

2020年10月入学

2021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 | 2. 線形代数学 | 3. フーリエ及びラプラス変換 |
| 4. 確率及び統計学 | 5. 力学 | 6. 電磁気学 |
| 7. 光学及び波動 | 8. 情報基礎 | 9. 物理化学 |
| 10. 有機化学 | 11. 無機化学 | 12. 分析化学 |
| 13. 分子生物学 | 14. 細胞生物学 | 15. 生理・生化学 |
| 16. 生態学 | | |

（注意事項）

1. 以上16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)

簡単のため, $y(t)$ を y と表すこととする.

(1) 微分方程式 $\frac{dy}{dt} = 3\sqrt{y} te^{2t}$ の一般解を求めよ.

(2) 微分方程式 $y''' + 2y'' - 13y' + 10y = e^{-2t} \cos t$ を考える. このとき,

(i) 上の微分方程式の斉次解を求めよ.

(ii) 上の微分方程式の一般解を求めよ.

2. (線形代数学)

サイズ $n \times n$ の実対称行列 A が半正定値行列であるとは、すべての実 n 次元ベクトル \mathbf{v} に対し、

$$\mathbf{v}^T A \mathbf{v} \geq 0$$

が成り立つことと同値である。ただし、 \mathbf{v}^T は \mathbf{v} の転置を表す。このとき、以下の問いに答えよ。

(1) $A = \begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{bmatrix}$ が半正定値行列であることを示せ。

(2) A の固有値を求め、さらに A の3つの固有ベクトルを1組求めよ。

(3) Gram-Schmidt の直交化法を用いて、(2) で求めた A の固有ベクトルを正規直交化せよ。

(4) 任意の実対称行列が半正定値行列であるとき、そのすべての固有値が0以上となることを示せ。

3. (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。

$$f(x) = x^2 \quad (0 \leq x < 2\pi)$$

(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。

$$\begin{cases} \frac{d^2y}{dt^2} + 2y - z = 0 \\ y - \frac{d^2z}{dt^2} - 2z = 0 \end{cases} \quad \left(\text{ただし, } y(0) = 4, \frac{dy}{dt}\Big|_{t=0} = 0, z(0) = 2, \frac{dz}{dt}\Big|_{t=0} = 0 \right)$$

4. (確率及び統計学)

敷地内への不審者の侵入通知を目的とした警報システムがある。この警報システムは不審者だけでなく、イヌやネコなどの小動物にも反応する場合がある。警報が発せられると T 君が状況を確認しに行くことになっている。しかし T 君は警報を聞き漏らして確認に行かなかったり、逆に警報が発せられていなくても発せられたと勘違いして確認に行ったりすることもある。T 君が敷地に到着する時間は無視する。また、不審者の侵入と小動物の侵入に依存関係はない。いま、長年の調査で以下の確率がわかっているとす。

- 小動物が侵入する確率は 0.2 である。
- 不審者が侵入する確率は 0.1 である。

- 小動物と不審者が侵入したときに警報が発出される確率は 0.9 である。
- 小動物も不審者も侵入していないときに警報が発出される確率は 0.1 である。
- 小動物が侵入し、不審者が侵入していないときに警報が発出される確率は 0.2 である。
- 不審者が侵入し、小動物が侵入していないときに警報が発出される確率は 0.8 である。

- 警報が発出されていないときに T 君が確認しに行く確率は 0.1 である。
- 警報が発出されたときに T 君が確認しに行く確率は 0.6 である。

以下の問いに答えよ。答えだけでなく答えに至る過程も示すこと。

- (1) 警報が発せられる、T 君が確認しに行く、不審者も小動物もいない。このような事象が同時に発生する確率を求めよ。
- (2) 警報が発せられる確率を求めよ。
- (3) T 君が確認に行く確率を求めよ。
- (4) 不審者が侵入したときに警報が発出される確率を求めよ。
- (5) T 君が確認しに行ったときに不審者が侵入している確率を求めよ。答えは小数点 4 桁目を四捨五入せよ。

5. (力学)

図1のように半径 R の円形底面を持ち、質量 M で一様な密度の円柱が、傾斜角 θ の斜面を転がり落ちる運動を考える。斜面と円柱の間には摩擦力があり、円柱が斜面をすべることなく回転するものとする。斜面に沿って下向きに x 軸をとり、重力加速度の大きさを g とし、円柱と斜面の間に働く静止摩擦力を f 、円柱の回転軸のまわりの慣性モーメントを I とする。時刻 $t = 0$ のとき、円柱の重心 G の x 軸方向の速度を $v = 0$ 、円柱の回転軸まわりの角速度を $\omega = 0$ であるとして、以下の問いに答えよ。 ω は時計回りを正とする。ただし、導出過程を明記すること。

- (1) 円柱の重心 G の x 軸方向の運動方程式を示せ。
- (2) 円柱の回転軸のまわりの回転に関する運動方程式を示せ。
- (3) 円柱の回転軸のまわりの慣性モーメント I を、 M 、 R を用いて表せ。
- (4) 円柱と斜面にはすべりがないことから、円柱の x 軸方向の速度 v と回転軸まわりの角速度 ω の関係式を求めよ。
- (5) 円柱の x 軸方向の加速度 $\frac{dv}{dt}$ を g 、 θ を用いて表せ。
- (6) 図1のように時刻 $t = 0$ の状態から、高さ H だけ転がったときの円柱の x 軸方向の速度 v を g 、 H を用いて表せ。また、このときの時刻 t を g 、 θ 、 H を用いて表せ。
- (7) これと同じ運動を同じ条件で円柱の代わりに図2に示すような質量 M で一様な密度の円筒で行う場合、時刻 $t = 0$ の状態から、高さ H だけ転がったときの円筒の x 軸方向の速度 v' を、 R 、 a 、 g 、 H を用いて表せ。

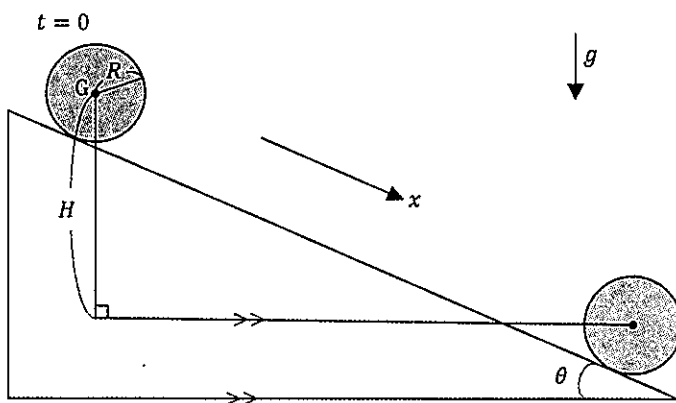


図1

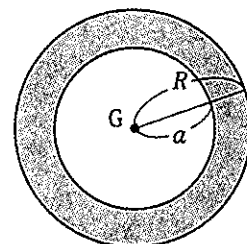


図2

6. (電磁気学)

一辺の長さが a の正方形極板が間隔 l だけ隔てて平行に配置された、平行平板コンデンサを考える。コンデンサは真空中に置かれているものとし、真空の誘電率を ϵ_0 で表す。以下の問いに答えよ。

- (1) 図1のようにコンデンサを電源につなぎ、極板間を一定の電位差 V に保った状態で、比誘電率 $\epsilon_r = 3$ 、厚さ $t = l/2$ の誘電体を極板間に平行に x だけ入れた。このときのコンデンサの静電容量 C を、 ϵ_0 、 a 、 x 、 l で表せ。ただし、誘電体は極板と同形の正方形とし、 x 方向以外は極板に重なっている。
- (2) 誘電体を極板間に引き込む力の大きさ F_A を、 ϵ_0 、 a 、 l 、 V で表せ。
- (3) 図1の状態からスイッチを切ったところ、極板に Q の電荷が蓄えられていた(図2)。誘電体を図の右側に向けて極板間から平行に引き抜こうとするとき、誘電体に働く力の大きさ F_B を、 ϵ_0 、 a 、 x 、 l 、 Q で表せ。

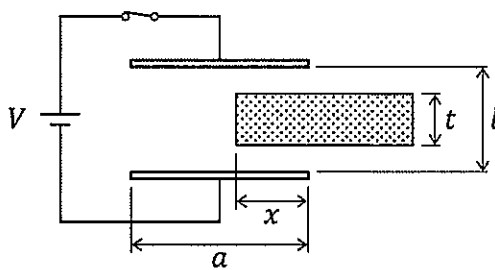


図1

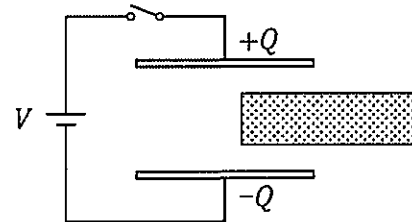


図2

7. (光学及び波動)

光軸に対して回転対称な光学系において、光軸を z 軸に、それに垂直な方向を x 軸にとり、ある z において光線の通過する位置 x と光線の光軸に対する傾き角 θ を用いて光線を $\begin{pmatrix} x \\ \theta \end{pmatrix}$ で表現する (図 1).

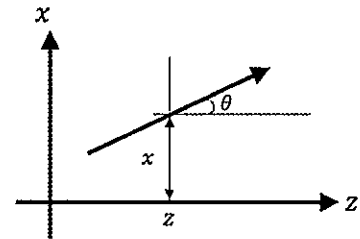


図 1

ある光学要素において、 $\begin{pmatrix} x_1 \\ \theta_1 \end{pmatrix}$ の入射光線が出射光線として $\begin{pmatrix} x_2 \\ \theta_2 \end{pmatrix}$ に変換されるとき、 $\begin{pmatrix} x_2 \\ \theta_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ \theta_1 \end{pmatrix}$ の関係式で線形近似できるとし、この変換行列 $\begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix}$ をこの光学要素の光線行列と定義する。以下の問いに答えよ。ただし、 x や θ は十分小さいとする。また、空間の屈折率は 1 とする。

- (1) 図 2 のように z_1 における光線 $\begin{pmatrix} x_1 \\ \theta_1 \end{pmatrix}$ が直進している。距離 d だけ離れた z_2 における光線を $\begin{pmatrix} x_2 \\ \theta_2 \end{pmatrix}$ と表す。次の文の空欄に当てはまる式を答えよ。

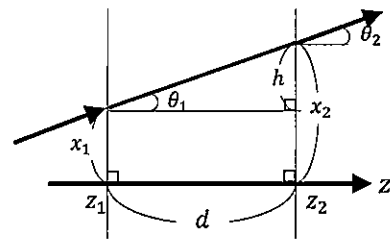


図 2

z_1 および z_2 における光線の光軸に対する傾き θ_1 , θ_2 には、この光線が直進していることより $\theta_2 =$ 【 ア 】 の関係が成り立つ。また、光線の通過する位置について、 z_1 から z_2 に進むことによる変化量を図のように h とすると、 h は d および θ_1 を用いて $h =$ 【 イ 】 と表すことができる。ここで、 θ は十分小さいことから $\tan \theta \approx \theta$ の近似を用いると、 $h \approx$ 【 ウ 】 となる。よって、 z_2 における光線が通過する位置 x_2 は、 x_1 および θ_1 を用いて $x_2 \approx x_1 +$ 【 ウ 】 と表すことができる。これらの関係より、 z_1 から距離 d だけ離れた z_2 への直進する光の伝播を表す光線行列は、【 エ 】 となる。

- (2) 図 3 のように焦点距離 $f (> 0)$ の凸レンズに、 xz 平面内を通り光軸に対して θ の角をなす平行光線 (A), (B), (C) を考える。光線 (A) は $z = 0$ で凸レンズの中心を通過、光線 (B) は $z = -f$ で光軸上を通過している。光線 (C) は $z = -a$ ($a > 0$) で光軸上を通過し、レンズを通過後、 $z = b$ ($b > 0$) で再び光軸上を通過している。ただし、レンズの厚さは無視することとし、レンズの対称面 $z = 0$ でのみ光線の変化方向が変化すると思える。次の文の空欄に当てはまる語句、式を答えよ。

光線(A)は、 $z = 0$ でレンズの中心を通過しているので通過後も【 オ 】せずに直進する。光線(B)は、レンズ手前で【 カ 】を通過しているのでレンズ通過後は光軸に【 キ 】に進む。光線(B)および(C)は、(1)の近似した結果を用いると $z = 0$ においてそれぞれ $x =$ 【 ク 】、 $x =$ 【 ケ 】の位置にくる。光線(B)と(C)がレンズ通過後に交わる位置の z 座標を $z = c$ とおくと、レンズ通過後の光線(B)、(C)、 x 軸、 z 軸で囲まれる相似な2つの三角形の関係から、 c は、 a 、 b 、 f を用いて、 $c =$ 【 コ 】と表される。また、レンズの公式より a 、 b 、 f には、【 サ 】の関係があることから【 コ 】の式から b を消去すると、 $c =$ 【 シ 】とわかる。光線(A)も光線(B)、(C)と同じく $z = c$ の位置で交わり、このようにレンズに入射した平行光線はレンズ通過後、1点で交わる。

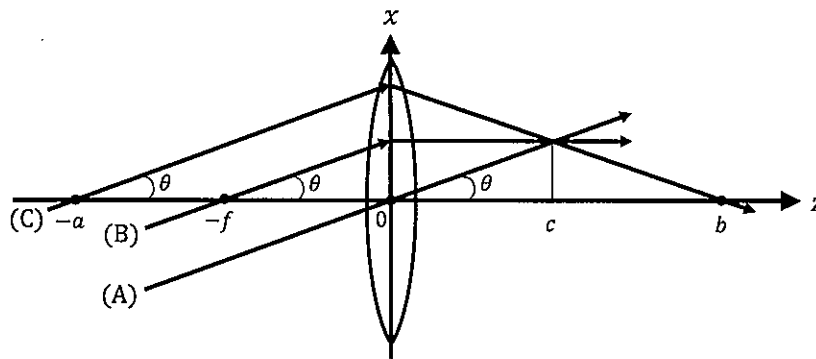


図 3

(3) 図 4 のように焦点距離 f の凸レンズに入射する光線を $\begin{pmatrix} x_1 \\ \theta_1 \end{pmatrix}$ 、レンズ通過後に射出する光線を $\begin{pmatrix} x_2 \\ \theta_2 \end{pmatrix}$ とする。ただし、(2)と同様にレンズの厚さは無視するものとする。次の文の空欄に当てはまる式を答えよ。

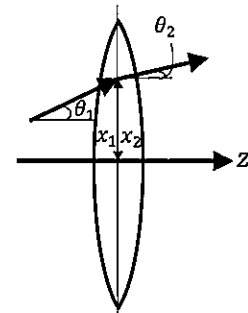


図 4

レンズを通過する位置 x_1 、 x_2 には、レンズの厚さを無視することから、 $x_2 =$ 【 ス 】の関係が成り立つ。レンズ通過後、レンズから距離 f だけ離れた焦点面上における光線の通過位置 x は、(1)の結果を用いると x_1 、 θ_1 、 f を用いて $x =$ 【 セ 】と表せる。一方、この通過位置 x は、(2)の結果より、レンズ通過前の平行光線がレンズ通過後に交わる位置であるので、 θ_1 、 f を用いて $x =$ 【 ソ 】と表せる。【 セ 】=【 ソ 】の関係から、 θ_2 を x_1 、 θ_1 、 f で表すと、 $\theta_2 =$ 【 タ 】の関係がある。これらの関係より、凸レンズの前後での変化を表す光線行列は、【 チ 】となる。

8. (情報基礎)

図1は以下の漸化式で定義されるフィボナッチ数列 f_n の値を求める関数 f と、 f_0 から f_n (n は標準入力から入力した整数) までの計算と表示を行う C 言語プログラムである。以下の問いに答えよ。

$$\begin{aligned} f_0 &= 0 \\ f_1 &= 1 \\ f_n &= f_{n-1} + f_{n-2} \quad (n \geq 2) \end{aligned}$$

```
#include <stdio.h>

/* フィボナッチ数列の第n項を求める */
int f(int n){
    if(n==0) return 0;
    else if(n==1) return 1;
    else return f(n-1) + f(n-2);
}

int main (void) {
    int n, i;
    /* 求める項番号nを入力 */
    printf("Enter n: ");
    scanf("%d", &n);
    /* 結果の出力 */
    for(i = 0; i <= n; i++){
        printf("f(%d)=%d\n", i, f(i));
    }
    return 0;
}
```

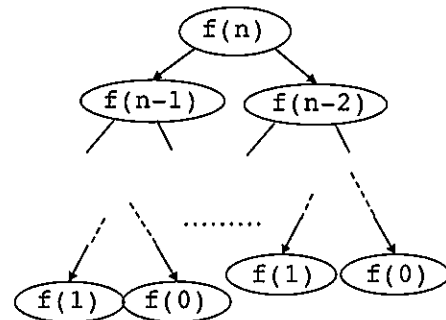


図1 フィボナッチ数列の計算・表示プログラム

図2 関数 f の再帰呼び出しの木

- (1) 関数 f の再帰呼び出しを図2のような木にて表現することにする。
 - (i) このプログラムの実行で、 $f(6)$ のときの木を描け。
 - (ii) このプログラムの実行で、 $f(7)$ における関数 f 内での加算の回数を求めよ。

- (2) 図1のプログラムにおいて、入力する数字を40として $f(40)$ まで計算・表示させると、途中から急速に出力に時間がかかるようになる。
 - (i) この主な原因を考察せよ。
 - (ii) (i)の考察をふまえ、この問題を解決するC言語プログラムを示せ。漸化式を解いて一般項を求めてはならない。必要に応じてコメントや考え方の説明を付加することを勧める。本問では手順が正しいか否かを採点するため、些細な文法ミスなどは減点しない。

9. (物理化学)

(1) 熱的に外部と遮断された容器に温度 T の単原子分子からなる気体 A が入っている。気体定数は R である。以下の(i)~(iii)の問いに答えよ。

(i) 気体 A が完全気体であるとき、この気体のモル内部エネルギー U_m が、

$$U_m = \frac{3}{2}RT$$

で表されることを、ボルツマン定数 k を使って説明せよ。ただし、気体 A の分子間相互作用は無視できるものとする。気体 A の分子は三次元的に運動し、 U_m は並進運動エネルギーの寄与だけで計算できるとする。

(ii) (i)の完全気体 A のモル定容熱容量 $C_{v,m}$ を求めよ。

(iii) 気体 A が実在気体であるとき、この気体のモル内部エネルギー U'_m は、

$$U'_m = \frac{3}{2}RT - \frac{a}{V_m}$$

で表される。ここで、 V_m はモル体積、 a はファンデルワールスパラメーターである。この実在気体 A の入った容器に、熱的に外部と遮断された同じ容積の真空の容器を接続し、気体 A を自由膨張させた。この気体の温度変化 ΔT を R, V_m, a を用いて表せ。

(2) 物質質量 c の気体 A を容積 V の真空容器に入れて温度 T に保ったところ、気体 A が一部反応して気体 B が生成し、 $A \rightleftharpoons 2B$ で表される平衡状態に達し、混合気体の全圧は P になった。気体定数は R である。これらの気体は完全気体であるとする。以下の(i)~(iii)の問いに答えよ。

(i) 平衡に達したときの気体 A の解離度 α を与えられた記号を用いて表せ。ただし、 α は分解した反応物 (気体 A) の割合である。

(ii) この平衡反応の濃度平衡定数 K_c および圧平衡定数 K_p を α, P を用いてそれぞれ表せ。

(iii) この平衡反応を温度 T に保ち、全圧を P から $2P$ に増加させたとき (全圧を 2 倍にしたとき)、気体 A の解離度 α はどうなるか。大きくなる、小さくなる、変わらない、の中からひとつ選び、その理由もあわせて答えよ。

10. (有機化学)

(1) 図1の化学反応に関する以下の(i)～(iv)の問いに答えよ。

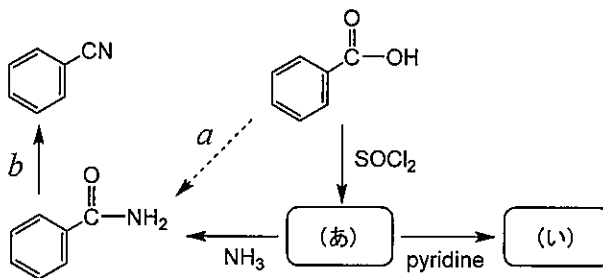


図1

- (i) 安息香酸と塩化チオニル(SOCl₂)との反応によって得られる有機化合物(あ)の構造と名称(日本語でも可)を書け。
- (ii) 安息香酸からアンモニアを使ってベンズアミドを直接得る *a* の反応は困難で、高温が必要である。この理由を50字程度で答えよ。
- (iii) ベンズアミドから *b* の反応を達成できる試薬を、下の選択肢の中から一つ選んで答えよ。
 [選択肢] ① NaBH₄, ethanol ② HCl, H₂O ③ BH₃, THF
 ④ NaOH, H₂O ⑤ P₂O₅, benzene ⑥ LiAlH₄, THF
- (iv) ピリジンの存在下で図2のアルコールを有機化合物(あ)と等モル反応させた。その際に主に得られる有機化合物(い)の構造と、その構造が得られる理由を40字程度で答えよ。

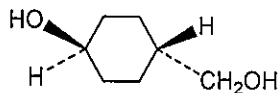
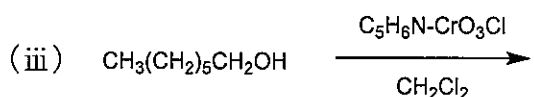
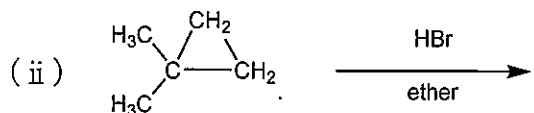
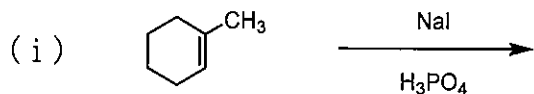


図2

(2) 次に示す各反応の主な生成物の構造と名称(日本語でも可)をそれぞれ書け。



1 1. (無機化学)

(1) 下記の用語の意味を簡潔に説明せよ.

- (i) 有効核電荷
- (ii) 電子親和力
- (iii) オクテット則
- (iv) VSEPR (Valence Shell Electron Pair Repulsion) モデル

(2) NaClの格子エンタルピーとは、1 molの固体のNaCl結晶が気体状のNa⁺, Cl⁻に解離するときの標準エンタルピー変化である。以下の熱力学データを用い、NaClの格子エンタルピー (kJ mol⁻¹) を求めたい。

	$\Delta H^\circ / (\text{kJ mol}^{-1})$
① Na(s)の昇華	+107
② Na(g)のイオン化	+496
③ Cl ₂ (g)の解離	+244
④ NaCl(s)の生成	-413
⑤ Cl(g)への電子の付与	-349

(i) ①の変化は下記のように書ける。



②~⑤の反応式と ΔH° をこれにならい書け。

(ii) ボルン・ハーバーサイクルを作成し、NaClの格子エンタルピー (kJ mol⁻¹) を求めよ。

1 2. (分析化学)

(1) 0.10 mol L^{-1} のアンモニア水溶液 10 mL を 0.10 mol L^{-1} の塩酸で中和滴定する。以下では、すべての化学種の活量は濃度に等しいと仮定する。このとき次の問いに答えよ。ただし、アンモニアの解離定数 K_b を 2.0×10^{-5} 、水のイオン積 K_w を 1.0×10^{-14} とする。必要であれば $\log 2 = 0.301$ 、 $\log 3 = 0.477$ を用いてよい。

(i) 0.10 mol L^{-1} の塩酸 10 mL を加えて中和させた。このとき混合溶液中ではアンモニウムイオンの一部は加水分解され（その割合を加水分解度とする）、平衡状態となる。加水分解の平衡定数 K_h は、 K_b 、 K_w との間に $K_h = K_w / K_b$ の関係が成り立つことを示せ。また、この混合溶液の pH を小数点第 2 位まで答えよ。なお導出の際に、加水分解度が 1 よりも十分小さいという仮定に基づく近似を用いよ。

(ii) フェノールフタレインを pH 指示薬としてこの滴定を行うとき、pH が 9.0 で変色が起こると仮定すると、変色点において中和されないで残っている塩基の割合を有効数字 2 桁で答えよ。

(2) 難溶性塩である塩化銀(AgCl)について以下の問いに答えよ。ただし、 AgCl の溶解度積 K_{sp} は 1.0×10^{-10} である。すべての化学種の活量は濃度に等しいと仮定する。

(i) AgCl の溶解度を mol L^{-1} の単位で表せ。

(ii) $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ NaCl を含む AgCl 飽和溶液での AgCl の溶解度を mol L^{-1} の単位で表せ。

13. (分子生物学)

次の文章を読んで、(1)～(3)の問いに答えよ。

ウイルスの感染は、^(a)ウイルスのゲノムが特定の宿主細胞に侵入したときに始まる。この侵入の際のメカニズムは、ウイルスにより様々である。侵入したウイルスの核酸は、宿主細胞内で複製されるとともに、(A)が生産される。その後、宿主細胞内で大量のウイルスが再構成され、細胞外へと出ていく。この過程をウイルスの複製サイクルという。

ウイルスの一種であるバクテリオファージの複製サイクルは、(B)サイクルや(C)サイクルとして知られる。(C)サイクルの場合、バクテリオファージのゲノム(D)は宿主のゲノムに組み込まれ、(E)と呼ばれる状態となって宿主と一緒に複製される。

一方、インフルエンザウイルスやコロナウイルスなどの動物ウイルスによく見られる特徴は、宿主細胞由来の(F)を持つことである。この(F)の表面には(G)が突出しており、これが宿主細胞表面の^(b)受容体タンパク質に結合することで、細胞内へ侵入する。ウイルスが宿主細胞外へ遊離するときには、分泌タンパク質を含む小胞が細胞外へ放出される(H)と同様の過程が用いられる。

(1) 空欄(A)～(H)に入る最も適切な語句をそれぞれ答えよ。

(2) 下線部(a)「ウイルスのゲノム」について、以下の語句をすべて用いて説明せよ。 [一本鎖, 二本鎖, DNA, RNA]

(3) 下線部(b)「受容体タンパク質」について、以下の語句をすべて用いて説明せよ。 [細胞膜, 核内, リガンド, 立体構造, 転写因子]

14. (細胞生物学)

次の文章を読んで、(1)～(3)の問いに答えよ。

植物細胞は、動物細胞にはないいくつかの特徴を有している。たとえば、多くの植物細胞の内部には葉緑体や比較的大きな(A)が存在している。(A)は、老廃物の隔離や水分の保持などに関与する。また、植物細胞の細胞膜の外は^(a)細胞壁で囲まれている。細胞と細胞は細胞壁で隔てられているが、(B)と呼ばれる構造によって細胞質成分がつながっている。

葉緑体の内部は、(C)とよばれる液相で満たされており、ここには葉緑体 DNA やリボソームが含まれている。また、(D)とよばれる扁平な膜の袋が積み重なり、グラナを形成する。葉緑体は光合成を行う場であり、(D)膜に含まれる色素である(E)が吸収した光エネルギーが化学エネルギーに変換される。光合成の反応過程は、(F)と(G)に分けられる。前者では、光エネルギーを利用して還元力の元になる(H)とエネルギー通貨の^(b)ATP が合成される。後者では、カルビン回路によって(H)とATP が消費され、糖が合成される。

- (1) 空欄 (A)～(H) に入る最も適切な語句をそれぞれ答えよ。
- (2) 下線部 (a)「細胞壁」の構成成分について、以下の語句をすべて用いて説明せよ。[セルロース, ペクチン, グルコース, バイオエタノール]
- (3) 下線部 (b)「ATP」について、以下の語句をすべて用いて説明せよ。
[アデノシン, 高エネルギーリン酸結合, 加水分解, 翻訳後修飾, ADP]

15. (生理・生化学)

次の文章を読み、(1)～(4)の問いに答えよ。

動物の多くの生理機能は、(a)ホルモンによる制御を受けている。脊椎動物のホルモンは、①(A)、②ペプチド・タンパク質および③チロシン誘導体に分けられる。(A)はコレステロールに由来し、脂溶性である。また、(b)テストステロンとエストラジオールのように、基本構造のわずかな違いによって、その機能はまったく異なる。

多くのホルモンの機能は、哺乳類、鳥類、爬虫類、両生類および魚類間で共通しているが、一部のホルモンの機能は異なる。例えば、(B)は、哺乳類では乳汁の産生を促すが、魚類では浸透圧の調整に影響する。

脳の基部、視神経交叉のすぐ後ろに位置している視床下部は、主要な内分泌器官である(C)の機能を制御している。(C)の後葉からは、(D)と(E)という2種類のホルモンが分泌される。(D)には利尿を抑える作用があり、(E)には出産時に子宮の(c)平滑筋の収縮をもたらす作用がある。

- (1) 空欄(A)～(E)に適した語句を答えよ。
- (2) 下線部(a)について、次の語句をすべて用いて説明せよ。
(標的, 放出, 器官, 特異的, 離れた)
- (3) 下線部(b)について、次の語句をすべて用いて説明せよ。
(筋肉, 睾丸, 骨格, 雄, 二次性徴)
- (4) 下線部(c)について、筋肉は平滑筋と横紋筋に大別される。両者の特徴について、次の語句をすべて用いて説明せよ。
(骨格筋, 随意筋, 自律神経, 不随意筋, 心筋)

16. (生態学)

次の文章を読み、(1) ~ (5) の問いに答えよ。

脊椎動物は、一般に、病原体に対する (A) を獲得する。病原体は、(A) を獲得した寄主を、もはや利用し得ない。そのため、寄主の総数に変動がなければ、(A) を獲得した寄主の数の増加とともに、感染しやすい寄主の数は減少する。病気を引き起こす病原体の基礎増殖率 (R_p) は、伝播率 (β)、感染しやすい寄主の数 (S) および感染期間 (d) を用いて、次式で定義される。 $R_p = \beta Sd$ 。
(a) ワクチンは、接種した寄主だけが利益を得るわけではなく、寄主集団内の R_p も低下させる。 このような効果は (B) として知られている。病原体とその寄主との密接な関係は、(b) 進化的相互作用、すなわち共進化 に導くことが多い。共進化は、寄主の側に防御機構をつくらせるが、病原体の側にもそれに打ち勝つ手段を発達させ、いわゆる (C) を引き起こすことがある。多くの研究者によって、(d) 有性生殖の主要な利益は、病原体の攻撃に打ち勝つこと であると示唆されている。

- (1) 空欄 (A) ~ (C) に最も適した語句を答えよ。
- (2) 下線部 (a) について、ワクチンが寄主集団内の R_p を低下させる要因を、 $R_p = \beta Sd$ の関係から説明せよ。
- (3) 下線部 (b) について、種間の相互作用を分類する場合、「寄生」以外のものを3つ答えよ。
- (4) 共進化の例として、ランの一種とスズメガの一種の関係が挙げられる。前者の距（花の萼や花冠の基部近くから突出し、内部に蜜腺を持つ附属器官）は長く（約 30 cm）、その長さは、後者の口吻（花蜜を吸うストロー状の口器）の長さと同様である。この両者に共進化が生じた理由について、次の語句をすべて用いて説明せよ。
(花粉, 盗蜜, 独占, 適応形質, 自然選択)
- (5) 下線部 (d) について、有性生殖の主要な利益は、病原体の攻撃に打ち勝つことである理由を、次の語句をすべて用いて説明せよ。
(病原体, 組み合わせ, 性, 遺伝子, 表現型)