

平成25年度医学部医学科入学者選抜
学士入学（3年次編入学）
第1次選抜試験問題

自然科学総合問題

注意

- 1 問題紙は指示があるまで開いてはいけません。
- 2 問題紙は4枚です。指示があつてから確認してください。
- 3 解答はすべて解答用紙の所定のところに記入してください。
- 4 問題紙は持ち帰ってください。

問題 I 以下の設問に答えなさい。圧力、体積、温度、エントロピー、気体定数はそれぞれ p 、 V 、 T 、 S 、 R とする。

設問 1 以下の文章を読み、文中の 内に当てはまる語句、記号、または式を答えなさい。

閉鎖系の内部エネルギー変化 ΔU は系が得た と の和に等しい。この関係を 法則と呼ぶ。エンタルピー H は、圧力一定の下で体積変化による仕事も含めたエネルギー変化を表すために導入され、その定義式は である。 U と H の独立変数には が共通に入っているため、着目している系の自発的変化の方向がわかりづらい。そこで、エネルギー U に対応したヘルムホルツエネルギー F と、エネルギー H に対応した G が導入された。 F と G の定義式はそれぞれ と であり、等温定積下の F および等温定圧下の G が する向きに自発的に系は変化する。開放系では系の物質量が変化するため、系のエネルギーの記述には物質量 n が独立変数として必要となる。系が複数の成分からなっている場合、成分 i のモル数を n_i すると、 G の微分形 dG は となる。

設問 2 以下の文章を読み、問 1～問 5 に答えなさい。

理想溶液における成分 i の化学ポテンシャル μ_i の濃度依存性は $\mu_i = \mu_i^0 + RT \ln x_i$ で表される。ここで μ_i^0 は成分 i 純液体の標準化学ポテンシャル、 x_i は成分 i のモル分率である。また、成分 i 純液体の化学ポテンシャルと部分モル体積 V_i には $\left(\frac{\partial \mu_i}{\partial p}\right)_T = V_i$ の関係がある。

- 問 1 中央を半透膜で隔てられた U 字管（図 1）の左側に純水を入れ、右側には半透膜を通過できない不揮発性の溶質（モル分率 x ）をごく少量だけ溶かした水溶液を左側の純水と等量入れた。左右の液体の高さを等しく保つために、右側の水面に Δp の外圧を加える必要があった。以上の関係を用いて van't Hoff の式を導きなさい。
- 問 2 -0.5°C で凍結するショ糖水溶液がある。 25°C のとき、純水とこの水溶液の間に生じる浸透圧を求めなさい。水のモル凝固点降下定数は $2.0 \text{ kg K mol}^{-1}$ とする。
- 問 3 -0.5°C で凍結する塩化ナトリウム水溶液の重量モル濃度を求めなさい。
- 問 4 ショ糖水溶液、塩化ナトリウム水溶液、酢酸水溶液の純水に対する浸透圧の濃度依存性の概略をグラフに記入しなさい。横軸をそれぞれの重量モル濃度、縦軸を浸透圧とする。
- 問 5 問 4 で、何故そのように描いたのか、その理由を 2 行程度で説明しなさい。

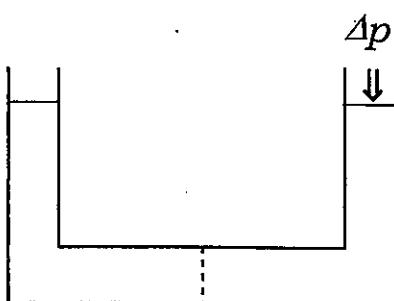


図 1

問題 II 以下の設問に答えなさい。

設問 1 以下の文章を読み、問1～問5に答えなさい。

ベンゼンをはじめとするある種の環状共役系分子はきわめて大きな共鳴安定化を受けている。このような大きな安定化を受ける性質を芳香族性というが、環状共役系分子であっても、必ず芳香族性を示すとは限らない。芳香族性を示すためには、その分子が平面構造であり、かつ共役系に含まれる π 電子の総数が $(4n+2)$ 個となることが必要である。これをHückel則というが、ベンゼンはHückel則を満たした 6π 電子系の分子である。Hückel則はもともと単環式化合物にのみ適用できるとして提案されたものであるが、この概念は環が二つ以上縮合した環状化合物にも拡張することができる（多環式芳香族化合物）。ベンゼン様の環が二つ縮合したナフタレン、5員環と7員環が縮合したアズレンなどが 10π 電子系の多環式芳香族炭化水素化合物の例である。また、炭化水素だけでなく、環の中に窒素、酸素などのヘテロ原子を含むもの（複素環式芳香族化合物）や、イオンにも適用できる。

問1 ナフタレンの構造式を描きなさい。

問2 アズレンの構造式を描きなさい。

問3 天然アミノ酸には側鎖に複素環式芳香族化合物を有するものがある。そのアミノ酸の例を一つ名称で答え、そこに含まれる複素環式芳香族化合物を構造式で示しなさい。

問4 シクロペントジエンを水に溶かすと式1)のような酸-塩基反応が起こり、その pK_a は16である。これはエタンの pK_a が50、エチレンのそれが44であるのと比べ、異常に小さい値である。

式1)の共役塩基を構造式で示しなさい。また、 pK_a とは何かを式1)を使って説明し、なぜシクロペントジエンの pK_a がこのように小さいのかを答えなさい。

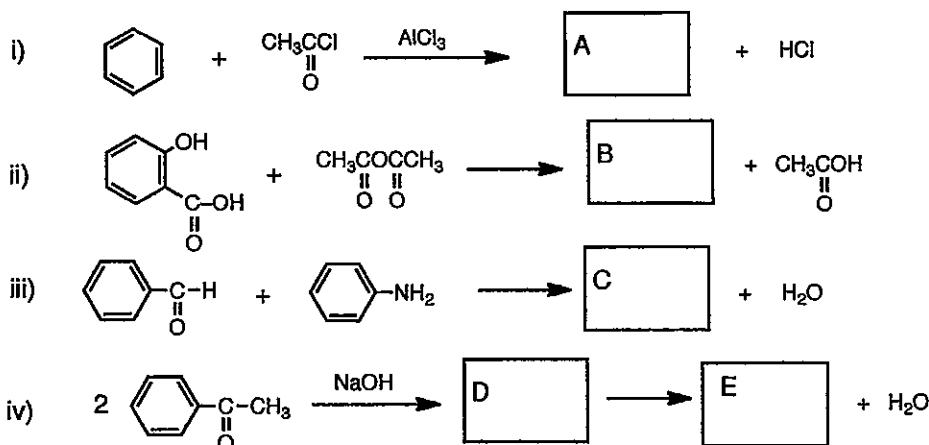


問5 シクロヘキセンに臭素を加えると直ちに臭素の色が消え 1,2-ジプロモシクロヘキサンが生成する。^{a)}一方、ベンゼンに臭素を加えても反応は起こらないが、ここに臭化鉄のようなLewis酸を加えると反応が進行し、プロモベンゼンが生成する。^{b)}

i) 下線部a)、下線部b)を反応式で示しなさい（生成物の立体は考えなくてよい）。

ii) シクロヘキセンとベンゼンではなぜこのように反応に違いがあるのかを論じなさい。

設問 2 次の各反応の四角に相当する構造式を描きなさい。



問題 III 以下の設問に答えなさい。

設問 1 問 1、問 2 に答えなさい。

問 1 下記文章の **a - h** に当てはまる語句を入れなさい。

末梢血中の血球成分は、重量比で 9 6 % の **a**、3 % の **b**、1 % の **c** からなる。**b** は 5 つに大別できる細胞群 (**d, e, f, g, h**) からなる。

問 2 それぞれの血液細胞の機能を明らかにするため、血液細胞を同じ種類ごとに分別し、さらに **b** の細胞群を分別収集したい。どのような方法で血液細胞を分画すれば良いか、考えられる方法をすべて述べなさい。

設問 2 血液細胞(血球)は骨髄中の血液幹細胞から成熟・分化して出来てくる。血液幹細胞は、未熟の血液細胞と形態学的には区別がつかない。どのような方法で幹細胞の存在を検証すれば良いか述べなさい。

設問 3 幹細胞について、どのような臨床応用が考えられるか説明しなさい。

問題 IV 以下の設問に答えなさい。

設問 1 次の文章の □ 内の数字に当てはまる語句を答えなさい。

細胞骨格には、1 というタンパク質の重合によって形成されるミクロフィラメント、その太さから 10 nm フィラメントとも称される2、および3 というタンパク質の重合体である4 がある。

ニューロンの軸索輸送には細胞体から軸索終末に向かう5 性軸索輸送と、軸索終末から細胞体に向かう6 性軸索輸送がある。これらの輸送に関するモータータンパク質として、前者においては7 が、後者においては8 がよく知られている。どちらのモータータンパク質も9 を加水分解して得たエネルギーを利用して形を変え、4 の上を“歩いて”移動することによって、小胞などの小器官を輸送する。なお、ニューロンにおいては4 を10 ともいう。

設問 2 脳内のニューロンの中には軸索側枝によって複数の部位に投射するものがある。今、ラット脳内の神経核 A のニューロンが軸索側枝によって神経核 B と神経核 C の両方に投射することを、異なった色を発する 2 種類の蛍光色素 (α 色素と β 色素) の軸索輸送を用いて蛍光顕微鏡下で証明したい。輸送方向の違いによる二通りの方法を考え、図を用いながら説明しなさい。なお、蛍光色素は脳定位固定装置を用いて各神経核内に注入し、蛍光色素が運ばれてから脳を取り出して薄切切片にし、スライドグラスに貼り付けて観察する。また、取り込まれた蛍光色素は細胞体から軸索終末へ、軸索終末から細胞体へと両方向に運ばれる。