

2023年10月入学

2024年 4月入学

東京農工大学大学院

生物システム応用科学府

生物機能システム科学専攻博士前期課程（修士）

食料エネルギーシステム科学専攻一貫制博士課程

入学試験問題（基礎）

- | | | |
|---------------|-----------------|------------|
| 1. 解析学及び線形代数学 | 2. フーリエ及びラプラス変換 | |
| 3. 確率及び統計学 | 4. 力学 | 5. 電磁気学 |
| 6. 情報基礎 | 7. 物理化学 | 8. 有機化学 |
| 9. 無機化学 | 10. 細胞生物学 | 11. 生理・生化学 |
| 12. 生態学 | | |

（注意事項）

1. 以上12題の中から任意の4題を選択し、解答すること。
2. 解答は問題ごとに別々の解答用紙に記入すること。
3. 受験番号と問題番号を解答用紙の所定欄に必ず記入すること。

1. (解析学及び線形代数学)

x, y に関する次の連立微分方程式の一般解を求めたい。

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = 4x - y \\ \frac{dy}{dt} = x + 2y \end{cases}$$

以下の問いに答えよ。なお、答えの導出過程も記述すること。

- (1) 与えられた連立微分方程式を、2次元正方行列 A を用いて $\frac{d}{dt} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ と表すことができる。行列 A を求めよ。答えのみでよい。
- (2) 行列 A の固有値、固有ベクトルをすべて求めよ。
- (3) 行列 $P^{-1}AP$ がジョルダン標準形 $J = \begin{pmatrix} \alpha & 1 \\ 0 & \alpha \end{pmatrix}$ (ただし、 α は(2)で得られた固有値)となるような変換行列 P を一つ求めよ。
- (4) $A = PJP^{-1}$ であるから、 $\frac{d}{dt} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ は、 $\frac{d}{dt} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = PJP^{-1} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ となり、 P は t によらないため、 $\frac{d}{dt} P^{-1} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = JP^{-1} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ となる。ここで $P^{-1} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix}$ とおくと、 X, Y に関する連立微分方程式 $\frac{d}{dt} \begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} = J \begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix}$ が得られる。この連立微分方程式の一般解を求めよ。
- (5) x, y に関する連立微分方程式 $\frac{d}{dt} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ の一般解を求めよ。

2. (フーリエ及びラプラス変換)

以下の問いに答えよ。ただし、答えを導く過程も記すこと。

(1) 次の $f(x)$ をフーリエ級数に展開せよ。

$$f(x) = \begin{cases} 1 & \left(-\frac{l}{2} \leq x \leq \frac{l}{2}\right) \\ -1 & \left(-l < x < -\frac{l}{2}, \frac{l}{2} < x < l\right) \end{cases}$$

(2) ラプラス変換を利用して、次の連立微分方程式の解を求めよ。

$$\begin{cases} \frac{dy(t)}{dt} - 2y(t) - 3z(t) = 0 \\ y(t) + \frac{dz(t)}{dt} + 2z(t) = 0 \end{cases} \quad (\text{ただし, } y(0) = 1, z(0) = 1)$$

3. (確率と統計)

以下の問いに答えよ. 答えを導く過程も示すこと. なお, サイコロは 1 から 6 までの目のある一般的なものとする. また, 分数は既約分数で表せ.

- (1) 3つのサイコロを投げるとき, 少なくとも 2 つのサイコロの目の数が同じである確率を求めよ.
- (2) 3つのサイコロを投げるとき, 1つのサイコロにつき, サイコロの目として 3 の倍数が出たときに 100 円もらえるとする, もらえる金額の期待値はいくらになるか.
- (3) 3つのサイコロを投げるとき, 出た目の積が 6 の倍数のときに 300 円もらえ, 出た目の積が 6 の倍数ではないが 2 の倍数のときに 100 円もらえ, 出た目の積が 6 の倍数ではないが 3 の倍数のときに 200 円もらえるとする, もらえる金額の期待値はいくらになるか. 小数点以下は切り捨てること.
- (4) ひとつのサイコロを 180 回投げるとき, 5 が出る回数が 30 回以上 40 回以下である確率の近似値を, 正規分布を用いて求めよ. 次のページの正規分布表を使うこと. なお, 近似には, $P(x_1 - 0.5 \leq X \leq x_2 + 0.5)$ で両端を補正 (半整数補正) せよ. なお, ここで, X は確率変数であり, X がとる値の下限・上限を x_1 と x_2 とする.

正規分布表

| | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.09 |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0.0 | 0.0000 | 0.0040 | 0.0080 | 0.0120 | 0.0160 | 0.0199 | 0.0239 | 0.0279 | 0.0319 | 0.0359 |
| 0.1 | 0.0398 | 0.0438 | 0.0478 | 0.0517 | 0.0557 | 0.0596 | 0.0636 | 0.0675 | 0.0714 | 0.0753 |
| 0.2 | 0.0793 | 0.0832 | 0.0871 | 0.0910 | 0.0948 | 0.0987 | 0.1026 | 0.1064 | 0.1103 | 0.1141 |
| 0.3 | 0.1179 | 0.1217 | 0.1255 | 0.1293 | 0.1331 | 0.1368 | 0.1406 | 0.1443 | 0.1480 | 0.1517 |
| 0.4 | 0.1554 | 0.1591 | 0.1628 | 0.1664 | 0.1700 | 0.1736 | 0.1772 | 0.1808 | 0.1844 | 0.1879 |
| 0.5 | 0.1915 | 0.1950 | 0.1985 | 0.2019 | 0.2054 | 0.2088 | 0.2123 | 0.2157 | 0.2190 | 0.2224 |
| 0.6 | 0.2257 | 0.2291 | 0.2324 | 0.2357 | 0.2389 | 0.2422 | 0.2454 | 0.2486 | 0.2517 | 0.2549 |
| 0.7 | 0.2580 | 0.2611 | 0.2642 | 0.2673 | 0.2704 | 0.2734 | 0.2764 | 0.2794 | 0.2823 | 0.2852 |
| 0.8 | 0.2881 | 0.2910 | 0.2939 | 0.2967 | 0.2995 | 0.3023 | 0.3051 | 0.3078 | 0.3106 | 0.3133 |
| 0.9 | 0.3159 | 0.3186 | 0.3212 | 0.3238 | 0.3264 | 0.3289 | 0.3315 | 0.3340 | 0.3365 | 0.3389 |
| 1.0 | 0.3413 | 0.3438 | 0.3461 | 0.3485 | 0.3508 | 0.3531 | 0.3554 | 0.3577 | 0.3599 | 0.3621 |
| 1.1 | 0.3643 | 0.3665 | 0.3686 | 0.3708 | 0.3729 | 0.3749 | 0.3770 | 0.3790 | 0.3810 | 0.3830 |
| 1.2 | 0.3849 | 0.3869 | 0.3888 | 0.3907 | 0.3925 | 0.3944 | 0.3962 | 0.3980 | 0.3997 | 0.4015 |
| 1.3 | 0.4032 | 0.4049 | 0.4066 | 0.4082 | 0.4099 | 0.4115 | 0.4131 | 0.4147 | 0.4162 | 0.4177 |
| 1.4 | 0.4192 | 0.4207 | 0.4222 | 0.4236 | 0.4251 | 0.4265 | 0.4279 | 0.4292 | 0.4306 | 0.4319 |
| 1.5 | 0.4332 | 0.4345 | 0.4357 | 0.4370 | 0.4382 | 0.4394 | 0.4406 | 0.4418 | 0.4429 | 0.4441 |
| 1.6 | 0.4452 | 0.4463 | 0.4474 | 0.4484 | 0.4495 | 0.4505 | 0.4515 | 0.4525 | 0.4535 | 0.4545 |
| 1.7 | 0.4554 | 0.4564 | 0.4573 | 0.4582 | 0.4591 | 0.4599 | 0.4608 | 0.4616 | 0.4625 | 0.4633 |
| 1.8 | 0.4641 | 0.4649 | 0.4656 | 0.4664 | 0.4671 | 0.4678 | 0.4686 | 0.4693 | 0.4699 | 0.4706 |
| 1.9 | 0.4713 | 0.4719 | 0.4726 | 0.4732 | 0.4738 | 0.4744 | 0.4750 | 0.4756 | 0.4761 | 0.4767 |
| 2.0 | 0.4772 | 0.4778 | 0.4783 | 0.4788 | 0.4793 | 0.4798 | 0.4803 | 0.4808 | 0.4812 | 0.4817 |
| 2.1 | 0.4821 | 0.4826 | 0.4830 | 0.4834 | 0.4838 | 0.4842 | 0.4846 | 0.4850 | 0.4854 | 0.4857 |
| 2.2 | 0.4861 | 0.4864 | 0.4868 | 0.4871 | 0.4875 | 0.4878 | 0.4881 | 0.4884 | 0.4887 | 0.4890 |
| 2.3 | 0.4893 | 0.4896 | 0.4898 | 0.4901 | 0.4904 | 0.4906 | 0.4909 | 0.4911 | 0.4913 | 0.4916 |
| 2.4 | 0.4918 | 0.4920 | 0.4922 | 0.4925 | 0.4927 | 0.4929 | 0.4931 | 0.4932 | 0.4934 | 0.4936 |
| 2.5 | 0.4938 | 0.4940 | 0.4941 | 0.4943 | 0.4945 | 0.4946 | 0.4948 | 0.4949 | 0.4951 | 0.4952 |
| 2.6 | 0.4953 | 0.4955 | 0.4956 | 0.4957 | 0.4959 | 0.4960 | 0.4961 | 0.4962 | 0.4963 | 0.4964 |
| 2.7 | 0.4965 | 0.4966 | 0.4967 | 0.4968 | 0.4969 | 0.4970 | 0.4971 | 0.4972 | 0.4973 | 0.4974 |
| 2.8 | 0.4974 | 0.4975 | 0.4976 | 0.4977 | 0.4977 | 0.4978 | 0.4979 | 0.4979 | 0.4980 | 0.4981 |
| 2.9 | 0.4981 | 0.4982 | 0.4982 | 0.4983 | 0.4984 | 0.4984 | 0.4985 | 0.4985 | 0.4986 | 0.4986 |
| 3.0 | 0.4987 | 0.4987 | 0.4987 | 0.4988 | 0.4988 | 0.4989 | 0.4989 | 0.4989 | 0.4990 | 0.4990 |

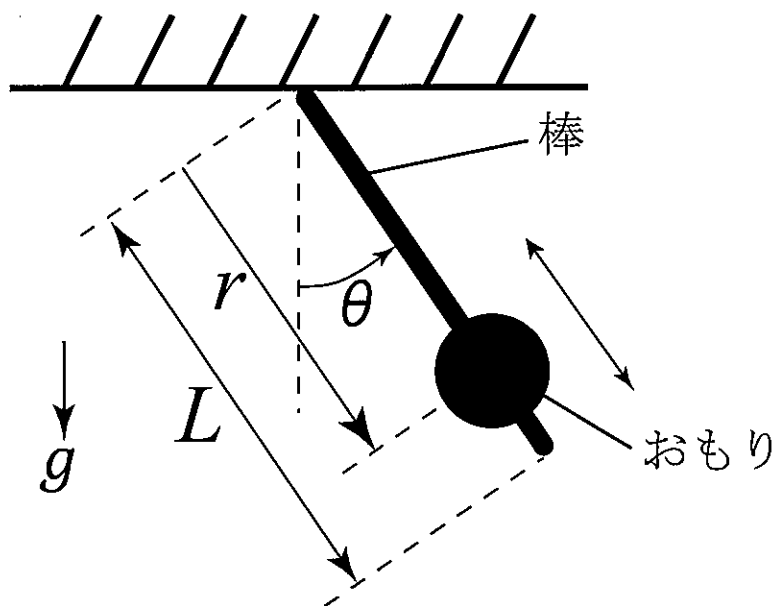
4. (力学)

鉛直面内で揺れる、長さ L 、質量 M (一様密度)の棒状の振り子に、棒に沿って移動可能な質量 m の大きさの無視できるおもりが上端から r の位置に設置されている。重力加速度の大きさは g とする。以下の(1)~(4)に答えよ。

- (1) 棒の上端周りの、棒とおもりを合わせた慣性モーメント I_L を計算せよ。
- (2) 運動方程式を書け。 I_L を用いてもよい。
- (3) 微小な角度 $\theta = \theta_s (> 0)$ で静止した状態にして、時刻 $t = 0$ にそつと運動を開始した。その後の θ を時刻 t の関数として示せ。 I_L を用いてもよい。
- (4) 位置エネルギー U と運動エネルギー T を書け。 I_L を用いてもよい。ただし、 $\theta = \pi/2$ のときを $U = 0$ とする。

おもりの質量を $m = M/3$ とする。おもりの位置を $r = L$ に固定し、微小でない角度 $\theta = \theta_0$ ($0 < \theta_0 < \pi/4$)で静止した状態にして、時刻 $t = 0$ にそつと運動を開始した。その後、 $\theta = 0$ 、 $\dot{\theta} = \dot{\theta}_1$ になった時に、おもりの位置を $r = L$ から $r = L/2$ に変化させた。おもりの位置は瞬時に変化するものとする。その後、最初に $\dot{\theta} = 0$ となる時の θ の値を θ_2 とする。次の(5)~(7)に答えよ。答えを導く過程も記すこと。

- (5) $\dot{\theta}_1$ の値を、 L 、 M 、 θ_0 、 g の中から必要なものを用いて表せ。
- (6) $\theta = 0$ 、 $\dot{\theta} = \dot{\theta}_1$ で、おもりの位置を $r = L$ から $r = L/2$ に変化させるためにされた仕事 W_1 を、 L 、 m 、 $\dot{\theta}_1$ 、 g の中から必要なものを用いて表せ。
- (7) $\cos \theta_2$ の値を、 L 、 M 、 θ_0 、 W_1 、 g の中から必要なものを用いて表せ。



5. (電磁気学)

- (1) 空中において図 1 のように、導線が半径 r の円状になっていて、電流 I が流れているとき、円の中心を原点 O とし円の面に垂直な z 軸上の点 P_1 (z 座標は z) における磁束密度 B を、 r , z , I , μ_0 の中から必要なものを用いて表せ。ただし、 μ_0 は真空中の透磁率とする。
- (2) 真空中において図 2 のように、半径 r , 長さ L , 単位長さ当たりの巻き数が n のソレノイドコイルに電流 I が流れているとき、中心軸 (z 軸) 上の点 P_2 における磁束密度の大きさを求めよ。ただし、点 P_2 からコイルの両端を見込む角を図 2 の通り θ_1 , θ_2 とする。
- (3) (2) でソレノイドコイルの長さが無限に長いとき、ソレノイドコイルの中心軸上の磁束密度を求めよ。

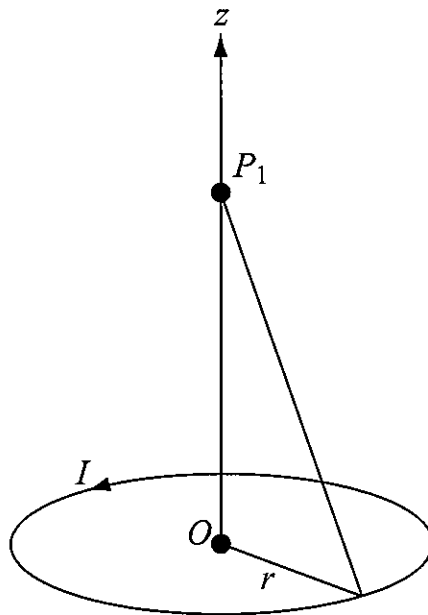


図 1

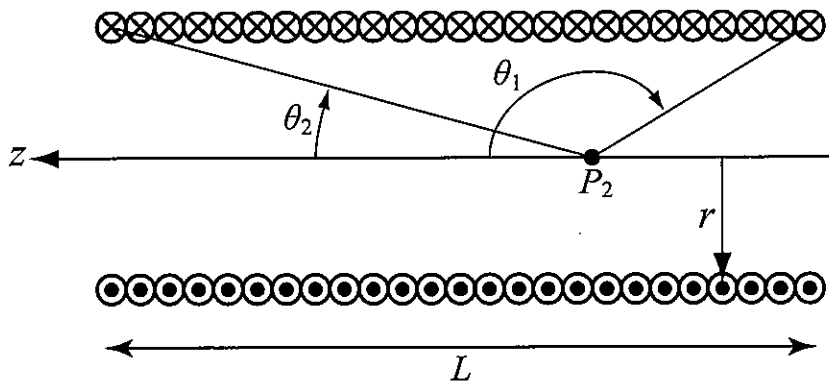


図 2

6. (情報基礎)

クイックソート (quick sort) とは, 高速なソートのアルゴリズムである. 先頭の要素を枢軸 (pivot) として設定し, 枢軸より大きい値の要素, 枢軸と等しい値の要素, 枢軸より小さい値の要素に分け, 再帰的に処理することでソートを実現する. このとき, 以下の問いに答えよ. なお, 関数 concatenate は別途定義されているものとする (自分で書く必要はない).

*p を任意の数をキーとしてもつ, 図 1 のプログラム中の node 型の構造体の連結リストとしたとき, これをキーの昇順に並べ替えることを考える. このとき, 以下の問いに答えよ.

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
struct node{
    int value; /*整列のキーとなる値*/
    struct node *next; /*次のセルへのポインタ*/
};
struct node *concatenate(struct node *a, struct node *b); /*aの次にbをつなげる関数*/
struct node *quick_sort_list(struct node *p){
    struct node *pivot, *e_pivot=NULL, *l_pivot=NULL, *r_pivot=NULL;
    struct node *next;
    int pivot_value;

    /*連結リストに要素が全くないか, ひとつしかないときはそのままリターンする*/
    if(p== NULL || p->next == NULL)
        return p;
    pivot=p; /*一番先頭の要素を枢軸にする*/
    pivot_value = pivot->value;
    /*リスト p のそれぞれの要素を枢軸の値と比較して別のリストに分ける*/
    for (p=pivot;p!=NULL;p=next) {
        next = p->next;
        (a)
    }
    return (b) /*再帰的に処理して結合する*/
}
```

図 1 クイックソートのプログラム (次のページに続く)

- (1) 図 1 の(a)には, 枢軸より小さい要素は `l_pivot` リストに, 等しい要素は `e_pivot` に, 大きいものは `r_pivot` リストにつなげる処理が入る. 当てはまるプログラムを答えよ.
- (2) 図 1 の(b)に当てはまるプログラム文を答えよ.
- (3) クイックソートの平均的な計算量 (オーダー) を答えよ.
- (4) クイックソートの最悪の場合の計算量 (オーダー) を答えよ. また, それはどんな時に起こるのか答えよ.

7. (物理化学)

(1) 気体の内部エネルギーに関する問い(i)~(iii)を答えよ.

(i) 内部エネルギー U の体積 V による変化係数 $\pi_T = \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T$ を温度 T と圧力 p

二つの変数で表す式 $\pi_T = T \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V - p$ を導け.

(ii) 理想気体では π_T がゼロであることを示せ.

(iii) ある気体はファンデルワールス気体として取り扱うことができる. この気体の π_T は内圧 $\left(\frac{a}{V_m^2}\right)$ に等しいことを示せ. V_m と a はファンデルワールス状態方程式におけるモル体積とこの気体に関する定数である.

(2) スチレンはポリスチレン, ABS 樹脂, 合成ゴム SBR 等の製造用モノマーとして重要である. 大部分のスチレンは, エチルベンゼンの脱水素により製造されている. この反応は吸熱反応である. 以下の問いに答えよ.

(i) 下線部の反応式を書け.

(ii) 下線部の反応は可逆である. この反応の平衡における反応温度と圧力の影響を 80 字程度で述べよ.

(iii) 反応速度解析を行うため, 実験室でエチルベンゼンの脱水素反応を 300 ~ 600 K で行った. 反応の速度は温度が上がると増加し, 反応の速度定数が Arrhenius (アレニウス) の式に従うことがわかった.

(a) Arrhenius の式を書け. 式中の各パラメーターをそれぞれ定義し, 反応速度の温度依存性を 50 字程度で述べよ.

(b) 500 K で反応時間 t に対するエチルベンゼンの分圧 p の変化を追跡し, 次の結果を得た.

| | | | | |
|----------------------------|-----|------|------|------|
| t/s | 0 | 1000 | 3000 | 4000 |
| $p/(10^{-2} \text{ Torr})$ | 100 | 75 | 40 | 30 |

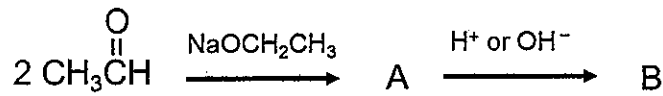
この反応は 1 次反応であることをグラフで示し, グラフより反応速度定数を有効数字 1 桁で求めよ.

必要があれば, $\ln 2 = 0.693$, $\ln 3 = 1.10$, $\ln 5 = 1.61$ を使うこと. 気体定数 R は $8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする.

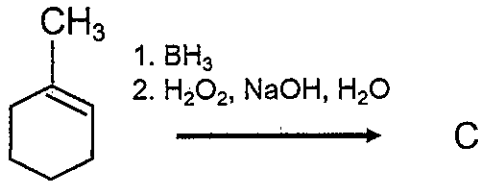
8. (有機化学)

(1) 次に示す反応の主たる生成物である有機化合物 A~F の構造を書け. 立体構造を区別する必要がある場合には, その違いがわかるような形式で回答すること.

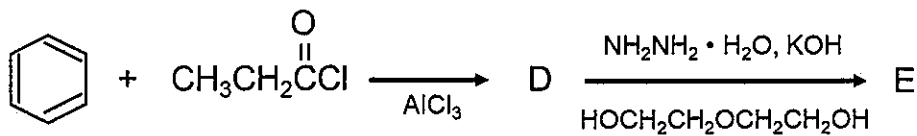
(i)



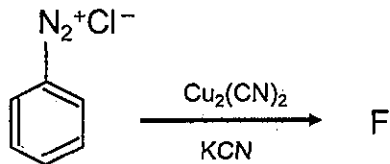
(ii)



(iii)

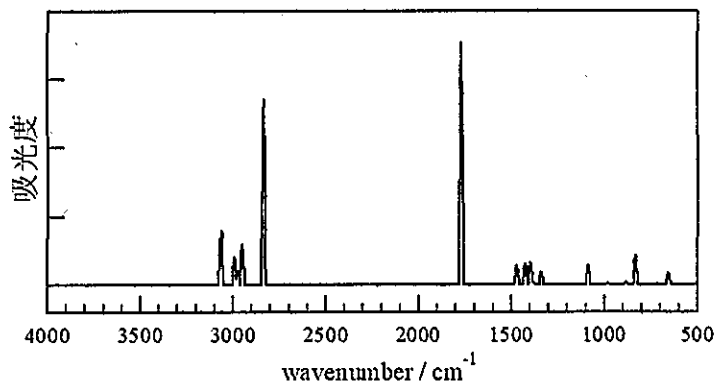


(iv)



(2) エチルカチオンを例にして, 「超共役」とは何か説明せよ.
 説明には文章だけではなく, 図を用いてもよい.

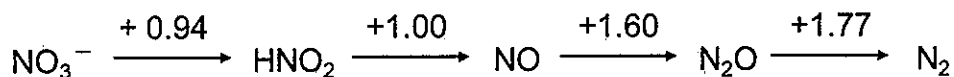
(3) 下図はある化合物 (分子式 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$) の赤外スペクトル (理論計算) である.
 この赤外スペクトルに該当する化合物の構造を描け. また, 答えを導いた過程も説明せよ.



9. (無機化学)

次の問(1)~(3)に答えよ。計算問題の解答には答だけではなく計算過程も記せ。説明には文章だけではなく、図や式を用いてもかまわない。

(1) 酸性水溶液における窒素化合物の標準電位は以下となる。



例えば、記載された数値 +0.94 V は

$$E^\ominus(\text{NO}_3^-/\text{HNO}_2)=+0.94 \text{ V}$$

を意味している。

(i) N_2O のルイス構造式を描け。

ただし、共鳴構造が存在する場合はすべての極限構造に対するルイス構造式を描け。

(ii) NO_3^- と N_2O の窒素原子の酸化数をそれぞれ求めよ。

(iii) NO_3^- が NO に還元される半反応式を示せ。

(iv) NO_3^- が NO に還元される標準電位を求めよ。

(v) 温室効果ガスの一つである N_2O は赤外線を吸収するが、 N_2 は赤外線を吸収しない理由を説明せよ。

(2) 原子半径は実験から正確に決められている（例えば、塩素原子の原子半径は 99 pm）ことに対して、イオン半径は正確に決めることができない。塩化物イオンのイオン半径を例とすれば、Pauling は 181 pm とし、Shannon らは 167 pm としている。イオン半径を実験から正確に決定できない理由を説明せよ。

(3) 分子軌道を用いて He_2 (ヘリウムの等核二原子分子) ができない理由を説明せよ。

10. (細胞生物学)

次の文章を読んで、(1)～(3)の問いに答えよ。

ヒトの (a) 細胞 を構成する成分の一つであるタンパク質は、接着、形態維持、物質輸送など細胞の機能保持に関する重要な役割を担っている。ヒトのような多細胞動物の上皮組織の細胞どうしは (b) 膜タンパク質 を介して結合している。

(A) は細胞間の接着にカルシウムイオンを必要とするタンパク質である。また、(B) は細胞外基質と細胞との接着に関係するタンパク質である。

細胞の構造維持や細胞小器官の配置に関係する細胞骨格は、タンパク質を主成分としており、役割によって3つに分けられる。それぞれ、(C) は細胞内の小胞や細胞小器官の輸送などに、(D) は細胞や核の形態維持に、(E) は細胞の形態維持の他にも細胞質流動などに関与する。さらに (E) は、細胞分裂の際に (F) の移動にも関与する。

(1) 空欄 (A)～(F) に入る最も適切な語句をそれぞれ答えよ。

(2) 下線部 (a) に関連して、真核細胞の細胞内共生説について、以下の語句をすべて用いて説明せよ。

〈葉緑体, ミトコンドリア, 核, DNA, 真核生物, 原核生物〉

(3) 下線部 (b) について、

(i) 細胞膜を構成するリン脂質と膜タンパク質は、細胞への物質の出入りを調節している。特定の物質のみの出入りを制御する細胞膜の性質のことを何と呼ぶか答えよ。

(ii) 膜タンパク質が関係して静止膜電位が生じる主な要因について、細胞内外のイオン組成の違いに関連付けて、以下の語句をすべて用いて説明せよ。

〈ナトリウム-カリウムポンプ, ナトリウムイオン, カリウムイオン, ATP, 能動輸送〉

11. (生理・生化学)

(1) 次の文章を読み, (i) ~ (iii) の問いに答えよ.

多くの酵素が触媒する反応の速度と基質濃度の関係は, ミカエリス・メンテン式に従う. この式において, 酵素が基質で飽和したときの反応速度を (A) といい, 反応速度が (A) の値の二分の一となるときの基質濃度を (B) 定数という. ミカエリス・メンテン式で説明される酵素の反応速度と基質濃度の関係を表すグラフは, 飽和曲線型を示す. 一方, (a)酵素分子中に基質結合部位が複数存在し, 結合や酵素活性に協同性がみられる場合, グラフは通常 (C) 型となる. 様々な物質が酵素と結合し, 基質との結合に影響するが, このようにして酵素の活性を減少させる物質を**(b)阻害剤**という.

(i) 空欄 (A) ~ (C) に入る最も適当な語句をそれぞれ答えよ.

(ii) 下線部 (a) の特徴をもつ酵素を何とよぶか答えよ.

(iii) 下線部 (b) 「阻害剤」のうち, 競合阻害剤の反応機構について説明せよ.

(2) 次の (i) ~ (iii) の生化学・酵素学に関する用語について, それぞれ 50 字以内で説明せよ.

(i) 補酵素

(ii) アポ酵素

(iii) フィードバック阻害

12. (生態学)

次の文章を読み、(1)～(5)の問いに答えよ。

生態系の生産者が、光合成によって作り出した有機物の総量は (A) と呼ばれる。光合成による (A) から (B) による消費を差し引いた残りを純一次生産と呼ぶ。純一次生産の速度は、生態系の種類によって異なる。(a)陸上生態系における年間の純一次生産速度の平均値は、(C)で大きく、続いて (D)、(E)の順に小さくなる。一方で、(b)海洋生態系の純一次生産速度は、サンゴ礁や藻場において大きいことが知られている。

(1) 空欄 (A) と (B) に入る最も適切な語句をそれぞれ答えよ。

(2) 空欄 (C), (D), (E) には、以下の語群に示された生態系の種類が入る。語群から最も適切な語句を選択し答えよ。

(語群： サバンナ 熱帯雨林 温帯常緑樹林)

(3) 下線部 (a) の制限因子を2つ答えよ。

(4) 下線部 (b) について、海洋生態系において、サンゴ礁や藻場以外に純一次生産速度が大きい場所を、理由を含めて具体的に答えよ。

(5) 純生態系生産 (あるいは、生態系純生産とも呼ばれる) は、地球規模の炭素循環や、生態系の機能を示す指標として重要である。純生態系生産とは何か説明せよ。また、純生態系生産量が正または負の値を示す場合、それぞれ意味することを答えよ。