

# 令和4年度 入学試験問題

## 医学部 (Ⅱ期)

### 理科

#### 注意事項

1. 試験時間 令和4年3月5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)を一番上にのせ、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)と下書き用紙は持ち帰って下さい。
10. 試験終了後の会場退室に当たっては、誘導の指示に従って下さい。

# 令和4年度医学部選抜Ⅱ期入学試験

問題文 訂正

## 化学（その1）

問題冊子 P. 2

① 問2 1)の構造式について

(k)を削除する。

# 令和4年度医学部選抜Ⅱ期入学試験

問題冊子 訂正

## 化学（その2）

P7

4 問3 問題文を訂正します。

（誤）3行目 小数点以下第1まで求めよ。

（正）3行目 小数点以下第1位まで求めよ。

# 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, Cl : 35.5, S : 32.0, Fe : 56.0,  
Cu : 64.0, Ag : 108, I : 127, Pb : 207

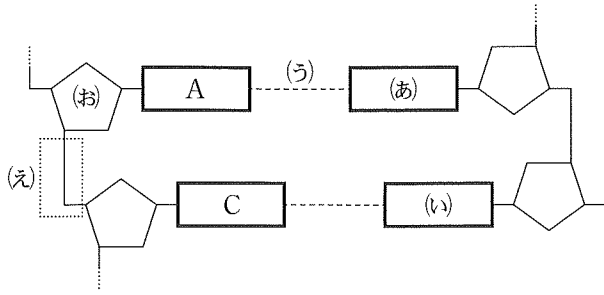
**1** 以下の文を読み、問いに答えよ。

細胞には核酸とよばれる高分子化合物が存在し、遺伝情報の伝達に重要な役割を果たす。核酸は大きく分けてDNAとRNAに分類される。両者は核酸塩基、糖、およびリン酸から成る(①)とよばれる単位で構成され、(①)内の糖とリン酸基が(②)し、高分子構造を構成している。一方、DNAとメッセンジャーRNAは構造も大きく異なり、DNAが相補的な(③)構造を持つ巨大分子であるのに対して、RNAは1重鎖構造をとり、分子量も比較的小さい。また、DNAとRNAは構成する核酸塩基の種類が一部異なる。(④)はRNAに特異的に含まれる塩基であり、DNAには代わりに核酸塩基として(⑤)が含まれる。さらに、DNAとRNAは細胞内の局在も異なり、DNAは(⑥)のみに局在するが、RNAは(⑥)以外に(⑦)にも存在する。DNAやRNAは中性付近の緩衝液中で電圧をかけると(⑧)に移動する。これは(⑨)が中性付近のpHの下では(⑩)の電荷を持つからである。

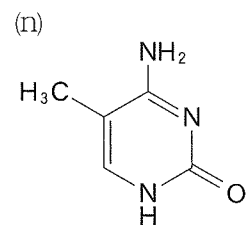
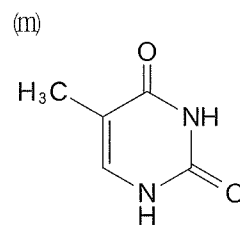
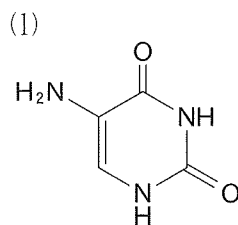
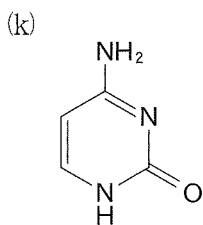
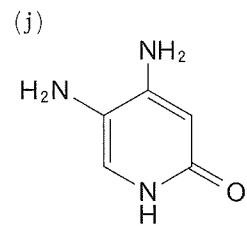
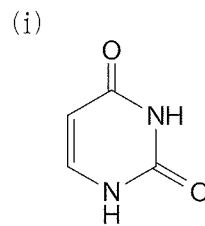
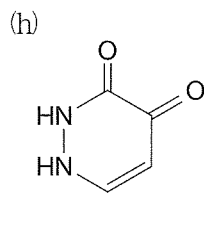
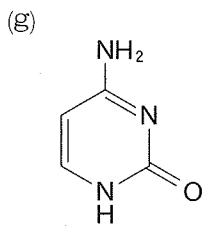
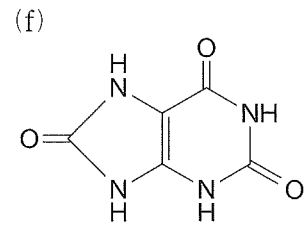
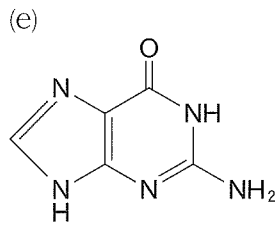
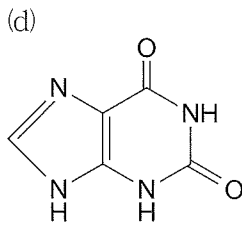
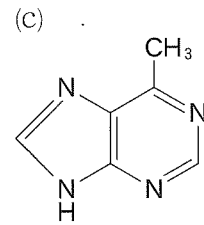
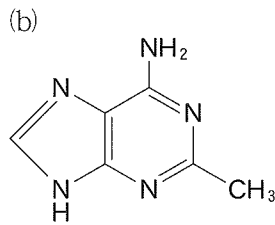
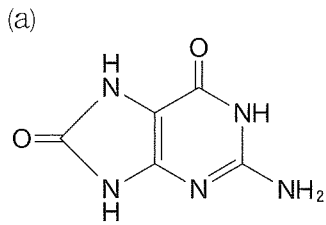
問 1 次の語群から①—⑩に入る適切な語句を答えよ。

- |                  |            |          |                     |
|------------------|------------|----------|---------------------|
| (ア) ヌクレオチド       | (イ) ヌクレオシド | (ウ) 単重合  | (エ) 付加重合            |
| (オ) 縮合重合         | (カ) 共重合    | (キ) アデニン | (ク) グアニン            |
| (ケ) シトシン         | (コ) チミン    | (サ) ウラシル | (シ) $\alpha$ -ヘリックス |
| (ス) $\beta$ -シート | (セ) 二重らせん  | (ソ) 核    | (タ) 細胞質             |
| (チ) ペルオキシソーム     | (ツ) 小胞体    | (テ) ゴルジ体 | (ト) 陽 極             |
| (ナ) 陰 極          | (ニ) 核酸塩基   | (ヌ) 糖    | (ネ) リン酸             |
| (ノ) 正            | (ハ) 負      |          |                     |

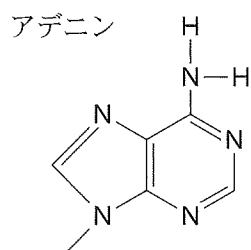
問 2 DNA の構造の一部を示す。次の問いに答えよ。



1) 上記の A (アデニン) および C (シトシン) と相補的に結合する塩基(あ)および(い)の構造式として正しいものを次の中から選び、記号と名称を答えよ。

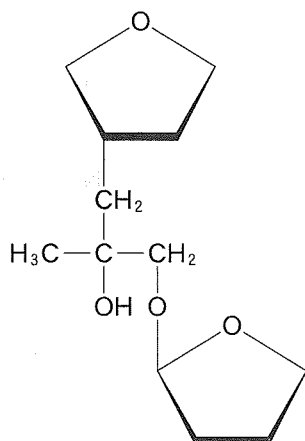


- 2) (う)の結合様式の名称を答えよ。また、解答欄の枠内に核酸(あ)の構造を記入し、アデニン(A)との結合位置を点線で図示せよ



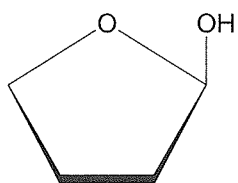
- 3) (え)の結合について、名称を解答するとともに、例にならって分子構造を書け。

例



- 4) DNA 鎖同士の結合は、熱をかけることで解離する。塩基数が同じ場合、グアニンおよびシトシンの含有量が高い核酸はアデニンおよびチミンの含有量が高い核酸に比べて、解離に高い温度を要することが知られる。この理由を 45 文字以内で答えよ。

- 5) 糖の構造式の一部を示す。(お)を構成する糖について不足分を追記し、構造式を完成させよ。なお、水素についても省略せず記入すること。



2 以下の文を読み、問いに答えよ。

19世紀のはじめごろまで有機化合物は生物由来の化合物と定義されていた。それ以外の化合物は無機化合物とみなされ、この頃までは有機化合物は人工的に合成できないと考えられていた。1828年にウェーラーがシアン酸アンモニウムから得られる白色結晶が尿素であることを同定し、有機化合物も人工的に合成できることを初めて証明した。今日では、炭素原子を含む化合物が有機化合物と定義され、主に炭素以外の元素から構成される無機化合物と区別される。一般的に有機化合物の炭素原子同士は共有結合で連結され、主にイオン結合でできた塩で構成される無機化合物と異なる。炭素原子は基底状態ではL殻の2s軌道に2個の電子が配置され、結果として不対電子は(①)個しか持たない。これが励起されると2s軌道の電子は2p軌道に移行し不対電子は(②)個になる。このような状態を(③)軌道とよぶ。すなわち、炭素原子は(③)軌道をとることで、はじめて4本の共有結合を有することができる。

有機化合物は炭素に加えて窒素などの元素で構成される場合がある。窒素原子はL殻に5個の電子を有し、炭素原子と同様に(③)軌道をとるが、炭素原子と異なり3つの不対電子と1つの(④)をもつ。窒素原子は不対電子を介する3本の(⑤)結合と、(④)を介する1本の(⑥)結合を形成することが可能である。

問1 ①—⑥に該当する適切な語句を答えよ。

問2 炭素、水素および酸素のみで構成される非電解質の試料Xと炭化水素である試料Yを元素分析装置で分析したい。次の設問に答えよ。

1) 図1に元素分析装置の構成を示した。(ア)—(ウ)に入れるべき物質の名称を答えよ。

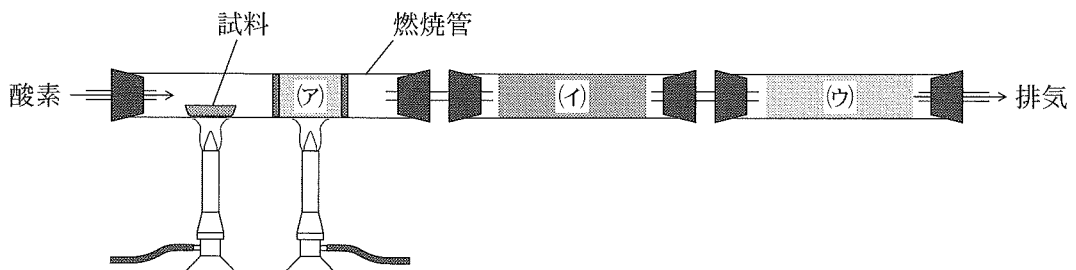


図1

2) 元素分析装置を用いて試料X 7.78 mgを完全に燃焼したところ、(イ)の質量が4.66 mg、(ウ)の質量が11.4 mg増加していた。この化合物の組成式を答えよ。

- 3) 試料 X 0.486 g を蒸留水 10.0 mL に溶解して得られた水溶液ならびに試料を含まない蒸留水 10.0 mL の凝固点を測定したところ図 2 のような結果が得られた。X の分子式を答えよ。なお、X は水溶液中で会合も電離もしないものとし、水のモル凝固点降下を  $1.85 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$ 、水の密度を  $1.00 \text{ g/cm}^3$  とする。

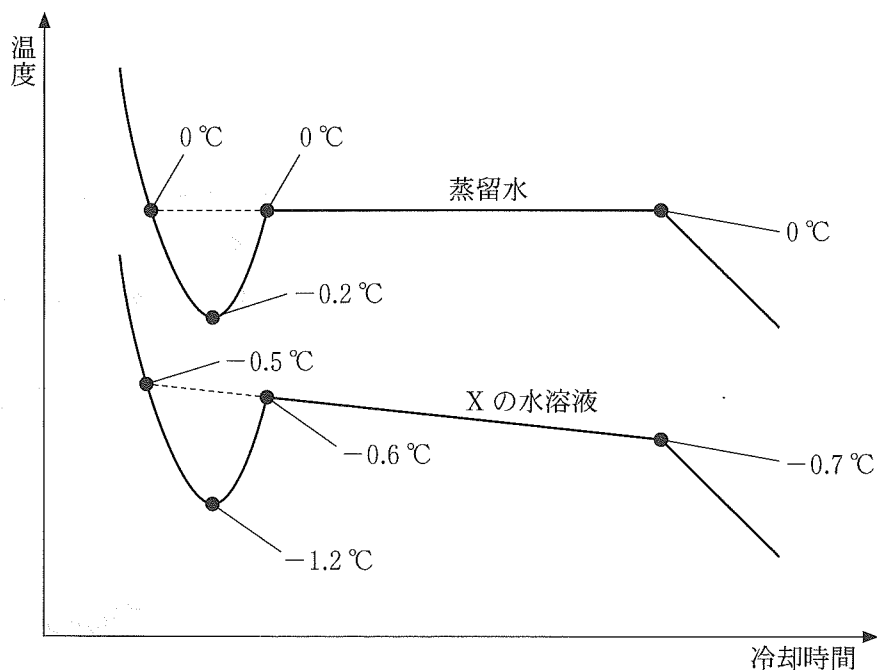


図 2

- 4) 試料 Y は炭素と水素のみから成る炭化水素である。試料 Y の分子式を  $\text{C}_m\text{H}_n$  とし、これを十分な酸素存在下で完全燃焼させた場合の化学反応式を書け。
- 5) 試料 Y 0.50 mol を完全に燃焼させるのに必要な酸素は標準状態で 78.4 L であった。Y の分子量は 70 以下であるとして、この化合物の分子式を答えよ。なお、理想気体の標準状態におけるモル体積を  $22.4 \text{ L/mol}$  とする。
- 6) 試料 Y が環状化合物でないとすると、構造異性体は理論上何種類存在するか答えよ。



## 化 学 (その2)

3 鉛蓄電池を電源とする電気分解装置を用いて(ア)(イ)(ウ)のそれぞれの電解槽において電気分解を行った。以下の問に答えよ。なお、各水溶液は十分に濃く、電解反応の途中変更は起こらないものとする。

必要に応じて以下の数値を用いよ。

ファラデー定数  $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 、標準状態における気体 1 mol の体積は 22.4 L

問 1 鉛蓄電池には質量パーセント濃度 20.0 % の硫酸水溶液 2.00 kg が用いられていたが、電気分解を行った結果、硫酸水溶液の質量パーセント濃度が 19.0 % となった。鉛蓄電池から放電された電子の物質量 [mol] を四捨五入のうえ小数点以下第 3 位まで求めよ。

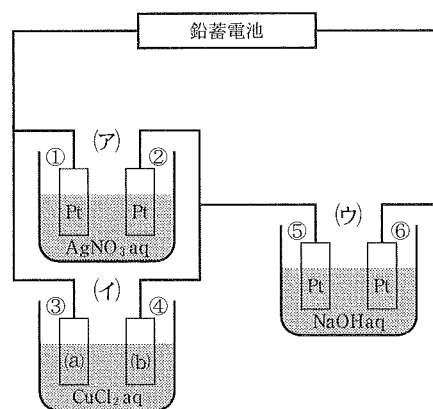
問 2 電解槽(ア)の電極①においてある金属が 10.8 g 析出した。

同じ電解槽(ア)の電極②で発生する気体の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第 2 位まで求めよ。なお発生した気体は電解槽内の水溶液には不溶とする。

問 3 電解槽(イ)の電極③と④の素材(a)と(b)は同じ物質を

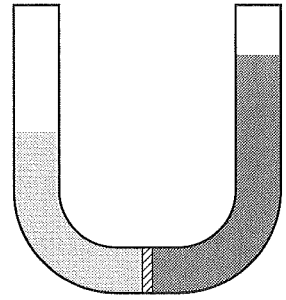
使用している。電解槽(イ)の電極の一方の質量が増加し、同時にもう一方の電極から気体が発生した。気体が発生した電極の番号、発生した気体の分子式、発生した気体の質量 [g] を四捨五入のうえ小数点以下第 2 位まで求めよ。なお発生した気体は電解槽内の水溶液には不溶とする。

問 4 電解槽(ウ)では電極⑤、⑥からそれぞれ異なる気体が発生した。⑤、⑥から発生した気体の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第 2 位まで求めよ。なお発生した気体は電解槽内の水溶液には不溶とする。



4 以下の問に答えよ。

問 1 半透膜で仕切られた左右対称で断面積が  $1.00 \text{ cm}^2$  の U 字管の右側に非電解質の物質  $1.00 \text{ g}$  含む水溶液  $100 \text{ mL}$  を、また左側には純水  $100 \text{ mL}$  を入れ、直ちに U 字管の左右の上部(両口)を閉じた。これらの作業は大気圧下で行われ、両口を閉じた瞬間の U 字管内の水溶液の液面より上の空間(気相)の体積は、左右ともに  $15.0 \text{ mL}$  であった。



この U 字管を  $42.0 \text{ }^\circ\text{C}$  でしばらく放置すると、右側の水溶液の液面が純水側の液面(左側)より  $10.0 \text{ cm}$  高くなった。水溶液と純水の浸透平衡状態における密度はともに  $1.00 \text{ g/cm}^3$ 、水溶液ならびに水の蒸気圧、空気の水への溶解は無視でき、気相の温度は一定であるとした場合、この物質の分子量を整数で答えよ。小数点以下の値が出た場合には四捨五入せよ。

ただし必要があれば次の数値を用いよ。

水銀の密度は  $13.6 \text{ g/cm}^3$ 、大気圧は  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  ( $= 76.0 \text{ cmHg}$ )、  
気体定数  $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$  とする。

問 2 オレイン酸 1 分子とリノール酸 2 分子を構成脂肪酸とする油脂  $100 \text{ g}$  に付加するヨウ素  $\text{I}_2$  の質量  $[\text{g}]$  を四捨五入のうえ小数点以下第 1 位まで求めよ。

問 3 鉄鉱石に含まれている鉄酸化物が  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  のみで、その含有量が質量比で  $80.0 \%$  とした場合、質量比で  $2.0 \%$  の不純物を含む鋼を  $10.0 \text{ トン}$  ( $10000 \text{ kg}$ ) 製造するためには、鉄鉱石は何トン必要になるか四捨五入のうえ小数点以下第 1 位まで求めよ。

なおトン(t)は質量を表す単位であり、 $1000 \text{ kg} = 1 \text{ トン}(t)$  である。

問 4  $20.0 \text{ }^\circ\text{C}$  において気体の分圧が  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  のとき、窒素( $\text{N}_2$ )と酸素( $\text{O}_2$ )が水  $1.0 \text{ L}$  に溶解する気体の体積を標準状態( $0 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ )に換算した値(溶解度:L)はそれぞれ  $\text{N}_2 = 0.016 [\text{L}]$ ,  $\text{O}_2 = 0.032 [\text{L}]$  である。 $\text{N}_2$  と  $\text{O}_2$  の体積比が  $2 : 1$  である混合気体を  $20.0 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  で  $1 \text{ L}$  の水と接触させたときに、水に溶けている  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$  の質量  $[\text{mg}]$  をそれぞれ四捨五入のうえ小数点以下第 1 位まで求めよ。なお標準状態における気体  $1 \text{ mol}$  の体積は  $22.4 \text{ L}$  とする。

問 5  $\text{CsCl}$  の単位格子において  $\text{Cs}$  イオンと  $\text{Cl}$  イオンは大きさも形も変わらない球体(剛体球)として存在し、それぞれのイオン半径は  $\text{Cs}$  イオンは  $1.89 \times 10^{-8} \text{ cm}$  で  $\text{Cl}$  イオンは  $1.67 \times 10^{-8} \text{ cm}$  であるとして考えると、 $\text{CsCl}$  の単位格子の 1 辺の長さは何  $\text{cm}$  となるか四捨五入の上有効数字 2 桁で答えよ。

なお、 $\sqrt{3} = 1.73$  とする。