表しなさい。
- 時刻  $t$  における成分 B の濃度を、成分 A の初期濃度  $[A]_0$  を用いて表しなさい。なお、成分 B の初期濃度はゼロとする。
- 成分 B の濃度が実質的に常にゼロと見なせるための条件を示しなさい。

受験番号	
------	--

(2021年8月18日実施)

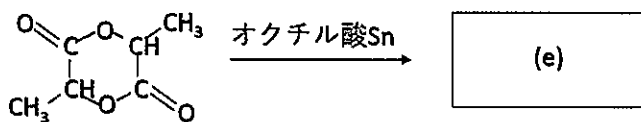
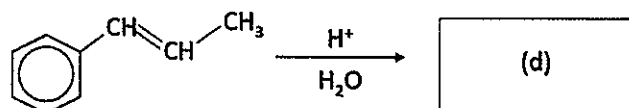
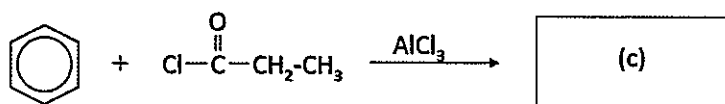
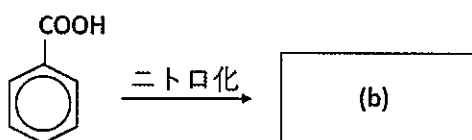
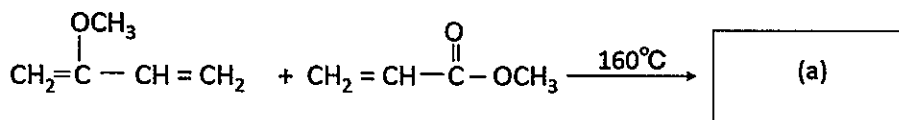
(4枚中の3枚)

科目名	化学
-----	----

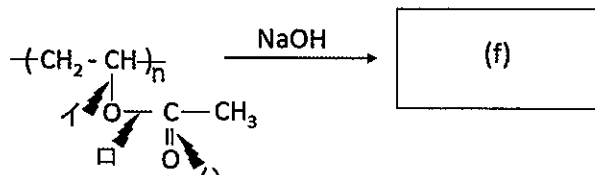
採点	
----	--

Ⅲ 次の問1～問2に答えなさい。

問1 次の反応式について、(a)～(e)に当てはまる構造式を書きなさい。



問2 分子量  $12.9 \times 10^4$  の分岐のないポリ酢酸ビニルを水酸化ナトリウムで完全に加水分解した。ただし、末端構造は無視する。



(f) 加水分解の結果得られる高分子(f)の名称と構造式を書きなさい。

(g) 加水分解の結果得られる高分子(f)の分子量を求めなさい。

(h) 加水分解反応は上式のイ、ロ、ハのいずれの箇所では生じると考えられるか。また、そのことを実験的に証明するための手段を解説しなさい。

受験番号	
------	--

(2021年8月18日実施)

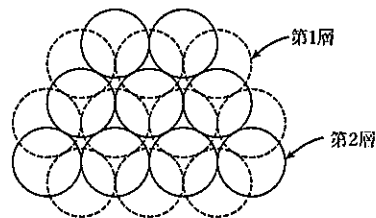
(4枚中の4枚)

科目名	化学
-----	----

採点	
----	--

## IV 次の問1～問5に答えなさい。

- 問1 次の図はイオン性結晶におけるアニオンの最密充填層 (cp 層) の第1層を破線で示し、その上に重なる第2層を実線で示したものである。解答欄の図に第3層のアニオン全てを重ねて実線で記入し、(a) 立方最密充填 (ccp) および(b)六方最密充填 (hcp) をそれぞれ完成させなさい。ただし、図からはみ出るものは記入しなくても良い。



- 問2 イオン性の結晶では、多くの場合アニオンの cp 層の層間をカチオンが占有している。問1と同じ cp 層の第1層と第2層の層間において、岩塩型構造が形成される場合に、カチオンが占有する位置全てに◆を記入しなさい。ただし、図からはみ出る位置については、記入しなくても良い。

- 問3 次のイオン半径表をもちいて、岩塩型構造を持つ酸化マグネシウム MgO の格子定数  $a$  を有効数字3桁で求めなさい。

イオン	電荷	配位数	イオン半径 / Å
Mg	2	IV	0.71
		V	0.80
		VI	0.86
		VIII	1.03
O	-2	II	1.21
		III	1.22
		IV	1.24
		VI	1.26
		VIII	1.28

- 問4 問3で得られた格子定数  $a$  の値を用いて、MgO の密度  $\rho / \text{g cm}^{-3}$  を有効数字3桁で求めなさい。解答欄には導出の過程も示すこと。

- 問5 MgO の結晶において、酸化物イオンの位置を原点とした格子を考える。

(a) 問1、2で示した cp 層で構成される結晶面のミラー指数 ( $hkl$ ) を示しなさい。

(b) 次の式を用いて ( $hkl$ )面の面間隔  $d / \text{Å}$  を有効数字3桁で求めなさい。

$$d = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$$

受験番号	
------	--

(2021年8月18日実施)

(4枚中の1枚)

科目名	化 学
-----	-----

採点	
----	--

I 解答は以下の解答欄に記載すること

問1	(a)		(b)	
	(c)		(d)	ア. 吸熱、 イ. 発熱
	(e)	ア. 低温・低圧、 イ. 低温・高圧、 ウ. 高温・低圧、 エ. 高温・高圧		
問2				
問3				
問4				
問5				

受験番号	
------	--

(2021年8月18日実施)

(4枚中の2枚)

科目名	化 学
-----	-----

採点	
----	--

II

問1	(1)	
	(2)	
	(3)	
問2	(1)	
	(2)	
	(3)	

受験番号	
------	--

(2021年8月18日実施)

(4枚中の3枚)

科目名	化 学
-----	-----

採点	
----	--

### III 解答は以下の表に記載すること。

#### 問1

(a)		(b)	
(c)		(d)	
(e)	$\left[ \quad \quad \quad \right]_n$		

#### 問2

(f)	名 称		構造式	
(g)				
(h)	加水分 解箇所		手 段	



受験番号	
------	--

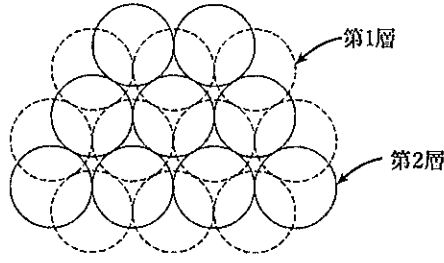
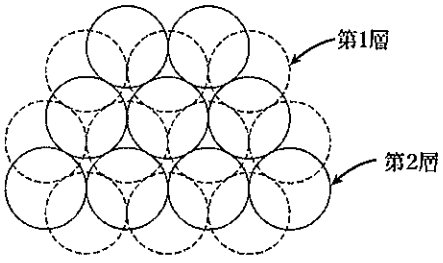
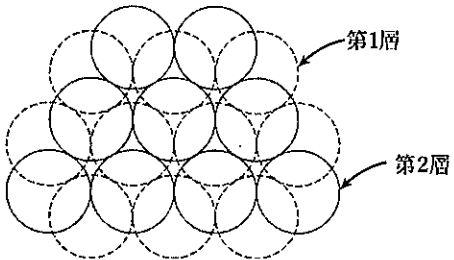
(2021年8月18日実施)

(4枚中の4枚)

科目名	化 学
-----	-----

採点	
----	--

IV 解答は以下の解答欄に記載すること

問1	(a)		(b)	
問2				
問3				
問4				
問5	(a)		(b)	