

平成28年度

首都大学東京 大学院理工学研究科 博士前期課程

分子物質化学専攻入学試験（夏季入試）

化学専門問題

(9 : 30 ~ 12 : 00)

注意事項

- ◎ 試験開始の合図があるまで、頁をめくって問題を見てはいけません。
- ◎ 問題冊子（1部）、答案用紙（5枚）および計算用紙（1枚）が配布されていることを確認して下さい。確認したら、答案用紙すべてに受験番号（学修番号欄）と氏名を記入して下さい。もし問題冊子、答案用紙および計算用紙のすべてがそろっていない場合には申し出て下さい。
- ◎ 化学専門問題は、以下の4分野より各2問、合計8問出題されています。
 - 無機・分析化学（問題 1, 2）
 - 物理化学（問題 3, 4）
 - 有機化学（問題 5, 6）
 - 生物化学（問題 7, 8）

受験生は8問中から任意に5問を選択して解答して下さい（6問以上解答してはいけません）。その際、配属を希望する研究室（第1および第2志望）の専門分野から少なくとも1問解答することが望まれます。

- ◎ 答案用紙1枚に1問ずつ解答して下さい。答案用紙の題目欄の左側に問題番号を必ず記入して下さい。表面に書ききれないときは裏面を用いても構いません。ただし、その場合には表面の下段に「裏面有」と記載して下さい。裏面に解答する時は、「裏面」と印刷されている文字が正しく読めるようにして、1行目から書いてください。

1 (その1)

問1 図1は、第4～第6周期の金属の蒸発エンタルピーを示したものである。次の問いに答えなさい。

- (1) 5族から10族の同族元素間で蒸発エンタルピーを比較すると、第4周期より第5、第6周期の方が大きい。この理由を100字程度で答えなさい。
- (2) 各周期で蒸発エンタルピーの変化を見ると、1族から5族にかけて大きくなり、9族から12族にかけて小さくなる。この理由を100字程度で答えなさい。
- (3) 第4周期では、7族のところで蒸発エンタルピーの極小が見られる。この理由を100字程度で答えなさい。

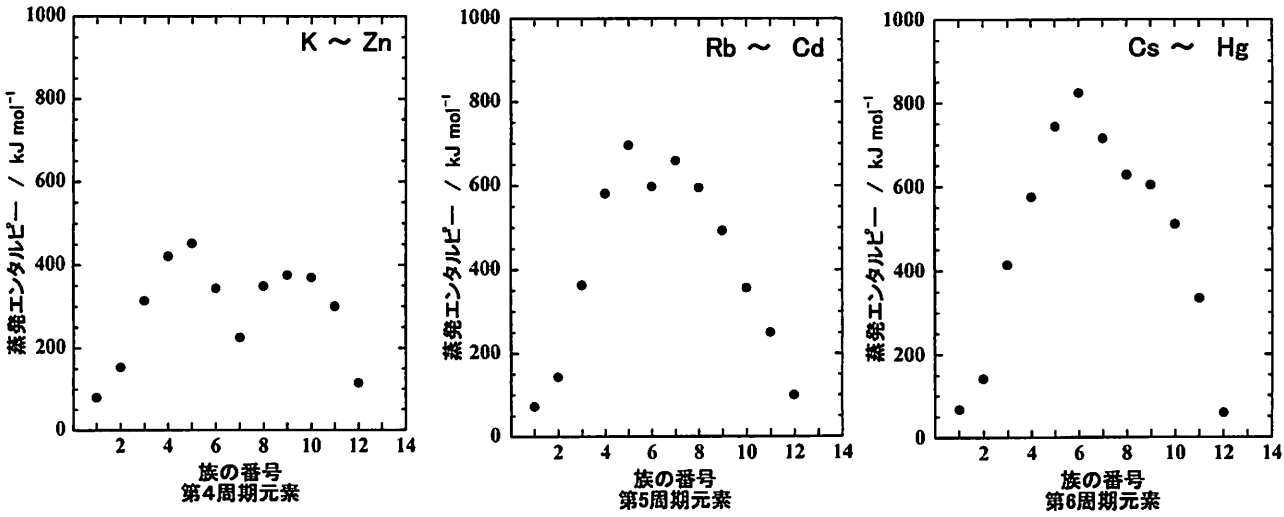


図1. 族の番号に対する第4～第6周期金属の蒸発エンタルピー。

問2 固体のケイ素はダイヤモンド構造を有し、半導体として挙動する。次の問いに答えなさい。

- (1) 単位格子内にある原子の数を答えなさい。また、ケイ素原子の半径を r 、単位格子の長さを a として、 r と a の関係を示しなさい。
- (2) 空間充填率を有効数字2桁で求めなさい。計算過程も示しなさい。必要であれば、 $\sqrt{2} = 1.41$ 、 $\sqrt{3} = 1.73$ を用いなさい。
- (3) 純粋な固体のケイ素は真性半導体である。導電機構を、バンド構造を図示するとともに、150字程度で説明しなさい。ただし、バンド構造を描く際には、価電子帯、伝導帯、バンドギャップエネルギーを明確に記載し、フェルミ準位はどこに位置するか示しなさい。
- (4) 固体のケイ素にインジウムをドーピングするとp型半導体となる。このときのエネルギーバンドの模式図を描きなさい。バンド構造を描く際には(3)の解答にならう他に、インジウムの添加によるエネルギー準位の名称と、それがどこに存在するか明示しなさい。さらに、それを用いて、なぜ真性半導体であるケイ素よりも低い励起エネルギーで高い電気伝導性が得られるか説明しなさい。

1 (その2)

問3 Osに関する次の問いに答えなさい。Osは原子番号76であり、8族に属する元素である。

(1) 次の例にならって、基底状態にある孤立したガス状のOsの電子配置を答えなさい。

(例)	Na	[Ne]3s ¹
	Mn	[Ar]4s ² 3d ⁵
	Cd	[Kr]5s ² 4d ¹⁰

(2) Osの最大酸化数は、族の番号と同じ+8であり、例えばOsO₄という化合物が知られており、酸化剤として挙動する。8族の他の元素もRuO₄やFeO₄を与えるが、酸化力は以下のような系列に従う。



FeO₄、RuO₄、OsO₄の酸化力が上の順になる理由を説明しなさい。

(3) 水酸化カリウム水溶液にOsO₄を加えると、[OsO₂(OH)₄]²⁻を与える。このイオンの構造の模式図を図2に示す。図2の中の各元素を結ぶ線は、結合次数を表現しているわけではない。このイオンでは、アキシアル位のOs-O結合が、エクアトリアル位のOs-O結合より短い。以下の(a)~(d)に答えなさい。

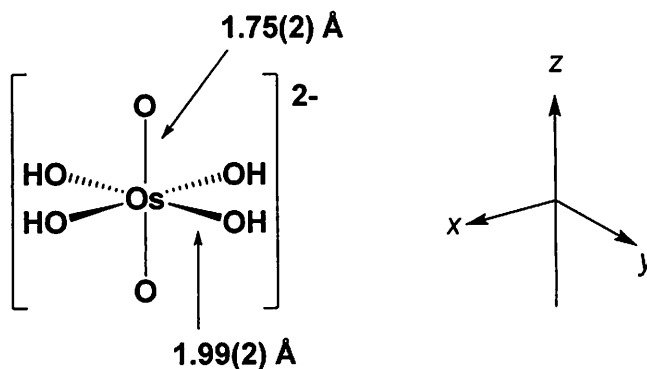


図2. [OsO₂(OH)₄]²⁻の構造の模式図。

- このイオン中のOsの酸化数を答えなさい。
- 自由イオンMⁿ⁺のd軌道は五重に縮重している。配位子Lが結合し、6配位正八面体型錯体[ML₆]ⁿ⁺を形成すると、このd軌道は分裂する。分裂の様子を図示しなさい。
- [OsO₂(OH)₄]²⁻のOsのd軌道の分裂の様子を図示するとともに、なぜそのような分裂するのかを説明しなさい。必要であれば、図2の中の座標系を用いなさい。ただし、OHとOの分光化学系列は同程度であると仮定する。
- この錯体の磁気モーメントを答えなさい。ただし、スピン・軌道相互作用は無視してよい。

2 (その1)

問1 空気中のオゾン (O_3) 濃度を分析する方法として、ヨウ化カリウム (KI) を用いる方法がある。このうち、以下に示す通り、KI 溶液に空気を一定時間導入した後分析する方法1と、空気を連続的に導入して分析する方法2を考える。いずれの方法においても、導入された O_3 は溶液内で全て反応し、残りの空気のみが溶液外に排気されるものとする。 O_3 と I^- を含む酸化還元反応は速やかに進行するものとし、副反応は考えなくてよい。空気と溶液の温度は一定として、以下の問いに答えなさい。

(方法1)

重量パーセント2%のKI溶液200 mLに O_3 を含む空気を一定時間吹き込むと、 O_3 によって I^- は I_2 に酸化される。ただし、溶液は pH 7 の緩衝液となっている。生成した I_2 をチオ硫酸ナトリウム ($Na_2S_2O_3$) 標準液で滴定することで、 O_3 の濃度が求められる。

(方法2)

右図のように Pt 電極を用いて電気化学セルを構築し、電極 a 側を 2%KI 溶液 200 mL、電極 b 側を飽和 KI 溶液 200 mL で満たす。電極 a 側は pH 7 の緩衝液となっている。電極 a 側に O_3 を含む空気を吹き込むと、方法1と同様に I_2 生成反応が起こる。さらに、各電極において I^- を含む酸化還元反応がそれぞれ起こる。空気を連続的に吹き込み、電極 a と b の間の電流を測定することで、 O_3 濃度が求められる。

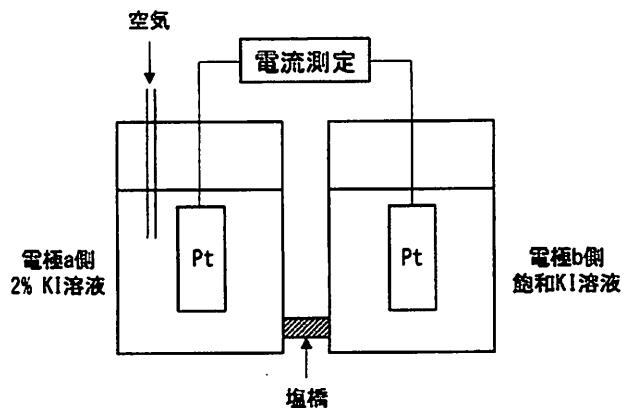


図. 方法2の電気化学セル。

- (1) O_3 と KI から I_2 を生成する反応式を示しなさい。
- (2) 方法1において、一定濃度の O_3 を含む空気を正味 $1.0 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ だけ吹き込んだ。この溶液を $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ の $Na_2S_2O_3$ 標準液で滴定したところ、終点までに 24 mL を要した。空気中の O_3 濃度 (空気 1 m^3 に含まれる O_3 の物質質量: mol m^{-3}) を有効数字2桁で求めなさい。
- (3) 方法2において、電極 a および b で起こる半反応をそれぞれ答えなさい。また、電流は電極 a \rightarrow b または b \rightarrow a いずれの向きに流れるか。
- (4) 方法2で、 O_3 濃度 $X (\text{mol m}^{-3})$ の空気を流量 $V (\text{m}^3 \text{ s}^{-1})$ で通じたところ、定常状態で $I (\text{A})$ の電流が流れた。ファラデー定数を $F (\text{C mol}^{-1})$ とし、溶液中の O_3 および I_2 の物質量の時間変化率に言及して、 X 、 V 、 I 、 F の間に成り立つ関係式を導出しなさい。ただし、 O_3 を含まない空気を導入したときの電流値はゼロとしてよい。
- (5) (4)において、 $V = 1.0 \times 10^{-5} (\text{m}^3 \text{ s}^{-1})$ 、 $I = 4.0 \times 10^{-6} (\text{A})$ 、 $F = 9.65 \times 10^4 (\text{C mol}^{-1})$ として、 $X (\text{mol m}^{-3})$ の数値を有効数字2桁で求めなさい。

2 (その2)

問2 河川水の元素分析を行う。適切な方法で河川水を採水し、ろ過により浮遊粒子を除いた。次の(1)～(3)に答えなさい。

- (1) ろ過により取り除いた粒子の元素組成を調べたい。溶解せずに、粒子のまま分析可能な機器分析法を一つ答えなさい。また、その定量の原理について説明しなさい。
- (2) 微量元素 G を分析するために、溶媒抽出法による前濃縮を行う。元素 G の分配比が 500 のとき、1 回の溶媒抽出操作で河川水 50 mL 中の元素 G を 99% 抽出するために必要な有機溶媒の体積を答えなさい。
- (3) 河川水中で J^{2+} として存在する微量重金属元素 J を前濃縮するために、錯化剤 R を添加し、錯体 JR_2 を溶媒抽出する。その予備実験として、 J^{2+} イオン濃度が $5.0 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ である模擬河川水 50.0 mL に 3.6 mol L^{-1} の錯化剤 R を 10.0 mL 添加し、有機溶媒 10.0 mL で抽出した。両相を分離後、水相の元素 J を定量したところ、 $5.0 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$ であった。次の(a)～(c)に答えなさい。なお、錯体 JR_2 の全生成定数 K_f は $5.0 \times 10^3 \text{ mol}^{-2} \text{ L}^2$ であり、 JR^+ の生成量は無視できるものとする。よって、有機溶媒への抽出種は JR_2 のみであるとする。
- (a) 元素 J の分配比 D を求めなさい。
- (b) 元素 J の分配比 D は、有機溶媒中の錯体 JR_2 の濃度 $[JR_2]_o$ と、水相中の J^{2+} の濃度 $[J^{2+}]_w$ と JR_2 の濃度 $[JR_2]_w$ の和の比 $[JR_2]_o / ([J^{2+}]_w + [JR_2]_w)$ と等しい。分配比 D を $[R^-]_w$ 、 K_f および錯体 JR_2 の分配係数 K_d を用いて表しなさい。なお、 $[R^-]_w$ は、水相中の R の濃度である。
- (c) JR_2 の分配係数 K_d の数値を求めなさい。

二原子分子の振動は、バネで繋がれた2つの質点(質量はそれぞれ m_1 と m_2)の運動で近似することができる。バネの力の定数を k 、2つの質点の換算質量を m 、平衡核間距離 r_0 からの変位を x と定義する。バネのポテンシャルエネルギー $V(x)$ は次式で与えられ、図1にそれを示す。

$$V(x) = \frac{1}{2} k x^2$$

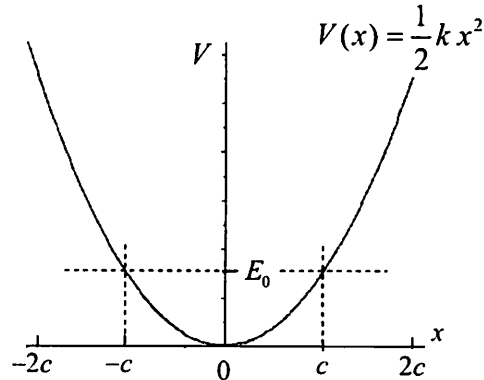


図1. ポテンシャル関数

この質点の運動を記述するシュレーディンガー方程式は次式となる。

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} + V(x) \right] \Phi_n(x) = E_n \Phi_n(x), \quad (n=0,1,2,\dots) \quad \textcircled{1}$$

ただし $E_0 < E_1 < E_2 < \dots$ であり、 Φ_0 、 Φ_1 、 Φ_2 の形は次式である。

$$\Phi_0 = N_0 \exp(-\alpha x^2) \quad \textcircled{2}$$

$$\Phi_1 = N_1 x \exp(-\alpha x^2) \quad \textcircled{3}$$

$$\Phi_2 = N_2 (4\alpha x^2 - 1) \exp(-\alpha x^2) \quad \textcircled{4}$$

N_0 、 N_1 、 N_2 は規格化定数である。次の問いに答えなさい。

問1 m を m_1 と m_2 の式で与えなさい。

問2 ②式を①式に代入して α と E_0 を m 、 k 、 \hbar のみの式で示しなさい。計算過程も示しなさい。

問3 $V(\pm c) = E_0$ となるときの($c > 0$)、次の(1)~(4)に答えなさい。

(1) 系のエネルギーが E_0 の場合、古典力学では $|x| > c$ の領域に粒子は存在しない。この理由を簡潔に説明しなさい。

(2) c を m 、 k 、 \hbar のみの式で示しなさい。

(3) $\Phi_0(c)/\Phi_0(0)$ の値を求めなさい。 e^z の値は表1から選んで使いなさい。

(4) $\Phi_0(x)$ の概形を図示しなさい。ただし、(3)の結果を利用し、縦軸には N_0 、横軸には $\pm c$ を明記しなさい。

表1. e^z の値

z	0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5	-0.6	-0.8	-1.0	-1.2
e^z	1.00	0.905	0.819	0.741	0.670	0.607	0.549	0.449	0.368	0.301

3

(その2)

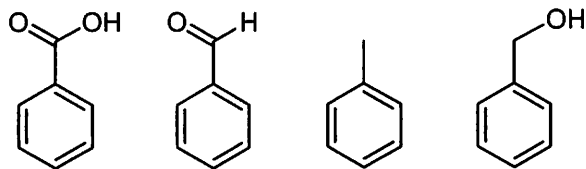
- 問4 Φ_0 と Φ_1 のそれぞれの状態について、縦軸を質点の存在確率密度、横軸を x としたグラフの概形を描きなさい。グラフ中には $x=0$ の位置を明記しなさい。
- 問5 Φ_0 と Φ_1 がお互いに直交していることを示しなさい。
- 問6 Φ_0 と Φ_2 の状態間は遷移双極子モーメントがゼロであることを示しなさい。
- 問7 異核二原子分子に赤外領域の光を照射すると、主として Φ_0 から Φ_1 への遷移が起こり、 Φ_1 から Φ_2 への遷移は室温では殆ど観測されない。この理由を、語句「ボルツマン分布」を用いて説明しなさい。

5 (その1)

問1 次の(1)、(2)に答えなさい。

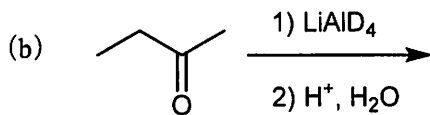
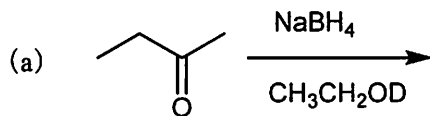
(1) FeBr_3 存在下での臭素によるブロモベンゼンの臭素化反応は、*o*-、*p*-配向か *m*-配向か答えなさい。またその理由を、*o*-、*m*-、*p*- それぞれの置換体を与える反応中間体の共鳴構造式を書き、説明しなさい。

(2) 次の化合物群を沸点の高い方から低い方へ左から順に並べかえなさい。また、その順になる理由も答えなさい。

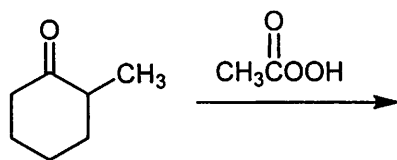


問2 次の反応の主生成物の構造式を書きなさい。生成物に重水素 (D) を含む場合は D を明記しなさい。

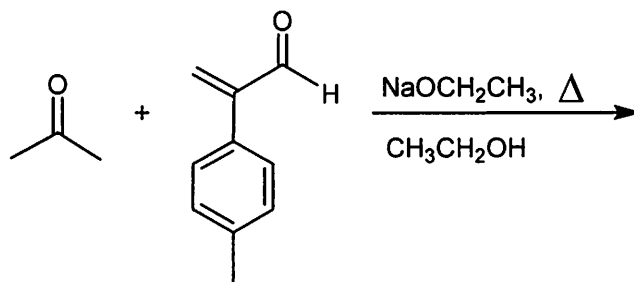
(1)



(2)



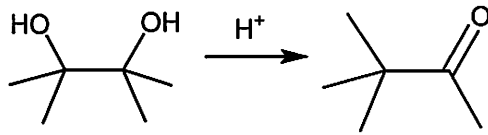
(3)



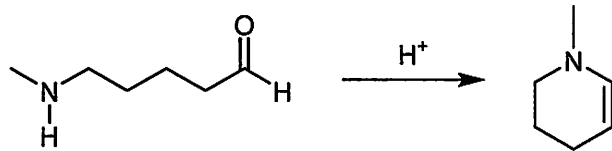
5 (その2)

問3 脱水を伴う次の(1)、(2)の反応機構を曲がった矢印を用いて書きなさい。

(1)



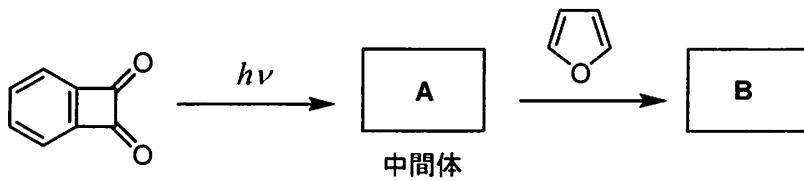
(2)



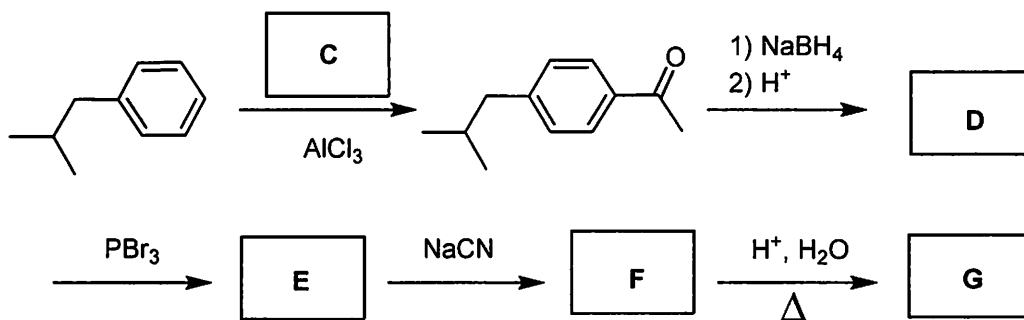
6 (その1)

問1 次の(1)、(2)の反応のA～Gに当てはまる化合物の構造式を書きなさい。

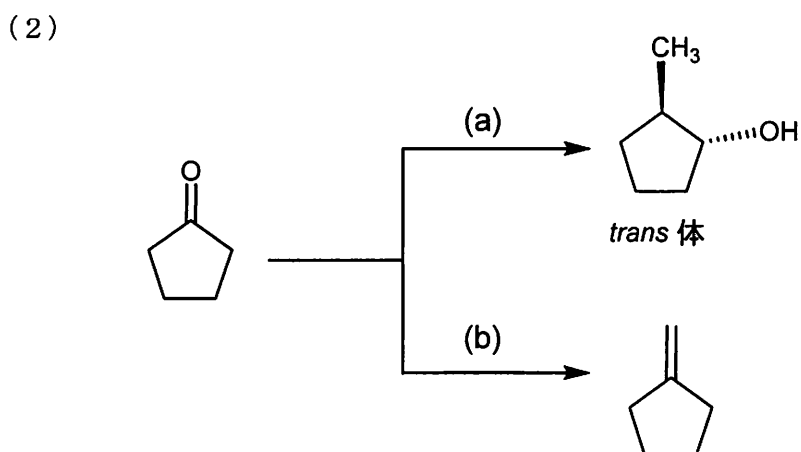
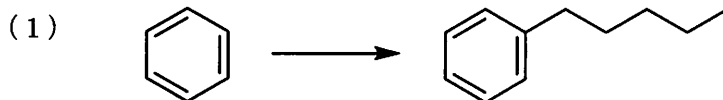
(1)



(2)



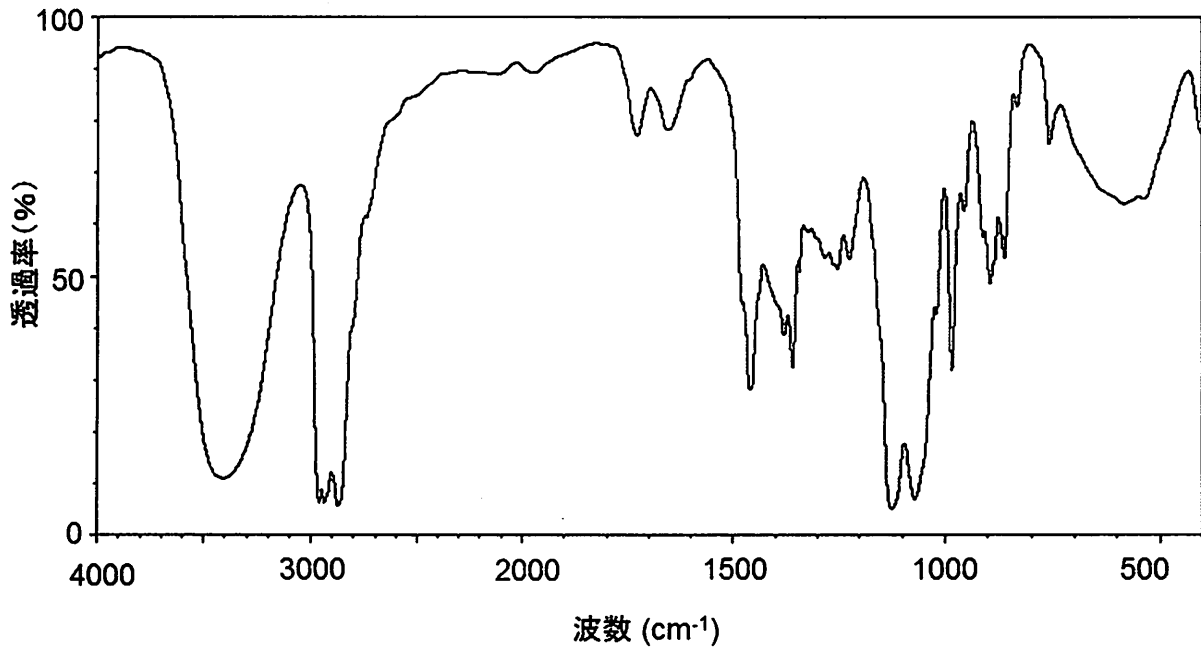
問2 次のそれぞれの原料から目的化合物を高選択的に合成する反応式を書きなさい。一段階の反応とは限らない。



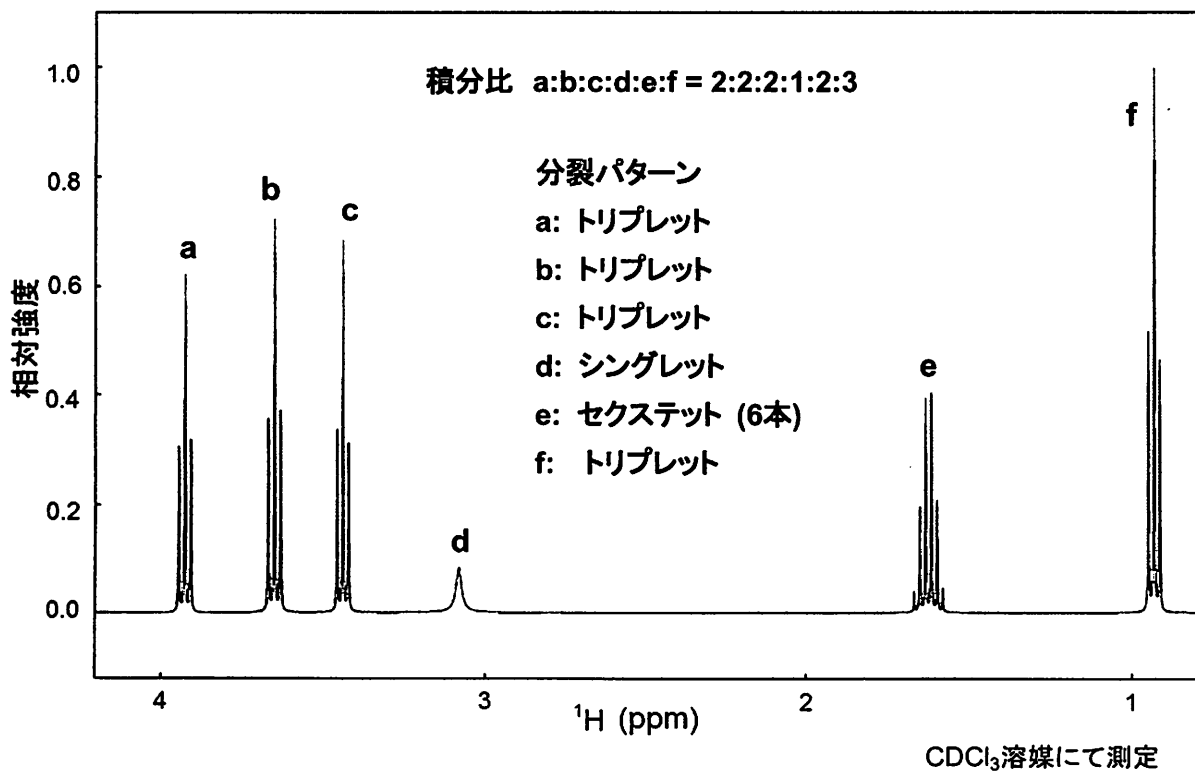
6 (その2)

問3 化合物 X (分子式 $C_5H_{12}O_2$) の IR スペクトルと 1H -NMR スペクトルを次に示す。
以下の問いに答えなさい。

IR



1H -NMR



6 (その3)

- (1) 化合物 **X** の IR スペクトルで、 3409 cm^{-1} の強い吸収を与えている官能基を答えなさい。
- (2) 化合物 **X** の $^1\text{H-NMR}$ スペクトルで、**d** のピークの線幅が他のピークに比べて広い理由を簡潔に答えなさい。
- (3) 信号 **e** は化合物 **X** 中の、あるメチレン基由来の信号である。この信号が6本に分裂していることから判断して、このメチレンに隣接する官能基を2つ答えなさい。
- (4) 化合物 **X** の構造式を書きなさい。

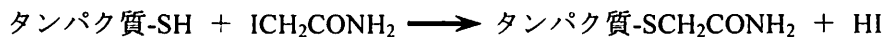
7 (その1)

問1 次の文章を読んで、以下の(1)～(4)に答えなさい。

ヒト細胞から精製したタンパク質Jを同定したい。以下は、質量分析法によるタンパク質Jの同定の実験手順を示している。

- (a) 精製タンパク質をpH8.5の緩衝液に溶解する。
- (b) ヨードアセトアミドによってタンパク質中のチオール基を修飾する。
- (c) 反応物を中性の緩衝液中で透析する。
- (d) プロテアーゼで加水分解する。
- (e) 質量分析計で測定する。

- (1) (a) では一般に緩衝液を使う。それは(b)での以下の反応を阻害しないためである。この反応を蒸留水中で行うとなぜ反応阻害が起こるのか、100字以内で説明しなさい。



- (2) タンパク質中でチオール基を持っているアミノ酸にはどのようなものがあるか。アミノ酸の名称を全て答えなさい。

- (3) 質量分析法でタンパク質を分析するためには、プロテアーゼで加水分解して低分子化してから解析するのが一般的である。この低分子化に頻繁に利用されるトリプシンは、リジンとアルギニンのカルボキシル末端側を分解する。下記は、タンパク質Jの部分アミノ酸配列を1文字表記で示したものである。この部分をトリプシンで切断した場合に生じるペプチドのうち、最もペプチド鎖の長いものの配列と分子量を表1を参考に答えなさい。

N末端

C末端

LQKFGERAFKAWAVARLSQRFPKAEFAEVSKLVTDLTKVHTE

- (4) タンパク質Jを同定するために、トリプシンによってタンパク質Jを切断し、質量分析計で測定したところ、5種類のペプチドの分子量値が得られた。得られた分子量値から、タンパク質のデータベースを参照した結果、タンパク質Jの候補として複数のタンパク質が挙げられた。これら候補タンパク質からタンパク質Jを絞り込み、同定するためにはどのような実験を行えば良いか、理由とともに答えなさい。

7 (その2)

アミノ酸名	1文字表記	分子量
アラニン	A	89
システイン	C	121
アスパラギン酸	D	133
グルタミン酸	E	147
フェニルアラニン	F	165
グリシン	G	75
ヒスチジン	H	155
イソロイシン	I	131
リジン	K	146
ロイシン	L	131
メチオニン	M	149
アスパラギン	N	132
プロリン	P	115
グルタミン	Q	146
アルギニン	R	174
セリン	S	105
トレオニン	T	119
バリン	V	117
トリプトファン	W	204
チロシン	Y	181

表 1

7 (その3)

問2 次の文章を読んで、以下の(1)～(3)に答えなさい。

抗体は、生体が病原体の感染を受けた後に起こる免疫反応において中心的な役割を担うタンパク質である。近年、抗体を用いた医療技術が発展している。では、どのように抗体は作製されるのだろうか。マウスを用いた例を見てみよう。タンパク質 B をマウスに注射し、免疫応答させると、タンパク質 B に対する抗体を産生する B リンパ球の集団が出現する。この細胞集団は、タンパク質 B の様々な箇所を認識する抗体集団を産生する。ただし、1 つの B リンパ球は1種の抗体を産生する。B リンパ球は体外で1週間しか培養できないため、タンパク質 B に対する抗体を安定して得ることはできない。そこで、免疫応答した B リンパ球を取り出し、不死化したマウス細胞と細胞融合した。これによって、一部の細胞は B リンパ球と不死化細胞の融合細胞となった。次に、これらを1細胞ごとに分けて培養を続け、得られるタンパク質 B に対する抗体の品質を試験し、望みの抗体を産生する融合細胞を選択した。このようにして得られた抗体をモノクローナル抗体と呼ぶ。

- (1) 抗体タンパク質は2つの軽鎖と2つの重鎖からなる。これら4つのポリペプチド鎖はジスルフィド結合によって結合している。この結合を切るためにはどのような化学的操作を行えば良いか、理由とともに答えなさい。
- (2) ヒトにマウスの抗体を注射しても十分に機能を発揮しない。その理由を100字程度で答えなさい。
- (3) 下線部では、B リンパ球細胞、不死化細胞、融合細胞が混在する中から、融合細胞を選択する必要がある。以下の文章を読んで、融合細胞を選別する方法を理由を含め150字程度で答えなさい。

[文章] 細胞は、増殖するために必須の代謝経路として α と β 経路の2つをもっている。これら2つの経路は独立して機能している。実際に、B リンパ球では α と β の両方の経路が働いている。実験に用いた不死化細胞は、 α 経路に必須の遺伝子の変異した結果、 α 経路が不活性化している。 β 経路は薬品 X で阻害することができる。

8 (その1)

問1 次の(1)～(6)に答えなさい。

- (1) 次に挙げるのは、ペプチド A に対応する mRNA の翻訳開始点を含む部分である。表 1 を参照して、ペプチド A を構成するアミノ酸の数と N 末端から 5 番目のアミノ酸残基を答えなさい。開始コドンが指令するアミノ酸はペプチド A に含まれているものとする。

5'末端	10	20	30	40	50
GUGUAAGGCA	GCGACGUCGG	CAGCAGCAUG	GCCCGUACCA	AGCAGAACGC	
	60	70	80	90	3'末端
CCGCAAGUCC	AACUGAGGCA	AGGCGCCCCG	CAAGCAGCUG	UUCGAUCGAC	

- (2) 細胞内ではプロテインキナーゼがタンパク質のスレオニン残基をリン酸化することがある。プロテインキナーゼがスレオニン残基にリン酸基を転移させる反応で、リン酸基の供与体となる化合物の名称を答えなさい。また、スレオニン残基のどの官能基にリン酸基が付加するのか答えなさい。
- (3) 動物細胞内でプロテインキナーゼがリン酸化するアミノ酸残基をスレオニンの他 2 種答えなさい。
- (4) タンパク質のリン酸化の果たす役割について 1 つ挙げ、説明しなさい。
- (5) スレオニン残基のリン酸化の果たす役割を調べる実験として次の(a)と(b)の 2 つの実験を行う。
- (a) スレオニン残基を別の電荷を持たないアミノ酸に置き換えることで、リン酸化できない変異体を作製する。
- (b) リン酸基のように常に負電荷を持つアミノ酸に置換して、恒常的にリン酸化した状態を模倣した変異体を作製する。

ペプチド A の構造や機能に大きな影響を与えないで、リン酸化できない変異体と恒常的にリン酸化した状態の変異体を作製する場合、スレオニンをどのアミノ酸に置換するのが望ましいか、それぞれ理由とともに答えなさい。

- (6) (5) の 2 通りのアミノ酸置換を行う場合、(1) に示す mRNA の配列のどの部分をどのように変更したらよいか、変更前と後が分かるように変化させるコドンの前後 2 ヌクレオチドを含めて書きなさい。

8 (その2)

1 番目のコドン	2 番目のコドン				3 番目のコドン
	U	C	A	G	
U	Phe	Ser	Tyr	Cys	U
	Phe	Ser	Tyr	Cys	C
	Leu	Ser	終結	終結	A
	Leu	Ser	終結	Trp	G
C	Leu	Pro	His	Arg	U
	Leu	Pro	His	Arg	C
	Leu	Pro	Gln	Arg	A
	Leu	Pro	Gln	Arg	G
A	Ile	Thr	Asn	Ser	U
	Ile	Thr	Asn	Ser	C
	Ile	Thr	Lys	Arg	A
	Met	Thr	Lys	Arg	G
G	Val	Ala	Asp	Gly	U
	Val	Ala	Asp	Gly	C
	Val	Ala	Glu	Gly	A
	Val	Ala	Glu	Gly	G

表 1

問2 次の文章を読み、以下の(1)～(3)に答えなさい。

タンパク質 X とタンパク質 Y が細胞内で複合体を形成していることを検証するために、次の実験 I、II および III を行った。








実験 I タンパク質 X および Y のカルボキシル末端に Flag ペプチドと HA ペプチドをそれぞれ融合したタンパク質 X-Flag とタンパク質 Y-HA を発現するプラスミドを作製した。

実験 II これらのプラスミドコンストラクト 2 つ共が染色体に安定に組み込まれた細胞と、一方のコンストラクトのみが組み込まれた細胞の合計 3 種の細胞株を樹立した。

実験 III これらの細胞を培養し、等量の細胞を集めて細胞抽出液を作製した。これらを用い、抗 Flag 抗体 (Flag ペプチドを認識する抗体) と抗 HA 抗体 (HA ペプチドを認識する抗体) で免疫沈降実験を行った。細胞抽出液 (免疫沈降に用いた量の 1/10 量) と免疫沈降物 (全量) を SDS-PAGE により分離し、抗 Flag 抗体および抗 HA 抗体を用いてウェスタンブロットを行った (次ページの図 1)。

- (1) タンパク質 X-Flag とタンパク質 Y-HA の免疫沈降の効率を求めなさい。計算過程も記しなさい。
- (2) タンパク質 X-Flag とタンパク質 Y-HA について、それぞれ複合体として存在するものと遊離のタンパク質として存在するものの比を求めなさい。計算過程も記しなさい。ただし、細胞内在性のタンパク質 X とタンパク質 Y は、導入した融合タンパク質より十分に少なく、無視できるものとする。
- (3) タンパク質間の相互作用を検出する方法として、免疫沈降法やアフィニティービーズによるプルダウンなどの他にどのような方法があるか答え、簡単にその原理を 100 字以内で説明しなさい。ただし、細胞内での解析か試験管内での解析かは問わないものとする。

8 (その4)

	細胞抽出液(1/10量)			免疫沈降物(抗Flag抗体)		
タンパク質X-Flag	+	-	+	+	-	+
タンパク質Y-HA	-	+	+	-	+	+
ウェスタンブロット 抗Flag抗体	 100	0	 100	 200	0	 200
ウェスタンブロット 抗HA抗体	0	 100	 100	0	0	 50








	細胞抽出液(1/10量)			免疫沈降物(抗HA抗体)		
タンパク質X-Flag	+	-	+	+	-	+
タンパク質Y-HA	-	+	+	-	+	+
ウェスタンブロット 抗HA抗体	0	 100	 100	0	 150	 150
ウェスタンブロット 抗Flag抗体	 100	0	 100	0	0	 30

図1
実験 III のウェスタンブロットの結果。各バンドの下の数値はバンド強度の相対値を表す。