

平成27年度東北大学大学院理学研究科化学専攻

博士課程前期2年の課程入学試験

化 学

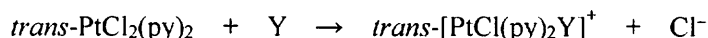
平成26年8月19日(火) 14:30 ~ 17:00

注意事項

1. 試験開始の合図まで問題冊子を開かないこと。
2. 本試験問題は次の各問題群よりなる。**4つの問題群のうちから3つを選択して解答せよ。**
4 ([4] A、 [4] B)
5 ([5] A、 [5] B)
6 ([6] A、 [6] B)
7 ([7] A、 [7] B)
3. 各問題の解答は、それぞれ指定した解答用紙に記入すること。選択した問題の解答用紙のおもて左上の問題番号をそれぞれ○で囲むこと。○印のない答案は採点しないことがあるので注意すること。また、別紙の選択届(黄色用紙)に選択した解答群を明記し、解答用紙とともに提出すること。
4. 試験開始後、全ての問題用紙が揃っているかどうかを確認すること。なお、本冊子に落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがある場合は申し出ること。
5. 問題冊子は持ち帰ってよい。

4 A (解答用紙) 4 A に解答せよ

問1 白金(II)錯体 $trans\text{-PtCl}_2(\text{py})_2$ (py: ピリジン) の配位子置換反応は、進入配位子を Y とすると、次式のように表される。



その反応速度は1次速度定数 k_1 および2次速度定数 k_2 を含む次式の形をとる。

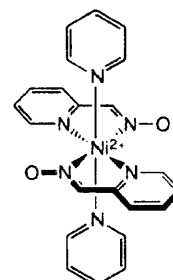
$$\text{速度} = (k_1 + k_2[\text{Y}])(\text{錯体})$$

この反応に関する次の(1)~(4)に答えよ。

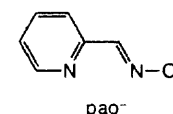
- (1) k_2 は進入配位子 Y の種類に依存して変化する。Y として Br^- を用いた場合と I^- を用いた場合で、どちらが k_2 の値が大きくなるかを予測せよ。その理由も簡潔に記せ。また、この速度定数が k_2 である置換反応の機構の名称を書け。
- (2) この速度定数が k_2 である置換反応の活性化エントロピーの値は一般に正か負か答えよ。
- (3) k_1 は溶媒に依存し、配位力の強い溶媒ほど大きな値をとるが、進入配位子 Y の種類には依存しない。この速度定数が k_1 である置換反応はどのような機構で進行していると考えられるか、簡潔に説明せよ。
- (4) $trans\text{-PtCl}_2(\text{py})_2$ は2当量のチオ尿素 $\text{SC}(\text{NH}_2)_2$ と速やかに反応し、置換生成物を与える。生成物の構造を立体構造がわかるように描け。但し、白金(II)錯体におけるトランス効果の強さの順は $\text{py} < \text{Cl}^- < \text{SC}(\text{NH}_2)_2$ である。

問2 次の文章を読み、錯体 A と錯体 B に関する(1)~(3)に答えよ。

$[\text{Ni}(\text{pao})_2(\text{py})_2]$ の組成を持つオレンジ色の錯体 A を合成した(右図)。py はピリジンを示す。配位構造は八面体型幾何構造をしていた。この錯体の磁化率を測定したところ、室温での有効磁気モーメント μ_{eff} は、およそ $\sqrt{8}\mu_B$ であった。この錯体を真空下 100°C で加熱脱気したところ、錯体の色が褐色に変化し、中性の錯体 B が生成した。錯体 B の磁化率を測定したところ、反磁性であることが判明した。



錯体 A



pao⁻

- (1) 錯体 A における d 軌道のエネルギー準位図を結晶場理論に基づいて描け(各軌道を帰属し、電子を矢印で配置せよ。ただし、基底状態にあるものとする)。また、なぜそのように考えたか、構造および磁性と関連づけて説明せよ。
- (2) 錯体 B の予想構造を立体構造が明瞭にわかるように描け。
- (3) 錯体 B の d 軌道エネルギー準位図を結晶場理論に基づき推察せよ(各軌道を帰属し、電子を矢印で配置せよ。ただし、基底状態にあるものとする)。また、なぜそのように考えたか、構造および磁性と関連づけて説明せよ。

問3 酢酸銅の組成式は $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ と表すことができ、その磁気モーメントは温度を下げるにつれて小さくなる。この化合物に関する以下の(1)~(3)に答えよ。

- (1) 分子式を記せ。
- (2) 構造をわかりやすく図示せよ。
- (3) 粉末の色は何色か記せ。またこの色の原因について簡潔に説明せよ。

4 B (解答用紙 4 B に解答せよ)

必要であれば、 $\sqrt{2}=1.41$ 、 $\sqrt{3}=1.73$ 、 $\sqrt{5}=2.24$ 、 $\sqrt{7}=2.65$ を用いよ。

I. 単純立方構造、および面心立方構造 (FCC 構造) について以下の問 1 ~ 3 に答えよ。

問1 単純立方格子の格子点に原子が位置し、剛体球モデルにおいて原子の球どうしが、互いに接している構造をもつ金属を考える。

- (1) この結晶格子の配位数を答えよ。
- (2) 結晶格子における原子の充填率を求めよ。

問2 NiO, MgO, CaO は、酸素イオンが最密充填してできる FCC 構造をもち、6 配位となる八面体空隙に陽イオンが存在する物質である。それぞれのイオンの半径を $r_{\text{Ni}^{2+}} = 0.49 \text{ \AA}$ 、

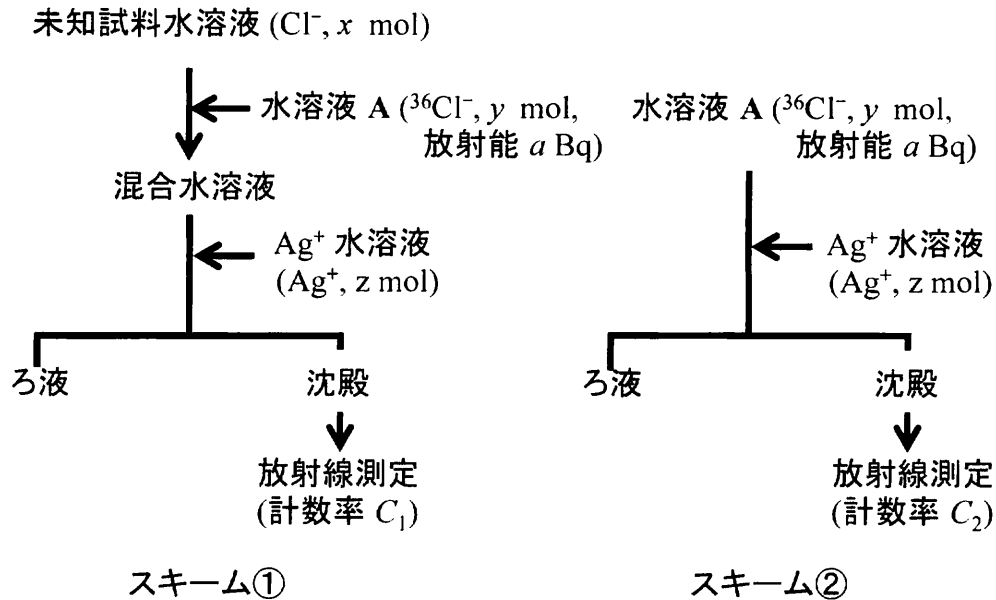
$r_{\text{Mg}^{2+}} = 0.62 \text{ \AA}$ 、 $r_{\text{Ca}^{2+}} = 0.99 \text{ \AA}$ 、 $r_{\text{O}^{2-}} = 1.40 \text{ \AA}$ とする。

- (1) 八面体空隙に適合するイオン半径を求めよ。
- (2) Ni, Mg, Ca のなかで八面体空隙に一番無理なく入る陽イオンはどれか。また、八面体空隙に入ることにより、結晶格子を最も変形させると考えられる陽イオンはどれか。理由と共に答えよ。

問3 金属 M は FCC 構造を持つ。密度は $p (\text{g cm}^{-3})$ 、原子量は $q (\text{g mol}^{-1})$ である。また、アボガドロ数を N_A とする。M の原子半径 $r (\text{cm})$ を求めよ。

II. 次の文章を読み、問 4 ~ 7 に答えよ。

未知試料 (水溶液) 中の塩化物イオン含量 ($x \text{ mol}$) を求めるために、スキーム①及びスキーム②に示す操作を行った。まず、(7) 放射性同位体 ^{36}Cl (半減期 $3.01 \times 10^5 \text{ y}$, β^- 壊変 98.1%, EC (軌道電子捕獲) 壊変 1.9%) のみを塩化物イオンとして含む水溶液 A (^{36}Cl 含量 $y \text{ mol}$, ^{36}Cl 放射能 $a \text{ Bq}$) を 2 つ用意し、その片方を未知試料に加えてよく混合した (スキーム①)。 この混合水溶液 (スキーム①) および、もう片方の水溶液 A (スキーム②) に Ag^+ イオンを含む水溶液 (Ag^+ 含量 $z \text{ mol}$) をそれぞれ加え、水溶液中に含まれる塩化物イオンの一部を AgCl として沈殿させ、ろ別した。(1) それぞれの沈殿物から放出される放射線を計測したところ、スキーム①およびスキーム②で得られた沈殿物の計数率 (1 秒間あたりの真の計数) はそれぞれ C_1 , C_2 となった。 以上の結果を基に、(6) 水溶液 A および混合水溶液における ^{36}Cl の比放射能と沈殿物の計数率との関係を考察することにより、未知試料中の塩化物イオン含量 ($x \text{ mol}$) を求めることができる。



- 問4 下線部(ア)で、水溶液 A は ^{36}Cl のみを塩化物イオンとして含むとあるが、これは塩素の安定同位体(^{35}Cl , ^{37}Cl)を全く含まないことを意味する。このように、放射性同位体はその安定同位体で希釈されていない状態を一般的には何と呼ぶか答えよ。
- 問5 下線部(ア)で、水溶液 A に含まれる ^{36}Cl の放射能 $a \text{ (Bq)}$ を表す式を書け。ただし、アボガドロ数を N_A 、1 年の秒数を $t_1 \text{ (s)}$ 、数値 2 の自然対数を 0.693 とし、必要に応じて式中に記せ。
- 問6 下線部(イ)で、ろ別した沈殿中の ^{36}Cl から放出される β^- 線を GM (ガイガー・ミュラー) 計数管で計測するために検量線を作成した。 ^{36}Cl を同濃度で含む AgCl 沈殿を何種類か調製して計測したところ、沈殿物の量が少ない時はその量と計数率に比例関係が見られたが、沈殿物の量が多くなると直線性を示さなくなった。この原因を推察せよ。
- 問7 下線部(ウ)を参考にして、未知試料中に含まれる塩化物イオンの物質質量($x \text{ mol}$)を求める式を導け。また導出過程も記せ。なお AgCl の沈殿生成は定量的に起こり、またそれぞれの沈殿の放射線測定は同一条件で行われたものとする。

5A (解答用紙 5A に解答せよ)

次の文章を読み、問1から問7に答えよ。

座標 R_A および R_B に原子核を持つ水素分子カチオン H_2^+ の電子のハミルトニアン \hat{H} は、電子の座標を r として、原子単位 (a.u.) を用いて、

$$\hat{H} = -\frac{1}{2}\nabla^2 - \left(\frac{1}{|r - R_A|} + \frac{1}{|r - R_B|} \right) \quad (1)$$

と表される。ただし、 ∇^2 はラプラシアンである。 H_2^+ の電子の基底状態を表す固有関数 ψ_0 が2つの原子軌道によって近似的に展開されるとする。すなわち、

$$\psi_0(r) = C\phi_A(r) + C\phi_B(r) \quad (2)$$

ここで、 ϕ_A および ϕ_B は、それぞれ、 R_A および R_B に中心を持つ規格化された水素原子の基底状態固有関数である。水素分子カチオン H_2^+ の電子の基底状態エネルギー E_0 は、式(1)、(2)を用いて

$$E_0 = \int \psi_0^*(r) \hat{H} \psi_0(r) dr = \langle \psi_0 | \hat{H} | \psi_0 \rangle \quad (3)$$

と表される。

問1 水素原子 H の電子の基底状態のエネルギー E_H は、

$$E_H = \langle \phi_A | \boxed{\text{ア}} | \phi_A \rangle$$

と表される。 $\boxed{\text{ア}}$ に入る式を、式(1)にならって記せ。

問2 波動関数 ψ_0 が規格化されているとして、式(2)の展開係数 $C(> 0)$ が $1/\sqrt{2}$ となることを導け。2つの原子軌道の重なり積分 S を0と近似せよ ($S = \langle \phi_A | \phi_B \rangle = 0$)。

問3 水素原子の基底状態のエネルギーを E_H 、クーロン積分を α 、共鳴積分を β とおくと、 H_2^+ の電子基底状態のエネルギー E_0 が $E_H - \alpha - \beta$ と表せることを示せ。ただし、ここでは、 α および β は、それぞれ、原子軌道を用いて

$$\alpha = \langle \phi_A | |r - R_B|^{-1} | \phi_A \rangle = \langle \phi_B | |r - R_A|^{-1} | \phi_B \rangle \quad (4)$$

$$\beta = \langle \phi_A | |r - R_A|^{-1} | \phi_B \rangle = \langle \phi_B | |r - R_B|^{-1} | \phi_A \rangle \quad (5)$$

で定義されているとする。

問4 H_2^+ の第一励起状態 ψ_1 は, $\psi_1(r) = C\phi_A(r) - C\phi_B(r)$ で与えられる ($C = 1/\sqrt{2}$)。電子の第一励起状態のエネルギー E_1 を, E_H, α, β を用いて式で表せ。

問5 H_2^+ の分子軸に沿って, 電場 F を加えたとする。 F の絶対値が十分に小さい場合, 電子と電場 F との相互作用 U は式 (1) のハミルトニアンに対する摂動とみなせる。1 次の摂動論によれば, U のもとでの基底状態の波動関数 ψ'_0 は

$$\psi'_0 = \psi_0 + \sum_{i=1} \frac{\langle \psi_i | U | \psi_0 \rangle}{E_0 - E_i} \psi_i \quad (6)$$

と書かれる。式 (6) の右辺第 2 項の和における ψ_1 の係数 $\frac{\langle \psi_1 | U | \psi_0 \rangle}{E_0 - E_1}$ を, 原子軌道 $\phi_A(r)$, $\phi_B(r)$, 共鳴積分 β , U を用いて式で表せ。その導出過程も示せ。ただし, ψ'_0 の規格化は考えなくてよい。

問6 式 (6) の ψ'_0 の展開において, ψ_1 の係数を γ とする。第一励起状態 ψ_1 のみが ψ'_0 に寄与するとして, 水素分子カチオン H_2^+ の電子密度 $\rho(r) = |\psi'_0(r)|^2$ を表わす式を原子軌道 $\phi_A(r)$, $\phi_B(r)$, および γ を用いて記せ。ただし, 2つの原子軌道の重なりを無視してよい。

問7 ある電場 F をかけたとき, 問6 の γ が +0.05 となった。この電場の印加によって, 水素原子 A 上の電子の数はどれだけ変化するか, 問6 で導いた $\rho(r)$ を用いて答えよ。ただし, 原子上の電子の数は, その原子に中心を持つ原子軌道の 2 乗の係数によって見積もられるとし, γ について 2 次の項は無視できるとせよ。

5 B (解答用紙 **5 B** に解答せよ)

次の文章を読み、問1から問7に答えよ。本題では原子核の運動に着目し電子状態は変化しないと仮定する。電子・核スピンからの寄与は無視する。プランク定数 $h = 6.6 \times 10^{-34}$ Js, ボルツマン定数 $k = 1.4 \times 10^{-23}$ JK⁻¹ である。

図1は気体の標準エントロピー S° と分子量(原子量)の対数との関係を表す。系列Aは単原子分子, 系列Bは2原子分子, 系列Cは3原子分子に対応する。それぞれの系列によい直線関係があることがわかる。以下, このような関係が得られる理由を統計熱力学の観点から考える。

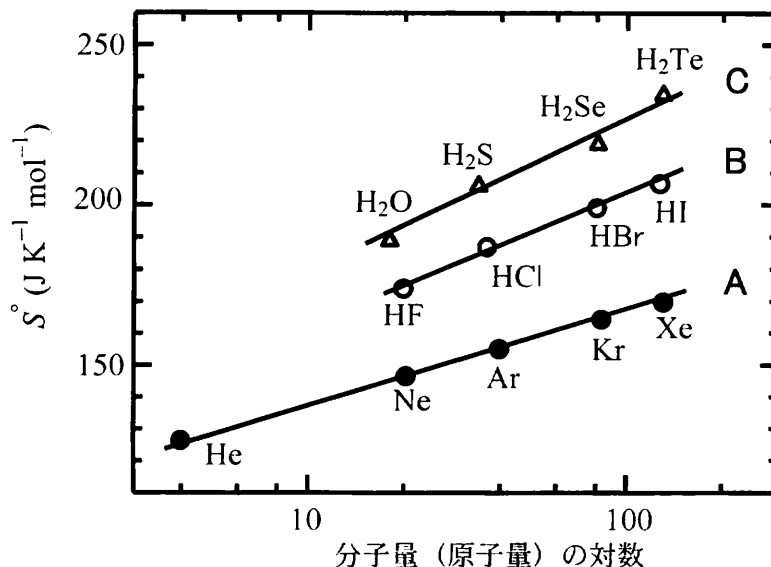


図1 単原子分子(系列A), 2原子分子(系列B)および3原子分子(系列C)気体の温度 $T = 298$ Kにおける標準エントロピーと分子量(原子量)の対数の関係

まず, 並進運動に着目する。一辺の長さが a の立方体中において, N 個の互いに相互作用しない質量 m の分子(原子)を考える。

各分子(原子)の並進運動のエネルギーは x, y, z 方向それぞれの量子数を用いて

$$E(n_x, n_y, n_z) = \frac{h^2}{8ma^2} (n_x^2 + n_y^2 + n_z^2) \quad (n_x, n_y, n_z = 1, 2, 3, \dots) \quad (1)$$

と表される。(1)式から, 並進運動の分配関数は

$$Q(V, T) = \frac{1}{N!} \left[\sum_{n_x, n_y, n_z=1}^{\infty} \exp\left\{-\mathcal{F}(n_x^2 + n_y^2 + n_z^2)\right\} \right]^N = \frac{V^N}{N!} \left(\frac{2\pi mkT}{h^2} \right)^{\frac{3N}{2}} \quad (2)$$

となる。なお, 十分に大きな立方体においては, 和が積分に置き換えられることを利用した。 T は温度, $V = a^3$ は体積を表す。

問1 (2) 式中の空欄 (ア) にあてはまる数式を答えよ。

問2 (2) 式において $1/N!$ が現れる理由を簡潔に答えよ。

問3 図1の単原子分子の系列 A について、原子量の増加とともに S° が増加する理由を、並進運動のエネルギー準位 (1) 式に基づいて定性的に説明せよ。

問4 問3の理由を定量的に説明するため、エントロピー S の表式を導く。ヘルムホルツ自由エネルギー $F = -kT \ln Q$ であることを用いて、(3) 式の空欄 (イ) および(ウ)に当てはまる数式を答えよ。

$$S = - (\text{イ})_T = \frac{3}{2} Nk \{ 1 + \ln(\text{ウ}) \} - k \ln N! \quad (3)$$

問5 分子では並進運動に加え、回転・振動運動も存在する。各分配関数をそれぞれ Q_{trans} 、 Q_{rot} 、 Q_{vib} と表した場合、それらを用いて分子の全分配関数を表せ。

問6 塩化水素 HCl (気体) の標準エントロピーの実測値は $S^\circ = 187 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ である。

(a) 標準エントロピーに対する振動運動からの寄与は $S_{\text{vib}}^\circ = 1.0 \times 10^{-4} \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ であり無視できる。振動運動からの寄与が小さい理由を、温度と振動エネルギーに基づいて述べよ。振動数は $\nu = 9.0 \times 10^{13} \text{ s}^{-1}$ 、温度は $T = 298 \text{ K}$ である。

(b) 回転運動からの寄与は $S_{\text{rot}}^\circ = 33 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ である。並進のエントロピーを求めよ。

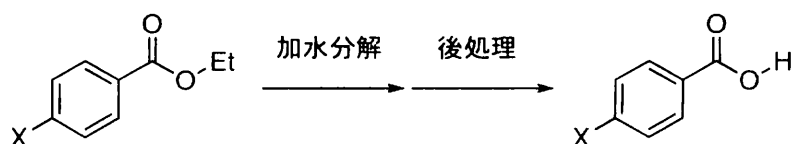
問7 図1の系列 A, B, C を比較する。同じ分子量において、 S° の大きさは $A < B < C$ の順になる。 $A < B$ および $B < C$ となる理由をそれぞれ述べよ。なお、標準エントロピーに対する振動の寄与は無視できる。

6 A (解答用紙 6 A に解答せよ)

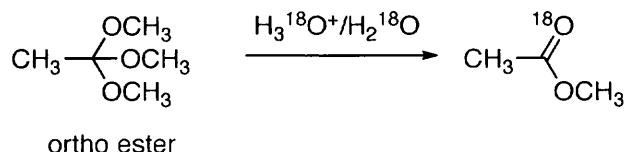
加水分解反応に関連する次の問いに答えよ。

反応機構を記載する際は全ての反応段階を記し、省略しないこと。

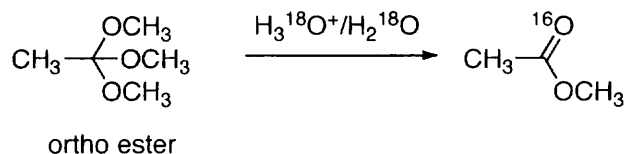
- 問1 エステルの加水分解反応は、酸性条件下および塩基性条件下ともに進行する。下記の安息香酸エステル誘導体の加水分解反応で、Xを水素からニトロ基に変更した際の反応速度を比較した。酸性、塩基性のどちらの条件で、より加速効果が認められるか答えよ。また、選択した条件下での加水分解反応の反応機構を電子の流れの矢印を用いて記せ。



- 問2 オルソエステルの加水分解反応を¹⁸Oを含んだ水中で行うと下記のような反応が進行する。この反応機構を、電子の流れの矢印を用いて記せ。なお反応機構中には同位体を示す18を記す必要はない。



- 問3 問2のオルソエステルの加水分解反応では、副反応が進行し、¹⁸Oを含まない生成物が得られる。この¹⁸Oが導入されない加水分解反応の反応機構を、電子の流れの矢印を用いて記せ。なお反応機構中には同位体を示す18を記す必要はない。



6 B (解答用紙 6 B に解答せよ)

- I. 以下に分子式 C_4H_8O からなる化合物 1, 2 の 1H -NMR を記す。以下の問 1 および問 2 に答えよ。なお、 δ は化学シフト値を示す。

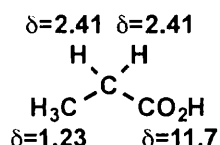
化合物 1: $\delta = 1.29$ (t, $J = 7.1$ Hz, 3H), 3.75 (q, $J = 7.1$ Hz, 2H), 3.98 (dd, $J = 6.8, 2.0$ Hz, 1H),
 4.18 (dd, $J = 14.4, 2.0$ Hz, 1H), 6.45 (dd, $J = 14.4, 6.8$ Hz, 1 H)

化合物 2: $\delta = 1.12$ (d, $J = 7.2$ Hz, 6 H), 2.42 (dsep, $J = 7.2, 1.6$ Hz, 1 H), 9.64 (d, $J = 1.6$ Hz, 1 H)

問1 化合物 1, 2 の構造式を示せ。

問2 化合物 1, 2 の 1H -NMR の帰属を解答例にならって記せ。

解答例



- II. 次の文章を読み、問 3 から問 5 に答えよ。

(*R*)-2-phenylcyclohexan-1-one にメタノール中で $NaBH_4$ を作用させたところ、2つの化合物 A, B が得られた。化合物 A と B はジアステレオマーである。化合物 A の 1H -NMR を測定したところ、以下のデータが得られた。なお、 δ は化学シフト値を示す。

$\delta = 1.25$ – 1.53 (bm, 4 H), 1.62 (s, 1 H), 1.76 (m, 1 H), 1.84 (m, 2 H), 2.11 (m, 1 H),
 2.42 (ddd, $J = 16.5, 10.8, 5.4$ Hz, 1 H), 3.64 (td, $J = 10.8, 5.4$ Hz, 1H), 7.17 – 7.35 (m, 5 H)

化合物 A, B それぞれに、ピリジン溶媒中メタンスルホニルクロリドを作用させたところ、化合物 A から分子式 $C_{12}H_{14}$ の化合物が、化合物 B から分子式 $C_{12}H_{14}$ の化合物が得られた。このとき得られる化合物は1つとは限らない。

問 3 化合物 A の化合物名を絶対立体配置を含めて、日本語または英語で記せ。またそのように考えた理由を記せ。

問 4 化合物 A, B から得られるそれぞれの化合物の構造式を絶対立体配置がわかるように記し、それぞれが生成する反応機構を記せ。

問 5 化合物 A, B から分子式 $C_{12}H_{14}$ の化合物が得られる反応速度は異なる。化合物 A, B のどちらから、生成物が速く得られるかを、理由とともに記せ。

7 A (解答用紙 7 A に解答せよ)

I. トリペプチド Gly-His-Lys に関する次の文章を読み、以下の問 1～問 4 に答えよ。

ヒトの血液中に見いだされたトリペプチド Gly-His-Lys (GHK ペプチド) は傷の治癒を促進する働きがあり、マクロファージなどに対する化学誘因作用、コラーゲンなどの生合成の促進作用など、多彩な生理機能をもつと推定されている。興味深いことに GHK ペプチドは 2 価の銅イオンと強く結合する性質をもっている。その後、SPARC と名づけられたタンパク質からタンパク分解によって生成することが分かった。

問 1 Cu^{2+} を含まない状態の GHK ペプチドの等電点はどの程度と推定されるか、次の 3 つの中から選択し、記号で答えよ。

(ア) 6.8 (イ) 7.8 (ウ) 8.8

問 2 GHK ペプチドに含まれていない、タンパク質を構成する塩基性アミノ酸の名称を答えよ。

問 3 Cu^{2+} との結合には 3 つのアミノ酸の中で Gly と His が主要な役割を担っていることが判明した。 Cu^{2+} と結合すると考えられる、それぞれのアミノ酸の官能基を図示し、直接 Cu^{2+} と結合する原子を矢印で示せ。

問 4 GHK ペプチドを SPARC から生成するタンパク質分解酵素は、次の 3 つのタンパク質分解酵素のどれと基質特異性が類似しているか、その記号を選択し、その理由を簡潔に答えよ。

(エ) トリプシン (オ) キモトリプシン (カ) エラスターゼ

II. Polymerase Chain Reaction (PCR) 法に関する以下の問 5～問 7 に答えよ。

問 5 遺伝子を増幅する PCR 法の原理を 100 字程度で述べよ。

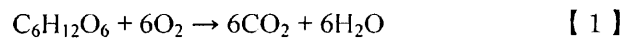
問 6 PCR 法を用いて RNA を定量するにはどのようにしたらよいか、その原理を簡潔に答えよ。

問7 PCR法でヒトの性別判定を行うには、どのように行ったらよいか、その原理を簡潔に答えよ。

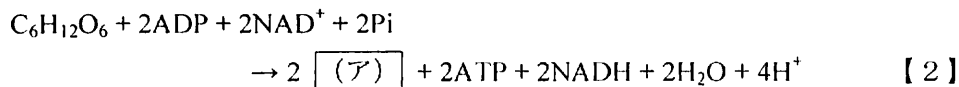
7 B (解答用紙 7 B に解答せよ)

1. グルコースの代謝に関する次の文章を読み、以下の問1～問5に答えよ。

高等動物の細胞ではグルコースは代謝され、最終的に二酸化炭素と水に変わる。これは次式のように表すことができる。



細胞内のグルコースはまず解糖によって、次式のように2分子の(ア)に変化する。



(ア)は炭素数3の化合物であり、この3個の炭素原子のうちの1個は、(イ)と名づけられたデヒドロゲナーゼによって、二酸化炭素に変化する。残りの2個の炭素原子を含む化合物(ウ)はクエン酸サイクルに入り、次のように二酸化炭素に変化する。



このように最初の化学反応式【1】ではグルコースは形式的に酸素と反応し、二酸化炭素と水を生成するが、化学反応式【2】と【3】で表される解糖とクエン酸サイクルによるグルコースの分解過程には、酸素は関与しない。グルコース由来の電子は、種々のデヒドロゲナーゼによって(オ)が NAD^+ に転移することで生成する NADH か、あるいは酵素(カ)によって生成する FADH_2 として、一時的に蓄えられる。

問1 (ア)～(カ)に当てはまる適切な酵素、化学物質の名称を答えよ。

問2 D-グルコースの化学構造を記せ。

問3 嫌気的条件下では、(ア)は何に変化するか。その化合物の名称と化学構造を答えよ(光学異性については答えなくてもよい)。

問4 酸素はグルコースの代謝にどのように関与するか、簡潔に答えよ。

問5 1分子のNADHから2.5分子のATPが生成し、1分子のFADH₂から1.5分子のATPが生成すると仮定し、1分子のグルコースから生成するATPの分子数を求めよ。解答にいたる過程も示すこと。

II. 真核細胞の翻訳に関する以下の問6～問7に答えよ。

問6 遺伝子の転写は新生するRNAの5'端から3'端の方向に進行する。リボソームでのポリペプチド合成が進行する方向を答えよ。

問7 次のmRNA（キャップとポリAは省略）がコードするアミノ酸配列を下記のコドン表を参考に答えよ。

5'-AAUUGC GGUAUGGGGGAACUGCAAUGUCCCAAAGUCACUAACUUAG
GCCUAGUUUUUGACCAUGGGGGGCGGAAUGC-3'

		Second Base				
		U	C	A	G	
First Base	U	Phe Phe Leu Leu	Ser Ser Ser Ser	Tyr Tyr Stop Stop	Cys Cys Stop Trp	U C A G
	C	Leu Leu Leu Leu	Pro Pro Pro Pro	His His Gln Gln	Arg Arg Arg Arg	U C A G
	A	Ile Ile Ile Met	Thr Thr Thr Thr	Asn Asn Lys Lys	Ser Ser Arg Arg	U C A G
	G	Val Val Val Val	Ala Ala Ala Ala	Asp Asp Glu Glu	Gly Gly Gly Gly	U C A G

コドン表