

平成28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 総合科目

(平成27年7月18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、生命環境科学系を志望する受験者のためのものである。
2. 本冊子の本文は31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26問から3問を選択して解答すること。
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12問	生物学(4)	○ ○ ○ ○	No.○○○○

6. 日本語または英語で解答すること。
7. 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。
8. 試験の開始後は、中途退場を認めない。
9. 本冊子、解答用紙及び草稿用紙は持ち帰ってはならない。
10. 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 総合科目

## 目次

第1問	物理学 (1)	1 ~ 2
第2問	物理学 (2)	3 ~ 4
第3問	物理学 (3)	5 ~ 6
第4問	物理学 (4)	7 ~ 8
第5問	化学・生化学 (1)	9
第6問	化学・生化学 (2)	10
第7問	化学・生化学 (3)	11
第8問	化学・生化学 (4)	12
第9問	生物学 (1)	13 ~ 14
第10問	生物学 (2)	15
第11問	生物学 (3)	16
第12問	生物学 (4)	17
第13問	身体運動科学 (1)	18
第14問	身体運動科学 (2)	19
第15問	身体運動科学 (3)	20
第16問	身体運動科学 (4)	21
第17問	身体運動科学 (5)	22
第18問	身体運動科学 (6)	23
第19問	認知行動科学 (1)	24
第20問	認知行動科学 (2)	25
第21問	認知行動科学 (3)	26
第22問	認知行動科学 (4)	27
第23問	認知行動科学 (5)	28
第24問	認知脳科学 (1)	29
第25問	認知脳科学 (2)	30
第26問	認知脳科学 (3)	31

平成 28 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 総合科目

第 1 問 物理学 (1) (その 1)

閉曲面  $S$  を壁とする, 体積  $V$  の容器の中に, 質量  $m$  の気体分子が  $N$  個入っている. 気体の圧力の大きさは  $P$  である. 気体分子  $i$  の位置ベクトルと運動量を, それぞれ,  $\mathbf{r}_i$ ,  $\mathbf{p}_i$  ( $i=1,2,\dots,N$ ) とする. また, ボルツマン定数を  $k$  とする. 以下の設問に答えよ.

- (1) 気体分子の運動量と位置ベクトルの内積の和

$$A(t) = \sum_{i=1}^N \mathbf{p}_i \cdot \mathbf{r}_i$$

の時間微分は

$$\frac{dA}{dt} = \sum_{i=1}^N \mathbf{F}_i \cdot \mathbf{r}_i + 2 \sum_{i=1}^N \varepsilon_i$$

となる.  $\mathbf{F}_i$  と  $\varepsilon_i$  は気体分子  $i$  のどのような物理量を表わしているか.

- (2)  $dA/dt$  の長時間平均  $\overline{dA/dt}$  は,  $t_0$  を任意の時刻とすると

$$\overline{\frac{dA}{dt}} = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{t} \int_{t_0}^{t_0+t} \frac{dA}{dt} dt$$

で定義される. 気体分子の運動の範囲および運動量の大きさは有限であるから,  $A(t)$  は有限の値しかとらない. このことに注意して,  $\overline{dA/dt}$  を求めよ.

- (3)  $N$  個の気体分子は同等なので,  $\varepsilon_i$  の長時間平均は  $i$  には依らない  $\bar{\varepsilon}$  となる. したがって,

$$\sum_{i=1}^N \overline{\mathbf{F}_i \cdot \mathbf{r}_i} = [a] \bar{\varepsilon}$$

である.  $[a]$  を求めよ.

- (4) 気体分子同士の間には働く力が無視できるとき, 気体分子に働く力は壁面に衝突する際に壁面から受ける力だけである. その力の大きさは, 単位面積当たり, 気体の圧力の大きさ  $P$  に等しい. したがって,

【次ページにつづく】

平成 28 年度修士課程入学試験問題  
 生命環境科学系 総合科目

第 1 問 物理学 (1) (その 2)

$$\sum_{i=1}^N \overline{\mathbf{F}_i \cdot \mathbf{r}_i} = - \int_S P \mathbf{n} \cdot \mathbf{r} dS = [b] P$$

となる。ここで、 $dS$  は壁面である閉曲面  $S$  上の位置  $\mathbf{r}$  にとった微小面要素である。また、 $\mathbf{n}$  は閉曲面の外向きにとった、 $dS$  の単位法線ベクトルである。[b] を求めよ。

- (5) 設問 (3) と (4) より、 $PV = [c] \bar{\varepsilon}$  となる。[c] を求めよ。  
 (6) 気体の温度が  $T$  のとき、 $\bar{\varepsilon} = [d] T$  となる。[d] を求めよ。  
 (7) 気体分子同士の間働く力が無視できないとき、

$$\sum_{i=1}^N \overline{\mathbf{F}_i \cdot \mathbf{r}_i} = - \int_S P \mathbf{n} \cdot \mathbf{r} dS + \Phi, \quad \Phi = \sum_{i=1}^N \left( \sum_{j \neq i} \overline{\mathbf{F}_{ij} \cdot \mathbf{r}_i} \right)$$

となる。ここで、 $\mathbf{F}_{ij}$  は気体分子  $i$  が気体分子  $j$  から受ける力である。作用・反作用の法則より  $\mathbf{F}_{ji} = -\mathbf{F}_{ij}$  であることに注意すると、

$$\Phi = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \left( \sum_{j \neq i} \overline{\mathbf{F}_{ij} \cdot [\mathbf{e}] } \right)$$

となる。[e] を求めよ。

- (8) 今、 $\mathbf{F}_{ij}$  のポテンシャルエネルギーが

$$U_{ij} = \alpha |\mathbf{r}_i - \mathbf{r}_j|^n$$

であるとする。 $\mathbf{F}_{ij}$  を  $\alpha$ ,  $n$ ,  $\mathbf{r}_i$ ,  $\mathbf{r}_j$  を用いて表わせ。

- (9) 設問 (7) と (8) より、 $\Phi$  を  $\alpha$ ,  $n$ ,  $\mathbf{r}_i$ ,  $\mathbf{r}_j$  を用いて表わせ。  
 (10)  $N$  個の気体分子同士の間働く力にともなう、系全体のポテンシャルエネルギー  $U$  の長時間平均を  $\bar{U}$  とする。 $\Phi$  と  $\bar{U}$  の関係を示せ。

平成 28 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 総合科目

第 2 問 物理学 (2) (その 1)

以下の I, II すべてについて解答せよ.

I. 質量  $m$  を持つ 2 つの質点 1, 2 と, バネ定数  $k$  の 3 つのバネを, 図 1 のように連結し, 滑らかな水平面上に置き, 一直線にして両端を固定する. 平衡の状態では, いずれのバネも伸び縮みのない自然の長さになっているものとする. 2 つの質点の平衡位置からのずれを, 図 1 のように  $x_1, x_2$  とする. 時刻  $t=0$  のときに, 2 つの質点を  $x_1 = a, x_2 = 0$  の位置から, 初速度 0 で静かに放した. このとき, 次の問いに答えよ. ただし, 摩擦, 空気抵抗, および, バネの質量は無視できるものとする.

- (1) 質点 1 と質点 2 についての運動方程式を求めよ.
- (2) 時刻  $t$  における  $x_1 + x_2$  を,  $m, k, t, a$  を用いて表せ.
- (3) 時刻  $t$  における  $x_2 - x_1$  を,  $m, k, t, a$  を用いて表せ.
- (4) 時刻  $t$  における  $x_1, x_2$ , および, 質点 1, 2 の速度  $\frac{dx_1}{dt}, \frac{dx_2}{dt}$  を求めよ.
- (5) 時刻  $t$  におけるこの系の運動エネルギー  $K$  と位置エネルギー  $U$  を求めよ. また, 力学的エネルギーが保存されるかどうかを, 理由とともに答えよ.

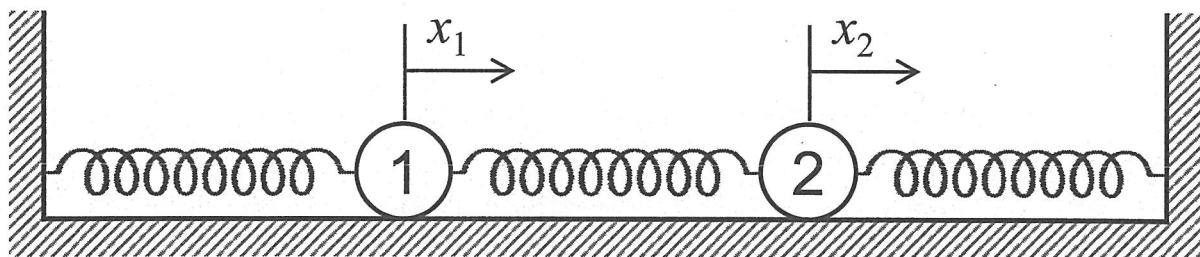


図 1

次のページにつづく

平成 28 年度修士課程入学試験問題  
 生命環境科学系 総合科目

第 2 問 物理学 (2) (その 2)

II. 図 2 のように、水平面から角  $\theta$  だけ傾いた粗い斜面上に、半径  $a$ 、質量  $M$  の一様な質量分布を持つ円柱 (剛体) を置き、時刻  $t=0$  のときに、位置 A で静かに放した。このとき円柱は、斜面の最大傾斜の方向に、中心軸のまわりに回転しながら落下した。ただし、円柱には斜面から大きさ  $F$  の摩擦力が働き、円柱はすべらずに転がり落ちるが、斜面は固定されていて動かないものとする。ここで、時刻  $t=0$  における円柱の重心の位置を原点  $O$  とし、斜面に沿って下向きに  $x$  軸、斜面に垂直上方に  $y$  軸をとり、円柱の重心の座標を  $x$ 、 $y$  とする。また、最大静止摩擦係数を  $\mu$ 、位置  $O$  の高さを  $L$ 、重力加速度を  $g$  とし、空気抵抗は無視できるとする。次の問いに答えよ。

- (6) 円柱の中心軸まわりの慣性モーメント  $I$  が  $\frac{1}{2}Ma^2$  であることを示せ。
- (7) 図 2 のように、円柱の回転角を  $\varphi$  とするとき、 $x$  と  $\varphi$  の関係式を求めよ。ただし、時刻  $t=0$  での回転角  $\varphi$  を 0 とする。
- (8) この円柱の重心の並進運動についての運動方程式と、円柱の重心まわりの回転運動についての運動方程式を求めよ。
- (9) 運動方程式を解き、円柱が斜面上にあるときの  $x$  と  $\varphi$  を、時刻  $t$  の関数として表せ。
- (10) 円柱がすべらずに転がり落ちるための条件を求めよ。
- (11) 時刻  $t$  における円柱の運動エネルギー  $K$ 、位置エネルギー  $U$ 、および、摩擦力がする仕事  $W$  を求めよ。また、力学的エネルギーが保存されるかどうかを、理由とともに答えよ。ただし、重力による位置エネルギーの基準点を位置  $O$  とする。

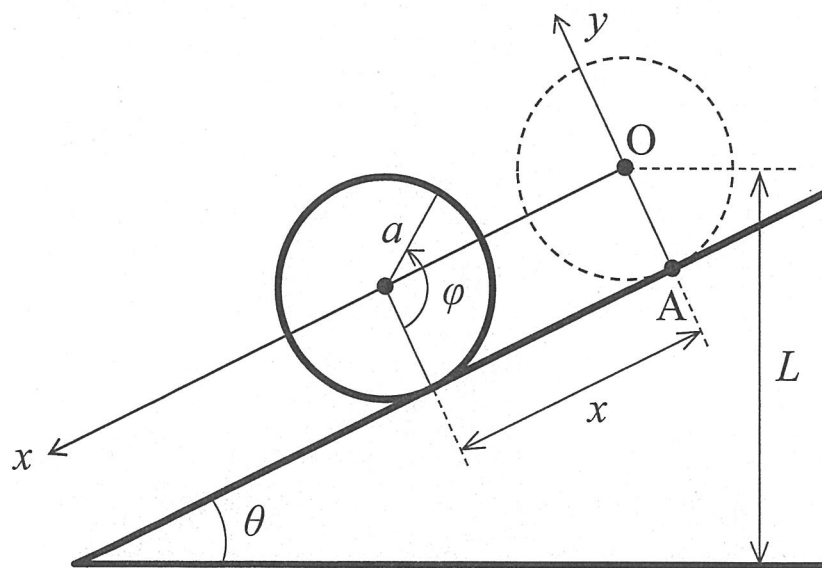


図 2

平成 28 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 総合科目

第 3 問 物理学 (3) (その 1)

以下の問 I, II, III に答えよ。ただし、 $\hbar$  はプランク定数を  $2\pi$  で割った定数である。また、結果だけでなく、導出過程も簡単に記すこと。

I. 質量  $m (> 0)$ , 角振動数  $\omega (> 0)$  の 1 次元調和振動子を考える。正準交換関係  $[\hat{q}, \hat{p}] = i\hbar$  を満たす位置演算子  $\hat{q}$  と運動量演算子  $\hat{p}$  を用いて、演算子  $\hat{a}$  を

$$\hat{a} \equiv \alpha\hat{q} + i\beta\hat{p}, \quad \alpha \equiv \sqrt{\frac{m\omega}{2\hbar}}, \quad \beta \equiv \frac{1}{\sqrt{2m\hbar\omega}} \quad (\text{a})$$

にて定義すると、ハミルトニアン  $\hat{H}$  は次式で与えられる：

$$\hat{H} = \frac{\hbar\omega}{2} (\hat{a}\hat{a}^\dagger + \hat{a}^\dagger\hat{a}). \quad (\text{b})$$

また、演算子  $\hat{n} \equiv \hat{a}^\dagger\hat{a}$  の固有値  $n$  は非負整数値  $0, 1, 2, \dots$  をとり、その規格化された固有ベクトル  $|0\rangle, |1\rangle, |2\rangle, \dots$  は、正規直交基底をなす。

- (1) 状態ベクトルが  $|n\rangle$  であるとき、位置の期待値と運動量の期待値をそれぞれ求めよ。
- (2) 任意の状態ベクトル  $|\psi\rangle$  について  $\Delta\hat{q} \equiv \hat{q} - \langle\psi|\hat{q}|\psi\rangle$ ,  $\Delta\hat{p} \equiv \hat{p} - \langle\psi|\hat{p}|\psi\rangle$  とおくと、任意の実数  $\lambda$  に対してベクトル  $(\Delta\hat{q} + i\lambda\Delta\hat{p})|\psi\rangle$  の自分自身との内積は非負である。このことを利用して不確定性関係

$$(\delta q)^2(\delta p)^2 \geq \frac{\hbar^2}{4} \quad (\text{c})$$

を導け。ただし、 $(\delta q)^2 \equiv \langle\psi|(\Delta\hat{q})^2|\psi\rangle$ ,  $(\delta p)^2 \equiv \langle\psi|(\Delta\hat{p})^2|\psi\rangle$  である。

- (3) 状態ベクトルが  $|n\rangle$  であるとき、 $(\delta q)^2$  と  $(\delta p)^2$  をそれぞれ求めよ。また、 $|n\rangle$  ( $n = 0, 1, 2, \dots$ ) の中に式 (c) の等号を満たす状態があるかどうか答えよ。もしあるとしたらどの状態かも答えよ。

II. ある量子系のハミルトニアン  $\hat{H}$  の固有値  $E_n$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ) と規格直交化された固有ベクトル  $|n\rangle$  が、全て求まっているとする。

- (4) この系の任意の時刻  $t$  における状態ベクトル  $|\psi(t)\rangle$  は、適当な展開係数  $c_n(t)$  を用いて

$$|\psi(t)\rangle = \sum_n c_n(t)|n\rangle \quad (\text{d})$$

と展開できる。 $c_n(t)$  を  $t, \hbar, E_n, c_n(0)$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ) で表せ。

## 第 3 問 物理学 (3) (その 2)

(5)  $\Omega$  を正定数として,  $E_n = n\hbar\Omega$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ) であるとする. そして初期状態は

$$|\psi(0)\rangle = \frac{|2\rangle + |5\rangle + |8\rangle}{\sqrt{3}} \quad (e)$$

とする. 時刻  $t (> 0)$  の状態  $|\psi(t)\rangle$  における全ての可観測量 (オブザーバブル) の期待値が初期状態における期待値と同じ値を持つような  $t$  の 最小値 を求めよ.

III. 半導体の中に電子と正孔 (ホール) のペアを 1 組作ったとする. 正孔は電荷が素電荷  $e (> 0)$  で質量が  $m_h$  の粒子のように, 電子は電荷が  $-e$  で質量が  $m_e$  の粒子のようにふるまい, 両者の間にはたらくポテンシャル  $V(\mathbf{r})$  ( $\mathbf{r}$  は相対座標) は, 半導体の誘電率を  $\epsilon$  (正定数とする) として,

$$V(\mathbf{r}) = -\frac{e^2}{4\pi\epsilon r} \quad (r = |\mathbf{r}|) \quad (f)$$

で与えられると仮定する. スピンを無視して以下の問いに答えよ. ただし, 電子と正孔は, 質量やポテンシャルの違いをのぞくと水素原子の中の電子 (質量  $m$ ) と陽子 (質量  $M$ ) のように扱えとし, 水素原子についての次の結果を用いてよい. 水素原子の電子と陽子の相対座標  $\mathbf{r}$  に対するシュレディンガー方程式は, ラプラシアンを  $\nabla^2$ ,  $\epsilon_0$  を真空の誘電率とすると

$$\left[ -\frac{\hbar^2(M+m)}{2Mm}\nabla^2 - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} \right] \psi(\mathbf{r}) = E\psi(\mathbf{r}) \quad (r = |\mathbf{r}|) \quad (g)$$

であり, 基底状態のエネルギー  $E_1$  と波動関数  $\psi_1(\mathbf{r})$  は

$$E_1 = -\frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 a}, \quad \psi_1(\mathbf{r}) = \frac{1}{\sqrt{\pi a^3}} \exp\left(-\frac{r}{a}\right), \quad \text{ただし } a = \frac{4\pi\epsilon_0 \hbar^2 (M+m)}{Mme^2}. \quad (h)$$

(6) 電子と正孔の束縛状態で, 最も低いエネルギーをもつものの束縛エネルギーを求めよ.

(7) 問 (6) の束縛状態の空間的広がりを目安として,  $r$  の期待値  $\langle r \rangle$  を求めよ.

(8) 実際には, 電子と正孔にはたらく実効的なポテンシャルは,  $r$  の小さいところでは式 (f) からずれている. 簡単のため,  $\lambda$  を正の定数,  $\delta(\mathbf{r})$  を 3次元のデルタ関数として,

$$V(\mathbf{r}) = -\frac{e^2}{4\pi\epsilon r} + \lambda\delta(\mathbf{r}) \quad (i)$$

のように見なせるとしよう. この式の右辺第 2 項により, 最も低いエネルギーをもつ束縛状態の束縛エネルギーがどれだけ変化するかを  $\lambda$  についての 1 次摂動で求めよ.

(9) 水素原子では  $M \simeq 2000m$ ,  $E_1 \simeq -14 \text{ eV}$ ,  $a \simeq 5 \times 10^{-11} \text{ m}$  である.  $m_e \simeq m/20$ ,  $m_h \simeq m/5$ ,  $\epsilon \simeq 10\epsilon_0$  のとき, 問 (6) の束縛エネルギーと問 (7) の  $\langle r \rangle$  の値は, それぞれ何 eV, 何 m になるか, 有効数字 1 桁で答えよ. (eV は「電子ボルト」というエネルギーの単位である.)



平成 28 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 総合科目

第 4 問 物理学 (4) (その 1)

以下の問 I, II の両方に解答せよ。

I. 金属中の電子のモデルとして、一辺が  $L$  の十分大きな立方体の箱の中に閉じ込められた自由電子の集団を考える。電子はスピンに関する縮退があり、一電子の位置の波動関数  $\psi(x, y, z)$  は周期的境界条件  $\psi(x + L, y, z) = \psi(x, y + L, z) = \psi(x, y, z + L) = \psi(x, y, z)$  を満たすものとする。電子の質量を  $m$ , ボルツマン定数を  $k_B$ , プランク定数を  $2\pi$  で割った定数を  $\hbar$  とする。以下の問いに答えよ。

- (1)  $\psi$  の従う時間に依存しないシュレディンガー方程式を書き下し、固有値、固有関数を求めよ。
- (2) 単位体積当たりの電子数が  $n$  個の場合の絶対零度における化学ポテンシャル (フェルミエネルギー)  $\epsilon_F$  を求めよ。
- (3) エネルギー  $\epsilon$  における一電子状態密度  $D(\epsilon)$  が,  $\sqrt{\epsilon}$  に比例することを示せ。
- (4) 温度  $T$  において電子がエネルギー  $\epsilon$  の状態を占める確率は, フェルミ分布関数

$$f(\epsilon) = \frac{1}{\exp\left(\frac{\epsilon - \mu}{k_B T}\right) + 1}$$

に従う。ただし,  $\mu$  は化学ポテンシャルである。十分低温 ( $0 < k_B T \ll \epsilon_F$ ) での分布関数の概形を描け。

- (5)  $\mu, \epsilon_F \gg k_B T$  が成り立つ十分低温では,  $g(\epsilon) = \epsilon^\alpha$  ( $\alpha$  は任意の正定数) に対して, 次のような近似式が成り立つ。

$$\int_0^\infty g(\epsilon) f(\epsilon) d\epsilon \approx \int_0^\mu g(\epsilon) d\epsilon + \frac{\pi^2}{6} (k_B T)^2 \left. \frac{dg(\epsilon)}{d\epsilon} \right|_{\epsilon=\mu}$$

これを用いて低温の化学ポテンシャルを  $D(\epsilon_F)$  と  $D'(\epsilon_F)$  を含む式で表せ。ただし,

$$D'(\epsilon_F) = \left. \frac{dD(\epsilon)}{d\epsilon} \right|_{\epsilon=\epsilon_F}$$

である。

- (6) 問 (5) の近似を用いて,  $\mu, \epsilon_F \gg k_B T$  のときの電子比熱を  $D(\epsilon_F)$  を含む式で表せ。

平成 28 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 総合科目

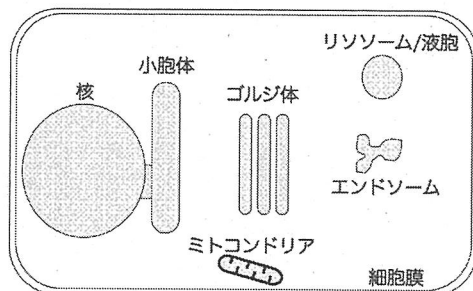
第 4 問 物理学 (4) (その 2)

II. 以下の問 (7)-問 (11) から 三つを選び, それぞれの問いに対して 10 字から 100 字程度を目安として簡潔に答えよ.

- (7) 太陽の表面温度を測る方法を一つ挙げ, その原理を含めて説明せよ.
- (8) ドライアイスの温度を測る方法を一つ挙げ, その原理を含めて説明せよ.
- (9) 発光ダイオードの色を決めている要因は何か説明せよ.
- (10) 磁性を示す物質の多くが遷移元素や希土類元素を含む理由を説明せよ.
- (11) 半導体のキャリアの種類や数を制御する方法を一つ挙げ, 説明せよ.

## 第 5 問 化学・生化学 (1)

- I. 下図は真核細胞内の代表的な細胞小器官 (オルガネラ) を模式的に示している。以下の問いに答えよ。



- (1) 真核細胞にとって、細胞内をオルガネラによって区画化することのメリットを酵素反応の観点から 3 つ述べよ。
- (2) 上図中で内腔の pH が最も低いオルガネラを挙げ、その pH を維持するために機能している酵素を答えよ。また、そのオルガネラの pH が低く保たれていることの生理的意義を 2 つ述べよ。
- (3) ミトコンドリアで ATP が合成される過程について、次の括弧内の 5 つの語句を全て用いて説明せよ。(ATP 合成酵素、NADH、電気化学ポテンシャル、電子伝達系、プロトン)
- (4) サイトゾルで合成されたタンパク質が局在化シグナル依存的に核に輸送される過程と、ミトコンドリアのマトリックスに輸送される過程について、使用される輸送装置が異なるという点以外で、両者の相違点を 1 つ挙げて説明せよ。
- (5) あるタンパク質 A について、翻訳が開始されるアミノ酸の直前に緑色蛍光タンパク質 (GFP) を融合した融合タンパク質として発現させたところ、サイトゾルに局在が認められた。また、タンパク質 A の C 末端に GFP を融合した融合タンパク質として発現させた場合は、小胞体内腔に局在が認められた。このタンパク質 A の C 末端に核移行シグナルを付加して発現させた場合、タンパク質 A は細胞内のどこに局在する可能性が最も高いと考えられるか。理由とともに述べよ。理由の説明がない答案には配点しない。

- II. 以下の (1)~(7)の文章の (a)~(j)の下線部について、誤りがあれば正しい記述に訂正せよ。ただし、下線部が正しい場合は「正しい」と解答せよ。

- (1) コレステロール分子内には環構造が (a) 2 個ある。
- (2) デオキシリボースは、リボースの (b) 5'位のヒドロキシ基が水素に置換されたものである。
- (3) 天然の芳香族アミノ酸のうち、芳香環由来の光吸収が 2 番目に大きいのが (c) フェニルアラニンで、その中性溶液中での吸収極大波長は約 (d) 240 ナノメートル付近にある。
- (4) 生体分子の標識でよく用いられる放射性同位元素として、 $^{125}\text{I}$ 、 $^{(e)}\text{34P}$ 、 $^{(f)}\text{36S}$  などがある。
- (5) グリコーゲンにおいて、グルコースは (g)  $\beta$  (1-4) 結合により重合している。
- (6) 解糖系において 1 分子のグルコースが分解されるとき、全体としては 2 分子の ATP が投入されて (h) 3 分子の ATP と、(i) 4 分子の NADH が得られる。
- (7) タンパク質修飾に用いられるガラニルガラニオールは、(j) シキミ酸 合成系を介して作られている。

平成 28 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 総合科目

第 6 問 化学・生化学 (2)

注意：括弧内の g, aq, s はそれぞれ気体, 水溶液, 固体を意味する。

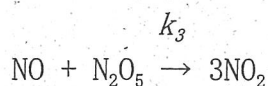
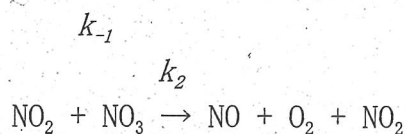
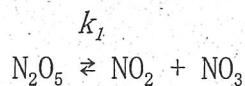
必要に応じて次の値を参照せよ。  $\ln 2 = 0.693$ ,  $\ln 5 = 1.609$ ,  $\ln 298 = 5.697$ ,  
 $\ln 373 = 5.922$ , 気体定数  $R = 8.314 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ ,  $1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$

I. 2.00 モルの  $\text{Ne}(\text{g})$  を  $25.0^\circ\text{C}$ ,  $1.00 \text{ atm}$  から  $100^\circ\text{C}$ ,  $0.200 \text{ atm}$  に可逆的に加熱・膨張させた。この際のエントロピー変化を有効数字 3 桁で求めよ。但し,  $\text{Ne}(\text{g})$  の定圧モル熱容量は  $20.8 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$  とし, 温度に依存しないものとする。また,  $\text{Ne}(\text{g})$  は理想気体であると仮定せよ。

II.  $2.00 \text{ atm}$  の圧力下での水の沸点を有効数字 3 桁で求めよ。但し, 水の蒸発熱は  $40.7 \text{ kJmol}^{-1}$  であり, 温度に依存しないものとする。また, 水蒸気は理想気体であると仮定せよ。

III.  $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$  が  $\text{Fe}(\text{s})$  になる反応,  $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$  が  $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$  になる反応の標準電極電位 (還元電位) は, それぞれ  $-0.036 \text{ V}$ ,  $+0.771 \text{ V}$  である。 $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$  が  $\text{Fe}(\text{s})$  になる反応の標準還元電位を有効数字 2 桁で求めよ。

IV. 五酸化二窒素の熱分解反応  $2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \rightarrow 4\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$  が次の 4 つの素反応からなり, 各素反応の速度定数をそれぞれ  $k_1$ ,  $k_{-1}$ ,  $k_2$ ,  $k_3$  とする。



反応中間体  $\text{NO}_3$  及び  $\text{NO}$  に対して定常状態近似を適用し, 五酸化二窒素  $\text{N}_2\text{O}_5$  の熱分解反応速度を速度定数と  $\text{N}_2\text{O}_5$  の濃度 ( $[\text{N}_2\text{O}_5]$ ) を用いた関係式で表せ。

平成 28 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 総合科目

第 7 問 化学・生化学 (3)

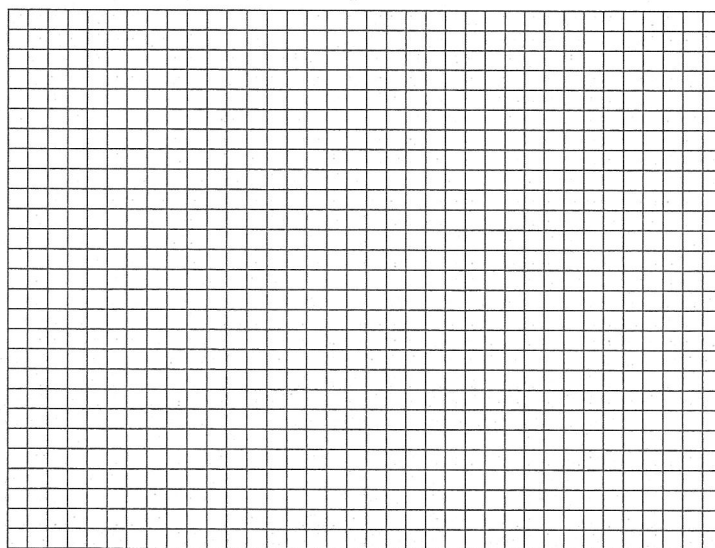
1 次反応では、生成物質の濃度の増加速度が反応物質の濃度に比例する。また、ある型の 2 次反応では、生成物質の濃度増加速度が反応物質の濃度の 2 乗に比例する。1 次反応と 2 次反応について、以下の問いに答えよ。ただし、反応開始時の生成物の濃度は 0 とする。解答は有効数字 3 桁で答え、必要ならば、 $\log 2=0.301$ 、 $\log 3=0.477$ 、 $\log 5=0.699$ 、 $2.303\log x=\ln x$  を使用せよ。

- (1) 反応の時間  $t$  の B の濃度を  $[B]$ 、初濃度を  $[B]_0$  とするとき、上記で示した 1 次反応の速度定数  $k_1$  と 2 次反応の速度定数  $k_2$  を、それぞれ  $[B]_0$ 、 $[B]$  及び  $t$  を用いて示せ。
- (2) 上記で求めた速度定数  $k_1$  及び  $k_2$  の次元を示せ。
- (3) 上記の 1 次反応及び 2 次反応のそれぞれの半減期を、 $k_1$ 、 $k_2$ 、 $[B]_0$  のうち必要なものを用いて示せ。
- (4) 速度定数  $k_1$  及び  $k_2$  を実験的に求める方法を、それぞれ 5 行程度で説明せよ(参考となる図などを用いても良い。図は解答の行数には数えない)。
- (5) ある 1 次反応において、反応物質の 10.0% が変化するのに 1.00 秒を要するとき、反応物質の 90.0% が変化するのに要する時間を求めよ。
- (6) ある物質 P が水溶液中で異性体 Q に変化する反応を考える。P の初濃度は  $200\text{mg}\ell^{-1}$  であり、反応開始後に各時間  $t$  (min) で生成した異性体 Q の濃度は以下の表 1 のような結果であった。必要ならば、問題用紙中の方眼を利用して計算しても良い。
  - (a) この反応の次数を求めよ。
  - (b) この反応の速度定数を求めよ。
  - (c) 物質 P の 25.0% が異性体 Q に変化するのに要する時間を求めよ。

表 1

$t$ (min)	10.0	60.0	100	150
Q の濃度 ( $\text{mg}\ell^{-1}$ )	150	190	194	196

- (7) ある 1 次反応の半減期は  $27.0^\circ\text{C}$  で  $t_1$ 、 $37.0^\circ\text{C}$  で  $t_2$  である。この反応の活性化エネルギーを求めよ。ただし、活性化エネルギーは温度に依存しないと仮定し、反応物質は全て生成物質に変化するとする。気体定数  $R=8.314(\text{J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1})$  とする(参考となる図などを利用して解答しても良い)。



平成 28 年度修士課程入学試験問題  
 生命環境科学系 総合科目

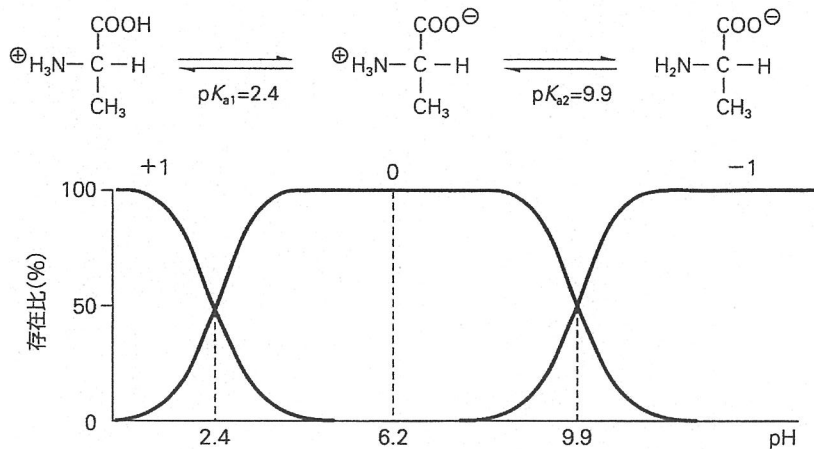
第 8 問 化学・生化学 (4)

I. 天然のタンパク質を構成しているアミノ酸に関連する以下の問いに答えよ。

(1) 下記に該当するアミノ酸の名称と構造式を示せ。但し、名称はカタカナ表記、構造式は電荷を持たない構造で示すこと。

- (a) 不斉炭素をもたないアミノ酸を一つ挙げよ。
- (b) 不斉炭素を複数もつアミノ酸を二つ挙げよ。
- (c) 構造異性体関係にあるアミノ酸を一組挙げよ。
- (d) ヒドロキシ基をもつアミノ酸を三つ挙げよ。
- (e) ベンゼン環をもつアミノ酸を二つ挙げよ。
- (f) 翻訳開始に使われる、硫黄原子をもつアミノ酸を一つ挙げよ。
- (g) イミノ酸に分類されるものを一つ挙げよ。

(2) アラニンの pH 変化に伴う化学種の構造式および存在比の変化を下図に示す。pH 変化に伴うグルタミン酸の化学種の構造式および存在比の変化を下図のように示せ。ただし、グルタミン酸の酸解離定数は  $pK_{a1} = 2.2$ 、 $pK_{a2} = 4.2$ 、 $pK_{a3} = 9.7$  とし、等電点も計算して図に書き込むこと。



II. 生体高分子の分析法に関する以下の問いに答えよ。

(1) 以下の文章の下線部について、誤りがあれば正しい記述に訂正せよ。ただし、下線部が正しい場合には「正しい」と解答せよ。

- (a) ゲルろ過クロマトグラフィーは、分子量の小さい物質が先に溶出される。
- (b) イオン交換体へのタンパク質の吸着メカニズムは、主に疎水性相互作用に由来する。
- (c) 分子量の大きなDNAを電気泳動するときは、ゲル濃度を高くする。
- (d) ウエスタンブロッティングは、特定の配列をもつ核酸の検出に用いる。

(2) SDS-ポリアクリルアミド電気泳動におけるSDSの正式名称を示すとともに、その役割を説明せよ。

(3) タンパク質同士の相互作用を解析するための代表的な手法を一つ挙げ、原理を説明せよ。

平成 28 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 総合科目

第 9 問 生物学 (1) その 1

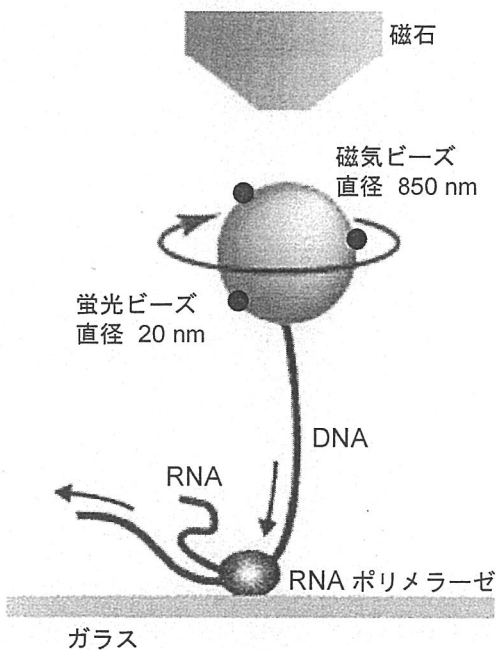
DNA ポリメラーゼと RNA ポリメラーゼに関する以下の問 I - IV に答えよ。

問 I 1953 年にワトソンとクリックが発表した DNA の二重らせん構造のモデルは、DNA 複製の方式を説明することが可能なものであった。DNA 複製の方式とはどのようなものか説明せよ。またそれは DNA の構造のどのような性質に由来するものか述べよ。

問 II DNA ポリメラーゼは新たな DNA 鎖の合成をゼロから開始することはできず、プライマーを必要とする。このことは RNA ポリメラーゼが RNA 鎖の合成をゼロから開始できることと対照的である。DNA ポリメラーゼがプライマーを必要とすることを、DNA ポリメラーゼの校正機能と関連づけて説明せよ。

問 III RNA ポリメラーゼの RNA 合成におけるエラー頻度は約  $10^4$  塩基あたり 1 個で、DNA ポリメラーゼのエラー頻度より約  $10^5$  倍も高い。RNA 合成のエラー頻度が高くても生命活動を維持していくことができるのはなぜだろうか。細胞内の RNA の寿命が短いこと以外に、関連すると思われることを 2 つ以上挙げよ。

問 IV 転写を行っているときの RNA ポリメラーゼと DNA の相互作用のようすを観察した *in vitro* の実験を記した以下の文を読み、小問 (1) - (3) に解答せよ。



まず、RNA ポリメラーゼと 2 本鎖 DNA を、基質のうち 1 種類のヌクレオチドを含まない溶液で転写を開始させ、いったん停止させた転写複合体をつくる。この転写複合体の RNA ポリメラーゼをガラス表面に固定する。DNA の下流端を磁気ビーズに“糊付け”して結合させる。この磁気ビーズには、非常に小さな蛍光ビーズを数個結合させ、回転観察のための目印とする。真上に磁石を置き、回転の邪魔にならない程度の弱い力で上方向に引っ張り、磁気ビーズのブラウン運動を制限する。ここに 4 種類のヌクレオチドを含む溶液を静かに流し込んで蛍光顕微鏡で観察すると、ビーズは上から見て時計回りにくるくと回転した。

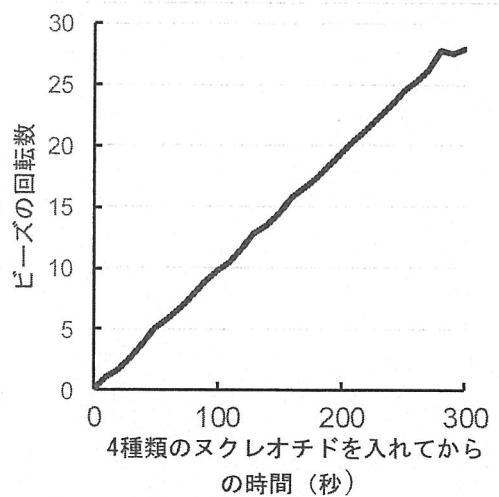
(次のページに続く)

平成 28 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 総合科目

第 9 問 生物学 (1) その 2

- (1) 文中の下線部について、RNA ポリメラーゼと 2 本鎖 DNA を混ぜてから、RNA ポリメラーゼと DNA の間ではどのような相互作用があり、転写が停止した状態の複合体を形成するに至ったと想定されるか、順を追って説明せよ。
- (2) 2 本鎖 DNA の下流端と磁気ビーズとの“糊付け”には、炭素間の共有結合による化学架橋が含まれている。この実験で回転を見るために、DNA と磁気ビーズの間の“糊付け”が複数箇所あることが重要な鍵となるが、その理由を述べよ。

- (3) 右のグラフは、ビーズの回転を観察し、その回転数を時間に沿って表したものである。これと同じ溶液条件で、転写反応により RNA ポリメラーゼが 2 本鎖 DNA 上を下流端に向かって進行する速度は約 1 塩基/秒であった。これらの結果から、転写反応中に RNA ポリメラーゼが DNA 上をどのように進行すると考えられるか、DNA 二重らせん構造と関連させて述べよ。





平成 28 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 総合科目

第 10 問 生物学 (2)

生体膜に関する以下の問 I - V に答えよ。

- 問 I 真核細胞は細胞膜によって細胞の内と外に仕切られ、また細胞内に存在する細胞小器官も膜によって仕切られている。それらの生体膜は、主に脂質とタンパク質から構築されている。生体膜の基本構造について説明せよ。
- 問 II 生物が生育している通常的环境下では、生体膜は流動的であり、その流動性は膜を構成している脂質（膜脂質）に結合した脂肪酸に依存する。生体膜の流動性に対して、膜脂質に結合している脂肪酸の鎖長や不飽和度（二重結合の数）はどのような影響を及ぼすか、理由も含めて説明せよ。
- 問 III 生体膜は物質の拡散による自由な通過を制限している。そのため、生体膜を横切って特定の物質を輸送する場合には、チャネル、トランスポーター、ポンプと呼ばれる膜タンパク質を利用して輸送しなければならない。チャネル、トランスポーター、ポンプについて、具体的な輸送タンパク質の例を 1 つずつ挙げ、各々の輸送タンパク質による物質輸送の特徴について、輸送の方向性とエネルギー要求性の観点から説明せよ。
- 問 IV 葉緑体は二重の包膜によって仕切られ、その内部にはチラコイド膜と呼ばれる膜が発達している。葉緑体の膜は、他の生体膜とは異なり、リン脂質ではなく糖を結合した糖脂質が主成分であるという特徴をもっている。葉緑体の膜が糖脂質を主成分とすることは、植物が生きて行く上でどのような利点があると考えられるか、理由も含めて説明せよ。
- 問 V 生体膜に存在するタンパク質複合体は、一般に膜の中に一様に分布するのではなく、不均一に分布していることが多く、膜の外層と内層における脂質の分布にも非対称性がある。葉緑体から容易に単離できるチラコイド膜を用いて、タンパク質複合体の分布の不均一性や、脂質の分布の非対称性を調べるには、どのような実験を行えばよいか。各々について説明せよ。

平成 28 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 総合科目

第 11 問 生物学 (3)

動物の細胞分化に関する次の文を読み、以下の問 I-VI に答えよ。

近年、幹細胞を用いた再生医療研究が広く行われている。例えば、ES/iPS細胞、あるいは組織幹細胞から望む臓器や器官に分化させ、それらを患者に移植することによって、失われた機能を回復させることが可能となる。ただ、臓器・器官の種類によっては、幹細胞からの分化は必ずしも容易でなく、誘導法の確立が課題となっている。

問 I 幹細胞の定義は何か。二つの点を挙げ、記せ。

問 II 以下の臓器・器官のうち、主に内胚葉から分化するものをすべて選べ。

胃、骨格筋、肝臓、心臓、腎臓、腸、軟骨、脳、肺、末梢神経

問 III 外分泌器官として膵臓はどのような酵素を分泌するか。また、これらの酵素はヒトにおいてどの器官に放出されるか。酵素名と器官名を記せ。

問 IV ES/iPS細胞から望む組織に分化する場合、一般には一種類の薬剤処理だけでは十分でないことが多い。ここで、複数の薬剤処理によってES/iPS細胞から脳の組織を誘導することを考える。

- (1) 脊椎動物胚において、神経誘導には細胞内シグナル伝達経路の一つであるBMPシグナルの制御が必要である。また、脳・脊髄の部域化には、胚の前後軸形成に関わるWntシグナルやレチノイン酸シグナルなどが重要な役割を果たす。このようなシグナルは脳や脊髄の部域化にどのように関わっているかを記せ。
- (2) 以上をもとに、遺伝子導入を行わずに脳の組織をES/iPS細胞から分化させる方法を考案し、その方法を記せ。

問 V 幹細胞からある種類の細胞に分化させる際、分化していない、あるいは他の種類の細胞に分化した細胞の混在が問題となる。このとき、望む種類の細胞だけを選別する方法としてどのようなものが考えられるか。適当な方法2つについて概略をそれぞれ記せ。

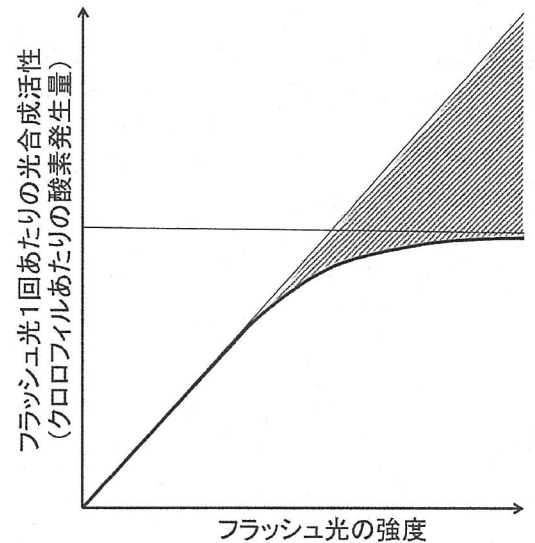
問 VI 移植治療を行う目的で、膵臓の一部を構成する膵島（ランゲルハンス島）を幹細胞から誘導することを考える。一般に、移植に必要な膵島は体重1kgあたりおおむね10,000個とされている。膵島を構成する細胞が1,000個、iPS細胞から膵島となる細胞を誘導できる比率が細胞全体の20%であるとして、60kgのヒトの糖尿病治療を行うためには、何個の幹細胞を準備する必要があるか。 $A \times 10^B$ 個のように記せ。なお、用意した幹細胞の細胞数は、誘導の処理によって20倍に増えるものとする。

平成 28 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 総合科目

第 12 問 生物学 (4)

以下の文を読み、問 I-VI に答えよ。

光合成は、さまざまな光環境で光エネルギーを利用して植物型生命を支えている重要な反応である。弱い光の環境では効率よくエネルギーを集め、強い光の環境では過剰な光エネルギーを捨てることができる。右の図は、藻類細胞を用いて、照射する光の強度と光合成の関係を調べた結果を概念的に示したものである。この実験では、光を利用する明反応と、その後の暗反応を分けるために、10 マイクロ秒程度のフラッシュ光と適切な暗期 (20 ミリ秒程度) を組み合わせて、繰り返し光照射した。また、光合成に必要な  $\text{CO}_2$  を十分に与えてあり、この結果は明反応の光依存性を示すと考えてよい。また、呼吸についても考慮する必要はない。



問 I クロロフィル以外の光合成色素を 2 つ挙げよ。

問 II 適切な間隔の暗期をおくと、フラッシュ 1 回あたりの酸素発生量が最大になることが知られている。このことが示す暗反応の特徴を述べよ。

問 III 弱い光条件のとき、光強度と光合成活性 (酸素発生) の関係は直線的になる。この直線の傾きは、生物種や生育条件に依存する。この直線的な関係の傾きを決める一般的な要因を述べよ。

問 IV フラッシュ光を強くすると、光合成色素が吸収する光エネルギーは一定の比率で増加するが、光合成活性の増加は頭打ちになる。この光飽和条件での光合成反応量は、細胞に含まれる光合成色素分子の数百分の 1 が吸収する光エネルギーに相当することが知られている。これは光合成色素のごく一部だけが光化学活性をもち、残りの色素は光エネルギーを集めるだけの役割をもつことによる。このような色素の役割の分業は光合成では一般的であるが、その利点を述べよ。

問 V 光合成色素の光の吸収率が一定であると、強い光条件で吸収される光エネルギーは、光合成の反応量を越えることになる (図の斜線部分)。このような過剰な光は、傷害を引きおこしやすい。生物がこのような過剰な光エネルギーを安全に捨てるしくみを述べよ。

問 VI 多くの陸上植物の緑葉を観察すると、強い光条件で光の吸収率を下げる応答を示すことがわかる。この応答とはどのようなものか述べよ。

平成 28 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 総合科目

第 13 問 身体運動科学 (1)

以下の設問すべてに答えなさい。

- I. 骨格筋および肝臓では血糖（グルコース）を細胞内へと取り込んだ後、その多くをグリコーゲンに変えて貯蔵している。このようにグルコースではなくグリコーゲンへと変換することで得られるメリットについて説明しなさい。
- II. 運動直後に糖質を摂取した場合の筋グリコーゲンの合成量は、運動終了数時間後に糖質を摂取した場合に比べて多いことが知られている。このことから、運動後の筋グリコーゲン回復のためには、運動終了後できるだけ速やかに糖質を摂取することが勧められている。なぜ運動終了直後に糖質を摂取することで筋グリコーゲンの回復が早まるのか、そのメカニズムについて説明しなさい。
- III. 走運動中や走運動後の血中乳酸濃度を測定する際に、指から採血した場合と耳から採血した場合とでは血中乳酸濃度に差が出るのが考えられる。この理由について説明しなさい。
- IV. 1分間の高強度運動直後から15分後まで血中乳酸濃度を測定した場合に、高強度運動が水泳運動の場合と走運動の場合とで比較すると、血中乳酸濃度は異なる変化パターンを示すと考えられる。このことについて理由も含めて説明しなさい。
- V. 1分間の高強度走運動後に低強度の走運動をすると、運動後の血中乳酸濃度の変化は高強度走運動後に何も運動しない場合と比較してどうなるか、理由も含めて説明しなさい。

平成 28 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 総合科目

第 14 問 身体運動科学 (2)

以下の設問すべてに答えなさい。

I. 歩行や走行を司る神経機構と障害物をまたぎ越える動作を司る神経機構について、比較しながら簡潔にまとめて述べなさい。

II. 以下の文章(1)～(7)から、間違っている記述を含むものを4つ選び、間違っている理由をそれぞれ2行程度で述べなさい。5つ以上選んだ時には無効解答とする。

- (1) グルタミン酸は、脳の大部分の抑制性シナプスで化学伝達物質としての機能を果たしている。
- (2) 筋紡錘からの Ia 求心性入力によって生じる伸張反射は、伸筋に特有の反射である。
- (3) 大脳皮質 1 次運動野は体部位の再現があるが、細胞構築上は第 4 層が未発達である。
- (4) パーキンソン病やハンチントン舞踏病は、主として大脳基底核の障害により生じる。
- (5) 小脳正中部の障害は、筋緊張の低下、立位姿勢の障害および歩行失調を生じる。
- (6) 歩行運動におけるリズムの生成には視交叉上核の働きが重要である。
- (7) 運動の学習には、脳内でシナプス伝達の長期増強が寄与し、一方、長期抑圧は記憶を忘却する際にのみ関係する。

平成 28 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 総合科目

第 15 問 身体運動科学 (3)

次の文章を読み、下の問 (1) ~ (4) に答えなさい。

アカゲザルの片脚の大腿四頭筋に、あるタンパク質 A をコードする遺伝子を体細胞導入し、A を強制的に発現させた。この遺伝子は、筋を構成するすべての筋線維に等しく導入された。数ヶ月後に両脚の大腿四頭筋から標本を採取し、それらの横断切片の光学顕微鏡像を得た(下図)。これらの切片には、タイプ I 線維、タイプ IIb 線維、タイプ IIa 線維の順に濃く染色されるような処理をほどこしてある。遺伝子を導入した筋(処理側)と、反対側(対照側)の比較から、遺伝子導入によって、筋にはレジスタンストレーニングを長期間行った場合と同様の変化が生じることがわかった。

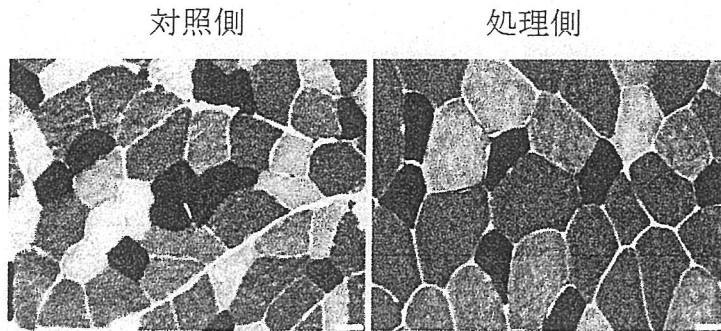


図 筋横断切片の顕微鏡像。倍率は左右で同じ(右下のバーは  $20 \mu\text{m}$ )。

- (1) タイプ I 線維、タイプ IIa 線維およびタイプ IIb 線維の特徴に関して、(a) 力学的特性、(b) エネルギー代謝、(c) 筋線維を構成するタンパク質、のそれぞれの観点から説明しなさい。
- (2) 図の顕微鏡像から、長期的なレジスタンストレーニングは筋を構成する筋線維のサイズにどのような変化をもたらすと考えられるか。
- (3) タンパク質 A のはたらきは、(ア) 筋線維に直接作用する、(イ) 筋線維に作用するタンパク質 B のはたらきを阻害する、のいずれかと考えられる。(ア)、(イ) のそれぞれの場合につき、「筋線維への作用」の具体例、および A と B の候補となりうるタンパク質の名称を挙げなさい。
- (4) 対照側の顕微鏡像を注意深く観察し、筋収縮の神経支配の観点から、この筋を対象とした高強度レジスタンストレーニングによって筋肥大効果を得るために必要な負荷強度を推定しなさい。負荷強度は等尺性最大筋力に対するおよその割合(%MVC)で示し、その推定の根拠を説明すること。ただし、以下を前提条件とする。
  - ・ 図は大腿四頭筋の平均的な画像である。
  - ・ 図に示される筋線維はすべて異なる運動単位に属している。
  - ・ 横断面積当たりの収縮張力は筋線維タイプによらず一定である。
  - ・ タイプ II 線維 1 本の平均横断面積は、タイプ I 線維のその 1.5 倍である。
  - ・ 速筋線維群の半数の線維に肥大が起こる必要がある。

平成 28 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 総合科目

第 16 問 身体運動科学 (4)

以下の設問すべてに答えなさい。

- I. 生活習慣病に対する運動療法について、スポーツ医学の観点から知るところを述べなさい。
  
- II. スポーツ競技者に対するメディカルチェックについて知るところを述べなさい。
  
- III. スポーツにおける脊髄損傷の病態、発症の原因、予防法について知るところを述べなさい。
  
- IV. スポーツ外傷・障害で治療を行っている選手が競技に復帰するための条件にはどのようなものがあるか、知るところを述べなさい。

平成 28 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 総合科目

第 17 問 身体運動科学 (5)

以下の設問すべてに答えなさい。

I. 下の図は、バドミントンの熟練者におけるスマッシュ動作時の筋電図波形を示す。

図を参照し、以下の問(1)～(4)に答えなさい。

- (1) 図中の①～⑤に示す筋の日本語名を書きなさい。
- (2) ①および②の筋について、インパクト時刻付近における筋活動の特徴を説明しなさい。
- (3) ③および④の筋の機能について説明しなさい。
- (4) ⑤は肩甲骨に付着する筋である。バドミントンのスマッシュ動作におけるこの筋の機能について説明しなさい。

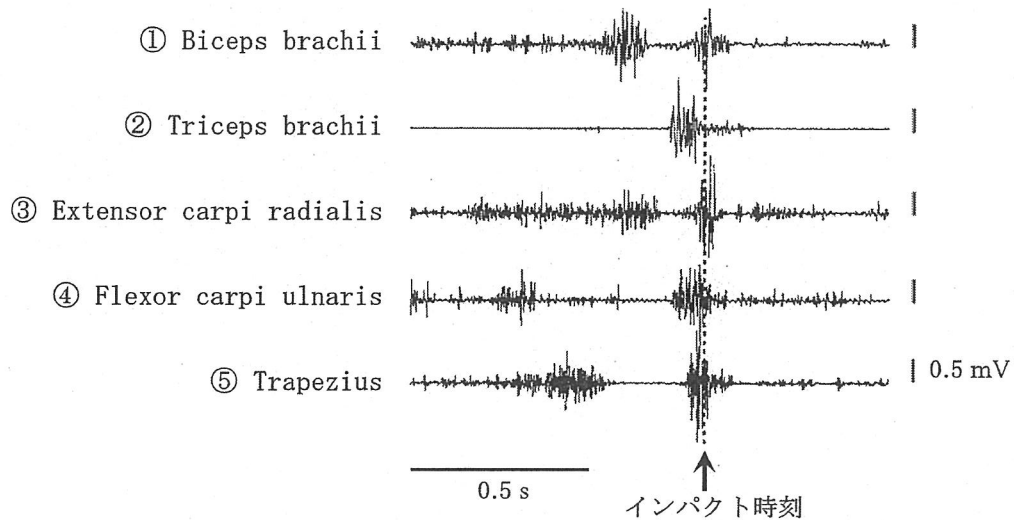


図 バドミントンにおけるスマッシュ動作時の筋電図波形

- II. ヒト生体の外側広筋における「固有筋力 (specific tension)」の測定および算出方法について説明しなさい。併せて、その測定および算出方法に関する留意点についても説明しなさい。
- III. 足関節 (足底屈筋群) の柔軟性を評価する方法を 2 つ挙げ、それぞれの具体的方法および実施上の留意点について説明しなさい。



平成 28 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 総合科目

第 18 問 身体運動科学 (6)

以下の設問すべてに答えなさい。

I. 次の(1)～(4)で示した用語の対について、各対の意味の違いを説明しなさい。

- (1) Kinetics・Kinematics
- (2) 力積・角力積
- (3) 順動力学・逆動力学
- (4) 質量中心・圧力中心

II. 光学式モーションキャプチャシステムおよび床反力計を用いて、歩行中の足関節の力学的挙動を解析したい。下の問(1)～(5)に答えなさい。ただし、以下を前提条件とする。

- ・足(くるぶしより下の身体部位)と靴はそれぞれ剛体とする。
- ・歩行中、足と靴は一体となって動くものとする。
- ・歩行は矢状面上の動きに近似できるものとし、矢状面上に限定した2次元解析を行うものとする。

(1) 足と靴を合わせたセグメント(以後、足部セグメントと呼ぶ)の質量中心周りの慣性モーメントの算出方法について説明しなさい。なお、足と靴の質量中心間の距離、足と靴のそれぞれの質量および質量中心周りの慣性モーメントは既知とする。

(2) 足部セグメントの運動方程式を記述しなさい。式中の各種の定数や変数については何を示したものか分かるようにしておくこと。なお、足部セグメントの質量、質量中心位置、質量中心周りの慣性モーメントは既知とする。

(3) 足関節トルクの算出方法について、足部セグメントの運動方程式を用いて説明しなさい。

(4) 足関節トルクパワーの算出方法について説明しなさい。

(5) 足関節仕事の算出方法について説明しなさい。

平成 28 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 総合科目

第 19 問 認知行動科学 (1)

以下の 3 問すべてについて解答せよ。

I. ヒトはヒト上科 (ヒトと類人猿を含む分類群) の中で唯一、共同繁殖 (協同繁殖) する種である。

(1) 狩猟採集社会など小規模伝統社会における共同繁殖について、その特徴を具体的に説明せよ。

(2) ヒト上科以外の霊長類やその他の哺乳類でみられる共同繁殖について説明せよ。

II. ヒトの思春期について、進化人類学、発達心理学、精神医学のそれぞれの観点から説明せよ。

III. 動物の形態・行動・生活史等における性差を説明する進化理論として性選択 (性淘汰) がある。性選択について 10 行以内で説明せよ。

平成 28 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 総合科目

第 20 問 認知行動科学 (2)

以下の 3 問すべてについて解答せよ。

I. 性格 5 因子論 (ビッグファイブ論) における神経症傾向 (Neuroticism) と協調性 (Agreeableness) について、その心理学的メカニズムと生物学的メカニズムを説明せよ。

II. Gray, J. A. が提唱した行動抑制系 (Behavioral Inhibition System: BIS) と行動賦活系 (Behavioral Activation System: BAS) について、その違いを明らかにしながら説明せよ。また、それぞれの系と精神病理の関係について説明せよ。

III. 認知バイアスが妄想の形成と持続にどのような影響を与えるか説明せよ。その際に、以下のキーワードを順不同ですべて用い、初出時に下線を付すこと。

原因帰属、過誤記憶、結論への飛躍、心の理論

平成 28 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 総合科目

第 21 問 認知行動科学 (3)

以下の 3 問のうち 2 問について解答せよ。

I. 情動の理論のうち、末梢起源説、中枢起源説、2 要因説について、それぞれで仮定されている神経機構も含めて理論の内容を説明せよ。また、現代の諸知見を統合すると、どの理論がもっとも人間の情動のモデルとしてふさわしいかを論ぜよ。

II. 強化学習モデルについて、他の学習モデルとの違いを明確にしながら説明せよ。また、強化学習モデルが有効に活用されている研究例を、認知科学（心理学・神経科学も含む）の分野から 1 例をあげ、その内容を説明せよ。

III. 行動生物学的な研究において、A.近縁種との比較研究と、B.系統上は遠く離れた種との比較研究には、それぞれ長所と短所がある。具体的な研究例を A,B についてそれぞれ 1 つあげ、それぞれの長所と短所を論ぜよ。

平成 28 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 総合科目

第 22 問 認知行動科学 (4)

以下の 2 問すべてに解答せよ。

I.

- (1) ドーパミンが分泌されてヒトの脳機能に影響を及ぼすメカニズムを、具体的な脳の部位を挙げて説明せよ。
- (2) ドーパミンがヒトの知覚や認知に及ぼす効果を調べる方法を、具体的な例を挙げて説明せよ。

II.

ヒトの視覚系における腹側系と背側系の機能を述べ、ヒトの視覚が、機能にもとづいて単純に分類されたこの 2 つの経路では、必ずしも説明できないことを示す例を挙げよ。

第 23 問 認知行動科学 (5)

以下の 3 問すべてについて解答せよ。

- I. 精神物理学的測定法を 3 つ以上挙げ、それぞれの具体的な方法について説明せよ。
- II. 視知覚の研究において正弦波縞刺激を用いることの長所と短所を述べよ。
- III. 視知覚における「恒常性」のメカニズムについて説明せよ。

第 24 問 認知脳科学 (1)

Answer either in Japanese or English.

Describe the basic steps involved in inhibitory synaptic transmission, beginning with the arrival of an action potential at the presynaptic terminal. What feature renders this synaptic transmission to be inhibitory?

第 25 問 認知脳科学 (2)

Answer all of the following questions. Answer either in Japanese or English.

Neurons in the nervous system often show correlated (synchronous) activity.

- (1) Provide an example of correlated activity and describe how it can be measured.
- (2) Describe two or more mechanisms that can generate correlated activity.
- (3) Explain how correlated activity is thought to affect signal processing in circuits or cognitive functions.



第 26 問 認知脳科学 (3)

Answer either in Japanese or English.

Describe circadian rhythms using the following words:

suprachiasmatic nucleus, light, behavior, sleep, clock gene