

平成30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29年7月22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30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
第10問	生物学 (2)	14
第11問	生物学 (3)	15
第12問	生物学 (4)	16
第13問	身体運動科学 (1)	17
第14問	身体運動科学 (2)	18
第15問	身体運動科学 (3)	19
第16問	身体運動科学 (4)	20
第17問	身体運動科学 (5)	21
第18問	身体運動科学 (6)	22
第19問	認知行動科学 (1)	23
第20問	認知行動科学 (2)	24
第21問	認知行動科学 (3)	25
第22問	認知行動科学 (4)	26
第23問	認知行動科学 (5)	27
第24問	認知脳科学 (1)	28
第25問	認知脳科学 (2)	29
第26問	認知脳科学 (3)	30

平成 30 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)

N 個のユニットからなる一次元系がある。各ユニットは h 状態か、あるいは c 状態をとる。系の状態 E は各ユニットの状態の並びで表記される。たとえば、 $N=2$ の系がとる 4 つの状態は、 hh, hc, ch, cc となる。ユニットの番号を付けて表記すると、 $h_1h_2, h_1c_2, c_1h_2, c_1c_2$ となる。系が状態 E をとる確率は $P(E)$ である。また、すべてのユニットが c 状態である系の状態を、統計的重率を求めるときの基準状態とする。系は平衡状態にあるものとして、以下の設問に答えよ。

- (1) $N=3$ の系の状態について、 ccc 以外の状態をすべて答えよ。
- (2) 隣接するユニット同士の間には相互作用が存在する。そのため、 h 状態の隣のユニットは c 状態の隣のユニットよりも h 状態をとりやすい。この性質により、 $N=3$ のとき、以下の関係式が成り立つ。

$$s = \frac{P(hhc)}{P(hcc)} = \frac{P(chh)}{P(cch)} = \frac{P(chh)}{P(chc)} = \frac{P(hhc)}{P(hch)} = \frac{P(hhh)}{P(hhc)} = \frac{P(hhh)}{P(chh)}$$

$$\sigma s = \frac{P(hcc)}{P(ccc)} = \frac{P(chc)}{P(ccc)} = \frac{P(cch)}{P(ccc)} = \frac{P(hch)}{P(hcc)} = \frac{P(hch)}{P(cch)}, \quad \sigma \ll 1$$

2 つの状態の確率の比 $P(hhh)/P(hch)$ の値を s と σ を用いて表せ。

- (3) ある状態の統計的重率とは、基準状態の確率で規格化した、その状態の確率である。 hhc 状態と hch 状態の統計的重率を、それぞれ、 s と σ を用いて表せ。
- (4) h 状態のユニットが連続した領域を h 領域と呼ぶ。 hhc 状態と hch 状態はともに h 状態のユニットを 2 つもつが、 h 領域の数は両者で異なり、前者は 1 つで後者は 2 つである。 hhc 状態の統計的重率は hch 状態の統計的重率の何倍かを答えよ。
- (5) $N=3$ の系の分配関数 Z_3 を s と σ を用いて表せ。
- (6) $N > 4$ のとき、(2) で示した s と σs に関する式は次のようになる。

$$s = \frac{P(Q_{1,i-1} hhc Q_{i+3,N})}{P(Q_{1,i-1} hcc Q_{i+3,N})} = \frac{P(Q_{1,i-1} chh Q_{i+3,N})}{P(Q_{1,i-1} cch Q_{i+3,N})} = \frac{P(hhc Q_{4,N})}{P(hcc Q_{4,N})} = \frac{P(Q_{1,N-3} chh)}{P(Q_{1,N-3} cch)}$$

$$\sigma s = \frac{P(Q_{1,i-1} chc Q_{i+3,N})}{P(Q_{1,i-1} ccc Q_{i+3,N})} = \frac{P(hc Q_{3,N})}{P(cc Q_{3,N})} = \frac{P(Q_{1,N-2} ch)}{P(Q_{1,N-2} cc)}, \quad \sigma \ll 1 \quad (i = 2, 3, \dots, N-3)$$

【次のページにつづく】

平成 30 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)

ここで、 $Q_{m,n}$ は m 番目から n 番目までのユニットの状態の並びを表す。したがって、たとえば、 $Q_{1,2} = c_1 c_2$ 、 $Q_{6,6} = h_6$ のとき、 $Q_{1,2} h h c Q_{6,6}$ は $c_1 c_2 h_3 h_4 c_5 h_6$ という系の状態を表す。この関係式が成り立つとき、 N 個のユニットの中で k 個のユニットが h 状態で、それらが j 個の h 領域に分かれている系の状態は、すべて同じ統計的重率をもつ。その重率の値を s 、 σ 、 j 、 k を用いて表せ。また、そのような状態の数 $\Omega(j, k)$ を j 、 k 、 N を用いて表せ。

(7) N 個のユニットからなる系の分配関数 Z_N を s 、 σ 、 j 、 k 、 $\Omega(j, k)$ を用いて表せ。必要なら、 h 領域の最大数を $JN(k)$ とせよ。 $JN(k)$ は N と k の関数である。

(8) h 状態のユニットの数 k の統計力学的平均 $\langle k \rangle$ は

$$\langle k \rangle = \frac{\sum_{k=0}^N \sum_{j=0}^{JN(k)} (\text{IアI})}{Z_N} = \frac{\partial (\ln Z_N)}{\partial (\text{IイI})} \quad \text{となる。【ア】と【イ】を求めよ。}$$

(9) h 領域の数 j の統計力学的平均 $\langle j \rangle$ は

$$\langle j \rangle = \frac{\sum_{k=0}^N \sum_{j=0}^{JN(k)} (\text{IうI})}{Z_N} = \frac{\partial (\ln Z_N)}{\partial (\text{IえI})} \quad \text{となる。【う】と【え】を求めよ。}$$

(10) $N \gg 1$ のとき、 $\ln Z_N = N \ln \lambda$ 、 $\lambda = \frac{(1+s) + \sqrt{(1-s)^2 + 4\sigma s}}{2}$ となる。 h 状態にあるユニ

ットの割合 θ は

$$\theta(s, \sigma) = \frac{\langle k \rangle}{N} = \frac{s}{2\lambda} (\text{IオI}) \quad \text{となる。【オ】を } s, \sigma \text{ を用いて表せ。}$$

(11) 横軸に s 、縦軸に θ をとり、 $\sigma \ll 1$ と $\sigma = 1$ の場合について、 $\theta(s, \sigma)$ の曲線を描け。2 つの曲線は重ねて描くこと。

(12) $\langle j \rangle$ は $s = 1$ のとき最大値 J_m をとる。 J_m と σ との関係を示せ。

平成 30 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. 図 1 のように、水平な床の上で振動するばね振子を考える。ばねの一端は壁に固定され、他端には質量 m のおもりが連結されている。ばね定数を k ($k > 0$)、平衡の位置 O からのおもりの変位を x (右向きを正)、おもりの速度を v とする。おもりに、速度 v に比例する抵抗力 $-2m\beta v$ (定数 $\beta > 0$) が働くものとする。また、おもりは質点とみなし、ばねの重さは考えないものとする。いま、平衡の位置からおもりを引っ張って、ばねを a だけ伸ばしたあと、時間 t が 0 のときに静かにおもりを放した。このあとの時刻 t におけるおもりの位置 $x(t)$ と速度 $v(t)$ を求めよう。

- (1) おもりについての水平方向の運動方程式を求めよ。
- (2) この運動方程式の一般解を求めるために、 $x = e^{\lambda t}$ とおく (λ は一般に複素数)。これを(1)で求めた運動方程式に代入して、 λ を求めよ。ただし、 $\beta < \sqrt{\frac{k}{m}}$ を満たすものとする。また、虚数単位は i とする。
- (3) おもりについての水平方向の運動方程式の一般解は、(2)で得られた 2 つの λ をそれぞれ λ_1, λ_2 としたとき、 $x(t) = C_1 e^{\lambda_1 t} + C_2 e^{\lambda_2 t}$ の形で表される (ただし、 C_1, C_2 は任意定数)。これを用いると、おもりの位置は

$$x(t) = \boxed{\text{ア}} \cos(\boxed{\text{イ}} t + \alpha), \text{ ただし, } \tan \alpha = \boxed{\text{ウ}}$$
 となる。また、おもりの速度は

$$v(t) = \boxed{\text{エ}} \sin(\boxed{\text{オ}} t)$$
 となる。 $\boxed{\text{ア}}$ から $\boxed{\text{オ}}$ を求めよ。ただし、 $\omega = \sqrt{\frac{k}{m} - \beta^2}$ とおいてもよい。
- (4) 横軸を t 、縦軸を x として、おもりの位置 $x(t)$ のグラフを描け。また、横軸を t 、縦軸を v として、おもりの速度 $v(t)$ のグラフを描け。

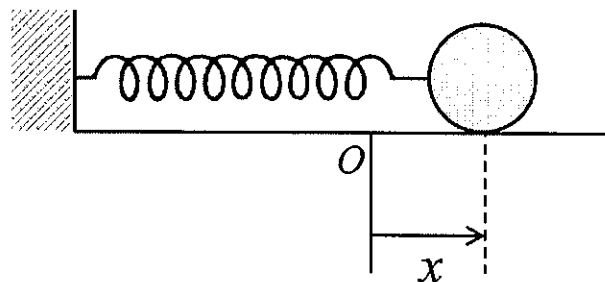


図 1

次のページにつづく

第 2 問 物理学 (2) (その 2)

II. 図 2 のように、粗い水平な床の上に、質量 M 、半径 a の球が静止している。時間 t が 0 のとき、球の中心を通る鉛直面内で水平に、床からの高さが h である球の表面上の点に、力積 J の撃力を与えた。このあとの球の運動を考えよう。ただし、球と床の間の動摩擦係数を μ' とし、球の密度分布は一様であり、空気抵抗は考えないものとする。また、図 2 において、球の中心の並進速度は右向きを正とし、球の回転の角速度は時計まわりを正とする。

(5) 球の中心まわりの慣性モーメントを求めよ。

(6) 球に撃力を与えた直後、球は中心の並進速度 v_0 で動き出し、中心まわりの角速度 ω_0 で回転し始めた。 v_0 と ω_0 を、それぞれ J を用いて表せ。

(7) 球が最初に床と接していた球上の点を A とする。球が動き出した直後に点 A がもつ速度 V_0 を、 J を用いて表せ。

(8) 撃力を与える位置の床からの高さが h_0 のとき、球がすべらずに転がり出した。 h_0 を求めよ。

(9) 撃力を与える位置の床からの高さ h が h_0 ではないとき、球は最初、すべりながら転がるが、時刻 t_1 ですべりがなくなったあと、中心の並進速度 v_1 、回転の角速度 ω_1 で転がり出した。

$h_0 < h < 2a$ 、 $a < h < h_0$ 、 $h < a$ の 3 つの場合に分けて、それぞれ t_1 、 v_1 、 ω_1 を求めよ。

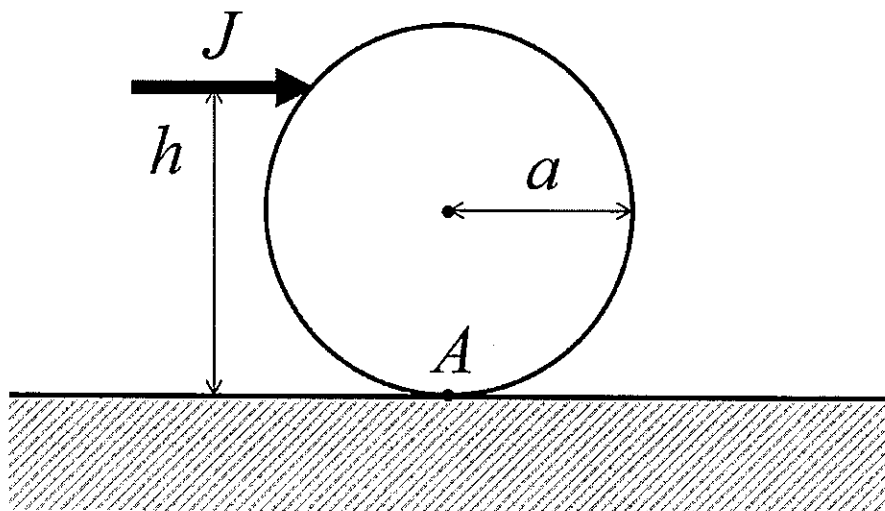


図 2

平成30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に答えよ。ただし、プランク定数を 2π で割った定数を \hbar とする。

I. 1次元のポテンシャル中の質量 m の粒子を量子力学的に取り扱う。粒子の座標を x とし、ポテンシャルを $V(x)$ とする。 a と V_0 を正の定数として、図1のように $|x| > a$ の領域で $V(x) = V_0$ で $|x| \leq a$ の領域で $V(x) = 0$ のとき、 V_0 の値を小さくしていったところ、 $V_0 < V_*$ のときに束縛状態が一つだけになった。

- (1) 図2のように V_0 が無限大のとき、すなわち $|x| > a$ の領域で $V(x)$ が無限大で $|x| \leq a$ の領域で $V(x) = 0$ のとき、基底状態のエネルギーおよび第1励起状態のエネルギーを求めよ。
- (2) 図1のポテンシャルで $V_0 > V_*$ のとき、基底状態の波動関数および第1励起状態の波動関数の概形を描け。
- (3) 図1のポテンシャルで $V_0 > V_*$ のときを考え、基底状態のエネルギーと第1励起状態のエネルギーをそれぞれ E_0, E_1 とする。このポテンシャルを、図3のように、 $x < 0$ の領域では $V(x)$ が無限大となるように変更する。変更後の系の基底状態のエネルギー \tilde{E}_0 を E_0 と E_1 のうちの必要なものを用いて表せ。
- (4) V_* を求めよ。
- (5) 図4のように、 $|x| < 3a$ の領域および $|x| > 5a$ の領域で $V(x) = V_*/2$ で $3a \leq |x| \leq 5a$ の領域で $V(x) = 0$ のとき、束縛状態の数を答えよ。厳密に導出する必要はないが、根拠を簡潔に記すこと。またすべての束縛状態の波動関数の概形をエネルギーが小さい順に描け。

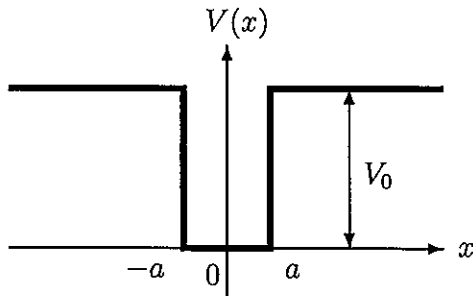


図1

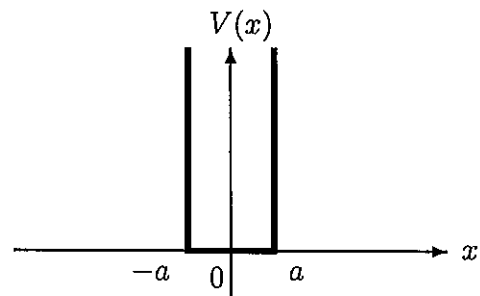


図2

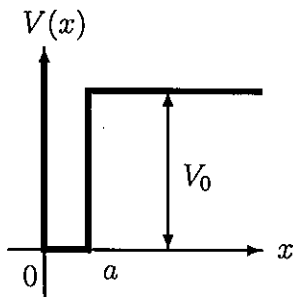


図3

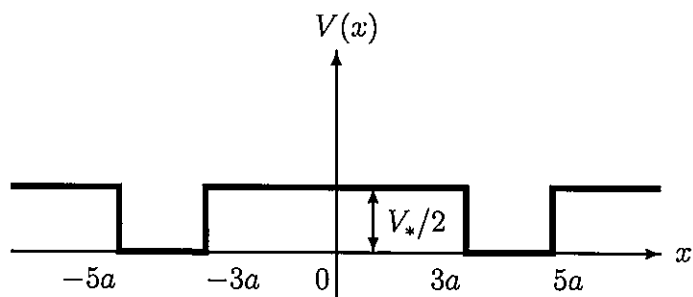


図4

平成 30 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 2)

II. 質量 m 、角振動数 $\omega (> 0)$ の 1 次元調和振動子について考える。この系の定常状態に対するシュレーディンガー方程式は以下のように与えられる：

$$\left(-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} + \frac{m\omega^2 x^2}{2}\right) \psi(x) = E\psi(x). \quad (\text{i})$$

この式は

$$a = \frac{1}{\sqrt{2}} \left(\ell \frac{d}{dx} + \frac{x}{\ell}\right), \quad a^\dagger = \frac{1}{\sqrt{2}} \left(-\ell \frac{d}{dx} + \frac{x}{\ell}\right), \quad \ell = \left(\frac{\hbar}{m\omega}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (\text{ii})$$

を用いて

$$\hbar\omega \left(a^\dagger a + \frac{1}{2}\right) \psi(x) = E\psi(x) \quad (\text{iii})$$

と書き直せる。

(6) 基底状態のエネルギー E_0 と波動関数 $\psi_0(x)$ を求めよ (規格化しなくてよい)。

(7) 第 1 励起状態のエネルギー E_1 と波動関数 $\psi_1(x)$ を求めよ (規格化しなくてよい)。

次に 3 次元調和振動子を考える。この系の定常状態に対するシュレーディンガー方程式は以下のように与えられる：

$$\left(-\frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}\right) + \frac{m\omega^2(x^2 + y^2 + z^2)}{2}\right) \psi(x, y, z) = E\psi(x, y, z). \quad (\text{iv})$$

(8) 基底状態のエネルギー E_0 を \hbar, m, ω のうち必要なものを用いて表せ。

(9) 第 1 励起状態の縮退度 D を求めよ。

(10) 第 1 励起状態で

$$L_x = \frac{\hbar}{i} \left(y \frac{\partial}{\partial z} - z \frac{\partial}{\partial y}\right) \quad (\text{v})$$

の固有状態である D 個の線型独立な波動関数を

$$\psi_1^{(1)}, \dots, \psi_1^{(D)} \quad (\text{vi})$$

と書く。式 (vi) の関数の具体形 (規格化しなくてよい) と L_x に対する固有値を求めよ。

平成 30 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 に答えよ。結果だけでなく、導出過程も簡単に記すこと。

I. 絶対温度 T 、体積 V の光子気体は、 σ を正の定数として $P = \sigma T^4/3$ の輻射圧を持つ。

(1) S をエントロピー、 U を内部エネルギーとして、以下の熱力学関係式 (a), (b) を導出せよ。

$$(a) \left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_T = \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V \quad (b) \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T = -P + T \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V$$

(2) 光子気体の内部エネルギーが $U(T, V) = \sigma T^4 V$ であることを示せ。ただし、 $V = 0$ で $U = 0$ とせよ。

(3) 光子気体を、はじめ温度が T_1 、体積が V_1 である状態から、準静的断熱過程で体積を V_2 に変えたとき、最終の温度 T_2 を求めよ。

光子気体を用いたカルノー・サイクルを考察する。高温熱源、低温熱源の温度をそれぞれ T_H, T_L とする ($T_H > T_L$)。はじめ温度と体積が (T_H, V_a) の状態から、①準静的等温過程で体積を $V_b (> V_a)$ にし、②次に準静的断熱過程で (T_L, V_c) の状態にする。③その後、準静的等温過程で体積を V_d まで圧縮し、④最後に準静的断熱過程ではじめの状態 (T_H, V_a) に戻す。過程①で高温熱源から $Q_H (> 0)$ の熱量を吸収し、過程③で低温熱源に $Q_L (> 0)$ の熱量を捨てる。

(4) Q_H を求めよ。また、光子気体が①-④の間に外部に行う仕事 W を、 $\sigma, V_a, V_b, V_c, V_d, T_H, T_L$ のうちの必要なものを用いてあらわせ。

(5) 熱効率 $\eta = W/Q_H$ を、 $\sigma, V_a, V_b, T_H, T_L$ のうちの必要なものを用いてあらわせ。

(6) 光子気体のかわりに、理想気体や他の物質を用いて上記と同じ①-④のサイクルを構成しても、同じ熱効率となる。しかも、温度 T_H, T_L の熱源を用いたサイクルのなかで最大の熱効率を達成する。これをカルノーの定理という。カルノーの定理を、熱力学第二法則にもとづいて導け。熱力学第二法則としては、例えば以下のようなものがある：
トムソンの原理「任意のサイクルで、単一熱源から正の仕事を取り出すことはできない」、
クラウジウスの原理「系に何の変化も残さず、熱を低温物体から高温物体に移すことはできない」、
エントロピー増大則「断熱系では、エントロピーは下がることはない」。

平成 30 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. 界面活性剤の効果を統計力学に基づいて解析する。以下の問いに答えよ。

準備として、質量 m の N 個の古典的な粒子が、2次元空間内の 1 辺の長さ R の正方形の領域に束縛された系を考える (図 1)。

- (7) i 番目の粒子の座標を (x_i, y_i) 、運動量を $(p_{x,i}, p_{y,i})$ とし、系のハミルトニアンを H とする。このとき、系の分配関数 Z は

$$Z = \frac{1}{h^{2N} N!} \times \square$$

とかける。ここで h はプランク定数。 \square を、温度 T 、ボルツマン定数 k_B 、ハミルトニアン、粒子の座標と運動量を含む積分で表せ。

- (8) 粒子間に相互作用がない場合、この系を 2次元理想気体と呼ぶ。2次元理想気体のヘルムホルツの自由エネルギー F を、 T, k_B, m, R, h, N を用いて表せ。
- (9) この 2次元理想気体が、化学ポテンシャル μ の粒子浴に接しているとする。この系をグランドカノニカル分布で解析する。(a) 大分配関数、(b) 粒子数の期待値 $\langle N \rangle$ 、(c) 粒子数の揺らぎ $\langle N^2 \rangle - \langle N \rangle^2$ を、 T, k_B, m, R, h, μ を用いて表せ。

深さ D 、奥行き W の容器に液体を入れ、左から距離 L の位置に仕切りを入れる。そして容器の左側に界面活性剤を入れる (図 2)。このとき、仕切りにかかる正味の力 Π を測定する。

- (10) 界面活性剤分子は液面に浮遊する。そこで界面活性剤分子を質量 m の N 個の古典的な粒子からなる 2次元理想気体としてモデル化し、この系をカノニカル分布で解析する。界面活性剤の液体への影響は無視する。仕切りにかかる正味の力 Π を、 T, k_B, m, W, D, L, h, N のうちから必要なものを用いて表せ。さらに、 Π を L の関数として図示せよ。
- (11) 実際に Π を測定すると、 L が十分大きいところでは前問の答えどおりの結果が得られたが、 L を小さくしていくと、 Π が L に依存しない領域が現れた。まず、何が起きているか考察せよ。そして、この現象を記述するには、モデルをどのように変更すればよいか述べよ。ただし、界面活性剤分子の液中への溶解は無視できるとする。

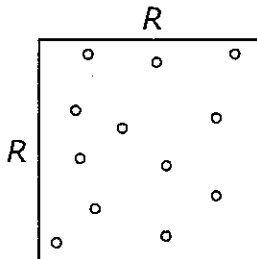


図 1

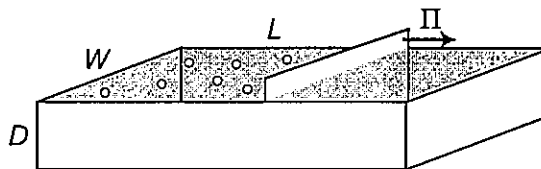


図 2

平成 30 年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

第 5 問 化学・生化学 (1)

- I. 過酸化水素の分解反応である $2\text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ の反応に関する以下の問いに答えよ。括弧内の g、l は、それぞれ気体、液体を意味する。必要があれば、気体定数 $R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、 $\ln 2 = 0.693$ 、 $\ln 3 = 1.099$ 、 $\ln 5 = 1.609$ 、 $\ln 298.15 = 5.698$ 、 $\ln 310.15 = 5.737$ を用いよ。なお、答えの有効数字は 3 桁とせよ。
- (1) 過酸化水素の分解反応の標準状態 1.00 atm、298.15 K での標準ギブズエネルギー変化 ΔG° を求めよ。但し、 $\text{H}_2\text{O}_2(\text{l})$ 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ の標準生成エンタルピー ΔH° は、それぞれ $-187.8 \text{ kJ mol}^{-1}$ 、 $-285.8 \text{ kJ mol}^{-1}$ である。また、 $\text{H}_2\text{O}_2(\text{l})$ 、 $\text{O}_2(\text{g})$ 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ の標準エントロピー S° は、それぞれ $109.6 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、 $205.0 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、 $69.9 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ であり、標準状態での $\text{H}_2\text{O}_2(\text{l})$ 、 $\text{O}_2(\text{g})$ 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ の定圧モル熱容量 C_p° は、それぞれ $89.1 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、 $29.4 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、 $75.3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ である。
 - (2) (1) の値をもとに、過酸化水素分解反応の 1.00 atm、310.15 K でのギブズエネルギー変化 ΔG を求めよ。但し、298.15 K から 310.15 K の温度範囲において定圧モル熱容量は一定であるとする。
 - (3) 310.15 K において、過酸化水素の分解反応の活性化エネルギー E_a は 75.0 kJ mol^{-1} である。また、過酸化水素の分解反応を触媒する酵素であるカタラーゼ存在下では、過酸化水素分解反応の活性化エネルギー E_a は 23.0 kJ mol^{-1} である。310.15 K において、カタラーゼは過酸化水素分解反応の反応速度を何倍速めるか、 e (ネイピア数) を含んだ形で答えよ。
 - (4) 触媒反応の解析には、Lineweaver-Burk プロットがよく用いられる。Lineweaver-Burk プロット解析とこの解析により求まる値について説明せよ。
 - (5) カタラーゼによる酵素反応は、シアン化物の添加により阻害される。どのような阻害機構と考えられるか記述せよ。
- II. 過酸化水素の分解反応を触媒するカタラーゼはホモ四量体のタンパク質であり、四量体の分子量は約 240,000、等電点は 5.4 である。以下の問いに答えよ。
- (1) タンパク質の構造には階層性がある。一次構造とは、タンパク質を構成しているアミノ酸の配列のことである。タンパク質の二次構造、三次構造、四次構造とはそれぞれどのような構造か記述せよ。
 - (2) カタラーゼを構成する単量体はおよそ何残基のアミノ酸からなるか推定せよ。
 - (3) カタラーゼの等電点から、カタラーゼのアミノ酸配列内に多く含まれていると推定されるアミノ酸を二つ挙げよ。また、それらの中性付近でのアミノ酸側鎖の構造式も記せ。
 - (4) SDS ポリアクリルアミドゲル電気泳動法の原理を説明せよ。また、カタラーゼをこの手法で解析することにより得られる情報を二つ記述せよ。
 - (5) カタラーゼをエドマン分解することにより得られる情報、及び、エドマン分解法の原理について記述せよ。
 - (6) 円偏光二色性スペクトルの測定とその解析によりカタラーゼに関するどのような情報が得られるか記述せよ。また、円偏光二色性とは何か説明せよ。

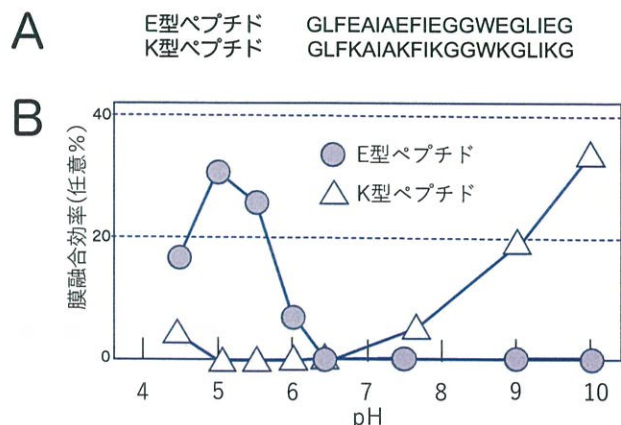
平成 30 年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

第 6 問 化学・生化学 (2)

人工のリン脂質二重層膜から成る小胞(以下、リポソーム)は、細胞膜の構造を模倣したモデル膜として様々な実験や医薬品開発に使用されている。例えば、リポソームを用いた膜融合の活性化因子の探索やその融合メカニズムの研究はその一例である。リポソームを用いた膜融合実験に関して以下の問いに答えよ。ただし、ここでは直径が平均 300 ナノメートルのリポソームを調製して利用するものとする。また、解答となる説明は 5～10 行程度で行い、参考となる図などを使用しても良い。

- (1) リポソーム同士の膜融合を定量的に検出するため、蛍光共鳴エネルギー移動法が利用される。下の括弧内の語句を全て用い、蛍光共鳴エネルギー移動法を説明せよ。説明文中の括弧内語句は下線で示すこと。(励起状態、基底状態、発光エネルギー、吸収遷移、ドナー、アクセプター、発光スペクトル、蛍光寿命)
- (2) リポソーム同士の膜融合の定量的な検出法の一つとして、蛍光共鳴エネルギー移動法を利用した「脂質混合法」がある。この検出法の原理を説明せよ。ただし、説明には膜融合効率(%)の求め方を含めること。
- (3) リポソームの膜融合効率の定量的検出に、上記(2)の「脂質混合法」の欠点を補う手法として、蛍光共鳴エネルギー移動法を用いた「内水相混合法」が開発された。(a) その検出法の原理を説明せよ。ただし、説明には膜融合効率(%)の求め方を含めること。(b) 膜融合の検出において、「脂質混合法」よりも「内水相混合法」が信頼性の高い手法となっている。その理由を「脂質混合法」の欠点をもとに説明せよ。
- (4) リポソーム同士の膜融合を「内水相混合法」により定量的に検出した場合、通常、膜融合効率は真の値よりも低く検出される。そのため、「内水相混合法」は、いつもその膜融合効率減少分を補正して考える必要がある。(a) その原因として考えられることを説明せよ。(b) その補正分も、蛍光の共鳴エネルギー移動法を利用して見積もることができる。その手法の概略を述べよ。(c) 一般に、「脂質混合法」で使用される蛍光共鳴エネルギー移動法の方が、「内水相混合法」で使用される蛍光共鳴エネルギー移動法よりも、エネルギー移動効率が高いことが知られている。その理由を両膜融合の検出に使用する蛍光物質の性質をもとに説明せよ。

- (5) 中性リン脂質であるホスファチジルコリンから成るリポソームを用い、E 型ペプチドと K 型ペプチド(一次構造は、下図 A にアミノ酸の一文字表記を用い、N 末端を左端になるように示した)による膜融合を内水相混合法で検出した。その膜融合効率の pH 依存性を調べたところ、下図 B の結果を得た。両ペプチドは、膜融合活性を測定した pH 領域において、ほぼ完全にリポソーム膜に結合しており、リポソーム存在下で α -ヘリックス構造をとることがわかっているとす。これらの実験結果より考えられる、E 型ペプチドまたは K 型ペプチドによるリポソーム同士の膜融合メカニズムを記述せよ。

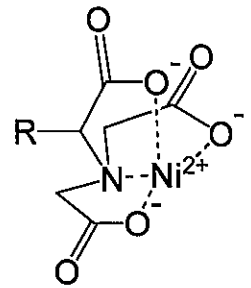


平成 30 年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

第 7 問 化学・生化学 (3)

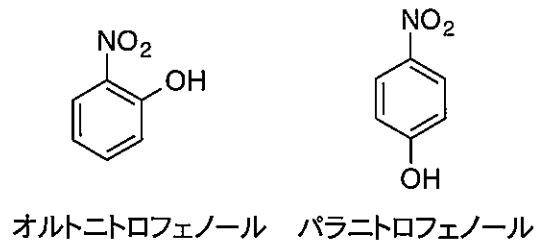
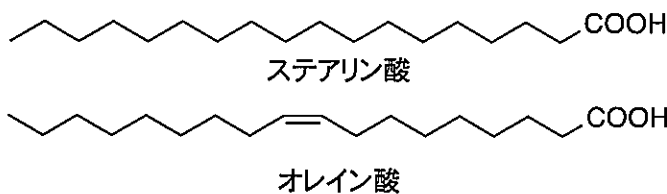
I. 右図に示す官能基 nickel-nitrilotriacetic acid (Ni-NTA) を用いるアフィニティークロマトグラフィーを利用してタンパク質を精製する実験について考察する。

- (1) タンパク質を構成するアミノ酸のなかで、Ni-NTA の中心金属イオンである Ni^{2+} と強く結合することが知られているアミノ酸を答えよ。
- (2) Ni^{2+} の d 電子の個数を答えよ。また、Ni-NTA と (1) のアミノ酸の連続体とで形成される Ni^{2+} 錯体の立体構造を答えよ。
- (3) 標的タンパク質の末端に (1) のアミノ酸の連続体を導入すると、Ni-NTA を表面に固定化したカラムを用いて標的タンパク質を捕捉することができる。Ni-NTA に捕捉された標的タンパク質をカラムから溶出する方法を二種類あげ、その溶出原理についても記述せよ。

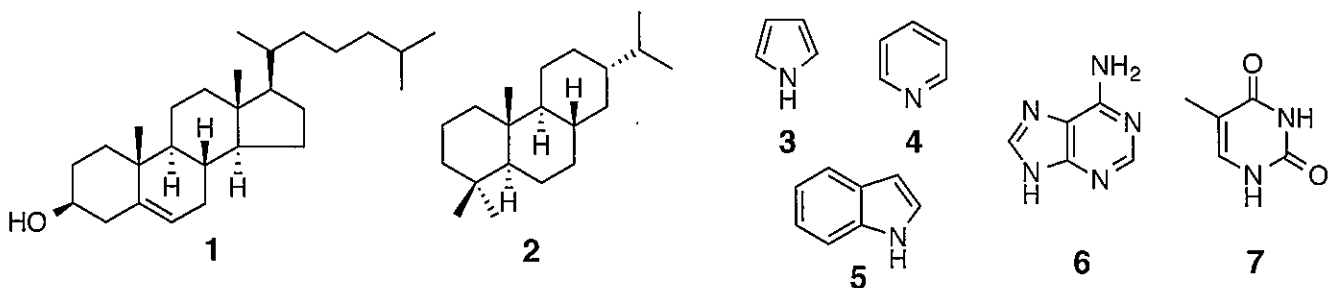


II. 分子間力に関する以下の問いに答えよ。

- (1) ステアリン酸とオレイン酸ではどちらの融点が高いか、理由とともに述べよ。
- (2) オルトニトロフェノールとパラニトロフェノールではどちらの沸点が高いか、理由とともに述べよ。



III. 化合物 1-7 に関する以下の問いに答えよ。必要であれば図を用いて答えよ。

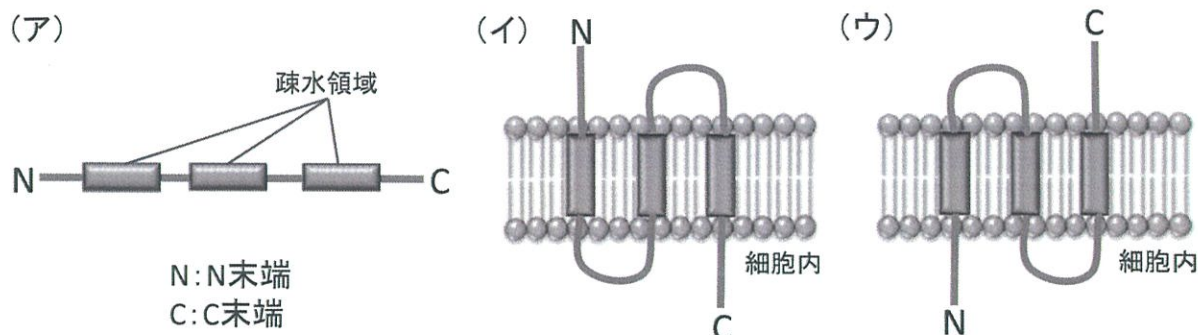


- (1) 化合物 1 の名称を答えよ。また、すべての不斉炭素について、その立体化学を RS 表記で答えよ。ただし、化合物 1 は生体由来の化合物とする。
- (2) 化合物 2 の安定ないす形立体配座を書け。
- (3) ヘテロ環化合物 3-7 の名称をそれぞれ答えよ。また、3-7 について芳香族性の有無をそれぞれ答えよ。
- (4) 化合物 3 と 4 ではどちらの塩基性が強いのか、理由とともに述べよ。

平成30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. 下図(ア)のような一次構造で示される膜タンパク質は、 α -ヘリックスからなる3つの疎水領域(長方形で表示)をもち、大腸菌の細胞膜(内膜)に発現している。この膜タンパク質の配向は明らかではなく、細胞膜中で(イ)、あるいは(ウ)の配向を取る可能性がある。以下の問いに答えよ。



- (1) (ア)に示す3つの疎水領域は、それぞれほぼ同じアミノ酸残基数で構成される。およそ何残基から構成されていると予測できるか答えよ。また、これらの疎水領域の細胞膜中における長さ(図中の長方形の長辺方向の長さ)は、およそ何ナノメートルか答えよ。
- (2) この膜タンパク質が(イ)、あるいは(ウ)のどちらの配向を取るのかを一次構造の情報から予測する方法について、次の6つの語句のうち3つ以上を用いて具体的に説明せよ。図を用いてもよい。
疎水領域、正電荷、負電荷、ヒドロパシープロット、塩基性アミノ酸、酸性アミノ酸
- (3) この膜タンパク質が(イ)、あるいは(ウ)のどちらの配向を取るのかを実験的に決定する方法について、次の6つの語句のうち3つ以上を用いて具体的に説明せよ。図を用いてもよい。
抗N末端抗体、蛍光顕微鏡、融合、Western blot法、蛍光タンパク質、プロテアーゼ
- (4) 細胞膜中において、リン脂質分子の熱運動と、(イ)あるいは(ウ)のような膜タンパク質分子の熱運動について、共通する熱運動を2つ、共通しない熱運動を1つ挙げよ。
- (5) この膜タンパク質を真核細胞内で発現させた場合、どのオルガネラ膜に発現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。理由が述べられていない答案には配点しない。
- II. 以下の(1)、(2)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) 細胞膜の骨格となる脂質二重層は、主としてグリセロールに(a) イソプレノイドがエステル結合した骨格をもつリン脂質、あるいは、グリセロールにイソプレノイド誘導体が、より化学的に安定な共有結合である(b) アミド結合した骨格をもつリン脂質のいずれかにより構成されている。前者のリン脂質は主として(c) 原核生物全般、後者のリン脂質は主として(d) 真核生物全般の細胞膜を構成する。
- (2) 生物がエネルギーを獲得するための代謝は、光合成に加えて、(e) 糖新生と呼吸の二つがあり、後者二つに共通する反応では、グルコースを(f) TCA回路と呼ばれる一連の反応で分解することによりATPを生成する。この反応によってグルコースは最終的に(g) クエン酸となり、無酸素状態でこの反応が起こると、この物質は(h) イソクエン酸に変化する。また、呼吸において、酸化反応によって得られた電子を最終的に(i) ADPに渡すのが好気呼吸であり、(i) ADP以外の(j) 有機物に渡すのが嫌気呼吸である。

平成30年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

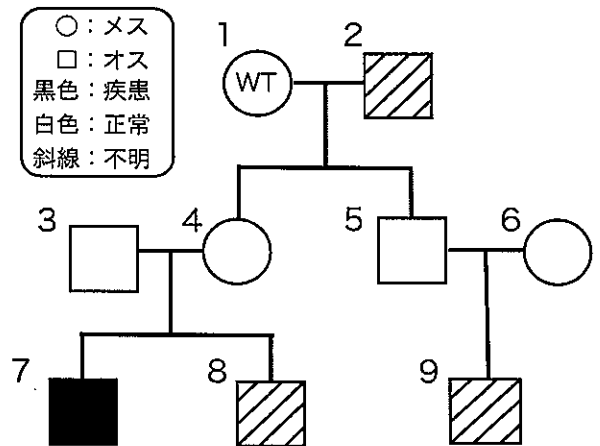
第9問 生物学(1)

次の文を読み、関連する以下の問I～IVに答えよ。

(1)有性生殖を行う生物では、(2)多くの形質は「メンデルの法則」に従って雌雄両方の親から子孫へと伝わるが、例外も存在する。その一つが、精子のもつ遺伝情報の影響を受けない母性遺伝または母系遺伝と呼ばれるものであり、(3)ミトコンドリアによる遺伝はその一例である。

問I 下線部(1)について。有性生殖の利点は子孫の遺伝的多様性が増すことにある。遺伝的多様性の増加を引き起こす減数分裂の2つの過程について説明せよ。また、それぞれとキアズマとの関係について説明せよ。

問II 下線部(2)について。右の図はある哺乳類モデル動物の系図であり、ある1つの対立遺伝子を原因とする疾患の発症の有無が示されている。個体2、8、9は疾患の有無も遺伝子型も不明であり、個体1は遺伝子型が野生型であることがわかっている。



- (1) この疾患が常染色体遺伝子の劣性変異が引き起こしたものであるとする。このとき、個体8が疾患を発症する確率を求めよ。また、その理由も述べよ。
- (2) この疾患が伴性劣性遺伝によるものであるとする（キャリアーである確率は25%）。このとき、個体2、8、9が疾患を発症する確率を求め、それぞれ理由を述べよ。
- (3) 個体1と同じミトコンドリアゲノムをもつ個体の番号をすべてあげよ。

問III 下線部(3)について。ミトコンドリアDNAの解析は、英国レスターで発掘された遺骨がリチャード3世のものであることを同定した際に使われるなど、家系の同定に用いられることが多い。

- (1) ミトコンドリアが母系遺伝する理由を述べよ。
- (2) 家系追跡はY染色体の解析でも可能であるが、ミトコンドリアDNAの方が有利な点を述べよ。

問IV 遺伝子Xにコードされるタンパク質は、中和抗体による機能阻害実験からマウスにおいて受精後、4細胞期に至るまでの発生過程に必須であることがわかっている。しかし、遺伝子Xのヘテロ欠損マウスどうしの交配から得られた胚盤胞期胚を調べたところ、ホモ欠損の胚が全体の25%程度存在した。この交配で正常に発生したホモ欠損胚が得られたのはなぜか、仮説と、それを検証する方法を記せ。

平成 30 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)

以下の問 I ~ III に答えよ。

問 I 分裂酵母の *ade6* 遺伝子はアデニン合成に関与する遺伝子であり、その欠損を有する細胞株は栄養寒天培地上で赤色のコロニーを形成することが知られている。これは、アデニン合成経路の途中で赤色の中間代謝産物が蓄積するためである。

A 君は、*ade6* 遺伝子を破壊した酵母株の染色体上のさまざまな位置に、野生型の *ade6* 遺伝子を一つだけ新たに挿入した株を複数作製した。そのうちの一部の株を栄養寒天培地上に撒いたところ、赤と白のコロニーが混じって生育してきた。残りの株については、野生株と同様白色のコロニーを生じた。赤白コロニーを生じた株から DNA を調製し、*ade6* 遺伝子の挿入部位を調べたところ、セントロメア近傍やテロメア近傍の領域に挿入されていたことがわかった。その他の白色コロニーを生じた株の場合は、セントロメアやテロメア近傍への挿入は見られなかった。上記の赤や白のコロニーを生じた株は、すべて同じゲノム DNA を有しているのだが、なぜコロニーによって発現状態が異なるのだろうか。この点に関心を持った A 君は、以下のような実験をさらに行った。

(実験 1) 赤白コロニーを生じる株で、遺伝子発現調節に関わる種々の遺伝子に変異を導入し、全て白色のコロニーを生じる一群の変異体を見出した。それらには、ヒストン H3 をメチル化修飾する酵素や、メチル化ヒストンに結合するタンパク質が含まれていた。

(実験 2) 赤白コロニーを生じる株を、さまざまな温度下において栄養寒天培地上で生育させたところ、高温下で生育した際に赤色コロニーの割合が変化した。また、培地にヒストン脱アセチル化酵素阻害剤を添加して培養しても、赤色コロニーの割合が変化した。

以下の (1) ~ (3) に答えよ。

- (1) 「セントロメア」と「テロメア」とは何か、それぞれ 2 行程度で説明せよ。
- (2) 実験結果から示唆される赤白コロニーの生成機構を、「ヘテロクロマチン」という用語を用いて 5 行程度で説明せよ。
- (3) 上記の生成機構を証明するために、どのような実験を行ったら良いか答えよ。

問 II 全く同じゲノム DNA 配列をもつ細胞でも、環境に依存して異なる表現型を安定的に示すことがある。このような現象と関連のある事項として、以下のものから妥当でないものを全て選び、記号で記せ。

- | | | |
|-----------------|-------------------------|------------------|
| (あ) DNA のメチル化 | (い) ポリコーム群タンパク質の染色体への結合 | |
| (う) トランスポゾンの転移 | (え) 染色体転座 | (お) ヒストンのアセチル化 |
| (か) ヘテロクロマチンの形成 | (き) 減数分裂の遺伝的組換え | |
| (く) エンハンサー変異 | (け) プリオンの伝搬 | (こ) 非コード RNA の転写 |

問 III 核酸に関する下記の (1) ~ (4) に答えよ。

- (1) DNA が遺伝情報を安定的に保持する物質として、RNA に比べて優位である理由を、4 行程度で説明せよ。
- (2) 直鎖状の DNA と RNA をそれぞれアガロースゲル内で電気泳動して両者の鎖長を推定したい。この時、RNA の泳動においてのみ、RNA の処理法やアガロースゲルの条件などで配慮すべきことがあるが、それはどのようなものか、理由とともに答えなさい。
- (3) ゲノム DNA のシトシンが脱アミノ化すると、どのような塩基に変化するか答えなさい。また、この塩基はどのようなプロセスで正しく修正されるか 3 行程度で説明しなさい。その際、「DNA リガーゼ」、「DNA ポリメラーゼ」、「脱塩基部位」、「脱塩基エンドヌクレアーゼ」、「DNA グリコシラーゼ」という用語を必ず用いなさい。
- (4) ゲノム DNA の狙った部位のみで遺伝子発現レベルを変化させる方法を、具体的に 2 つ提示し、その原理を説明せよ。

平成 30 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)

シグナル伝達に関する以下の問 I ~ VI に答えよ。

- 問 I 脳下垂体後葉からは、オキシトシンとバソプレシンという 2 種類のペプチドホルモンが分泌される。このオキシトシンとバソプレシンの生理作用について、それぞれ 3 行程度で説明せよ。
- 問 II ステロイドホルモンによるシグナル伝達とペプチドホルモンによるシグナル伝達との相違点について、3 行程度で説明せよ。
- 問 III 細胞が Ca^{2+} を細胞内シグナル伝達に用い、 Na^+ や K^+ のようなイオンを用いないのはなぜか、3 行程度で説明せよ。
- 問 IV 筋細胞の収縮は、筋細胞内の Ca^{2+} 濃度上昇によって起こる。筋細胞の筋小胞体には、特別な Ca^{2+} チャネルであるリアノジン受容体が存在する。このリアノジン受容体は、 Ca^{2+} によって開口し、筋小胞体から Ca^{2+} を放出させる。では、筋細胞の収縮において、リアノジン受容体が果たす特別な生理的意義について、3 行程度で説明せよ。
- 問 V 哺乳類の脳では、主に化学シナプスによって情報伝達が行われる。なぜ、電気シナプスではなく、化学シナプスが用いられるのか。その理由を、化学シナプスと電気シナプスにおける情報伝達機構の相違点に注目して、5 行程度で説明せよ。
- 問 VI 1990 年代の前半に脳の神経細胞からペプチドホルモン (神経ホルモン) が分泌されることが提唱された。その後の研究から、実際に脳から神経ホルモンが多数発見され、分泌されることが明らかになった。しかしながら、脳には、まだ未同定の神経ホルモンが多数存在すると考えられる。未同定の神経ホルモンを探索する方法について述べよ。

平成 30 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)

植物に関する以下の問 I ~ III に答えなさい。

問 I C3 植物の葉内の基本構造について、葉脈に対して垂直に薄い切片を切って光学顕微鏡で観察した場合の模式図を描いて説明せよ。ただし、以下の各組織が模式図のどこに相当するかを必ず明示し、細胞内の構造については描き加える必要はない。

柵状組織 表皮 海綿状組織 維管束 木部 師部

問 II C3 植物の葉肉細胞に存在する色素体 (プラスチド) に関する以下の (1) ~ (4) に答えよ。

(1) C3 植物の葉肉細胞には葉緑体が色素体として存在し、その葉緑体では光合成により、光エネルギーを利用してデンプンなどの有機炭素化合物が合成される。この光合成によってデンプンが合成されるしくみを説明せよ。ただし、説明には以下の用語を必ず使用すること。

ATP クロロフィル 水 水素イオン (プロトン) 反応中心 NADPH
ストロマ チラコイド膜 ルーメン 光化学反応 (電荷分離) 電子伝達反応
カルビン・ベンソン回路 電気化学的勾配 ルビスコ 二酸化炭素

(2) カルビン・ベンソン回路に関与しているいくつかの酵素は、光条件下で活性化され、その活性化は光合成の電子伝達とリンクしていることが知られている。この活性化の機構を説明せよ。また、この光条件下での活性化は、植物にとってどのような意義があるか、利点として考えられることを推察せよ。

(3) 光は植物にとって光合成に必要なエネルギーとして利用されるが、光合成に必要なエネルギーよりも過剰な光エネルギーを受けると、その過剰なエネルギーによって損傷を受けることになる。この損傷を防ぐために、植物はどのように対処しているか、2 つの例を挙げて説明せよ。

(4) 葉緑体がつもつ、光合成以外の機能について述べよ。

問 III 被子植物の種子を暗所で発芽させると黄化芽生え (もやし) が生じる。この黄化芽生えに光を照射すると子葉の緑化が起こり、緑化した子葉の細胞では、色素体がエチオプラストから葉緑体へと分化し、光合成能力が獲得される。この色素体が葉緑体へと分化して光合成能力が獲得される過程において、他の細胞小器官でも顕著な機能転換が起こることが知られている。具体的な細胞小器官の例を 1 つ挙げ、その細胞小器官ではどのような機能転換が起こるのか、説明せよ。

平成 30 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. 近年、従来では筋肥大が起こらないとされてきた筋持久力トレーニングでも筋肥大が起こると考えられている。そのメカニズムについて説明しなさい。

- II. 近年、高強度インターバルトレーニング (HIIT) が注目されている。その方法の具体例を説明し、どのような効果があるのかについて説明しなさい。

- III. 生体電気インピーダンス法によって体脂肪量を測定する際に注意すべき点について述べなさい。また、なぜそのような点に注意しなければならないのか、生体電気インピーダンス法の測定原理と関連づけて説明しなさい。

- IV. 暑熱環境下における長時間運動中に、エネルギー補給を目的として糖質を含んだ飲料を摂取する際、飲料中の糖質濃度はどれくらいにすべきか、その理由とあわせて説明しなさい。またその際、グルコース (ブドウ糖) だけではなく、フルクトース (果糖) も同時に摂取すると、パフォーマンスがより高まることが知られている。なぜグルコースとフルクトースを同時に摂取すると効果的なのか説明しなさい。

平成 30 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. 脳内の特定の領域と別の領域の間における機能的結合を調べるための方法について、具体的な結合の例を図示して説明しなさい。

II. 歩行の神経機構について、次の用語をすべて用いて説明しなさい。

大脳皮質、中脳歩行誘発野、中枢パターン発生器 (CPG)、小脳

III. 野球のバッティング動作の制御について、次の用語をすべて用いて説明しなさい。

視覚情報、反応、バットスイング時間、意思決定

平成30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)～(5)に答えなさい。

生体内の組織に焦点を絞った強力な超音波を照射すると、焦点の部分で微小な変形が生じ、その変形が「せん断波」となって組織内を伝搬する。組織の硬さの指標となるヤング率は、このせん断波伝搬速度の二乗に比例する。ヒト足関節の関節角度を中間位(90°)から15°背屈、25°底屈の範囲のいくつかの角度で固定し、前脛骨筋を電気刺激して筋束長軸方向の等尺性収縮張力とせん断波伝搬速度を測定した。その結果、図に示すような筋束長と収縮張力、および筋束長とヤング率の関係が得られた。カエル単一筋線維を用いた別の研究から、収縮中の筋線維のヤング率は、ある瞬間にアクチンと相互作用しているミオシン分子の数に比例することがわかっている。

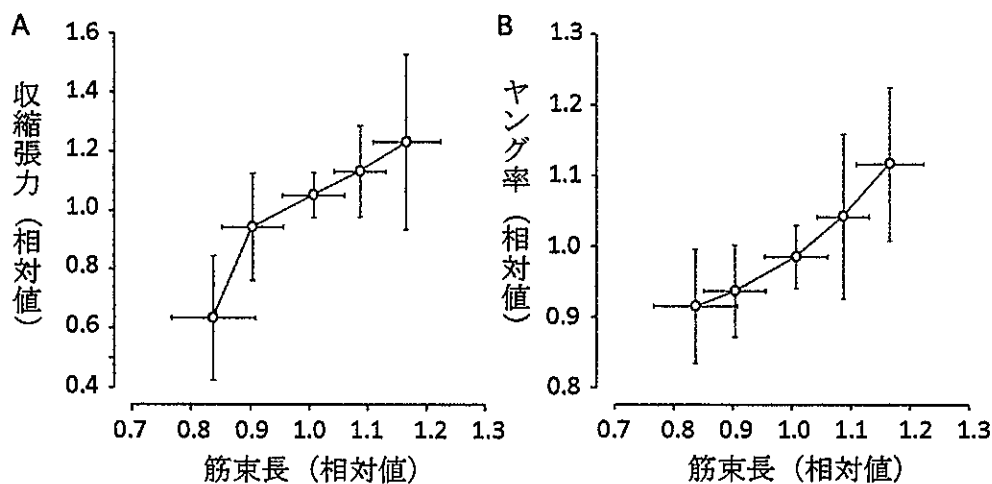


図 前脛骨筋における筋束長と収縮張力(A)および筋束長軸方向のヤング率(せん断波伝搬速度より推定)の関係(B)。それぞれの値は、中間位での全被検者の平均値を1.0として相対値で示す。縦横の棒は標準偏差を示す(n=9)。

- (1) ヤング率について説明し、生体から単離した筋線維の長軸方向のヤング率を直接測る方法の例を一つ挙げなさい。
- (2) 筋線維のヤング率は筋線維の長軸方向と短軸方向で著しく異なる。その理由を、筋線維の構造に基づいて説明しなさい。
- (3) この実験ではどのような強度と頻度の電気刺激が用いられたと考えられるか。その理由とともに説明しなさい。
- (4) 図の結果から、この実験で調べた筋束長の範囲で、筋節(サルコメア)の微細構造はどのように変化すると推測されるか。わかりやすく図示して説明しなさい。
- (5) 図の結果と、カエル単一筋線維などで報告されている筋節長と張力の関係(長さ-張力関係)を比較することにより、生体内での筋の作動域と筋の特性の間に成り立ちうる法則について説明しなさい。図のような関係は、前脛骨筋に限らず多くの筋について成り立つものとしてよい。

平成 30 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. スポーツによる足関節の外傷・障害について足関節の構造を図示した上で述べなさい。
- II. 繰り返しの投球動作によって生じる障害について部位別に述べ、それぞれの病態と予防法について述べなさい。
- III. 腱附着部に生じるスポーツ障害の好発部位、病態、治療について述べなさい。
- IV. スポーツに伴い口腔内に起こりうる問題点と対策について述べなさい。

平成30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. 図は、サルコメアの「張力-長さ」関係 (A)、等尺性収縮による「膝伸展トルク-膝角度 (膝完全伸展位を0度)」関係 (B) を示したものである。この2つのグラフを比較して、ヒト生体における大腿四頭筋の張力-長さ関係について説明しなさい。

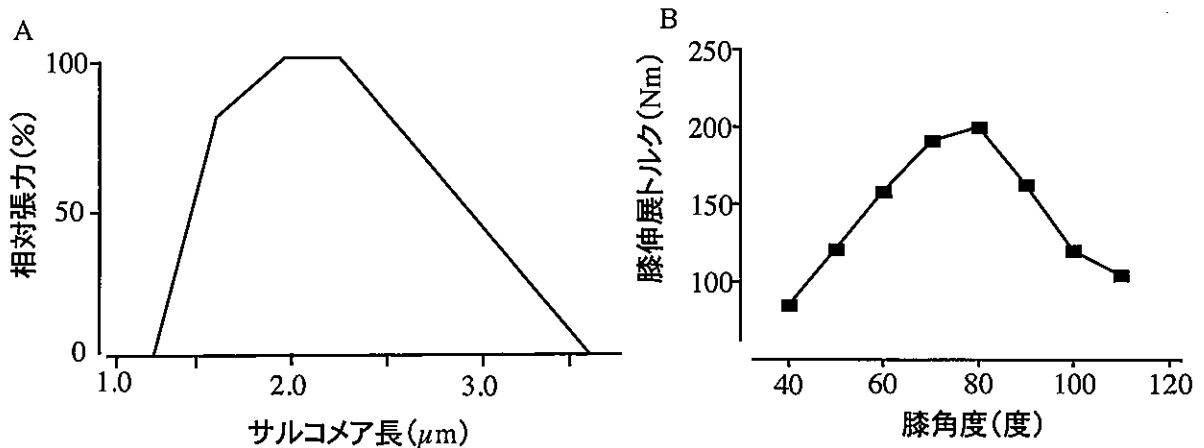


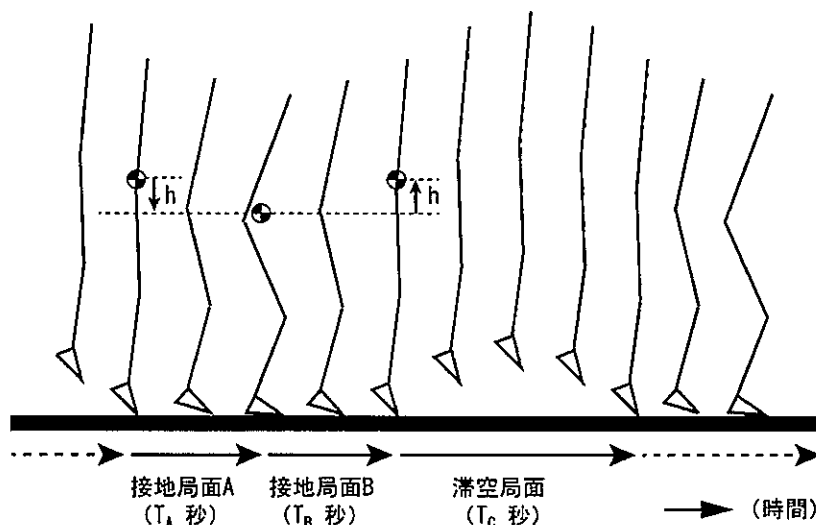
図 サルコメアの張力-長さ関係 (A) および膝伸展トルク-膝角度関係 (B)

- II. ヒト生体における骨格筋の筋量および筋線維組成の変化に関して、加齢と不活動 (長期間のベッドレストなど) それぞれによる変化について説明しなさい。
- III. 骨格筋における羽状角について説明し、トレーニングに伴う変化や機能との関連について知るところを述べなさい。

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. 筋は“エネルギー変換器”と呼ばれることがある。その理由について説明しなさい。
- II. 筋が 1 回の短縮で行うことが可能な力学的仕事の上限值は、紡錘状筋や羽状筋といった筋形態には関係なく、おおよそ筋体積に比例するものと考えられる。その理由について説明しなさい。
- III. 下図に示す鉛直上方への連続跳躍中に発揮される全身の総パワー（以後、総パワーと呼ぶ）について簡便に求めたい。図内における接地局面 A が総パワーの負となる局面を示し、接地局面 B が総パワーの正となる局面を示す時、接地局面 B における総パワーの時間平均値を求めなさい。なお、接地局面 A の持続時間を T_A (秒)、接地局面 B の持続時間を T_B (秒)、接地局面 B に続く滞空局面の持続時間を T_C (秒)、接地中の身体質量中心の最下点と接地および離地時の身体質量中心点の高さの差を h (m)、接地局面 A と B の境界時刻において身体質量中心が最下点となるものとする。求めるにあたり上記変数・定数すべてを使う必要はない。その他に必要な変数・定数があれば自身で設定し、それぞれ何を示したものが分かるようにしておくこと。



図

- IV. 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、身体各セグメントの質量および慣性モーメントを求める方法が考案されている。
- (1) 各セグメントの質量が求められる力学的根拠について説明しなさい。
- (2) 各セグメントの慣性モーメントが求められる力学的根拠について説明しなさい。

平成 30 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)

次の用語のうち、8 個を選んで簡潔に説明せよ。9 個以上選んだ場合、解答はすべて無効とする。

- (1) 変動時間スケジュール (variable interval schedule)
- (2) 警戒声 (alarm call)
- (3) 群選択 (group selection)
- (4) 信頼性と妥当性 (reliability and validity)
- (5) ケース・フォーミュレーション (case formulation)
- (6) コホート研究 (cohort study)
- (7) ジスト (gist)
- (8) 特徴統合理論 (feature integration theory)
- (9) 共感覚 (synesthesia)
- (10) 空間周波数チャンネル (spatial frequency channels)
- (11) 単純接触効果 (mere exposure effect)
- (12) 画像統計量 (image statistics)

平成 30 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. ストレスに対する情動焦点型コーピング、抑圧型コーピング、問題焦点型コーピングについて説明せよ。その際に、それぞれのコーピングが精神的健康に及ぼす影響についても触れること。

II. 臨床心理学における自然場面実験について、

(1) どのような研究が考えられるか説明せよ。

(2) 研究上の長所と短所について説明せよ。

III. 精神疾患を一つあげ、発症仮説とその科学的根拠を説明せよ。

平成 30 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 4 問より 2 問について解答せよ。3 問以上選んだ場合、解答はすべて無効とする。

I. 「共感」とは何か、行動レベルで説明せよ。また、それが進化生物学的な適応価を持つ条件を考察せよ。

II. ヒト以外の動物において、時間を知覚することにはどのような適応的意義があるか。また、神経系において時間を計測するには、どのような回路が必要か、考察せよ。

III. 小鳥の歌の学習過程において、感覚運動学習として分析できる部分と、社会的模倣学習として分析できる部分とを分離し、それぞれの神経機構について説明せよ。

IV. 猫と犬の「知能」を比較する実験を 3 つ計画し、それぞれの問題点を述べよ。また、異なる動物種の「知能」を比較することがそもそも可能なのかを考察せよ。

平成 30 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 3 問すべてについて解答せよ。

- I. 視聴覚間の相互作用 (audio-visual interaction) とそれに関する脳内情報処理過程について、具体例をあげて説明せよ。

- II. 連続フラッシュ抑制 (continuous flash suppression) について説明し、この現象を用いて検証できる脳の機能について、具体例をあげて説明せよ。

- III. ある特定の傾きに反応する神経細胞の活動は、その傾きに注意を向けることによって変化する。このような注意による脳神経活動の変化 (attentional modulation of neural activity) のパターンを 2 つ以上あげて説明せよ。

平成 30 年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

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. 視覚残効の例を二つ以上あげ、そのメカニズムと研究上の意義について説明せよ。
- II. 人間の知覚システムが変化や差異に高い感度をもつことを示す知覚現象をあげ、その神経基盤および計算論的意義を述べよ。
- III. ある視覚刺激 A と見かけの明るさが等価になる別の刺激 B の輝度を心理物理学的に推定するための方法を具体的に述べよ。

平成 30 年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

第 24 問 認知脳科学 (1)

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

- (1) Define what synaptic plasticity is and describe how it can be induced.
- (2) Describe an example of a form of synaptic plasticity that is expressed presynaptically. Be sure to include an explanation of underlying presynaptic mechanisms.

平成 30 年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

第 25 問 認知脳科学 (2)

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

Locating the source of a sound is an important ability that many animals possess.

- (1) Describe two characteristics of the sound arriving at the left and the right ears that can be used to locate sound sources in the horizontal plane.
- (2) Describe a neural mechanism that detects one of these characteristics.
- (3) Discuss how vertebrates locate sound sources in the vertical plane.

平成 30 年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

第 26 問 認知脳科学 (3)

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

During conditioning, animals learn an association between a sensory cue and a negative/positive outcome and elicit behavioral responses to the sensory cue following learning. However, if the sensory cue is subsequently presented by itself repeatedly (in the absence of the negative/positive outcome) animals reduce their behavioral responses, a form of learning called extinction.

- (1) Provide an example of conditioning and describe the brain circuits and mechanisms responsible for this learning.
- (2) Describe the mechanisms responsible for extinction learning.

草稿用紙

草稿用紙

草稿用紙