

2025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

2024年8月7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) ~ (30) のすべての問いに答えよ。解答は (a) ~ (f) の記号で記すこと。

- (1) 8 電子則を満たした Lewis 構造式において電荷が分離した構造の寄与が最も大きくなるものを 1 つ選べ。
- (a) N_2
 - (b) NO
 - (c) CO
 - (d) CO_2
- (2) 水分子の説明として正しいものを 1 つ選べ。
- (a) 水素同士が水素結合を形成して安定化している。
 - (b) HOH 結合角はおよそ 104.5° である。
 - (c) 酸素の sp^2 混成で分子の結合を説明できる。
 - (d) 2 個の不対電子を有する。
- (3) 指定の原子に孤立電子対を収容した sp^3 軌道をもつものを 2 つ選べ。
- (a) BH_3 の B 原子
 - (b) CH_3^+ の C 原子
 - (c) CH_3^- の C 原子
 - (d) NH_3 の N 原子
 - (e) BeH_2 の Be 原子
- (4) 電気陰性度の大小関係が正しいものを 1 つ選べ。
- (a) $\text{H} < \text{B} < \text{C} < \text{Br}$
 - (b) $\text{B} < \text{H} < \text{C} < \text{Br}$
 - (c) $\text{H} < \text{C} < \text{Br} < \text{B}$
 - (d) $\text{B} < \text{C} < \text{Br} < \text{H}$
- (5) 水素結合が寄与しているものとして、正しくないものを 1 つ選べ。
- (a) カルボン酸の二量体形成
 - (b) アルコールの水溶性
 - (c) アルカンの炭素鎖長と融点の関係
 - (d) ペプチドの α ヘリックス構造形成
 - (e) 核酸の二重鎖形成
- (6) 1,3,5-ヘキサトリエンの臭素化反応の説明として、正しいものを 1 つ選べ。
- (a) 共役による安定化が原因で反応は進行しない。
 - (b) 中間体が存在しない協奏的な反応である。
 - (c) 非局在化したカルボカチオン中間体を経て進行する。
 - (d) 最も熱力学的に安定な生成物は 1,4-付加生成物である。

(7) 平衡反応における Gibbs の標準自由エネルギー変化 ($\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$) に関する説明として正しいものを2つ選べ.

- (a) 正の ΔH° 値をもつ反応は吸熱反応である.
- (b) ΔG° が0 (ゼロ) の反応は進行しない.
- (c) 1つの分子から2つの分子が生成する反応では, S° が減少する.
- (d) 熱力学支配による反応の説明に用いることができる.

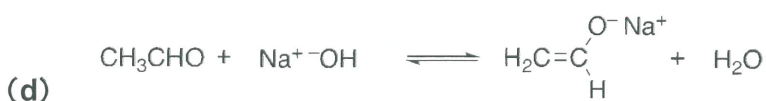
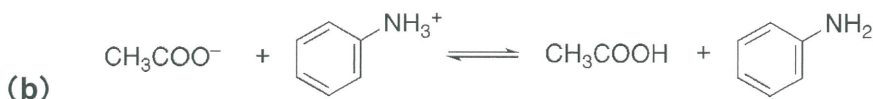
(8) Arrhenius 式 $k = Ae^{-E_a/RT}$ の説明として正しいものを2つ選べ.

- (a) 反応時間が長くなるにつれて, 反応速度定数が大きくなる.
- (b) 反応温度を高くすると, 反応速度定数が大きくなる.
- (c) 活性化エネルギーがより大きい反応は, 活性化エネルギーがより小さい反応に比べて, 温度変化により反応速度が変化しやすい.
- (d) A はエンタルピー変化の値に等しい.
- (e) 基質濃度を高くすると, 反応速度定数が大きくなる.

(9) pK_a の説明として正しいものを2つ選べ.

- (a) 0 (ゼロ) から 14 の数字で示される.
- (b) 水の pK_a よりも小さい値を示す分子を酸と呼ぶ.
- (c) pK_a の値は酸が 50% 解離したときの pH の値に等しい.
- (d) 酸解離定数の負の常用対数として定義されている.
- (e) 温度が変わっても変化しない.

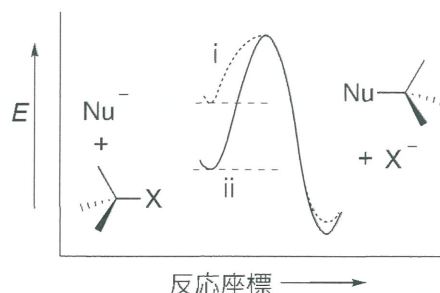
(10) 選択肢の中で, 平衡が左に偏っている水溶液中の平衡反応を2つ選べ.



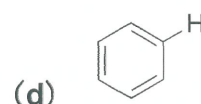
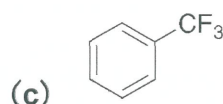
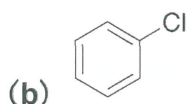
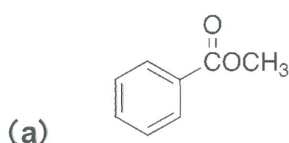
(11) 立体異性体の説明として正しいものを1つ選べ.

- (a) 互いにジアステレオマーの関係にある化合物が等モル量含まれる混合物の比旋光度は0 (ゼロ) である.
- (b) エナンチオマー過剰率が99%の場合, エナンチオマーが99対1で存在している.
- (c) メソ化合物はアキラルである.
- (d) 鏡像異性体の関係にある2つの化合物はそのまま質量分析で区別できる.

- (12) 下図は、ある出発物質と求核剤との S_N2 反応を、プロトン性極性溶媒中または非プロトン性極性溶媒中で行ったときのそれぞれのポテンシャルエネルギー図を重ね合わせたものである。これに関連した説明として正しいものを2つ選べ。



- (a) この反応は1つの中間体を経由する。
 (b) ポテンシャルエネルギー図が溶媒により異なるのは、求核剤への溶媒和の影響である。
 (c) プロトン性溶媒中での反応のポテンシャルエネルギー図は、曲線 i である。
 (d) 非プロトン性極性溶媒にはクロロホルムが適している。
 (e) ポテンシャルエネルギー図が曲線 i で示される溶媒中での反応速度は、曲線 ii で示される溶媒中での反応速度よりも大きい。
- (13) 気相中の結合解離エネルギー DH° に関する説明として正しいものを2つ選べ。
 (a) 直鎖アルカンの C-H 結合の DH° は、構造に依存せずほぼ同じである。
 (b) シクロプロパンの C-C 結合の DH° は、シクロペンタンの C-C 結合の DH° よりも小さい。
 (c) F-F, Cl-Cl, I-I の順に小さくなる。
 (d) ベンゼンの C-H 結合の DH° は、シクロヘキサンの C-H 結合の DH° より大きい。
- (14) 分子内 Williamson 合成法で環状エーテルを合成するときの環状エーテル生成の相対速度として正しいものを1つ選べ。ただし、 k_n は反応速度、 n は環の大きさとする。
 (a) $k_3 > k_4 > k_6 > k_8$
 (b) $k_3 > k_6 > k_4 > k_8$
 (c) $k_8 > k_6 > k_4 > k_3$
 (d) $k_8 > k_4 > k_6 > k_3$
- (15) アルキルラジカルの超共役の説明として正しくないものを1つ選べ。
 (a) p 軌道どうしが重なり π - π 相互作用で安定化する。
 (b) C-H σ 結合と p 軌道との相互作用で安定化する。
 (c) C-C σ 結合と p 軌道との相互作用で安定化する。
 (d) メチル、第一級、第二級の順に超共役の数が増加する。
- (16) 選択肢の中で、芳香族求電子置換反応が最も速く進行するものを選べ。



(17) 選択肢の中で、水による求核付加-脱離反応で相対的に最も反応性が低いものを選び。



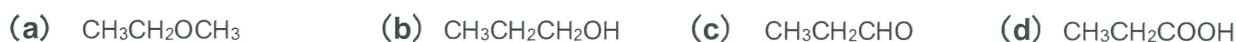
(18) 選択肢に示した置換基がエクアトリアル位にあるシクロヘキサンの配座異性体がアキシアル位にあるものに反転したときの自由エネルギー変化が最も大きいものを選び。



(19) 選択肢の中で、 $\text{S}_{\text{N}}2$ 反応の脱離基として脱離能が最も大きいものを選び。



(20) 選択肢の中で、沸点が最も高いものを選び。



(21) ^1H NMR またはそのスペクトルの説明として正しいものを1つ選び。重クロロホルム中でテトラメチルシランを基準 ($\delta = 0$ ppm) として測定し、補助化合物は用いないものとする。

- (a) CH_3Cl は、 CH_3F よりも大きな化学シフト値に観測される。
(b) アルケニル水素は反しやへい化されて、負の値を示すことがある。
(c) アルキニル水素はしやへい化されて、5 ppm 付近で共鳴する。
(d) ベンズアルデヒド ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$) のアルデヒド水素は 10 ppm 付近で共鳴する。

(22) ^{13}C NMR またはそのスペクトルの説明として正しいものを1つ選び。重クロロホルム中でテトラメチルシランを基準 ($\delta = 0$ ppm) として測定し、補助化合物は用いないものとする。

- (a) エステルのカルボニル炭素は、ケトンのカルボニル炭素よりも大きな化学シフト値に観測される。
(b) ベンゼンは、DEPT ^{13}C NMR スペクトルでは観測できない。
(c) クロロホルム (CHCl_3) は、77.0 ppm 付近に三重線で観測される。
(d) 未知化合物のスペクトルからはその化合物の炭素数を確定することはできない。

(23) IR 分光法またはそのスペクトルの説明として正しいものを2つ選び。

- (a) 典型的なスペクトル領域は、波数が 600 cm^{-1} から 4000 cm^{-1} の範囲である。
(b) スペクトルは波数に対する透過率の百分率をプロットすることで得られるため、吸収があると下向きにピークが現れる。
(c) 第一級アミンの N-H 伸縮振動の吸収帯は 1600 cm^{-1} に、第二級アミンの N-H 伸縮振動の吸収帯は 3250 cm^{-1} から 3500 cm^{-1} に強く観察される。
(d) 直鎖状のアルカンの C-H 伸縮振動の吸収帯は 2000 cm^{-1} に現れる。
(e) ベンゼンと 1,3,5-ヘキサトリエンのスペクトルはほぼ同一となる。

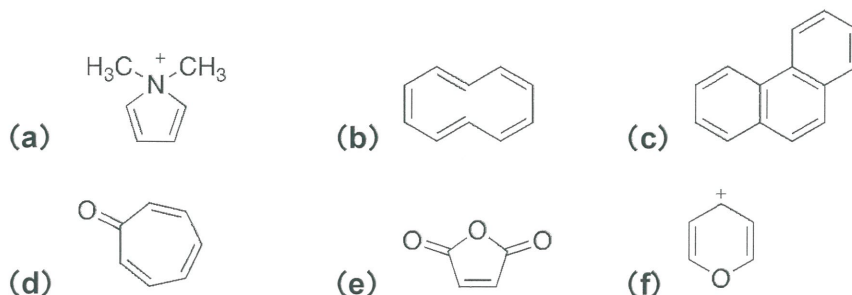
(24) 電子イオン化法でイオン化した化合物の質量スペクトルの説明として正しいものを2つ選べ。

- (a) 親イオンは電子ビームとの衝突により生じた化合物の分子イオンに対応するピークであり、ラジカルカチオンとして検出される。
- (b) 化合物に塩素原子が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) 数十分の一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すべての分子を理論上は区別可能である。
- (d) 1-ブテンの質量スペクトルでは、共鳴安定化された2-プロペニルカチオンが強いピークとして観察される。
- (e) 親イオン $m/z = 30$ のエタンの質量スペクトルでは、プロトン付加体が2%ほどの強度で $m/z = 31$ として観察される。

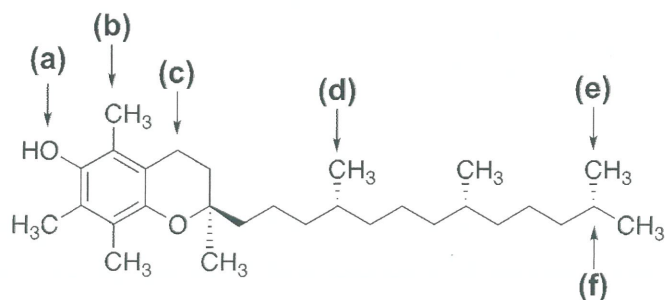
(25) 触媒の説明として最も適切なものを選べ。

- (a) 生成物のポテンシャルエネルギーを小さくする。
- (b) 反応前後のエントロピー変化を大きくして平衡を偏らせる。
- (c) 反応の前後でその量が変わらない。
- (d) 反応温度に関係なく反応速度を一様に向上させる。

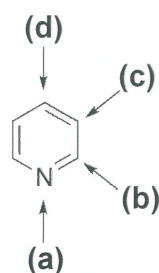
(26) Hückel 則に基づき、芳香族化合物を3つ選べ。



(27) 下図のビタミン E (α -トコフェロール) は、生体内で生成する脂質ラジカルを還元することで、脂質の酸化分解を防いでいる。この還元反応に最も寄与している反応部位を選べ。



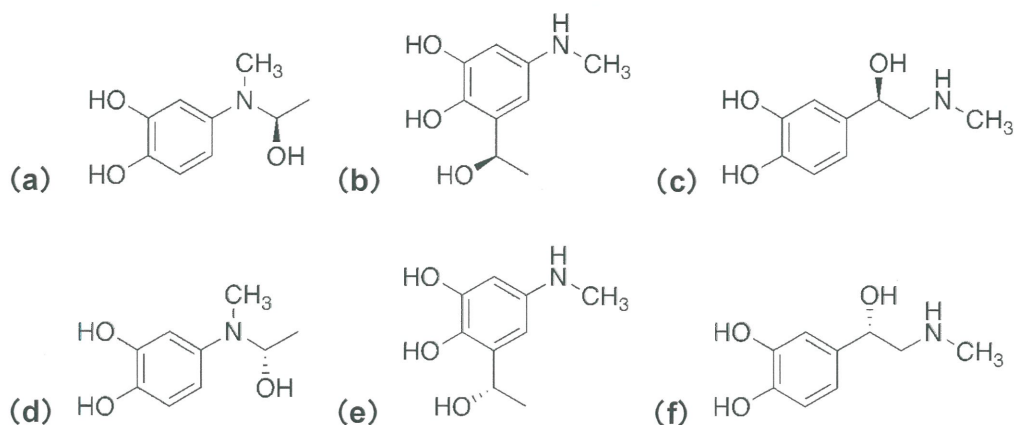
(28) ピリジンに対する芳香族求電子置換反応が最も起きやすい位置を選べ.



(29) D-グルコースの水溶液の説明として正しいものを1つ選べ.

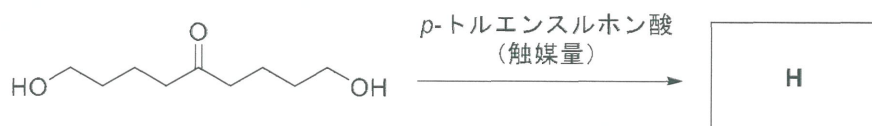
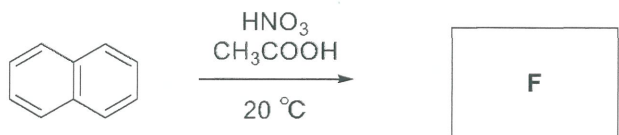
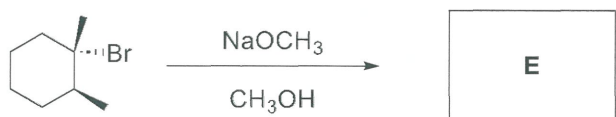
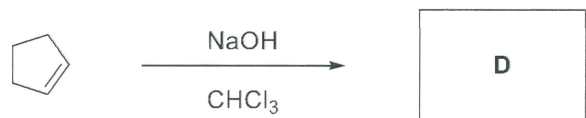
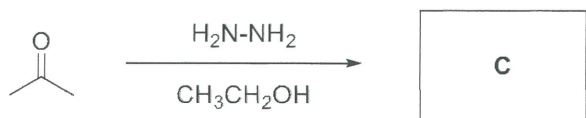
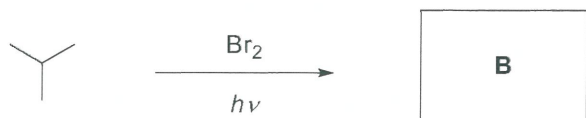
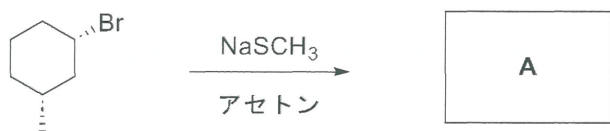
- (a) 主に水和したジェミナルジオール構造で存在している.
- (b) 主にグルコフラノース構造で存在している.
- (c) 旋光度が徐々に0 (ゼロ) に近づいていく.
- (d) 重水中で ^1H NMR を測定すると主に2つのエピマーの混合物として観察される.

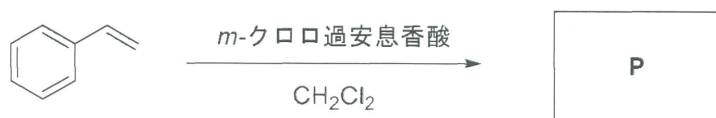
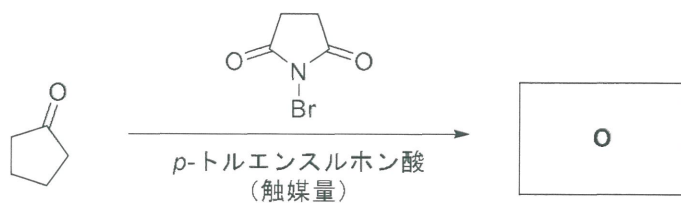
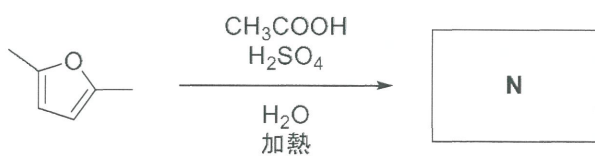
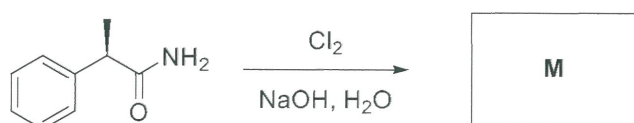
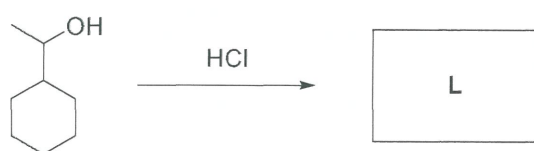
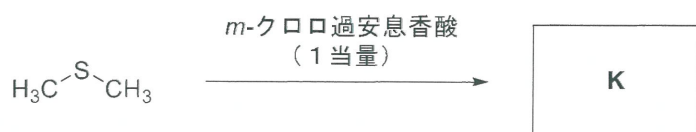
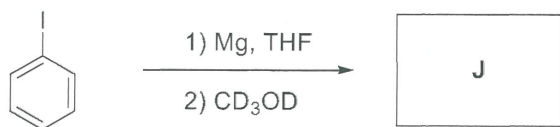
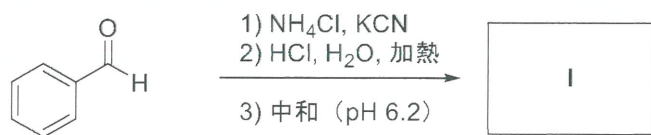
(30) アドレナリン 4-[(1R)-1-hydroxy-2-(methylamino)ethyl]benzene-1,2-diol の正しい化学構造を選べ.

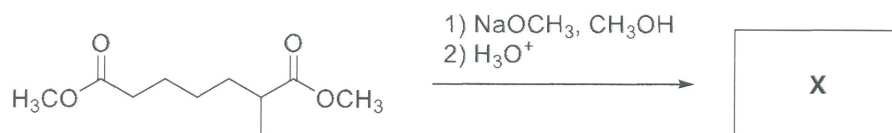
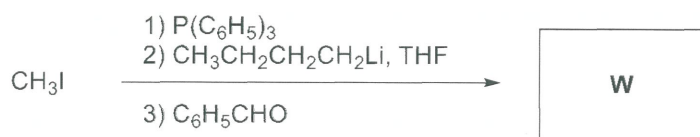
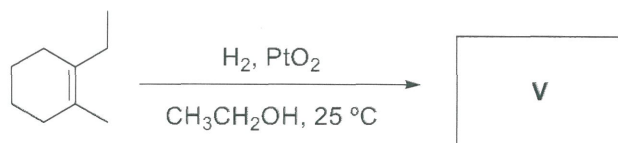
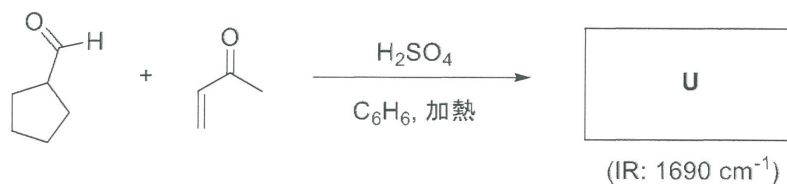
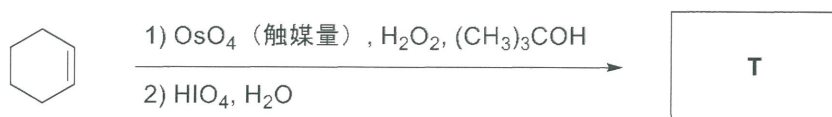
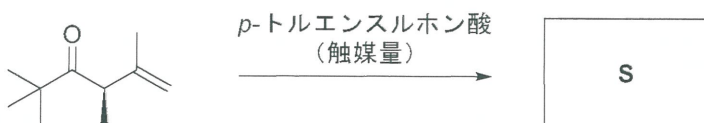
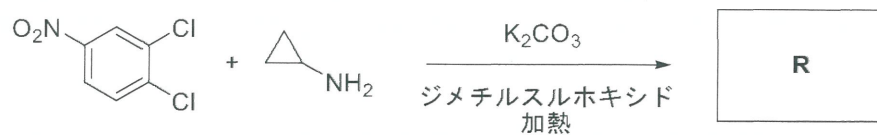
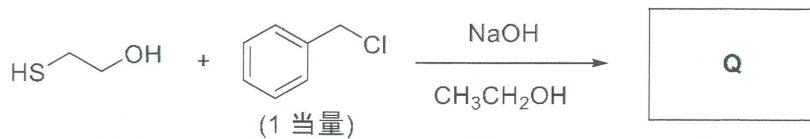


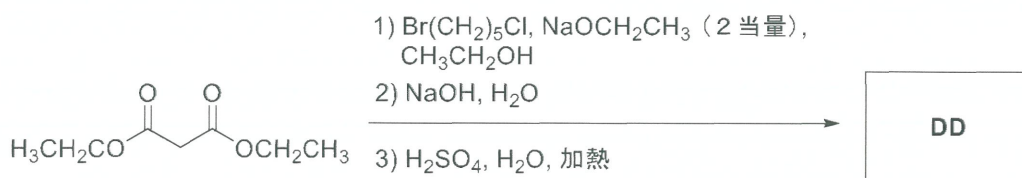
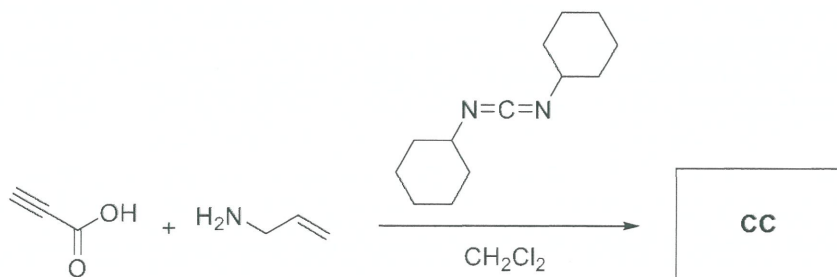
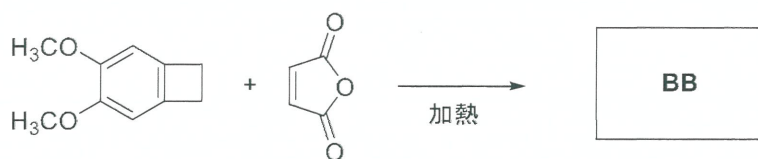
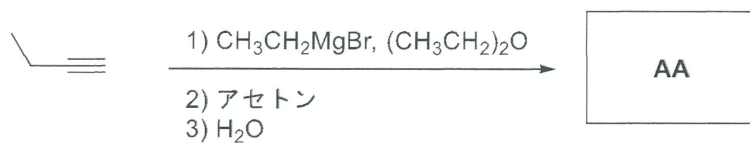
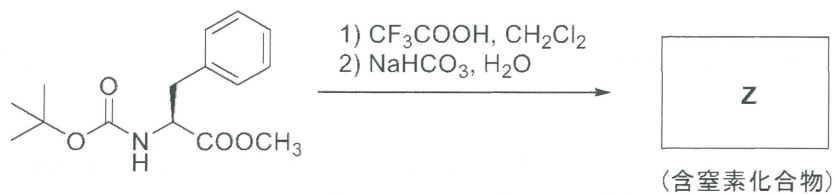
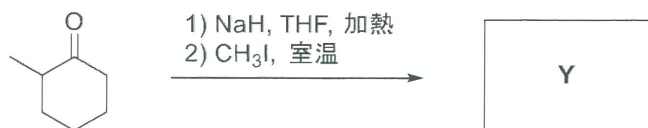
問 A 小問 2

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

以下の文章を読んで、(1) ～ (8) のすべての問いに答えよ。

- (1) DNA 二本鎖中のアデニン (A), シトシン (C), グアニン (G), チミン (T) 塩基部分の化学構造と、それぞれがどのように相補的塩基対を形成するかを図示せよ。
- (2) ある細胞の DNA において、ヌクレオチドの 15% がチミンであった場合、他のヌクレオチドの割合を求めよ。計算の考え方についても 1 行程度で説明せよ。
- (3) ヘテロクロマチンとユークロマチンの違いについて、知るところを 3 行程度で説明せよ。
- (4) ヌクレオソームの構造と機能について知るところを、合わせて 4 行程度で説明せよ。その際、構造と機能の説明をそれぞれ明確に区別すること。
- (5) 次の文には誤りがある。誤っている理由をそれぞれ 1 行程度で説明せよ。
 - (a) ヒトゲノムには約 3.2×10^6 塩基対の DNA が含まれている。
 - (b) ヒストンは負電荷をもつアスパラギン酸や、グルタミン酸を多く含むため、正電荷を帯びた DNA 糖-リン酸主鎖に結合しやすい。
 - (c) ヒストンタンパク質は全体的に、ヒドロキシ基 (-OH) やアミノ基 (-NH₂) の付加や除去が生じやすく、コア・ヒストンタンパク質どうしの自由な解離を可能にしている。
- (6) もし DNA 合成が 3' から 5' 方向に行われるとしたら、DNA 校正にどのような問題が生じるか 2 行程度で説明せよ。
- (7) 次の文には誤りがある。誤っている理由をそれぞれ 1 行程度で説明せよ。
 - (a) テロメラーゼは 3' から 5' 方向に向けてラギング鎖を伸長する機能をもつ。
 - (b) 日光の紫外線によって生じる DNA 損傷として知られるのはピリミジン化反応である。
 - (c) DNA 誤対合修復における正しい鎖を見分けるメカニズムとして、相同組換えがある。
- (8) DNA の修復機構において、もしも DNA 中にウラシルがもともと塩基として存在するとどのような問題が生じると考えられるか。2 行程度で説明せよ。

問 B 小問 2

以下の (1) ～ (3) のすべての問いに答えよ。

(1) アミノ酸とタンパク質に関する次の文の正誤を答えよ。誤っている場合は、その理由を 2 行程度で説明せよ。

- (a) タンパク質を構成する 20 種類のアミノ酸の α 位の炭素原子は不斉で、タンパク質は D-アミノ酸だけからなる。
- (b) ヒスチジンの側鎖にある 2 つの窒素原子は H^+ に対する親和性が比較的弱く、中性では一部が荷電するだけである。
- (c) ペプチド結合に含まれる 4 個の原子 (C, O, N, H) は平面構造をとるが、 α 位の炭素の前後の結合は自由に回転可能なので、ポリペプチド鎖はさまざまな形をとれる。
- (d) ポリペプチド鎖は α ヘリックスと呼ばれる右巻きらせんの円筒構造を形成することができて、それは 4.7 アミノ酸残基ごとに 1 回転する。
- (e) β シートは並列するポリペプチド鎖間で水素結合が形成される構造であるが、逆平行 β シートに比べて平行 β シートは天然タンパク質内ではほとんど見られない。
- (f) 正常なタンパク質はときに異常に折りたたまれたプリオン型になることがあり、それは正常に折りたたまれたタンパク質に結合し、異常なコンホメーションへの変換を誘導しながら細胞から細胞へと伝播していく。
- (g) 微小管はミオシンというタンパク質ユニットからなる中空の筒である。

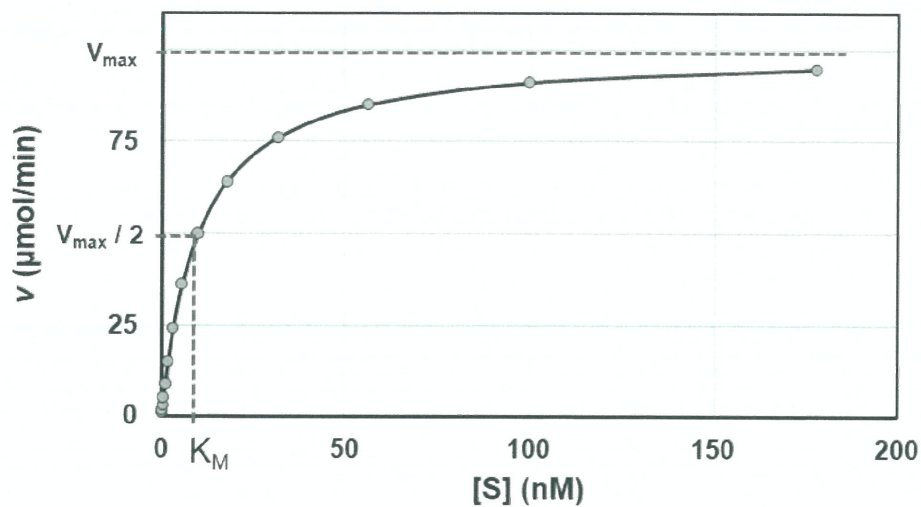
(2) 以下の文章中の (ア) ～ (オ) に適切な語句を記入せよ。

(ア) 分離法はホモジェネートを (ア) 管に入れ (ア) 分離機または超 (ア) 分離機により高速で回転させる。(ア) 後のホモジェネートは大型分子や高密度の成分を含む (イ) と小分子や低密度の成分を含む (ウ) に分かれる。(ア) 管にあらかじめ緩やかな密度勾配をもった (エ) 溶液を満たし、その上部に薄い層状にホモジェネートを重ねてから沈降させると、細胞成分の大きさに応じて分離することができる。この方法を (オ) という。

(3) 化合物 X はある酵素の競合阻害薬として働く。以下の問いに答えよ。

- (a) X を添加していない状態におけるこの酵素の反応速度 (v) は基質 (S) の濃度 [S] に対して次ページ図のようになり、以下の式に従う。この式の名称を答えよ。

$$v = \frac{V_{\max} [S]}{K_M + [S]}$$



- (b) 上の式に出てくる定数 K_M の名称を答えよ.
- (c) 上の式に出てくるパラメータ $V_{\max}$ の意味を 1 行程度で説明せよ.
- (d) 実験データを解析するのに都合が良いように, 上の式を v と $[S]$ のそれぞれの逆数の関係式に改めよ. なお v と $[S]$ の逆数どうしをプロットしたグラフを二重逆数プロットと呼ぶ.
- (e) X の添加前と添加後の状態では $V_{\max}$ と K_M の実験値は以下ようになった. X の添加前と添加後の状態を二重逆数プロットの同一のグラフに図示せよ. なおグラフの各直線の x 切片, y 切片の値も必ず図に明示すること.

	化合物 X なし	化合物 X あり
$V_{\max}$ ($\mu\text{mol/min}$)	100	100
K_M (nM)	10	20

問 B 小問 3

以下の文章を読んで、(1) ～ (4) のすべての問いに答えよ。

すべての生物は、生命活動の維持に必要なエネルギーを継続的に得る必要がある。そのような生体内でのエネルギーを熱エネルギーと対比して、(A) と呼ぶ。(A) を得る方法は生物によって異なり、光のエネルギーの捕捉による生物もいれば、摂取した食物の分解による生物もいる。エネルギーの活性運搬体として使われるのは ATP である。ATP は (B) に 3 個の (C) が高エネルギー結合した構造をとっており、末端の (C) が加水分解される時に大きなエネルギーが放出される。

ヒトが摂取する食物中の主要な栄養素であるタンパク質、脂質、糖質は、(A) の獲得に利用される。グルコースなどの糖は、細胞質の解糖系で代謝されて、(D) になる。(D) は、ミトコンドリアに運ばれて、補酵素 (CoA) に (E) 基として転移され、(F) が形成される。(F) は、細胞質における脂肪酸の酸化によっても大量に産生される。(F) の (E) 基はミトコンドリア内で、マトリックスに存在する (G)、内膜に存在する (H) によって完全に酸化され、 CO_2 と H_2O へ分解される。一方で、アミノ酸は異化代謝を受けて、一部は (D) へ、一部は (F) の (E) 基へ、また一部は (G) の構成成分へと変換される。解糖系や (G) においては、ATP のみならず、(I) や FADH_2 も生じる。これらがミトコンドリア内膜の (H) に運ばれて、 O_2 による酸化をうけて (J) や FADH に戻ると同時に ATP が生成される。

生体でエネルギーの産生と消費を繰り返す (x) 組織や細胞は、顕微鏡を用いて観察することができる。(y) 光学顕微鏡は主に、光源、集光レンズ (コンデンサ)、ステージ、(K)、鏡筒、(L) から構成される。動物や植物の組織から薄い切片を切り出して光学顕微鏡で観察すれば、細胞とその構成要素の一部を観察できる。しかし、細胞の内部構造を観察するのは難しいため、細胞の構成要素を色素で染め分ける方法が開発されている。例えば、蛍光色素を用いることで、細胞の核や微小管などを可視化することができる。蛍光色素は、ある波長の光を吸収し、それよりも (M) 波長の光を放出する性質をもつ。

(1) (A) ～ (M) にあてはまる最も適切な語句を記せ。

(2) 下線部 (X) について、組織を光学顕微鏡で観察すると、形態が異なる多様な細胞が多数観察される。組織は個々の細胞が単純に集まっただけではなく、形態や機能の異なった細胞が連携して組織化されている。細胞が他の細胞と連携を取り合う方法として、隣り合う細胞間では接着分子などを介して直接的に情報伝達が行われている。一方で、離れた細胞間でも間接的に情報伝達が行われている。その間接的な細胞間情報伝達の様式について以下のキーワードを用いて 5 行程度で説明せよ。利用しないキーワードはなく、キーワードは何度利用してもよい。キーワードには下線をつけること。

キーワード

ホルモン、パラクリン、シナプス

- (3) 下線部 (Y) について，光学顕微鏡と電子顕微鏡の違いを 4 行程度で説明せよ．
- (4) 細胞を電子顕微鏡で観察すると，細胞内には核とミトコンドリア以外にも，膜で包まれた構造体を見つけることができる．その構造体の名前を 2 つ挙げて，それぞれの機能を 2 行程度ずつで説明せよ．