

平成21年度  
東京大学大学院総合文化研究科  
広域科学専攻修士課程入学試験問題

生命環境科学系 専門科目

(平成20年8月26日 13:00~16:00)

試験開始の合図があるまで問題冊子を開いてはいけません。開始の合図があるまで、下記の注意事項をよく読んでください。

1. 本冊子は、生命環境科学系を第一志望とする受験者のためのものである。
2. 本冊子の本文は29ページである。落丁、乱丁又は印刷不鮮明の箇所があった場合には、手を挙げて申し出ること。
3. 第1問~第25問から3問を選択して解答すること。ただし、第4問、第5問はいずれか一方しか選択できない。
4. 配付された3枚の解答用紙（両面使用可）は、問題ごとに1枚を使用すること。
5. 解答用紙の上の欄に、解答した問題の番号、科目名、氏名及び受験番号を、次の記入例のように記入すること。なお、氏名、受験番号を記入していない答案は無効である。

記入例

問題番号	科目名	氏名	受験番号
第14問	生物学(5)	○ ○ ○ ○	No.○○○○

6. 本冊子の最後の3枚は草稿用紙である。切り離して使用してもよい。
7. 試験の開始後は、中途退場を認めない。
8. 本冊子、解答用紙及び草稿用紙は持ち帰ってはならない。
9. 次の欄に受験番号と氏名を記入せよ。

受験番号	
氏名	

## 生命環境科学系 専門科目

### 目次

第1問	物理学 (1)	1
第2問	物理学 (2)	2~3
第3問	物理学 (3)	4
第4問	物理学 (4)	5
第5問	物理学 (5)	6
第6問	化学・生化学 (1)	7
第7問	化学・生化学 (2)	8
第8問	化学・生化学 (3)	9
第9問	化学・生化学 (4)	10
第10問	生物学 (1)	11~12
第11問	生物学 (2)	13~14
第12問	生物学 (3)	15
第13問	生物学 (4)	16~17
第14問	生物学 (5)	18
第15問	身体運動科学 (1)	19
第16問	身体運動科学 (2)	20
第17問	身体運動科学 (3)	21
第18問	身体運動科学 (4)	22
第19問	身体運動科学 (5)	23
第20問	身体運動科学 (6)	24
第21問	認知行動科学 (1)	25
第22問	認知行動科学 (2)	26
第23問	認知行動科学 (3)	27
第24問	認知行動科学 (4)	28
第25問	認知行動科学 (5)	29

平成 21 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 1 問 物理学 (1)

体積  $V$  の箱の中に  $N$  個の理想気体分子 (以下, 気体分子とする) が入っている. 以下の I および II の設問に答えよ. なお, 必要ならスターリングの公式, すなわち, 自然数  $x \gg 1$  のとき,

$$\Gamma(x+1) = x! \approx x^{x+1/2} e^{-x} \sqrt{2\pi} \quad (\Gamma \text{ はガンマ関数}) \text{ あるいは } \log_e x! \approx x \log_e x - x \text{ を用いよ.}$$

I. 箱から体積  $v$  の気体を取り出したとき, その中に含まれる気体分子の数を  $n$  とする. 以下の小問に答えよ. ただし, 箱の中は平衡状態なので, 一つの気体分子が体積  $v$  の中に見出される確率は  $v/V$  である.

- (1) 一つの気体分子が体積  $V-v$  の中に見出される確率を求めよ.
- (2)  $N$  個の気体分子の中で  $n$  個の気体分子が体積  $v$  の中に見出される場合の数を求めよ.
- (3) 気体分子数  $n$  の確率分布  $f(n)$  を求めよ.
- (4) 気体分子数  $n$  の平均  $\bar{n}$  およびゆらぎの大きさ  $\sqrt{(n-\bar{n})^2}$  を求めよ.
- (5)  $N$  および  $\bar{n}$  がともに大きい場合,  $f(n)$  はどのような分布になるかを簡単に述べよ.
- (6)  $v/V \rightarrow 0$ ,  $V \rightarrow +\infty$  および  $N/V = \text{一定}$  の極限では,  $f(n)$  はどのような分布になるかを簡単に述べよ.

II. 気体分子の質量を  $m$ , ボルツマン定数を  $k$  とする. 以下の小問に答えよ.

- (7)  $i$  番目 ( $i=1, \dots, N$ ) の気体分子の運動量が  $\mathbf{p}_i = (p_{xi}, p_{yi}, p_{zi})$  のとき, この系のエネルギーを求めよ.
- (8) この系のエネルギーが  $E$  のとき, この系の状態数は

$$\Omega_0(E, N, V) = \frac{V^N}{h^{3N} N!} \int \cdots \int_{\alpha \leq 2mE} dp_{x1} dp_{y1} dp_{z1} \cdots dp_{xN} dp_{yN} dp_{zN}$$

で与えられる. ここで  $h$  はプランク定数,  $\alpha = \sum_{i=1}^N (p_{xi}^2 + p_{yi}^2 + p_{zi}^2)$  である.  $N$  次元空間にお

ける単位球の体積がガンマ関数  $\Gamma$  を用いて  $\pi^{N/2} / \Gamma(N/2+1)$  となることに注意して積分を実行し, 状態数  $\Omega_0(E, N, V)$  を求めよ.

- (9) この系のエントロピー  $S(E, N, V)$  を求めよ.
- (10) この系の温度  $T$  および圧力  $P$  と, この系のエントロピー  $S$  との関係を示せ.
- (11) この系の温度  $T$  および圧力  $P$  と, 一つの気体分子がもつ平均エネルギー  $\bar{\epsilon}$  との関係を求めよ.

平成 21 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 2 問 物理学 (2) (その 1)

不対電子  $N$  個のイオンからなる系のエントロピーを考える。超低温を得る為、この系を高磁場中に置いてスピンを整列させて、その後、外部磁場を断熱的に取り除く、電子常磁性断熱冷却を考える。簡単のためにこの系の格子エントロピーは無視できるほど小さいとする。

電子の質量を  $m$ 、そのスピンを  $s = 1/2$ 、光速を  $c$ 、ボルツマン定数を  $k_B$ 、系の絶対温度を  $T$  として、以下の問いに答よ。また  $\mathbf{B}$  のように太字はベクトルを、 $B$  のように細文字はスカラー量を表す。

(1) 不対電子 1 個が磁場  $\mathbf{B}$  ( $z$  方向) の中に置かれると Zeeman 効果が観察されるが、その時磁気モーメント  $\boldsymbol{\mu}$  はどう書けるか。またボーア磁子  $\mu_B$  を使うとどう書けるか。

(2) 磁場  $\mathbf{B}$  をかけたときの不対電子  $N$  個のイオンからなるスピン系の分配関数  $Z_S$ 、自由エネルギー  $F_S$ 、スピンエントロピー  $\sigma_S$  を求めよ。ここで  $N$  個の不対電子は独立しているので、全体の分配関数は各電子の分配関数の積で与えられる。

(3) 図 1 にスピンエントロピー  $\sigma_S$  の例を温度  $T$  の関数として示した。この図に、(a) 最初  $T_a$ 、 $B = 0$  Gauss から出発して、(b)  $B = 500$  Gauss の外部磁場をかけて等温的にスピン系を磁化し、(c) その後断熱的に磁場を除去して、極低温  $T_c$  が得られる過程を、矢印付きの線で記入せよ。解答用紙に図 1 を書き写して記入すること。 $T_a$ 、 $T_c$  は適当にとって良い。ここで外部磁場が無いときも系はごく小さいエネルギー準位の分裂 (無磁場分裂) が起こっており、この系での無磁場分裂は、相当する内部磁場が  $B_{\Delta} = 100$  Gauss であるとする。

(4)  $\sigma_S$  を  $\mu_B B / k_B T$  の関数として描いたものが図 2 である。(a) 最初  $T_1 = 1$  K、 $B = 0$  Gauss から出発して、(b)  $B = 10000$  Gauss の磁場をかけて等温的にスピン系を磁化し、(c) その後断熱的に磁場を除去した。この時に到達する系の温度  $T_2$  の値を計算せよ。必要なら  $\mu_B / k_B = 0.67 \times 10^{-4}$  K/Gauss を用いよ。

(5) スピン系の温度を、 $T_2$  から更に下げて  $10^{-4}$  K 程度にする為には、電子常磁性断熱冷却に加えて核断熱冷却を用いることが必要である。それはどのような理由からか。

第 2 問 物理学 (2) (その 2)

図 1

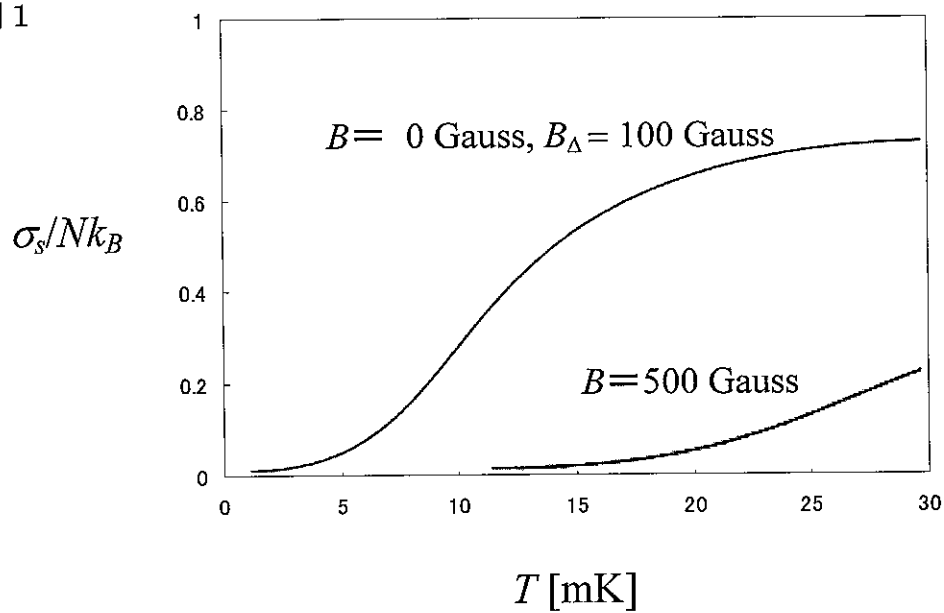
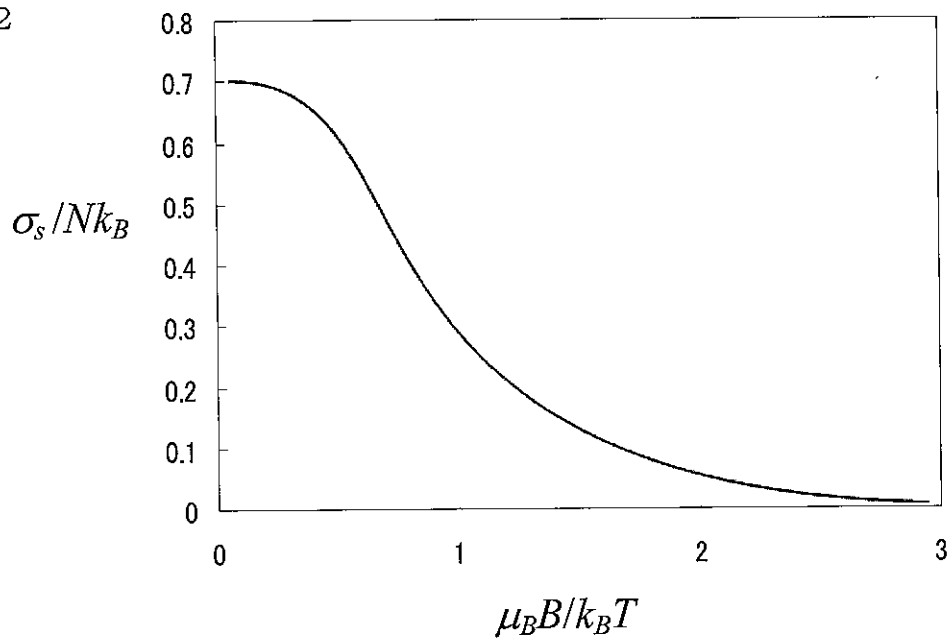


図 2



第 3 問 物理学 (3)

弱い外部静電場中にある原子が示す分極を，以下に説明する簡略化されたモデルを用いて量子力学によって調べよう．原子中の電荷分布，すなわち原子核の正電荷と電子分布による負電荷を，外部電場との相互作用に関して正負電荷それぞれごとの平均座標としての中心位置だけに着目して 2 個の点電荷  $q, -q$  ( $q > 0$ ) で置き換える近似を採用する．簡単のため，これら正負電荷中心の運動を外部電場の方向に沿った 1 次元上 ( $x$ -軸) で議論できるものとし，それぞれの  $x$ -座標を  $x_0, x_1$  とする．外部電場がゼロのとき，原子の定常状態における正電荷と負電荷の中心座標の期待値は一致し， $x_0 = x_1$  が成り立つ．実際には，ゼロ点振動により正負電荷中心間の相対距離は，この期待値の周りに揺らいでいる．これを取り入れるため，正負電荷分布によるポテンシャルエネルギーを  $k(x_0 - x_1)^2/2$  で近似する． $k$  は原子によって決まる正定数である．

これらの前提のもとでは，外部電場の影響を考慮した原子のハミルトニアンを

$$H = \frac{1}{2M}p_0^2 + \frac{1}{2m}p_1^2 + \frac{k}{2}(x_0 - x_1)^2 + q(\phi(x_0) - \phi(x_1))$$

と仮定できる． $p_0, p_1$  はそれぞれ座標  $x_0, x_1$  に対応する運動量演算子， $M, m$  は正電荷および負電荷の全質量， $\phi(x)$  は  $x$ -軸方向を向いた外部電場に対応する電位である．振動数  $\nu$  の 1 次元調和振動子のゼロ点エネルギーが，プランク定数を  $h$  として  $h\nu/2$  であることを用いてよい．

- (1) 外部電場がゼロのとき ( $\phi(x) = 0$ )，原子の重心系における基底状態のエネルギーを与えよ．
- (2)  $x$ -軸向きの外部電場が座標によらない定数  $E$  に等しいときに，原子の重心系の基底状態における相対座標  $x_r = x_0 - x_1$  の期待値とエネルギー固有値を与えよ．
- (3) 次に，外部電場が  $x$ -軸上の正方向に十分遠方の位置  $x = R$  にある外部点電荷  $Q$  によって作り出されているとする．この外部点電荷の質量は原子に比べて十分重く，外部点電荷は静止しているとみなせる．このときのハミルトニアンのポテンシャル部分を， $X$  を原子の重心座標としたとき  $R - X \gg |x_r|$  が成り立つものとして  $x_r/(R - X)$  に関するテイラー展開の 2 次までの近似で表せ．
- (4) 弱い外部電場の影響による原子全体としての運動は，相対運動に比べてゆっくりしているので， $X$  を固定して先に相対運動を解くのがよい近似になる．そこで，設問 (3) のハミルトニアンを，原子の重心運動だけを表す部分  $H_1(X, P)$  と相対座標を含む部分  $H_2(x_r, p_r, X)$  に分けて  $H = H_1(X, P) + H_2(x_r, p_r, X)$  と分解したときの相対運動ハミルトニアン  $H_2(x_r, p_r, X)$  の基底状態エネルギーを与えよ． $p_r, P$  はそれぞれ  $x_r, X$  に対応する運動量演算子である．
- (5) 前問 (4) に基づき，原子の重心に働く力を求めよ．この力は， $R - X$  が大きいとき 2 種類の異なった項から成っている形に表せる．それぞれの起源と定性的な特徴を論ぜよ．

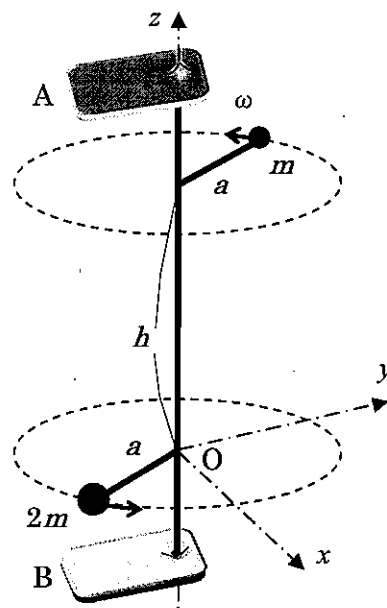
平成 21 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 4 問 物理学 (4)

注意：第 4 問、第 5 問はいずれか一方しか選択できない。

回転軸となる棒が 2 つの軸受け A と B によって  $z$  軸に平行になるように支えられている。棒上の距離  $h$  隔たった 2 点には、棒に直角かつ互いに反対方向に伸びる長さ  $a$  の腕が固定されており、腕の先端にはそれぞれ質量  $m$  および  $2m$  の質点を取り付けられている。この質点系を図のように一定の角速度  $\omega$  で回転させる。ただし、質量  $m$  および  $2m$  の質点はそれぞれ  $z=h$  および  $z=0$  の面内で回転する。時刻  $t=0$  で  $2m$  の質点の位置を  $(a,0,0)$  とし、以下の問い (1) ~ (7) に答えよ。

ただし、棒と腕の質量、および棒と軸受けの間の摩擦は無視できる。棒と腕は回転により変形せず互いの角度も変化しない。また、重力は考えなくて良い。



- (1) この質点系の全運動エネルギーを求めよ。
- (2) 時刻  $t$  におけるこの質点系の点  $O(0,0,0)$  のまわりの全角運動量ベクトルを求めよ。

$2m$  の質点の位置が  $(a,0,0)$  となる瞬間に、2 つの軸受けを同時に外して自由運動に移行させた。

- (3) 自由運動に移行する直前の質点系の全運動量ベクトルを求めよ。
- (4) 自由運動に移行する直前の質点系の重心(質量中心)のまわりの全角運動量ベクトルを求めよ。

一般に、剛体の自由運動は、重心の並進運動と重心のまわりの回転運動の重ね合せて表わすことができる。

- (5) 重心系において、2 つの質点はどのような運動をするか定性的に説明せよ。図を用いて答えても良い。
- (6) 重心の並進運動の速さ、および重心のまわりの角速度を求めよ。
- (7) 重心の並進運動と重心のまわりの回転運動の運動エネルギーの和が、自由運動開始前に質点系が持っていた運動エネルギーに等しいことを示せ。

平成 21 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 5 問 物理学 (5)

注意：第 4 問、第 5 問はいずれか一方しか選択できない。

図 1 のように  $x$  軸方向に十分長い平行平板コンデンサー (間隔  $d$ 、幅  $w$ 、長さ  $l$ ) にスイッチ、起電力  $V$  の電池、および電球をつないだ回路を考える。電流は平板を  $x$  軸と平行に一樣に流れるものとする。コンデンサーの間隔  $d$  は十分小さく、端の影響は無視できるものとする。また、電球以外の電気抵抗は無視できるほど小さいものとする。真空の誘電率を  $\epsilon_0$ 、真空の透磁率を  $\mu_0$  として、以下の設問 (1) ~ (8) に答えよ。

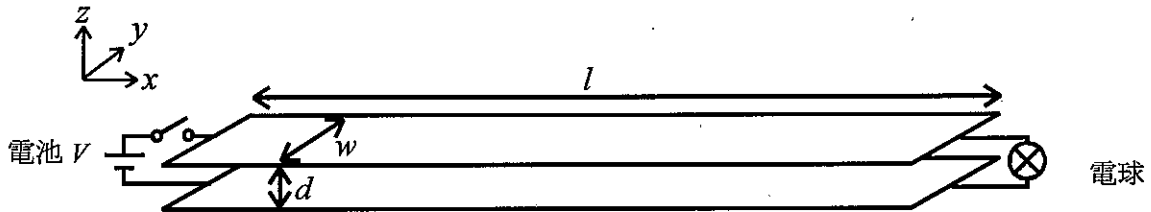


図 1

I. スイッチを入れてから十分時間が経ち、コンデンサーが一樣に帯電するとともに、回路には定常電流  $I$  が流れているとする。

- (1) この回路の消費電力を求めよ。
- (2) コンデンサー内の電場  $\mathbf{E}$  の向きと大きさ、および  $x$  軸方向の単位長さあたりの電気容量  $C$  を求めよ。
- (3) コンデンサー内の磁束密度  $\mathbf{B}$  の向きと大きさ、およびこの回路の  $x$  軸方向の単位長さあたりの自己インダクタンス  $L$  を求めよ。
- (4) この回路に蓄えられているエネルギーを、 $C$ 、 $L$ 、 $V$ 、 $I$ 、 $l$  を用いて表せ。
- (5) ポインティングベクトル  $\mathbf{S} = \frac{1}{\mu_0} \mathbf{E} \times \mathbf{B}$  は、単位時間に単位面積を通過するエネルギーの流れを表す。コンデンサー内のポインティングベクトル  $\mathbf{S}$  の向きと大きさを求めよ。
- (6) 設問 (5) の結果より、このコンデンサー内の  $x$  軸に垂直な断面を単位時間に通過するエネルギーを求めよ。

II. ある時刻にスイッチを入れると、すぐに電球に電流が流れるのではなく、図 2 のようにコンデンサーが帯電して電圧が  $V$  となる領域が速さ  $v$  で広がっていき、 $\Delta t = l/v$  の後に電球に電流が流れるとする。この速さ  $v$  を求めたい。

- (7) 図 2 の電圧が  $V$  の領域では、 $x$  軸方向の単位長さあたりのコンデンサーの帯電量は  $Q = CV$  であり、コンデンサーを流れる電流の大きさは、設問 I で考えた定常電流  $I$  ではなく、 $Qv = CVv$  となる。この領域に蓄えられている  $x$  軸方向の単位長さあたりのエネルギーを、 $C$ 、 $L$ 、 $V$ 、 $v$  を用いて表せ。

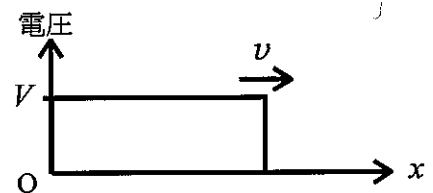


図 2

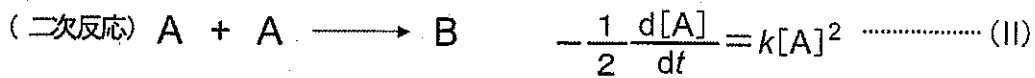
- (8) 図 2 の電圧が  $V$  の領域において、コンデンサー内の  $x$  軸に垂直な断面を単位時間に通過するエネルギーを設問 (6) と同様に求め、その結果が設問 (7) の結果 (単位長さあたりのエネルギー) に速さ  $v$  をかけたものに等しいとして、速さ  $v$  を求めよ。



平成 21 年度修士課程入学試験問題  
 生命環境科学系 専門科目

第 6 問 化学・生化学 (1)

反応速度は一般に反応物質の濃度によって変化する。一次反応とは、一定温度において反応速度が、反応物の濃度の 1 乗に比例する反応である。反応の間、系の容積がほぼ一定と仮定し、反応物 A の濃度を [A] で表すと、一次反応は時間  $t$ 、反応速度定数  $k$  を用いて式 (I) のように書くことができる。同様に、反応の速度が反応物 A の濃度の 2 乗に比例するときの反応を二次反応といい、式 (II) のように書くことができる。



以下の設問に答えよ。

- (1) 反応物の濃度が初濃度の半分に減少するのに要する時間を半減期といい、反応速度定数とともに反応の起こりやすさを示す目安となる。上の一次反応式(I)の半減期を求めよ。また、この一次反応で反応物質の濃度が初濃度の  $1/n$  となる時間を求めよ。ただし、反応物 A の初濃度を  $[A]_0$  とし、 $\ln 2 = 0.693$  とする。
- (2) 上の二次反応式 (II) の半減期を求めよ。ただし、反応物 A の初濃度を  $[A]_0$  とし、 $\ln 2 = 0.693$  とする。
- (3) 一般に、反応物 A が B に変化する反応が一次あるいは二次反応であるかを決定するためには、反応時間  $t$  と反応物濃度 [A] の関係を実験的に求めプロットしたグラフより知ることができる。その方法を図やグラフを用いて 10 行程度で述べよ。
- (4) 下の表は、ある一定の温度で初濃度  $0.500 \text{ mol/l}$  ( $=0.500 \text{ M}$ ) の反応物 A が二次反応 ( $A+A \rightarrow B$ ) で生成物 B に変化する時の A の濃度の時間変化である。この反応が 2 次反応であることを示し、反応の速度定数を求めよ。解答に至った考え方も詳しく記述すること。解答するにあたり、右下のグラフを適宜利用してもよいが、解答説明に必要な場合は解答用紙にグラフの概略を示せばよい。

時間( min)	Aの濃度( M)
0	0.500
50	0.250
75	0.200
150	0.125
200	0.100


平成 21 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 7 問 化学・生化学 (2)

I. グリセロリン脂質は水溶液中で自己組織化によって脂質二重層を形成し、生体膜の主要な構成要素となる。

以下の問いに答えよ。

(1) 天然のグリセロリン脂質において、飽和脂肪酸を含むものと不飽和脂肪酸を含むものについて、その構造の違いが分かるように模式的に図で示せ。また、脂質二重層中に不飽和脂肪酸を含むリン脂質の割合が増加すると、膜の性質はどのように変化するか説明せよ。

(2) 次の 6 つの物質について、グリセロリン脂質が形成する脂質二重層を自由に透過できるものとできないものに分類せよ。また、その判断の理由を説明せよ。

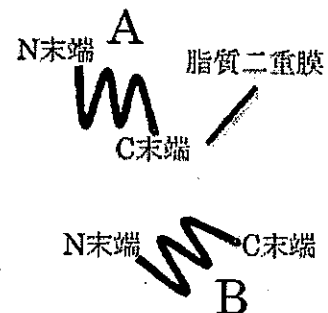
$O_2$ ,  $H_2O$ , グリセロール, アミノ酸,  $Na^+$ , ブドウ糖

(3) 生体膜中を拡散で 1 秒間に  $2 \mu m$  移動するリン脂質の拡散係数を求めよ。解答だけでなく、計算過程も記すこと。

II. 界面活性剤で可溶化することによって生体膜から精製された膜貫通型タンパク質 (膜タンパク質) について以下の問いに答えよ。

(1) 界面活性剤で可溶化した膜タンパク質を人工脂質膜小胞に再構成する方法を説明せよ。

(2) 人工脂質膜小胞に再構成した膜タンパク質は、図のように A、B の 2 通りの配向を取り得る。それぞれの配向の割合を算出するためにはどのような実験を行えばよいか説明せよ。



平成 21 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 8 問 化学・生化学 (3)

金属元素の中には生体分子に結合してその働きを阻害したり、タンパク質や酵素の活性中心で働いたりするものがある。ヘモグロビンは鉄が関与した、血液中で酸素を運ぶ役割をしているタンパク質である。互いに類似した  $\alpha$  サブユニット、 $\beta$  サブユニットそれぞれ 2 個からなる 4 量体で、各サブユニットにヘム鉄が存在する。これに対して、同じく酸素を運搬するミオグロビンは単量体で、ヘモグロビンのサブユニットに似た構造をしている。以下の質問に答えよ。

- (1) 図 1 にはヘモグロビンとミオグロビンの酸素結合曲線を示している。図 1 の A、B のどちらがヘモグロビンでどちらがミオグロビンか？A についてだけ答えよ。
- (2) 酸素運搬能力は A、B のどちらが優れているか？その根拠をグラフの肺と筋肉における飽和度を使って説明せよ。
- (3) このような曲線の違いが出る原因は何であろうか？たんぱく質のサブユニット間の構造の観点から説明せよ。
- (4) さらに (3) の状況を引き起こしている原因を考えると、ヘム鉄部分の鉄の配位構造にも原因のあることがわかる。鉄は原子番号 26 番の元素である。
  - (a) Fe (II) の電子構造を  $(1s)^2(2s)^2 \dots$  のように記せ。
  - (b) 一般に d 軌道は真空では 5 重に縮退しているが、配位子場におかれると縮退が解け、分裂する。八面体 6 配位構造の場合は、図 2 に示すように、2 重、3 重縮退の二つの軌道に分裂する。i)  $t_{2g}$  (3 重縮退),  $e_g$  (2 重縮退) に属する d 軌道の名前をあげよ。  
ii) 2 種の軌道間のエネルギー差 (結晶場分裂) の大きさを決めている因子を 2 つあげよ。
  - (c) ヘム基の鉄は八面体 6 配位構造をとるが、6 番目のサイトは酸素分子が占める。i) 残りの 5 つの配位子は何か記せ。ii) 詳細な理由はいまだ不明であるが、酸素が結合すると鉄のスピン状態が変わることが知られている。図 2 の軌道の分裂の様子を解答用紙に写し、電子の軌道への入り方を 2 つのスピン状態に対して記せ。
  - (d) 酸素が結合してスピン状態が変わる結果、どのようにして、問(3)で考えた理由、かつヘモグロビンの酸素結合曲線が図 1 のグラフの形になる理由が説明できるのかを考察せよ。

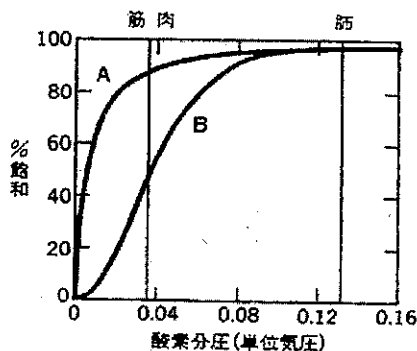


図 1 酸素運搬たんぱく質の酸素結合曲線

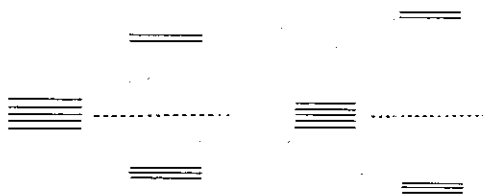


図 2 八面体配位子場により縮退した 5 つの d 軌道が  $t_{2g}$ ,  $e_g$  に分裂 (分裂の大小の 2 つの場合)

平成 21 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 9 問 化学・生化学 (4)

I. タンパク質の精製に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 細胞を破碎して得られる抽出液から目的のタンパク質を精製するのに用いる主な手法として、ゲルろ過クロマトグラフィー、イオン交換クロマトグラフィーがある。それぞれについて原理を説明せよ。
- (2) 精製の各段階でタンパク質の精製度の変化を調べるのに、SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動(PAGE)がよく使われる。この手法の原理を説明せよ。
- (3) 精製後のタンパク質が目的のタンパク質であることをさらに確認するためにはどのような方法があるか。二種類あげそれぞれの原理を解説せよ。

II. タンパク質の安定性に関する以下の問いに答えよ。

- (1) タンパク質は熱によって変性する。測定温度領域内において、天然 (N) 状態と変性 (D) 状態の二状態のみ存在し、平衡が成り立っているとす。各温度において、変性状態の割合を  $f_D$  とすると、変性の平衡定数  $K_D$  は  $K_D = [D]/[N] = f_D/(1-f_D)$  と表せる (但し、 $[ ]$  はそれぞれの状態の濃度を表す)。タンパク質の変性の熱力学的パラメーターである標準ギブズ自由エネルギー変化  $\Delta G^\circ$ 、標準エンタルピー変化  $\Delta H^\circ$ 、標準エントロピー変化  $\Delta S^\circ$  の求め方を説明せよ。
- (2) タンパク質内では種々の相互作用が構造形成や構造の安定化に寄与している。主な相互作用を三つあげ、解説せよ。また、タンパク質の構造の熱安定性をあげるためにはどのようなアミノ酸置換を行えばよいか述べよ。
- (3) 変性に伴うタンパク質の構造変化を計測できる分光学的手法を一つあげ、五行程度で解説せよ。

平成 21 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 10 問 生物学 (1) その 1

問 1 DNA について、以下の問いに答えよ。

クラミドモナス属の一種のゲノム DNA を単離したところ、全塩基におけるグアニンの構成比率はモル比率で 30%であった。この生物の、残り 3 種の塩基の構成比率(モル比率、%)を概算して、それぞれ記せ。

問 2 テロメアについて、以下の小問 (1)、(2) に答えよ。

(1) 真核生物の染色体の末端部をテロメアという。通常、体細胞では細胞分裂ごとにテロメアが短縮する可能性があるという。その理由を、DNA 合成の方向性、プライマーRNA という用語を用いて、4 行以内で説明せよ。

(2) がん細胞や生殖細胞には、上記のテロメアの短縮を防ぐ DNA 合成酵素が存在する。その名称を答え、通常の DNA 合成酵素との差異について少なくとも 2 点を挙げ説明せよ。

問 3 クロマチン構造について、以下の [文 1][文 2]を読み、設問 (1) ~ (6) に答えよ。

[文 1] クロマチンが凝縮して転写が不活発な染色体領域を、ヘテロクロマチン領域という。これに対し、転写が活発な領域をユークロマチンという。ヘテロクロマチンの形成は、ヒストンの化学修飾パターンや、そのパターンを解読するエピジェネティック・コードリーダーと呼ばれる因子に依存して、細胞ごとに制御されている。さて、ヘテロクロマチン形成に関わるコードリーダー因子の一つである HP 1 というタンパク質について、ヒト HeLa 細胞の間接蛍光抗体染色を行ったところ、ヘテロクロマチン領域が強く染色された。またこの領域は、ある種のヒストンの N 末端部分の特定 Lys 残基のメチル化を認識する抗体によっても顕著に染色された。

[文 2] 一部の染色体部位では、ヘテロクロマチンとユークロマチンの境界が可変的に配置されている。このような境界領域に存在する遺伝子の発現には、以下のような興味深い現象が見出されている。ショウジョウバエの *white* 遺伝子 (眼の色を赤くする優性遺伝子、変異型 *w<sup>-</sup>* は白色の眼になる) を、様々な染色体部位にトランスポゾンで挿入した *w<sup>-</sup>* 系統群がある。このうちいくつかの系統では、何カ所かの特定の染色体領域に挿入された場合に限り、程度は様々に異なるものの、ショウジョウバエの複眼で赤白まだらの発色パターンが出現した。この斑入り発色パターンを示すショウジョウバエ系統のいくつかを選んで、HP 1 のヘテロ接合欠失変異体を作製したところ、いずれも複眼が均一に赤く発色した。ちなみに、野生型の赤眼ショウジョウバエや、完全に白眼のショウジョウバエ (赤眼遺伝子が未挿入の *w<sup>-</sup>* 系統) を用いて、同様の HP1 ヘテロ接合体を作製したが、眼色パターンには変化が認められなかった。

平成 21 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 10 問 生物学 (1) その 2

設問

- (1) コア・ヒストンを構成するヒストンには H2A、H2B、、 の 4 種類があり、分裂酵母などでは  の 9 番目の Lys 残基がアセチル化やメチル化を受け、クロマチンの制御に重要であることが知られている。空欄 1 と 2 に当てはまる最も適当なヒストンの名称を記せ。
- (2) [文 1]の結果は HP1 とヘテロクロマチン、ヒストン・メチル化の相互関係を示している。この考えを上記の顕微鏡観察以外の手法で証明するために、[文 1]に登場する抗体や、PCR 法による DNA の増幅を用いる実験を行う。その実験はどのような方法か 3 行程度で説明せよ。
- (3) [文 1]のようにヒストンの化学修飾パターンによって記述される暗号のことを何と呼ぶか答えよ。
- (4) [文 2]のように *white* 遺伝子の染色体上での挿入位置に依存して斑入り眼色パターンが生じる現象を何と呼ぶか答えよ。
- (5) [文 2]の下線部の現象の仕組みについて、ヘテロクロマチン、ユークロマチン、境界、ヒストン修飾、遺伝子発現という言葉を用いて説明せよ（各用語には必ず下線を付すこと）。図などを用いて説明しても良いものとする。
- (6) あるベンチャー企業が、三毛猫のクローン作製を受注したが、オリジナルの猫と同じ模様の猫を期待して注文した顧客を満足させる三毛猫がえられるかどうか推論せよ。また、その理由をエピジェネティクス、X 染色体不活化、胚発生という言葉を用いて説明せよ（各用語には必ず下線を付すこと）。なお、三毛猫の毛色の一つを支配する遺伝子は、X 染色体上に存在する。

平成 21 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 11 問 生物学 (2) その 1

次の[文 1]と[文 2]を読み、以下の問 1-8 に答えよ。

[文 1]

(1) 粗面小胞体で合成されたタンパク質は、(2) [ a ]に輸送され、様々な処理を受けた後に細胞膜や細胞内小器官に向けて輸送される。一連の過程におけるタンパク質の輸送は、輸送小胞と呼ばれる直径 50-150 nm 程度の小胞が用いられる。その過程では、小胞体からの輸送小胞の[ b ]、[ c ]や[ d ]などの細胞骨格による輸送、(3) 輸送小胞と標的器官との結合、そして輸送小胞と標的膜の[ e ]によってタンパク質の受け渡しが行われる。これらの過程を、小胞輸送と呼ぶ。

小胞体からの輸送小胞の[ b ]の際には、[ f ]が作られる。形成の第一段階では、小胞体膜表面に存在する受容体タンパク質が運搬する物質と結合する。第二段階では、受容体の細胞質側の立体構造が変化し、そこにコートタンパク質と呼ばれる、[ g ]が結合し、その上に[ h ]が結合する。(4) [ h ]の 3 量体は、サッカーボール様の[ f ]を作る。第三段階では、小胞体膜と[ f ]との間の部分に[ i ]がらせん状に巻きつくように重合し、GTP の加水分解により[ f ]が小胞体膜から切断される。最後に、小胞体膜から遊離した[ f ]は、[ g ]と[ h ]が取れ、輸送小胞となる。

問 1 文中の[ a ]～[ i ]の中に適当な語句を入れて文章を完成させよ。

解答は、[ j ]葉緑体 のように記せ。

問 2 下線部 (1) について、粗面小胞体にどのような機構でタンパク質が一時的に貯蔵されるのか、その機構について説明せよ。

問 3 下線部 (2) について、加水分解酵素がリソソームへ輸送される際にどのような処理を受けるか、その分子機構について説明せよ。

問 4 下線部 (3) について、どのようなタンパク質によって、小胞輸送の特異性が制御されているのか説明せよ。

問 5 下線部 (4) について、輸送小胞形成に関係するタンパク質複合体の名前を 2 つ答え、それぞれのタンパク質複合体の小胞輸送における機能について説明せよ。

(次ページにつづく)

平成 21 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 11 問 生物学 (2)

その 2

[文 2]

生物は、個体発生の初期から死に至るまで生体内で様々な生理活性物質を用いることにより、分化、成熟し、その生体機能を維持している。<sup>(5)</sup>細胞間、及び<sup>(6)</sup>細胞内のシグナル伝達は、細胞形態や構成要素に依存し、核酸誘導体、タンパク質、脂質、カルシウムイオンなどによってなされている。

問 6 下線部 (5) について、細胞間シグナル伝達様式を 3 つ挙げ、それぞれについて説明せよ。

問 7 次の (A) から (C) のホルモンの主な働きと産生組織について説明せよ。

(A) アドレナリン、(B) 成長ホルモン、(C) インスリン

問 8 下線部 (6) について、ホスホリパーゼ C による細胞内シグナル伝達において、細胞が刺激を受けてから反応するまでの過程を次の 4 つの語句を用いて説明せよ。

語句：G タンパク質共役型受容体、イノシトール 3 リン酸、プロテインキナーゼ C、小胞体



平成 21 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 12 問 生物学 (3)

細胞では細胞膜をはさんで細胞膜電位が生じている。細胞膜電位に関する以下の問 1～問 5 に簡潔に (多くて 4 行程度) 答えよ。なお、図を用いても良い。

問 1 静止膜電位の維持に主に関与しているイオンおよびイオンチャネルについて。

- (1) 静止膜電位の値はおよそ何 mV か。
- (2) 静止膜電位決定に主に寄与しているイオンは何か。
- (3) そのイオンに関わるイオンチャネルの性質を述べよ。

問 2 神経細胞などにおける活動電位に関して。

- (1) 活動電位の発生に寄与しているイオンは何か。
- (2) そのイオンに関わるイオンチャネルの性質を述べよ。
- (3) 活動電位の値はおよそ何 mV か。
- (4) 活動電位の値は何によって決まってくるか、その要素を二つあげよ。
- (5) 単一活動電位のパルスの幅 (時間) は通常どの程度か。
- (6) 閾値と全か無かの法則について説明せよ。
- (7) 活動電位の伝播において、イオンチャネルにおける絶対不応期が必要な理由を述べよ。
- (8) 活動電位の発生を阻害する神経毒を一つあげよ。
- (9) 跳躍伝導の仕組みと意義について述べよ。

問 3 神経毒の作用について。

- (1)  $\omega$ -コノトキシンは L 型  $\text{Ca}^{2+}$ チャネルを阻害する神経毒である。この毒素を作用させると神経伝達においてどのような阻害が生じるか、理由と共に述べよ。
- (2) サリンはコリンエステラーゼの阻害剤であるがゆえに神経毒として働く。この毒素を作用させると神経伝達においてどのような阻害が生じるか、理由と共に述べよ。

問 4 細胞膜電位が関係する生理現象の一つとして、早い多精拒否反応がある。

- (1) 多精拒否反応とは何か説明せよ。
- (2) 早い多精拒否反応はどのくらいの時間で起こる現象か。
- (3) 早い多精拒否反応の仕組みについて、例 (例えばウニ卵など) をあげて説明せよ。

問 5 細胞膜電位が関係する生理現象の一つとして、ゾウリムシが障害物にぶつかった時に見せる逃避行動がある。

- (1) ゾウリムシの逃避行動の概略を述べよ。
- (2) この現象に細胞膜電位がどのようにかかわっているかについて述べよ。
- (3) この現象では細胞内  $\text{Ca}^{2+}$ 濃度の上昇が鍵となっている。この  $\text{Ca}^{2+}$ が細胞外からの流入によるものか、細胞内の貯蔵からの放出によるものかを調べるための実験計画を二つ立て、その概要と予想される結果をそれぞれについて述べよ。

平成 21 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 13 問 生物学 (4) その 1

次の文章を読み、以下の問 1—6 に答えよ。

生命を成り立たせているのは、物質とエネルギー、それに情報である。生命情報は基本的に全ての生物において「共通のことば」で記述されており、これは生命の起源が単一であることの表れと考えられる。生物の大きな特徴は、外界から取り入れた物質の代謝をおこなう過程で得られる自由エネルギーを利用して、自己の体を構成する成分を合成することであり、これらの仕組みを支配する固有の遺伝情報とともに細胞を複製する。生命が利用する自由エネルギーのほとんどすべては、もとをたどると太陽光から光合成によって得られたものである。言い換えると生命情報の多様化による生物の進化も太陽の恵みの一つである。

問 1 すべての生物（細胞からなる生物）の起源が単一である根拠として考えられることとして最も適切なものはどれか。1つ選んで簡単に説明せよ。その場合、例外があるとすればどのような生物の場合か、具体的に述べよ。

- (1) 細胞膜が脂質二重層からできている。
- (2) タンパク質合成がリボソームによって行われる。
- (3) 遺伝暗号が共通である。
- (4) 代謝反応が酵素によって触媒される。

問 2 タンパク質配列がもつ情報とそれをコードする DNA 配列がもつ遺伝情報とは、どちらが多いか。平均情報量（エントロピー） $H$  を使って説明せよ。

なお、 $H = - \sum p_i \log_2 p_i$  である（ $i$  はそれぞれの残基の種類を表し、 $p_i$  はそれぞれの残基の出現頻度を表すとす。総和はすべての  $i$  についてとる）。

ヒント： $H$  の最大値は、残基の種類を  $N$  とすれば、すべての  $i$  について  $p_i = 1/N$  のときに得られる。

問 3 ATP は生体エネルギー通貨と呼ばれるが、NADH や NADPH も細胞内での自由エネルギーの貯蔵物質として機能する。代謝系で NADH が合成される酵素反応の例を 1つあげて説明せよ。

問 4 次の文章の [ A ] ~ [ H ] に当てはまる適当な語句や数（整数または有効数字 2 桁）を答えよ。

光合成における可視光（太陽光）の利用効率は、一般に想像されるほど高くない。エネルギーを大きく失う過程として、光捕集段階と光化学系がある。前者について考えると、[ A ] が吸収する 430 nm 付近と 670 nm 付近の光エネルギーは、どちらも最終的に光化学反応中心である [ B ] や P700 の励起エネルギーとして光化学反応に利用されるので、430 nm の光が P700 に伝わって利用されるときには、[ C ] % のエネルギーが失われることになる。（次のページに続く）

## 第 13 問 生物学 (4) その 2

光化学系 [ D ] の還元側について考えた場合、P700 の電荷分離により生成される  $A_0$  の標準酸化還元電位が約  $-1.0\text{ V}$  であるのに対し、フェレドキシンのそれは  $-0.42\text{ V}$  である。一方で酸化側の標準酸化還元電位は、P700 が  $+0.48\text{ V}$ 、プラストシアニンが  $+0.38\text{ V}$  なのであまり変わらない。この結果、光化学系 [ D ] の周辺において [ E ] % の損失があると算出される。どちらの光化学系でもこの程度の損失があるが、それは、最初に生成した電荷を不可逆的にすばやく分離するために必要なことと考えられる。

1 モルの二酸化炭素から  $1/6$  モルの糖を生成する時には、2 モルの NADPH と 3 モルの ATP を消費するので、 $532\text{ kJ/mol}$  を必要とする。非環状電子伝達によって 2 分子の NADPH を生成するには、[ F ] 個の電子が伝達される必要があり、したがって、[ G ] 個の光量子が必要である。実測値はさらに 25% 程度多い値とされている。このとき約 6 分子以上の ATP が作られるので、二酸化炭素の還元反応には十分である。余分に作られる ATP を無視して計算すると、結局、二酸化炭素の固定反応の効率は、 $680\text{ nm}$  の光量子 ( $176\text{ kJ/mol}$ ) を使ったとして、約 [ H ] % 程度となる。

問 5 大気中の二酸化炭素濃度は酸素濃度に比べて 500 倍程度低い。このため、ルビスコによる炭酸固定効率が低下する。

- (1) その理由を 2 行程度で説明せよ。
- (2) このためにイネなどの植物が持っているしくみを 3 行程度で説明せよ。
- (3) トウモロコシなどの場合には、さらに特別な仕組みがある。以下の文中の空欄 [ I ] ~ [ N ] にあてはまる語句を答えよ。

トウモロコシは [ I ] 光合成を行う。[ J ] 細胞は [ K ] とホスホエノールピルビン酸からオキサロ酢酸を作り、さらにリンゴ酸などの [ I ] 化合物となって維管束鞘細胞に集められる。リンゴ酸のピルビン酸への変換により、局所的な [ K ] 濃度が高められる。これにより、ルビスコの [ L ] 反応を抑制しながら、効率よく炭酸固定反応を進めることができる。しかし、ピルビン酸からホスホエノールピルビン酸の再生に大きなエネルギーが必要で、2 分子の [ M ] を消費する。[ I ] 光合成が特に有利なのは、温度が高く光が [ N ] ときである。

問 6 光合成の効率は高いとはいえないが、それでも生物の繁栄を支えている。地球上の生命の進化に果たした光合成の意義を複数あげて、全体で 3 行程度で説明せよ。

平成 21 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 14 問 生物学 (5)

次の文を読んで、以下の問 1~6 に答えよ。

植物細胞は色素体とミトコンドリアという 2 つの共生起源の細胞内小器官をもつ。色素体内、ミトコンドリア内の多くのタンパク質の配列情報は、若干の例外をのぞいて、核内 DNA にコードされている。植物は発生段階の状況に応じて、色素体の構造／機能を変化させることができる。光合成を行える状態のものが葉緑体である。色素体はそれぞれの環境下で必要とされるタンパク質を、調節しながら発現させている。

問1 色素体とミトコンドリアの起源を説明する共生説を解説せよ。

問2 色素体とミトコンドリアのどちらが古くから植物細胞の祖先に共生し始めたと考えられるか、根拠とともに述べよ。

問3 核の DNA にコードされていない、色素体、ミトコンドリアの植物タンパク質としてどのような例があるか。具体的にタンパク質の例を挙げて、説明せよ。その際にどのような遺伝形式となるか、その名前と現象を説明せよ。

問4 マメ科の植物は、光を与えられない状態で発芽すると、黄化芽生えとよばれるいわゆるもやし状態になる。このときの状態の色素体は何と呼ばれるか名前を記せ。また通常の植物体内にみられる葉緑体との違いを、構造と働きの面についてそれぞれ箇条書きにせよ。

問5 葉緑体に存在するタンパク質は数千あるといわれている。そのなかで、リブローズ 1,5-ビスリン酸カルボキシラーゼ／オキシゲナーゼ (ルビスコ)、プラストシアニンというタンパク質がある。二つのタンパク質の葉緑体内での局在性をまず述べ、それと関連させながらそれぞれの機能を説明せよ。

問6 植物は黄化芽生えの状態では問5の二つのタンパク質をあまり発現していない。芽生えに光をあてると一日ほどで葉緑体を発達させ、緑色になってくる。この間二つのタンパク質がそれぞれ葉緑体に見いだされるまでに起こる現象を、転写、翻訳、問5で述べたそれぞれの場までの移動について、細胞内の場に言及しながら説明せよ。説明のために図を用いても良い。

平成 21 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 15 問 身体運動科学 (1)

下記の用語の中から 5 つを選び、それぞれについて、身体運動と関連づけて  
10 行以内で説明しなさい。

SP (side population) 細胞

ミオゲニン (myogenin)

自己分泌 (オートクリン)

酸化リン酸化

カルシニューリン

iPS (induced pluripotent stem) 細胞

モータータンパク質

熱ショックタンパク質

酸化ストレス

細胞骨格

平成 21 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 16 問 身体運動科学 (2)

下記の用語の中から 5 つを選び、それぞれについて、身体運動における制御や学習と関連づけて 10 行以内で説明しなさい。

大脳皮質補足運動野

中脳歩行誘発野

外側前庭脊髄路

網様体脊髄路

小脳プルキンエ細胞

背側脊髄小脳路

ミラーニューロン

$\gamma$ アミノ酪酸

一酸化窒素

幻肢

平成 21 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 17 問 身体運動科学 (3)

骨格筋の収縮調節に関する問 I、II の両方に答えなさい。

I. 脊髄前角の運動ニューロンが興奮してからその支配筋が収縮するまでの過程について、関与するイオンチャネル、神経伝達物質、受容体、収縮タンパク質、細胞内小器官、等の役割を中心に、時間的順序に従って簡潔に説明しなさい。なお、下記の用語の中から適当なものを選んで用いること（すべてを用いる必要はない）。

用語： 閾値、Na チャネル、伝導、シナプス小胞、興奮収縮連関、セカンドメッセンジャー、すべり説

II. 次の文章を読み、下の問 (1) ～ (5) に答えなさい。

生体内で収縮中の骨格筋を強制的に伸張すると、すばやい収縮張力の増強が起こる。この効果には、(ア) 筋線維に内在するメカニズムと、(イ) 筋の伸張を受容する固有受容器 A を介した反射の両者が関与していると考えられている。A はまた、運動ニューロンの支配を受けており、この運動ニューロンを介して、(ウ) 筋の等尺性最大張力を増強するはたらきをもつ。一方、腱には別の固有受容器 B があり、(エ) この B も筋の発揮張力の調節に重要な役割を果たしている。

- (1) 下線部 (ア) に関して、次の問に答えなさい。
  - (a) 具体的にどのような仕組みか。
  - (b) どのような実験によってその存在が示唆されるか。
- (2) 下線部 (イ) に関して、次の問に答えなさい。
  - (a) 固有受容器 A の名称は何か。
  - (b) 反射の名称は何か。
  - (c) 反射の経路の概略を図示し、簡単な解説を加えなさい。
- (3) 下線部 (ウ) の仕組みについて簡潔に述べなさい。
- (4) 下線部 (エ) に関して、次の問に答えなさい。
  - (a) 固有受容器 B の名称は何か。
  - (b) 張力発揮の調節の例を一つ上げ、簡潔に説明しなさい。
- (5) 本文にあるような、すばやい筋力調節機構は、どのように身体運動に関わると考えられるか。実例を一つあげて簡潔に述べなさい。

平成 21 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 18 問 身体運動科学 (4)

下記の用語のそれぞれについて、スポーツ医学の観点から 10 行以内で説明しなさい。

エコノミークラス症候群

メタボリック症候群

心臓振盪

頸髄損傷

膝靭帯損傷予防対策



平成 21 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 19 問 身体運動科学 (5)

以下の設問すべてに答えなさい。

I. 以下の各用語をトレーニングが及ぼす影響と関連させて説明しなさい (各用語 3 行以内)。

pennation angle

capillary density

premotor time

II. 身体活動量を簡易に評価する方法を 3 つ挙げ、各評価方法の長所と短所について述べなさい (各方法 3 行以内)。

III. スポーツ選手は、一般に体力要素の向上をねらいとしたトレーニングと、専門種目特有の動作の巧みさを高めるトレーニングを複合的に実施している。その必要性について、過負荷の原理および特異性の原理から述べなさい (10 行以内)。

IV. 安静レベルから最大酸素摂取量レベルまでの運動強度に対して、心拍数はどのように変化するか、またそれはなぜかを説明しなさい (10 行以内)。

V. 安静レベルから最大酸素摂取量レベルまでの運動強度に対して、血中乳酸濃度はどのように変化するか、またそれはなぜかを説明しなさい (10 行以内)。

平成 21 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 20 問 身体運動科学 (6)

次の I と II から、いずれか 1 問を選択して解答しなさい。

I. スポーツ・ダンスや日常生活における人間の動作は、3 次元的に複雑に配列され、時々刻々変動している。この人間の動作を客観的に解析するために、最近では、モーションキャプチャといわれる 3 次元自動データ収集システムが普及している。このモーションキャプチャは、スポーツやダンスの動作解析だけでなく、映画などのコンピュータアニメーションやテレビゲームにおけるキャラクターの動きの再現にも用いられている。このモーションキャプチャにフォースプレートと筋電図を加えて、ダイナミックなスポーツ動作を解析する場合の方法について、次のキーワードを適切に用いて説明しなさい (すべてを用いる必要はない)。

光学式、位置情報、DLT、フィルター、床反力、逆ダイナミクス、関節トルク、筋張力、筋活動、シミュレーション

II. 次の全ての問いに答えなさい。

(1) 次の筋収縮特性について、知っていることを述べなさい。必要であれば、図を使いなさい。

(a) 筋長-筋力関係

(b) 筋力-短縮速度関係

(c) 随意的に筋力を発揮するときの筋の活動水準が(a)及び(b)の各関係に及ぼす影響

(2) 軽く振れているブランコに立って乗っている状態から、下肢の屈伸を使って一定の往復回数内にブランコを大きく振らせたい。それに適した脚の屈伸のタイミングについて、必要であれば図の A~E の記号を用いて述べ、その理由を「筋」、「正の仕事」、「負の仕事」、「向心力」の全ての語を用いて説明しなさい。

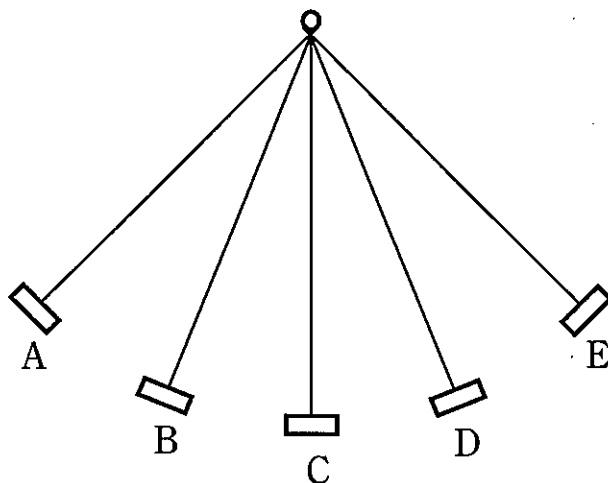


図 ブランコの振れ

平成 21 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 21 問 認知行動科学 (1)

次の 10 の対の用語のうち、6 対を選び、それぞれの用語の意味を、対になっているもうひとつの用語との意味の異同を明確にしながら説明せよ。

- (1) 線条野と線条体
- (2) 盲点と盲視
- (3) 気分状態依存効果と気分一致効果
- (4) パニック障害と広場恐怖
- (5) 自尊感情と自己効力感
- (6) 学習性無力感理論と改訂学習性無力感理論
- (7) 社会的促進と社会的手抜き
- (8) 離巢性 (早成性) と就巢性 (晩成性)
- (9) g 因子と群因子
- (10) 古典的テスト理論と項目反応理論

平成 21 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 22 問 認知行動科学 (2)

以下の問題をよく読んで、問いに答えよ。

I. 乳児に人の顔を認識する能力があるかどうかを検討する実験をしたい。乳児の認知能力を実験によって明らかにするための方法を少なくとも 2 種類挙げながら、実験の具体例を提案せよ。その際、顔認識能力のどの側面を明らかにするためにどのような実験を行うべきか、いくつかに場合分けして論ずることとする。

II. 「概日リズム」とはどのようなものを説明せよ。その際に、以下のキーワードを順不同ですべて用いて、初出時に下線を付すこと。

体内時計    メラトニン    自由継続(フリー・ランニング)リズム    視交叉

III. 日常的な場面における仮説検証と、心理学において仮説を検証する場合との類似点と相違点を考察せよ。その際に、以下のキーワードを順不同ですべて用いて、初出時に下線を付すこと。

帰納推論    反証可能性    ウェイソンの数列課題    統計的仮説検定

平成 21 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 23 問 認知行動科学 (3)

以下の 4 問のうち、3 問を選択して解答せよ。

1. 鳥類のおよそ 90 パーセントは一夫一妻であり、他方、哺乳類のおよそ 95 パーセントが一夫多妻である。この違いがどのような要因に起因するかを説明せよ。  
また、哺乳類の中には、少数ではあるが、一夫一妻の種もいる。一夫一妻の哺乳類の具体例を示し、哺乳類における一夫一妻の成立要因について説明せよ。
2. 人間における認知的性差について、具体例を示し、その成立要因について考察せよ。
3. 霊長類における色覚の進化について説明せよ。
4. 人間における協力行動について、理論研究と実証研究の二つの側面から説明せよ。

平成 21 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 24 問 認知行動科学 (4)

次の各問すべてに答えよ。

I. うつ病の発生や持続について、パーソナリティとストレス領域の合致が仮定されることがある。この仮定について、実証研究を概観せよ。その際に、以下のキーワードを順不同ですべて用いて、初出時に下線を付すこと。

自律性格、喪失、対人的ストレス

II. 不安障害の発生と持続について、行動理論からの説明と認知理論からの説明を比較せよ。そうした理論的な違いが、治療においてどのような違いとなってあらわれるか説明せよ。その際に、エクスポージャー法のとらえ方に対する両理論間の違いについて触れること。

III. 異常心理学においては、病院や施設などで臨床サンプルを対象とする研究と、非臨床サンプルを対象とする研究（アナログ研究）がある。両者の利点と限界について説明せよ。

IV. 幻聴によって生じる苦痛は認知行動療法によって緩和できるとする意見がある。どのような心理的変数に介入することによってそれが可能になるか説明せよ。

平成 21 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 25 問 認知行動科学 (5)

以下の問題をよく読んで、問いに答えよ。

I. 二肢強制選択課題を用いた検出閾測定実験で、階段法を用いたい。系列の進め方に関する手続きを説明せよ。

II. 脳の並列処理に関して、1980 年代に Mortimer Mishkin と Leslie Ungerleider らによって提唱されたモデルや、その後 1990 年代に David Milner と Melvin Goodale らによって提唱されたモデルについて、それぞれの根拠となった実験例を挙げ、両モデルの類似点と相違点を強調しながら、それぞれ説明せよ。

III. 霊長類の視覚情報処理において、二次運動を検出する脳内メカニズムとして考えられるものを挙げよ。

IV. 機能的脳イメージングにおいて、ある刺激に対して生じる知覚と脳の賦活に興味があるとする。刺激変化に応じて変化する脳活動が見つかったときに、ただちにそれを当該知覚の神経相関と結論づけることはできない。

(1) 他のいかなる説明の可能性が考えられるか、具体例を挙げて説明せよ。

(2) 当該知覚の神経相関を見出すためにはどのような方法で実験すべきか、論ぜよ。