

令和2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

令和元年8月21日(水) 14:30 ~ 17:00

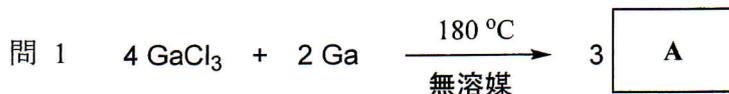
注意事項

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。

余 白 (メモ用紙)

4 A (解答用紙) 4 A に解答せよ

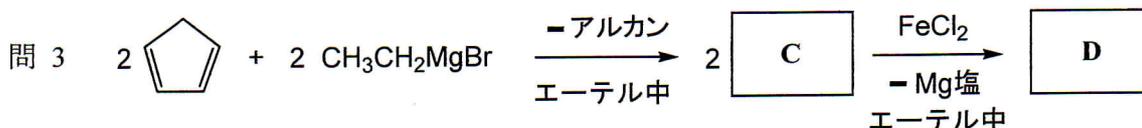
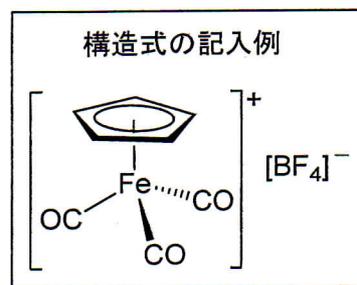
I 各式の下の説明文を参考にして、次の問1から問4の化学反応式の空欄AからFに入る適切な化合物の構造式を書け。構造式の記入例にならってくさび型の結合表記を用い、分子(イオン)の立体構造が明確にわかるように書け。なお、 n は正の整数である。



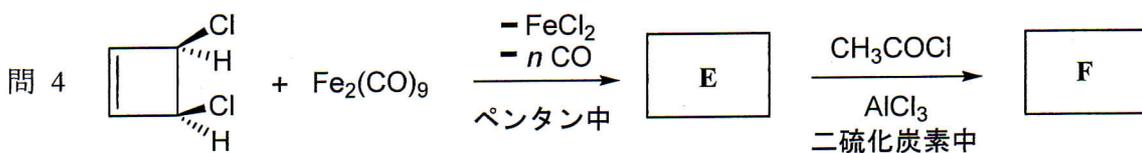
・化合物Aは無色結晶であり、 GaCl_2 という組成式を持つが、Ga(II)の化学種を含まない。



・化合物Bは沸点43℃の無色液体である。



・化合物Dは空气中室温で安定な橙色結晶であり、ベンゼンに溶けるが水には不溶である。



・化合物Eは融点26℃の薄黄色結晶であり、18電子則を満たす。Eは ^1H NMRスペクトルで3.91 ppmに1本のみのシグナルを、またIRスペクトルでCO伸縮振動に帰属される2本の吸収帯を1985および2055 cm^{-1} に示す。

II 遷移金属錯体の配位子置換反応に関する次の問5から問7に答えよ。

問5 $\text{trans-[Pt(py)}_2\text{Cl}_2\text{]}$ (py = ピリジン) のクロリド配位子が、メタノール中で進入配位子Yによって置換される反応は2つの並列する経路を通して起こり、その速度定数は、Yの濃度および種類に依存しない部分(k_1)と依存する部分($k_2[\text{Y}]$)の和の形($k_1 + k_2[\text{Y}]$)をとる。

- この反応の機構の名称(2つの経路とも同じ名称)を記せ。
- 反応速度がYの濃度および種類に依存しない反応について、その理由を説明せよ。
- 反応速度がYの濃度および種類に依存する反応について、その理由を説明せよ。

問6 $[\text{CoCl}(\text{CN})_5]^{3-}$ の塩基加水分解反応(Cl配位子の一つが塩基性条件下で水に置換される反応)の速度は OH^- の濃度に依存しない。

- この反応の機構の名称を記せ。
- 反応速度が OH^- の濃度に依存しない理由を説明せよ。

問7 $[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_5]^{2+}$ の塩基加水分解反応の速度は OH^- の濃度に依存し、二次速度式に従う。

- この反応の化学反応式を、反応機構が分かるように段階ごとに分割して書き、各段階を簡単に説明せよ。さらに、どの段階が律速段階かを示せ。
- この反応の活性化エントロピーは大きな正の値をとる。その理由を説明せよ。
- この反応は同じ錯体の酸加水分解反応よりも著しく速い。その理由を説明せよ。

4 B (解答用紙 4 B に解答せよ)

I 以下の問 1 から問 3 に答えよ。必要に応じて、図 1 を参照せよ。

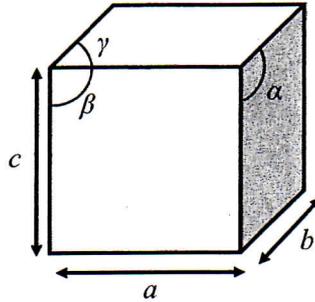


図 1 単位格子の例。単純立方単位格子は、軸長 $a=b=c$ 、格子点の角度 $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$ である。

問 1 格子定数 a の単純立方格子をずらして重ねることで、以下の(a)または(b)の単位格子をつくることを考える。単純立方格子の原点(0, 0, 0)をどの方向にどれだけ並進させて重ねればよいか。並進操作 (x, y, z) の組を(a), (b)それぞれについて必要なだけ書け。ただし、単位格子の a, b, c 軸はそれぞれ x, y, z 軸に平行とし、並進対称で同等の操作は重複して書かないこと。

- (a) 体心立方単位格子 (b) 面心立方単位格子

問 2 立方晶に対して、以下の(a)から(c)の操作を行ったときの結晶系の名称をそれぞれ書け。

- (a) 各格子点の角度は変えずに、 c 軸長を引き伸ばす。
(b) 各格子点の角度は変えずに、 a, b, c 軸長を異なる長さにする。
(c) 立方晶の体対角線にそって、軸長は変えずに、角度を変えて、単位格子を引き伸ばす。

問 3 以下の結晶構造における原子の配位数を求めよ。ただし、ペロブスカイト構造 ABX_3 は立方晶の格子点を原子 A 、面心を原子 X 、体心を原子 B が占める構造である。

- (a) 体心立方単位格子
(b) 面心立方単位格子
(c) ペロブスカイト構造 ABX_3 の原子 A の配位数

II 以下の問 4 と問 5 に答えよ。

問 4 ダイヤモンドとグラファイトに関して、それぞれ炭素の配位数と混成、および電気伝導性について簡潔に書け。ただし、ダイヤモンドとグラファイトは純粋なものとする。

問 5 ケイ素およびケイ素酸化物の特性を利用して、現在実用化されている応用について誤っているものを、以下の選択肢からすべて選べ。

{太陽電池, 発光ダイオード, トランジスタ, 光ファイバー, ガラス, 超伝導電磁石}

Ⅲ 以下の問 6 から問 9 に答えよ。計算に必要な場合には次の数値を用い、解答の有効数字は 1 桁で示せ。

アボガドロ数： 6.0×10^{23} $\ln 2 = 0.69$ (\ln は自然対数)

天然に産するビスマスである ^{209}Bi (原子番号 83, 同位体存在度 100%) は、安定な同位体とみなされていたが、2003 年に放射性であることが報告された [*Nature* **422**, 876 (2003)]。報告者は、極低温に冷却した BGO 検出器*を用い、検出器自身に ^{209}Bi が含まれる利点を生かしてその放射能を測定した。壊変により放出されたエネルギーは 3137 keV であり、半減期は 1.9×10^{19} 年 (6.0×10^{26} s) と見積もられた。

*BGO 検出器: BGO ($\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$) 結晶を用いたシンチレーション検出器

問 6 ^{209}Bi の原子核に含まれる中性子数を記せ。

問 7 ^{209}Bi の壊変は次のように起こる。



空欄 A にあてはまる適切な放射線の名称を記せ。

問 8 下線部で、検出器自身に測定対象の ^{209}Bi が含まれていることの利点は何か。適切な利点を 1 つ挙げ、理由とともに簡潔に記せ。

問 9 この検出器に含まれるビスマスの物質量が 0.15 mol であったとすると、検出器中の ^{209}Bi の放射能は何ベクレル(Bq)か。計算式も示せ。

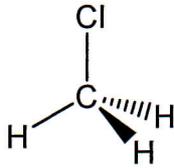
5 A (解答用紙 5 A に解答せよ)

以下の問 1 から問 5 に答えよ。

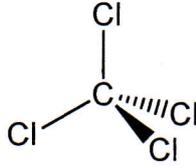
問 1 (a) から (f) の分子の並進, 回転, 振動の自由度の数を記し, その対称性の点群の記号 (シエンフリス記号) を以下の候補の中から選んで示せ。水分子 H_2O の場合を例に示す。

【例】水 H_2O 並進 3, 回転 3, 振動 3, 点群 C_{2v}

(a) 塩化メチル CH_3Cl



(b) 四塩化炭素 CCl_4



(c) 二酸化炭素 CO_2



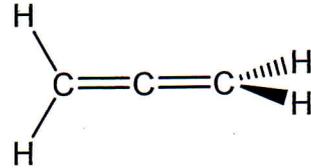
(d) 硫化カルボニル OCS



(e) ベンゼン C_6H_6



(f) アレン $\text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{CH}_2$



【候補】 D_{2d} , C_{3v} , D_{6h} , T_d , $C_{\infty v}$, $D_{\infty h}$

問 2 水分子 H_2O について, C_{2v} 群の指標表 (表 1) と分子配置 (図 1) を以下に示す。

表 1 C_{2v} 群の指標表

x, y, z は並進, R_x, R_y, R_z は回転。

C_{2v}	E	C_2	$\sigma_v(yz)$	$\sigma_v'(xz)$	
A_1	1	1	1	1	z, x^2, y^2, z^2
A_2	1	1	-1	-1	R_z, xy
B_1	1	-1	1	-1	y, R_x, zx
B_2	1	-1	-1	1	x, R_y, yz
Γ^{total}	(a)	(b)	(c)	(d)	
Γ^{vib}	(e)	(f)	(g)	(h)	

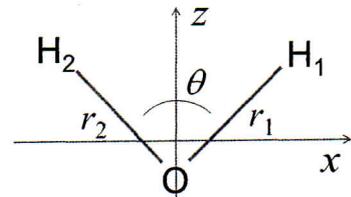


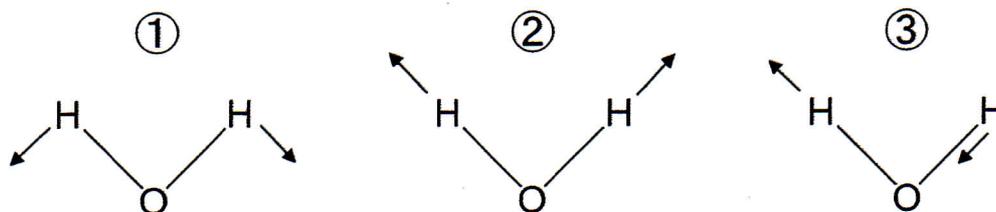
図 1 水分子の配置

r_1 は $\text{O}-\text{H}_1$ 距離,
 r_2 は $\text{O}-\text{H}_2$ 距離,
 θ は $\text{H}_1-\text{O}-\text{H}_2$ 角。

水分子の原子核位置 (並進, 回転, 振動) の全自由度による群の表現 Γ^{total} , および振動自由度による表現 Γ^{vib} の指標として, 表 1 の (a) から (h) に入るべき整数を答えよ。

問3 上の Γ^{vib} に基づいて、振動モードの既約表現の種類とその個数を答えよ。

問4 水分子には、下の図のような3種類の基準振動があり、それぞれ波数 ①1595, ②3657, ③3756 cm^{-1} をもつ。これらの基準振動について、以下の問いに答えよ。



(1) それぞれの基準振動の名前と既約表現の種類を答えよ。

(2) それぞれ赤外吸収に活性かどうか、またラマン散乱に活性かどうかを答えよ。

(3) ①の基準振動の周期 (単位: s) を有効数字1桁で求めよ。必要であれば、光速度 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s} (= 3 \times 10^{10} \text{ cm/s})$ を用いてよい。

問5 水分子の3つの内部自由度を分子内座標 $\Delta r_1, \Delta r_2, \Delta \theta$ を基底にとって表す。ただし Δ は平衡からの変位で、 r_1, r_2, θ は図1に示す。すなわち平衡角を θ^{eq} とすると、 $\Delta \theta = \theta - \theta^{\text{eq}}$ である。このとき、各既約表現の振動モードの形を上の基底の線形結合で表せ。¹

振動モードの係数は規格化すること。(振動モードは既約表現の基底であればよく、厳密に基準振動かどうかは問わない。)

¹ 既約表現 $i (= A_1, A_2, B_1, B_2)$ の基底は、その指標 $\chi_i(R)$ と対称操作 \hat{R} を用いて、

射影演算子 $\sum_R \chi_i(R) \hat{R}$ より得られる。

5B (解答用紙 5B に解答せよ)

以下の文章 I, II を読み、問いに答えよ。必要であれば気体定数を R とせよ。

I 系のエンタルピー H は、内部エネルギー U 、圧力 P 、体積 V を用いて $H = U + PV$ と定義される。一般に (a) 定圧過程で系に流入する熱量 q は、エンタルピー変化 ΔH と等しい。 また、(b) 定圧過程での正味の熱量は、始状態と終状態が同じであれば途中の経路によらず一定となる。 これは の法則として知られている。

問 1 空欄 に入る最も適切な語句を書け。

問 2 下線部 (a) が成り立つことを示せ。

問 3 下線部 (b) に関して、グラファイトとフラーレン (C_{60}) の間の変化を考える。グラファイトとフラーレン C_{60} の 1 g あたりの燃焼エンタルピーはそれぞれ -32.8 kJ 、 -36.3 kJ である。

(1) フラーレン (C_{60}) からグラファイトへ変化するときの 1 g あたりの反応エンタルピーを有効数字 2 桁で求めよ。計算過程も示せ。

(2) 実際に常温・常圧下では、上の(1)の異性化反応は非常に遅い。その理由を考察せよ。

II 以下の平衡反応 (1) の滴定実験で発生する熱量を考える。



この反応の平衡定数 K は

$$K = \frac{[C]}{[A][B]}$$

と表される。ただし、 $[A]$ 、 $[B]$ 、 $[C]$ は A、B、C のモル濃度を mol/L 単位で表した数値である。C の生成は発熱反応で、1 mol あたりの標準反応エンタルピーを $\Delta_r H^\circ$ とする。

$n_A \text{ mol/L}$ の濃度の A の溶液を 1 L 用意して、そこに B の溶液を滴下していき、それに伴って発生する熱量を測定する実験を行った。滴下 1 回で発生する熱量 δq は、滴下が進むにつれて変化していくことが観測された。滴定の各時点で、それまでの滴下で発生した熱量 δq の和 $q (= \sum \delta q)$ を加えた B の量 $n_B \text{ mol}$ に対してプロットすると、図 1 の太線が得られた。ただし、滴定で発生する熱量は反応による C の生成からのみ生じ、この実験中では、温度 T と圧力 P は標準状態で一定に保たれているとする。

問 4 滴定で B を $n_B \text{ mol}$ だけ加えた時点での A、B、C の濃度 (mol/L) に関して、以下の空欄イからエを埋めよ。また滴定によって溶液の体積は変わらないとしてよい。

	[A]	[B]	[C]
滴定前	n_A	0	0
滴定後	イ	ウ	エ

問5 (1)の平衡定数 K と標準反応ギブズエネルギー $\Delta_r G^\circ$ の間に成り立つ関係式を示せ。

問6 図1より $\Delta_r G^\circ$ と $\Delta_r H^\circ$ の両方を求めることができることを説明せよ。

問7 温度を上げてこの滴定実験を行うと、得られる図1の曲線はどのようにになると予想されるか。図中の (i)~(iv) の曲線から妥当なものを選び、解答用紙の記号を○で囲め。

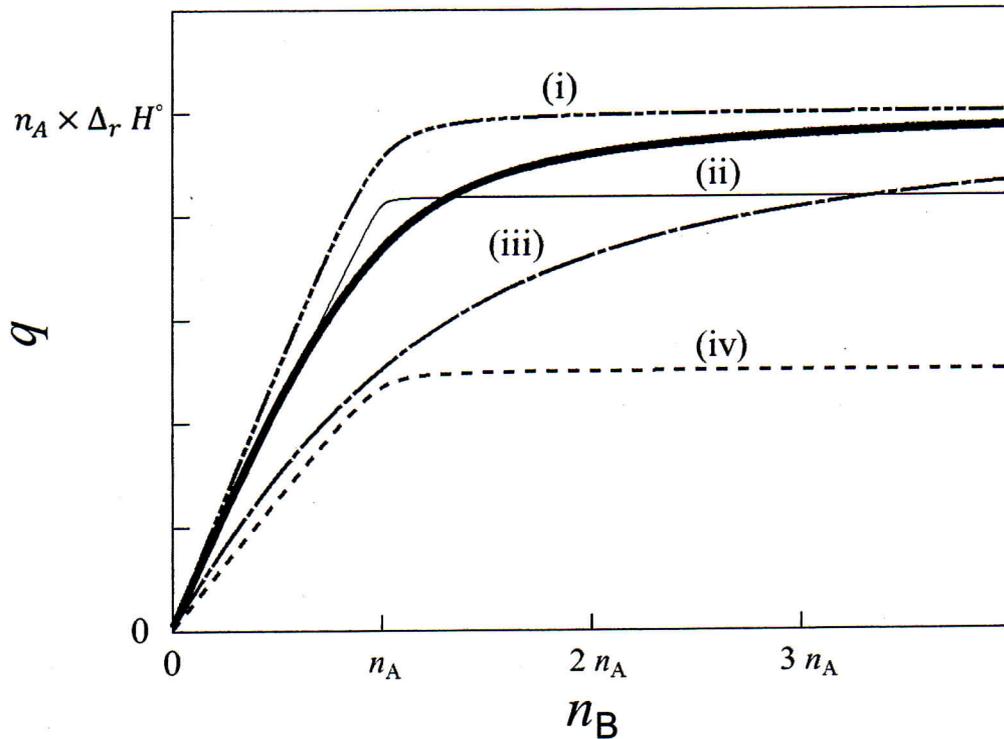


図1 滴下した B の量 n_B と発生した熱量 q の関係

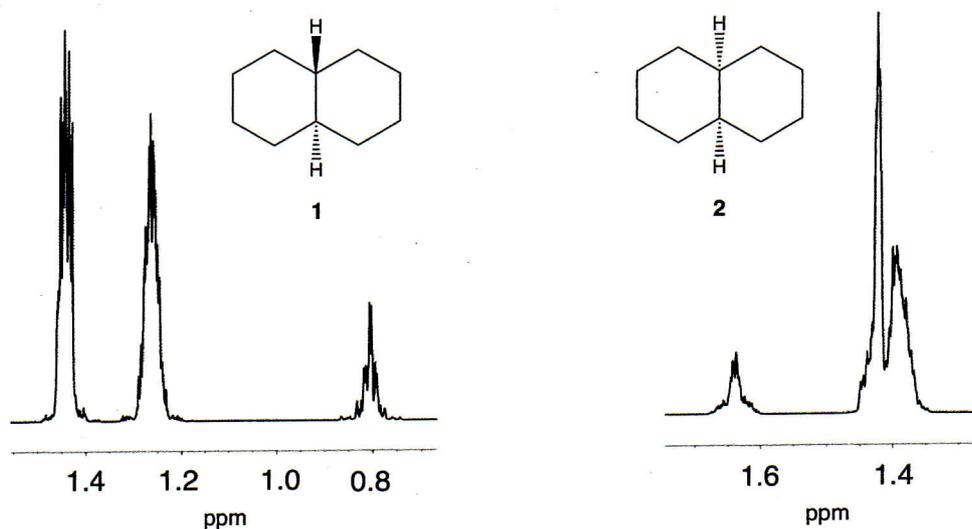
6B (解答用紙 **6B** に解答せよ)

問1 *trans*-デカリン**1**と*cis*-デカリン**2**に関する設問 (a) から (c) に答えよ。

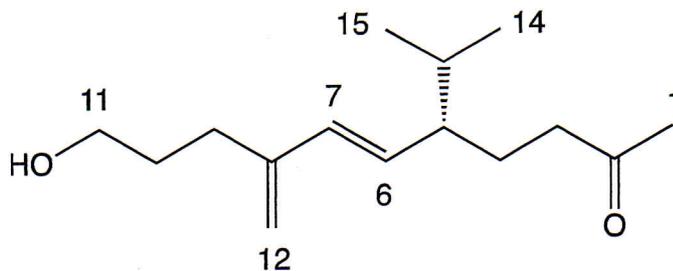
(a) *trans*-デカリン**1**と*cis*-デカリン**2**の最も安定な立体配座を書け。

(b) **1**と**2**の室温における¹H NMRスペクトルを下に示した。これらを比較すると、**1**は*J*-カップリングによって分裂したシャープなシグナルを与えるのに対し、**2**は幅広いシグナルを与える。この理由を、各々の立体配座を用いて説明せよ。

(c) **2**の¹H NMRスペクトルにおいて、シャープなシグナルを得るには、どのような測定条件を用いればよいか。



問2 次に示す構造をもつ天然有機化合物は、下記の¹H NMRスペクトルを与える。この¹H NMRスペクトルデータのうち、構造式中の番号を付した炭素原子(1, 6, 7, 11, 12, 14, 15)に結合する水素原子のシグナルを帰属せよ。ただし14と15は一義的には決まらない。

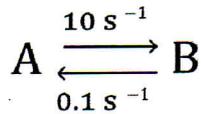


¹H NMR (500 MHz, CD₃OD): δ 6.01 (1H, d, *J* = 15.8 Hz), 5.46 (1H, dd, *J* = 9.4, 15.8 Hz), 4.92 (1H, *brs), 4.91 (1H, *brs), 3.58 (2H, t, *J* = 6.6 Hz), 2.42 (2H, m), 2.28 (2H, dd, *J* = 6.5, 9.0 Hz), 2.10 (3H, s), 1.78 (1H, m), 1.78 (1H, m), 1.70 (2H, m), 1.61 (1H, m), 1.51 (1H, m), 0.91 (3H, d, *J* = 6.8 Hz), 0.86 (3H, d, *J* = 6.8 Hz) ppm. *brs: broad singlet.

7A (解答用紙7Aに解答せよ)

I. 酵素による触媒反応に関して、問1から問6に答えよ。

化合物Aから化合物Bが生成する化学反応を考える。酵素非存在下で、AとBは以下の平衡状態にある。AからBへの反応速度定数は 10 s^{-1} であり、BからAへの速度定数は 0.1 s^{-1} である。



問1 この反応の平衡定数は、それぞれの化合物の濃度比 ($[B]/[A]$) で表すことができる。この平衡定数を以下の選択肢から選べ。

- (a) 100 (b) 1 (c) 0.01

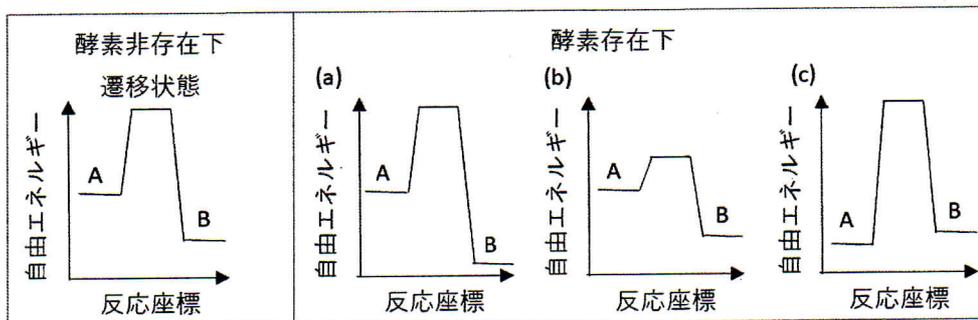
問2 AからBを生成する速度を、100倍加速する酵素を想定する。この酵素が存在する条件下で、BからAを生成する反応速度定数を計算し、以下の選択肢から選べ。

- (a) 10 s^{-1} (b) 0.1 s^{-1} (c) 0.001 s^{-1}

問3 問2と同様に、この酵素が存在する条件下における化合物AとBの平衡定数を、以下の選択肢から選べ。

- (a) 10000 (b) 100 (c) 1 (d) 0.01 (e) 0.0001

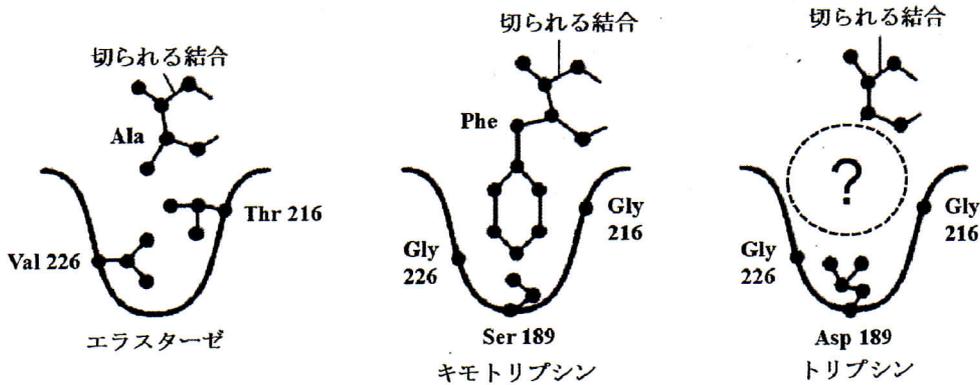
問4 化学反応はギブスの自由エネルギー変化を使って説明できる。下図の左に、酵素非存在下における上記の反応の自由エネルギー変化を表した。酵素の存在下におけるこの反応の自由エネルギー変化としてもっとも適切なものを、下図の右の選択肢(a), (b), (c)から選べ。



問5 一般的な触媒反応では、温度が高くなると反応速度が増大する。しかし、ニワトリ卵白に含まれる酵素であり、多糖類を加水分解するリゾチームの場合、精製した試料の 80°C における反応速度は、 60°C における反応速度と比べると顕著に低下する。熱を加えると卵白が透明から白色に変化することを考慮し、この活性の低下の原因を考察せよ。

問6 プロテアーゼは、基質であるタンパク質を分解する酵素である。エラスターゼ、キモトリプシン

とトリプシンはプロテアーゼの一種であり、それぞれ異なるアミノ酸側鎖を認識し、ペプチド結合を切断する。下図に、エラスターゼとキモトリプシンの基質の認識に関わる特異ポケットとそこに結合したアミノ酸を示した。エラスターゼではアラニンなどの小さな非極性アミノ酸を認識し、キモトリプシンではフェニルアラニンなどの芳香族アミノ酸を認識する。これらの例を参考に、下図の右に示したトリプシンの基質認識ポケットのサイズと電荷を考慮し、トリプシンが認識するアミノ酸を推定し理由とともに答えよ。



II. タンパク質の精製ならびに構造に関する以下の問 7 から問 11 に答えよ。

問 7 タンパク質試料の純度や分子量を調べるために用いられる SDS-PAGE 解析の原理について、以下の単語を用いて簡単に説明せよ。

ドデシル硫酸ナトリウム, ポリアクリルアミド, 変性, ゲル電気泳動, 分子量

問 8 インスリンは受容体に結合することで血糖値の調節などを行うタンパク質であり、21 残基の A 鎖と 30 残基の B 鎖から構成される (図 1)。インスリンについて、2-メルカプトエタノールを添加せずに SDS-PAGE 解析を行ったところ、約 6 kDa の分子量を持つ成分が得られた。一方で、2-メルカプトエタノールを添加して加熱後に SDS-PAGE 解析を行ったところ、より分子量の小さい二成分が得られた。これらの結果から、インスリンの A 鎖と B 鎖の間の主要な相互作用の種類を推定し、理由とともに述べよ。

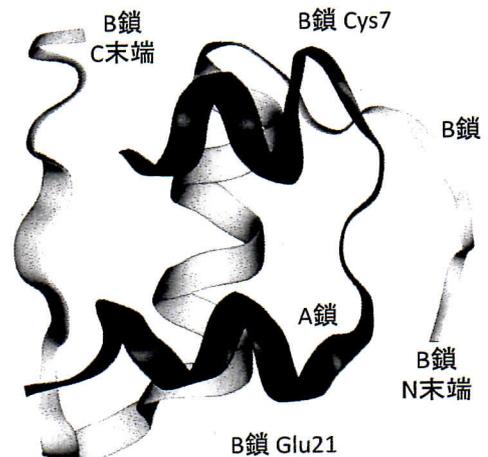


図 1 インスリンの構造 (主鎖構造をリボン表示した)

問 9 X 線結晶構造解析により得られたインスリンの構造には、複数箇所に α ヘリックス構造が存在する (図 1)。 α ヘリックス構造に一般的に観察される水素結合の特徴を説明せよ。

問 10 一般に、X線結晶構造解析において、タンパク質が切断されたわけではないにもかかわらず、N末端やC末端部分の構造が決まらない場合がしばしばある。この理由を説明せよ。

問 11 インスリンと受容体の複合体のX線結晶構造解析では、インスリンB鎖のN末端部分とC末端部分の構造が決定できなかった。また、受容体のC末端ヘリックスがインスリンB鎖やA鎖と直接接触していた(図2)(Menting *et al.*, *Nature* 493, 241 (2013))。図1と図2を参考に、受容体との結合にともなうインスリンの構造変化について議論せよ。

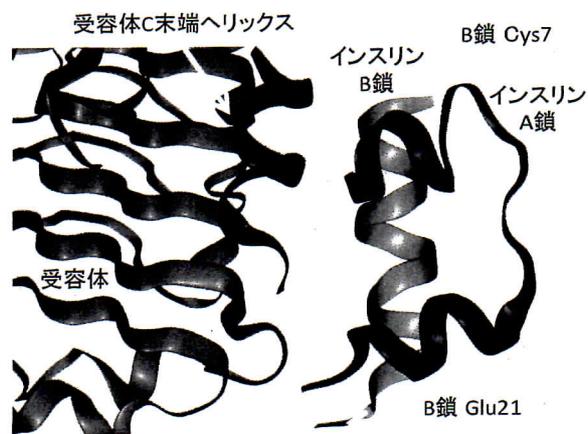


図2 インスリンとインスリン受容体の複合体の構造
(図をわかりやすくするために、受容体は構造の一部のみを表示した)

7B(解答用紙7Bに解答せよ)

I. ATPの合成と利用に関する次の問1から問3に答えよ。

問1 次の文を読み、文中の空欄アからオに当てはまる語句を記せ。

クエン酸サイクルは、糖、ア、アミノ酸などアセチル CoA を生じる各種代謝燃料からエネルギーを回収する中心経路である。この経路に入ったアセチル CoA のアセチル基は、酸化されて2分子のイになる。その過程でウ3分子、FADH₂ 1分子、GTP または ATP 1分子が産生される。

生成した還元型の補酵素ウおよび FADH₂ は、真核生物ではミトコンドリアの内膜に存在する電子伝達系で酸化される。電子伝達の過程で放出されたエネルギーはエの濃度勾配として内膜に蓄えられる。ATP シンターゼ (ATP 合成酵素) は、この濃度勾配の電気化学ポテンシャルを使って ADP と無機リン酸から ATP を合成する。

なお、先述のクエン酸サイクルが作動するためには、電子受容体として酸化型の補酵素オおよび FAD の供給が必要である。これらの酸化型補酵素は、ウと FADH₂ が電子伝達系を介して電子を O₂ へと渡すことによって再生される。よって、クエン酸サイクルは好氣的な条件下でのみ稼働する。

問2 褐色脂肪組織のミトコンドリア内膜には脱共役タンパク質 (UCP1) が存在する。UCP1 の量は低温適応したある種の動物では褐色脂肪組織のミトコンドリア内膜タンパク質の 15% に達する。また、活性化した UCP1 は、問1のエに対するチャンネル活性を示し、内膜に蓄えられたエネルギーを消失させる。これらの点を考慮して、生体内における UCP1 の機能を推定し、理由とともに述べよ。

問3 ATP の合成と利用に関連する記述として間違っているものを次の中からひとつ選んで、その記号を答えよ。

- (a) 好氣的な条件の下では、サイトゾルの解糖で生じたピルビン酸は、ミトコンドリアに運ばれ、そこに存在するピルビン酸デヒドロゲナーゼの働きによって、アセチル CoA に変換される。
- (b) ピルビン酸デヒドロゲナーゼの活性は乳酸による阻害を受ける。このような方法によってクエン酸サイクルに入るアセチル CoA の量は調節されている。
- (c) 光合成は光エネルギーと水を利用して作られた NADPH と ATP を用いて CO₂ を還元し、糖をつくる過程である。
- (d) 光合成の明反応では、光学系 II の反応中心に存在するクロロフィルが光により励起されることによって得られたエネルギーが ATP 合成に利用される。

II. 以下の文章を読み、問4から問10に答えよ。

細胞の遺伝情報はDNAの塩基配列として保持されている。RNAはDNAを鋳型として合成され、この過程を転写と呼んでいる。(a) 主要な3種類のRNAの中で、タンパク質のアミノ酸配列をコードしているmRNAの転写調節機構は、大腸菌の遺伝子発現制御において中心的な役割を担っている。

大腸菌のラクトース (*lac*) オペロンは転写の制御に必要な領域である制御遺伝子と、その下流でmRNAとして転写される構造遺伝子から構成される。制御遺伝子はプロモーター配列とオペレーター配列で構成され、プロモーター配列は転写の開始に必要なDNA領域である。ラクトースのない環境の大腸菌では、別の遺伝子から作られたLacIという(b) リプレッサータンパク質のオペレーター配列への結合により、プロモーター配列による転写の開始が抑制されている。ラクトースが存在するとLacIがオペレーター配列から解離し、mRNAの転写が開始する。その(c) mRNAの配列情報を基にタンパク質が合成され、大腸菌はラクトースを栄養素として利用できるようになる。下の図はラクトースオペロンの転写開始点付近のDNA塩基配列である。

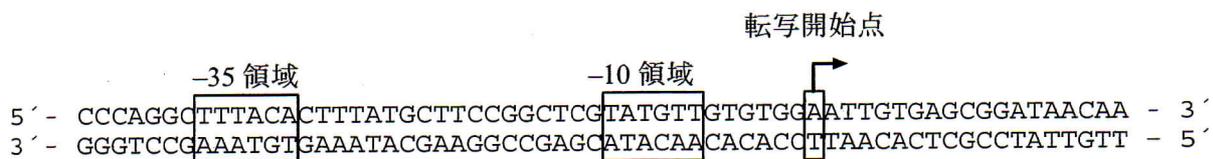


図1 ラクトースオペロンの転写開始点付近のDNA塩基配列

- 問4 下線部(a)に関して、mRNA以外の2種類のRNAの名称をそれぞれ答えよ。
- 問5 下線部(b)に関して、LacIのように特定の塩基配列を認識して結合するDNA結合タンパク質には、その機能のためにDNA結合モチーフと呼ばれる特殊な部分構造が存在していることが多い。DNA結合モチーフの名称を1つ答えよ。
- 問6 DNA結合モチーフにおいて、直接DNAと結合する領域には塩基性アミノ酸(リシン、アルギニン)が存在していることが多い。その理由を簡潔に答えよ。
- 問7 下線部(c)に関して、mRNAからタンパク質が合成される過程を何と呼ぶか答えよ。
- 問8 大腸菌でDNAの塩基配列を元にRNAを合成する酵素であるRNAポリメラーゼは、コア酵素と σ (シグマ)因子から構成される。 σ 因子の機能について、図1で示した「-35領域」、「-10領域」、および「転写開始点」の語句を用いて簡潔に説明せよ。
- 問9 図1の配列から転写によって生じるmRNAの塩基配列を答えよ。
- 問10 RNAポリメラーゼによる転写におけるエラー頻度は 10^4 ヌクレオチド当たり1個である。一方、DNAポリメラーゼによるDNAの複製におけるエラー頻度は $10^8 \sim 10^{10}$ ヌクレオチド当たり1個である。転写の段階でのエラー頻度が相対的に高くても大腸菌の活動には大きな問題がない理由を答えよ。