

平成30年度 入学試験問題

医学部 (Ⅱ期)

理科

注意事項

1. 試験時間 平成30年3月3日、午後1時30分から3時50分まで
2. 配付した試験問題(冊子)、解答用紙の種類はつぎのとおりです。
 - (1) 試験問題(冊子、左折り)(表紙・下書き用紙付)
 - 化学(その1)、(その2)
 - 生物(その1)、(その2)
 - 物理(その1)、(その2)
 - (2) 解答用紙
 - 化学(その1) 1枚(上端赤色)(右肩落し)
 - 〃 (その2) 1枚(上端赤色)(左肩落し)
 - 生物(その1) 1枚(上端緑色)(右肩落し)
 - 〃 (その2) 1枚(上端緑色)(左肩落し)
 - 物理(その1) 1枚(上端青色)(右肩落し)
 - 〃 (その2) 1枚(上端青色)(左肩落し)以上の中から選択した2分野(受験票に表示されている)が配付されています。
3. 下書きが下書き用紙で足りなかったときは、試験問題(冊子)の余白を使用して下さい。
4. 試験開始2時間以降は退場を許可します。但し、試験終了10分前からの退場は許可しません。
5. 受験中にやむなく途中退室(手洗い等)を望むものは挙手し、監督者の指示に従って下さい。
6. 休憩のための途中退室は認めません。
7. 退場の際は、この試験問題(冊子)を一番上へのせ、挙手し、監督者の許可を得てから、試験問題(冊子)、受験票、下書き用紙および所持品を携行の上、退場して下さい。
8. 試験終了のチャイムが鳴ったら、直ちに筆記をやめ、おもてのまま上から解答用紙(選択した2分野の解答用紙、計4枚、化学(その1)、化学(その2)、生物(その1)、生物(その2)、物理(その1)、物理(その2))、試験問題(冊子)の順にそろえて確認して下さい。

確認が終っても、指示があるまでは席を立たないで下さい。
9. 試験問題(冊子)はお持ち帰り下さい。

平成30年度医学部選抜Ⅱ期入学試験

問題文 補足説明

化学（その2） 7ページ

3 問4

気体の名前は日本語名、分子式どちらの解答も可とする。

※板書書きをしたうえで、「補足説明があります。」とだけアナウンスをしてください。
聞き取れない、または、質問された場合は、この用紙を見せるだけで、口頭では話さないでください。

化 学 (その1)

注 意 事 項

1. 解答は所定の解答用紙の解答欄に記入せよ。

2. 問題 **1** ~ **4** を通じ、その必要があれば、次の数値を用いよ。

原子量 H : 1.00, C : 12.0, N : 14.0, O : 16.0, Ca : 40.0, Cu : 64.0, Ag : 108

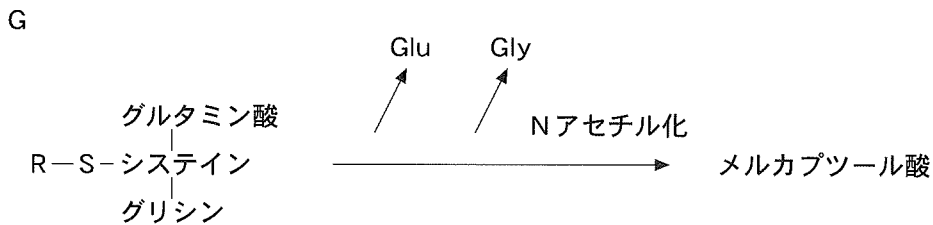
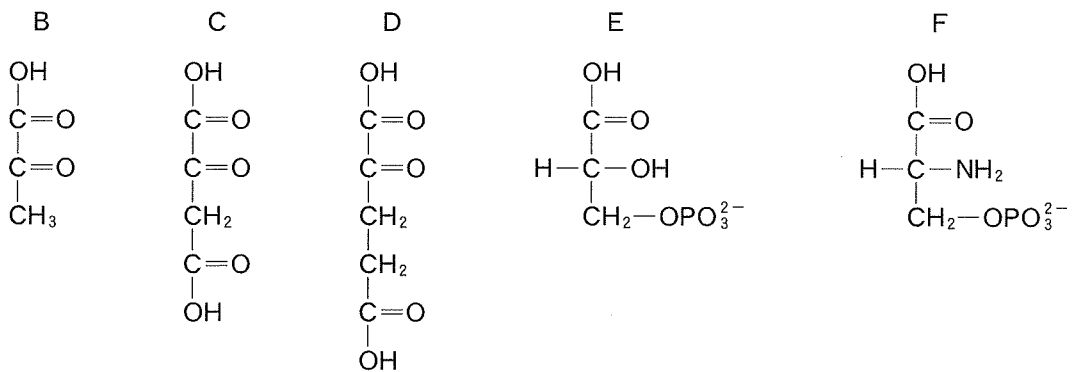
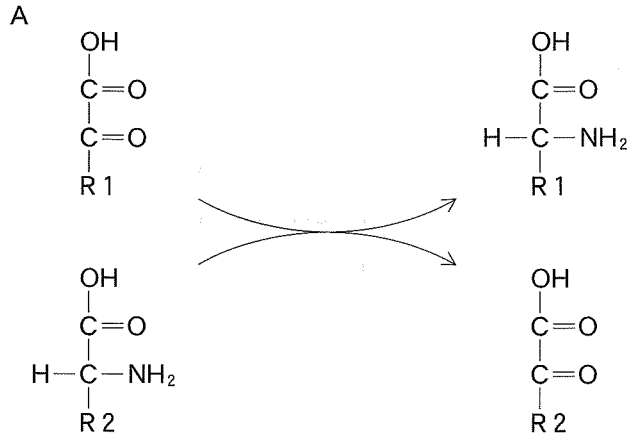
$\log_{10} 3 = 0.48$, $\log_{10} 7 = 0.85$

1 次の文を読み、問に答えよ。

動物における非必須アミノ酸の合成において、解糖系—クエン酸回路の中間代謝物を利用して行われる機序を以下に示す。なお、アミノ基転移反応は図Aに示すごとく、アミノ酸のアミノ基と α -ケト酸のケト基が相互に転移する反応である。解糖系で生じたピルビン酸(図B)にアミノ基が転移すると(1)が生じる。クエン酸回路で生じたオキサロ酢酸(図C)にアミノ基が転移すると(2)が生じる。クエン酸回路で生じた α -ケトグルタル酸(図D)にアミノ基が転移すると(3)が生じる。解糖系で生じた3-ホスホグリセリン酸(図E)の2番の炭素が酸化され、次いで(3)からアミノ基が転移すると(図F)が生じる。Fから加水分解でリン酸が外されると(4)が生じる。(4)からヒドロキシメチル基($-\text{CH}_2\text{OH}$)が外されると(5)が生じる。

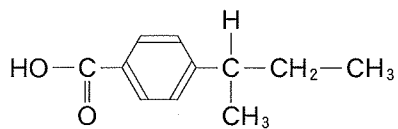
ヒトは、脂溶性の物質を水溶性に変換することで、尿中へと排泄する機構を有しており、(5)はトルエンやキシレンの解毒排泄機構に関わっている。ヒトがトルエンを取り込むと、トルエンの側鎖のメチル基が酸化されカルボキシ基となり(ア)となる。次いで(ア)に(5)がアミド結合し、水溶性の(イ)へと変換し尿中に排泄する。トルエン中毒では尿中(イ)濃度が高値となる。同様の機構が、アスピリン服用時にも作用する。ヒトがアスピリンを服用すると、アスピリンはエステラーゼの作用で(ウ)と酢酸へと加水分解され、(ウ)に(5)がアミド結合して(エ)として体外へ排泄する。

ヒトの体内では、アセトアミノフェンのような薬物や、体内で合成したプロスタグランジンを体外に排泄するために使われる分子として、トリペプチドのグルタチオンがある。グルタチオンは、グルタミン酸、システイン、グリシンの3つのアミノ酸から成る。その構造は、グルタミン酸とシステインのアミド結合が、グルタミン酸側鎖の γ -カルボキシ基とシステインの α -アミノ基が結合した γ -グルタミル結合となっており、通常のペプチド結合とは異なる。このためグルタチオンは、ペプチドでありながら、体内のほとんどのプロテアーゼにより分解されない性質をもつ。グルタチオンはシステインの側鎖のSH基を用いて過酸化物質や活性酸素種を還元する機能を持つ。また、グルタチオンはシステインのSH基に薬物などを結合した後、図Gに示すごとく、グルタミン酸を外し、次いでグリシンを外し、Nアセチル化反応を経てメルカプトツール酸に変換し、主に尿中に排泄する。



R: 薬物などの基質

構造式の例

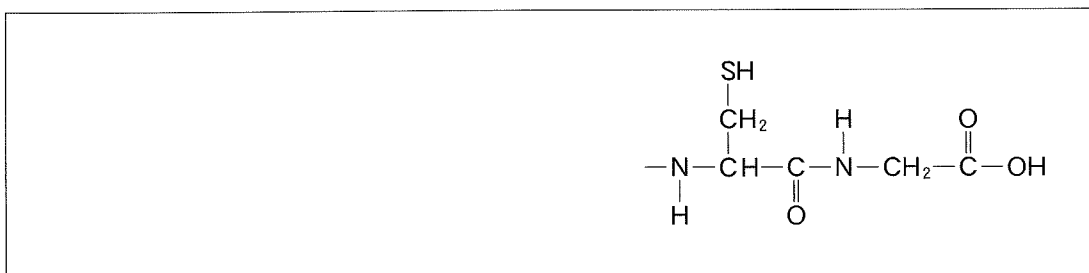


問 1 (1) から (5) にあてはまるアミノ酸を以下の①~⑳から選び、番号を記せ。

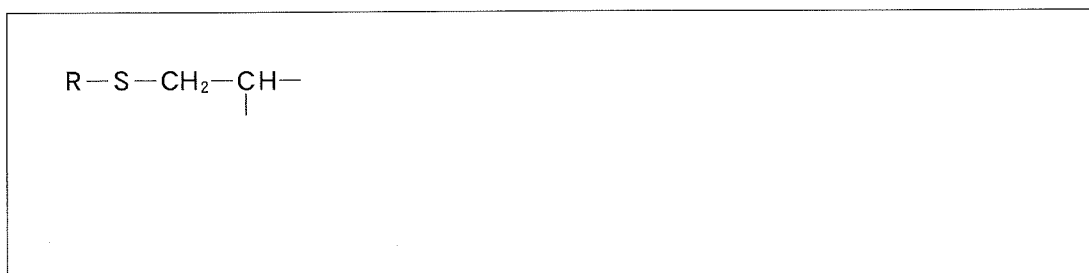
- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① Ala | ② Arg | ③ Asn | ④ Asp | ⑤ Cys |
| ⑥ Gln | ⑦ Glu | ⑧ Gly | ⑨ His | ⑩ Ile |
| ⑪ Leu | ⑫ Lys | ⑬ Met | ⑭ Phe | ⑮ Pro |
| ⑯ Ser | ⑰ Thr | ⑱ Trp | ⑲ Tyr | ⑳ Val |

問 2 (ア), (イ), (ウ), (エ) の化合物の構造式を例にならって記せ。

問 3 下線部 a に基づき、グルタチオンの構造式を完成させよ。構造式は例にならえ。



問 4 メルカプトール酸の構造式を完成させよ。構造式は例にならえ。



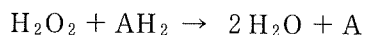
2 次の文を読み、問に答えよ。

核酸は五炭糖とリン酸と塩基から構成される。RNA を構成する五炭糖はリボースであり、DNA を構成する五炭糖はリボースの(ア)位の OH が H となっているデオキシリボースである。五炭糖どうしは(イ)結合で鎖を形成し、塩基どうしは(ウ)結合により、相補性を持つ。核酸を構成する塩基を図 1 に示す。DNA を構成するプリン塩基はアデニンとグアニンであり、ピリミジン塩基はシトシンとチミンである。

ヒトでのプリン塩基の分解経路は、数段階の反応を経てキサンチンとなった後、酸化され尿酸となるものである。ヒト以外の動物では、図 2 に示すように種によって代謝が異なり、ヒト以外の哺乳類の多くはアラントイン、硬骨魚ではアラントイン酸、軟骨魚と両生類では尿素、海生無脊椎動物ではアンモニアとして排泄する。

尿酸は水に難溶性であるため、体液中の尿酸濃度が上昇すると、尿酸あるいは尿酸ナトリウムが結晶化し、沈着し、組織障害を引き起こす。

尿酸濃度を測定する方法として、測定目的の検体に尿酸オキシダーゼを加え、尿酸がアラントインへと代謝される際に生じる H_2O_2 を、ペルオキシダーゼを使用して測定する手法が利用されている。ペルオキシダーゼは、下記のごとく水素供与体 AH_2 の水素を H_2O_2 に転移させ、A を生じさせる反応を触媒する酵素である。



ここで、 AH_2 は無色で、A となると発色する基質を用いれば、溶液中の H_2O_2 濃度を測定することが可能となる。0.20 mmol/L から 1.0 mmol/L の既知の濃度の H_2O_2 溶液に基質 AH_2 とペルオキシダーゼを加え、発色を吸光度で測定したものを以下の表に示す。

既知の濃度の H_2O_2 mmol/L	発色の波長の吸光度
0.20	0.12
0.40	0.24
0.60	0.36
0.80	0.48
1.0	0.52

未知の濃度の尿酸水溶液 X に尿酸オキシダーゼ、基質 AH_2 とペルオキシダーゼを加えたところ、吸光度は 0.18 であった。

図 1

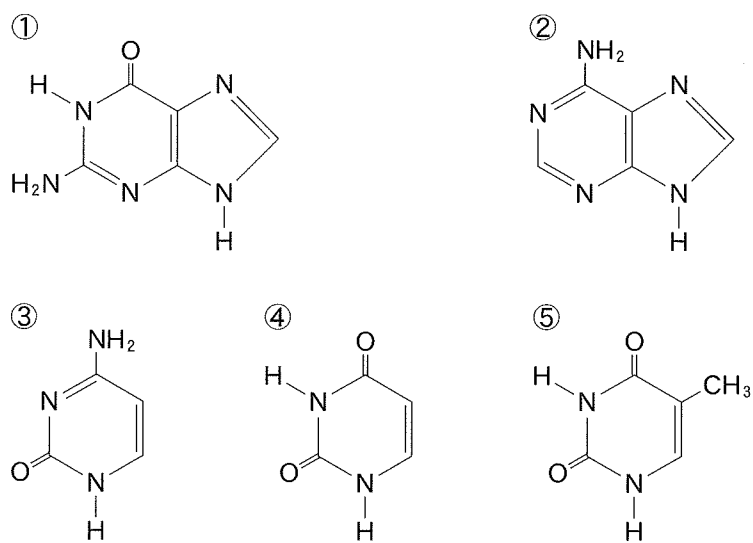
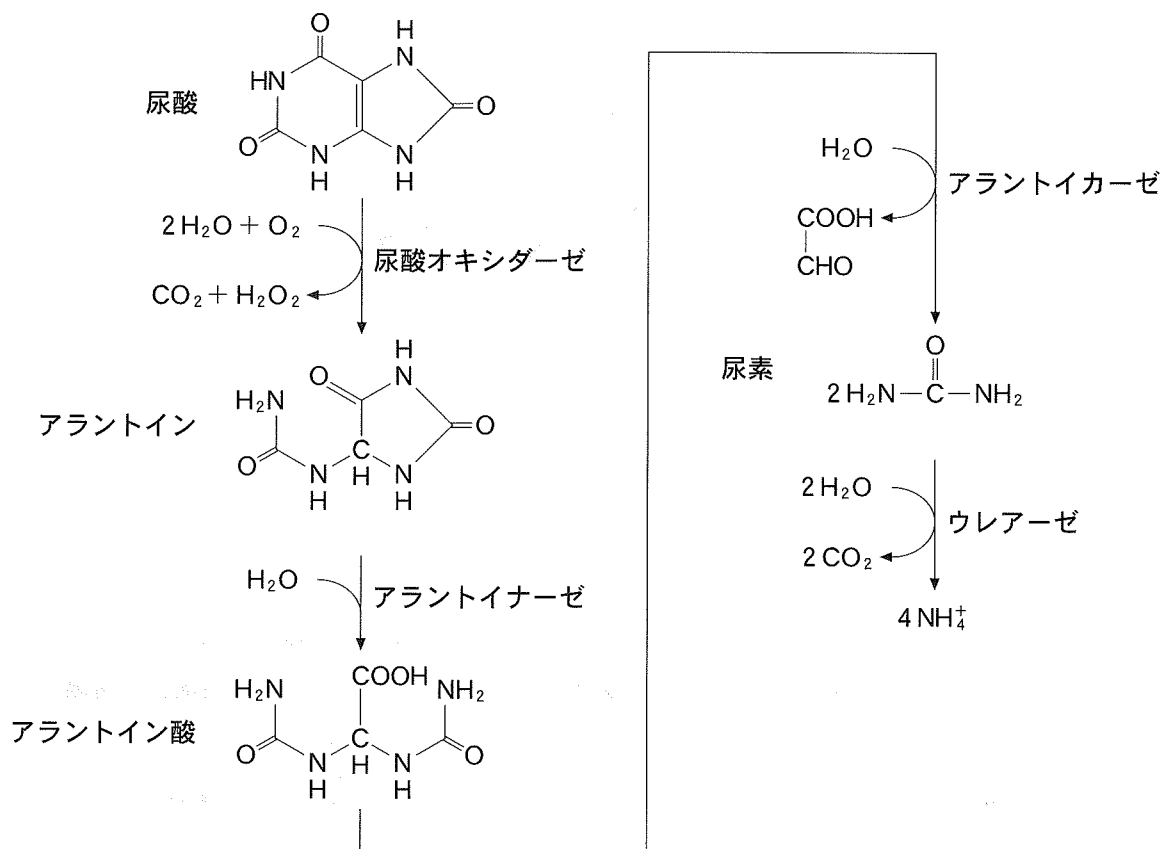
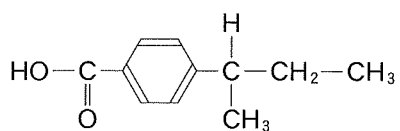


図 2



構造式の例

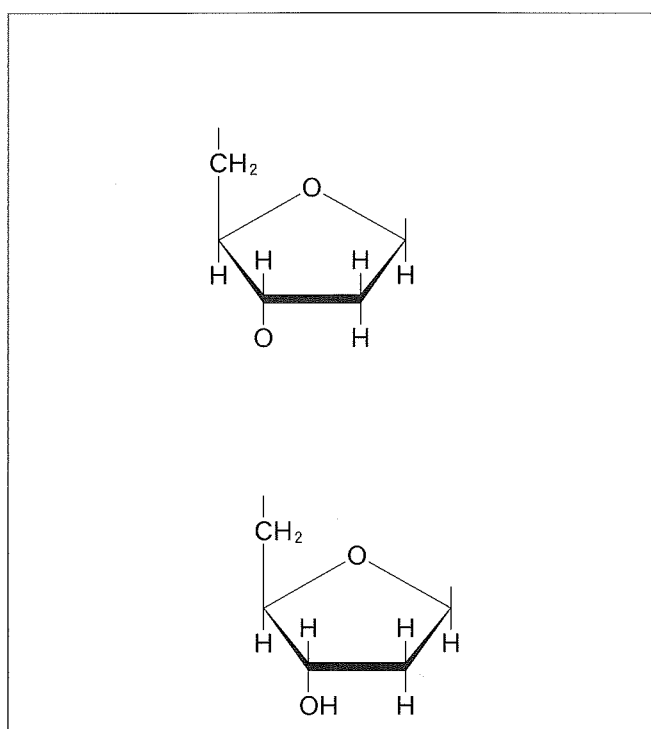


問 1 (ア)~(ウ)に当てはまる語句を記せ。

問 2 アデニン, グアニン, シトシン, チミンを図 1 ①~⑤から選び番号を記せ。

問 3 ジヌクレオチドは 2 つのヌクレオチドから成る。ジヌクレオチド 5' GT 3' の構造を完成させよ。なお 5' 末端のみリン酸化されているものとする。

構造式は例にならって記せ。



問 4 尿酸水溶液 X の尿酸濃度 (mmol/L) および (mg/dL) を求めよ。四捨五入により小数第 1 位まで記せ。ただし、尿酸オキシダーゼによる尿酸からアラントインへの代謝は完全に行われたものとし、また尿酸オキシダーゼ、基質 AH₂ とペルオキシダーゼを加えたことによる溶液の体積変化は無視できるものとする。

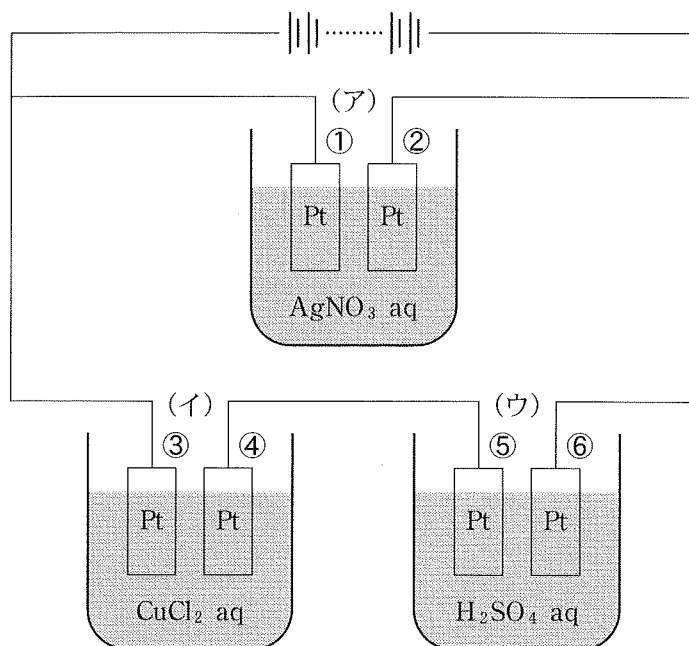
問 5 尿酸水溶液 X の電離度が 7.0×10^{-2} であった。尿酸は二段階に電離する酸で、電離定数 K_1 と K_2 があるが、二段階目の電離定数 K_2 が非常に小さいため、二段階目の電離は無視したうえで、尿酸水溶液の K_1 (mol/L) と pH を求めよ。

K_1 は四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。pH は四捨五入により小数第 1 位まで記せ。

化 学 (その2)

3 電解槽(ア)(イ)(ウ)を図のように連結し、1.50 A の電流を 10 時間 43 分 20 秒流して電気分解したとき、以下の問に答えよ。

ただし、ファラデー定数を、 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。また、電解槽内の水溶液は十分濃いものとする。



- 問 1 電極①～⑥で起こる反応を電子 e^- を含むイオン反応式で示せ。
- 問 2 電池から流れ出た全電気量は何 C か。整数で答えよ(小数点以下が出た場合には四捨五入せよ)。
- 問 3 電極④は電極の質量が 11.2 g 増加した。電極②の電極の質量変化は何 g であったか。整数で答えよ(小数点以下が生じた場合には四捨五入せよ)。
- 問 4 電極①, ③, ⑤, ⑥では気体が発生した。それぞれの電極で発生した気体の名前(分子式)と標準状態での体積(L)を四捨五入のうえ小数点以下 2 桁で答えよ。なお発生した気体は水溶液には不溶とし、標準状態における気体 1 mol の体積を 22.4 L とする。

4 以下の問題に答えよ。

問 1 1.40 mol/L の塩酸 400 mL に 11.84 g の水酸化カルシウムを入れてすべてを溶かした。この溶液を過不足なく中和するのに、0.60 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液は何 mL 必要か。整数で答えよ(小数点以下が生じた場合は四捨五入せよ)。

問 2 メタノールとエタノールの混合物の完全燃焼により、二酸化炭素 7.92 g と水(液体) 5.94 g が得られた。この完全燃焼には標準状態で何 L の酸素が必要であったか。四捨五入のうえ小数点以下 2 桁で答えよ。なお、標準状態における酸素 1 mol の体積は 22.4 L とする。

問 3 12.0 L の密閉容器に、27 °C において 22.4 g の酸素と 11.2 g の窒素を入れた。この混合気体の全圧は何 Pa か。四捨五入のうえ有効数字 3 桁で答えよ。ただし気体は理想気体として扱えるものとし、気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ とする。

問 4 ある不揮発性の非電解質 45 g を 1.0 kg の水に溶かした溶液の凝固点を測定すると、質量モル濃度 0.15 mol/kg の塩化ナトリウム水溶液の凝固点と一致した。塩化ナトリウム水溶液中で Na と Cl は完全に電離していることとする。この非電解質の分子量を求め、四捨五入のうえ有効数字 2 桁で答えよ。

問 5 面心立方格子を形成する金属である銀の、単位格子の 1 辺の長さを $4.07 \times 10^{-8} \text{ cm}$ とした場合の結晶の密度 $[\text{g}/\text{cm}^3]$ を求め、四捨五入のうえ有効数字 3 桁で記せ。

なお、アボガドロ定数 $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ とする。