

# 令和5年度 入学試験問題

## 理科（前期）

試験時間	120分
問題冊子	物理 1～6頁
	化学 7～16頁
	生物 17～33頁

### 注意事項

1. 指示があるまで問題冊子は開かないこと。
2. 受験科目はあらかじめ受験票に記載された2科目とし、変更は認めない。
3. 問題冊子および解答用紙に落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所があったら、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 解答が終わっても、または試験を放棄する場合でも、試験終了までは退場できない。
5. スマートフォン等の電子機器類は電源を必ず切り、鞆の中にしまうこと。
6. 机上には、受験票と筆記用具（鉛筆、シャープペンシル、消しゴム）および時計（計時機能のみ）以外は置かないこと。（耳栓、コンパス、定規等は使用できない。）
7. 問題冊子および解答用紙に受験番号と氏名を記入すること。
8. 解答はすべて解答用紙の所定の解答欄に記入すること。欄外には何も書かないこと。
9. この問題冊子の余白は自由に用いてよい。
10. 質問、トイレ、体調不良等で用件のある場合は、無言のまま手を挙げて監督者の指示に従うこと。
11. 中途退室時は、問題冊子および解答用紙を裏返しにすること。
12. 受験中不正行為があった場合は、試験の一切を無効とし、試験終了時間まで別室で待機を命じる。
13. 試験終了後、解答用紙は裏返し、問題冊子は持ち帰ること。

受験番号	
------	--

氏名	
----	--

# 化 学

必要があれば、以下の数値を用いよ。

原子量	H : 1.00	C : 12.0	N : 14.0	O : 16.0	S : 32.0
	Cl : 35.5	K : 39.0	Cu : 64.0	Br : 80.0	Ag : 108
気体定数 $R$	$8.30 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$				
ファラデー定数 $F$	$9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$				
アボガドロ定数 $N_A$	$6.00 \times 10^{23} / \text{mol}$				
水のイオン積 $K_w$	$1.00 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$				
$0^\circ\text{C}$	273 K				
対数値	$\log_{10} 2 = 0.30$				

[ I ] 各問いに答えよ。

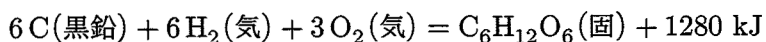
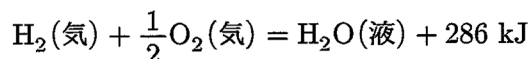
問1  ~  に入る数値を答えよ。

アンモニア  $\text{NH}_3$  の電離定数  $K_b$  を  $2.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$  とすると、 $0.20 \text{ mol/L}$  アンモニア水溶液では、 $\text{NH}_3$  の電離度は1に比べて十分小さいので、アンモニウムイオン  $\text{NH}_4^+$  の濃度が   $\text{mol/L}$  と求められる。また、この溶液の pH は  である。

一方、 $0.20 \text{ mol/L}$  アンモニア水溶液に中和点まで塩酸を加えたとき、溶液の体積変化が無視できるとすると、溶液の pH は  となる。

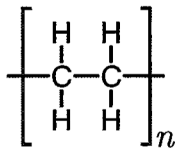
問2  に入る数値を有効数字2桁で答えよ。

100 kJ の光エネルギーがすべて光合成に使われたとすると、二酸化炭素は  g 消費される。必要があれば以下の式を用いること。

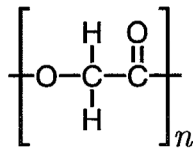


問3  ~  に入る適切な語句を書け。さらに  にあてはまる構造を(あ)~(か)から選んで記号で答えよ。

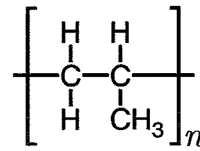
ヨーグルトなどに多く含まれる  は旋光性をもつヒドロキシ酸で、身体の中で糖質の分解により生成する。一方で  の  反応が次々に起こってできる  の構造は  であり、生体内で酵素や微生物の作用により最終的に水と二酸化炭素にまで分解される。このような性質をもつ高分子を  という。この性質を利用して  は、一定期間安定に縫合した後に生体内で消失する縫合糸として外傷や手術の際に効果的に用いられる。 には  のような合成高分子の他にも、 など天然高分子化合物を原料として製造されるものもある。



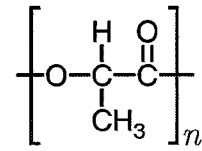
(あ)



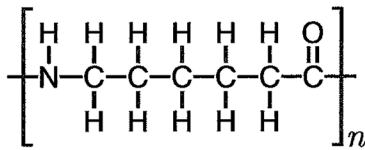
(い)



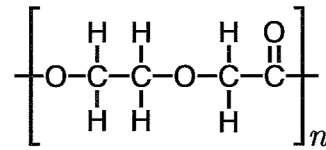
(う)



(え)



(お)



(か)

[ II ] 文章を読んで問いに答えよ。

A 金・銀・銅は、周期表の 11 族に位置し、 元素に属する金属元素である。

このうち、金はイオン化傾向がきわめて小さいために反応性に乏しく、硝酸や濃硫酸には溶けないが、 には溶ける。

銀は硫化物や塩化物として産出される。銀は、塩酸や希硫酸とは反応しないが、 力が強い希硝酸と反応して水素以外の気体を発生し、硝酸銀を生じる。

銅を湿った大気中に放置すると空気中の水分や二酸化炭素により、 とよばれる緑色の炭酸水酸化銅(II)  のさびができる。また、銅の単体を空気中で加熱すると  となるが、1000°C 以上で加熱すると  を生成する。銅は希塩酸や希硫酸には溶けないが、熱濃硫酸には溶けて硫酸銅(II)を生じる。

B 銀イオンとハロゲン化物イオンからなるハロゲン化銀は、 を除いて水に難溶であり、例えば、塩化銀 AgCl の溶解度積は  $1.7 \times 10^{-10} \text{ (mol/L)}^2$ 、臭化銀 AgBr の溶解度積は   $\text{(mol/L)}^2$  である。

したがって、塩化カリウム KCl と臭化カリウム KBr を  $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  ずつ含む混合水溶液に硝酸銀 AgNO<sub>3</sub> を加えていったとき、溶液の体積変化を無視できるとすると、溶液中の陰イオンのうち、 の 99.7% が銀塩として沈殿したときに  が銀塩として沈殿し始める。

一方、水に難溶なハロゲン化銀のいずれもチオ硫酸ナトリウム Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 水溶液にはよく溶ける。これは  という錯イオンが形成されるためである。

C 硫酸銅(II) CuSO<sub>4</sub> の水溶液から結晶を析出させると、硫酸銅(II) 五水塩 CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O の青色結晶が得られる。CuSO<sub>4</sub> の水に対する溶解度曲線を図 1 に示す。

図 1 にもとづくと、60°C で CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O の 80 g を  g の純水に溶かすと飽和水溶液が得られる。また、この飽和水溶液を 20°C に冷却したとき、CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O の結晶が  g 析出する。

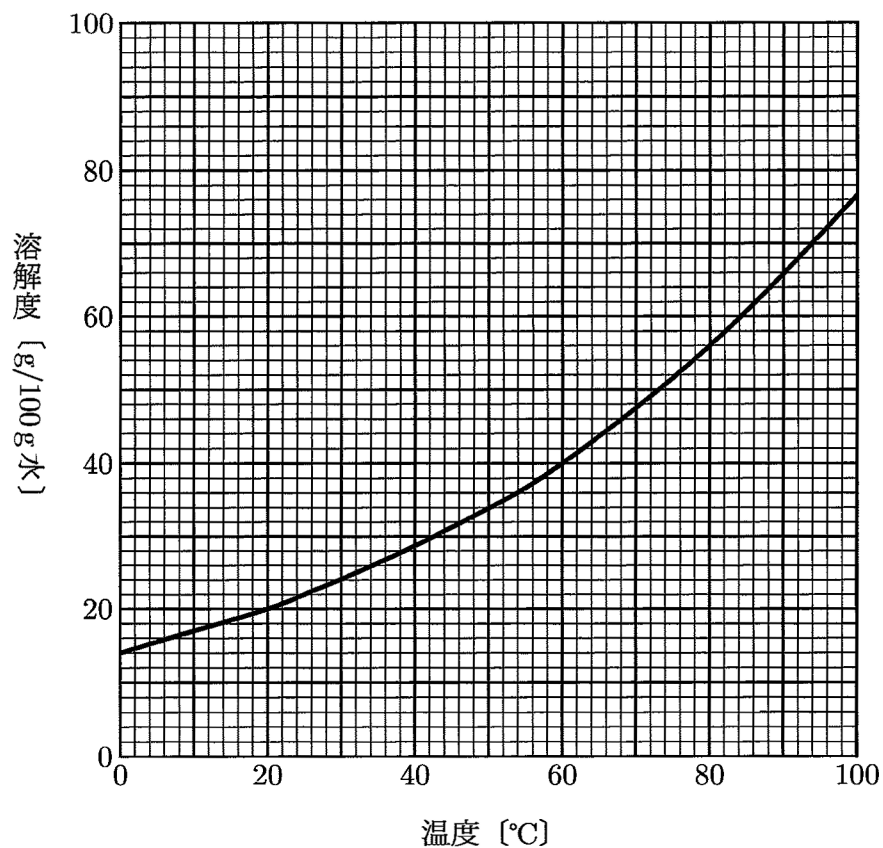


図1 CuSO<sub>4</sub>の水に対する溶解度曲線

問1  において  ~  に入る適切な語句, および,  ~  に入る化学式を書け。

問2 金・銀・銅の(1)~(3)の性質のそれぞれについて, 高いものから順に記号>を用いて表したとき, 正しいものを(あ)~(か)から選んで記号で答えよ。

(1) 熱伝導性      (2) 電気伝導性      (3) 展性・延性

- (あ) Ag > Au > Cu
- (い) Ag > Cu > Au
- (う) Au > Ag > Cu
- (え) Au > Cu > Ag
- (お) Cu > Ag > Au
- (か) Cu > Au > Ag

問3  の下線部において発生する気体の化学式を書け。また、このとき、水素以外の気体が発生する理由を述べよ。

問4  において  ~  に入る化学式または数値を書け。ただし、数値は有効数字1桁で答えよ。

問5  において  および  に入る数値を整数で答えよ。



[III] 文章を読んで問いに答えよ。

カルボン酸  $R-COOH$  は気体状態や無極性溶媒中で、カルボン酸分子 (単量体) 2 つが水素結合で結びついて、あたかも 1 つの分子のようにふるまうことがある。この現象を会合といい、2 分子が会合したものを二量体とよぶ。

ベンゼン環を含み分子式が同一のカルボン酸 A, B がある。カルボン酸 A, B はオルト, パラ異性体のいずれかである。0.920 g のカルボン酸 A, B をそれぞれ 100 g の無極性有機溶媒 X に溶かし、凝固点を測定したところ、カルボン酸 A の溶液の凝固点は  $3.07^{\circ}C$ , カルボン酸 B の溶液の凝固点は  $2.86^{\circ}C$  であった。なお、溶媒 X の凝固点は  $3.28^{\circ}C$ , モル凝固点降下は  $6.30 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$  とする。

問 1 カルボン酸  $R-COOH$  の二量体の構造を図示せよ。水素結合は点線で書くこと。

問 2 あるカルボン酸が気相中で単量体と二量体の平衡状態になっている。温度一定のまま圧力を上げると、二量体の割合はどう変化するか。理由とともに答えよ。

問 3 カルボン酸 A は溶媒 X 中ですべて二量体になっている。カルボン酸 A の単量体の分子式を書け。

問 4 下線部において、それぞれの溶液の凝固点が異なる理由を述べよ。

問 5 カルボン酸 A とカルボン酸 B の構造式をそれぞれ書け。

問 6 カルボン酸 A とカルボン酸 B のそれぞれのカルボン酸の電離定数  $K_a$  を調べたところ、カルボン酸 A は  $3.39 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ , カルボン酸 B は  $1.66 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  であった。このような差が生じる理由を述べよ。





[IV] 文章を読んで問いに答えよ。

1つの分子の中に **ア** 基と **イ** 基をもつ化合物をアミノ酸といい、この2つの置換基が同一の炭素原子に結合している場合は  $\alpha$ -アミノ酸という。この  $\alpha$  とは、図1に示す炭素原子を  $\alpha$  位、その隣を順に  $\beta$  位、 $\gamma$  位とよぶことに由来する。

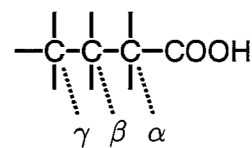


図1

$\alpha$ -アミノ酸の構造式は図2のように示され、さまざまな側鎖 R をもつ約20種の  $\alpha$ -アミノ酸がタンパク質の構成分子として利用されている。この中でヒトが生体内で十分な量を合成できずに食物から摂取する必要のあるものを **ウ** アミノ酸という。生体内には  $\beta$ -アミノ酸である  $\beta$ -アラニン、 $\gamma$ -アミノ酸である  $\gamma$ -アミノ酪酸 (GABA) なども存在する。

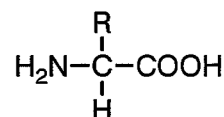


図2

**ア** 基は酸性を、**イ** 基は塩基性を示すのでアミノ酸は両方の性質をもつ。ブレンステッドとローリーの定義によれば、酸とは **a** 物質、塩基とは **b** 物質である。このためアミノ酸は分子内に正電荷と負電荷の両方をもつ **エ** になることがあり、水溶液中では陽イオンと **エ** と陰イオンとの平衡状態にある。このとき平衡混合物の電荷の総和が0になる特定の pH をそのアミノ酸の **オ** という。

**カ** 以外の  $\alpha$ -アミノ酸は不斉炭素原子を有するので **キ** 異性体が存在する。そのうち天然に存在する  $\alpha$ -アミノ酸はほとんどが **ク** 体である。 $\alpha$ -アミノ酸の検出には図3の反応が用いられる。

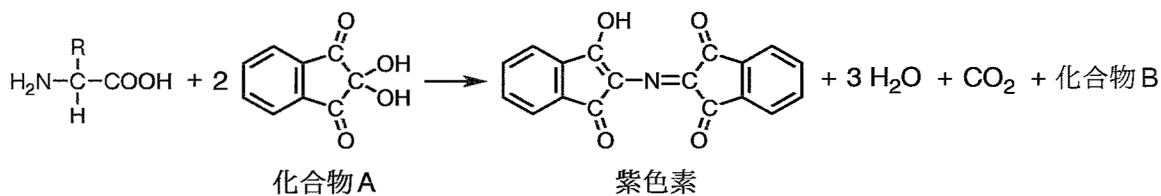


図3

問1 **ア** ~ **ク** に入る適切な語句または名称、**a** および **b** に入る適切な文を書け。

問2  $\alpha$ -アミノ酸の水溶液が下線部の平衡状態にあるとき、この3個の構造式をそれぞれ書け。ただし、Rは炭化水素基とし、図2の  $\alpha$ -アミノ酸にならって書くこと。

問3 図3の化合物Aの名称を答えよ。

問4 化合物Aとアラニンを反応させたとき得られる化合物Bの名称と構造式をそれぞれ書け。

問5 化合物A 35.6 gとアラニン 8.9 gを反応させたとき得られる化合物Bの質量[g]を答えよ。  
小数第2位を四捨五入すること。

問6 神経障害性疼痛治療薬であるプレガバリンは分子量 159.0 の  $\gamma$ -アミノ酸である。炭素原子は 8 個で、そのうち水素原子 3 つが結合した炭素原子は 2 個、水素原子 2 つが結合した炭素原子は 3 個である。また不斉炭素原子は  $\beta$  位の炭素原子のみである。プレガバリンの分子式と構造式をそれぞれ書け。