

化学系（問題〔2〕問3）において、問題訂正がありました。
訂正内容は最終ページに掲載しておりますので、確認願います。

令和7年度
薬学研究科博士前期課程一般入試問題

物理・情報系〔1〕

化学系〔2〕

生物系〔3〕

から1つの系を選択し、解答すること。

解答は、問題の番号と同じ番号の解答用紙に記入すること。

最終頁の下書き用紙は、適時、利用ください。

[1] 次の文章を読み、以下の問に答え、解答欄に記せ。

問1 分光学に関する以下の問 (1)～(4) に答えよ。

- (1) 赤外分光法と振動ラマン分光法の選択概律を答えよ。
- (2) 以下の大気を構成する物質の中から、赤外活性を示すものをすべて選べ。
二酸化炭素、酸素、メタン、窒素、水
- (3) 二酸化炭素分子の基準振動モードを全て図示した上で、それぞれの振動モードが赤外活性を示すかどうかを答えよ。
- (4) 図1は、りん光を放出する分子の一重項の基底状態、一重項の励起状態、三重項の励起状態における、核間距離とポテンシャルエネルギーのプロットおよび振動準位を記した模式図である。この分子は、りん光が発生する過程において、 $E_1 \rightarrow E_2 \rightarrow E_3 \rightarrow E_4 \rightarrow E_5 \rightarrow E_6 \rightarrow E_1$ の順番に遷移する。以下の問 (i)～(iii) に答えよ。
 - (i) 図1の (a)～(c) が、一重項の基底状態、一重項の励起状態、三重項の励起状態のいずれに対応するか答えよ。
 - (ii) $E_1 \rightarrow E_2$ 、 $E_2 \rightarrow E_3$ 、 $E_3 \rightarrow E_4$ 、 $E_4 \rightarrow E_5$ 、 $E_5 \rightarrow E_6$ 、 $E_6 \rightarrow E_1$ の各遷移に対応する語句として最も適切なものを、以下の語群から選べ。同じ語句を何度選んでも良い。
語群: 項間交差、光吸収、りん光放出、無放射減衰
 - (iii) りん光の波長が入射光の波長よりも長い理由を、図1に基づいて150字以内で説明せよ。

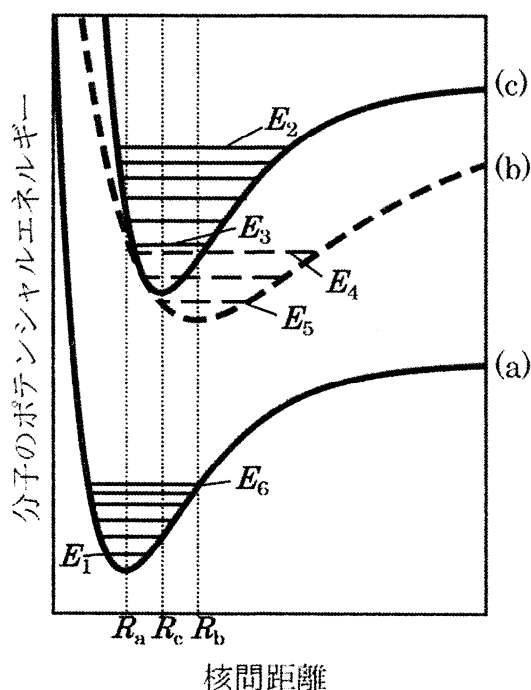


図1 分子のポテンシャルエネルギーおよび振動準位を、(a) および (c) は実線で、(b) は破線で示した。 R_a , R_b , R_c は、それぞれ (a)、(b)、(c) においてポテンシャルエネルギーが最小となる核間距離である。

[1]

問 2 反応速度論に関する以下の問 (1)～(4) に答えよ。必要であれば、次の数値を用いてもよい。

【 $\ln 2 = 0.69, \ln 3 = 1.1, \ln 5 = 1.6, \ln 7 = 2.0$ 】

反応物 A が生成物 B に変化する 1 次反応 $A \xrightarrow{k_1} B$ を考える。ここで、 k_1 は反応速度定数である。この反応式の数式は、A の濃度を $[A]$ 、時間を t として、 $-\frac{d[A]}{dt} = \boxed{\text{(ア)}}$ と表される。A の初期濃度を $[A]_0$ とし、この式を時間 t について積分すると、 $[A] = \boxed{\text{(イ)}}$ が得られる。また、A の濃度が半分になるまでに要する時間を半減期 $t_{1/2}$ といい、 $t_{1/2} = \boxed{\text{(ウ)}}$ と表される。

(1) 文中の空欄 (ア) ～ (ウ) にあてはまる適切な式を解答欄に記せ。

(2) ^{14}C の 1 次放射性崩壊の半減期は 5730 年である。ある遺跡の木材に含まれる炭素中の ^{14}C の割合は、生木に含まれる炭素中の ^{14}C の割合の 80% であった。木が活着している間は ^{14}C の同位体比は一定に保たれると仮定して、この木材に用いた木が切り倒されたのは何年前か推定せよ。計算過程も示し、解答欄に有効数字 2 桁で記せ。

次に、反応物 C と生成物 D の可逆反応 $C \xrightleftharpoons[k_3]{k_2} D$ を考える。ここで、 k_2 と k_3 はそれぞれ C から D、および D から C への変化の反応速度定数である。平衡状態における C と D の濃度をそれぞれ $[C]_0$ と $[D]_0$ とする。

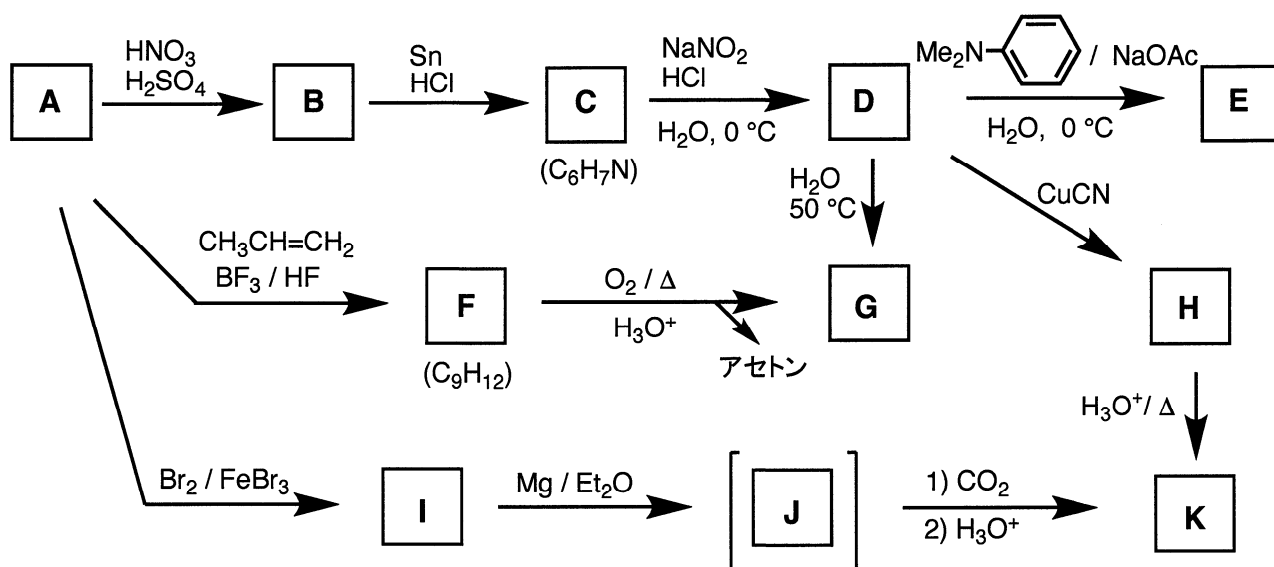
(3) 上記の可逆反応の平衡定数 K を、 k_2 と k_3 を用いて記せ。また、導出の根拠も示せ。但し、系は理想的なものであり、活量はモル濃度の数値に置き換えられるとする。

(4) この反応に触媒を加えたところ、 k_2 が 100 倍に増加した。このとき、 k_3 の値はどのように変化するか、理由も含めて 50 字程度で記せ。

[2]

問1 次の問に答えなさい。

a) 以下の反応式に最も適切な化合物 **A~K** の化学構造を示しなさい。

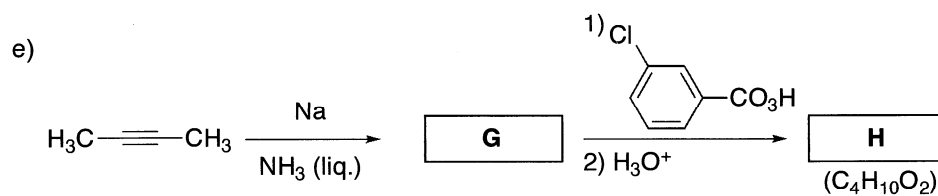
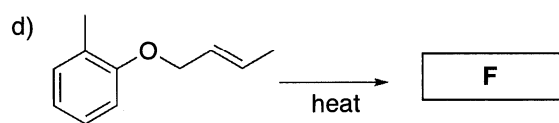
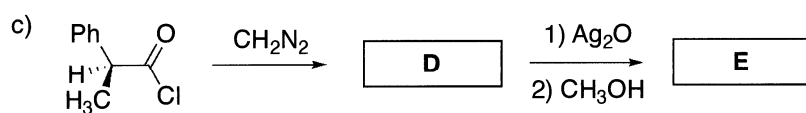
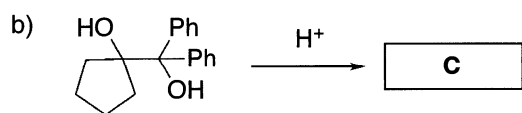
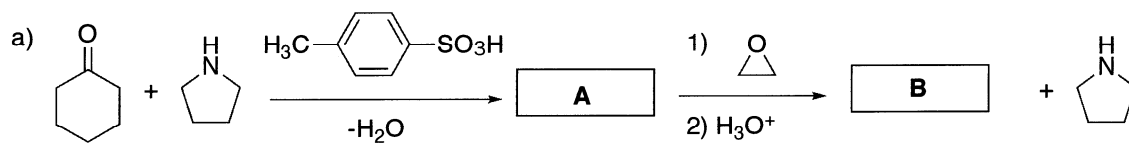


b) アセトフェノンと化合物 **L** を酸性条件下加熱することで、2-フェニルインドールが得られる。
化合物 **L** の化学構造を示すとともに、この反応の機構を電子の流れを示す曲がった矢印を用いて説明しなさい。

c) アニリン、ピリジン、ピロールの化学構造を、塩基性が低いものから高いものの順に示しなさい。また、塩基性がその順番になる理由を説明しなさい。

[2]

問 2 化合物 **A**~**H** の化学構造を、必要に応じて立体化学も含めて示しなさい。
また、化合物 **C** と **D**、**E**、**G**、**H** を与える各反応については、その生成機構を
電子の流れを示す曲がった矢印を用いて説明しなさい。

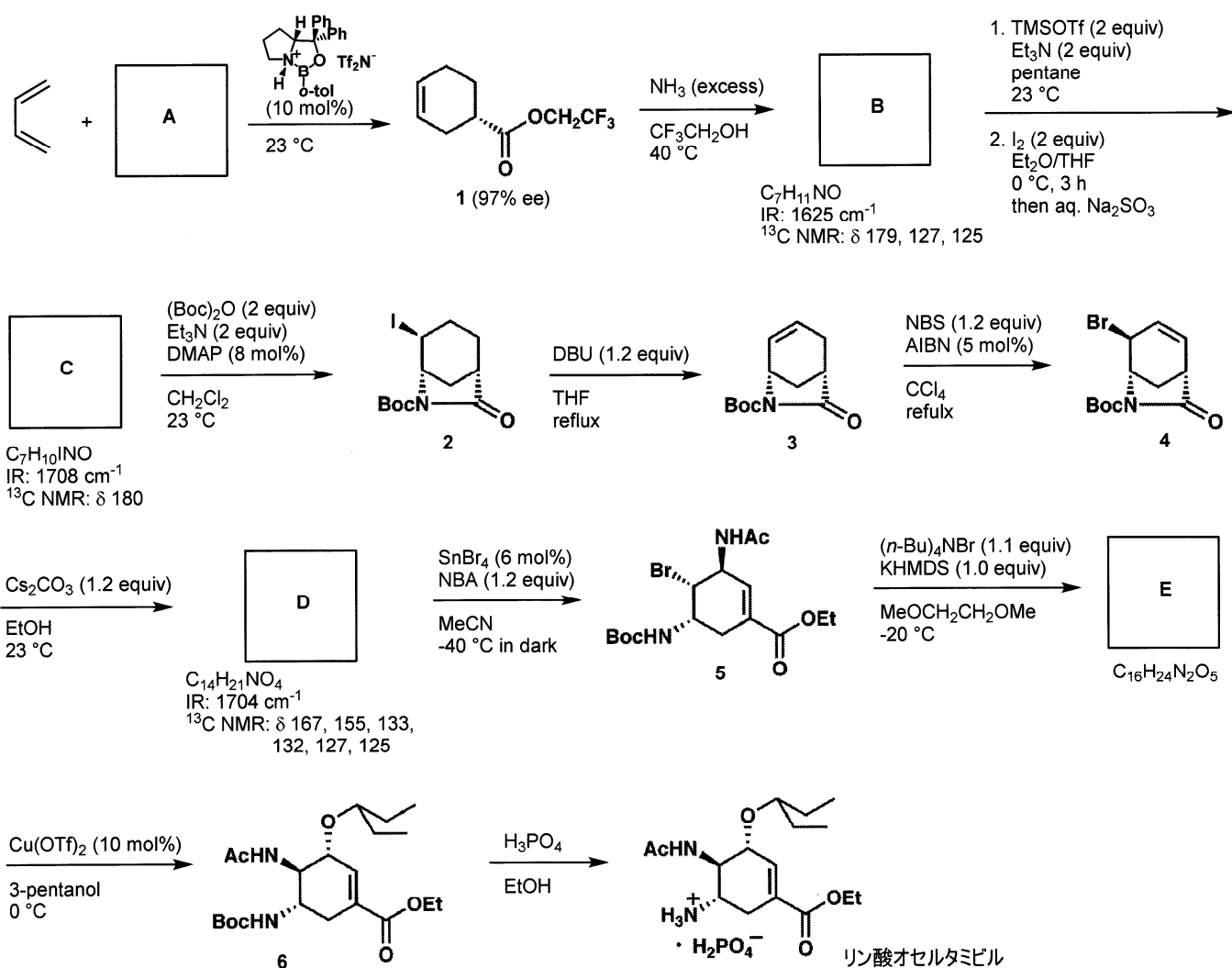


〔2〕

問3 下図は抗ウイルス薬リン酸オセルタミビル（商品名タミフル）の合成例の1つである。

以下の問に答えなさい。

- 与えられたスペクトルデータを参考にして、化合物 **A**～**E** の化学構造を、立体化学を含めて示しなさい。なお、 ^{13}C NMR では 100 ppm 以上のシグナルのみを示している。
- 化合物 **3** から **4** が生成する反応機構を、電子の流れを示す曲がった矢印を用いて示しなさい。
- リン酸オセルタミビルのエナンチオマーを合成するためには、下記の合成経路のどこをどのように変更すればいいか、説明しなさい。



AIBN: 2,2'-Azobis(isobutyronitrile)
Boc: $\text{COO}(t\text{-Bu})$
DBU: 1,8-Diazabicyclo[5.4.0]-7-undecene
DMAP: 4-(Dimethylamino)pyridine
KHMDS: $\text{KN}(\text{SiMe}_3)_2$

NBA: *N*-Bromoacetamide
NBS: *N*-Bromosuccinimide
o-tol: 2-methylphenyl
Tf: SO_2CF_3
TMS: SiMe_3

[3]

問 1 次の文章を読んで下記の問いに答えなさい。

細胞骨格はきわめて動的な構造体で、細胞が形を変えたり分裂したり環境に応答したりするのに応じて、常時作り直されている。細胞骨格は中間径フィラメント、微小管、アクチンフィラメントとよばれる 3 種類のタンパク質線維で構築されている。中間径フィラメントの中で (A) は①核膜の構造維持に関与しており、(A) の変異は早老病の原因遺伝子として知られている。

微小管は、真核細胞の内部を秩序よく保つ役目をしている。動物細胞では、細胞の中心部近くの (B) とよばれる構造から伸び出た微小管が細胞周辺に広がり、細胞内の輸送網となっている。神経細胞の軸索内を速く効率良くタンパク質を運搬する際にも微小管は輸送路として機能している。微小管に結合してこの輸送に働いているのが②モータータンパク質である。また、細胞が③有糸分裂を始めると、細胞質微小管は分解し、紡錘体により直される。

動物細胞では、全細胞タンパク質の約 5 % がアクチンである。④アクチンが重合したものをアクチンフィラメントとよぶ。アクチンフィラメントのおかげで動物細胞はさまざまな形をとることができる。たとえば、移動する細胞の先端にできる動的な突起である (C) や、動物細胞が分裂するときの細胞質を 2 つにくびり切る (D) もアクチンフィラメントにより作られる構造である。

我々の活動を支える⑤骨格筋の収縮・弛緩にもアクチンフィラメントが関わっている。アクチンフィラメントと (E) が整然と集合しているのが骨格筋細胞の細胞質の大部分をしめる筋原線維であり、筋原線維は (F) という小さな収縮単位が多数つながってできている。骨格筋の収縮は、(G) イオンがトロポニンに結合することで、トロポミオシン分子の位置がずれ、アクチンフィラメントと (E) の結合が可能となることで実行される。骨格筋には数多くの⑥遺伝性の疾患が発見されており、その多くはアクチンフィラメントと細胞外マトリックスタンパクを架橋する膜分子の機能低下が原因である。

(引用：Essential 細胞生物学一部改変)

(1) 文章中の (A) ～ (G) に当てはまる最も適した学術用語を答えなさい。

(2) 下線部①について、細胞質で出来たタンパク質はどのように核膜を通過するか 80 字程度で説明しなさい。

(3) 下線部②について、神経細胞で働く代表的なモータータンパク質を 2 つ

挙げ、その働きの違いを 70 字程度で説明しなさい。

- (4) 下線部③について、染色体と紡錘体の動きを前期～終期の 5 段階に分けて 300 字以内で説明しなさい。
- (5) 下線部④のアクチン重合を妨げる代表的な薬剤の名前を答えなさい。
- (6) 下線部⑤の骨格筋を構成する細胞の特徴を説明しなさい。
- (7) 下線部⑥の遺伝性筋疾患で最も患者さんが多い Duchenne 型筋ジストロフィーに罹患するのは殆どが男性である。その理由について 150 字程度で説明しなさい。但し、この原因遺伝子は潜性遺伝するものとする。

〔3〕

問2 多段階で起こる“がん化”のメカニズムを200字以内で説明しなさい。

[3]

問3. 次の文章を読んで下記の問いに答えなさい。

小腸の内壁を作っている上皮細胞は、細胞膜上のタンパク質を介して栄養となる分子を生体内に取り込み、他の細胞に供給する重要な役割を担っている。この栄養の取り込みに関わる膜タンパク質の種類は、上皮細胞の頂端部（腸管の内容物に向き合う面）と基底膜部・側部とで異なることが知られている。

（1）下線部について、膜タンパク質の非対称な分布が生み出される仕組みについて説明しなさい。

（2）腸管上皮細胞を介してグルコースが輸送される仕組みについて、次の語句をすべて用いて説明しなさい。【語句： シンポート、ユニポート、ポンプ、 Na^+ 、 K^+ 】

下書き用紙

$$25 \text{ 字} \times 32 \text{ 行} = 800 \text{ 字}$$
[illegible]

令和 7 年度薬学研究科博士前期課程一般入試

問 題 訂 正

化学系 [2] 問 3

化合物 3 → 4

誤 reflux

正 reflux