

# 令和5年度創成科学研究科理工学専攻入学試験問題

## 化 学

### (一般 入試) (自然科学 コース)

#### (注意事項)

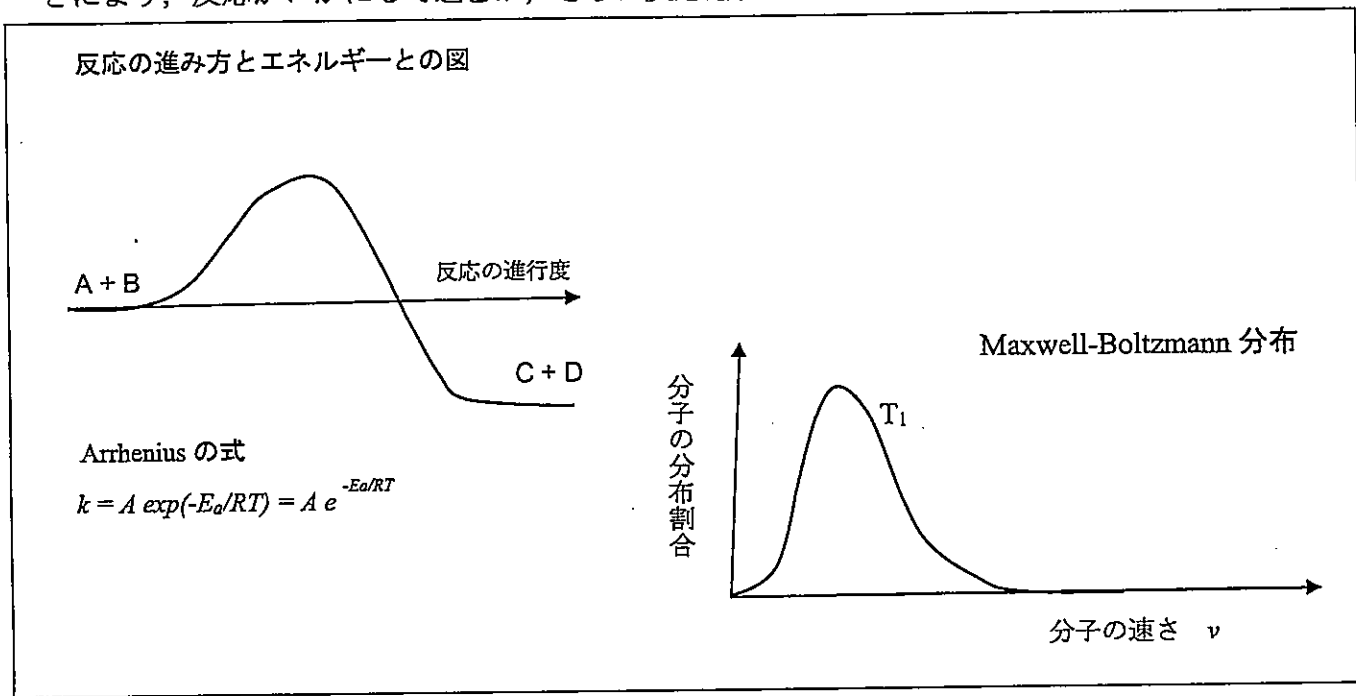
1. 問題・解答用紙は、係員の指示があるまで開かないこと。
2. 問題・解答用紙は、この表紙を除いて問題・解答用紙 7 枚である。
3. 解答は、指定された解答欄に書くこと。指定された解答欄以外に書いたものは採点しない。また、裏面に解答したのも採点しない。
4. 解答開始後、問題・解答用紙の所定欄に受験番号をはっきりと記入すること。
5. 問題は、必須問題の基礎化学 2 問、選択問題の基礎化学 (機器分析) 2 問、選択問題の専門科目 3 問の合計 7 問からなる。
  - ①基礎化学第 1 問, 第 2 問 (その 1, その 2) は、全問必ず解答すること。
  - ②基礎化学 (機器分析) 第 3 問, 第 4 問 (その 3, その 4) については、どちらか 1 問を選択し、その問題の選択欄 (□) に○を記入した後解答せよ。2 問とも解答した場合、基礎化学 (機器分析) の解答は全て無効とする。
  - ③専門科目 (その 5~その 7) については、第 1 希望の研究分野の問題を 1 問選択し、その問題の選択欄 (□) に○を記入した後解答せよ。2 問以上を解答した場合、専門科目の解答は全て無効とする。
6. 試験で使用する電卓は、貸出す。
7. 配布した用紙、電卓などは、すべて回収する。

受験番号	
------	--

## 化 学 その1

基礎化学  
第1問

- (1) (基本事項) 化学反応は分子同士の衝突によって起こる。解答欄の反応の進み方とエネルギーとの図、アレニウスの式とマックスウェル-ボルツマン分布図を使い、それらに説明等を書き加えることにより、反応がいかんして進むか、さらに反応速度について説明せよ。



- (2) (有機化学) ブタンの C2-C3 結合を回転させた際に生じる最も安定なコンフォメーションをニューマン投影式で示し、その理由を立体配座のエネルギーを使って説明せよ。

小計	点
----	---

受験番号	
------	--

## 化 学 その 2

基礎化学 (物理化学/無機・分析化学)

第2問 次の (1), (2) に答えよ。

(1) 次の文章を読み、空欄 (a) ~ (e) に最適な語句または式などを次の解答欄に記せ。

閉じた系においてエネルギーは消失も新たに生みだされることもなく形態を変えるのみであることを示す熱力学第一法則は、別称として (a) の法則とも云う。2 番目の熱力学第二法則は、エントロピー増大の法則ともいう。濡れたハンカチが乾く場合を考える。ハンカチを濡らしている水が (b) し拡散する。その際、水が占める (c) が増大するが、この一連の過程でエントロピーが増加している。熱力学第三法則は、エントロピーゼロの原理と言われる。

熱力学第一法則では、閉じた系の内部エネルギーが重要である。この内部エネルギーは、系内の分子の並進運動エネルギー、振動・回転エネルギー、(d) エネルギーから構成される。この系において状態 A から状態 B に変化したとき、系が外界から吸収した熱量  $q$  と系へなされた仕事  $w$  の和は状態 A と状態 B だけで決まり途中の経路に関係しない。このときの内部エネルギーの変化量  $\Delta U$  は (e) である。

(a)		(b)		(c)		(d)		(e)	
-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--

(2) 0.20 M 酢酸 50 mL と 0.20 M 酢酸ナトリウム 50 mL を混合した溶液がある。この混合溶液の pH や特別な作用について、酢酸ナトリウムの完全解離と酢酸の酸解離定数  $K_a$  の式から pH を示す式を誘導したヘンダーソンの式を用いて考えよ。次の (a) ~ (d) に答えよ。ただし、酢酸の  $pK_a = 4.76$  である。

- (a) この水溶液がもつ作用から付けられた溶液の名称とヘンダーソンの式を求めよ。  
 (b) (a) の溶液の pH を求めよ。  
 (c) (b) の溶液 5 mL を純水 45 mL に添加・攪拌した後の pH を示せ。  
 (d) (c) の希釈後の溶液に 0.1M HCl 1.0 mL 添加したときの pH を求めよ。

(a) 名称とヘンダーソンの式	(b) 計算式
	pH:
	(d) 計算式
(c) 計算式	
pH:	pH:

小計	点
----	---

受験番号	
------	--

選択欄

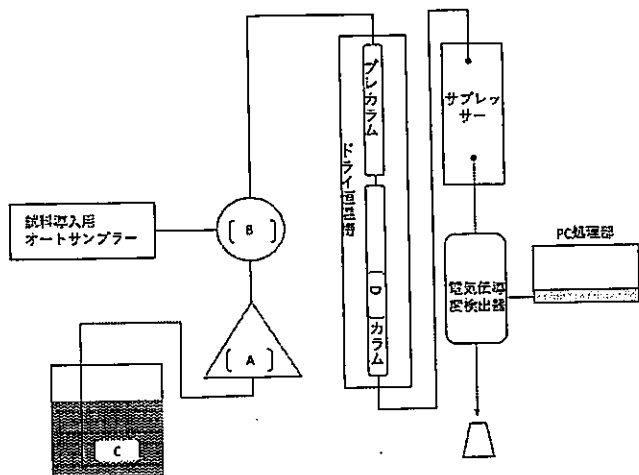
### 化学 その3

「その3」、「その4」のどちらか一問を選択のこと

基礎化学（機器分析：無機分析）

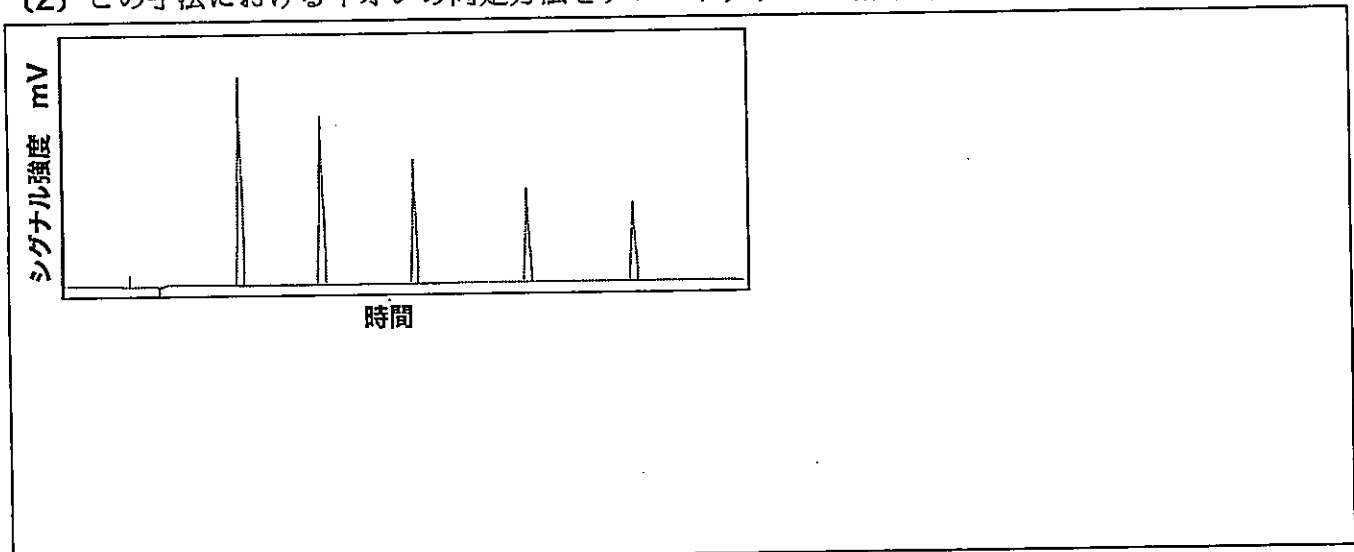
第3問 イオンクロマトグラフィーに対する次の(1)～(3)に答えよ。

(1) 電気伝導度検出型イオンクロマトグラフ装置の概念図の中の空欄 A～D にあてはまる語句を記せ。



A	
B	
C	
D	

(2) この手法におけるイオンの同定方法をクロマトグラムの略図を用いて簡潔に記せ。



(3) この手法における各イオンの定量法を2種類記せ。

小計	点
----	---

受験番号	
------	--

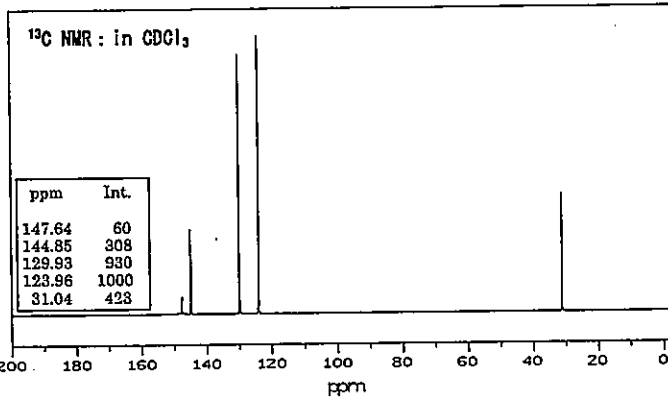
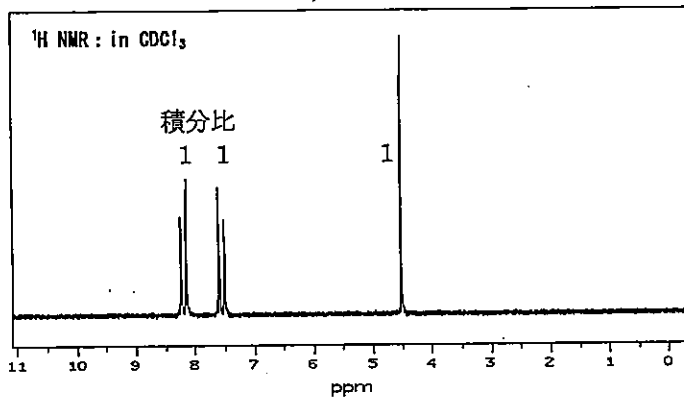
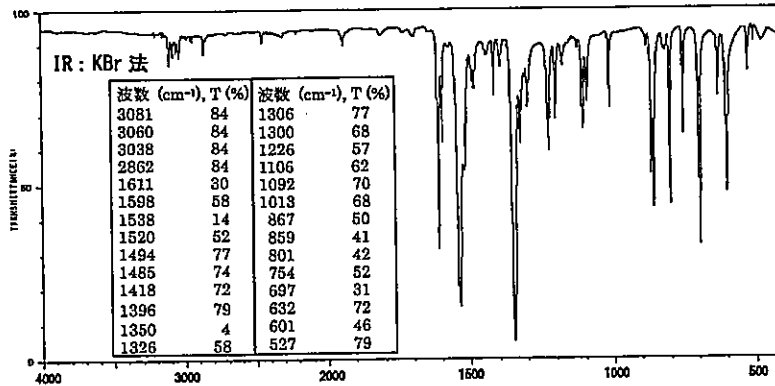
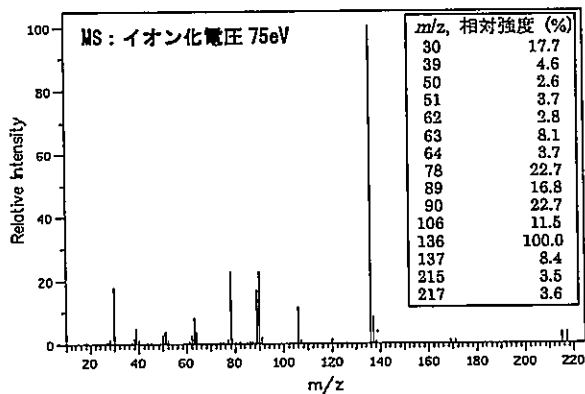
選択欄

## 化 学 その4

「その3」、「その4」のどちらか一問を選択のこと

基礎化学（機器分析：有機分析）

第4問 以下に示すスペクトルデータは全て同じ化合物のもので、元素分析によれば炭素 38.92%、水素 2.80%、窒素 6.48%であった。得られる情報を可能な限り書き出し、構造を推定せよ。



得られる情報:

推定される構造:

小計	点
----	---

受験番号	
------	--

選択欄

## 化学 その5

「その5」、「その6」、「その7」から一問を選択のこと

専門科目 (無機・分析化学)

第5問 次の文章を読み、(1) ~ (3) に答えよ。

- (1) 等核二原子分子  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $F_2$  について結合エンタルピーはそれぞれ 941, 493, 138 kJ/mol である。3つの分子を結合距離の短い順に並べよ。

--

- (2) 等核二原子分子  $F_2$  について分子軌道のエネルギー準位図を書け。また  $F_2$  分子の結合次数を求めよ。

分子軌道のエネルギー準位図	結合次数

- (3) 水—シクロヘキサン系における Co-TTA (TTA: 2-theonyltrifluoroacetone) 溶媒抽出系において、ピリジンおよびその誘導体を添加すると抽出定数に変化する。次のデータを読み解き記せ。

添加溶媒	4-メチルピリジン	3-メチルピリジン	2-メチルピリジン	ピリジン
抽出定数 $\log K_{ex}$	2.15	1.76	-0.48	1.57
添加溶媒の $pK_a$	6.04	5.76	5.95	5.42

--

小計	点
----	---

受験番号

選択欄

化学 その6

「その5」、「その6」、「その7」から一問を選択のこと

専門科目 (物理化学)

第6問 次の(1)と(2)に答えよ。

(1) 化学反応において始めと終わりの物質系の条件が与えられた場合、 $a$ はその途中の経路とは無関係に一定の値をもつことがジェルマン・アンリ・ヘスにより確立されている。この法則は $a$ が系の現在の状態のみに依存し、その経路に依存しない $b$ である性質を利用している。一方、二つの状態間の経路に依存する物理量は経路関数と呼ばれる。上記の法則を利用すると、任意の反応の $a$ を異なる別の反応の $a$ から計算することが可能(i)となる。反応が進行するためには $c$ を超えるエネルギーが必要である。一般に化学反応は $a$ が負の値であれば自発的に進行しやすい(ii)傾向がある。

- (1)  $a$ ,  $b$ ,  $c$ に当てはまる語句を示せ。
- (2) 下線(i)について化学反応式の組み合わせ例を実在の化合物を用いて考案し、その解法を示せ。
- (3) 下線(ii)の理由を簡単に説明せよ。

(1)-a	(1)-b	(1)-c
(2)		
(3)		

(2) 電子の動きを扱うためには古典的なニュートン運動方程式ではなく、古典的な波動方程式に量子力学的(i)な条件が加えられた $a$ 方程式が必要である。この $a$ 方程式は系の波動関数を計算するために使う二階微分方程式であり、 $b$ は系に関するすべての力学的な情報を含んだ数学的な関数である。ここで求められた $b$ の二乗は電子の存在確率と結び付けて解釈されている。この全空間にわたる積分値が1になるよう $c$ されていると、注目する領域に電子を見出す確率を見積もることが可能である。動径分布関数は原子核からの距離の関数として電子分布について確率密度を示したものであり、水素原子の $d$ 軌道の電子に対してはボーア半径のときに最大となる(ii)。

- (1)  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ に当てはまる語句を示せ。
- (2) 下線(i)に関連し、古典力学では説明不可能である事象について、実例を一つ挙げて説明せよ。
- (3) 下線(ii)に関連し、プロトンの大きさと運動性がどのようにになると考えられるか論ぜよ。

(1)-a	(1)-b	(1)-c	(1)-d
(2)			
(3)			

小計

点

受験番号	
------	--

選択欄

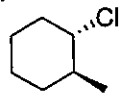
## 化 学 その 7

「その5」、「その6」、「その7」から一問を選択のこと

専門科目 (有機化学)

第7問 次の(1)～(3)に答えよ。

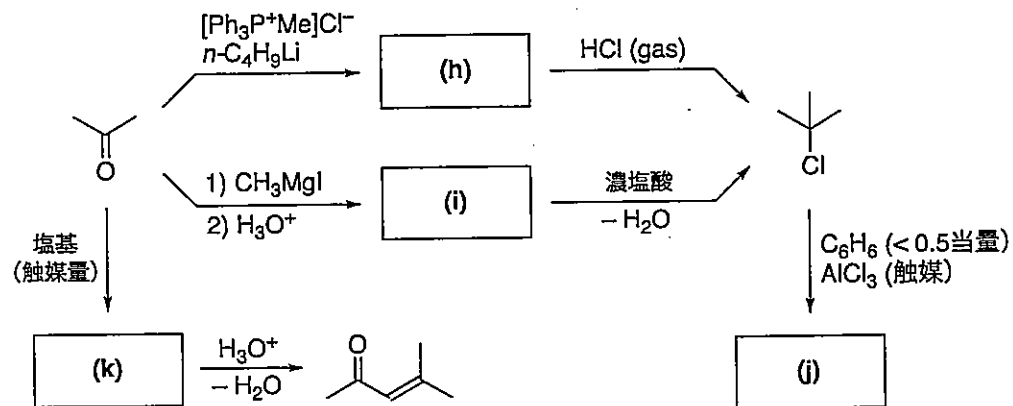
(1) 以下の化合物について、(a), (b) は構造式を示せ。(c) は名称を立体化学表記を含めて英語で記せ。

(a) 1-chloro-4,4-dimethylheptane	(b) (R,E)-4-bromo-2-pentene
(c)	
	

(2) 以下の化合物 (d) – (g) を「酸性度の高い順に」不等号を用いて列挙せよ。

(d) エタノール; (e) アセチレン (エチン); (f) 酢酸; (g) トリフルオロ酢酸

(3) 下図に示す分子変換における生成物 (h) – (k) を構造式で記せ。



(h)	(i)
(j)	(k)

小計	点
合計	点