



令和4年度

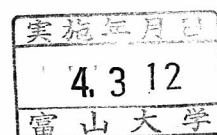
工学部工学科応用化学コース

一般選抜（後期日程）

化学

注意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. この問題冊子は、全部で7ページです。解答用紙は6枚、下書き用紙は2枚で、問題冊子とは別になっています。試験開始の合図があつてから確認してください。
3. 問題冊子あるいは解答用紙に、文字などの印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁、汚れなどがあつた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
4. 試験開始後に、すべての解答用紙（6枚）の指定欄に受験番号を算用数字で記入してください。氏名を書いてはいけません。
5. 解答は、解答用紙の所定欄に明瞭に記入してください。解答用紙の所定欄以外に記入した解答は、採点の対象としません。
6. 1ページ目の「解答上の注意」をよく読んで解答してください。
7. すべての解答用紙（6枚）を提出してください。
8. 問題は  ～  の3問です。すべての問題を解答してください。
9. 問題冊子、下書き用紙は持ち帰ってください。



## 解答上の注意

字数を指定している設問の解答では、1マスに1つの文字を書きなさい。数字、アルファベット、句読点、括弧、記号などは、[例]のようにすべて1字とみなしなさい。

[例]

[	C	u	(	N	H	₃	)	₄	]	²	+	は	,	C	u	²	+	に	₄
分	子	の	N	H	₃	が	配	位	子	と	し	て	配	位	結	合	し	た	錯
イ	オ	ン	で	あ	る	。													

(以下余白)

1 以下の問いに答えよ。必要があれば次の原子量を用いよ。

H=1.0 N=14.0 O=16.0 Al=27.0 Cl=35.5 Ag=108

問1 天然に存在する塩素は、相対質量が35.0, 37.0の2種類の同位体 $^{35}\text{Cl}$ ,  $^{37}\text{Cl}$ からなる。各同位体の天然における存在割合 [%] を有効数字2桁で求めよ。計算過程も記せ。

問2 硝酸の工業的製造法に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

硝酸は、工業的にアンモニアを原料としオストワルト法により製造することができる。この方法は、以下の3段階の反応に分けることができる。

- ア) アンモニアが酸化され一酸化窒素になる。
- イ) 一酸化窒素が酸化され二酸化窒素になる。
- ウ) 二酸化窒素が水と反応する。

原料となるアンモニアがすべて硝酸になると仮定したとき、質量パーセント濃度63.0%の硝酸1.00 kgをつくるために必要なアンモニアの物質量は  $\boxed{x}$  mol である。

(1) ア) ~ウ) の反応式を記せ。

(2) オストワルト法においてアンモニアから硝酸ができる反応を1つの反応式で記せ。

(3)  $\boxed{x}$  に当てはまる数値を有効数字3桁で記せ。計算過程も記せ。

(次のページに続く)

問3 以下の問いに答えよ。なお、温度は常に一定と考えてよい。

- (1) 塩化銀の粉末 2.87 g を純水 100 mL に加え、十分にかき混ぜたところ、一部の塩化銀が溶解した。反応が平衡に達したとき、この水溶液中の銀イオン濃度が  $1.40 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$  であった。塩化銀の溶解度積  $K_{sp}$  [ $\text{mol}^2/\text{L}^2$ ] を有効数字 3 桁で求めよ。計算過程も記せ。
- (2)  $a \text{ mol/L}$  の塩化物イオンを含む水溶液 100 mL に銀イオンを加えたところ、塩化銀の沈殿が生成した。沈殿反応が平衡に達したのち、水溶液中の銀イオン濃度を測定したところ  $b \text{ mol/L}$  であった。この水溶液中の塩化物イオンの量は最初に含まれていた量の何%か、 $a$ 、 $b$  および  $K_{sp}$  を用いた式で記せ。なお、水溶液に銀イオンを加えたときならびに沈殿が生成したときの水溶液の体積変化は無視できるものとする。

問4 単体のアルミニウム 8.10 g を水酸化ナトリウム水溶液に加えたところ、気体を発生しながら完全に溶解した。発生する気体の質量 [g] を有効数字 2 桁で求めよ。計算過程も記せ。

(以下余白)

- 2 芳香族化合物に関する以下の (I) および (II) の問いに答えよ。必要があれば次の原子量を用いよ。

H = 1.0 C = 12.0 F = 19.0 Cl = 35.5 Br = 79.9 I = 127

(I) 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

ベンゼンを出発原料として次の操作を行なった。

- 【操作1】 ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸を氷冷しながら加えたところ、化合物 **A** が得られた。
- 【操作2】 化合物 **A** にスズと塩酸を反応させ、次に水酸化ナトリウムを加えたところ化合物 **B** が得られた。
- 【操作3】 化合物 **B** に氷冷しながら亜硝酸ナトリウムと塩酸を反応させたところ化合物 **C** が得られた。
- 【操作4】 鉄を触媒として、あるハロゲンの単体とベンゼンとを反応させたところ、化合物 **D** が得られた。化合物 **D** の分子量はベンゼンに比べて約 44% 大きかった。
- 【操作5】 化合物 **D** と水酸化ナトリウム水溶液を高温・高圧の条件で反応させ、その後に酸で中和すると化合物 **E** が得られた。
- 【操作6】 化合物 **C** と化合物 **E** の混合物に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、化合物 **F** が得られた。

問1 ベンゼンに関する次の記述のうち正しいものには○を、誤りを含むものには×を記せ。

- (1) 塩化鉄(III)との反応で呈色する。
- (2) 25℃において液体であり、水にはほとんど溶けない。
- (3) 不斉炭素を含む。
- (4) 炭素原子間の結合距離はすべて等しい。
- (5) 甘味をもち、食品添加物として利用される。

問2 化合物 **A** ~ **F** の構造式を記せ。

( 次のページに続く )

問3 【操作2】の化合物 A から化合物 B への変換を表す最も適切な用語を下の選択肢の中から選び記号で記せ。

ア) 酸化      イ) 脱離      ウ) 付加      エ) 縮合      オ) 還元

問4 【操作6】の反応名を記せ。

(II) 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

4種類の化合物 G ~ J はいずれも構造中にベンゼン環を含む分子量が 150 以下の炭化水素である。それぞれの元素分析値はすべて等しく、炭素 = 90.57%、水素 = 9.43% であることがわかっている。したがって、化合物 G ~ J の組成式 (実験式) は同じである。

化合物 G のベンゼン環の水素原子を1つだけ臭素原子に置換した場合、どの水素原子を置換しても同一の化合物が生じる。しかし化合物 H ~ J のそれぞれについて、ベンゼン環の水素原子を1つだけ臭素原子に置換した場合、化合物 H からは2種類、化合物 I と化合物 J からはいずれも3種類の異性体の存在が考えられる。

また、化合物 G ~ J のベンゼン環の水素原子をすべて臭素原子に置換した場合、化合物 G、化合物 H、化合物 I からは同じ分子式をもつ化合物が生じる。一方で、化合物 J からはそれとは異なる分子式をもつ化合物が生じる。

問5 化合物 G ~ J に共通する組成式 (実験式) を記せ。

問6 化合物 G ~ J の構造式をそれぞれ記せ。

問7 化合物 G ~ J の関係を表す最も適切な用語を下の選択肢の中から選び記号で記せ。

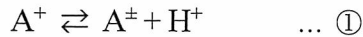
ア) 立体異性体      イ) シス・トランス異性体      ウ) 幾何異性体      エ) 構造異性体  
オ) 光学異性体

問8 元素分析実験を行う際には酸化銅(II)を使用する場合が多い。このときの酸化銅(II)の役割は何か 25 字以内で説明せよ。

(以下余白)

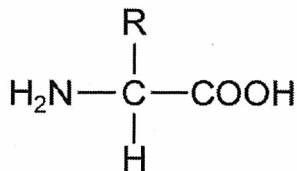
3 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

タンパク質を構成するアミノ酸は、水溶液中で陽イオン、陰イオン、双性イオンの3種類のイオンの形で存在する。側鎖（置換基）にアルキル基Rをもつアミノ酸Aの陽イオンをA<sup>+</sup>、陰イオンをA<sup>-</sup>、双性イオンをA<sup>±</sup>で表したとき、以下の2つの平衡式が成り立つ。



H<sup>+</sup>、A<sup>+</sup>、A<sup>-</sup>、A<sup>±</sup>のイオン濃度〔mol/L〕をそれぞれ[H<sup>+</sup>], [A<sup>+</sup>], [A<sup>-</sup>], [A<sup>±</sup>]とする。①の平衡定数をK<sub>1</sub>、②の平衡定数をK<sub>2</sub>としたとき、それぞれの平衡定数は各イオン濃度を用いて表すことができる。

問1 アミノ酸Aの陽イオン、陰イオン、双性イオンの構造式を下図にならって記せ。



問2 イオン濃度を用いてK<sub>1</sub>およびK<sub>2</sub>をそれぞれ表せ。

問3 イオン濃度を用いてK<sub>1</sub>とK<sub>2</sub>の積を表せ。

問4 等電点における[A<sup>+</sup>], [A<sup>-</sup>], [A<sup>±</sup>]の関係式として適切なものを、下の選択肢の中から選び記号で記せ。

- |  |  |  |
|--|--|--|
| ア) [A <sup>+</sup> ] > [A <sup>-</sup> ] > [A <sup>±</sup> ] | イ) [A <sup>+</sup> ] = [A <sup>-</sup> ] > [A <sup>±</sup> ] | ウ) [A <sup>+</sup> ] > [A <sup>-</sup> ] = [A <sup>±</sup> ] |
| エ) [A <sup>±</sup> ] > [A <sup>-</sup> ] > [A <sup>+</sup> ] | オ) [A <sup>+</sup> ] = [A <sup>-</sup> ] > [A <sup>±</sup> ] | カ) [A <sup>±</sup> ] > [A <sup>-</sup> ] = [A <sup>+</sup> ] |
| キ) [A <sup>-</sup> ] > [A <sup>±</sup> ] > [A <sup>+</sup> ] | ク) [A <sup>-</sup> ] > [A <sup>±</sup> ] = [A <sup>+</sup> ] | ケ) [A <sup>-</sup> ] > [A <sup>+</sup> ] > [A <sup>±</sup> ] |
| コ) [A <sup>+</sup> ] = [A <sup>-</sup> ] = [A <sup>±</sup> ] | サ) [A <sup>+</sup> ] > [A <sup>±</sup> ] > [A <sup>-</sup> ] | シ) [A <sup>±</sup> ] > [A <sup>+</sup> ] > [A <sup>-</sup> ] |

問5 イオン濃度を用いて、等電点におけるK<sub>1</sub>とK<sub>2</sub>の積を表せ。

( 次のページに続く )

問6 アミノ酸Aにおいて、 $K_1=1\times 10^{-3}\text{ mol/L}$  であり、また  $[A^-]=[A^+]$  のときの溶液のpHが10.0であるとする。アミノ酸Aに関する以下の問いに答えよ。

- (1)  $[A^+]=[A^-]$  のときの溶液のpHを小数点第1位まで求めよ。なお、 $A^-$ の影響は無視できるものとする。
- (2)  $K_2$ の平衡定数を有効数字1桁で求めよ。なお、 $A^+$ の影響は無視できるものとする。
- (3) アミノ酸Aの等電点を小数点第1位まで求めよ。計算過程も記せ。
- (4) pHが2.0および11.0の溶液における  $[A^+]$ ,  $[A^-]$ ,  $[A^+]$  の関係式として適切なものを、問4の選択肢の中から選び記号で記せ。
- (5) pHが8.0の溶液において、 $[A^-]$  は  $[A^+]$  の何倍となるか求めよ。計算過程も記せ。

(以下余白)



令和4年度 工学部 工学科 応用化学コース 一般選抜 (後期日程)  
 解答用紙



化学  
 1

- 1枚目

受験番号						

小計

問 1	計算過程		採点								
	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td><math>^{35}\text{Cl}</math></td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td>%</td> </tr> <tr> <td><math>^{37}\text{Cl}</math></td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td>%</td> </tr> </table>			$^{35}\text{Cl}$			%	$^{37}\text{Cl}$			%
	$^{35}\text{Cl}$										
	%										
$^{37}\text{Cl}$											
	%										
問 2	(1)	ア) 反応式	採点								
		イ) 反応式									
		ウ) 反応式									
	(2)	反応式									
(3)	計算過程		採点								
		<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td><math>x</math></td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> </table>	$x$								
$x$											

令和4年度 工学部 工学科 応用化学コース 一般選抜（後期日程）  
解答用紙



化学  
1

－2枚目

受験番号						

小計

問 3	(1)	計算過程		採点
			溶解度積 mol <sup>2</sup> /L <sup>2</sup>	
	(2)	%		採点
問 4		計算過程		採点
			発生する気体の質量 g	

令和4年度 工学部 工学科 応用化学コース 一般選抜 (後期日程)  
解答用紙



化学

2

- 1枚目

受験番号						

小計

(I)	問1	(1)		(2)		(3)		(4)		(5)		
	問2	A					B					
		構造式					構造式					
		C					D					
		構造式					構造式					
		E					F					
		構造式					構造式					
	問3	記号										
	問4	反応名										

採点

採点

採点

採点

令和4年度 工学部 工学科 応用化学コース 一般選抜 (後期日程)  
解答用紙



化学

2

- 2枚目

受験番号							

小計

(II)	問 5	組成式 (実験式)						採点
	問 6	G			H			採点
		構造式			構造式			
		I			J			
		構造式			構造式			
	問 7	記号						採点
	問 8							採点
								10
								20
								25

令和4年度 工学部 工学科 応用化学コース 一般選抜 (後期日程)  
 解答用紙



化学  
 3

- 1枚目

受験番号						

小計

問	陽イオン	陰イオン
	1	双性イオン
2	$K_1 =$	$K_2 =$
3	$K_1 \cdot K_2 =$	
4		
5	$K_1 \cdot K_2 =$	

採点

採点

採点

採点

採点

令和4年度 工学部 工学科 応用化学コース 一般選抜 (後期日程)  
 解答用紙



化学  
 3

- 2枚目

受験番号							

小計

問 6	(1)			(2)	mol/L		採点	
	(3)	計算過程						
	(4)	pH = 2.0	pH = 11.0					採点
		計算過程						
(5)							採点	
							倍	

( 下 書 き 用 紙 )



( 下 書 き 用 紙 )

