

# 平成30年度入学試験問題

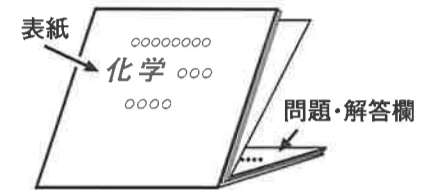
## 化学 401

(前期日程)

表紙も問題・解答用紙も全て  
表面のみに印刷している。

### (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 この表紙を除いて、**問題用紙は4枚(その1～4)**、**解答用紙は4枚(その5～8)**、および**計算用紙1枚**である。  
用紙の折り方は図のようになっているので注意すること。
- 3 解答は、**解答用紙の指定された解答箇所**に書くこと。指定された解答箇所以外に書いたものは採点しない。また、**裏面に解答したもの**も採点しない。
- 4 **解答開始後**、各解答用紙の「**受験番号**」欄に受験番号をはっきりと記入すること。
- 5 計算用紙も含め配付した用紙はすべて回収する。



# 化学 401 その1 (問題用紙)

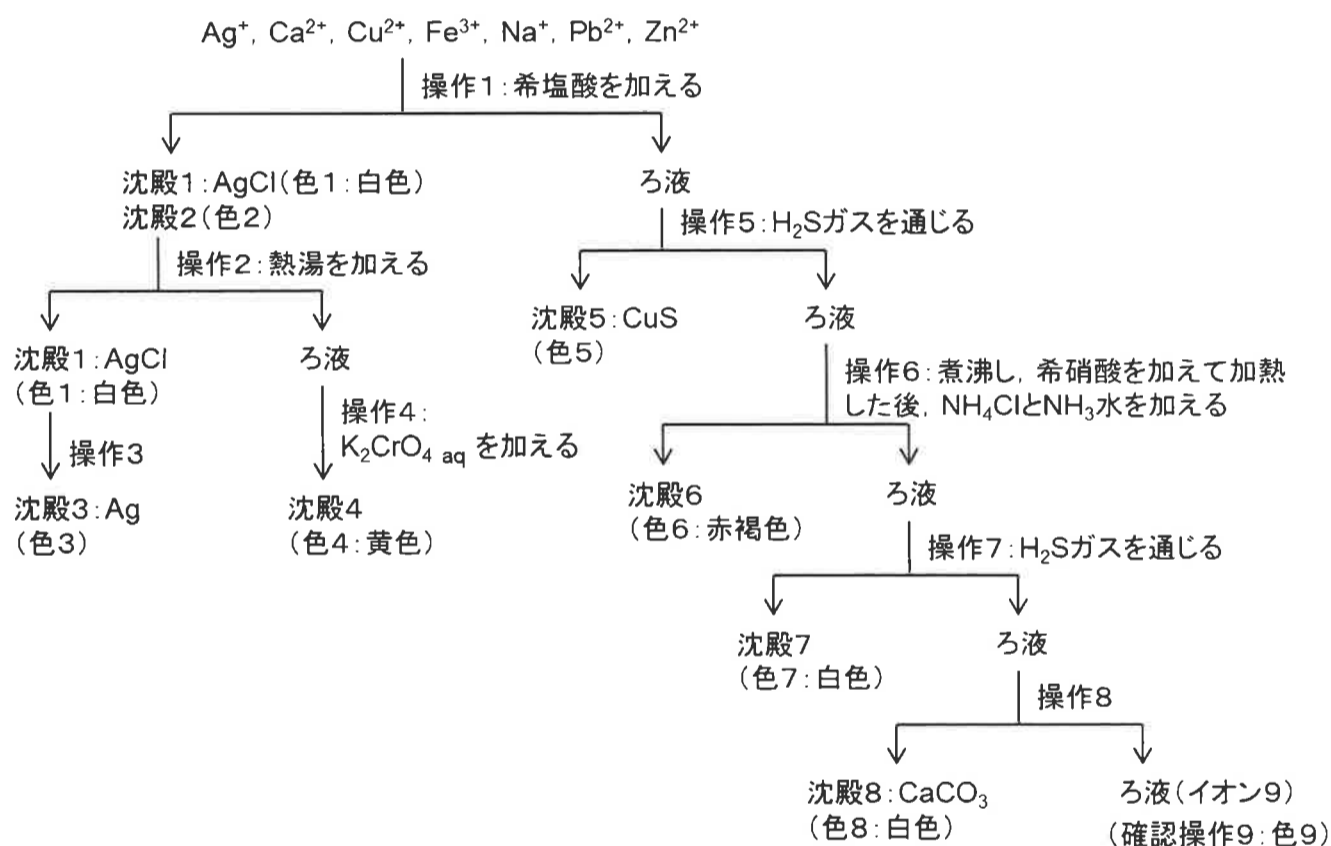
(注意) 解答にあたっては、以下の注意事項に従うこと。

1. 有機化合物の構造式は右図に示す例にならって表すこと。
2. 原子量は次の値を用いること。H : 1.00, C : 12.0, N : 14.0, O : 16.0



**第1問** 次の文章を読み、下の問い(問1~7)に答えよ。

$\text{Ag}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  を含む水溶液に対して、図に示す操作1~8を行ったところ、沈殿1~8を得た。



**問1** 操作3, 操作8, 確認操作9として適切なものを以下の選択肢 a ~ hの中から選び、記号で答えよ。

- |                           |  |                           |
|---------------------------|--|---------------------------|
| a 希硝酸を加えて加熱する             | b 熱湯を加える   | c 炎色反応を見る                 |
| d $\text{NH}_3$ 水を加えて中和する | e 光を当てる  | f 過剰の $\text{NH}_3$ 水を加える |
| g 希塩酸を加えて中和する             | h 煮沸してガスを追い出した後、 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ を加える |                           |

**問2** 各操作で生じる沈殿2, 沈殿4, 沈殿6, 沈殿7の化学式を記せ。また、イオン9のイオン, 色2, 色5, 色9の色を記せ。

(その2につづく)

## 化学 401 その2 (問題用紙)

問3 操作7によって沈殿7が生じる反応をイオン反応式で示せ。

問4 元の水溶液に  $K^+$  が含まれていた場合、沈殿1～沈殿8およびイオン9のうち、どれと一緒に分離されるか記せ。

問5 元の水溶液に含まれる元素の中で、もっともイオン化傾向の小さい元素を答えよ。

問6 元の水溶液に含まれるイオンのうち、アンモニアと錯体を形成して深青色を示すイオンを答えよ。

問7 沈殿6を生じる元素アは我々の生活における様々な場面で利用されている金属であるが、酸化されやすいことが問題である。そのため、元素アの金属に元素イの金属をめっきしてその酸化を防ぐ工夫が施される。

- 元素ア および 元素イ の元素名を答えよ。一組の組み合わせを解答すればよい。
- このような処理が施された素材を答えよ。
- 元素ア が露出しても 元素ア の酸化を防ぐことができる理由を、30字以内で述べよ。
- 元素ア が食塩存在下で酸化されるときの特性を利用した日用品を答えよ。また、その日用品は、元素ア が酸化される反応のどのような特性を利用したものかを述べよ。

第2問 化学反応は、その反応に関する反応速度定数と平衡定数によって記述される。水素 ( $H_2$ ) とヨウ素 ( $I_2$ ) からヨウ化水素 ( $HI$ ) を生成する可逆な気体反応  $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$  について、下の問い(問1～5)に答えよ。

問1  $H_2$  と  $I_2$  から  $HI$  を生成する気体反応(正反応)の反応速度  $v_f$  について、その反応速度定数  $k_f$  と物質のモル濃度  $[H_2]$ ,  $[I_2]$ ,  $[HI]$  の中から必要なものを使って反応速度式を記せ。

問2  $HI$  から  $H_2$  と  $I_2$  を生成する気体反応(逆反応)の反応速度  $v_b$  について、その反応速度定数  $k_b$  と物質のモル濃度  $[H_2]$ ,  $[I_2]$ ,  $[HI]$  の中から必要なものを使って反応速度式を記せ。

問3 反応開始時に  $HI$  の濃度がゼロの場合、最初は正反応のみが進行するが、 $HI$  の濃度が増加するにつれて逆反応の反応速度が大きくなる。一方、 $H_2$  と  $I_2$  の濃度の減少により正反応の反応速度が小さくなるため、やがて  $v_f = v_b$  となり、反応物と生成物の濃度が一定になる平衡状態に到達する。平衡状態は平衡定数  $K$  によって記述される。

$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$  の平衡定数  $K$  は、反応物、生成物のモル濃度  $[H_2]$ ,  $[I_2]$ ,  $[HI]$  を使ってどのように表されるか記せ。

問4 問1～3の結果から、 $K$  は、 $k_f$  と  $k_b$  を使っても表すことができる。その関係式を記せ。

問5 反応速度定数は活性化エネルギーを用いて  $k = A \times e^{-\frac{E}{RT}}$  と表すことができる。ここで、 $A$  は頻度因子、 $E$  は活性化エネルギー、 $R$  は気体定数、 $T$  は絶対温度である。今、正反応と逆反応とで  $A$  は等しく、正反応の活性化エネルギー  $E_f$  を  $174.00 \text{ kJ/mol}$ 、逆反応の活性化エネルギー  $E_b$  を  $183.00 \text{ kJ/mol}$ 、 $RT$  を  $3.00 \text{ kJ/mol}$  としたとき、 $K$  の値を記せ。なお、計算の根拠も示せ。ただし、自然対数の底  $e$  が計算式に入る場合には、数値を用いずに  $e$  のまま表記すること。

# 化学 401 その3 (問題用紙)

**第3問** 次の文章を読み、下の問い(問1~6)に答えよ。

炭素、水素、酸素のみからなる **化合物A** を精密に 101 mg 量り取り、乾燥酸素を通しながら完全に燃焼させた。その結果、二酸化炭素 220 mg と水 81.0 mg が生じた。また、**化合物A** を完全に加水分解すると、二種類の **化合物B, C** のみが生じ、生じた **化合物B, C** のモル数の比は、 $B:C=2:1$  であった。**化合物B** は金属ナトリウムと反応して水素を発生し、**化合物D** となった。また、**化合物B** を酸化すると二段階で反応し、銀鏡反応を示す **化合物E** を経て **化合物F** を生じた。**化合物B, E** それぞれにヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて反応させると、どちらからも同じ黄色の沈殿が生じた。

また、**化合物C** は炭酸水素ナトリウムと反応し、二酸化炭素を発生した。なお、**化合物C** と **化合物F** は同じ官能基を有することがわかった。

**問1** **化合物A** の組成式を求めよ(計算の根拠を示すこと)。

**問2** **化合物A** の分子量を測定したところ、 $200 \pm 5$  であった。**化合物A** の分子式を記せ。

**問3** **化合物B, D, E, F** の構造式を記せ。

**問4** 下線部の反応名を記せ。また黄色の沈殿を化学式で記せ。

**問5** 別の実験により、**化合物C** は直鎖状の化合物であることが分かった。**化合物C** および **化合物A** の構造式を記せ。

**問6** **化合物C** とヘキサメチレンジアミン( $H_2N-(CH_2)_6-NH_2$ )を混合し、加熱して反応させると、合成繊維として多方面に利用されている高分子化合物が生じる。この高分子化合物の名称および構造式を記せ。

**第4問** 次の文章を読み、下の問い(問1~4)に答えよ。

徳島のブランド地鶏である阿波尾鶏は、うま味成分のアミノ酸が多く含まれているため独特の「コク」があると言われている。いくつかのアミノ酸について構造式を右の表に示した。阿波尾鶏のうま味成分としては、うま味調味料に多用されている分子量 147 の **ア** や、人工甘味料の構成アミノ酸である分子量 133 の **イ** などがある。さらに次頁に示すカルノシンは、<sup>(A)</sup> $\beta$ -アラニンとヒスチジン(等電点 7.59)が結合した **ウ** と言われる構造を有する。カルノシンは鶏肉の機能性成分であり、抗酸化作用、血糖値の調節、持久力の向上に効果があることが報告されている。

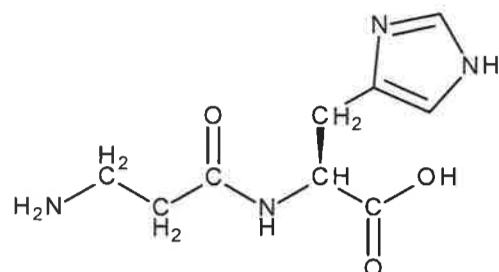
表 アミノ酸\* の構造式と等電点

アミノ酸	-R	等電点
アスパラギン	$-CH_2-CO-NH_2$	5.41
アスパラギン酸	$-CH_2-COOH$	2.77
アルギニン	$-(CH_2)_3-NH-C(NH_2)=NH$	10.76
グルタミン	$-CH_2-CH_2-CO-NH_2$	5.65
グルタミン酸	$-CH_2-CH_2-COOH$	3.22
システイン	$-CH_2-SH$	5.07
グリシン	$-H$	5.97

\* アミノ酸の一般構造式： $H_2N-\underset{\substack{| \\ R}}{CH}-COOH$

(その4につづく)

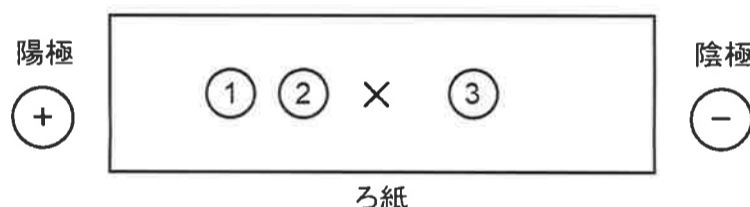
# 化学 401 その4 (問題用紙)



カルノシン

カルノシンを構成する  $\beta$ -アラニンは  $\beta$ -アミノ酸に、ヒスチジンは  $\alpha$ -アミノ酸に分類される。一般的な天然タンパク質は  $\alpha$ -アミノ酸から構成され、それらは約  種類存在する。その中で、ヒスチジンは幼児では体内で必要量を合成できないアミノ酸であり、このようなアミノ酸を  と呼び、成人の場合  種類あることが知られている。

阿波尾鶏の肉の一部を加水分解して、 と 、そしてヒスチジンを抽出採取した。次に、この三種類のアミノ酸を混合し、混合したアミノ酸の溶液を緩衝液 (pH 6.0) に浸したろ紙上の×部分 (下図) に浸み込ませた。ろ紙の両端に直流電圧をかけた後に  溶液を噴霧してドライヤーで加熱し呈色したところ、<sup>(B)</sup> おおよそ以下のように分離していた。



水溶液中のアミノ酸は、<sup>(C)</sup> pH の変化によりイオン化した状態が変わり、平衡状態にある。そのアミノ酸の電荷が全体として  となるとき pH を等電点と言う。また  反応は、アミノ酸やタンパク質を検出する方法であるが、多くのアミノ酸は  に発色する。

問1 問題文中の  ~  にあてはまる適した語句あるいは数を答えよ。

問2 下線部 (A) のように、グリシンとシステインを二分子間で縮合させた。二分子間の反応のみを考慮し、生成物の構造式を1つ記せ。

問3 下線部 (B) について、ヒスチジンの位置を図中番号 ① ~ ③ の中から選び、その位置に移動する理由を述べよ。

問4 下線部 (C) について、 $\beta$ -アラニンは pH 条件により主なイオン種の状態が異なる。溶液の pH 値を考慮して3つのイオン式で記せ。

## 化 学 4 0 1 その 5 (解答用紙)

### 第 1 問

問 1	操作 3		操作 8		確認操作 9												
問 2	沈殿 2		沈殿 4		沈殿 6												
	沈殿 7		イオン 9														
	色 2		色 5		色 9												
問 3																	
問 4																	
問 5																	
問 6																	
問 7	i) 元素ア :						元素イ :			ii)							
問 7	iii)																
	iv)	日用品名 :						反応の特性 :									

化学 401 その6 (解答用紙)

第2問

問1	$v_f =$
問2	$v_b =$
問3	$K =$
問4	$K =$
問5	$K =$ _____

化学 401 その7 (解答用紙)

第3問

問1				
	組成式 _____			
問2				
問3	B		D	
	E		F	
問4	反応名		黄色 沈殿	
問5	C			
	A			
問6	名称			
	構造式			



化 学 401 その8 (解答用紙)

第4問

問1	ア		イ		ウ	
	エ		オ		カ	
	キ		ク		ケ	
問2						
問3	番号		理由			
問4						
	小	←————— pH値 —————→				大