

# 平成31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31年3月2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)はお持ち帰り下さい。

## 平成31年度医学部選抜Ⅱ期入学試験

### 問題文 修正

### 化学 (その1)

p.4

2

11行目 糸球体での血液のろ過量 → 糸球体での血しょうのろ過量

12行目 糸球体でろ過した血液の量 → 糸球体でろ過した血しょうの量

15行目 血液中のクレアチニン濃度 → 血しょう中のクレアチニン濃度

p.5

問4の1行目 ろ過した血液量 → ろ過した血しょう量

問4の3行目 血液中のクレアチニン濃度 → 血しょう中のクレアチニン濃度

※修正があるので、板書書きをしたうえで、アナウンスをしてください。聞き取れなかったと質問された場合は、この用紙を見せて口頭で話さないでください。

※板書した行数に誤りがないか確認してください。

# 化 学 (その1)

注 意 事 項(その1, その2とも共通)

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。
3. 原子量 H : 1.00, C : 12.0, N : 14.0, O : 16.0, Na : 23.0, Cl : 35.5, Ca : 40.0,  
Cu : 63.5, Ag : 108

**1** 次の文を読み, 問に答えよ。

神経伝達物質の主なものには, アセチルコリン, アミノ酸, モノアミンなどがある。

アセチルコリンは膜脂質の成分であるコリンから合成される。ヒトは主に植物で合成されたコリンを食事から摂取している。植物中でのコリンの合成は, アミノ酸( 1 )を脱炭酸(脱炭酸の例を図1に示す), 図2に示すエタノールアミンにし, 次いで, 窒素原子に結合している3つの水素原子を順次メチル基で置換していくことによって合成される。ここでメチル基供与体には図3に示す分子が利用される。この分子(図3)はヒトの生体内で合成することもでき, その際にはアミノ酸( 2 )とヌクレオシド( 3 )を材料として合成される。コリンをアセチル化して生成されるアセチルコリンは, 神経伝達物質として神経末端で放出される。そしてアセチルコリン受容体に結合しシグナル伝達をした後, アセチルコリンは速やかにアセチルコリンエステラーゼの作用で分解される。コリンは再び神経細胞に取り込まれ, アセチルコリンの合成材料となる。

神経伝達アミノ酸としては $\gamma$ -アミノ酪酸<sup>b</sup>が知られている。神経末端での抑制性神経伝達物質の $\gamma$ -アミノ酪酸は, 神経細胞に含まれるグルタミン酸デカルボキシラーゼがグルタミン酸に作用して合成される。

また, 神経伝達モノアミンとしてはセロトニン(5-ヒドロキシトリプトミン)が知られている。セロトニンと概日リズム(体内時計)を形成するホルモンのメラトニン(N-アセチル-5-メトキシトリプトミン)は, アミノ酸( 4 )を材料とし数種の付加反応と脱炭酸反応を含んだ図4の経路で合成される。

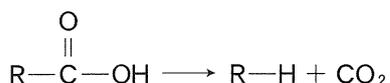


図1

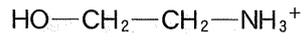


図 2

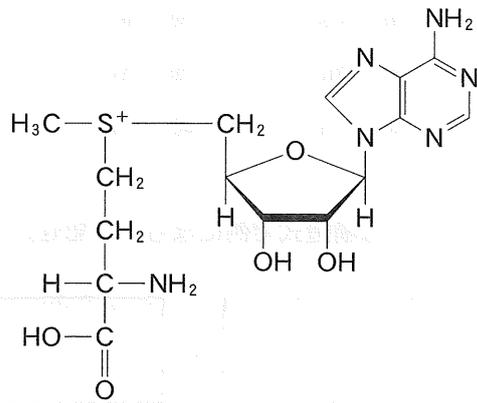


図 3

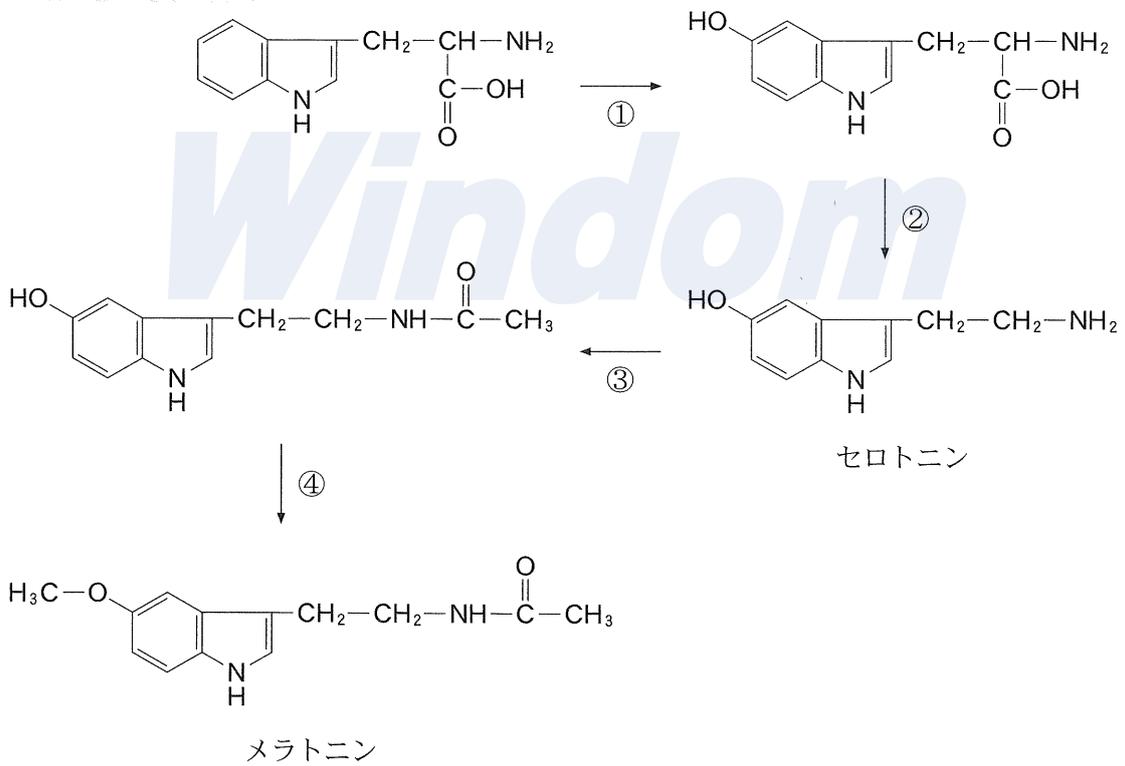


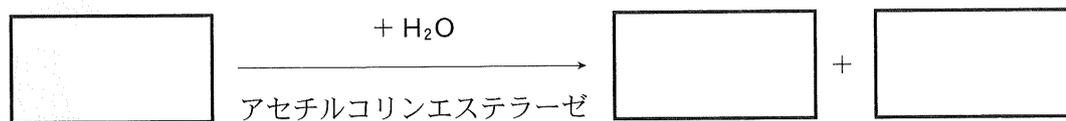
図 4

問 1 ( 1 )( 2 )( 4 )に当てはまるアミノ酸は何か。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 ( 3 )に当てはまる分子の名称を記せ。

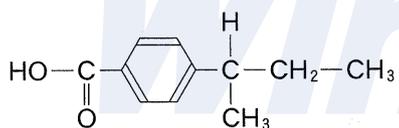
問 3 下線部 a の化学反応式を完成させよ、反応式中の分子は構造式で例にならって記せ。



問 4 下線部 b の構造式を例にならって記せ。

問 5 図 4 の①～④の反応はメチル化、アセチル化、ヒドロキシ化、脱炭酸反応のどれか、それぞれ記せ。

構造式の例



2

次の文を読み、問いに答えよ。

ヒトはATPをエネルギー源としている。ATPは筋肉収縮の直接的なエネルギー源であるが、細胞内では余剰に保持することができないため、持続的な筋肉運動を行う場合には、ATP→ADPとなったものは、図1に示す機構によりクレアチンリン酸からADPにリン酸が渡されATPに戻ることで筋肉運動を持続することができる。クレアチンの合成は以下のごとく行われる。まず始めに腎臓で、図2に示すアミノ酸(1)のアミジノ基をアミノ酸(2)に移動させ、グアニジノ酢酸とオルニチンを合成する。グアニジノ酢酸に肝臓で(3)が移動されてクレアチンとなる。クレアチンは筋肉や脳などのエネルギー要求の高い組織に取り込まれ、リン酸化されクレアチンリン酸となり、エネルギー貯蔵化合物となる。クレアチンとクレアチンリン酸は自然に環状のクレアチニンとなり尿中に排泄される。クレアチニンは腎臓の糸球体を通ずるとほぼ100%が細尿管(尿細管)へとろ過され(こし出され)、ろ過後は細尿管からほとんど再吸収されない。この性質を利用して、糸球体での血液のろ過量を求めることができる。あるヒトの糸球体でろ過した血液の量を求めるために、24時間の尿を回収し、以下の数値を得た。

24時間尿量：1500 mL

回収した尿のクレアチニン濃度 52 mg/dL

血液中のクレアチニン濃度 1.2 mg/dL

アミノ酸(1)はクレアチンの材料となる以外に、尿素サイクルの中間体となっている。尿素サイクルにおいては、アミノ酸(1)が加水分解され、オルニチンと**尿素**を生じる。アミノ酸(1)は一酸化窒素(NO)シンターゼの働きでNO合成の材料ともなる。NOは生体内で重要なシグナル分子として、血管に作用して血圧を調節したり、血液凝固を制御するなど多彩な生理機能を有する。NOは実験室では、銅と希硝酸を利用して合成することができる。また、NOはアンモニアの酸化によって硝酸を合成するオストワルト法の中間体としても生じる。約800℃に加熱した白金網にアンモニアと酸素を混合したものを接触させてNOを産生させる。産生したNOとO<sub>2</sub>を含む混合気体を冷却すると自動酸化されてNO<sub>2</sub>となる。NO<sub>2</sub>を水に吸収させると硝酸とNOがつくられる。生じたNOは再び酸化させ硝酸の合成に利用されるため、原料としたアンモニアはすべて硝酸となる。

図1

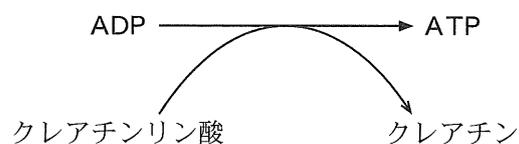
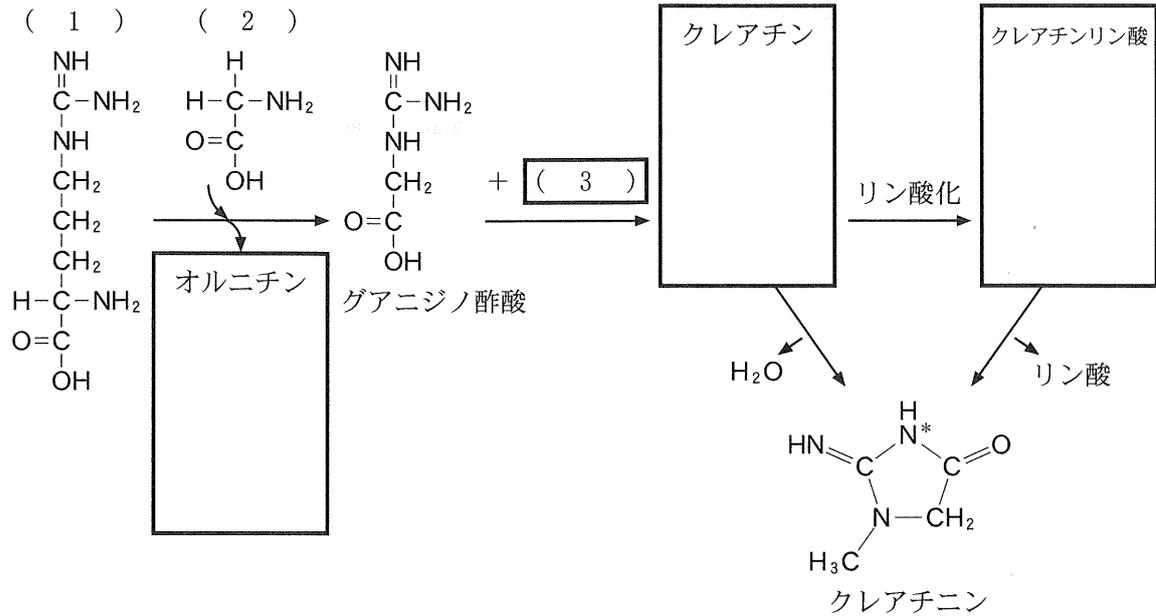


図 2



問 1 ( 1 ) ( 2 ) に当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 ( 3 ) に当てはまる官能基の名称を記せ。

問 3 図 2 を参考にして、オルニチン、クレアチン、クレアチンリン酸のそれぞれの構造式を例にならって記せ。

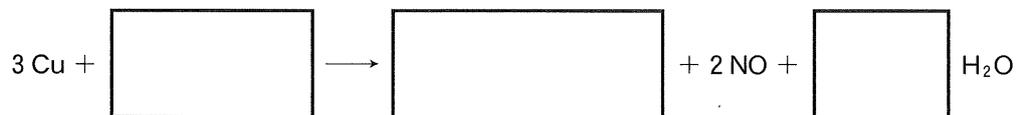
なお、図 2 で、クレアチンリン酸のリン酸化部位は、代謝産物のクレアチニンの構造中\*を付した窒素原子である。

問 4 下線部 a のヒトの糸球体でろ過した血液量 [mL/min] を求め、四捨五入して整数で記せ。

なお、クレアチニンは糸球体を通ると 100 % ろ過され(こし出され)、細尿管からの再吸収は全くないものとする。血液中のクレアチニン濃度は一定とする。

問 5 下線部 b の構造式を例にならって記せ。

問 6 下線部 c の化学反応式を完成させよ。



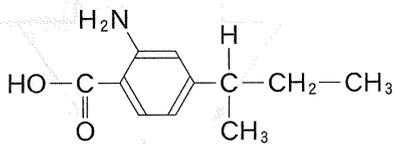
問 7 下線部 d の化学反応式を記せ。

問 8 原料として 100 mol のアンモニアを使用し、オストワルト法で硝酸の合成を開始した。下線部 d での反応において、必要な酸素の量 [mol] を整数で記せ。

問 9 原料として 100 mol のアンモニアを使用したオストワルト法で、原料としたアンモニアの窒素のすべてが硝酸となった際、オストワルト法の反応全体に必要な酸素の量〔mol〕を整数で記せ。

問10 NO, NO<sub>2</sub>, アンモニア, 硝酸, それぞれの窒素原子の酸化数を記せ。

構造式の例



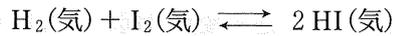
## 化 学 (その2)

3 以下の問題に答えよ。

- 問 1 面心立方格子を形成する金属である銅の、単位格子の1辺の長さを  $3.62 \times 10^{-8}$  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。
- 問 2 4.0 Lの密閉容器に、27 °Cにおいて19.2 gの酸素と19.6 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、気体定数  $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$  とする。
- 問 3 メタンとプロパンの混合気体 92 g を完全に燃焼させたところ、二酸化炭素と水が3 : 5の物質比(モル比)で得られた。生成した二酸化炭素は何 g か。整数で答えよ。小数点以下の数値が出た場合には四捨五入せよ。
- 問 4 0.10 mol/Lの塩酸 400 mLと0.20 mol/Lの水酸化カリウム水溶液 250 mLを反応させた。この反応で放出される熱量は何 kJ か。小数点以下第2位まで求めよ。第3位以上の小数点以下の値が出た場合には四捨五入せよ。ただし、塩化水素(塩酸)および水酸化カリウムは、水溶液中では完全に電離しており、強酸と強塩基の中和熱は56.5 kJ/mol とする。
- 問 5 炭酸ナトリウム( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )と、水酸化ナトリウム( $\text{NaOH}$ )の混合液 20 mLに対して、0.10 mol/Lの希塩酸( $\text{HCl}$ )を用いて滴定をおこなったところ、第1中和点までに30 mLを要した。引き続き希塩酸( $\text{HCl}$ )の滴下を続けた結果、合計40 mLを要したところで第2中和点に達した。混合液に含まれていた炭酸ナトリウムと水酸化ナトリウムの濃度はそれぞれ何 mol/L か。四捨五入のうえ有効数字2桁で答えよ。
- 問 6 0.50 mol/Lの酢酸水溶液とある濃度の酢酸ナトリウム水溶液を体積比5 : 1の割合で混合してpH 4.0の緩衝液を調製する場合の酢酸ナトリウム水溶液の濃度[mol/L]を四捨五入のうえ有効数字2桁で答えよ。ただし酢酸の電離定数  $K_a = 1.80 \times 10^{-5}$  mol/L とする。
- 問 7 ある条件において、物質の生成熱が表のようになるとき、水の蒸発熱は44 kJ/molであった。この時のアセチレンの燃焼熱[kJ/mol]を整数で答えよ。小数点以下の数値が出た場合には四捨五入せよ。ただし水は液体として生じるものとする。

物 質	生成熱 (kJ/mol)
$\text{H}_2\text{O}$ (気体)	242
$\text{CO}_2$ (気体)	394
$\text{C}_2\text{H}_6$ (気体)	84
$\text{C}_2\text{H}_4$ (気体)	- 52
$\text{C}_2\text{H}_2$ (気体)	- 228

問 8 1.0 L の密閉容器に水素 2.0 mol, ヨウ素 2.0 mol を入れ, ある一定温度に保つと, 下記の反応が起こり平衡状態になった。



この温度における上記の反応式の平衡定数が 64 であるとき, 生成したヨウ化水素は何 mol か。四捨五入のうえ有効数字 2 桁で求めよ。

問 9 1.50 mol/L の塩酸 300 mL に 9.25 g の水酸化カルシウムを入れてすべてを溶かした。ある濃度の水酸化ナトリウム水溶液を 400 mL 加えたところ, 溶液は過不足なく中和された。加えた水酸化ナトリウム水溶液の濃度 (mol/L) を四捨五入のうえ有効数字 2 桁で答えよ。

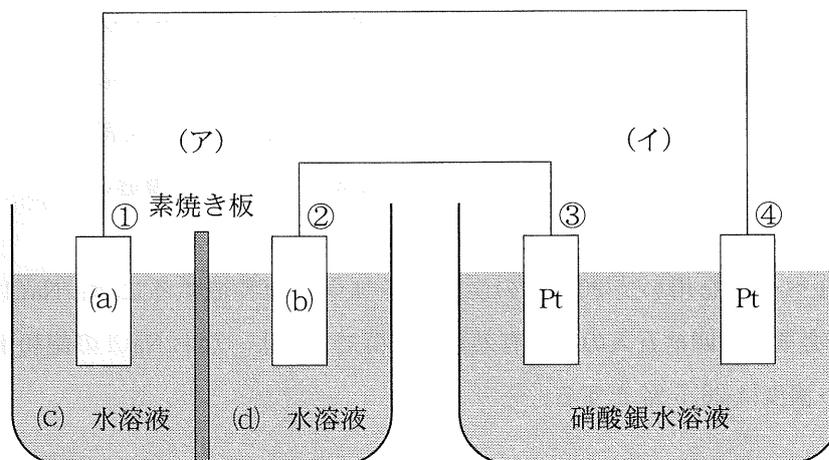
問10 ソルベー法では下記の反応式を応用して炭酸ナトリウムを製造している。



ソルベー法を用いて 200 kg の炭酸ナトリウムを製造するには, NaCl の飽和水溶液は何 kg 必要か。四捨五入のうえ有効数字 3 桁で答えよ。なお NaCl の飽和水溶液の質量パーセント濃度は 26.5 % とする。

Windom

- 4 図のように水槽(ア)において作成したダニエル電池を電源とする電気分解装置を用いて電解槽(イ)の硝酸銀水溶液を電気分解したところ、白金電極板③から 0.12 g の気体が発生した。以下の間に答えよ。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し、ファラデー定数  $F = 9.65 \times 10^4 [\text{C/mol}]$  とする。



- 問 1 水槽(ア)のダニエル電池の電極板①, ②に用いられる金属をそれぞれ元素記号で答えよ。
- 問 2 水槽(ア)のダニエル電池において素焼き板で区切られた水槽内の水溶液 c および d の名称を答えよ。
- 問 3 電解槽(イ)の白金電極板③で発生した気体を分子式で答えよ。
- 問 4 流れた電気量は何 C か。四捨五入のうえ有効数字 3 桁で答えよ。
- 問 5 ダニエル電池の電極板②では質量が変化している。質量は何 g 変化したか、四捨五入のうえ有効数字 3 桁で答えよ。なお、電極板の変化は“増加”あるいは“減少”で答えよ。
- 問 6 電解槽(イ)の白金電極板④では銀(Ag)が析出した。析出した銀(Ag)の質量(g)を小数点以下第 2 位で答えよ(第 3 位以上の小数点以下の値が出た場合には四捨五入せよ)。