

令和2年度（前期）

長崎県立大学看護栄養学部栄養健康学科

個別学力検査等試験

## 化学基礎・化学 (90分)

### 注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. この問題冊子の最終ページは、14ページです。  
試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
3. 解答用紙は、4枚あります。  
解答用紙には受験番号の記入欄があるので、監督者の指示に従って、解答用紙すべてに受験番号を正しく記入してください。
4. 解答は、問題ごとに、解答用紙の所定の欄に記入してください。
5. 問題冊子には、白紙のページがありますので、下書き用紙として利用してください。
6. 問題冊子は持ち帰ってください。

[注意] 計算に必要な場合は次の数値を用いなさい。

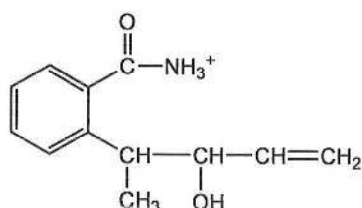
原子量 H = 1.0, He = 4, C = 12, N = 14, O = 16, F = 19,  
Ne = 20, Na = 23, S = 32, Cl = 35.5, Ar = 40, K = 39,  
Cu = 64, Kr = 84

標準状態の気体 1 mol の体積 : 22.4 L

$\log_{10}2.0 = 0.30$ ,  $\log_{10}3.0 = 0.48$

また、構造式は次の記入例にならって記しなさい。

構造式の記入例 :



**第1問** 物質の溶解に関する[1], [2]の文章を読んで、以下の問い(問1~問10)に答えなさい。

[1] 溶液の性質

液体にほかの物質が溶けて均一になる現象を溶解といい、できた混合物を溶液という。溶液において、溶かした液体を  , 溶けている物質を  という。

表1-1は、物質の水への溶解度 [g/100 g 水] の温度変化を示している。この表に示した物質のうち、結晶が水和水を持つのは硫酸銅(II)だけであり、表の値は硫酸銅(II)無水物の溶解度を表している。

表1-1

物質 \ 温度	0°C	10°C	20°C	30°C	40°C	60°C
塩化カリウム	28	31	34	37	40	46
硝酸カリウム	13	22	32	46	64	109
硫酸銅(II)	14	17	20	24	29	40

問1 上の文章中の空欄  ,  に適切な語句を記しなさい。

問2 20°Cの水 200 g に塩化カリウム 20 g を溶かした水溶液がある。この水溶液にさらに塩化カリウムを溶かして、20°Cの飽和水溶液を作りたい。塩化カリウムを最低限何 g 溶かせばよいか。四捨五入して整数で答えなさい。

問3 60℃における硝酸カリウムの飽和水溶液 150 g を 20℃まで冷却すると、析出する硝酸カリウムの質量は何 g になるか。四捨五入して整数で答えなさい。

問4 20℃において硫酸銅(II)の飽和水溶液を作りたい。水 100 g に何 g の硫酸銅(II)五水和物を溶かせばよいか。四捨五入して整数で答えなさい。

問5 60℃における硫酸銅(II)の飽和水溶液 250 g を 20℃まで冷却すると、析出する硫酸銅(II)五水和物の質量は何 g になるか。四捨五入して整数で答えなさい。

問6 表1-2は、それぞれの気体が分圧  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  で水に接しているときに、水 1 L に溶ける気体の物質量 (mol) を表している。この表中の温度 (X) として最も適当な温度を、次の (a) ~ (d) より 1 つ選び、記号で答えなさい。また、窒素が分圧  $5.065 \times 10^4 \text{ Pa}$  で 20℃の水に接しているときに、水 4.50 L に溶ける窒素の体積は、標準状態に換算して何 L か。有効数字 3 桁で答えなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。

表 1 - 2

温度 (°C)	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
(X)	$0.954 \times 10^{-3}$	$1.03 \times 10^{-3}$	$2.18 \times 10^{-3}$
20	$0.870 \times 10^{-3}$	$0.679 \times 10^{-3}$	$1.38 \times 10^{-3}$
(Y)	$0.740 \times 10^{-3}$	$0.518 \times 10^{-3}$	$1.03 \times 10^{-3}$

温度 (a) 0℃ (b) 40℃ (c) 60℃ (d) 100℃

[2] 希薄溶液の性質

純粋なベンゼンを冷却していくと、図1-1のような温度変化のグラフが得られる。一方、ベンゼン100gに非電解質X 2.5gを溶かした溶液を冷却していくときの温度変化は、図1-2のようなグラフとなる。

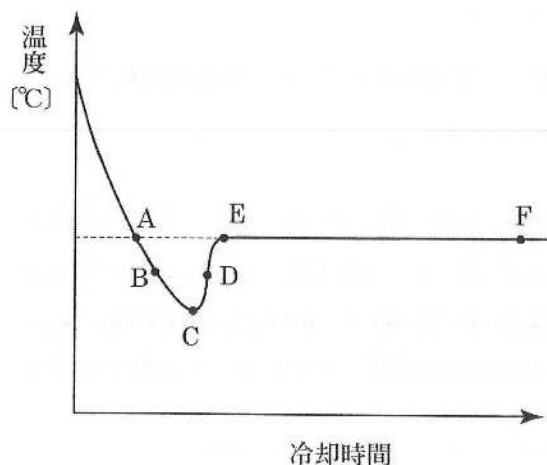


図1-1

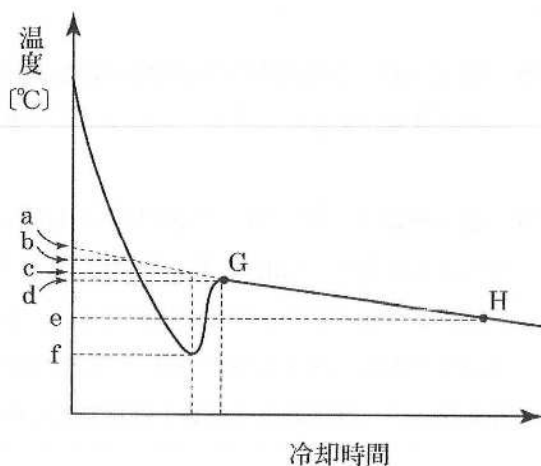


図1-2

問7 図1-1でCからEにかけて急激に温度が上昇している理由を、Bにおける状態の名称に触れて説明しなさい。

問8 図1-2で溶液の凝固点として最も適当なものを、a～fのうちから1つ選び記号で答えなさい。

問9 図1-2のGH間で温度が徐々に下がっている理由を説明しなさい。

問10 ベンゼンの凝固点は  $5.5^{\circ}\text{C}$  であり、図1-2から求めた溶液の凝固点は  $4.5^{\circ}\text{C}$  であった。ベンゼンのモル凝固点降下は  $5.1\text{ K}\cdot\text{kg/mol}$  である。物質Xの分子量を四捨五入して整数で答えなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。

**第2問** 電離平衡と格子エネルギーに関する[1],[2]の文章を読んで、以下の問い(問1~問9)に答えなさい。

[1] 電離平衡

水溶液中で電離度が1に近い酸を **ア** , 電離度が1より著しく小さい酸を **イ** という。

**イ** である酢酸  $\text{CH}_3\text{COOH}$  を水に溶かすと、水溶液中でその一部の分子が電離し、次のような電離平衡が成り立つ。



電離平衡における平衡定数を電離定数といい、平衡時の  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 、酢酸イオン  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 、水素イオン  $\text{H}^+$  のモル濃度をそれぞれ、 $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ 、 $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ 、 $[\text{H}^+]$  とするとき、(i) 式の電離定数  $K_a$  は次のように表される。

$$K_a = \text{ウ}$$

**イ** とその塩の混合水溶液は少量の酸や塩基を加えても、pH がほとんど変化しない。このような水溶液を **エ** という。したがって、 $\text{CH}_3\text{COOH}$  と  $\text{CH}_3\text{COONa}$  の混合水溶液は **エ** であり、この水溶液中では、**オ** はほぼ完全に電離しており、**カ** はほとんど電離していない状態で存在している。 $\text{CH}_3\text{COOH}$  と  $\text{CH}_3\text{COONa}$  の混合水溶液に、少量の酸を加えても、次のような反応が起こり、 $[\text{H}^+]$  はほとんど増加しない。

**I**

また、この混合水溶液に、少量の塩基を加えても、次のような反応が起こり、水酸化物イオンのモル濃度  $[\text{OH}^-]$  もほとんど増加しない。

**II**

**エ** に関する次の操作1~操作2を順に行った。

操作1 : 0.10 mol/L の  $\text{CH}_3\text{COOH}$  水溶液 20 mL に、0.246 g の  $\text{CH}_3\text{COONa}$  を加えて得られた

**エ** を水溶液 A とする。

操作2 : 水溶液 A に 0.10 mol/L の塩酸 5.00 mL を加えた。

なお、酢酸の電離定数  $K_a$  の値は  $3.0 \times 10^{-5}$  mol/L とする。

**問1** 上の文章中の空欄 **ア** ~ **カ** に適する式、語句または化合物名を記しなさい。

**問2** 上の文章中の空欄 **I** , **II** に適するイオン反応式を記しなさい。

**問3** **エ** の性質をもつ液体を次の (1)~(5) のうちから1つ選び、その記号を記しなさい。

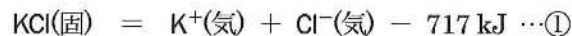
- (1) 食塩水                      (2) アンモニア水                      (3) 砂糖水  
(4) 血液                              (5) セッケン水

- 問4 操作1で得られた水溶液AのpHはいくらか。四捨五入により小数第1位まで記しなさい。ただし、 $\text{CH}_3\text{COONa}$ を加えた後の水溶液Aの体積は変わらないものとする。解答欄には計算の過程も記しなさい。
- 問5 操作2終了後の水溶液のpHはいくらか。四捨五入により小数第1位まで記しなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。
- 問6  $0.10 \text{ mol/L}$ の $\text{CH}_3\text{COOH}$ 水溶液  $20 \text{ mL}$ に、 $0.20 \text{ mol/L}$ の水酸化ナトリウム水溶液を加えて、水溶液Aと同じpHの水溶液をつくりたい。このとき、必要となる $0.20 \text{ mol/L}$ の水酸化ナトリウム水溶液の体積は何 $\text{mL}$ か。四捨五入により有効数字2桁で記しなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。

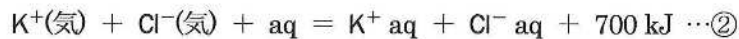
[2] 格子エネルギー

イオン結晶の水に対する溶解熱は、結晶の格子エネルギーと、結晶を構成するイオンの水和エネルギーとの相対的な大小関係によって決まる。

イオン結晶の格子エネルギーは、結晶を構成するイオンにまでばらばらにするのに必要なエネルギーである。また、格子エネルギーは、実験によって直接測定することは難しいが、すでによく知られているほかのエネルギーの値とヘスの法則を用いて求めることができる。イオン結晶である塩化カリウムの格子エネルギーは  $717 \text{ kJ/mol}$  であり、これを熱化学方程式で示すと、次のようになる。



一方、水和エネルギーはイオンが水和によって安定化するエネルギーであり、 $\text{K}^+$ と $\text{Cl}^-$ の水和エネルギーを熱化学方程式で示すと、次のようになる。

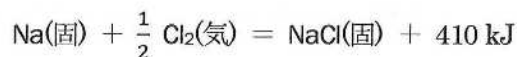
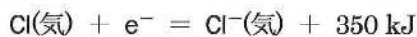
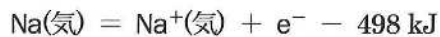
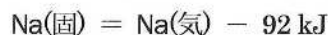


塩化カリウム結晶の水に対する溶解熱  $Q_1$  [ $\text{kJ/mol}$ ] を表す熱化学方程式は、次のようになる。



問7 ③式の  $Q_1$  の値を、正負の符号を付けて整数で答えなさい。

問8 塩化ナトリウム結晶の格子エネルギーを  $Q_2$  [ $\text{kJ/mol}$ ] としたときの熱化学方程式を記しなさい。また、次の熱化学方程式を用いて、 $Q_2$  [ $\text{kJ/mol}$ ] の値を整数で答えなさい。



問9 塩化リチウム結晶の格子エネルギーは  $840 \text{ kJ/mol}$  であり、塩化カリウム結晶の格子エネルギーよりも大きい。この理由を「静電気力（静電的な引力）」、「イオン半径」という語句を用いて説明しなさい。

**第3問** 周期表と炭酸ナトリウムの工業的製法に関する[1]，[2]の文章を読んで，以下の問い（問1～問11）に答えなさい。

[1] 周期表

表3-1は，第1周期～第4周期までの元素の周期表である。

表3-1

族 周期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be											(ア)	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	(イ)	Co	Ni	Cu	(ウ)	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr

問1 表3-1の(ア)～(ウ)に当てはまる元素記号を記しなさい。

問2 表3-1の元素の単体が，常温・常圧で液体であるものの名称を記しなさい。

問3 表3-1の元素の単体について，常温・常圧で気体であるものは何種類あるか。その気体の数を記しなさい。また，それらのうちで分子量が最大であるものの名称を記しなさい。

問4 Alの単体が塩酸および水酸化ナトリウム水溶液に溶けるときの反応をそれぞれ，化学反応式で記しなさい。



問5 表3-1の17族元素の水素化合物の中で、最も沸点が高いものの分子式を記しなさい。また、その理由について述べた次の文中の空欄 **X** ~ **Z** に入れる語句の組合せとして最も適当なものを、次の①~⑧のうちから1つ選び、番号で記しなさい。

分子量は3つのうちで **X** であるが、**Y** が **Z** はたらくため。

	X	Y	Z
①	最大	ファンデルワールス力	強く
②	最大	ファンデルワールス力	弱く
③	最大	水素結合	強く
④	最大	水素結合	弱く
⑤	最小	ファンデルワールス力	強く
⑥	最小	ファンデルワールス力	弱く
⑦	最小	水素結合	強く
⑧	最小	水素結合	弱く

[2] 炭酸ナトリウムの工業的製法

ナトリウムは  金属に含まれ、その化合物の1つである炭酸ナトリウムはガラスやセッケンの原料で、その水溶液から再結晶させると、十水和物が得られる。これを空气中に放置すると、水和水の一部を失って白色粉末状の一水和物となるが、この現象を  という。

炭酸ナトリウムの工業的製法を  法という。図3-1は、この方法の概略を示したものである。

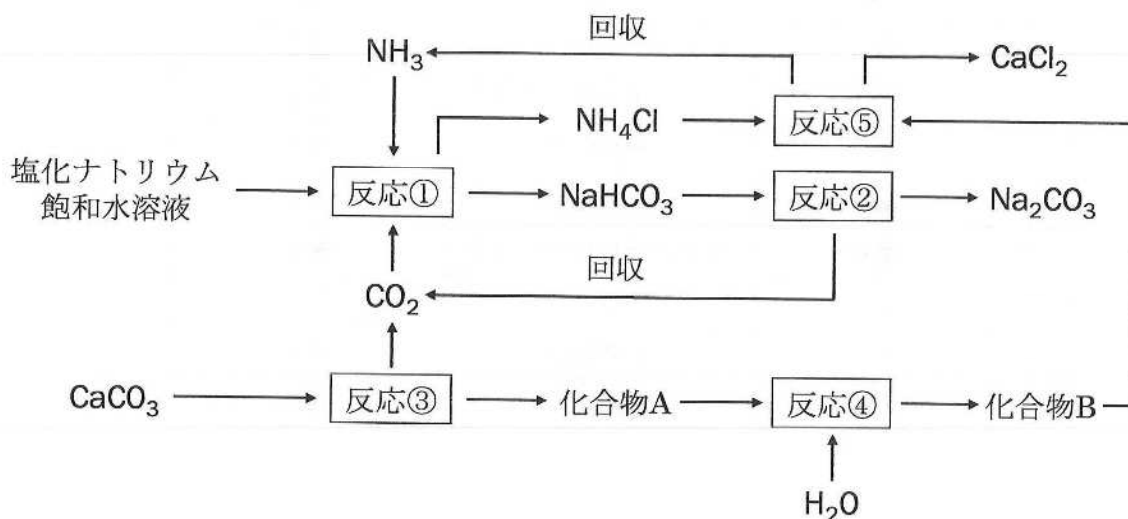


図3-1

反応①は塩化ナトリウムの飽和水溶液にアンモニアを吸収後、二酸化炭素を吹き込むことで起こる。このとき得られた炭酸水素ナトリウムを加熱する反応②によって、炭酸ナトリウムが得られる。この際、二酸化炭素は回収され、反応①に再利用される。また、塩化アンモニウムからはアンモニアが得られ、回収後、反応①に再利用される。

問6 上の文章中の空欄  ~  に適する語句を記しなさい。

問7 図3-1の化合物AおよびBの化学式を記しなさい。

問8 反応①, ②, ⑤を表す化学反応式を記しなさい。

問9 反応①が進行する理由として最も適当なものを次の(i)~(v)より1つ選び、その記号を記しなさい。

- (i) アンモニアの水への溶解度が大きいため。
- (ii) 炭酸水素ナトリウムの水への溶解度が小さいため。
- (iii) 塩化アンモニウムの水への溶解度が小さいため。
- (iv) 塩化ナトリウムの水への溶解度が大きいため。
- (v) 二酸化炭素が水溶液中から揮発するため。

問10 反応①では塩化ナトリウムの飽和水溶液にアンモニアを吸収させた後に二酸化炭素を吹き込むが、二酸化炭素を先に加えた場合、反応①は進行しにくい。この理由を簡潔に説明しなさい。

問11 法で25.0% (質量パーセント濃度) の塩化ナトリウム水溶液5.00t中の塩化ナトリウムのうち30.0%が炭酸ナトリウムに変化したとすると、理論上何kgの炭酸ナトリウムが得られるか。有効数字3桁で答えなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。

**第4問** 有機化合物とアミノ酸・タンパク質に関する[1], [2]の文章を読んで, 以下の問い(問1~問12)に答えなさい。

[1] 有機化合物

分子式  $C_{13}H_{12}O_4$  の化合物 A は, 環構造としてベンゼン環のみを持ち, エステル結合を 2 つ持つジエステルである。化合物 A を 1 mol 加水分解したところ, 得られた化合物は B, C, D のみで, それぞれ 1 mol であった。

B を元素分析したところ, 炭素 60.0%, 水素 13.3%, 酸素 26.7% (それぞれ質量比) であり, 別の実験結果より分子量は 60 であることがわかった。B を二クロム酸カリウムで酸化したところ, 化合物 E が得られた。E に①ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱したところ, 黄色沈殿が生じた。E は  を乾留しても得られた。

C はナトリウムフェノキシドに高温・高圧下で二酸化炭素を作用させたのち, 希硫酸を加えても得られる。C にメタノールと濃硫酸を加えて加熱すると, 消炎鎮痛剤として用いられる化合物 F が得られる。また, C に  を作用させて得られる分子式  $C_9H_8O_4$  の化合物 G は, 解熱鎮痛剤として用いられる。

D に触媒の存在下で十分な水素を付加させたところ, 分子量が 4 だけ増加した化合物 H が得られた。

**問1** 下線部①に関して, この反応の名称と析出する黄色沈殿を形成する化合物の化学式を記しなさい。

**問2** 上の文章中の空欄  ,  に適する化合物名を記しなさい。

**問3** 化合物 B, E の構造式を記しなさい。

**問4** 化合物 C, F, G の構造式と名称を記しなさい。

問5 化合物 F または化合物 G に炭酸水素ナトリウム  $\text{NaHCO}_3$  水溶液, および塩化鉄(III)  $\text{FeCl}_3$  水溶液を常温・常圧で加えるとき, 呈色反応を含む反応の有無の組合せとして適当なものを, 次の①～⑤のうちから1つ選び, 番号で記しなさい。ただし, 反応する場合は○で, 反応しない場合は×で表す。

	化合物 F		化合物 G	
	$\text{NaHCO}_3$	$\text{FeCl}_3$	$\text{NaHCO}_3$	$\text{FeCl}_3$
①	○	○	○	×
②	○	×	×	○
③	×	○	○	×
④	○	×	○	○
⑤	×	○	×	×

問6 化合物 D の構造式を記しなさい。

問7 化合物 A の構造式を記しなさい。

## [2] アミノ酸・タンパク質

タンパク質を酸や<sup>②</sup>酵素で加水分解すると、アミノ基とカルボキシ基が同一炭素原子に結合した分子である $\alpha$ -アミノ酸が生じる。天然のタンパク質を構成する $\alpha$ -アミノ酸は約 [ア] 種類存在する。そのうち、1種類のアミノ酸を除き、その他のアミノ酸には [イ] があり、鏡像異性体が存在する。天然のタンパク質を加水分解して得られる $\alpha$ -アミノ酸の鏡像異性体はほとんどが [ウ] である。

アミノ酸の水溶液では、<sup>③</sup>陽イオン、双性イオン、陰イオンが平衡状態にあり、pHの変化によりその組成が変わる。特にこれらの平衡混合物の電荷が全体として0となるときのpHを [エ] といい、その値は5~6のものが多いが、酸性アミノ酸であるグルタミン酸は3.2、塩基性アミノ酸であるリシンは9.7など、アミノ酸によって異なる。

いま、表4-1に示す6種類の $\alpha$ -アミノ酸が1分子ずつ縮合した、鎖状ヘキサペプチドPについて考える。Pに関して、以下のことが分かっている。

- 1) PのN末端(末端にアミノ基を持つ側)の $\alpha$ -アミノ酸は [イ] を持たない。
- 2) PのC末端(末端にカルボキシ基を持つ側)の $\alpha$ -アミノ酸に常温下で亜硝酸ナトリウムと塩酸を作用させると、乳酸が生じる。
- 3) 酵素Xは塩基性アミノ酸のカルボキシ基側のペプチド結合を選択的に加水分解する。酵素Xを用いてPを加水分解したところ、2種のペプチドX1とX2が生成した。X1とX2のうち、X1はビウレット反応を示すが、X2はビウレット反応を示さない。
- 4) 酵素Yはベンゼン環を有するアミノ酸のカルボキシ基側のペプチド結合を選択的に加水分解する。酵素Yを用いてPを加水分解したところ、2種のペプチドY1とY2が生成した。Y1とY2のうち、Y1はビウレット反応を示すが、Y2はビウレット反応を示さない。また、ペプチドY2に濃い水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱後、酢酸鉛(II)水溶液を加えると、黒色沈殿が生じる。

表4-1 Pに含まれる6種類の $\alpha$ -アミノ酸

$\alpha$ -アミノ酸	分子量	略号
グリシン	75	Gly
アラニン	89	Ala
セリン	105	Ser
システイン	121	Cys
リシン	146	Lys
チロシン	181	Tyr

問8 上の文章中の空欄  ～  に適する語句, 数値を記しなさい。

問9 下線部②に関連して, 膵液と胃液に含まれるタンパク質分解酵素を次の (1)～(6) より1つずつ選び, その記号を記しなさい。

- (1) アミラーゼ            (2) ペプシン            (3) トリプシン  
(4) セルラーゼ           (5) ラクターゼ           (6) リパーゼ

問10 下線部③に関して, グリシンの  は6.0である。グリシンにおいて, pH2.0とpH6.0の水溶液中で主に存在するイオンの構造式をそれぞれ1つずつ記しなさい。

問11 ヘキサペプチドPのC末端のアミノ酸を略号を用いて記しなさい。

問12 ヘキサペプチドPの配列を例にならって略号を用いて記しなさい。

例: LysをN末端, TyrをC末端として, Lys, Ala, Tyrの順序で連結しているトリペプチドの場合, Lys-Ala-Tyrと記す。