

受験番号		氏名	
------	--	----	--

令和5年度 神戸大学工学部第3年次編入学試験

令和4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、別紙の解答用紙に解答すること。(大問ごとに、解答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・解答・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・解答・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。

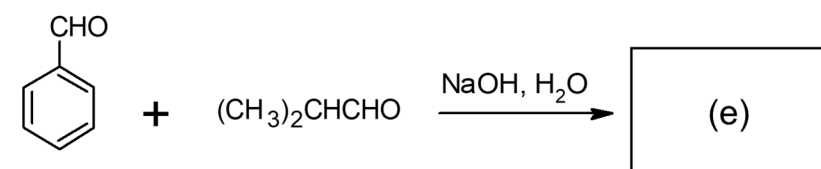
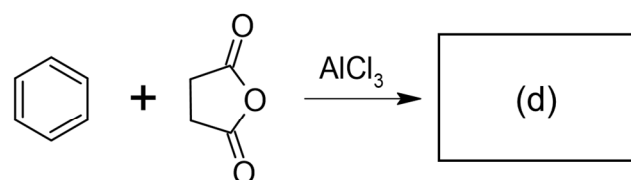
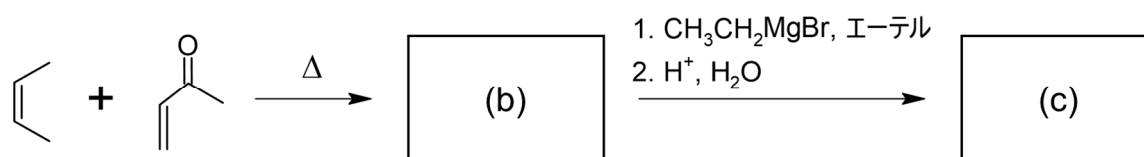
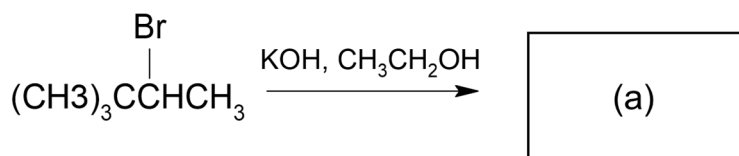
答案は全て別紙の答案用紙に記入すること。
 必要に応じて下記の値を使用しなさい。
 各種元素の原子量：H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Al = 27.0.
 気体定数：8.31 J mol⁻¹ K⁻¹, アボガドロ定数：6.02×10²³ mol⁻¹
 標準状態は 298 K, 10⁵ Pa とする

受験番号

I 次の問1～問3に答えなさい。

問1 エタン, エチレン, アセチレンはそれぞれ正四面体構造, 平面構造, 直線型の構造をとる。それぞれの分子の形の違いについて, 混成軌道の考え方をもとに説明しなさい。

問2 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3 1,3-ブタジエンとエテンとの環化付加反応が進む理由について Woodward-Hoffmann 則から論じなさい。

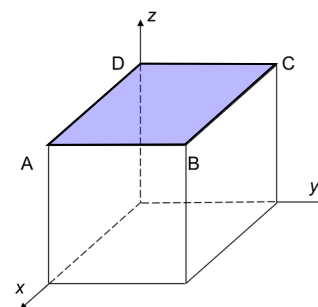
II 次の問1～問3に答えなさい。

問1 互いに接している同一の剛体球からなる面心立方格子において剛体球で占められていない空間の割合を求めなさい。計算過程も示すこと。

問2 Alの単位格子は稜が405 pmの面心立方構造をとる。Alの密度を求めなさい。計算過程も示すこと。

問3 右図に示す立方構造においてミラー指数(001)で示される面は□ABCDである。

- (1) この構造においてミラー指数(110)および(002)で示される面をそれぞれミラー指数(001)の例に従って解答欄の図中に示しなさい。
- (2) 体心立方格子を有する金属単体の結晶粉末を試料とし, 銅管球を用いた粉末X線回折測定を行った。このとき $2\theta = 45.0^\circ$ に110面に帰属される鋭いピークが見られた。この結果から, 110面の面間隔 d_{110} の値を Bragg の式を用いて求めなさい。但し, 銅の $\text{CuK}\alpha$ 線の波長は 0.154 nm とする。
- (3) (2)の結果から, 測定した金属の原子半径 r の値を推定しなさい。



問4 Ni(II)の四配位錯体は平面四角形と四面体の2種類の立体配置をとる。どちらの立体配置をとった際に錯体が常磁性を示すか, 結晶場理論にもとづき説明しなさい。

受験番号

III 1.00 mol の理想気体がピストンの中に封入された系がある。この系に関して次の問1～問4に答えなさい。

問1 系の温度を 300 K において一定に保ちながら、圧力が $5.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ から $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ になるまで膨張させた。このときピストンには $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ の圧力がかかっている。この膨張による内部エネルギーの変化 ΔU 、ならびに力学的周囲と熱的周囲におけるエネルギーの変化 (それぞれ ΔU_{mech} , ΔU_{therm}) を導出過程も含めて答えなさい。

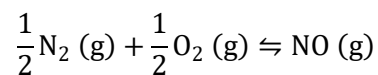
問2 問1の膨張が可逆的であったとき、力学的周囲におけるエネルギー変化 ΔU_{mech} を導出過程も含めて答えなさい。なお、系の温度、ならびに膨張の開始時と終了時の圧力は問1と同じとする。

問3 系の圧力を $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ に保ったまま、温度を 300 K から 1000 K に上昇させたとき、系における内部エネルギー変化 ΔU とエンタルピー変化 ΔH を求めなさい。但し、この理想気体の定圧熱容量 $C_{m,p}$ は

$$C_{m,p} = 44.2 + 8.79 \times 10^{-3} T - 8.62 \times 10^{-5} T^2 \quad \text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$$

で表されるとする。

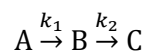
問4 ピストンの中に窒素と酸素を 0.500 mol ずつ封入し、系の圧力を $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ に保ったまま温度を 2500 K に上昇させると、次の反応式に示されるように一酸化窒素が生成した。



この反応の平衡定数 K を求めなさい。但し、各物質の標準生成エンタルピー $\Delta H_{m,f}^\circ$ 、および標準エントロピー S_m° には右表のとおりであり、反応物と生成物はいずれも理想気体としてふるまうとする。

	$\Delta H_{m,f}^\circ, \text{kJ mol}^{-1}$	$S_m^\circ, \text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$
$\text{N}_2 (\text{g})$	0	192
$\text{O}_2 (\text{g})$	0	205
$\text{NO} (\text{g})$	90.3	211

IV 反応物 A が中間体 B を経て、生成物 C に変化する、次の反応式で表される反応がある。



いずれの反応も一次反応とし、 k_1 と k_2 はそれぞれの反応の速度定数とする。A, B, C のモル濃度はそれぞれ $[A]$, $[B]$, $[C]$ と表すこととし、時刻 $t=0$ のときの値は $[A]=[A]_0$, $[B]=[C]=0$ とする。このとき次の問1～問3に答えなさい。

問1 時刻 t における $[A]$, $[B]$, $[C]$ を表す式をそれぞれ求めなさい。必要であれば、次の式で表される一階線形微分方程式 $\frac{dy}{dx} + P(x) \cdot y = Q(x)$ の一般解 $y = e^{-\int P(x) dx} \int Q(x) e^{\int P(x) dx} dx + c e^{-\int P(x) dx}$ (c : 任意定数) を用いなさい。

問2 反応中に B の蓄積が観察されたとき、 k_1 と k_2 の関係を答えなさい。さらに、 $[B]$ が最大となる反応時間 t を答えなさい。

問3 反応中、B は定常状態にあると見なせる場合、時刻 t における $[A]$, $[B]$, $[C]$ をそれぞれ求めなさい。さらに、 k_1 と k_2 の関係を答えなさい。

受験番号	
------	--

(令和4年8月18日実施)

(4枚中の1枚)

科目名	化学
-----	----

採点	
----	--

I

問1				
問2	(a)			
	(b)		(c)	
	(d)			
	(e)			
問3				

受験番号	
------	--

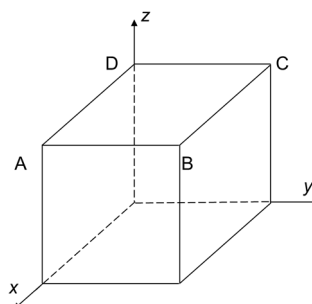
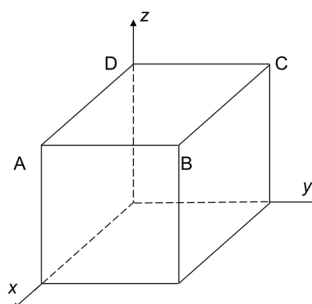
(令和4年8月18日実施)

(4枚中の2枚)

科目名	化 学
-----	-----

採点	
----	--

II

問1				
問2				
問3	(1)	ミラー指数(110)		ミラー指数(002)
				
	(2)	$d_{110} =$		$r =$
		pm		pm
問4				

受験番号	
------	--

(令和4年8月18日実施)

(4枚中の3枚)

科目名	化 学
-----	-----

採点	
----	--

III

問1	ΔU	
	ΔU_{mech}	
	ΔU_{therm}	
問2		
問3	$\Delta U =$	$\Delta H =$
問4	$K =$	

受験番号	
------	--

(令和4年8月18日実施)

(4枚中の4枚)

科目名	化 学
-----	-----

採点	
----	--

IV

問1	[A] =
	[B] =
	[C] =
問2	k_1 と k_2 の関係
	[B] が最大となる反応時間 t $t =$
問3	[A] =
	[B] =
	[C] =
	k_1 と k_2 の関係