

平成17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

相関基礎科学系 基礎科目

(平成16年8月31日 11:15~12:45)

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、相関基礎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13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13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5問	物理学(3)	○ ○ ○ ○	No.○○○○

6. 本冊子の最後の2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、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	

相関基礎科学系 基礎科目

目 次

第1問	数学 (1)	.....	1
第2問	数学 (2)	.....	2
第3問	物理学 (1)	.....	3
第4問	物理学 (2)	.....	4
第5問	物理学 (3)	.....	5
第6問	化学 (1)	.....	6
第7問	化学 (2)	.....	7
第8問	化学 (3)	.....	8
第9問	生物学 (1)	.....	9
第10問	生物学 (2)	.....	10
第11問	地学 (1)	.....	11
第12問	地学 (2)	.....	12
第13問	科学史・科学哲学	.....	13

平成17年度修士課程入学試験問題
 相關基礎科学系 基礎科目

第1問 数学(1)

半径 a の d 次元球体 $D_d(a)$

$$D_d(a) = \{x \in \mathbf{R}^d \mid |x|^2 = x_1^2 + x_2^2 + \cdots + x_d^2 \leq a^2\}$$

の体積 $V_d(a) = \int_{D_d(a)} 1 dx_1 dx_2 \cdots dx_d$ を求めたい。以下の問いに答えよ。

1. d 次元球座標 $(r, \theta_1, \cdots, \theta_{d-2}, \phi)$ を

$$\begin{aligned} x_1 &= r \cos \theta_1 \\ x_2 &= r \sin \theta_1 \cos \theta_2 \\ &\vdots \\ x_{d-2} &= r \sin \theta_1 \cdots \sin \theta_{d-3} \cos \theta_{d-2} \\ x_{d-1} &= r \sin \theta_1 \cdots \sin \theta_{d-3} \sin \theta_{d-2} \cos \phi \\ x_d &= r \sin \theta_1 \cdots \sin \theta_{d-3} \sin \theta_{d-2} \sin \phi \end{aligned}$$

で定義する。領域 $D_d(a)$ を変数 $(r, \theta_1, \cdots, \theta_{d-2}, \phi)$ を用いて表せ。

2. 新しい変数 (y_1, y_2, \cdots, y_d) を以下のように導入する。

$$\begin{aligned} y_1 &= \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + \cdots + x_d^2} \\ y_i &= x_{i-1} \quad (i = 2, \cdots, d) \end{aligned}$$

変数 (x_1, x_2, \cdots, x_d) から変数 (y_1, y_2, \cdots, y_d) への変数変換のヤコビ行列式を求めよ。

3. 変数 (x_1, x_2, \cdots, x_d) から d 次元球座標への変数変換のヤコビ行列式を求めよ。(ヒント: この変数変換のヤコビ行列は三角行列になる。)

4. 非負の整数 m, n に対して, $I(m, n)$ を

$$I(m, n) = \int_0^\pi \sin^m x \cos^n x dx$$

と定義する。求める積分 $V_d(a)$ を $I(m, n)$ を用いて表せ。

5. $I(m+2, n)$ と $I(m, n)$ の間に成り立つ等式を求めよ。

6. $V_d(a)$ を求めよ。ただし, d は偶数とせよ。必要であれば, 偶数の n に対して, 記号 $n!! = n(n-2)(n-4)\cdots 2$ を用いてよい。

平成17年度修士課程入学試験問題
相関基礎科学系 基礎科目

第2問 数学(2)

2成分複素ベクトル $x(s)$ に対する微分方程式

$$\frac{d}{ds}x(s) = Ax(s) + f(s) \quad (1)$$

を考える。ただし、 $f(s)$ は変数 s の2成分複素ベクトル値関数、 A は 2×2 定数行列

$$A = \begin{pmatrix} a & a-1 \\ a+1 & a \end{pmatrix}$$

である。 a は実数で $|a| \neq 1$ とする。以下の問いに答えよ。

1. 行列 A の二つの固有値 λ_1, λ_2 およびそれぞれに対応する固有ベクトル u, v を求めよ。
2. a が -2 から 2 まで動くとき、固有値 λ_1 および λ_2 の複素平面上での軌跡をそれぞれ図示せよ。
3. 行列 A に対して $\exp A$ を級数

$$\exp A = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!} A^n$$

で定義する。 A の固有ベクトル u, v から作った 2×2 行列

$$T = \begin{pmatrix} u_1 & v_1 \\ u_2 & v_2 \end{pmatrix}$$

を用いると

$$\exp A = T \begin{pmatrix} e^{\lambda_1} & 0 \\ 0 & e^{\lambda_2} \end{pmatrix} T^{-1}$$

と表されることを示せ。

4. 初期条件 $x(0)$ が与えられたときの微分方程式(1)の解 $x(s)$ を $A, f(s)$ および $x(0)$ を用いて表せ。
5. 初期条件 $x(0) = 0$ および

$$f(s) = \begin{pmatrix} e^{i\omega s} \\ 0 \end{pmatrix}$$

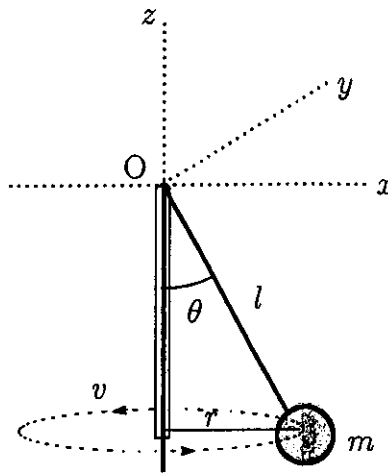
の場合を考える。ただし、 $\omega > 0$ である。解 $x(s)$ の第一成分 $x_1(s)$ を求めよ。

6. 前問で求めた $x_1(s)$ の実部が $s \geq 0$ において有界になる (a, ω) の条件を求めよ。

平成17年度修士課程入学試験問題
 相関基礎科学系 基礎科目

第3問 物理学(1)

図のように、端に質量 m の質点をつけたひもを鉛直方向 z 軸上の細い管に通し、管の上端 O からの長さ l を保って z 軸のまわりに質点を回転させたところ、 x - y 平面に平行な面内で速さ v 、半径 r の等速円運動をした。以下ではすべての抵抗およびひもの質量は無視できるものとし、重力加速度を g とする。



- (1) 質点にかかる力のつり合いの式を書け。ただし、ひもの張力を T とせよ。
- (2) T を r の関数として求めよ。
- (3) v^2 を l, g 及び r で表せ。
- (4) 質点の持つ全エネルギー E を r の関数として求めよ。

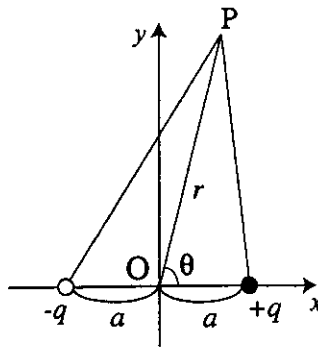
次に、この状態からひもを十分にゆっくりと管の下方から下にひっぱったところ、 (l, r, v, θ) が (l', r', v', θ') (ここで $l' < l$) に置き換わった等速円運動になった。

- (5) このプロセスの間、 z 軸まわりの角運動量の大きさ J は保存される。その理由を説明せよ。
- (6) $r' < r$ 、および $v' > v$ を示せ。
- (7) ひもを少しだけひっぱったときの角度の微小変化 $d\theta$ 、ひもの長さの微小変化 dl 、および半径の微小変化 dr を関係づけることにより $\theta' > \theta$ を示せ。
- (8) ひもをひっぱるのに要した仕事を計算し、それが質点の全エネルギーの増分に等しいことを示せ。

平成17年度修士課程入学試験問題
 相関基礎科学系 基礎科目

第4問 物理学(2)

I. 図のように x 軸上に2つの電荷 $+q, -q$ が原点から距離 a の位置に置かれている (電気双極子)。以下の問いに答えよ。真空の誘電率を ϵ_0 とする。



- (1) 等電位面を x - y 平面で切ったときにできる等電位線の概略を図示せよ。
- (2) 原点から距離 r だけ離れた点 P における電位を求めよ。ただし、 \overline{OP} と x 軸のなす角を θ とする。
- (3) 十分遠方 ($r \gg a$) における点 P の電位が

$$\phi(\vec{r}) = \frac{\vec{p}_0 \cdot \vec{r}}{4\pi\epsilon_0 r^3}$$

の形で与えられることを示し、 \vec{p}_0 を求めよ。ただし、 \vec{r} は P の位置ベクトルであり、 \vec{p}_0 は電気双極子モーメントと呼ばれる。ここで、 $|\delta| \ll 1$ の時に成り立つ近似式 $\frac{1}{\sqrt{1+\delta}} \simeq 1 - \frac{\delta}{2}$ を用いよ。

- (4) (3) の結果を用いて、遠方での電場ベクトル $\vec{E}_0(\vec{r})$ を求めよ。

II. 今度は、外部電場中の電気双極子について考える。

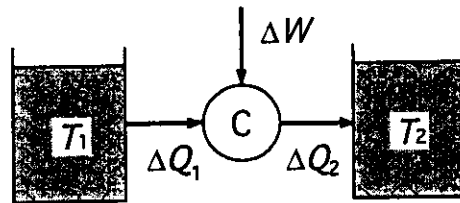
- (5) 上問の電気双極子が一様な外部電場 \vec{E} の中に置かれている。一般に電気双極子モーメント \vec{p}_0 の向きと電場の向きが異なる場合に、ポテンシャルエネルギーを \vec{p}_0 と \vec{E} を用いて表せ。
- (6) 次に、問題Iの電気双極子モーメント \vec{p}_0 の作る電場 $\vec{E}_0(\vec{r})$ の中にもうひとつの電気双極子をおく。ただし、その電気双極子モーメント \vec{p}_1 の向きは自由に変わることができるとする。以下の場合に、エネルギー的に最も安定となる \vec{p}_1 の向きを理由を附して答えよ。
 - (i) もうひとつの電気双極子が x 軸上にある時
 - (ii) もうひとつの電気双極子が y 軸上にある時

平成17年度修士課程入学試験問題
相関基礎科学系 基礎科目

第5問 物理学(3)

断熱壁でおおわれた二つの容器に1気圧、25℃の水がそれぞれ1kgずつ入っている。この二つの容器の間である熱機関を逆運転してヒートポンプとして使用し、片方の容器の水から熱を徐々に奪って冷却し、もう一方の容器の水を加熱することを考える。以下の問いに答えよ。

- 1) 下の図のように容器1の水の絶対温度が T_1 、容器2の水の絶対温度が T_2 のとき、熱機関が1回のサイクル運動で容器1の水から奪った熱量を ΔQ_1 、外界からされた仕事を ΔW 、容器2の水に与えた熱量を ΔQ_2 とする。熱力学第1法則と第2法則をこれらの物理量を使って表わせ。但し、1サイクルでの温度変化は小さいとし、ここでは無視してよい。



- 2) 何サイクルか運転して容器1の水温が T_1 から ΔT 変化したとき、容器1の水の内部エネルギーの変化 ΔU とエントロピーの変化 ΔS を、容器1の水の熱容量 C_1 と、 T_1 、 ΔT を使って表わせ。

以下の問題では、この熱機関は可逆熱機関(カルノー機関)であるとする。また、どちらの容器の水も圧力は1気圧に保たれ、その定圧比熱は0℃から100℃まで一定で $1\text{cal/g}\cdot\text{K}$ とし、氷の融解熱は 80cal/g ($1\text{cal} = 4.2\text{J}$)とせよ。水の沸点以下の熱膨張は無視せよ。また、必要であれば、 $\ln(298/273) \simeq 0.088$ 、 $\ln(373/273) \simeq 0.31$ を用いよ。有効数字は2桁まで求めよ。

- 3) 容器1の水温がちょうど氷点0℃まで下がったとき、容器1の水の内部エネルギー(J)とエントロピー(J/K)の変化を求めよ。
- 4) このとき容器2の水温を求めよ。また、このときまでに可逆機関に外界からされた仕事の総量(J)を求めよ。
- 5) 更にこの装置を稼動したところ、容器1の水は少しずつ凍りだし、あるとき容器2の水が沸騰し始めた。このとき容器1の中の氷の質量(g)を求めよ。

平成17年度修士課程入学試験問題
 関連基礎科学系 基礎科目

第6問 化学(1)

水素化リチウム分子LiHについて、ヒュッケル分子軌道法を考える。H原子の1s軌道を ϕ_H 、Li原子の2s軌道を ϕ_{Li} とすると、分子軌道は

$$\psi = c_H \phi_H + c_{Li} \phi_{Li} \quad (1)$$

と表わされる。係数 c_H 、 c_{Li} および軌道エネルギー ε は固有値方程式

$$\begin{pmatrix} \alpha_H - \varepsilon & \beta \\ \beta & \alpha_{Li} - \varepsilon \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c_H \\ c_{Li} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (2)$$

を満たす。ここで、 α と β は、それぞれ、クーロン積分と共鳴積分である。以下の問1)~8)に答えよ。必要ならば、次の簡略化されたデータを用いよ。

	電子親和力 (eV)	第一イオン化エネルギー(eV)	ポーリングの電気陰性度
H	0.75	14.0	2.0
Li	0.50	6.0	1.0

- 1) 軌道エネルギー ε が満たす永年方程式を書け。
- 2) 永年方程式を解いて、 ε をクーロン積分と共鳴積分で表せ。
- 3) $|x| \ll 1$ のときに成り立つ近似公式 $\sqrt{1+x} = 1 + \frac{1}{2}x$ を、上の問2)で求めた二つの解に

適用せよ。ただし、公式を適用する条件として、 $\left| \frac{\beta}{\alpha_{Li} - \alpha_H} \right| \ll 1$ とする。

- 4) 共鳴積分 β の物理的意味を述べよ。核間距離が無限大になったときの β の値を示せ。
- 5) 核間距離が無限大の場合の α_H と α_{Li} の値(eV)を推定せよ。
- 6) 平衡核配置にあるLiHの第一イオン化エネルギーは、8.0 eVである。これから、LiHの β (eV)の値を推定せよ。ただし、この核配置で、 α_H と α_{Li} の値は、問5)で得たそれぞれの値の1/2倍になっているとする。Liの1s軌道の化学結合への寄与は無視できるものとする。固有値 ε として問3)で得たものを使え。
- 7) 二つの分子軌道のそれぞれにおいて、比 $\frac{c_H}{c_{Li}}$ を、 α_H 、 α_{Li} 、および β で表せ。ただし、固有値 ε として問3)で得たものを使え。
- 8) 問7)で求めた分子軌道に電子を配置し、それに基づいてLiH分子の極性を議論せよ。

平成17年度修士課程入学試験問題
相関基礎科学系 基礎科目

第7問 化学(2)

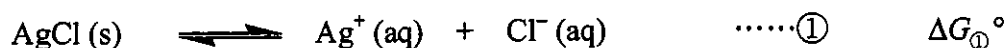
銀に関する次の文章を読み、以下の問題1～5に答えよ。

銀の単体は金属で、熱、電気伝導性は金属中最大である。その結晶構造は立方最密充填をとり、その単位格子の格子定数は 4.09 \AA である。

また、水や塩酸に溶解しないが、硝酸に溶解する。銀イオンを含む水溶液に少量の希塩酸を加えると白色の塩化物が沈殿するが、これは塩化銀の溶解度積 (K_{sp}) が非常に小さいことによる。このことを利用して、金属イオンの系統的定性分析法では銀イオンを分離している。分析試料水溶液に希塩酸を加えることにより、銀イオンと鉛(II)イオンをI属として最初に分離する。

1. 銀の結晶の単位格子を図示し、単位格子中の銀原子の数を記せ。
2. 格子定数を求める実験方法を記せ。
3. 銀が硝酸に溶解するとき二酸化窒素を発生する。この反応の化学反応式を書け。
4. 金属イオンの系統的定性分析で分離したI属の沈殿に、塩化銀と塩化鉛(II)が含まれる場合、アンモニア水を用いて分離した。化学反応式を書いてその原理を説明せよ。
5. 値が小さいために測定が困難な難溶性塩の溶解度積の算出に、電気化学的に測定された酸化還元電位を利用することができる。以下の問1)～3)に答えよ。

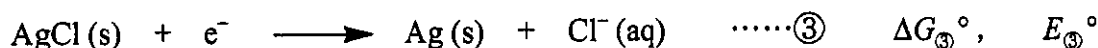
- 1) 塩化銀の溶解度積と次の反応(①)の標準反応ギブスエネルギー ($\Delta G_{\text{①}}^{\circ}$) の関係を示せ。



- 2) 還元半反応について、標準反応ギブスエネルギー ΔG° 、酸化還元電位 E° 、および、反応に関与する電子数 n の関係は、

$$\Delta G^{\circ} = -nFE^{\circ}$$

で関係づけられる。次の式②、③の還元半反応式について、酸化還元電位をそれぞれ $E_{\text{②}}^{\circ}$ 、 $E_{\text{③}}^{\circ}$ とするとき、これらと溶解度積 (K_{sp}) の関係を示す式を書け。



- 3) 還元半反応式②、③について、 27°C の酸化還元電位は、それぞれ $E_{\text{②}}^{\circ} = +0.80 \text{ V}$ 、 $E_{\text{③}}^{\circ} = +0.22 \text{ V}$ である。これらの値を用いて、塩化銀の $\text{p}K_{sp}$ の値を求めよ。ただし、気体定数 $R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、ファラデー定数 $F = 96480 \text{ C mol}^{-1}$ 、 $\log_e 10 = 2.303$ である。また、途中の計算過程も示せ。

平成17年度修士課程入学試験問題
 相関基礎科学系 基礎科目

第8問 化学(3)

以下の問題1, 2の両方に答えよ。

1. 以下に示す1)~4)の文には, それぞれ関連のある二つの実験結果(A)と(B)が述べられている。それぞれについて, (B)となる理由を説明せよ。

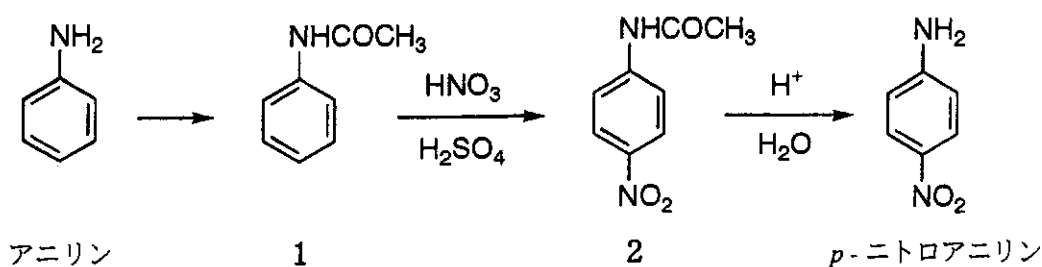
1) シクロアルカンのCH₂ 1個あたりの燃焼熱は, (A)シクロペンタン, シクロヘキサンではそれぞれ664, 659 kJ mol⁻¹とほぼ同じであるが, (B)シクロプロパンでは698 kJ mol⁻¹と著しく大きい。

2) 末端に2個の二重結合をもつジエンの水素化熱は, (A)1,4-ペンタジエン, 1,5-ヘキサジエンではそれぞれ254, 253 kJ mol⁻¹とほぼ同じであるが, (B)1,3-ブタジエンでは239 kJ mol⁻¹と小さい値となる。

3) 室温において, (A)メチルシクロヘキサンはエネルギーの異なる二つの配座異性体の平衡混合物として存在しているが, (B)tert-ブチルシクロヘキサンはほとんど単一の配座異性体で存在している。

4) tert-ブチルエチルエーテル C₂H₅OC(CH₃)₃ を Williamson法によって合成する際, (A)C₂H₅Br と (CH₃)₃CONa の組み合わせを用いると目的化合物を得ることができるが, (B)(CH₃)₃CBr と C₂H₅ONa の組み合わせでは目的化合物を主生成物として得ることができない。

2. p-ニトロアニリンをアニリンから合成する経路について, 以下の問に答えよ。



- 1) p-ニトロアニリンは大きな双極子モーメントをもっている。その理由を共鳴構造式を用いて説明せよ。
- 2) アニリンから1を得る反応に用いるべき試薬の化学式と名称を記せ。
- 3) 1のニトロ化反応において, 2の他に生成する有機化合物の構造式を記せ。
- 4) p-ニトロアニリンを合成するためには, 上に示したスキームのように1を経由させる必要がある。これは, アニリンを直接ニトロ化してもp-ニトロアニリンが収率よく得られないからである。その理由を説明せよ。

平成17年度修士課程入学試験問題
相関基礎科学系 基礎科目

第9問 生物学(1)

[文1]から[文3]を読み、以下の問に答えよ。

[文1] 私たちの血液中のグルコース濃度(血糖値)は細胞に蓄えられているグリコーゲンの分解と合成によってほぼ一定に維持されている。グリコーゲンは活性型グリコーゲンホスホリラーゼによりリン酸と反応してグルコース1-リン酸(G1P)を生じる。G1Pはホスホグルコムターゼの働きによってグルコース6-リン酸(G6P)となる。G6Pはグルコース-6-ホスファターゼによってグルコースを生じる。グルコースは細胞膜上の輸送体によって細胞外に送られる。この結果、血糖値は上昇する。

[文2] 一方、血中の過剰なグルコースは細胞内に輸送された後、ヘキソキナーゼ(グルコキナーゼ)によってG6Pとなり、次いでホスホグルコムターゼの働きによってG1Pを生じる。G1PはUTPと共にG1PウリジリルトランスフェラーゼによりUDPグルコースを生じ、それがグリコーゲンシンターゼの働きでグリコーゲンの非還元末端に $\alpha(1\rightarrow4)$ 結合で付加され、伸びていく。こうして血糖値は低下する。

[文3] 血糖値を調節するホルモンとしては、上昇させる働きがあるものは膵臓のランゲルハンス島から分泌されるグルカゴン、副腎髄質から分泌される などが、また下降させるホルモンとしては がある。血糖上昇のためには[文1]の反応が起こる必要がある。グルカゴンは細胞膜上の受容体に結合する。するとGタンパク質を介してアデニルシクラーゼが活性化し、ATPから を合成する。この はタンパク質キナーゼ(A-キナーゼ)を活性化する。A-キナーゼはホスホリラーゼキナーゼを活性型にする。さらにそれは不活性型グリコーゲンホスホリラーゼを活性型にする。

問1 ~ に最も適当な語句を入れて文章を完成させよ。

問2 [文1]において、グリコーゲンが最も豊富に蓄えられている哺乳類の器官をあげ、その器官の血糖調節以外の機能を2つあげよ。

問3 [文1]において、グルコース輸送体とイオンチャネルの共通する特徴を2つあげよ。

問4 [文2]において、グルコースがG6Pになるために使われる必須分子は何か。

問5 [文2]において、グルコースはヘキソキナーゼによってG6Pとなるが、この過程は一般的に不可逆的であるとされる。その理由を簡潔に述べよ。

問6 [文2]において、ホスホグルコムターゼの機能が述べられている。一般にムターゼとはどのような機能を持つ酵素を指すか。

問7 [文3]において、グルカゴンの受容体結合からグリコーゲンホスホリラーゼが活性化するために幾つもの反応が連鎖的に起こる。このような反応にはどのような利点があるか、簡潔に説明せよ。

問8 [文3]において、タンパク質キナーゼとはどのような機能を持つ酵素を指すか。

問9 [文3]において、グルカゴンはペプチド型のホルモンである。血中カルシウムイオン濃度を調節するペプチド型ホルモンを一つあげ、分泌器官の名称も記せ。

平成17年度修士課程入学試験問題
 基礎科学系 基礎科目

第10問 生物学(2)

次の文を読み、以下の問1—4に答えよ。

好中球とよばれる細胞は白血球の一種で、N末端がホルミル化されたペプチド(FP)に対して強い走化性を示す。この走化性運動を顕微鏡下で観察するため、下図のようにスライドガラスに二つの液槽を彫り、この間に長さ1cmの長方形のステージを作った。液槽Aには一定濃度のFPを含む緩衝液を入れ、液槽BにはFPをまったく含まない緩衝液を入れた。ステージ上に好中球をのせてからカバーガラスをかけてしばらく置くと、カバーガラスとステージの狭いすき間にFPの線形濃度勾配をもつ溶液層ができ、好中球は、この中をステージにはりつきながら図中矢印の方向に直進した(走化性運動)。このとき、液槽とステージの境界でのFP濃度はそれぞれの液槽の初期濃度に等しかった。

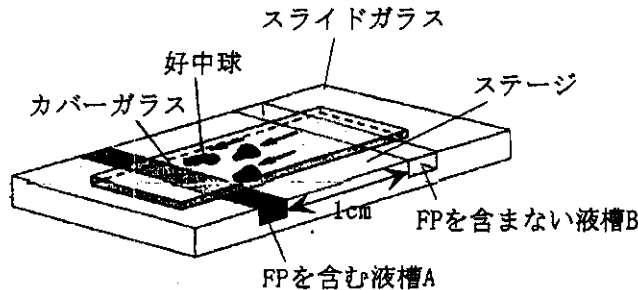


図 スライドガラス上での走化性運動の観察法

- 問1 FPは外部からの侵入者の印となり、体内では好中球はこれを放出する細胞を追跡、捕食する。なぜ、FPは外部からの侵入者の印となるか。理由を記しなさい。
- 問2 好中球細胞膜にはFP受容体が存在している。いまこの受容体とFPが1:1で結合して複合体を形成するとして、その解離定数 K_d を $10^{-8}M$ とする。ただし、 $K_d = [R][P]/[RP]$ である。ここで、 $[R]$ は遊離受容体濃度、 $[P]$ は遊離FP濃度、 $[RP]$ は複合体濃度である。全受容体のうちでFPを結合したものの割合 W を、 $[P]$ の関数として表しなさい。また、縦軸に W を、横軸に $[P]$ を目盛ったとき、この関数の形を描きなさい。
- 問3 液槽Aに $2 \times 10^{-8}M$ のFPを入れた。いま、ステージのちょうど中央でFP濃度の濃い方向に直進的に走化性運動をしている好中球がいる。FP濃度勾配方向のこの細胞の長さは $40\mu m$ である。また、細胞膜表面には10万分子の受容体が一様に分布している。走化性運動をしているこの好中球は、どのような情報をもとにして運動の方向を決めているか。この好中球の最先端部と最後端部(FP濃度勾配方向に対して)の受容体の W を計算して、これをもとに論じなさい。
- 問4 上記の実験で液槽AのFP濃度を $2 \times 10^{-8}M$ にすると、ステージ中央部で好中球はどのような動きをすると考えられるか。理由とともに記しなさい。

平成17年度修士課程入学試験問題
相関基礎科学系 基礎科目

第11問 地学（1）

地球について以下の問に答えよ。

1. 地球表層部の地殻とプレートについて、両者の違いを明示した上で、各々を説明せよ。
2. 大陸と海洋の境界は、地質学的に性格の異なる2つのタイプに大別される。各々について形態、構成物質および支配的な地質構造を説明せよ。
3. 大陸を作るプロセスを簡潔に説明せよ。

平成17年度修士課程入学試験問題
 相関基礎科学系 基礎科目

第12問 地学 (2)

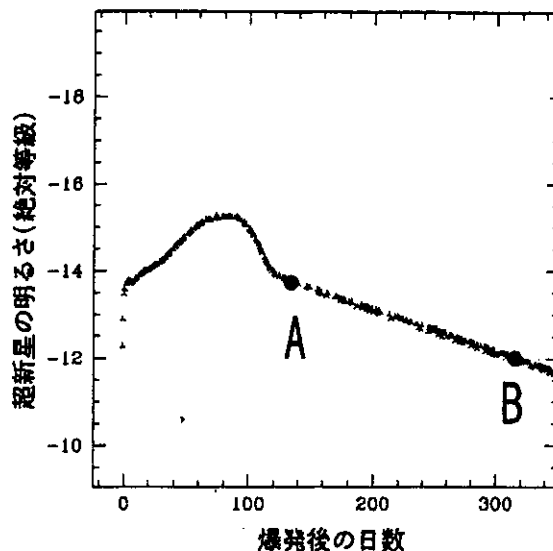
下図は、ある超新星の明るさ(絶対等級)の時間変化を示したものである。このような明るさの時間変化を光度曲線とよぶ。超新星の光度曲線のうち、AからBのように直線的に明るさが減少している部分がある。この減少率は、ほぼ100日で1等の割合である。この明るさの減少率は放射性同位元素 ^{56}Ni の崩壊過程によって説明できる。以下の間に答えよ。

1. 天体のみかけの明るさをあらわす等級 m は、その天体からのエネルギーフラックス f (単位時間、単位面積あたりとどくエネルギーの量のこと)と、標準星の等級 m_0 、および、その標準星からのエネルギーフラックス f_0 を用いて

$$m = m_0 - \alpha \log \left(\frac{f}{f_0} \right) \quad (1)$$

より求める。ここで、 α は定数であり、 \log は常用対数である。1等星は6等星より100倍明るいとして、 α の値を求めよ。

2. 天体の光度(単位時間あたりの光のエネルギー放出量)を L とおいた時に、距離 r での光のエネルギーフラックスの値 f を求めよ。ここで、天体からの光は球対称に放射されると仮定せよ。
3. 距離10パーセクにおける天体のみかけの等級を絶対等級と定義する。距離を d パーセクとした場合の、みかけの等級 m と絶対等級 M 、および距離 d の関係式を導け。
4. 超新星爆発において、放射性同位元素 ^{56}Ni が大量につくられる。この ^{56}Ni は6日ほどの半減期で ^{56}Co に、さらに ^{56}Co は半減期77日ほどで ^{56}Fe に崩壊する。崩壊に伴い、ガンマ線が放出される。このガンマ線が物質に吸収され、あたためられた物質から、光が放出されるので、超新星は光る、と考えよ。計算の簡単のために、 ^{56}Ni が半減期77日で、 ^{56}Fe に崩壊すると仮定し、 $t=0$ 日における光度を L_0 とし、その時の ^{56}Ni の質量を、 M_0 と置いた時の、超新星の光度の時間変化を求めよ。ここで光度 L は、その時点における ^{56}Ni の質量 $M(t)$ に比例するとせよ。
5. 上記の関係式を用いて、超新星の絶対等級がほぼ100日で1等減光することを有効数字1桁の精度で導け。ただし、必要なら $\log 2 = 0.30$ を用いよ。



平成17年度修士課程入学試験問題
相関基礎科学系 基礎科目

第13問 科学史・科学哲学

科学理論にとって、その科学理論に適合しない変則事例はどのような意味をもつか。科学史ないし科学哲学の観点から論じなさい。

草稿用紙

草稿用紙