立命館大学大学院
2018年度実施　入学試験
博士課程前期課程
生命科学研究科
生命科学専攻

入試方式	コース	実施月	専門科目	
			ページ	備考
学内進学入学試験	応用化学 生物工学 生命情報学 生命医科学	7月		
一般入学試験		9月	P.1～	
		2月	P.27～	
社会人入学試験		9月		
		2月		
外国人留学生入学試験		9月		
		2月		
飛び級入学試験		2月	P.27～	

立命館大学大学院
2018年度実施　入学試験
博士課程後期課程
生命科学研究科
生命科学専攻

入試方式	実施月	外国語（英語）	
		ページ	備考
学内進学入学試験	7月		
一般入学試験	7月 （2018年9月入学）	×	
	9月	×	
	2月	×	
社会人入学試験	7月 （2018年9月入学）		
	9月		
	2月		
外国人留学生入学試験	7月 （2018年9月入学）		
	9月		
	2月		

2018 年 9 月 6 日実施

２０１９年４月入学　立命館大学大学院生命科学研究科
博士課程前期課程
入学試験問題（専門科目）

生 命 科 学 専 攻

【注意事項】

（１）解答は問題番号１．２．…ごとに解答用紙１枚を使用してください。
（２）受験番号、氏名、志望コース、問題番号等の必要事項は解答用紙にすべて記入して下さい。
（３）無記名答案は無効です。また、問題用紙および解答用紙の持ち帰りは認めていません。
（４）解答用紙はホッチキス止めしてあるので、はずさないで下さい。
（５）専門科目の選択方法
　　問題用紙が志望専攻の問題であるかを確認し、下記の選択方法に従って解答して下さい。
（６）「1.物理化学」選択者は、[1]～[3]から 2 題選択して解答してください。3 題解答した場合は解答は全て無効となります。また、解答用紙には解答する問題番号を必ず記載してください。

生命科学専攻

【応用化学コース】　以下の１～７の７科目から２科目選択し、解答すること。
【生物工学コース】　以下の１～７の７科目から２科目選択し、解答すること。
【生命情報学コース】以下の１～１１の１１科目から２科目選択し、解答すること。
【生命医科学コース】以下の１～１１の１１科目から２科目選択し、解答すること。

１．物理化学　２．無機化学　３．分析化学　４．有機化学
５．生化学　６．分子生物学　７．微生物学　８．人体の構造と機能
９．公衆衛生学　１０．プログラム言語　１１．バイオアルゴリズム

（７）専門科目試験時間
　　１０：００～１２：００（１２０分）試験時間中の途中退室は認めていません。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

1．物理化学

（1．物理化学の設問は2ページあります。以下の問題［1］から［3］のうち2題を選択して解答してください。）

［1］次の反応について以下の問いに答えよ。有効数字3桁で答えよ。

$$H_2O\,(g) + C\,(\text{グラファイト}) \rightarrow CO\,(g) + H_2\,(g)$$

（1） この反応の298 Kでの標準反応エタンルピー$\Delta_r H°$を求めよ。ただし、298 KにおけるH_2O (g)とCO (g)の標準モル生成エンタルピーは、それぞれ−242 kJ mol^{-1}と−111 kJ mol^{-1}である。

（2） この反応の298 Kでの標準反応エントロピー$\Delta_r S°$を求めよ。ただし、298 KにおけるH_2O (g)、C(グラファイト)、CO (g)、H_2 (g)の標準モルエントロピーは、それぞれ189 J K^{-1} mol^{-1}、6 J K^{-1} mol^{-1}、198 J K^{-1} mol^{-1}、131 J K^{-1} mol^{-1}である。

（3） この反応の298 Kでの標準反応ギブズエネルギー$\Delta_r G°$を求めよ。

（4） 温度が何Kより高いと反応は進行すると予測されるか答えよ。ただし、$\Delta_r H°$および$\Delta_r S°$は温度によらず一定とする。

［2］分子間力に関する以下の問いに答えよ。

（1） 以下の文章中の［ A ］から［ C ］に入る最も適切な語句や化学式を答えよ。

水素結合は、水素原子を含む極性の結合（例えばO−HやN−H）が酸素、窒素、フッ素などの［ A ］の高い原子と相互作用してできる。通常、同じ族の元素を含む同様の化合物の系列の沸点は分子量が増えるに従い高くなる。しかし第15族、第16族、第17族元素の二元水素化合物はこの傾向に従わない。第17族元素の化合物HF、HCl、HBr、HIの中で、最も高い沸点を有するのは［ B ］である。NH_3、H_2O、HFの中では、最も高い沸点を有するのは［ C ］である。

（2） 溶液中で、シトシン(C)とグアニン(G)は、3本の水素結合を形成し塩基対をつくるとする。300 Kで溶液中の2つのヌクレオチド、CとGの対形成について考える。水素結合1本を壊すのに必要なエネルギーを5.00 kJ mol^{-1}として、1対の水素結合していない塩基(C、G)と水素結合している塩基対(C−G)の数の比 $\frac{\text{1対の水素結合していない塩基(C、G)の数}}{\text{水素結合している塩基対(C−G)の数}}$ をボルツマン分布則を用いて求めよ。ただし、気体定数は8.31 J K^{-1} mol^{-1}とし、有効数字3桁で答えよ。

（3） 水溶媒中で、無極性分子は疎水性相互作用により集まろうとする。298 Kにおけるメタン分子の四塩化炭素から水への移行に関する熱力学量（表）を参考にして、疎水性相互作用が生じるメカニズムについて説明せよ。

過程	$\Delta_t H$ / kJ mol^{-1}	$\Delta_t S$ / J K^{-1} mol^{-1}	$\Delta_t G$ / kJ mol^{-1}
$CH_4(CCl_4) \rightarrow CH_4\,(H_2O)$	−11	−76	12

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

1．物理化学

(つづき２ページ目。選択した２題について解答してください。)

［3］１次反応の反応速度は$-k$ [A]で与えられる。ただし、kは反応速度定数、[A]は反応物 A の濃度である。このとき、反応速度に関する以下の問いに答えよ。

（1） A の初濃度を$[A]_0$として、時間 t 後の[A]を式で表せ。

（2） １次反応の半減期 $t_{1/2}$ を反応速度定数 k を用いて表せ。

（3） アレニウスは多くの反応における k の温度依存性が次式に従うことを発見した。

$$k = A\,\mathrm{e}^{-E/RT}$$

ここで、Aは頻度因子、Eは活性化エネルギー、Rは気体定数、Tは絶対温度である。

ある１次反応の 400 K における k は 4.6×10^{-4} s^{-1} であった。Eが 50 kJ mol^{-1} の場合、450 K における反応速度定数を答えよ。ただし、この温度範囲で A と E は一定とし、Rは 8.31 J K^{-1} mol^{-1} とする。有効数字２桁で答えよ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

2．無機化学

（2．無機化学の設問は２ページあります。すべてに解答してください。）

［1］主量子数が 4 である 4s、4p、4d、および 4f の各電子軌道について、方位量子数および磁気量子数を、以下のような表を作成して、答えよ。

電子軌道	方位量子数	磁気量子数
4s		
4p		
4d		
4f		

［2］分子軌道法により求めた結合次数から、次の（1）～（3）の組合せについてどちらが安定か答えよ。また、これら 6 種の化学種について常磁性であるものをすべて挙げよ。

（1）H_2　　H_2^+
（2）N_2　　N_2^+
（3）O_2　　O_2^+

［3］遷移金属錯体では遷移金属の 5 つの d 軌道は配位子の存在により、エネルギー準位が分裂する。例えば、四面体錯体では図 1 のように、e 軌道と t_2 軌道に分裂する。遷移金属錯体に関する以下の問いに答えよ。

（1）$_{25}Mn$ の基底状態における電子配置を例にしたがって記せ。
　　例：$_{15}P$: [Ne] $3s^2\ 3p^3$

（2）八面体錯体における d 軌道のエネルギー準位図を図 1 と同様に描け。また、考えられる二種類の Mn^{2+} の八面体錯体の d 電子配置を、図 1 のように描いた図中の○中に、↑あるいは↑↓のように矢印を記入することで完成させよ。

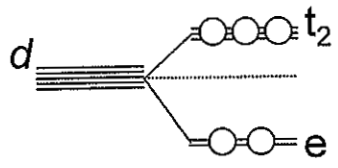


図 1. 四面体錯体の d 軌道エネルギー準位図

（3）横軸に原子番号をとり、縦軸に 2 価の第一遷移金属イオンから生成する 6 分子の水が配位した錯体の水和エンタルピーの絶対値をプロットすると、単調に増加せず、二つの極大値をもつ。この結果が生じる理由について説明せよ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

2．無機化学

(つづき２ページ目。すべてに解答してください。)

［4］アジ化ナトリウム NaN_3 は、衝撃により分解し、窒素を放出することで、体積が劇的に増加するため、過去にはエアバッグに利用されていた。以下の問いに答えよ。
なお、原子量は Na = 23、N = 14 を用いよ。

（1）アジ化ナトリウムが完全に分解して、窒素を放出する分解反応の化学反応式を書け。

（2）100 g のアジ化ナトリウムが完全に分解したときに発生する窒素の物質量を計算し、有効数字２桁で答えよ。

（3）300 K、1.0 atm の条件下において、アジ化ナトリウムの密度を 1.85 g cm^{-3}、窒素 1 mol の体積を 2.46×10^4 cm^3 とし、アジ化ナトリウムと窒素以外の物質の体積を無視した場合、100 g のアジ化ナトリウムの分解により窒素が放出されて、体積は何倍になるか。（2）で答えた値を用いて計算し、小数第一位を四捨五入することにより、整数で答えよ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

3．分析化学

（3．分析化学の設問は3ページあります。すべてに解答してください。）

［1］ Fe^{2+} と Fe^{3+} の水溶液について説明した次の文章を読み、［　ア　］から［　カ　］の空欄に入る最も適当な語句、値、または、式（化学式を含む）を答えよ。

水中での Fe^{n+} イオン（$n = 2$ または3）は、6分子の水が配位した［　ア　］錯体として存在している。その配位水の1つから H^+ が放出される反応は(1)式で表されるが、配位している水分子を全て無視すれば(2)式になる。

$$Fe(H_2O)_6{}^{n+} \rightleftharpoons Fe(H_2O)_5(OH)^{(n-1)+} + H^+ \qquad (1)$$

$$Fe^{n+} \rightleftharpoons Fe(OH)^{(n-1)+} + H^+ \qquad (2)$$

(2)式の平衡定数である金属イオン Fe^{n+} の酸解離定数 K_a は(3)式で定義される。

$$K_a = \frac{[Fe(OH)^{(n-1)+}][H^+]}{[Fe^{n+}]} \qquad (3)$$

また、Fe^{n+} と水酸化物イオンとが錯形成してモノヒドロキシド錯体を形成する反応の平衡定数 K は(4)式で表される。

$$K = [\quad イ \quad] \qquad (4)$$

Fe^{2+} と Fe^{3+} の K の値はそれぞれ $10^{4.50}$ mol^{-1} dm^3 と $10^{11.84}$ mol^{-1} dm^3 である。水の自己解離定数が $10^{-14.00}$ mol^2 dm^{-6} であるので、Fe^{2+} および Fe^{3+} の pK_a の値は、それぞれ、［　ウ　］および［　エ　］と計算される。

以上のことから、Fe^{3+} の［　ア　］錯体のブレンステッド酸としての強さは、Fe^{2+} の［　ア　］錯体より［　オ　］いと考えられる。また、Fe^{3+} のルイス酸としての強さは Fe^{2+} より［　カ　］いと考えられる。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

3．分析化学

(つづき２ページ目。すべてに解答してください。)

［2］ 水溶液中の酸化還元平衡について説明した次の文章を読み、[　ア　]から[　キ　]の空欄に入る最も適当な式（化学式を含む）を答えよ。なお、すべての溶質の活量係数は1.0とし、化学種Xのモル濃度は[X]と表す。また、気体定数をR、温度をT、ファラデー定数をFとしたとき、$(RT/F)\ln Y = 0.0592\log Y$とする。

Fe^{2+}と$Cr_2O_7^{2-}$と適切な濃度の硫酸を含む水溶液について考える。関連する半電池反応とその標準電極電位は(1)式と(2)式で表される。

$$Fe^{3+} + e^- \rightleftharpoons Fe^{2+} \qquad E^\circ_{Fe} = 0.77\ \text{V vs. SHE} \qquad (1)$$

$$Cr_2O_7^{2-} + 14\,H^+ + 6\,e^- \rightleftharpoons 2\,Cr^{3+} + [\ \text{ア}\ ] \qquad E^\circ_{Cr} = 1.33\ \text{V vs. SHE} \qquad (2)$$

この水溶液中では(1)式と(2)式の半電池反応を組み合わせた酸化還元反応が進行し、その反応式は(3)式で表される。

$$[\ \text{イ}\ ] + Cr_2O_7^{2-} + 14\,H^+ \rightleftharpoons [\ \text{ウ}\ ] + 2\,Cr^{3+} + [\ \text{ア}\ ] \qquad (3)$$

(3)式の反応についての濃度平衡定数Kは、それぞれの化学種のモル濃度を用いて(4)式で表される。

$$K = [\ \text{エ}\ ] \qquad (4)$$

(1)式と(2)式の半電池反応についてのネルンスト式は、それぞれの化学種のモル濃度を用いて(5)式と(6)式で表される。

$$E_{Fe} = E^\circ_{Fe} + [\ \text{オ}\ ] \qquad (5)$$

$$E_{Cr} = E^\circ_{Cr} + [\ \text{カ}\ ] \qquad (6)$$

(3)式の反応が平衡に達した状態では$E_{Fe} = E_{Cr}$と考えて良いので、式(5)および式(6)を用いると、(4)式のKはE°_{Fe}とE°_{Cr}を用いて(7)式で表される。

$$\log K = [\ \text{キ}\ ] \qquad (7)$$

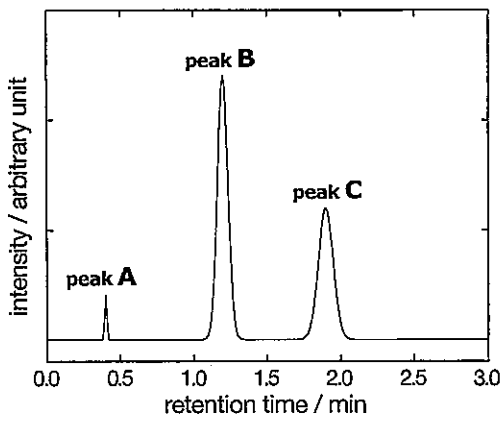
立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

3．分析化学
(つづき３ページ目。すべてに解答してください。)

［3］ ガスクロマトグラフィーに関する次の文章を読み、下の（1）から（4）の問いに答えよ。

ベンゼンとエチルベンゼンの混合液体 10.0 μL を適切なカラムを用いたガスクロマトグラフで分析したところ、下図に示すクロマトグラムが得られた。なお、試料のインジェクション時には空気も同時に注入した。



観測された３本のピークのデータは次表のとおりである。

	時間 / 分	ピーク面積
peak A	0.40	120
peak B	1.20	15014
peak C	1.90	10657

（1） このクロマトグラフを用いてエチルベンゼンのみを分析したとき、その保持時間はエアーピークに対して 1.50 分であった。このことから、**peak B** がどの物質に対応するピークであるかを答えよ。

（2） このクロマトグラフを用いてベンゼンについての検量線を作成したところ、ベンゼンの注入量に対するピーク面積の値は、傾きが 3240 μL^{-1}、切片が 110 の直線関係にあった。注入した混合液体 10.0 μL 中に含まれるベンゼンの体積を有効数字２桁で答えよ。

（3） 混合液体の注入量を 30.0 μL にしたときのベンゼンに対応するピークの面積の予想値を、（2）に示した検量線のデータを基にして有効数字３桁で答えよ。

（4） 混合液体の注入量を 30.0 μL にしたとき、**peak B** に対応する物質の保持時間をエアーピークに対する相対値として答えよ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

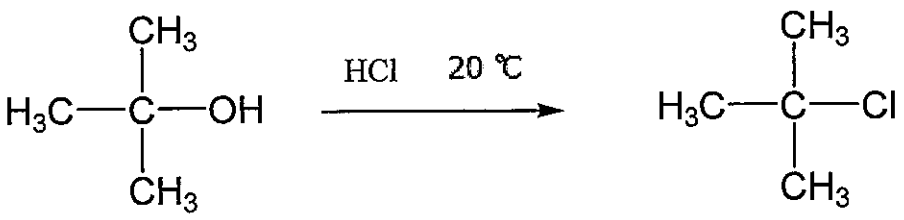
［専門科目］

４．有機化学

（４．有機化学の設問は４ページあります。すべてに解答してください。）

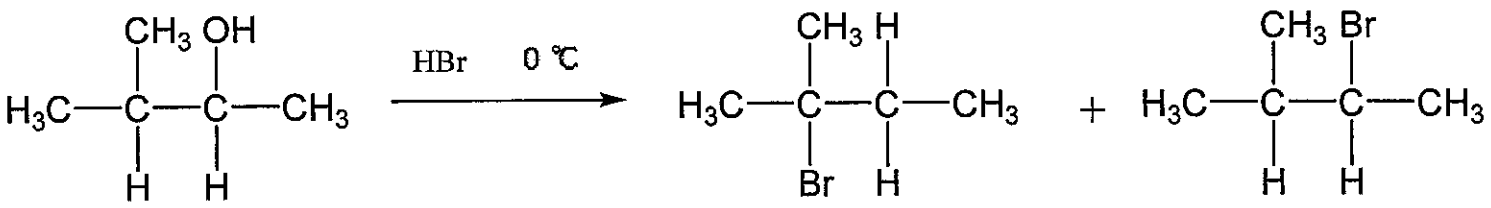
［1］次の（1）～（3）について、各々の理由を述べよ。

（1）酸性条件下での次の反応は、容易に進行する。理由を述べよ。



（2）次の反応は、*N,N*-ジメチルホルムアミド中では、メタノール中の 1,200,000 倍の速さで進行する。理由を述べよ。

（3）次の反応の主生成物は式中に示した通りである。これが主生成物となる理由を述べよ。



主生成物　　副生成物

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

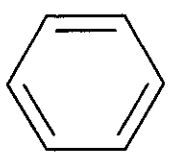
［専門科目］

４．有機化学

(つづき２ページ目。すべてに解答してください。)

［２］次の（１）～（６）について、記載された内容に該当するものはａとｂのどちらかを示せ。

（１）^{1}H NMR 化学シフト値がより低磁場であるもの



a

$H_2C{=}CH_2$

b

（２）^{1}H NMR 化学シフト値がより低磁場であるもの

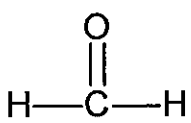
CH_3-I

a

CH_3-Cl

b

（３）^{13}C NMR 化学シフト値がより低磁場であるもの



a

$H_2C{=}CH_2$

b

（４）IR 吸収波数がより低波数であるもの

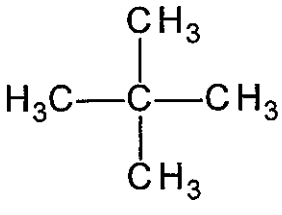
Ｃ＝Ｏ伸縮振動

a

Ｏ－Ｈ伸縮振動

b

（５）EI-MS で分子イオンピーク強度がより大きいもの



a

$H_3C-(CH_2)_3-CH_3$

b

（６）EI-MS で同位体ピーク強度がより大きいもの

ヘキサン

a

デカン

b

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

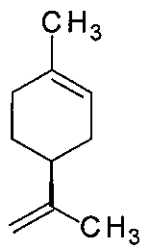
［専門科目］

４．有機化学

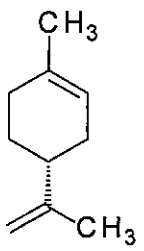
(つづき３ページ目。すべてに解答してください。)

［３］次の（１）～（５）について、記載された内容に該当するものはａとｂのどちらか。理由とともに示せ。

（１）*R*体であるリモネン（1-methyl-4-(1-methylethenyl)cyclohexene）

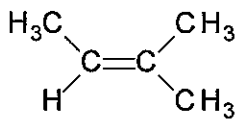


a

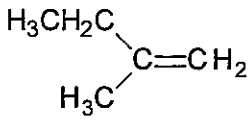


b

（２）$(CH_3)_3CO^-K^+$による２－ブロモ－２－メチルブタンのE2反応における主生成物

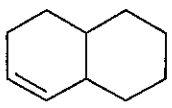


a

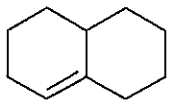


b

（３）水素化熱がより大きいシクロヘキセン誘導体

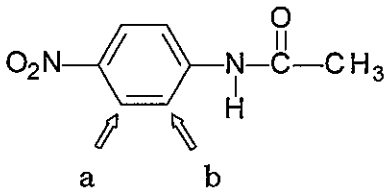


a

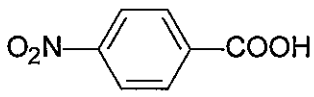


b

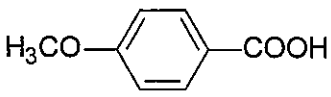
（４）求電子的塩素化反応をより受けやすい炭素部位



（５）酸性度がより高いカルボン酸



a



b

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

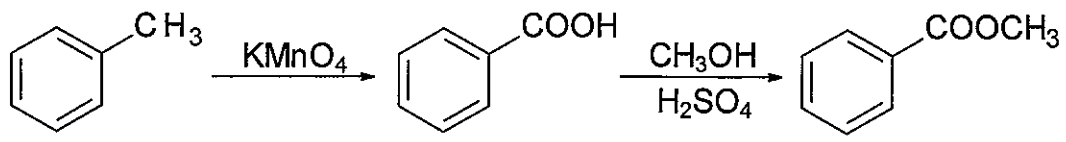
［専門科目］

４．有機化学

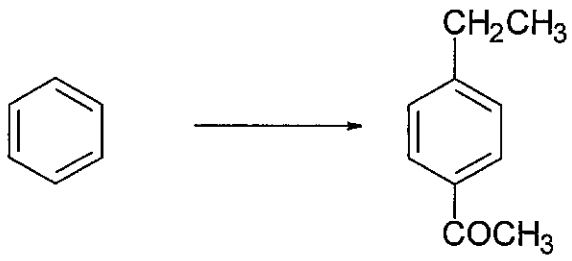
(つづき４ページ目。すべてに解答してください。)

［４］次の多段階合成（１）～（４）について、目的物を効率的に合成する<u>条件および中間生成物</u>を、例にならって示せ。

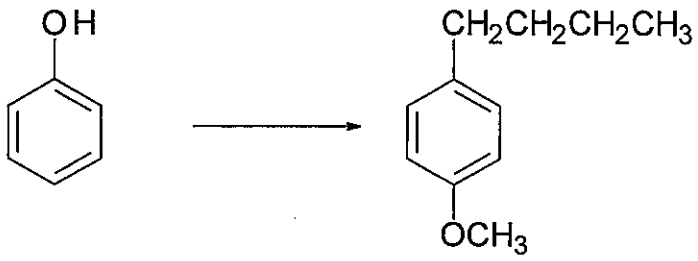
（例）



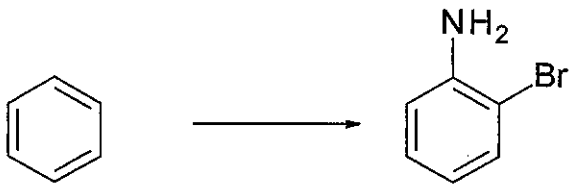
（１）



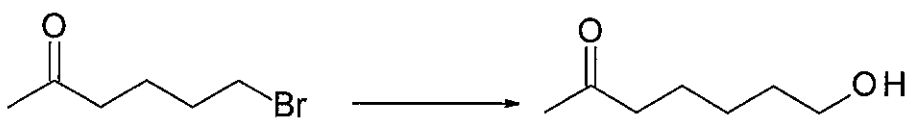
（２）



（３）



（４）



立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

５．生化学

（５．生化学の設問は２ページあります。すべてに解答してください。）

［１］タンパク質とアミノ酸に関する以下の問いに答えよ。

（１）タンパク質の性質や立体構造などを理解するためには、単一のタンパク質のみを得ることが望まれる。単一のタンパク質を得るためには、様々な分離方法がある。その中で、大腸菌や昆虫細胞を用いた異種発現系で発現させたタンパク質を分離する方法として、アフィニティークロマトグラフィーがよく用いられる。タンパク質の発現からアフィニティークロマトグラフィーによるタンパク質の精製までの手順を具体的に説明せよ。

（２）タンパク質は、様々な性質を持つアミノ酸で構成され、特定の立体構造をとることで機能する。タンパク質の二次構造には、α ヘリックスと β シートと呼ばれるものがある。α ヘリックスと β シートついて、それぞれの特徴に関して説明せよ。

（３）真核生物は、細胞内小器官や細胞膜ではたらくタンパク質をコードする遺伝子をもつ。ミトコンドリアではたらくタンパク質の多くは、細胞質で合成された後に、ミトコンドリアに移行するために必要な疎水性のアミノ酸を多く含む領域を、概ねその N 末端にもつ。この疎水性のアミノ酸 4 つの名称とそれらの分子式（側鎖のみで可）を記せ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

5．生化学
(つづき２ページ目。すべてに解答してください。)

［２］ATP に関する次の文を読み、以下の問いに答えよ。

すべての生物において(a)ATP が細胞内でのエネルギーの受け渡しを行う。生体内の代表的な ATP 合成反応としては、葉緑体のチラコイド膜で行われる(b)光合成電子伝達系と共役した光リン酸化反応やミトコンドリアの内膜で行われる呼吸鎖と共役した酸化的リン酸化反応がある。いずれの場合も、Mitchell が提唱した(c)化学浸透説とよばれる機構に従って、ATP 合成酵素によって ATP が合成される。合成された ATP に蓄えられたエネルギーは、細胞内で様々な(d)ATP アーゼによって利用される。

（１）下線部(a)の ATP の正式名称を記せ。

（２）下線部(b)に関して、チラコイド膜は光合成電子伝達反応の場となっており、この膜上には電子伝達にかかわるタンパク質複合体が存在する。チラコイド膜上に局在する ATP 合成酵素以外の代表的なタンパク質複合体の名称を３つあげよ。

（３）下線部(c)の化学浸透説について説明せよ。

（４）下線部(d)に関して、ATP アーゼが触媒する反応の反応式を示せ。

（５）下線部(d)に関して、細胞内には様々な ATP アーゼが存在するが、ATP アーゼの具体的な一例を挙げ、その ATP アーゼがどのような機能にかかわるかを説明せよ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

6．分子生物学

（6．分子生物学の設問は１ページです。すべてに解答してください。）

［1］ 以下の問い（1）～（4）に答えよ。

（1）真核生物において見いだされるゲノムDNAとタンパク質との複合体であるクロマチンの基本単位としてのヌクレオソームの構造の概略を記せ。

（2）間期の細胞核では、凝縮した構造のクロマチンと弛緩した構造のクロマチンが顕微鏡で観察される。これら構造の異なるそれぞれのクロマチンの名称とそれぞれの領域に位置する遺伝子の転写の状態について記せ。

（3）クロマチンの凝縮と弛緩は、ヌクレオソームを構成するタンパク質の翻訳後修飾（アセチル化、メチル化、リン酸化、およびユビキチン化）によって制御され、これらに伴い遺伝子の転写やDNAの複製の行われやすさが調節されている。これらの翻訳後修飾のうちアセチル化がどのアミノ酸で起こり、その結果、クロマチンの構造にどのような変化をもたらすのかを記せ。

（4）前問の翻訳後修飾やDNAのメチル化修飾が細胞分裂や世代を経ても維持され、遺伝子発現の状態が世代を超えて制御されることが知られている。このようなゲノムDNAの配列の変化を伴わない遺伝子の発現制御機構の名称を記せ。

［2］ 以下の（1）～（3）には、DNAおよびRNA分子種の略号が示されている。例にならって、これらの略号がどのような分子種であるかを100字以内で説明せよ。なお、説明の際には、それぞれの分子種の略号の右にある四角で囲んだ語句をすべて用いること。

例：cDNA　　プライマー、逆転写酵素

相補的DNAの略。鋳型となるmRNAをプライマー存在下で逆転写酵素により合成したときにできるDNA鎖のこと。

（1）mtDNA　　核内、複製

（2）tRNA　　CCA、リボソーム

（3）snRNA　　mRNA、スプライシング

［3］ 大腸菌のDNA複製機構の概略を、以下の四角で囲んだ語句をすべて用いて記せ。

岡崎フラグメント、リーディング鎖、DNAリガーゼ、ssDNA、複製起点、ラギング鎖

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

７．微生物学

（７．微生物学の設問は２ページあります。すべてに解答してください。）

［1］大腸菌に関する次の文章を読み、問い（1）～（6）に答えよ。

大腸菌は、*Escherichia coli* という学名で知られ、ヒトや動物の消化管内に生息しており、もっとも詳しく調べられている細菌の一種である。一部の大腸菌株は、ヒトに対する病原性を示す。

（1）大腸菌はどのような形状をしているか、文章で説明せよ。そのような形状を示す細菌を一般に何と呼ぶか。

（2）大腸菌はその細胞表面の２種の抗原によって分類されている。それぞれの抗原を何と呼ぶか。また、それぞれの抗原は、表面のどのような分子に由来するか答えよ。

（3）なぜ大腸菌はグラム染色陰性となるか、細胞表層の構造とあわせて説明せよ。また、グラム染色陽性菌の細胞表層構造と、どのように異なるかについても説明せよ。

（4）細菌は酸素に対する応答性により、一般に３種類に分けられる。それぞれの応答性を何と呼ぶか答え、それぞれどのような性質か簡単に説明せよ。また、大腸菌はそのうちどれに相当するか答えよ。

（5）大腸菌を宿主とする多くのウイルス（バクテリオファージ、あるいは、ファージともいう）が存在する。ファージが感染した際、大腸菌が溶菌する場合とコロニーが形成される場合がある。大腸菌内ではそれぞれの場合でどのようなことが起こっているのか説明せよ。

（6）大腸菌はファージ感染から自分を守るために、ある酵素を産生している。この酵素を何と呼ぶか。また一般に、この酵素がどのようにファージ感染を防御しているのか、その機構を説明せよ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

7．微生物学

(つづき２ページ目。すべてに解答してください。)

［２］　*Saccharomyces cerevisiae* に関する問い（１）～（５）に答えよ。

Saccharomyces cerevisiae (*S. cerevisiae*)は、*Schizosaccharomyces pombe* が分裂酵母に分類されるのに対して、（　あ　）酵母に分類され、土壌線虫 *Caenorhabditis elegans* とならんで普遍的な生命現象の研究に用いられている（　い　）生物である。

（１）上記文章中の空欄（　あ　）、（　い　）にあてはまる最も相応しい語句を答えよ。

（２）上記文章中の「普遍的な生命現象」に関して、2016 年度にノーベル生理学・医学賞を受賞した大隅良典博士が、*S. cerevisiae* を用いて、その仕組みを解明した細胞内におけるタンパク質等のリサイクル機構のことを何と呼ぶか。

S. cerevisiae を培養して、エタノールの生成能力を調べる実験を行うことにした。以下の培地成分、器具、機器等を用いて約 100 mL の培地を作製する。

<u>培地成分</u>：ラクトース（２ g)、酵母抽出液(0.1 g)、ポリペプトン(0.2 g)、硫酸アンモニウム(0.1 g)、蒸留水

<u>補助成分</u>：β-ガラクトシダーゼ(弱酸性で高活性、かつ高エタノール耐性を有する酵素)を任意量含む水溶液

<u>器具</u>：300-mL 三角フラスコ、シリコン栓、50-mL ビーカー、0.22-μm 滅菌フィルター付き注射器、メスシリンダー、スターラーバー

<u>機器</u>：蒸気加圧滅菌器（オートクレーブ）、スターラー、クリーンベンチ、恒温器、還元糖測定装置

（３）上記の培地成分からなる培地で *S. cerevisiae* を十分生育させ、エタノールの生成量を増やすためには、<u>β-ガラクトシダーゼを有効に利用する必要</u>がある。このことから、*S. cerevisiae* の炭素源の資化性について考えられることを簡潔に述べよ。

（４）上述の器具等を用いて培地を作製する手順を説明せよ。その際、問い（３）の下線部に関係して注意すべき点があれば述べよ。ただし、すべての器具、機器を用いる必要は必ずしもない。

（５）この実験ではエタノールの生成能力を調べることを目的としているが、エタノールの生成において、振とう培養法と静置培養法のどちらが適しているか。また、その理由も述べよ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

８．人体の構造と機能

（８．人体の構造と機能の設問は２ページあります。すべてに解答してください。）

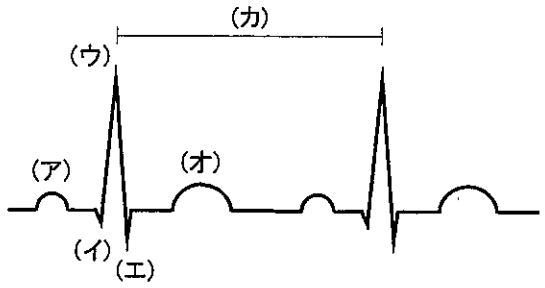
［１］心臓について、下記の設問に答えよ。

（１）刺激伝導系について、ペースメーカーから活動電位が伝わる５つの部位（ペースメーカー部位を含む）を矢印をつなげて順番に答えよ。

（２）正常なヒトの心電図について、下記の設問に答えよ。

① (ア)～(オ)の波の名称と(カ)の名称を答えよ。

② (ア)～(カ)のうち、A：心房の脱分極、B：心室の脱分極（の開始）、C：心室の再分極、を表しているものはどれか、A～C それぞれに当てはまるものを(ア)～(カ)からすべて選び記号で答えよ。



［２］胃の構造と機能に関する次の文章を読み、下記の設問に答えよ。

胃の入り口を［ア］、出口を［イ］、上縁を［ウ］、下縁を大彎という。大彎側の上への張り出しを胃底、胃底より下方を胃体という。胃は、摂取された食物を［エ］運動により胃液と混ぜ合わせ、半流動性にして、［イ］を通して少量ずつ十二指腸に送る。胃から十二指腸への排出速度は、十二指腸、空腸からの神経刺激、またはCCKなどのホルモン刺激による抑制性フィードバックにより調節される。胃粘膜には胃腺が開口している。胃腺の中でもっとも数多く存在するのが胃底腺であり、胃底部と胃体部にあって胃が産生する液体のほぼすべてを分泌する。胃底腺は多種類の細胞で構成されるが、その中で、［オ］を分泌する［カ］と、胃酸（塩酸）を分泌する［キ］が重要である。胃酸の分泌により、空腹時でも胃内の pH は低く保たれている。［オ］は酵素活性を有しない前駆体であり、酸性の条件下で活性型の［ク］となる。［キ］は、塩酸だけでなく、小腸でのビタミン［ケ］の吸収に必要な［コ］を分泌する。

（１）［ア］～［コ］に適当な語句を入れよ。

（２）胃酸は本文に書かれているように［オ］を活性型にするだけでなく、生体にとって有益な作用を有する。どのような作用か、簡潔に述べよ。

（３）ガストリンは血流を介して胃酸の分泌を刺激する。同様の作用をもつ物質を２つ記せ。

（４）胃酸から胃粘膜を保護するために表面にはバリア機能を有する粘液層が形成される。粘液層は主に［A］というタンパク質と［B］イオンからなる。［A］と［B］に適当な語句を入れよ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

８．人体の構造と機能

(つづき２ページ目。すべてに解答してください。)

［３］腎臓について、下記の設問に答えよ。

（１）腎臓の機能について正しいものはどれか、(a)～(f)からすべて選び記号で答えよ。

(a) 血中イオン濃度の調節、(b) ホルモンの産生、(c) 一回換気量の調節、
(d) 血圧の調節、(e) 栄養素の消化、(f) 老廃物の排出

（２）ネフロンにおける尿の生成とそれ以降の流路について、（ア）～（オ）に入る構造器官を答えよ。

輸入細動脈 → （ア）の毛細血管 → （イ） → 近位尿細管 → （ウ） → 遠位尿細管 → （エ） →

濾過

（オ）に再吸収

→ 小腎杯

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

9．公衆衛生学

（9．公衆衛生学の設問は１ページです。すべてに解答してください。）

［1］国勢調査についての（1）～（4）の問いについて、（　　）中から適切な答えの番号を一つ選んで記せ。

（1）目的は、（①各種行政施策その他の基礎資料を得る、②各疾病治療の診療報酬決定その他の基礎資料を得る）ことである。
（2）対象は、（①国内に居住する世帯とその構成員、②国内外に居住する日本人）である。
（3）調査方法は、（①標本調査、②悉皆（全例）調査）である。
（4）調査の頻度は、（①3 年、②5 年、③10 年）に 1 回である。

［2］食中毒には、細菌性感染型と細菌性毒素型の２つのタイプがある。それぞれの原因菌の例を一つずつあげよ。また、充分な加熱処理が予防に有効なのはどちらのタイプか、記せ。

［3］EBM（Evidence-Based Medicine）とは何か、30-50 字程度で簡潔に述べよ。

［4］公衆衛生で扱う予防は、第一次予防、第二次予防、第三次予防に分類されるが、それぞれの目的と、手段の例を１つずつあげよ。

［5］公的扶助とは生活困窮者に対する公的な救済制度であり、その目的は憲法第 25 条に書かれているある権利を実現することであるが、その権利とはどのような権利か、下の枠内の用語のうち<u>４つ以上</u>を用いて述べよ。

病気、労働、健康、活力、精神的、最低限度、文化的、喜び、最高限度、普通、QOL、身体的、幸福、生活

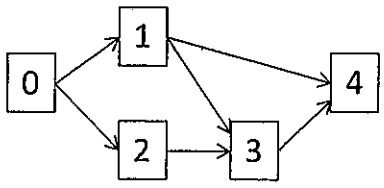
立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

１０．プログラム言語

（１０．プログラム言語の設問は４ページあります。すべてに解答してください。）

［１］以下のプログラムは、下図のような頂点間の経路について、頂点 0 から頂点 4 への経路を探索するプログラムである。このプログラムについて、下記の問いに答えよ。




```
#include <stdio.h>
int link[5][5] = { {0, 1, 1, 0, 0}, { [    1    ] },
 {0, 0, 0, 1, 0}, {0, 0, 0, 0, 1}, {0, 0, 0, 0, 0}};
int list[5], now = 0;
void f(int n) {
  int i, m;
  list[now] = n;
  now++;
  if (n == 4) {
    for (i = 0; i < now; i++) {
      printf("%d ", list[i]);
    }
    printf("¥n");
  } else {
    for (m = 0; m < 5; m++) {
      if ( [    2    ] == 1) {
        f(m);
      }
    }
  }
  [    3    ] ;
}
int main() {
  f(0);
  return 0;
}
```

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

１０．プログラム言語

(つづき２ページ目。すべてに解答してください。)

（１）大域変数 link[n][m] は、頂点 n から頂点 m への経路が存在する場合、値が 1 であり、経路がない場合、値が 0 となる配列である。
空欄 [1] に入る 5 つの数字を示せ。

（２）空欄 [2] に入る変数を示せ。

（３）空欄 [3] に入る文を示せ。

（４）このプログラムを実行したときの出力を示せ。

（５）プログラム中の変数 list と now は、スタックと同様の機能を果たしている。スタックとはどのようなものかを説明せよ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

１０．プログラム言語

(つづき３ページ目。すべてに解答してください。)

［２］以下のプログラムは、1〜M の整数の中から N 個を選んで並べる並べ方を全て表示するものである。このプログラムについて、下記の問いに答えよ。

```
#include <stdio.h>
#define N 3
#define M 3
int a[M];
void printone() {
  int i, j;
  for (i = 0; i < N; i++) {
    for (j = 0; j < M; j++) {
      if (a[j] == i) {
        printf("%d ", j+1);
      }
    }
  }
  printf("¥n");
}
void f(int n) {
  int i;
  if (n == N) {
    printone();
    return;
  }
  for (i = 0; i < M; i++) {
    if (a[i] == -1) {
      a[i] = n;
      [   1   ] ;
      a[i] = -1;
    }
  }
}
int main() {
  int i;
  for (i = 0; i < M; i++) {
    a[i] = -1;
  }
  f(0);
  return 0;
}
```

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

１０．プログラム言語

(つづき４ページ目。すべてに解答してください。)

（１）空欄 [1] に入る文を示せ。

（２）このプログラムを実行したときの出力を示せ。

（３）M を 4、N を 2 とした場合について、プログラムを実行したときの出力を示せ。

（４）M が 4、N が 2 の場合について、同じ出力が得られる関数 f() を示せ。ただし、この関数は再帰を用いないで実現するものとする。また関数の引数はなくてよい。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

１１．バイオアルゴリズム

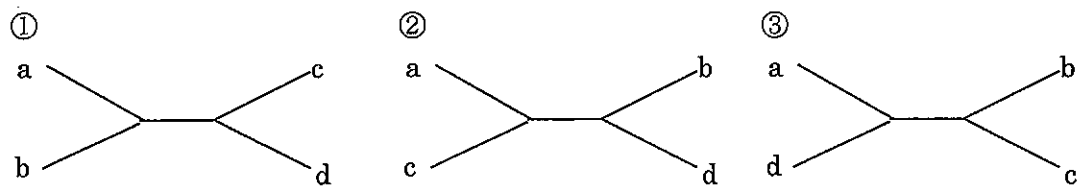
(１１．バイオアルゴリズムの設問は２ページあります。すべてに解答してください。)

［１］　表１に示した塩基配列 a、b、c、d のアラインメント結果から最大節約法により分子系統樹を推定する。以下の問いに答えよ。

	塩基位置					
	1	2	3	4	5	6
塩基配列 a	A	T	G	C	G	A
塩基配列 b	A	C	G	A	G	G
塩基配列 c	A	T	G	C	C	A
塩基配列 d	G	C	G	A	C	C

表１ 塩基配列と塩基位置

（1）最大節約法によって得られる塩基配列 a、b、c、d の系統関係は①~③のどれになるか答えよ。



（2）表１のアラインメントの中には最大節約法において樹形の推定に寄与しない塩基が複数存在する。その塩基位置(1～6)を列挙せよ。

［２］　タンパク質ＡおよびＢはどちらか一方が可溶性の球状タンパク質であり、他方は膜貫通タンパク質である。図１の疎水性尺度プロット(hydropathy plot)から、ＡとＢのどちらのタンパク質が膜貫通タンパク質であるかを考え、その理由を述べよ。ただし、疎水性尺度は Kyte と Doolittle による定義を用い、ウィンドウ幅は 19 残基とした。

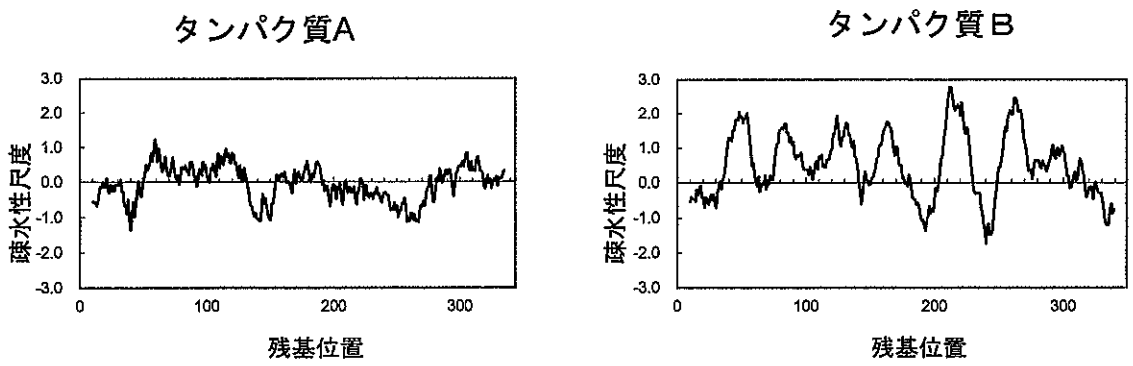


図１　タンパク質Ａとタンパク質Ｂにおける疎水性尺度プロット

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

１１．バイオアルゴリズム

(つづき２ページ目。すべてに解答してください。)

［３］　平面座標（x, y）に、①（4, 1）、②（2, 4）、③（5, 7）、④（5, 2）、⑤（3, 4）、⑥（6, 5）、⑦（2, 6）、⑧（7, 2）の８点がある。これらの点に対して、ユークリッド平方距離による最短距離法を用いて、クラスタリングを行った。以下の問いに答えよ。

（１）最短距離法の利点と欠点を述べよ。

（２）最短距離法のアルゴリズムを答えよ。

（３）８点それぞれの組み合わせ距離を、総当たり表で示せ。

（４）最初に接合する２点を答えよ。

（５）クラスタリングの結果をデンドログラム（樹形図）で示せ。

（６）ユークリッド平方距離 6.0 以下をクラスタと定義した場合、いくつのクラスタができるかを答えよ。また、それらすべてのクラスタに対し属する点を以下の例にならって答えよ。

（例）全部のクラスタ数は４である。クラスタＡは点①、点②、点③の３点から、
クラスタＢは点④の１点から、クラスタＣは点⑤と点⑥の２点から、
クラスタＤは点⑦と点⑧の２点からなる。

2019年2月7日実施

２０１９年４月入学　立命館大学大学院生命科学研究科
博士課程前期課程
入学試験問題（専門科目）

生 命 科 学 専 攻

【注意事項】

（１）解答は問題番号１．２．…ごとに解答用紙１枚を使用してください。
（２）受験番号、氏名、志望コース、問題番号等の必要事項は解答用紙にすべて記入して下さい。
（３）無記名答案は無効です。また、問題用紙および解答用紙の持ち帰りは認めていません。
（４）解答用紙はホッチキス止めしてあるので、はずさないで下さい。
（５）専門科目の選択方法
　問題用紙が志望専攻の問題であるかを確認し、下記の選択方法に従って解答して下さい。
（６）「1.物理化学」選択者は、[1]～[3]から２題選択して解答してください。3題解答した場合は解答は全て無効となります。また、解答用紙には解答する問題番号を必ず記載してください。
（７）「11. バイオアルゴリズム」を選択した場合は、指定の解答用紙を使用してください。

生命科学専攻

【応用化学コース】　以下の１～７の７科目から２科目選択し、解答すること。
【生物工学コース】　以下の１～７の７科目から２科目選択し、解答すること。
【生命情報学コース】以下の１～１１の１１科目から２科目選択し、解答すること。
【生命医科学コース】以下の１～１１の１１科目から２科目選択し、解答すること。

１．物理化学　２．無機化学　３．分析化学　４．有機化学
５．生化学　６．分子生物学　７．微生物学　８．人体の構造と機能
９．公衆衛生学　１０．プログラム言語　１１．バイオアルゴリズム

（８）専門科目試験時間
　１０：００～１２：００（１２０分）試験時間中の途中退室は認めていません。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

１．物理化学

（１．物理化学の設問は２ページあります。以下の問題［１］から［３］のうち２題を選択して解答してください。）

［１］　純水 1.00×10^3 g に、食塩(NaCl)を溶かして食塩水をつくった。このとき、この水溶液の濃度と体積について、以下の問いに答えよ。ただし、有効数字３桁で答えよ。

（１）溶かした食塩が 2.50×10^2 g だったとき、以下の濃度を求めよ。ただし、食塩と純水のモル質量をそれぞれ、58.4 g mol^{-1} と 18.0 g mol^{-1} とする。

① 質量パーセント(wt%)

② 質量モル濃度(mol kg^{-1})

（２）水溶液中の食塩の部分モル体積 $\bar{V}$(NaCl) は(1)式のように、水溶液の体積 V を溶質の物質量 n で偏微分すると求められる。ただし、圧力と温度も一定であったとする。

$$\bar{V}(\mathrm{NaCl}) = \frac{\partial V}{\partial n} \qquad (1)$$

そこで、さまざまな n の値で V (cm^3)を測定する実験を行ったところ、V と n の値の関係は、以下の(2)式の２次関数で近似できることが判明した。

$$V = 0.450\,n^2 + 15.9\,n + 1000 \qquad (2)$$

このとき、以下の問いに答えよ。

① (1)式と(2)式より、無限希釈したときの食塩の部分モル体積 $\bar{V}_\infty$(NaCl) (cm^3 mol^{-1})の値を求めよ。

② この実験について、以下の文章中の空欄［あ］～［え］に入る数字または語句を記せ。

無限希釈したときの Cl^-イオンと Na^+イオンの部分モル体積を、それぞれ $\bar{V}_\infty(Cl^-)$ と $\bar{V}_\infty(Na^+)$ とする。食塩が水溶液中で完全に電離したとすると、$\bar{V}_\infty(Cl^-)$の値は 22.5 cm^3 mol^{-1} であるから、上記①の実験から求めた $\bar{V}_\infty$(NaCl)の値より、$\bar{V}_\infty(Na^+)$の値は［あ］ cm^3 mol^{-1} と求められる。Na^+イオンは、高い電荷密度を持つ構造［い］イオンであるため、その強い電場は第一［う］圏を越えて水分子を引きつけて分極させる。そのため、$\bar{V}_\infty(Na^+)$はこのような値となる。これに対して、電荷密度の低い K^+イオンは構造［え］イオンであり、第一［う］圏を越えて水分子を分極させることはほとんどできない。そのため、$\bar{V}_\infty(K^+)$は 3.6 cm^3 mol^{-1} となる。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

1．物理化学

(つづき２ページ目。選択した２題について解答してください。)

［２］ 以下の問いに答えよ。ただし、有効数字３桁で答えよ。

（１）次の反応について、以下の①～③の問いに答えよ。ただし、気体定数 R は 8.31 J K^{-1} mol^{-1}、0 ℃は 273 K とする。

$$N_2(g) + O_2(g) \rightleftarrows 2NO(g)$$

① 25 ℃における標準反応ギブズエネルギー$\Delta_r G^\circ$ を求めよ。ただし、25 ℃における一酸化窒素 NO の標準モル生成ギブズエネルギー$\Delta_f \overline{G}^\circ$ は、86.7 kJ mol^{-1} とする。

② 25 ℃における平衡定数を求めよ。

③ 標準反応エンタルピー$\Delta_r H^\circ$ を 180 kJ mol^{-1} として、1000 ℃における平衡定数を求めよ。ただし、反応に伴うエンタルピー変化、エントロピー変化は温度に依存しないものとする。

（２）分子による光の吸収や発光のスペクトル線は、ゼロではない有限の幅を持つ。自然幅と呼ばれる線幅は、ハイゼンベルクの不確定性原理により生じ、次の式で表される。

$$\Delta\nu\,\Delta t = \frac{1}{4\pi}$$

ここで、$\Delta\nu$ と Δt はそれぞれ振動数と時間の不確定性であり、$\Delta\nu$ が線幅に相当する。このとき、以下の問いに答えよ。ただし、$\pi = 3.14$ とする。

① ある分子の第一励起一重項状態の寿命は 2.00 ns であった。この分子の紫外可視吸収スペクトルの自然幅$\Delta\nu$ (Hz)を計算せよ。

② 気体分子のスペクトル線の幅が広がる原因には、ドップラー効果や圧力効果がある。これらの効果はどのようなものか、それぞれ説明せよ。

［３］尿素または食塩を溶かした水溶液および水について凝固点を測定する実験を行った。用いた水 25.0 g の凝固点は−0.0100 ℃であった。以下の問いに答えよ。ただし、水のモル凝固点降下係数 K_f は 1.86 K kg mol^{-1}、食塩のモル質量は 58.4 g mol^{-1} とする。なお、有効数字３桁で答えよ。

（１）尿素 0.300 g を 25.0 g の水に溶かし、その水溶液の凝固点を測定したところ、−0.410 ℃となった。溶質の質量 w、モル質量 M_B とすると、凝固点降下 ΔT は以下の式で表される。

$$\Delta T = K_f \frac{w}{M_B}$$

実験結果より、尿素のモル質量を求めよ。

（２）食塩 0.300 g を 25.0 g の水に溶かし、その水溶液の凝固点を測定したところ−0.760 ℃であった。ファントホッフ係数 i（定義：i = 平衡状態の溶液中の実際の粒子の数／電離する前の溶液中の粒子の数）を求めよ。

（３）ファントホッフ係数 i から、食塩の電離の度合いを求めよ。ただし、イオン対は存在しないものと仮定する。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

２．無機化学

（２．無機化学の設問は２ページあります。すべてに解答してください。）

［１］d^4 と d^8 の電子配置をもつ金属イオンの正八面体錯体について、結晶場分裂エネルギーをΔ_oとし、基底状態における結晶場安定化エネルギーを求めよ。結晶場安定化エネルギーの算出に際しては、1 対の電子対について電子対反発エネルギーを B として考慮せよ。高スピン型錯体と低スピン型錯体の両方が可能な場合には、それぞれについて結晶場安定化エネルギーを求めよ。

［２］金属カルボニル化合物の $Cr(CO)_6$ と $Ru(CO)_5$ を例にして、18 電子則について説明せよ。Cr と Ru の原子番号はそれぞれ 24 と 44 である。なお、Ne、Ar、Kr、Xe、Rn の基底状態における電子配置は以下に示す通りである。

Ne：$(1s)^2(2s)^2(2p)^6$

Ar：$(1s)^2(2s)^2(2p)^6(3s)^2(3p)^6$

Kr：$(1s)^2(2s)^2(2p)^6(3s)^2(3p)^6(4s)^2(3d)^{10}(4p)^6$

Xe：$(1s)^2(2s)^2(2p)^6(3s)^2(3p)^6(4s)^2(3d)^{10}(4p)^6(5s)^2(4d)^{10}(5p)^6$

Rn：$(1s)^2(2s)^2(2p)^6(3s)^2(3p)^6(4s)^2(3d)^{10}(4p)^6(5s)^2(4d)^{10}(5p)^6(6s)^2(4f)^{14}(5d)^{10}(6p)^6$

［３］以下の（１）～（３）の問いに答えよ。

（１）1 族元素と 2 族元素がそれぞれ取りやすい酸化数について、電子構造の観点から説明せよ。

（２）フッ化カルシウムはフッ化水素の原料であり、濃硫酸に作用させることで、硫酸カルシウムとフッ化水素が生成する。10 °C におけるこの反応の化学反応式を下記の例にならって答えよ。

例：$NaH(s) + H_2O(l) \rightarrow NaOH(aq) + H_2(g)$

（３）（２）の反応を用いることでフッ化水素を 1.200 mol 合成したい。このとき必要な最低限のフッ化カルシウムの質量を有効数字 3 桁で答えよ。必要があれば、次の原子量を用いよ。

原子量：H = 1.008、O = 16.00、F = 19.00、S = 32.07、Ca = 40.08

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

２．無機化学

(つづき２ページ目。すべてに解答してください。)

［４］グラファイトとダイヤモンドは炭素の単体であるが、両者の性質は大きく異なる。以下の（１）～（５）の問いに答えよ。

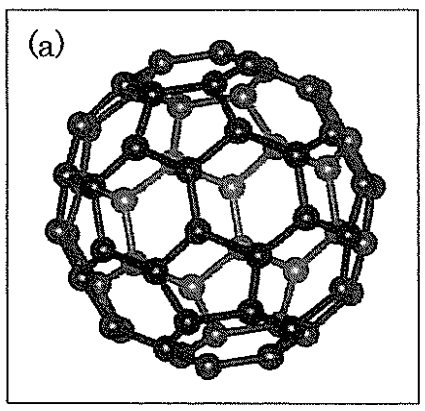
（１）「グラファイトとダイヤモンド」や「酸素とオゾン」のように、同じ元素の単体で性質の異なるものを示す用語を答えよ。

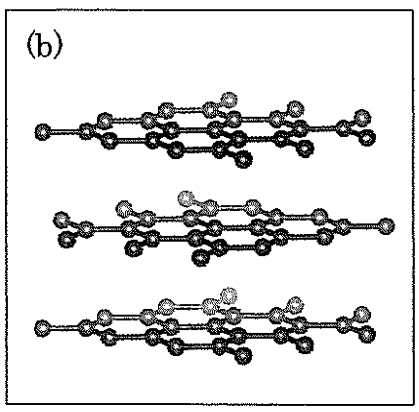
（２）グラファイトの結晶構造として最も適当なものを下図(a)から(d)の中から選び、記号で答えよ。

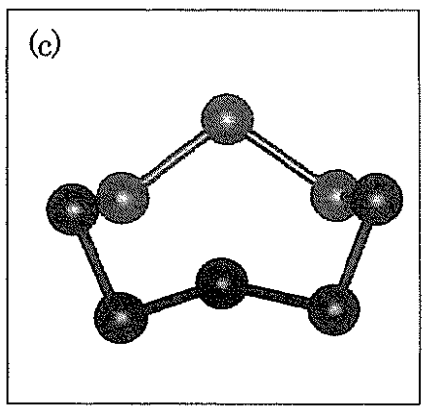
（３）ダイヤモンドの結晶構造として最も適当なものを下図(a)から(d)の中から選び、記号で答えよ。

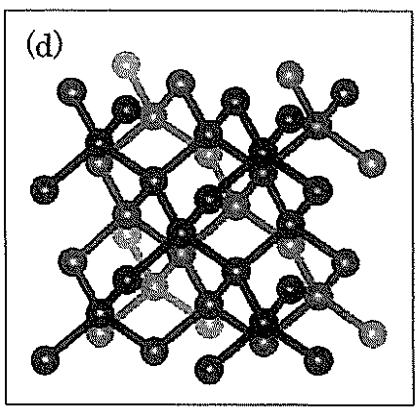
（４）グラファイトとダイヤモンドの結晶構造の違いについて、混成軌道と分子間力の観点から説明せよ。

（５）グラファイトとダイヤモンドの硬度とへき開性について、化学結合の観点から説明せよ。









立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

３．分析化学

（３．分析化学の設問は２ページあります。すべてに解答してください。）

［１］ 次の半電池反応について、以下の（１）から（３）の問いに答えよ。ただし、全ての溶質の活量係数は 1.0 とし、気体定数を R、温度を T、ファラデー定数を F、化学種 X の濃度は [X] と表すものとする。

$$Zn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Zn \qquad E^\circ_{Zn} = -0.76\ \mathrm{V\ (vs.\ SHE)}$$

$$Sn^{4+} + 2e^- \rightleftharpoons Sn^{2+} \qquad E^\circ_{Sn} = 0.15\ \mathrm{V\ (vs.\ SHE)}$$

（１） Zn^{2+}/Zn の電極電位を E_{Zn}、Sn^{4+}/Sn^{2+} の電極電位を E_{Sn} とするとき、それぞれの電極電位を表すネルンスト式を、関係する物質の濃度を用いて答えよ。

（２） $[Zn^{2+}] = 10^{-2}$ mol dm^{-3} の溶液に Zn 板を浸したものと、$[Sn^{4+}] = [Sn^{2+}] = 10^{-2}$ mol dm^{-3} の溶液に Pt 棒を浸したものを用意し、それらの溶液間に塩橋を渡した電池を作製した。この電池の起電力を求め、Zn 板と Pt 棒のどちらがカソードであるかを答えよ。なお、$(RT/F)\ln Y = 0.059 \log Y$ とし、液間電位差などの酸化還元反応以外の起電力は無視するものとする。

（３） 問い（２）で作製した電池を放電させたとき、それぞれの溶液中で濃度が増加する化学種を全て答えよ。

［２］ 酸解離定数が K_a の弱酸水溶液を濃度が C_A となるように調製したとき、$\sqrt{C_A} \gg \sqrt{K_a}$ を満足する程度に濃度が高ければ、その水溶液の水素イオン濃度（$[H^+]$）は $\sqrt{K_a C_A}$ に近似できる。この近似を用いて、$10^{-1.00}$ mol dm^{-3} の酢酸水溶液の pH を計算せよ。ただし、酢酸の pK_a は 4.74 とする。

［３］ 物質 X が濃度 C で溶けている水溶液（体積 V_w）に対して、水と混じり合わない有機溶媒（体積 V_o）を用いて溶媒抽出の操作を行った。分配平衡に達したときの水相および有機相にある X の濃度をそれぞれ $[X_w]$ および $[X_o]$ とし、物質 X の水相から有機相への分配定数を K_D（$= [X_o] / [X_w]$）とする。C、V_w、V_o、K_D を用いて $[X_w]$ を表す式を答えよ。また、$K_D = 1$ のとき、$V_w = V_o$ として 1 回の溶媒抽出を行った後に有機相に抽出された X は、最初の水溶液中にあった X の何%であるかを答えよ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

３．分析化学

(つづき２ページ目。すべてに解答してください。)

［４］ 金属イオン M^{n+} と配位子Ｌを含む溶液がある。溶液中の M^{n+} の総濃度を C_M、Ｌの総濃度を C_L、錯生成平衡 $M^{n+} + L \rightleftarrows ML^{n+}$ の濃度平衡定数を K として、以下の（１）から（５）の問いに答えよ。ただし、化学種Ｘの濃度は [X] と表記せよ。

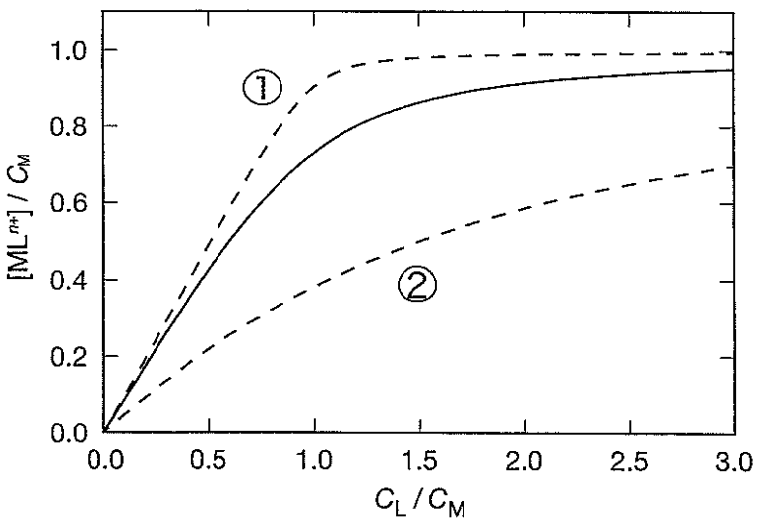
（１） この溶液内に存在する化学種（M^{n+}、L、ML^{n+}）の濃度を用いて、C_M と C_L を表す物質収支の式を答えよ。

（２） 濃度平衡定数 K をこの溶液内に存在する化学種（M^{n+}、L、ML^{n+}）の濃度を用いて表し、問い（１）で答えた C_M についての物質収支の式へ代入して、C_M、K、[L] を用いて $[M^{n+}]$ を表す式を答えよ。

（３） 問い（１）と問い（２）で答えた関係式を用いて、C_M、C_L、K を含む [L] についての二次方程式を導出せよ。

（４） $C_M = C_L = 1.00 \times 10^{-2}$ mol dm^{-3}、$K = 1.00 \times 10^3$ mol^{-1} dm^3 であるとき、[L] と $[ML^{n+}]$ を求め、C_M に対する $[ML^{n+}]$ の比率（$[ML^{n+}] / C_M$）を計算し、有効数字２桁で答えよ。

（５） $C_M = 1.00 \times 10^{-2}$ mol dm^{-3} に固定し、問い（４）の計算を C_L を変化させながら行って求めた $[ML^{n+}] / C_M$ を、C_L / C_M に対してプロットしたグラフを下図に示す。実線が $K = 1.00 \times 10^3$ mol^{-1} dm^3 のときのグラフである。$K = 1.00 \times 10^4$ mol^{-1} dm^3 のときの変化を表す曲線は、①と②のどちらであるかを選択せよ。



図

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

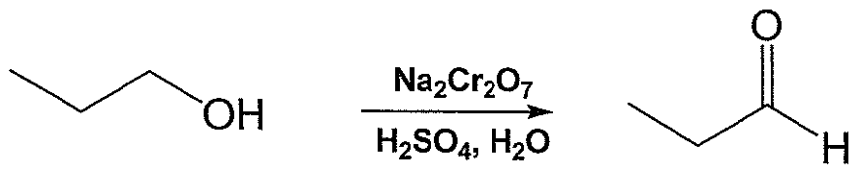
［専門科目］

４．有機化学

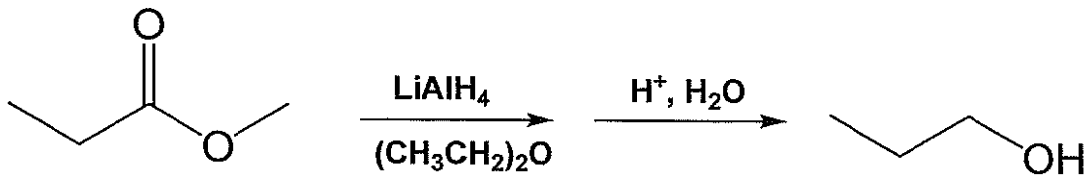
（４．有機化学の設問は４ページあります。すべてに解答してください。）

［１］次の（１）～（５）の反応式に記されている生成物が、各々の反応の主生成物である場合には「正しい」、誤っている場合には「誤り」と書け。かつ、「誤り」とした場合は、各々の反応物から反応式中に記された生成物が、主生成物となる適当な反応式を示せ。ただし、１段階反応とは限らない。

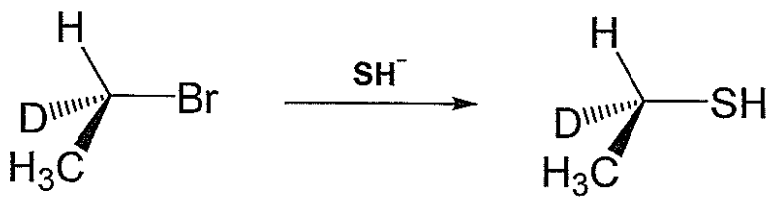
（１）



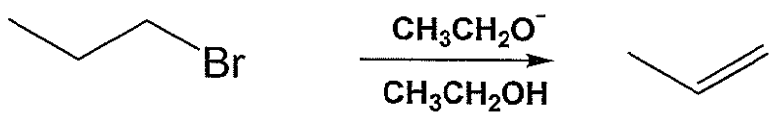
（２）



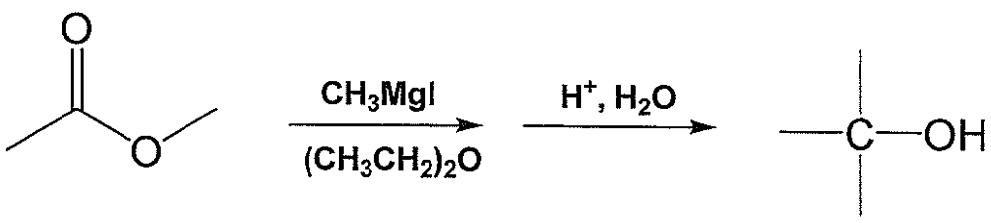
（３）



（４）



（５）



立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

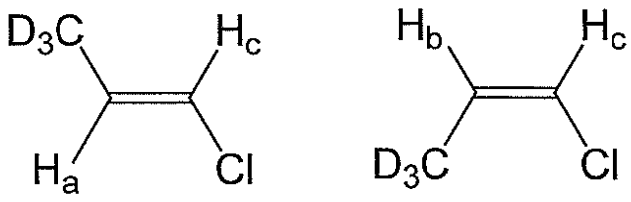
［専門科目］

４．有機化学

(つづき２ページ目。すべてに解答してください。)

［2］次の（1）～（6）について、記載された内容に該当するものはａとｂのどちらかを示せ。

（1）H、H間のNMR結合定数がより大きいもの

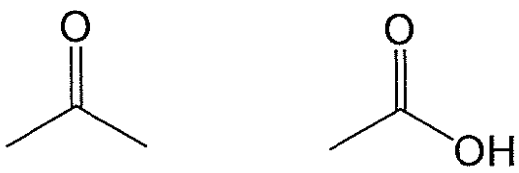


a　　b

（2）^{1}H NMR化学シフト値がより低磁場であるもの

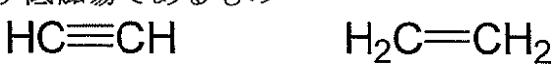
a　　b

（3）カルボニル炭素のNMR化学シフト値がより低磁場であるもの



a　　b

（4）^{13}C NMR化学シフト値がより低磁場であるもの

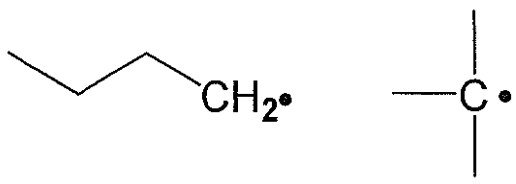


a　　b

（5）酸性度がより低いもの

a　　b

（6）熱力学的により安定なもの



a　　b

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

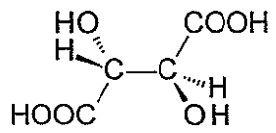
［専門科目］

4．有機化学

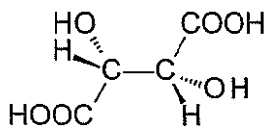
(つづき３ページ目。すべてに解答してください。)

［３］次の（１）～（５）について、記載された内容に該当するものはａとｂのどちらか。理由とともに示せ。

（１）メソ化合物である酒石酸（2,3-dihydroxybutanedioic acid）

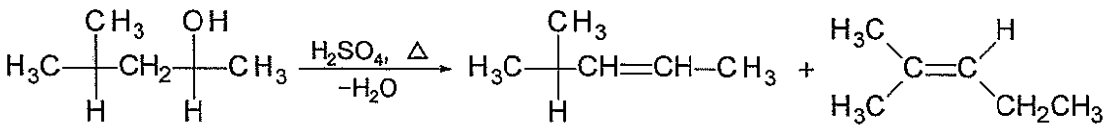


a



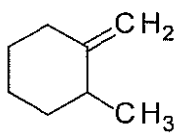
b

（２）以下のE1反応（Δは加熱を示す）で生成量がより多いと予想される化合物

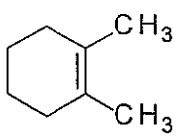


a　　b

（３）二重結合の安定性がより高い化合物

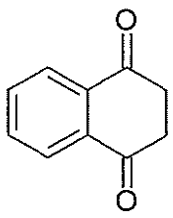


a

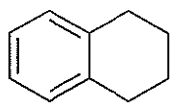


b

（４）芳香族求電子置換反応に対する反応性がより高い化合物

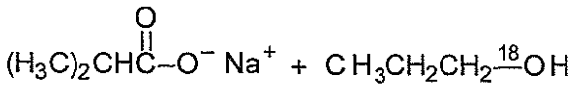


a

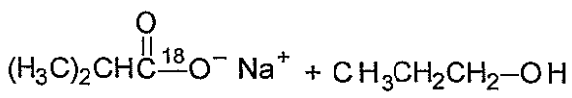


b

（５）^{18}O でラベルした化合物 $(H_3C)_2CHC(=O)^{18}O-CH_2CH_2CH_3$ を NaOH でケン化した際の生成物



a



b

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

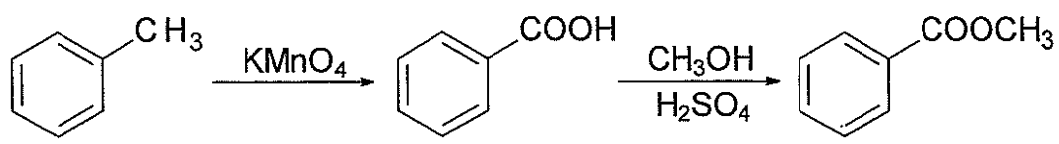
［専門科目］

４．有機化学

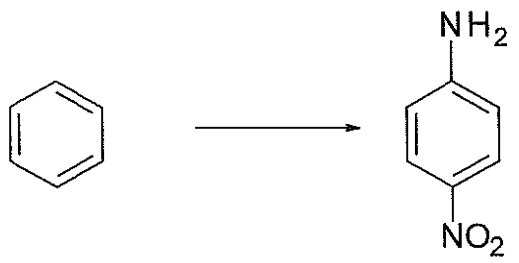
(つづき４ページ目。すべてに解答してください。)

［４］次の（１）～（４）について、目的物を効率的に合成する<u>条件および中間生成物</u>を、例にならって示せ。例に示したように、一段階であるとは限らない。

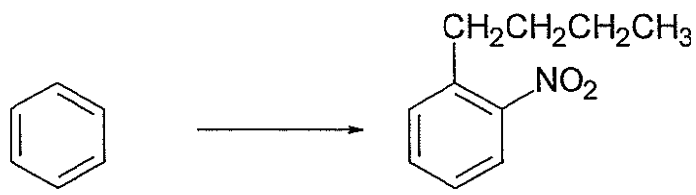
（例）



（１）



（２）



（３）

（４）

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

５．生化学

（５．生化学の設問は２ページあります。すべてに解答してください。）

［１］生体膜に関する以下の問いに答えよ。

（１）生体膜に関する次の文を読み、問い①～③について答えよ。

真核細胞は細胞の内外を分ける生体膜をもち、それらを細胞膜と呼ぶ。(a) 細胞内小器官も生体膜に囲まれている。それらの生体膜は、(b) 脂質二重層で構成される。また細胞膜は、小胞を介して大きな分子を(c) 細胞内に取り込んだり、細胞外へ放出する。

①下線部(a) の細胞内小器官を２つ挙げ、その機能を記述せよ。

②下線部(b) の脂質二重層の基本構造について、説明せよ。

③下線部(c) の取り込む過程および放出する過程を表す用語をそれぞれ答えよ。

（２）以下の生体膜の機能に関して説明せよ。

①半透性

②選択的透過性

③能動輸送

④情報の感受

（３）Singer と Nicolson によって生体膜の流動モザイクモデルが提唱され、現在広く受け入れられている。この流動モザイクモデルについて説明せよ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

５．生化学

(つづき２ページ目。すべてに解答してください。)

［２］酵素に関する以下の問いに答えよ。

（１）酵素反応において、酵素が活性を示す条件は個々の酵素によって異なるが、一般的に酵素が活性を示すために重要となる環境要因を２つ挙げよ。

（２）酵素は、補因子を必要とする場合がある。補因子について、次の語句をすべて用いて説明せよ。
金属イオン、ホロ酵素

（３）酵素反応の速度論的パラメーターであるミカエリス定数 *Km* の単位を示し、*Km* が酵素反応においてどのような意味をもつのか述べよ。

（４）酵素活性の調節に関わるタンパク質の翻訳後修飾に、ATP の末端にあるリン酸基をアミノ酸の側鎖に転移させるリン酸化がある。リン酸化を受けるアミノ酸を２種類挙げよ。

（５）アロステリック酵素について、次の語句をすべて用いて説明せよ。
活性部位、立体構造

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

6．分子生物学

（6．分子生物学の設問は３ページです。すべてに解答してください。）

［1］ 以下の問い（1）～（6）に答えよ。
下記の手順で改良型緑色蛍光タンパク質（Enhanced Green Fluorescent Protein：EGFP）の発現ベクターの構築を行った。

- pBR322 の制限酵素 *Bam*HI 認識部位に EGFP 遺伝子（cDNA）が挿入されているプラスミドベクターを入手した。
- 同ベクターDNA を *Bam*HI で消化後、アガロースゲル電気泳動により EGFP 遺伝子断片を分離・精製した。
- プラスミドベクターpUC18（図１）を *Bam*HI で消化後、アガロースゲル電気泳動により線状化した pUC18 を分離・精製した。
- 得られた EGFP 遺伝子断片と線状化した pUC18 を 30 分間の(a)酵素反応によりつなぎ合わせた（環状プラスミド DNA の作製）。
- 得られた環状プラスミド DNA を(b)コンピテント細胞（大腸菌 DH5α株）と混合し、氷上に 30 分間静置した。
- 42℃で 50 秒間加温後、速やかに氷上で 2 分間冷却した。
- 菌体液をアンピシリンと(c)X-Gal を含む LB 寒天培地にまいた。
- 37℃で一晩培養した。
- 得られた白色および青色コロニーに、暗所で長波長紫外線を照射し、蛍光を発する(d)EGFP が発現しているコロニーを確認した。
- EGFP が発する蛍光が確認できたコロニーをピックアップし、アンピシリンを含む LB 液体培地中、37℃で一晩培養した。
- 得られた培養液を遠心分離機にかけ、菌体を沈殿物として回収し、SDS-PAGE サンプルバッファーに懸濁した。次に、100℃で 5 分間加熱後、SDS-PAGE によりタンパク質を分離・染色し、(e)EGFP（分子量：約 27 kDa）の発現を確認した。

（1） 下線部(a)で用いられる酵素の名称を記入せよ。

（2） 下線部(b)について、予備実験でコンピテント細胞の形質転換効率を調べた。作製した 50 μl のコンピテント細胞（DH5α株）に 0.01 μg/μl の pUC18 DNA を 10 μl 加え、そのうち 1/5 量をアンピシリンを含む LB 寒天培地にまいた結果、1,000 個のコロニーを得た。この予備実験における形質転換効率（単位：cfu/μg）を求めよ。cfu は、colony forming unit を表す。

（3） 下線部(c)について LB 寒天培地に X-Gal を添加する理由を記入せよ。

（4） 下線部(d)について、EGFP の発現が期待される色のコロニーのうち蛍光を発するものと発しないものが観察された。その理由を記入せよ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

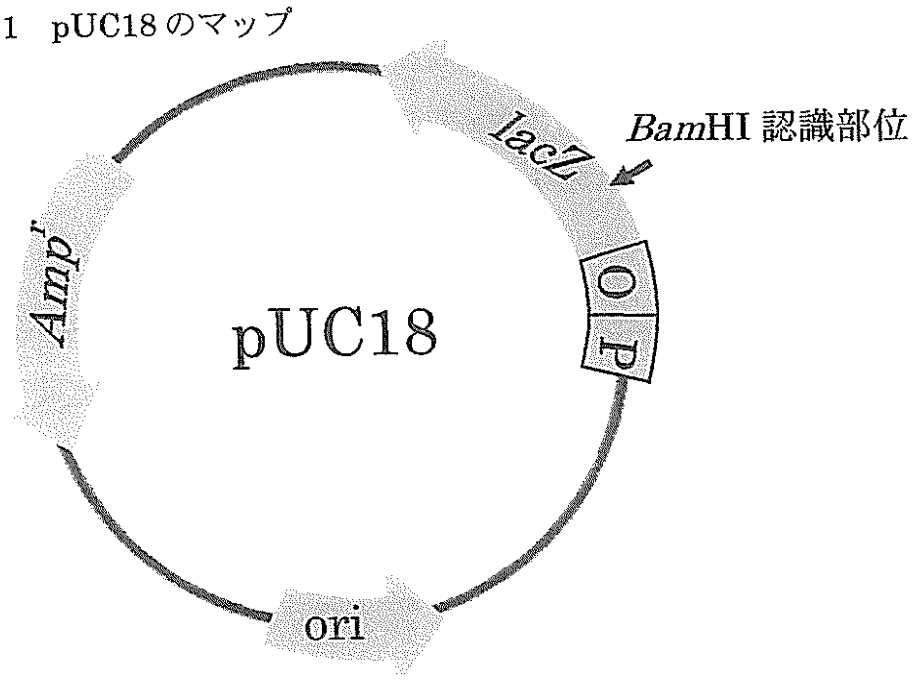
6．分子生物学

(つづき２ページ目。すべてに解答してください。)

（５）下線部(d)について、EGFP の発現が期待される色のコロニーを得る効率を改善するために、*Bam*HI で消化後の pUC18 をある酵素で処理することが有効である。その酵素の名称と有効性の理由を記入せよ。ただし、アガロースゲル電気泳動により分離・精製した EGFP 遺伝子断片は、そのまま用いるものとする。

（６）下線部(e)について、SDS-PAGE の結果、pUC18 を保持する DH5α株から同様に調製した試料では見られない約 27 kDa 付近のバンドが検出された。このバンドが EGFP に対応することを確認するために、暗所で SDS-PAGE のゲルに長波長紫外線を照射したところ、同バンドおよび付近のバンドからも蛍光は検出されなかった。その理由を記入せよ。

図１　pUC18 のマップ



lacZ：β-ガラクトシダーゼ遺伝子
P：*lac* プロモーター
O：*lac* オペレーター
Amp^r：β-ラクタマーゼ（アンピシリン耐性）遺伝子
ori：複製起点

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

6．分子生物学

(つづき 3 ページ目。すべてに解答してください。)

［2］ 以下の（1）～（3）には、DNA および RNA 分子種の略称が示されている。例にならって、これらの略称がどのような分子種であるかを 100 字以内で説明せよ。なお、説明の際には、それぞれの分子種の略称の右にある四角で囲んだ語句をすべて用いること。

例：mtDNA　核内、複製

ミトコンドリア DNA（mitochondrial DNA）の略。ミトコンドリアが保持する DNA のことで、細胞の核内 DNA とは独立に複製や転写の制御を受けている。

（1）dsDNA　相補的、水素結合

（2）rRNA　翻訳、サブユニット

（3）ncRNA　転写、翻訳

［3］ 真核生物の RNA ポリメラーゼ II による転写から mRNA の成熟に至る機構の概略を、以下の四角で囲んだ語句をすべて用いて記入せよ。

スプライシング、プロモーター、hnRNA、転写因子、イントロン、5'キャップ構造

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

７．微生物学

（７．微生物学の設問は２ページあります。すべてに解答してください。）

［1］細菌の培養に関する次の問い（1）～（6）に答えよ。

（1）微生物学の実験においては、目的とする微生物のみを増殖させるが、それ以外の微生物が混入・繁殖する現象を何というか。

（2）実験に用いている微生物を実験系の外に出さないようにして、かつ（1）のような現象を起こさないようにするための基本操作が必要である。このような基本操作を何操作と呼ぶか。

（3）（2）の基本操作を行いつつ、以下の寒天培地から液体培地に大腸菌を植菌したい。
実験台には Bunsen バーナーが置いてあるが、これ以外に必要なものを１つ挙げよ。さらに、植菌の手順を簡単に説明せよ。

寒天培地：大腸菌を寒天培地上に画線培養してコロニーが形成されているシャーレ
液体培地：綿栓付きガラスチューブに大腸菌用の液体培地を入れて滅菌したもの

（4）（3）の条件では、空中菌の液体培地への混入を完全には避けられない。空中菌の混入を避けて、かつ大腸菌を実験系外に出さないようにして植菌をするために使う機器は何か、１つ答えよ。

（5）（3）の液体培地で一晩培養してから、大腸菌液の 1mL あたりの細胞数を求めたい。どのような方法で調べることができるか、概要を説明せよ。

（6）大腸菌に感染するファージについても（5）と同様な原理で、1mL あたりのファージ数を計算することができるが、この方法を何法と呼ぶか。また、1mL あたりのファージ数のことを一般に何と呼ぶか。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

7．微生物学

(つづき２ページ目。すべてに解答してください。)

［2］下図は、酒類を製造法により分類したものである。次の問い（1）～（5）に答えよ。

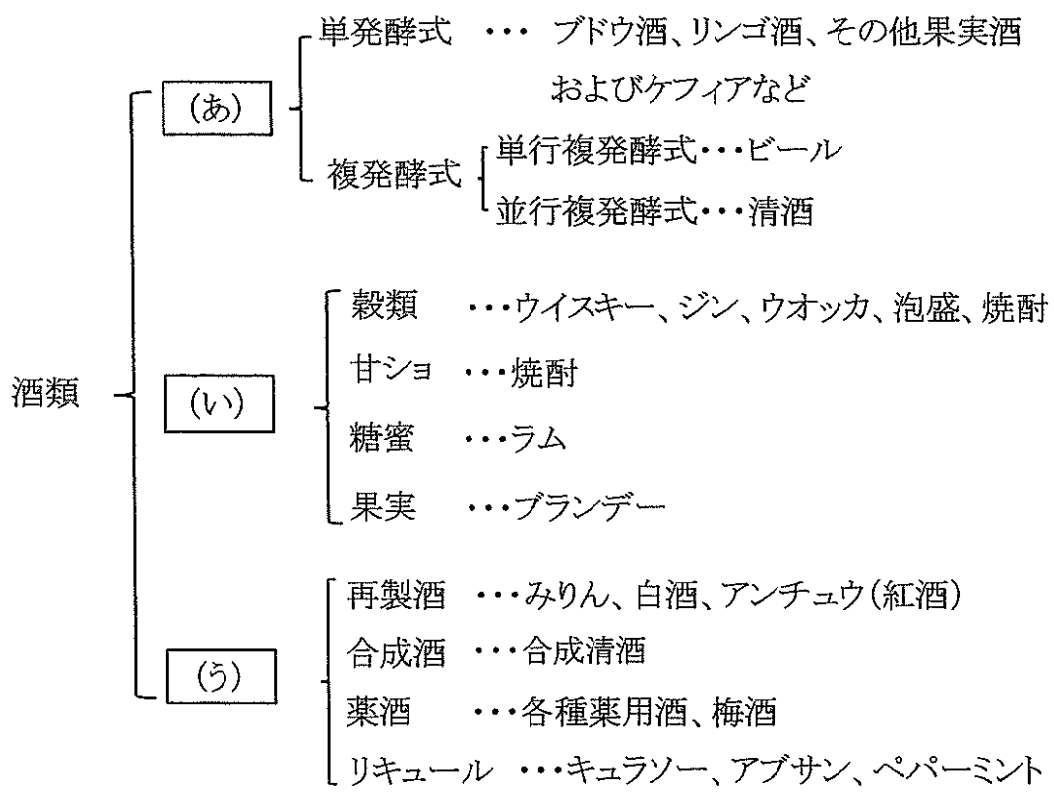
（1）空欄（あ)、(い)、(う）には、製造法にもとづく酒の分類名が入る。もっともふさわしい酒の分類名を記せ。

（2）単行複発酵式について簡潔に説明せよ。

（3）並行複発酵式について簡潔に説明せよ。

（4）伝統的な清酒造りの過程において、重要な役割を担っているカビと酵母それぞれの学名と役割について記せ。ただし、学名は、アルファベット表記、あるいはカタカナ表記で答えよ。

（5）日本の酒税法上、酒類に分類される飲料は何％以上のアルコール分を含んでいるかを答えよ。



図．製造法にもとづく酒類の分類

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

８．人体の構造と機能

（８．人体の構造と機能の設問は２ページあります。すべてに解答してください。）

［１］肺呼吸に関する次の文章を読み、下記の設問に答えよ。

肺はそれ自体で収縮と拡張を起こすことはできない。胸壁と横隔膜からなる胸郭の内部、すなわち［ア］の容量の変化によって受動的に肺の収縮と拡張が起こる。そのような運動を起こす筋肉は呼吸筋と呼ばれ、主に［イ］と横隔膜である。［ア］と［ウ］の境界にある横隔膜は、収縮すると［エ］に移動して［ア］は広がり容積が拡大する。安静時呼吸の約 70%は横隔膜の運動によるとされている。また、安静時の呼息は、通常は受動的なもので、呼吸筋を単に弛緩させるだけで行われる。

一般的な呼吸機能検査には［オ］が用いられる。安静状態で１回の呼吸で肺に入り出される空気の量を［カ］という。［カ］と呼吸数の［キ］が分時換気量である。最大吸気状態から、呼気として吐き出すことのできる最大の呼気量を肺活量という。日本人の成人男性の肺活量の平均値は 4,000～4,500 mL である。最大呼気終末状態において肺内に残存している空気の量を［ク］というが、［オ］ではこれを測定することはできない。最大吸気状態から一気に、できるだけ速く空気を呼出させたときの最大値を努力肺活量といい、はじめの１秒間に呼出できる量の努力肺活量に対する比を［ケ］という。［ケ］70%以上を正常とし、それより低値であれば［コ］の狭窄や閉塞が疑われる。

肺におけるガス交換は、肺胞と毛細血管網との間で、肺胞内の酸素は毛細血管内の血液へ、二酸化炭素は逆の方向へ受動的に拡散することによって行われる。肺換気のうち、ガス交換に寄与しない部分を死腔といい、肺血流のうち、ガス交換に寄与しない部分をシャントという。二酸化炭素の水への溶解度は、酸素の約 20 倍であるので、二酸化炭素は酸素に比べて拡散しやすい。したがって、二酸化炭素の拡散障害が問題になることはほとんどないが、酸素の拡散障害は、肺間質の線維化などさまざまな原因で起こりうる。

（１）［ア］～［コ］に適当な語句を入れよ。

（２）頸髄から出て横隔膜を支配する神経を何というか答えよ。

（３）安静時の呼吸は無意識のうちに規則的に行われる。それは、呼吸中枢が化学受容体からの信号を受け取り、呼吸筋に周期的な刺激を与えているからである。呼吸調節に関与する重要な化学受容体は次のうちどれか、１つ選び答えよ。

① 筋紡錘　② 頸動小脈体　③ マイスナー小体　④ パチニ小体　⑤ メルケル触盤

（４）肺胞ガスの CO_2 の分圧は約 40 mmHg であり、混合静脈血のそれは 46 mmHg である。CO_2 分子はこのわずかの分圧勾配に従って下の反応式のように血漿中から肺胞内に拡散する。次の反応式の（A）と（B）に適当な分子式を記入せよ。

$$HCO_3^- + H^+ \rightleftarrows (A) \rightleftarrows CO_2 + (B)$$

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

８．人体の構造と機能

(つづき２ページ目。すべてに解答してください。)

（５）下線部の文章に関連した以下の問いに答えよ。

右肺動脈の基幹部に血栓ができてその先に血液が流れなくなると、著明な動脈血酸素分圧の低下が起こる。それは死腔もしくはシャントのどちらかが増えたためである。どちらが増えたためか、簡単な理由とともに答えよ。

［２］抗体について、下記の設問に答えよ。

（１）抗体は免疫グロブリンとしても知られており、IgG、IgA、IgM、IgD、IgE の５つのクラスに分類される。(A)血液中に最も多いもの、(B)抗原曝露で最初に分泌されるもの、(C) アレルギーに関与するもの、について、５つのクラスからそれぞれ１つ選び答えよ。

（２）抗体の直接の働きとして当てはまらないものを(a)～(f)からすべて選び記号で答えよ。

(a) 細菌毒素を中和する　(b) 細菌の運動を制限する　(c) 抗原を凝集させる
(d) 炎症を抑える　(e) 補体を活性化する　(f) 食細胞による貪食を促進する

（３）病原体から作られた無毒化（弱毒化）された抗原を体内に投与することで抗体産生を促し、感染症に対する免疫を獲得する方法があるが、この抗原製剤のことを何というか答えよ。

［３］生殖器系について、受精に関する以下の表の(ア)～(コ)に適当な語句を埋めよ。(ただし、すべて異なる語句が入るとは限らない。)

受精前	遺伝子体（配偶子）	遺伝子体が作られる器官	遺伝子体の発生・成長を促進するホルモン（2つ）	
男性	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
女性	(オ)	(カ)	(キ)	(ク)

	遺伝子体	受精が行われる器官
受精後	(ケ)	(コ)

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

9．公衆衛生学

（9．公衆衛生学の設問は2ページです。すべてに解答してください。）

［1］出生と再生産に関する下記の用語について、用語の右横に記したキーワードをすべて用いて、それぞれ30字以内で説明せよ。

	用語	キーワード
（1）	出生率	出生数、人口
（2）	自然増加数	出生数、死亡数
（3）	総再生産率	1人の女性、一生、平均
（4）	合計特殊出生率（粗再生産率）	1人の女性、一生、平均

［2］日本の公的医療保険制度である（1）被用者保険、（2）国民健康保険、（3）後期高齢者医療制度、のそれぞれについて、「対象」と「保険者」の組み合わせを、下の枠内から用語を選択して示せ（例：個人－市町村）。なお、同じ言葉を重複して選択してもよい。

個人、職域、地域、共済組合、医療広域連合、市町村、健康保険組合

［3］院内（医療機関内）処方と比較して、医薬分業に期待される患者のメリットについて、下の枠内の用語の一部あるいは全部を用いて、100字以内で説明せよ。

かかりつけ薬局、複数、薬歴管理、薬効、併用禁忌、説明、対面、服用、医療機関、処方、重複、調剤薬局、個人単位、薬剤師、防止

［4］ヒトを対象とした介入研究のうち、「二重盲検ランダム化（無作為化）比較試験」に関する下記の（1）、（2）を行うメリットについて、それぞれ100字以内で説明せよ。

（1）二重盲検（二重マスク）
（2）ランダム化（無作為化）

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

９．公衆衛生学

(つづき２ページ目。すべてに解答してください。)

［５］国民健康・栄養調査に関する下記の（１）～（３）について、それぞれ答えよ。

（１）国民健康・栄養調査を行う根拠となる法律は何か。
（２）調査の頻度を答えよ。
（３）具体的に何を調査するか、下の枠内から正しいものを３つ選択して示せ。

家計年収、身体状況、生活習慣、感染症の有無、栄養摂取量、こころの健康、学歴

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

１０．プログラム言語

（１０．プログラム言語の設問は４ページあります。すべてに解答してください。）

［１］以下のプログラムは、二つの文字列を比較した結果を表示するプログラムである。このプログラムについて、問い（１）～（５）に答えよ。

```
00: #include <stdio.h>
01: #include <string.h>
02: [   1   ] cmpstr(char s1[], int l1, char s2[], int l2) {
03:   int l, i, shorter;
04:   l = l1; shorter=1;
05:   if (l1 > l2) {
06:     l = l2; shorter = 2;
07:   }
08:   if (l1 == l2) {
09:     shorter = [   2   ] ;
10:   }
11:   for (i = 0; i < l; i++) {
12:     if (s1[i] < s2[i]) {
13:       return 1;
14:     } else if (s1[i] > s2[i]) {
15:       return 2;
16:     }
17:   }
18:   return shorter;
19: }
20: int main() {
21:   char s1[10] = "abcdef";
22:   char s2[10] = "abcdee";
23:   int l1, l2, r;
24:   l1 = strlen(s1);
25:   l2 = strlen(s2);
26:   r = cmpstr(s1, l1, s2, l2);
27:   printf("%d¥n", r);
28:   return 0;
29: }
```

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

１０．プログラム言語

(つづき２ページ目。すべてに解答してください。)

（1）空欄 [1] に入る変数型を示せ。

（2）このプログラムを実行したときの出力を示せ。

（3）このプログラムの 21 行目で定義している文字列 s1 と、22 行目で定義している s2 を同一の文字列にすると、プログラムは出力として 0 を表示する。空欄 [2] に入る式を示せ。

（4）このプログラムの 21 行目で定義している文字列 s1 を "abc" とし、22 行目で定義している s2 を "abcd" とした場合、プログラムを実行したときの出力を示せ。

（5）プログラム中の関数 cmpstr を再帰関数として実現し、その関数を示せ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

１０．プログラム言語

(つづき３ページ目。すべてに解答してください。)

［２］ 以下のプログラムは、二分木構造を作り、その情報を出力するものである。このプログラムについて、問い（１）～（５）に答えよ。

```
00: #include <stdio.h>
01: struct node {
02:   int num;
03:   int link0, link1;
04: } nodelist[16];
05: void disp1(int now) {
06:   if (now != -1) {
07:     printf("%d", nodelist[now].num);
08:     disp1(nodelist[now].link0);
09:     disp1(nodelist[now].link1);
10:   }
11: }
12: void disp2(int now, int s[], int level) {
13:   int i;
14:   if (now != -1) {
15:     s[level] = nodelist[now].num;
16:     disp2(nodelist[now].link0, s, level+1);
17:     disp2(nodelist[now].link1, s, level+1);
18:   } else {
19:     for (i = 0; i < level; i++) {
20:       printf("%d", s[i]);
21:     }
22:     printf("¥n");
23:   }
24: }
```

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

１０．プログラム言語

(つづき４ページ目。すべてに解答してください。)

```
25: int main() {
26:   int i, start = 0, s[10];
27:   int x = 0;
28:   for (i = 0; i < 16; i++) {
29:     nodelist[i].link0 = nodelist[i].link1 = -1;
30:   }
31:   nodelist[0].num = 1;
32:   nodelist[0].link0 = 1;
33:   nodelist[0].link1 = 2;
34:   nodelist[1].num = 2;
35:   nodelist[1].link0 = 3;
36:   nodelist[1].link1 = 4;
37:   nodelist[2].num = 3;
38:   nodelist[2].link0 = 5;
39:   nodelist[2].link1 = 6;
40:   nodelist[3].num = 4;
41:   nodelist[4].num = 5;
42:   nodelist[5].num = 6;
43:   nodelist[6].num = 7;
44:   if (x == 0) {
45:     disp1(start);
46:   } else {
47:     disp2(start, s, 0);
48:   }
49:   return 0;
50: }
```

（1）このプログラムを実行したときの出力を示せ。

（2）このプログラムを実行したとき、main 関数の 43 行目を実行した直後に生成される二分木構造を図示せよ。

（3）27 行目を int x = 1 とした場合に、このプログラムを実行したときの出力を示せ。

（4）二分木構造とは、どのようなデータ構造か説明せよ。

（5）このプログラムの disp2 関数は、根から葉までの経路を表示するが、表示する情報に重複がある。表示情報に重複する情報が含まれない disp2 関数を実現し、その関数を示せ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

１１．バイオアルゴリズム

（１１．バイオアルゴリズムの設問は２ページあります。すべてに解答してください。）

［１］ 遺伝子発現実験により遺伝子 A～E の発現量の時間変化を 10 分ごとに測定したところ以下の表に示す結果を得た。この際、遺伝子iと遺伝子jの発現プロファイルを、$(x_{i1}, x_{i2}, \ldots, x_{iN})$および$(x_{j1}, x_{j2}, \ldots, x_{jN})$とするとき、ユークリッド平方距離$d_{ij}$は、$d_{ij} = \sum_{k=1}^{N}(x_{ik} - x_{jk})^2$により定義される。

	10	20	30	40
A	2	3	4	5
B	6	5	5	3
C	4	5	1	5
D	1	2	3	4
E	5	7	4	2

（分）

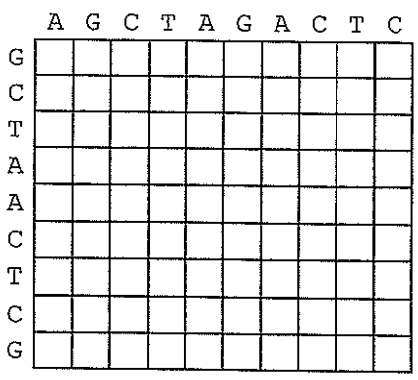
（遺伝子）

遺伝子 A～E の発現データ間のユークリッド平方距離を計算し、下記の表に記入せよ。

	A	B	C	D	E
A	—				
B		—			
C			—		
D				—	
E					—

［２］ ドットマトリックス法は、比較する２つの DNA 配列を行方向と列方向に並べ、対応する要素が一致する部分を黒く塗る方法である。この方法により、配列間で高く保存された部位を視覚的に同定することができる。このとき、有意でない一致部分を取り除くためにフィルタリングが適用される場合がある。フィルタリングは、ドットマトリックス法により得られた結果から、長さ l の右下がりの対角マス上で t 個以上一致する部分を残し、その他を取り除く操作である。このことについて以下の問いに答えよ。

（１） DNA 配列 GCTAACTCG と AGCTAGACTC にドットマトリックス法を適用して得られる結果を、下記の図を完成させる形で示せ。



立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

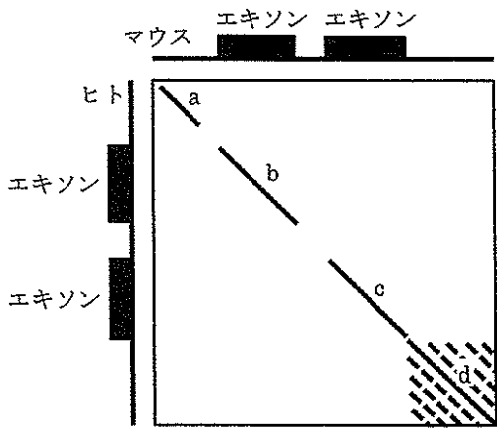
１１．バイオアルゴリズム

(つづき２ページ目。すべてに解答してください。)

（２）　（１）の結果に対して $l = 2$、 $t = 2$ でフィルタリングした結果を、下記の図を完成させる形で示せ。

	A	G	C	T	A	G	A	C	T	C
G										
C										
T										
A										
A										
C										
T										
C										
G										

（３）　ヒトとマウスの相同な遺伝子を含むゲノム領域に、ドットマトリックス法およびフィルタリングを適用したとき、下記の図のような結果が得られた。下記の図では、一致する要素が連続した部位を対角線で表している。このとき保存領域 a、 b、 c、 d が見られ、保存領域 b と c は、ヒトとマウスで保存されたエキソン部位に由来した。2 つのエキソン b と c 間に挟まれた保存性の低い部位の名称を答えよ。



（４）　上記の図の保存領域 d にはどのような配列構造が存在するか、その用語を答えよ。

（５）　上記の図の 2 つのエキソンの上流にある保存領域 a は何であると考えるのが適当か答えよ。

［３］遺伝子発現プロファイルをクラスタ分析する方法のひとつである k-平均法のアルゴリズムを説明せよ。