

2022年度

名古屋大学 大学院創薬科学研究科 博士前期課程  
入学試験問題

基礎科目

2021年8月18日(水)  
10:00~11:30(90分)

注意事項

1. 試験開始の合図があるまでは、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 試験終了時刻まで退出できません。
3. 全ての解答用紙の所定欄に受験番号を記入してください。  
(氏名を記入してはいけません。)
4. 解答用紙の所定欄には、選択する問題の記号を記入してください。  
有機化学系問題(問A)、または、生物科学系・分子構造学系問題(問B)  
のどちらか1問を解答してください。
5. 解答用紙の所定欄には、選択する問題において解答する小問番号を記入してください。  
選択問題(問Aまたは問B)の小問1問につき、解答用紙1枚のみを使用してください。  
(例:問A小問1で解答用紙を1枚使用)なお、問Aは小問が2問、問Bは小問が3問です。  
解答用紙1枚に複数の小問を解答しないでください。  
解答用紙の枠内に収まるように記入し、裏面は使用しないでください。  
未使用の解答用紙については、受験番号を記入し、問題番号欄に×印を記入してください。
6. 解答には黒の鉛筆かシャープペンシルを使用してはっきりと記入してください。
7. 解答用紙は試験終了後にすべて提出してください。
8. 問題冊子、草稿用紙は試験終了後に持ち帰ってもかまいません。

# 問 A 小問 1

以下の (1) ~ (20) のすべての問いに答えよ。

(1) 一酸化炭素の Lewis 構造式として正しいものを 1 つ選べ。

- (a)  $:\ddot{\text{C}}::\overset{+}{\text{O}}:$     (b)  $:\overset{+}{\text{C}}::\ddot{\text{O}}:$     (c)  $:\text{C}::\text{O}:$

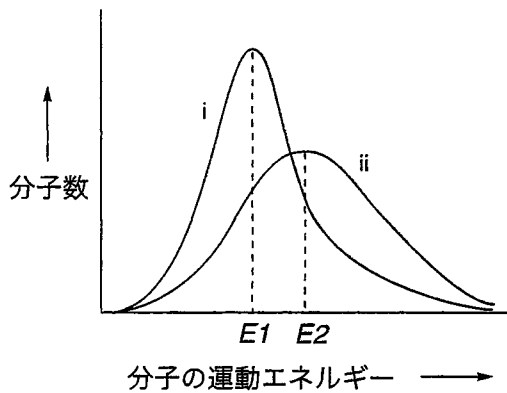
(2) 「波」の性質として正しいものを 2 つ選べ。

- (a) 位相が同じ波は互いに反発する。  
(b) 位相が同じ波は互いに強め合って、より大きな波となる。  
(c) 位相が異なる波は互いに干渉しない。  
(d) 位相が異なる波は互いに弱め合って、より小さな波となる。

(3) 平衡反応  $A \rightleftharpoons B$  において、その平衡定数が 10 である場合、A の濃度は全濃度のうちのどの割合であるかを選べ。

- (a) 10%未満    (b) 10%    (c) 50%    (d) 90%    (e) 90%より多い

(4) 下図は、ある分子集団における個々の分子がもつ運動エネルギーと、ある運動エネルギーをもつ分子数との関係を示したものである。図の説明として正しいものを 2 つ選べ。



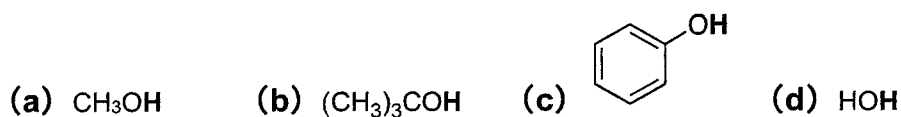
- (a) Boltzmann 分布曲線である。  
(b) より高温状態を示すのは、曲線 i である。  
(c)  $E1$  と  $E2$  は、反応温度が異なると活性化エネルギーが変化することを意味する。  
(d) 高温ほど高い運動エネルギーをもった分子の数が多。

- (5) Arrhenius 式  $k = Ae^{-E_a/RT}$  の説明として正しいものを1つ選べ。
- (a) 活性化エネルギーは式の  $R$  に該当し、大きくなると反応速度は速くなる。
  - (b) 温度は式の  $T$  に該当し、高くなると速度定数は大きくなる。
  - (c) 速度定数は式の  $A$  に該当する固有の値であり、温度に依存しない。
  - (d)  $A$  項は Gibbs の標準自由エネルギー変化に等しい。

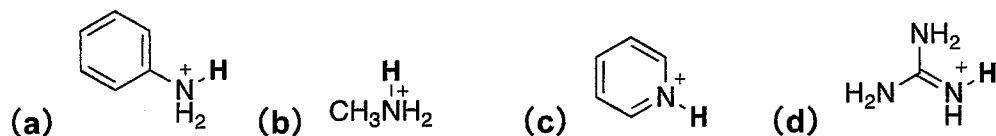
- (6) 混成軌道の説明として正しいものを2つ選べ。
- (a)  $sp$  混成軌道は球状である。
  - (b) ボラン ( $BH_3$ ) のホウ素原子は3つの  $sp^2$  混成軌道と空の  $p$  軌道を持ち、ボランは平面三角形の構造をとる。
  - (c) アンモニア ( $NH_3$ ) の窒素原子は3つの  $sp^3$  混成軌道と孤立電子対を収容した1つの  $p$  軌道を有し、各軌道は四面体状に広がっている。
  - (d) メタン ( $CH_4$ ) の炭素原子は4つの  $sp^3$  混成軌道を有し、メタンは四面体構造をとる。

- (7)  $pK_a$  の説明として正しいものを2つ選べ。
- (a) 水素イオン濃度の常用対数で示される。
  - (b) 定量的な測定は希薄溶液中で行う。
  - (c) 水の値は 7.0 である。
  - (d) 値が小さいほど強い酸である。

- (8) 以下の化合物のなかで、 $pK_a$  値 (第一解離, 水中) が最も大きいものを選べ。



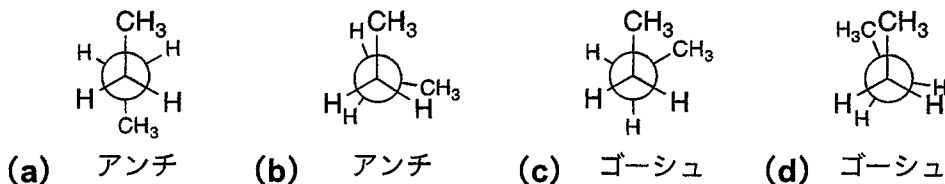
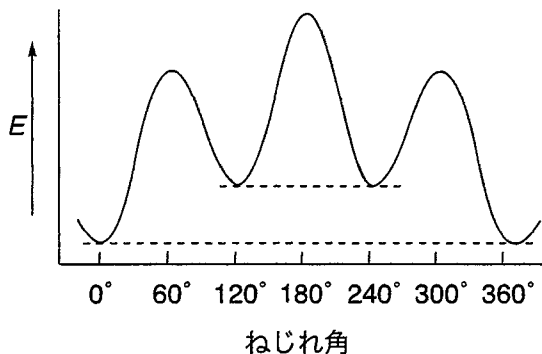
- (9) 以下の化合物のなかで、 $pK_a$  値 (第一解離, 水中) が最も大きいものを選べ。



- (10) 矢印で示した結合のうち、結合解離エネルギーが最も小さいものを選べ。



- (11) ブタンの C2-C3 結合まわりの回転のポテンシャルエネルギー図（下図）で、ねじれ角が  $120^\circ$  の配座とその名称がいずれも正しい組み合わせとなっているものを選び。



- (12) エチルラジカルがメチルラジカルよりも安定な理由として最も適切なものを1つ選び。

- (a)  $\pi$ - $\pi$ 相互作用  
 (b) C-H $\sigma$  結合と p 軌道との相互作用  
 (c) p 軌道どうしの相互作用  
 (d) C-H $\sigma$  結合どうしの相互作用

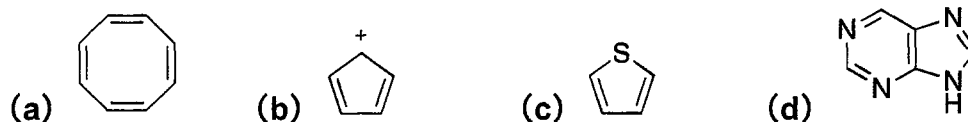
- (13) 鏡像異性体の説明として正しいものを2つ選び。

- (a) ラセミ混合物の比旋光度は0（ゼロ）である。  
 (b) ラセミ混合物のエナンチオマー過剰率は50%である。  
 (c) 鏡像異性体の関係にある2つの化合物の水素核磁気共鳴スペクトルでは互いを区別することができない。  
 (d) 鏡像異性体の関係にある2つの化合物は互いに融点が異なる。

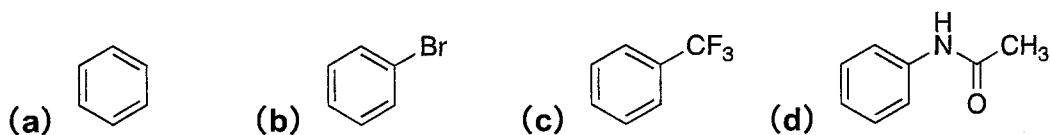
- (14) 二分子求核置換反応に関する説明として正しいものを2つ選び。

- (a) プロトン性溶媒による溶媒和は求核剤の求核性を小さくする。  
 (b) かさ高い強塩基の求核性は一般的に大きい。  
 (c) フッ化物イオンはヨウ化物イオンよりも脱離能が大きい。  
 (d) メタンスルホン酸イオンは酢酸イオンよりも脱離能が大きい。

- (15) Hückel 則に基づき、芳香族に分類されるものを2つ選び。



(16) 同一条件下、芳香族求電子置換反応が最も速く進行するものを選び。



(17) プロパナールの分光学的特徴として正しいものを2つ選べ。

- (a) 重クロロホルム溶液として水素核磁気共鳴を測定すると、化学シフト  $\delta = 10$  ppm 付近に3重線が観察される。
- (b) 炭素核磁気共鳴スペクトルでは全てのシグナルが、化学シフト  $\delta = 190$  ppm より高磁場に観察される。
- (c) 赤外吸収スペクトルで  $1735\text{ cm}^{-1}$  付近に吸収帯がある。
- (d) 紫外吸収スペクトルでは吸収帯を観察できない。

(18) 電子イオン化法でイオン化した化合物の質量スペクトルの説明として正しいものを2つ選べ。

- (a) 基準ピークとは、電子を放出することで生じた化合物の分子イオンに対応するピークであり、フラグメント化していないため、最も大きい  $m/z$  として検出される。
- (b) 化合物に臭素原子が1つ含まれていると、 $m/z$  の差分で“2”離れたピークがほぼ同じ強度で観察される。
- (c) 2-メチルブタンの質量スペクトルには、安定な2-メチル-2-ブチルカチオン（第三級カルボカチオン）が最も強いピークとして観察される。
- (d) 数千分の1の質量単位まで区別可能な質量分析計を用いると、同一の整数質量をもつが分子式の異なる分子を各々理論上は区別可能である。

(19) グリシン ( $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH}$ ) の説明として正しいものを2つ選べ。

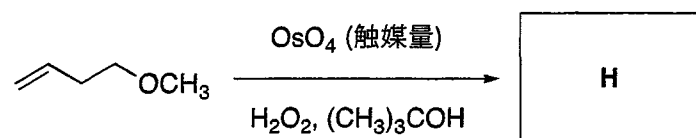
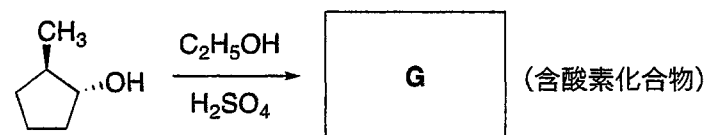
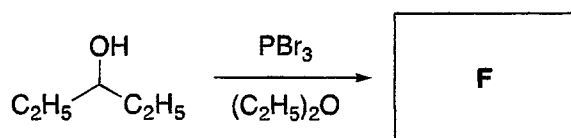
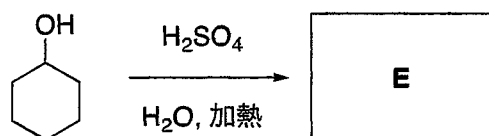
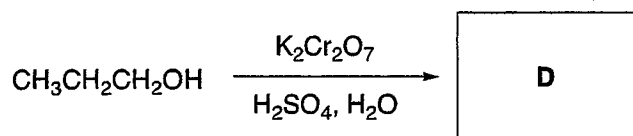
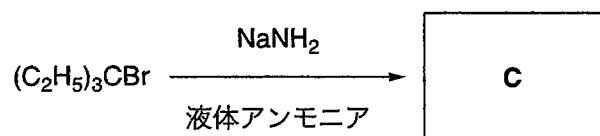
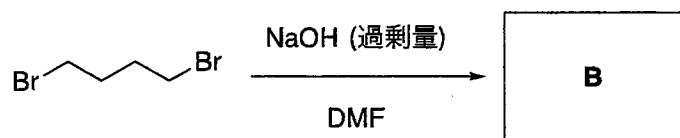
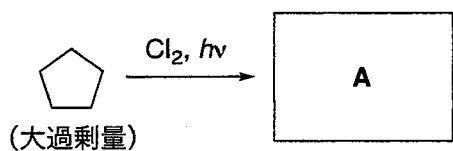
- (a) 天然のグリシンはL-グリシンである。
- (b) 中性水溶液 ( $\text{pH} = 7.0$ ) 中では、主に双性イオンとして存在している。
- (c) IUPAC 命名法に従うと2-アミノエタン酸と表記できる。
- (d) 非極性溶媒に溶解しやすい。

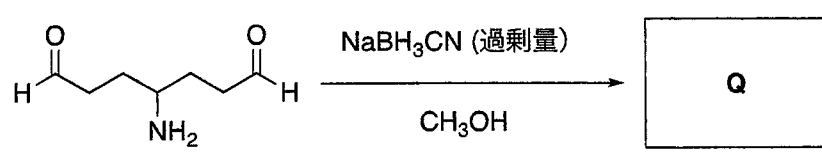
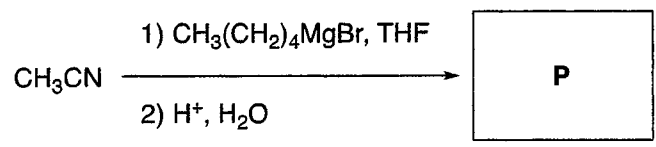
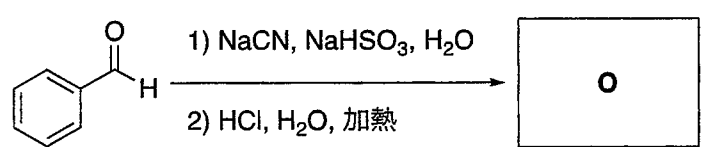
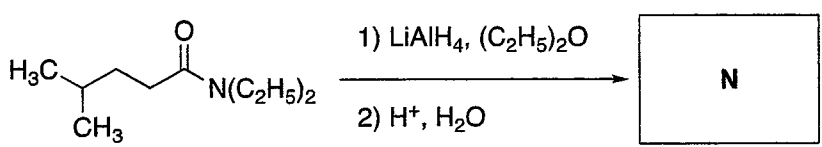
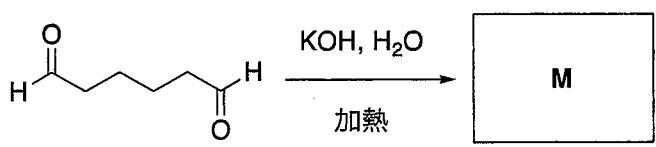
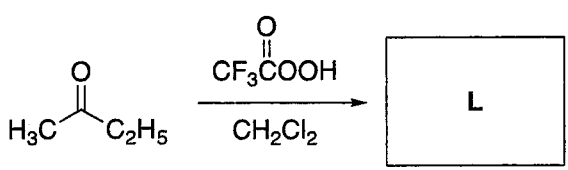
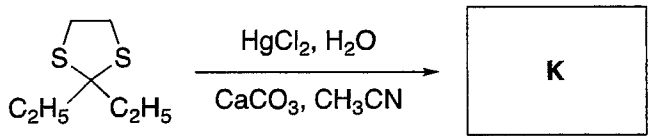
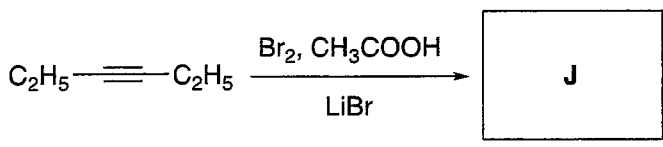
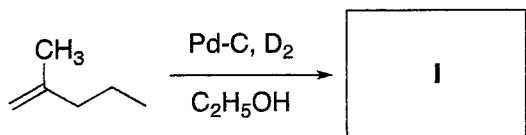
(20) 触媒の説明として最も適切なものを1つ選べ。

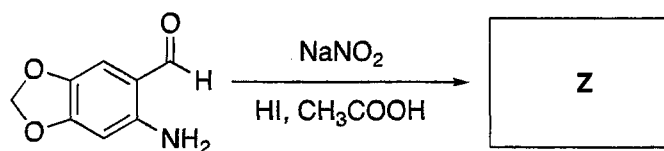
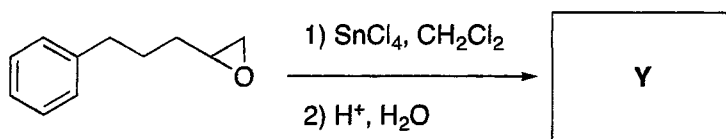
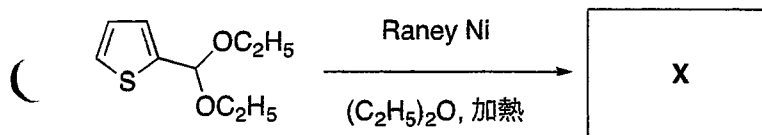
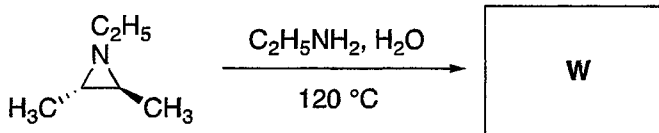
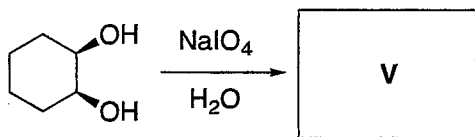
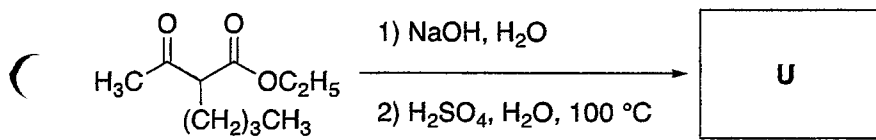
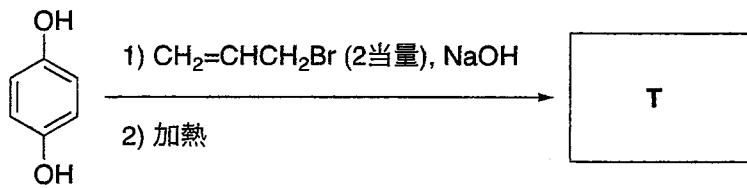
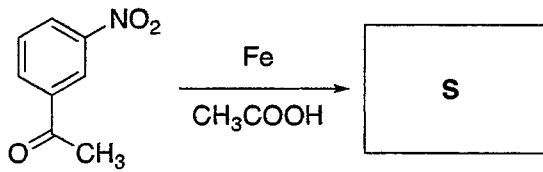
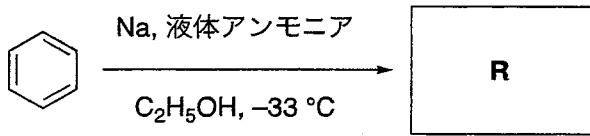
- (a) 生成物のポテンシャルエネルギーを小さくして平衡を偏らせることができる。
- (b) 反応の進行とともに分解して消失する。
- (c) 反応後も洗浄して何度も利用することができる。
- (d) 活性化エネルギーを小さくして反応を速くする。

## 問 A 小問 2

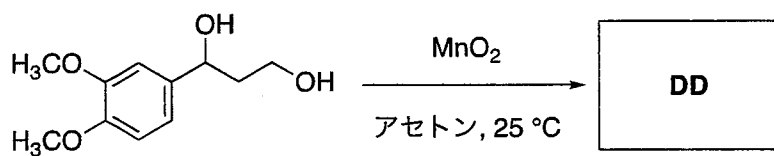
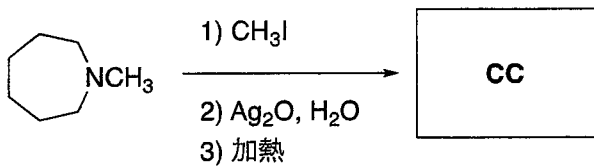
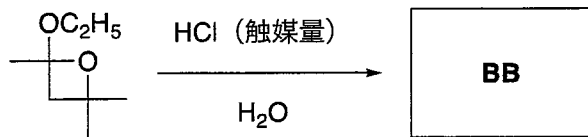
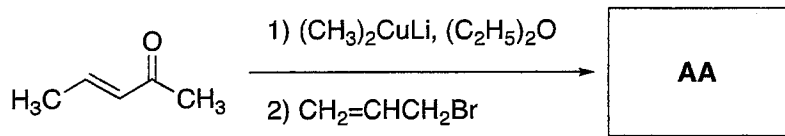
以下の反応で生じる主な生成物 A~DD を，立体化学のわかる構造式で示せ。











## 問 B 小問 1

以下の文章を読み、(1) ~ (6) のすべての問いに答えよ。

どの生物でも遺伝情報は遺伝子という形で DNA 分子に担われ、その情報は共通の暗号表で書かれ、複製される。どの細胞を見ても DNA 重合体は (ア) という 4 種類の単量体が (イ) 結合で様々につながった鎖である。DNA に書かれた情報は細胞内で (ウ) という重合体に転写される。(ウ) 分子の一部は、次いで異なる重合体、(エ) に翻訳される。DNA から (ウ)、そして (エ) へというこの情報の流れは、生命にとって基本的なもので (オ) と呼ばれる。

ある細胞や生物の全染色体に書き込まれた遺伝情報全体をゲノムと呼び、生物の (x) ゲノムサイズには大きな幅がある。ヒトゲノムではエキソンの DNA 配列が全ゲノムに占める割合は (カ) % といわれ、ゲノム中でコピー数が多い (y) 反復配列の比率は約 (キ) % である。

(1) 文章中の (ア) ~ (オ) に適切な語句を記入せよ。

(2) 文章中の (カ) および (キ) に入る数値を以下から選択せよ。

1.5, 15, 50, 75
-----------------

(3) 下線部 (X) について、以下の生物をゲノムサイズの大きい方から並べよ。

マウス, 線虫, 大腸菌, ヒト, キイロショウジョウバエ, 出芽酵母
-------------------------------------

(4) 下線部 (Y) について、ヒトの反復配列を構成する因子のうち「動く遺伝因子」について知るところを記せ。

(5) 生命 (生き物) を定義づける特徴として、どのようなものがあるか。例を参考に、3 つ箇条書きにて記せ。

例)・自然界の非生物に比べて高度に組織化されている。

(6) 真核生物の染色体構造について以下のキーワードをすべて用いて説明せよ。

キーワード

ヌクレオソーム, ヒストン八量体, リンカーDNA, クロマチン再構成複合体, ヘテロクロマチン, ユークロマチン
--

## 問 B 小問 2

以下の (1) ~ (6) のすべての問いに答えよ。

- (1) N 末端側から プロリン - ヒスチジン - アラニン - メチオニン の順で結合したペプチドの中性水溶液中 (pH 7.0) における構造式を描け。また、このペプチドをアミノ酸 1 文字表記法によって記せ。
- (2) 以下の生体分子 (a) ~ (e) について、それぞれ簡潔に説明せよ。
  - (a) ドリコール
  - (b) プロテアソーム
  - (c) プロテオグリカン
  - (d) ルビスコ
  - (e) p53
- (3) サブユニット数が未知である、ホモ多量体として機能するタンパク質複合体がある。この複合体のサブユニット数を決定するために適切な実験方法を記せ。
- (4) ATP の末端リン酸のリン酸無水結合の加水分解反応における標準自由エネルギー変化  $\Delta G^\circ$  は  $-7.3 \text{ kcal/mol}$  であるが、この結合が細胞内で加水分解されると、 $11 \sim 13 \text{ kcal/mol}$  の有用なエネルギーが発生する。エネルギー値に幅があり、 $\Delta G^\circ$  のように決まった値が与えられていない理由を記せ。
- (5) 図 1 はニューロンにおける活動電位を測定したものである。以下の (a) ~ (c) のすべての問いに答えよ。
  - (a) 与えた脱分極刺激が閾値を超えると活動電位が発生する理由を記せ。
  - (b) 活動電位が  $+40 \text{ mV}$  程度までしか上昇しない理由を記せ。
  - (c) 活動電位は最大値に達した後、速やかに減少する理由を記せ。

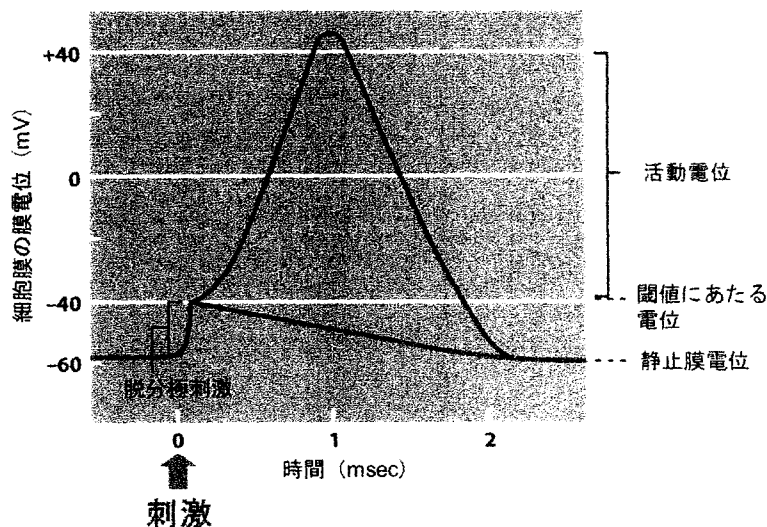
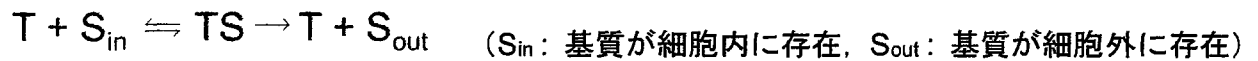


図 1 ニューロンにおける活動電位の記録

(出典: Essential 細胞生物学第 4 版より一部改訂)

- (6) 表 1 はある輸送体 T の基質輸送速度を、異なる濃度の基質 S 存在下において測定した結果である。この輸送反応は下式のように表すことができるので、簡単な酵素反応と同様にミカエリス・メンテンの式に従う。以下の (a) ~ (c) のすべての問いに答えよ。



- (a) 輸送速度を  $v$ 、最大輸送速度を  $V_{max}$ 、ミカエリス定数を  $K_M$ 、基質濃度を  $[S]$  として、ミカエリス・メンテンの式を記せ。
- (b)  $V_{max}$  や  $K_M$  の算出にはしばしば両逆数プロットが用いられる。ミカエリス・メンテンの式を変形することにより  $1/v$  と  $1/[S]$  の関係を示せ。
- (c) この輸送体の  $V_{max}$  と  $K_M$  を求めよ。なお、算出には表 1 の逆数値 ( $1/v$ ,  $1/[S]$ ) を用いること。

表 1 輸送体 T の基質輸送速度

(計算の簡略化のために、数値は有効数字 2 桁で示した。)

基質濃度		輸送速度	
$[S]$ , mM	$1/[S]$ , mM <sup>-1</sup>	$v$ , nmol/sec	$1/v$ , (nmol/sec) <sup>-1</sup>
0.10	10	0.18	5.5
0.50	2.0	0.67	1.5
1.0	1.0	1.0	1.0
5.5	0.20	1.7	0.60
10	0.10	1.8	0.55

## 問 B 小問 3

以下の文章を読み、(1) ~ (5) のすべての問いに答えよ。

多細胞生物は高度に組織化され、その細胞数は厳密に制御されている。生体内では細胞分裂と細胞死が厳密に制御され、生体機能に必要な細胞が生まれ、不要になった細胞は除去される。

細胞分裂は、細胞周期と呼ばれる、倍加と分裂を繰り返す過程を伴う。細胞周期には、細胞が分裂している分裂期と、分裂期以外の間期が繰り返され、周期の順に(ア)期、G<sub>1</sub>期、(イ)期、G<sub>2</sub>期に分けられる。(ア)期では、有糸分裂と細胞質分裂が起こる。(イ)期はDNAが2倍になる複製期である。G<sub>1</sub>期とG<sub>2</sub>期には、(ウ)と呼ばれるDNAの複製の開始や有糸分裂の開始を調節する機構がある。さらに、細胞周期は自動的に次の段階に入るのではなく、サイクリンおよびサイクリン依存性キナーゼ(Cdk)により厳密に調節されている。

細胞は、増殖だけでなく、その死も制御されている。細胞死は、壊死(ネクローシス)とアポトーシスに大別される。オタマジャクシがカエルに変態する過程で尾が消失する際や、ヒトの指が形成される際にアポトーシスが起こる。

- (1) (ア) ~ (ウ) に適切な語句を記入せよ。
- (2) 細胞周期は、サイクリンおよびCdkの複合体タンパク質の量と活性により制御されている。サイクリンおよびCdkの複合体タンパク質の活性の制御メカニズムを4行程度で説明せよ。
- (3) 生体内には細胞周期がG<sub>0</sub>期の細胞が多く存在する。G<sub>0</sub>期について、細胞はどのような状態で、細胞周期中のどこの周期から移行するのかを3行程度で説明せよ。
- (4) 細胞の壊死(ネクローシス)とアポトーシスの違いを4行程度で説明せよ。
- (5) アポトーシスのシグナル伝達について、以下のすべてのキーワードを少なくとも1回使用して、4行程度で説明せよ。キーワードには下線をつけること。

キーワード

シトクロム c, Bax, プロカスパーゼ, 誘導型カスパーゼ, 実行型カスパーゼ