

立命館大学大学院
2017年度実施 入学試験
博士課程前期課程

生命科学研究所
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～	一部非公開
		2月	P.32～	一部非公開
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	×	

立命館大学大学院
2017年度実施 入学試験
博士課程後期課程

生命科学研究所
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 (2017年9月入学)	×	
	9月	×	
	2月	×	
社会人入学試験	7月 (2017年9月入学)		
	9月		
	2月		
外国人留学生入学試験	7月 (2017年9月入学)		
	9月		
	2月		

2018年度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) 「6. 分子生物学」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 | |

(6) 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3ページあります。すべてに解答してください。)

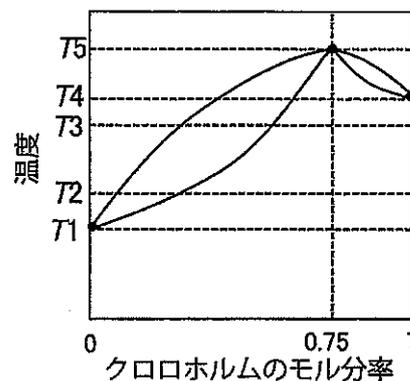
[1] 図はクロロホルムとアセトンの混合系における気相-液相状態図である。横軸はクロロホルムのモル分率、縦軸は温度である。以下の問いに答えよ。

(1) 純アセトンの沸点を示す温度を図中の記号 $T1\sim T5$ で答えよ

(2) クロロホルムのモル分率 0.30 の混合物について蒸留を繰り返した場合の記述のうち正しいものはどれか。以下の①～⑥の中から2つ選べ。

- ①蒸気はクロロホルムに近づく。
- ②蒸気はアセトンに近づく。
- ③蒸気は共沸混合物に近づく。
- ④蒸留フラスコに残る液体はアセトンになる。
- ⑤蒸留フラスコに残る液体はクロロホルムになる。
- ⑥蒸留フラスコに残る液体は共沸混合物になる。

(3) クロロホルムとアセトンを混合すると発熱する。その理由について分子間相互作用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]

1. 物理化学

(つづき2ページ目。すべてに解答してください。)

[2] 量子力学的な調和振動子系を仮定すると、二原子分子の振動エネルギー E_{vib} は、以下のような式で表される。

$$E_{\text{vib}} = \left(v + \frac{1}{2} \right) h\nu, \text{ ただし, } v = 0, 1, 2, 3, \dots$$

ここで、 v は振動量子数であり、プランク定数 h の値は $6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$ である。分子の基本振動数 ν は以下のように、化学結合の力の定数 k と換算質量 μ を用いて表される。

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{\mu}}$$

このとき、二原子分子 H^{35}Cl について、以下の問いに答えよ。ただし、 H^{35}Cl の ν は 2886 cm^{-1} であり、 H と ^{35}Cl の原子質量はそれぞれ 1.01 u と 35.0 u とする。また、数値解はすべて有効数字3桁で答えよ。

(1) $\nu = 2886 \text{ cm}^{-1}$ を Hz 単位に変換せよ。ただし、光速は $3.00 \times 10^5 \text{ km s}^{-1}$ とする。

(2) H^{35}Cl のゼロ点エネルギー(J)を求めよ。

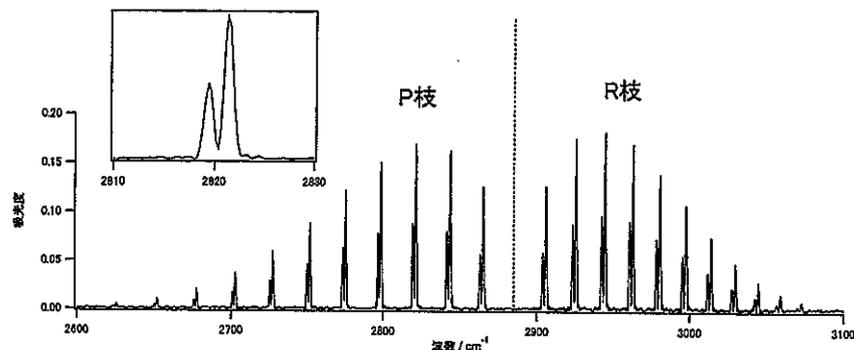
(3) H^{35}Cl の換算質量 μ (kg)を求めよ。ただし、 $1 \text{ u} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$ とする。

(4) H^{35}Cl の結合の力の定数 k (N m^{-1})を求めよ。ただし、 $1 \text{ N} = 1 \text{ kg m s}^{-2}$ である。

(5) 塩化水素ガスの赤外(IR)吸収スペクトルを測定すると、下図のように、振動と回転の同時遷移が観測される。 2886 cm^{-1} (図中の点線)を中心に、低波数側にP枝、高波数側にR枝が現れており、吸収線を拡大すると、内包図のように二重線になっている。このとき、以下の問いに答えよ。

① それぞれの吸収線が二重になっている理由を述べよ。

② 吸収線はそれぞれ、 $v=0$ の状態の回転準位 J から $v=1$ の状態の回転準位 J' への遷移である。ただし、 $J = 0, 1, 2, 3, \dots$ である。このとき、P枝およびR枝の J を J で表すと、それぞれどのような式になるか、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]

1. 物理化学

(つづき 3 ページ目。すべてに解答してください。)

[3] 以下の問いに答えよ。

- (1) 初期温度 300 K、0.30 mol の理想気体を 1.0 L から 7.0 L に膨張させた。(A)過程が等温可逆的な場合、(B)1.0 atm の外圧に対して等温不可逆的な場合、それぞれについて、仕事(w)、熱(q)、内部エネルギー変化(ΔU)、エントロピー変化(ΔS)を求めよ。ただし、気体定数は $8.3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ または $0.082 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とし、有効数字 2 桁で解答せよ。
- (2) 反応 $\text{CO(g)} + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \leftrightarrow \text{CO}_2(\text{g})$ の 298 K における圧平衡定数を求めよ。ただし、この温度での CO(g) と $\text{CO}_2(\text{g})$ の標準生成ギブズエネルギーは、それぞれ -137 kJ mol^{-1} と -395 kJ mol^{-1} とする。気体定数は $8.3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ または $0.082 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とし、有効数字 2 桁で解答せよ。
- (3) Na^+ と Cl^- のあいだのイオン結合のポテンシャルエネルギー V は以下のような式で表される。

$$V = -\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r} + \frac{b}{r^n} \quad (1)$$

ここで、 q は Na^+ または Cl^- の電荷の大きさ (電気素量)、 ϵ_0 は真空の誘電率、 r は 2 原子間の距離であり、 b は定数、 n は通常 8~12 の整数である。このとき、以下の問いに答えよ。

- ① 式(1)の右辺第 1 項と第 2 項は、 Na^+ と Cl^- のあいだのどのような相互作用を表しているか、それぞれ答えよ。
- ② Na^+ と Cl^- が、最も安定な平衡結合距離 r_e にあるとき、 b の表式を導出し、ポテンシャルエネルギー V_0 は以下のような式で表されることを示せ。

$$V_0 = -\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r_e} \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

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] 下の文章を読み、問いに答えよ。

天然の放射性核種である ^{232}Th は、複数回の α 崩壊と β -崩壊を起こした後に、安定な ^{208}Pb となる。 ^{232}Th から順次生成する放射性核種には、 α 崩壊や β -崩壊だけを起こす核種のみが含まれるわけではない。 ^{232}Th を出発とする放射性崩壊により生成する ^{212}Bi がその一つの例である。質量 211.991272 u をもつ ^{212}Bi のおよそ 36% が $6.0 \times 10^8\text{ kJ mol}^{-1}$ のエネルギーをもつ α 線を放出して、質量 207.982005 u の ^{208}Tl に変化する。その後、 ^{208}Tl はエネルギー $4.8 \times 10^8\text{ kJ mol}^{-1}$ の β -線を放出して、質量 207.976636 u の ^{208}Pb に変化する。一方、およそ 64% の ^{212}Bi はエネルギーが [ア] kJ mol^{-1} の β -線を放出して、質量 211.988852 u の ^{212}Po に変化する。その後、 ^{212}Po はエネルギーが [イ] kJ mol^{-1} の α 線を放出して、[ウ] に変化する。このような分岐崩壊は ^{232}Th から生成する核種ばかりではなく、多くの天然および人工放射性核種で存在する。

- (1) 文章中の [ア] と [イ] にあてはまる最も適当な数値を、放射性崩壊を起こす核種の質量と生成する核種の質量から見積もって、答えよ。核崩壊にともなう原子の質量変化 Δm は、Einstein の関係式 $E = \Delta m c^2$ によって、放出されるエネルギー E に関係づけられる。統一原子質量単位 1 u は $1.66054 \times 10^{-27}\text{ kg}$ 、光の速度 c は $2.99792 \times 10^8\text{ m s}^{-1}$ 、アボガドロ定数は $6.02214 \times 10^{23}\text{ mol}^{-1}$ を用いよ。数値は有効数字2桁で、 1.2×10^3 のように記入せよ。また、必要ならば次の質量を用いよ。

^4He : 4.002603 u 、陽子 : 1.007276 u 、中性子 : 1.008665 u

- (2) 文章中の [ウ] にあてはまる最も適当な元素記号を答えよ。質量数も含めて、 ^{232}Th のように答えよ。また、Bi の原子番号は 83 である。

- [2] 単体の金属 M の構造は立方最密充填構造である。金属原子 M の半径を r_M とし、八面体隙間に入り得る球状の不純物の最大半径 r_O と四面体隙間に入り得る球状の不純物の最大半径 r_T を答えよ。答えは $r_O = \square r_M$ あるいは $r_T = \square r_M$ のように記述し、 \square 内は無理数を含んだままでも良い。

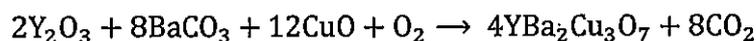
立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

[専門科目]

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。)

[3] 高温下において、化合物 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ は以下の化学反応で合成できる。



$\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ を 1.00 g 合成するために必要な最低限の質量を Y_2O_3 、 BaCO_3 、 CuO のそれぞれについて答えよ。ただし、 O_2 の供給量は十分であり、上記反応の収率は 100% であるとする。また、合成に用いる試薬純度は 100% であるとする。なお、原子量は C : 12.01、O : 16.00、Cu : 63.55、Y : 88.91、Ba : 137.33 を用いよ。

[4] 下の文章を読み、問いに答えよ。

17 族元素（ハロゲン元素）は最外殻に [あ] 個の電子をもつ。[い] 個の電子を受け取って、電気陰性度の小さな元素と [う] 結合を形成する。また、[え] 個の電子を他の元素と共有することにより [お] 結合を形成する。17 族元素の単体は [か] 結合によって結ばれた二原子分子として存在する。

[き] は最も電気陰性度の大きな元素であり、物質中での酸化数は -I、0、I である。

フッ素、塩素、臭素、ヨウ素は水素と反応して水素化物を生じる。大気圧下 15 °C で、塩化水素、臭化水素、ヨウ化水素はすべて気体であるのに対し、フッ化水素は沸点が 19.5 °C で、液体である。

塩素は、4 種類のオキシ酸を形成する。最も酸化数の低い [く] は強い酸化力を持ち、

[く] ナトリウムは殺菌剤、漂白剤など生活に密着した用途がある。最も酸化数の高い

[け] は不安定で爆発しやすく、塩素のオキシ酸の中で最も強い酸であり、有機物とは爆発的に反応する。

(1) 文章中の [あ] から [け] にあてはまる最も適当な数字や語句を下記から選んで記入せよ。同じ選択肢を何回選んでも良い。

選択肢 : 1、2、3、4、5、6、7、8、共有、イオン、金属、水素、ファンデルワールス、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素、次亜塩素酸、亜塩素酸、塩素酸、過塩素酸
--

(2) 下線部についてフッ化水素が液体として存在する理由を分子間力に着目して説明せよ。

立命館大学大学院生命科学研究所（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] 次の文章を読み、(ア)から(コ)にあてはまる式または数値を答えよ。

総濃度が C のフタル酸水素カリウム (KHP) 水溶液の水素イオン濃度について考える。フタル酸 (H_2P) からフタル酸水素イオン (HP^-) を生成する酸解離定数 (K_{a1}) は(1)式で、また、フタル酸水素イオン (HP^-) からフタル酸イオン (P^{2-}) を生成する酸解離定数 (K_{a2}) は(2)式で表される。

$$K_{a1} = (\text{ア}) \quad (1)$$

$$K_{a2} = (\text{イ}) \quad (2)$$

KHPが溶解したとき、カリウムイオン (K^+) は完全に電離しており、物質収支の関係から C は(3)式および(4)式で表される。

$$C = [K^+] \quad (3)$$

$$C = [H_2P] + (\text{ウ}) \quad (4)$$

この水溶液が酸性であることから、水の自己解離で生じる水酸化物イオンを無視すると、電荷収支の関係は(5)式となる。

$$[H^+] + (\text{エ}) = (\text{オ}) + 2(\text{カ}) \quad (5)$$

(4)式へ(1)式と(2)式を代入することで、 $[P^{2-}]$ は(6)式で表される。

$$[P^{2-}] = \frac{(\text{キ})}{[H^+]^2 + K_{a1}[H^+] + K_{a1}K_{a2}} C \quad (6)$$

(6)式と(2)式から、 $[HP^-]$ は(7)式で表される。

$$[HP^-] = \frac{K_{a1}[H^+]}{[H^+]^2 + K_{a1}[H^+] + K_{a1}K_{a2}} C \quad (7)$$

(3)式、(6)式、(7)式を(5)式に代入すると(8)式が得られる。

$$(\text{ク}) + C = \frac{K_{a1}[H^+] + (\text{ケ})}{[H^+]^2 + K_{a1}[H^+] + K_{a1}K_{a2}} C \quad (8)$$

KHPの濃度が十分に高く、 $C \gg [H^+]$ であるとき、(8)式は(9)式へ近似でき、その水溶液のpHは C に依存しないことがわかる。

$$[H^+] = (\text{コ}) \quad (9)$$

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] 濃度未知の Cu^{2+} 溶液 10.00 cm^3 を $0.0680 \text{ mol dm}^{-3}$ の EDTA 溶液で滴定したところ、下図のような滴定曲線が得られた。ここで、 $[\text{Cu}^{2+}]$ は EDTA と錯体を形成していない遊離の Cu^{2+} の濃度である。このキレート滴定に関連する (1) ~ (4) の問いに答えよ。

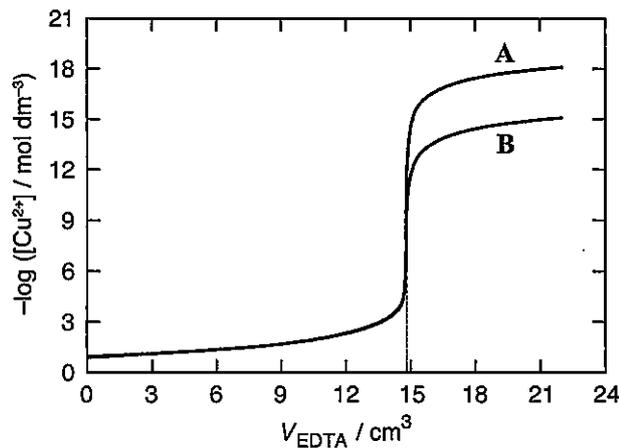


図 Cu^{2+} 溶液の EDTA 溶液による滴定曲線

- (1) 当量点までの滴下量が 14.72 cm^3 であったとすると、滴定前の Cu^{2+} 溶液の濃度はいくらか。有効数字 3 桁で答えよ。
- (2) 図中には溶液の pH を 7 あるいは 10 に調整して行った滴定についての 2 本の曲線が示されている。pH が 7 のときの結果は A と B のどちらであるかを答えよ。
- (3) 代表的な指示薬であるエリオクロムブラック T (EBT) を用いたキレート滴定について述べた以下の文の中から、正しいものを全て選び、その番号を答えよ。指示薬である EBT は滴定開始時から被滴定液に加えられているものとする。
 - ① 当量点直前まで EBT は Cu^{2+} と錯体を形成している。
 - ② Cu^{2+} -EBT 錯体から EBT が遊離することで当量点での変色が見られる。
 - ③ キレート滴定では目的の金属イオンと指示薬との錯生成定数が EDTA との錯生成定数よりも大きくなければならない。
 - ④ Cu^{2+} イオンに配位している水分子は滴定中に置換されない。
 - ⑤ EBT を指示薬に用いれば、被滴定液の pH はどのような値であってもよい。
- (4) EDTA と金属イオンとの錯生成定数 (K) は、 25°C において、 Ca^{2+} で $10^{10.7} \text{ mol}^{-1} \text{ dm}^3$ 、 Sr^{2+} で $10^{8.5} \text{ mol}^{-1} \text{ dm}^3$ 、 Ba^{2+} で $10^{7.6} \text{ mol}^{-1} \text{ dm}^3$ である。このように安定性が異なる理由を簡潔に説明せよ。

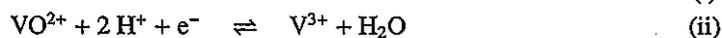
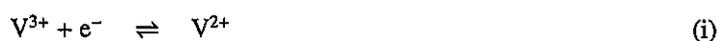
立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

[専門科目]

3. 分析化学

(つづき 3 ページ目。すべてに解答してください。)

- [3] 溶液に含まれる全溶質の活量係数を 1.0 として、以下の半電池反応に関連する (1) ~ (4) の問いに答えよ。なお、気体定数は R 、熱力学的温度は T 、ファラデー定数は F とする。



- (1) (i) 式について、電極電位を E_1 、標準電極電位を E_1° として、ネルンスト式を示せ。ただし、溶質 X の濃度は $[X]$ と表すこと。
- (2) (ii) 式について、電極電位を E_2 、標準電極電位を E_2° として、ネルンスト式を示せ。ただし、溶質 X の濃度は $[X]$ と表すこと。
- (3) (i) 式および (ii) 式の標準電極電位は、SHE に対してそれぞれ $E_1^{\circ} = -0.26 \text{ V}$ および $E_2^{\circ} = 0.36 \text{ V}$ である。これらの値から、標準状態で進行することが予想される酸化還元反応の反応式を答えよ。
- (4) 問い (3) に示した標準電極電位の値を用い、問い (3) で答えた酸化還元反応の平衡定数の値を 10^x の形で答えよ。なお、 $(RT/F)\ln A = 0.0592 \log A$ とする。

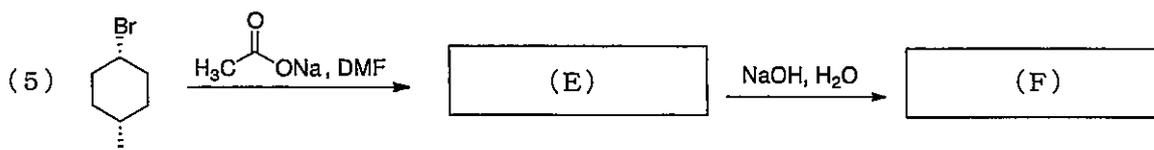
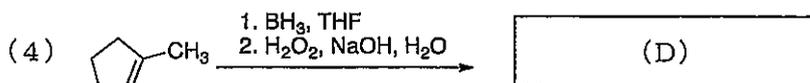
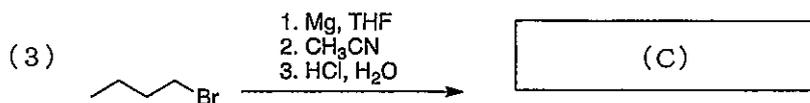
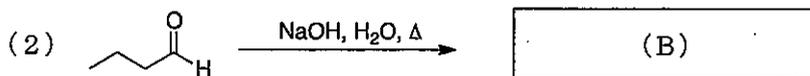
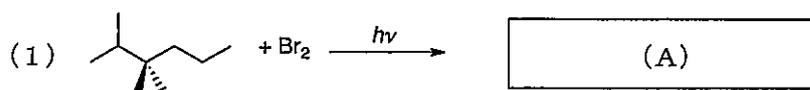
立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

[専門科目]

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] 次の反応で得られる主生成物の構造 (A) ~ (F) を書け。ただし、対掌体も含めて主生成物が2つ以上ある場合は、それらをすべて併記せよ。反応が進行せず、生成物が得られない場合はバツ (×) を記せ。立体構造を区別する必要がある場合は、違いを明確にして構造を示せ。



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]

4. 有機化学

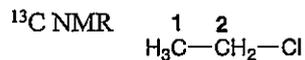
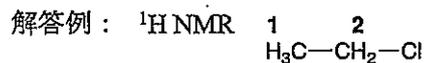
(つづき 2 ページ目。すべてに解答してください。)

[2] 構造未知の化合物 X を得た。元素分析から化合物 X の実験式は C_4H_4O であり、またマスペクトル法より分子量は 136 であることが分かった。化合物 X の 1H NMR および ^{13}C NMR 測定を行った結果を表 1 に示す。

表 1 化合物 X の NMR 測定結果

シグナル番号	1H NMR δ (ppm)	^{13}C NMR δ (ppm)
1	9.86 (s, 1H)	190.70
2	7.82 (d, 2H)	164.63
3	6.98 (d, 2H)	131.93
4	3.86 (s, 3H)	129.97
5		114.33
6		55.53

- (1) 化合物 X の分子構造を書き、IUPAC 命名法に従って命名せよ。
- (2) 1H NMR および ^{13}C NMR の各シグナルはどの水素原子あるいは炭素原子に帰属するか、あらためて分子構造を書き、解答例を参考にして構造中にシグナル番号を示せ。



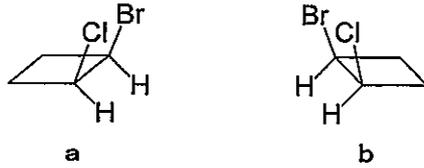
[専門科目]

4. 有機化学

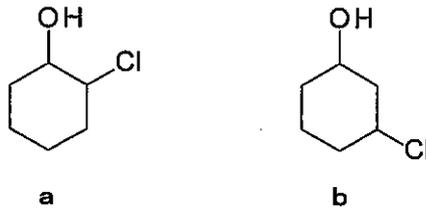
(つづき 3 ページ目。すべてに解答してください。)

[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。

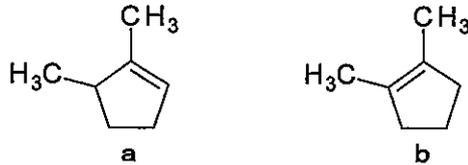
(1) (1*S*,2*R*) 体であるシクロブタン誘導体



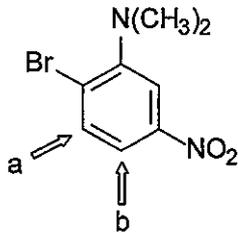
(2) 酸性度がより高いアルコール



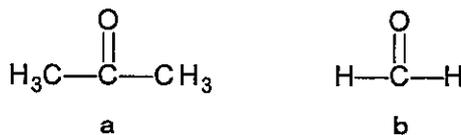
(3) 水素化熱がより大きいシクロペンテン誘導体



(4) モノニトロ化反応をより受けやすい炭素部位



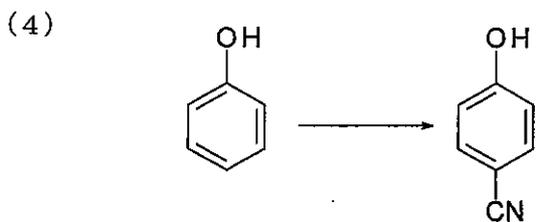
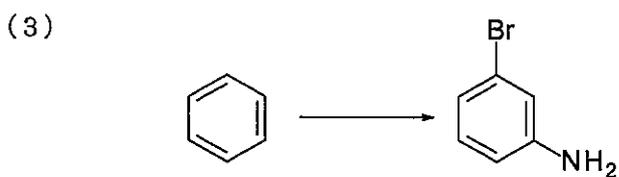
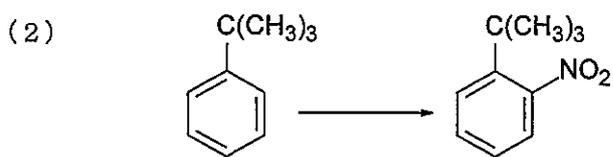
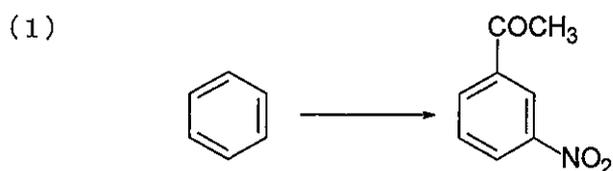
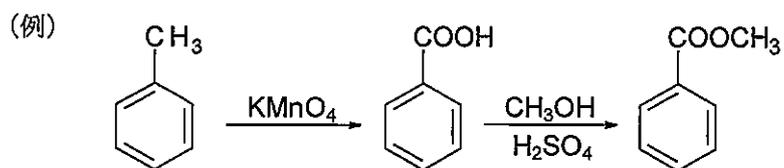
(5) 水和反応をより受けやすいカルボニル化合物



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（または一段階）合成（1）～（4）について、目的物を効率的に合成する条件および中間生成物を、例にならって示せ。



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]

5. 生化学

(5. 生化学の設問は4ページあります。すべてに解答してください。)

[1.] アミノ酸およびアミノ酸代謝に関する次の文を読み、以下の問いに答えよ。

アミノ酸は、アミノ基とカルボキシル基を有する (a)両性電解質であり、タンパク質の基本構成因子として 20 種の標準アミノ酸が存在している。標準アミノ酸は、側鎖の性質によって大きく 3 つに分類することができ、それらは非極性側鎖を有するアミノ酸、(b)極性無電荷側鎖を有するアミノ酸、電荷をもつ極性側鎖を有するアミノ酸となる。タンパク質中のアミノ酸は、(c)リン酸化やヒドロキシル化、アセチル化、メチル化などの多様な化学的修飾を受けることが知られている。

生体内において、アミノ酸は糖代謝経路 (d)解糖系、(あ)、ペントースリン酸回路) の中間産物から合成される。ある種の生物は、これらの代謝産物によって全てのアミノ酸を生体内で合成することができるが、動物などでは幾つかのアミノ酸を合成することができず、食物から摂取することが必要となる。そのようなアミノ酸は (e)必須アミノ酸と呼ばれ、ヒト成人においては一般的に (い) 種知られている。また、アミノ酸は、新規合成や食物からの摂取以外にも、タンパク質の分解によっても供給されている。その過程はヒトにおいては 2 種存在し、一つは細胞内小器官である (う) が関与する経路、そしてもう一つが (d)ユビキチン-プロテアソーム経路となっている。一方、アミノ酸の分解に関しては、最終的にグルコースに再利用されうるアミノ酸を (え) アミノ酸、脂肪酸やケトン体に転換されうるアミノ酸を (お) アミノ酸と呼んで区別する。両者に分類されるアミノ酸も存在する。

アミノ酸は、生体中ではタンパク質の構成要素として働くだけでなく、様々な役割を果たしている。例えば、オルニチンやシトルリンは (か) の中間代謝物になっている。また、(e)アミノ酸を原料として生合成される誘導体には、特殊な生理活性を有するものが存在する。

(1) (あ) ~ (か) に当てはまる適切な語句または数字を答えよ。

(2) 下線部(a) に関して、以下の①、②の問いに答えよ。

①水溶液中でアミノ酸が全体として電荷を持たなくなる pH のことを何と呼ぶか。

②アミノ酸の一つであるアラニンの①における pH を答えよ。ただし、アラニンのカルボキシル基 (-COOH) の酸解離定数を 2.3、アミノ基 (-NH₃⁺) の酸解離定数を 9.7 とする。

(3) 下線部(b) に関して、「極性無電荷側鎖を有するアミノ酸」に属し芳香環を有するアミノ酸の名称と構造式をそれぞれ記せ。

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。)

(4) 下線部(c) に関して、以下の①、②の問いに答えよ。

①生体中には様々な「リン酸化」触媒酵素が存在する。これらの酵素の中から、具体的な名称を 1 つあげ、その生理的機能を簡潔に説明せよ。

②構造タンパク質コラーゲンには、2 種のアミノ酸の「ヒドロキシル化」が見られる。これらのアミノ酸の名称を 1 つ答えよ。また、このときの「ヒドロキシル化」に必要とされる有機化合物の名称も併せて答えよ。

(5) 下線部(d) に関して、アラニンは「解糖系」のある代謝産物から合成される。その代謝産物の名称を記せ。

(6) 下線部(e) に関して、ヒト成人における「必須アミノ酸」の名称を 2 つ答えよ。

(7) 下線部(f) に関して、「ユビキチン-プロテアソーム経路」は、ユビキチンが関与する過程とプロテアソームが担うタンパク質分解過程に分けることができる。以下の①、②の問いに答えよ。

①ユビキチンが関与する過程とはどのようなものか、ユビキチンの生理的な役割やこの過程に関わる酵素を含めて簡潔に説明せよ。

②プロテアソームのタンパク質分解活性は円筒形の 20S サブユニットの内部に存在するため、基質タンパク質は解きほぐされて内部へと送り込まれる。このときの基質タンパク質の解きほぐしに何が必要であるのかを述べよ。

(8) 下線部(g) に関して、特殊な生理活性を有する「アミノ酸を原料とする誘導体」の例を 1 つあげ、原料となるアミノ酸およびその生理的機能を含めて簡潔に説明せよ。

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 3 ページ目。すべてに解答してください。)

[2] 植物の光合成に関する次の文を読み、以下の問いに答えよ

大気中の CO_2 濃度増加による地球温暖化が指摘されており、地球規模の炭素循環を理解することは重要である。地球の大気中には 760 Gt の CO_2 が存在し、そのうち 60 Gt が炭素化合物として CO_2 固定される。この過程には光合成が関わる。光合成は光エネルギーを使って CO_2 を還元し、糖を生産する過程である。この過程は、(あ) と (い) に分けられる。

(あ) は、細胞内小器官の葉緑体の内膜である (う) 膜で起こる。(う) 膜上にある (え) のアンテナ複合体 (多数のクロロフィル分子と 20 種類以上の膜タンパク質から構成されている) に ω 光が届き、クロロフィルを活性化して、(う) 膜上の電子伝達系内で電子を放出する。この電子は ω H_2O から取り出された電子で置き換えられ、 H^+ が放出される。電子はシトクロム *b₆f* 複合体、ついで (お) を通って、 H^+ と共に移動して、(か) にある NADP^+ を NADPH へ還元する。また (か) で、これによってできた ω H^+ 濃度勾配により ATP が合成される。

(い) は、(あ) で生成した NADPH と ATP のエネルギーを使って (き) 回路で有機分子が生産される。(き) 回路の反応は葉緑体の (か) で行われる。まず、(く) という酵素が 3 分子の CO_2 と 3 分子のリブローズ 1,5-ビスリン酸から 6 分子の 3-ホスホグリセリン酸を合成する。この酵素は反応が極めて遅く、そのため葉緑体に大量に存在し、地球上に最も多く存在するタンパク質であると言われている。さらに 2 つの酵素が ATP と NADPH のエネルギーを使って 3-ホスホグリセリン酸からグリセルアルデヒド 3-リン酸を合成する。この化合物の一部は、解糖系に入って ATP 生成に用いられる。一部は、何段階かの反応を経て ADP -グルコースに変えられ、それを糖供与体としてデンプンが生成される。一部は何段階かの反応を経て UDP -グルコースに変えられ、それを糖供与体としてセルロースが生成される。このような過程を経て、 ω CO_2 固定される。

(1) 空欄 (あ) から (く) にあてはまる適当な語句を次の選択肢 a~p の中から選べ。

- | | | |
|------------|----------------|----------------------|
| a. 暗反応 | b. カルビン | c. 共役反応 |
| d. クエン酸 | e. グラナ | f. 光化学系 I |
| g. 光化学系 II | h. ストロマ | i. チラコイド |
| j. 電子伝達 | k. ホスホリブプロキナーゼ | l. 明反応 |
| m. 光反応 | n. ラメラ | o. リブローズ-5-リン酸イソメラーゼ |
| p. ルビスコ | | |

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]

5. 生化学

(つづき 4 ページ目。すべてに解答してください。)

- (2) 下線部(a)に関して、植物工場では、光源として LED (発光ダイオード) を用いて植物の成長を促進している。どのような LED を用いることで植物の成長を促進し、植物育成を高効率化しているのか、述べよ。
- (3) 下線部(b)に関して、光合成能をもつ葉緑体懸濁液に H_2^{18}O を加え、光合成反応を行うと、同位体ラベルはどの分子に現れるか? 化合物を分子式で述べよ。
- (4) 下線部(c)に関して、葉緑体の (あ) における ATP 合成とミトコンドリアの酸化的リン酸化における ATP 合成の相違点を述べよ。
- (5) 下線部(d)に関して、光合成による CO_2 固定の過程があるにもかかわらず、化石燃料の消費等により大気中の CO_2 濃度は年々上昇している (下図)。この図をよく見ると、 CO_2 濃度は上昇しつつ、3月あるいは4月で極大、8月で極小となる1年周期の変動がある。1年周期の変動がある理由を述べよ。

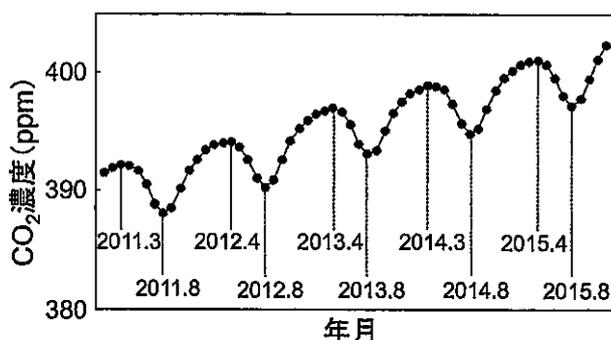


図. 大気中の CO_2 濃度の全地球平均変化
(出典: 気象庁WMO温室効果ガス世界資料センター)

- (6) 葉緑体および光合成に関する次の①～⑤の文章について、正しいものには○、誤っているものには×を記せ。
- ① 光合成によって生成する O_2 は光合成に使われる CO_2 に由来する。
 - ② 光合成において光を集めるアンテナクロロフィルの役割はミトコンドリアの電子伝達系におけるヘムの役割に等しい。
 - ③ 樹木の乾燥重量の大部分は CO_2 由来の炭素化合物であり、光合成によって固定されたものである。
 - ④ 葉緑体は独自の DNA を持っている。
 - ⑤ 葉緑体内のほとんどすべてのタンパク質は葉緑体内で合成される。

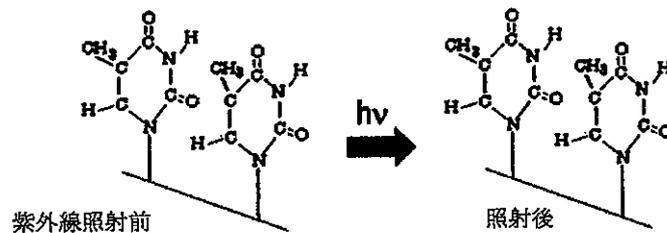
6. 分子生物学

(6. 分子生物学の設問は2ページあります。すべてに解答してください。)

※この問題を選択した場合は、指定の解答用紙を使用してください。

[1] DNA複製の誤りや紫外線照射により、DNAの塩基配列が変化することがあるが、大腸菌でも哺乳類でも、変化したDNA配列は修復されることが多い。DNAの変異に関する次の問いに答えよ。

- (1) 点変異の中にはナンセンス変異、ミスセンス変異、サイレント変異などがあるが、これらはどのような変異であるか、それぞれ簡単に説明せよ。
- (2) 紫外線照射によりチミンダイマー（シクロブタン型）が形成される。このときのチミンの構造変化を示したい。下記の図中の紫外線照射前と照射後の構造式について、必要な共有結合を書き加えて、構造変化を完成させよ。



- (3) 紫外線で形成された上記のような変異は、エンドヌクレアーゼやDNAポリメラーゼにより修復される。次の用語を全て用いて、その修復メカニズムを説明せよ。
DNAポリメラーゼ、DNAリガーゼ、エンドヌクレアーゼ、DNAヘリカーゼ
- (4) ピリミジンダイマーは、光エネルギーによって修復されることもある。この修復反応は波長が350-500 nmの光を吸収する酵素によって触媒される。酵素の名称を答えよ。
- (5) DNAに高頻度で起こる点変異として脱プリン化や脱アミノ化、アルキル化などがある。これらの結果、損傷して不対合となった塩基は、グリコシラーゼやポリメラーゼなどの作用により修復される。この修復メカニズムについて、次の用語を全て用いて説明せよ。
DNAグリコシラーゼ、APエンドヌクレアーゼ、DNAポリメラーゼ、DNAリガーゼ
- (6) 大腸菌のDNAが紫外線や薬剤により大きな損傷を受けると、細胞分裂やDNAの複製を一時的に停止し、SOS遺伝子群の発現を誘導（SOS応答）することで、DNA損傷を修復する。この応答では、RecAとLexAが重要な働きを担っているが、これら2つのタンパク質の機能について説明せよ。

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]

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。)

[2] 次の文章を読んで、問いに答えよ。

(a)1953年にDNAの二重らせん構造が発表され、その構造は遺伝現象の中心を担う物質に見込まれる複製機構を予測できる優れたものであった。その後の約10年間で分子生物学は大きく発展し、DNA複製機構や(b)DNAに書き込まれた情報がタンパク質になるまでのしくみが明らかとなった。(c)2003年にヒトゲノムの塩基配列がほぼ決定され、現在はポストゲノムの時代と呼ばれている。(d)1つの生物のゲノムが解読されると、その配列から遺伝子をコードしている部分が推測でき、ヒトでは約2万個の遺伝子が働いていると見積もられている。この中には(e)機能を推測できる遺伝子と、推測できない機能未知の遺伝子がある。機能未知の遺伝子の機能解明が大きな課題である。

(1) 下線部(a)について、DNAの二重らせん構造の決定に貢献した科学者2名を答えよ。

(2)

この問題は、問題作成の都合上公開できません

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]

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] 次の文章を読み、問い(1)～(5)に答えよ。

一定量の培地中で大腸菌を培養すると、菌数は次第に変化し、その増殖は(あ)つの時期に分けられる。接種された大腸菌が新しい培養条件に適応し、増殖を開始するまでの時期を(い)期という。この後、菌数が(う)関数的に増加する(え)期となる。さらに増殖すると培地中の栄養分が枯渇して、代謝産物が蓄積すると増殖できなくなるので、これを(お)期という。

微生物の培養方法としては、(か)培地を用いた静置培養、(き)培地をフラスコに入れた振とう培養、(く)などの機器を用いた通気攪拌培養などがある。

(1) 上記の文章中の(あ)～(く)にあてはまる語句または数字を答えよ。

(2) 大腸菌を培養した場合、(え)期のある時刻(t)における菌数(N)の増殖速度(dN/dt)はどのように表されるか数式で示せ。なお、増殖速度定数(単位時間あたりの増殖速度)として μ を用いよ。

(3) N_0 を増殖中の特定の時刻での菌数(初期値)として(2)の微分方程式を解いたのち、自然対数(\ln)をとったとき、 $\ln N$ と $\ln N_0$ の関係を式として示せ。

(4) 大腸菌の倍加時間を t_d としたとき、(3)の式を利用して t_d を数式で示せ。なお、 $\ln 2 = 0.693$ とすること。

(5) 大腸菌を溶菌させるファージの倍加時間は、宿主である大腸菌の倍加時間と長さが大きく異なる。一般に、ファージの倍加時間は大腸菌の倍加時間より長いか短いかなどを答えよ。またその理由を説明せよ。

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] 次の文章を読み、問い(1)～(5)に答えよ。

細菌を簡単に分類する方法として、球菌、桿菌、らせん状菌というように、形態で分類する方法がある。その他、生育に空気を必要とするか否かで区別することもできる。具体的には、酸素を必要とする好気性菌、酸素を必要としない(あ)、その中間である(い)に分類できる。

1884年、オランダ人科学者 H. C. グラムによって開発されたグラム染色法による分類法もある。この方法では、まずスライドガラス上に分類したい細菌をのせ、クリスタルバイオレットを加え、細胞内に取り込ませる。次に、ヨードおよびヨードカリ溶液で処理する。その後、エタノールを用いて脱色する。洗浄後、サフラニンで後染色をする。このとき脱色される細菌が(α) グラム陰性菌であり、脱色されないものがグラム陽性菌である。

微生物は、細菌の他に、(う)や(え)などがあり、進化の経路から五界説等が提唱されている。原核生物は(お)に属し、真核生物は原生物界に属する。環境中から分離した微生物を同定する場合、(β) 16S rDNA や 18S rDNA を解析することで行われる。

- (1) 上記の文章中の(あ)～(お)にあてはまる語句を答えよ。
- (2) 下線部(a)において、それぞれの例を2菌株ずつ挙げよ。
- (3) 下線部(b)の16S rDNA や 18S rDNA 解析の原理と使い分けを説明せよ。
- (4) 微生物の分化について知るところを記せ。
- (5) 有用微生物と病原性微生物について、それぞれ1菌株を示し、それらの特徴を説明せよ。

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]

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] 心臓のポンプ機能について、下記の設問に答えよ。

(1) 心拍出量 (l/min) は分時拍出量とも呼ばれ、心室が1分間に拍出する血液量を指す。また、心室が1回の収縮により拍出する血液量を1回拍出量 stroke volume (ml) と呼ぶ。心拍出量と1回拍出量の関係を示す等式を示せ。数学記号と日本語(用語)を交えた式でよい。ただし括弧内に記入した単位 [(l/min) や (ml) など] を添えよ。

(2) 心エコー法は、非侵襲、無被爆で心臓の動きを観察できる簡便な検査法である。超音波ビームを左心室の長軸と短軸方向に投射し、短軸径 D と長軸径 L を求める。左心室を回転楕円形とみなせば、左心室容積 (V) は次式で求められる。

$$V = (\pi/6) \times L \times D^2$$

V を拡張終期と収縮終期の2時点で求めれば、

$$1 \text{ 回拍出量} = \text{拡張終期容積} - \text{収縮終期容積}$$

が決まる。下表の数値が得られたときの1回拍出量 (ml) はいくらか。

	拡張終期	収縮終期
L (cm)	8.0	6.0
D (cm)	5.0	3.0

(3) 上記(2)において心拍数が75 (min⁻¹) であれば、心拍出量 (l/min) はいくらか。

[2] 呼吸機能について、下記の設問に答えよ。

(1) 口でくわえた管を通る空気の流れを計測する器具をスパイロメーター、その記録をスパイログラムと呼ぶ。通常安静な呼吸中のスパイログラムは、500 ml 程度の1回換気量分を上下するサインカーブの様なパターンを示す。通常呼吸で息を吐き切ったところ(カーブの下端)から、精一杯吸えるところまで一気に息を吸うと3,600 ml 吸い込まれた(最大吸気量)。この場合、通常呼吸で使われていない吸気の前備力を示す予備吸気量はいくらか。

(2) 上記(1)の最大吸気に引き続いて、一気に最後まで息を吐き切ったところ、合計4,800 ml の呼気が吐き出された。この容量を何と呼ぶか。

(3) 上記(2)の最後には、通常呼吸では使われていないスペースの呼気が吐き出された訳であるが、その分の容量である予備呼気量はいくらか。

(4) 上記(2)のように、最大努力によって息を吐き切っても、肺内にスペースが残っている。その分の容量である残気量が1,200 ml であると推定された。この場合、全肺気量はいくらと推定されるか。

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]

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] 免疫について、下記の文章を読み、**ア**～**シ**内に入る適切な語句を答えよ。

免疫には、生まれながらにして備えている防御機構を担う**ア**免疫と、特定の病原体に対して特異的に働く**イ**免疫がある。**イ**免疫にはリンパ球である**ウ**細胞と**エ**細胞が関与している。**ウ**細胞は成熟すると**オ**細胞と**カ**細胞の2つのタイプの細胞になる。**オ**細胞は進入した抗原を直接的に攻撃する細胞性免疫を、**エ**細胞は分化して**キ**細胞になり**ク**を分泌し抗原に結合することで不活性化させる液性免疫を担う。**カ**細胞は**オ**細胞や**エ**細胞が活性化するのを助ける。

抗原提示とインターロイキン-2 などによる共刺激を受けることにより各細胞は活性化され増殖と分化を行い、特定の抗原に反応する同一細胞集団が形成される。この過程を**ケ**といい、これにより2つのタイプの細胞となる。そのうち、**コ**細胞は抗原に対して免疫反応を起こし、**サ**細胞は初期反応には関与せず同一の抗原が将来再び体内に侵襲してくる時に備える。あるウイルスに感染すると、免疫系の細胞が進行性に破壊され、あらゆる種類の感染症を引き起こし、最終的には死にいたる疾患として**シ**が知られている。

[4] 消化器系について、下記の設問に答えよ。

(1) 肝臓の構造について、以下の文章の**ス**～**チ**内に入る適切な語句を答えよ。

肝臓は**ス**という六角柱の形をした構造単位が集まってできている。**ス**の中軸部には**セ**が走っており、それを中心に**ソ**細胞が放射状に配列している。**ソ**細胞の隙間に存在する**タ**は**セ**に集合して血液を運ぶ。また、**タ**内には**チ**細胞とよばれる食食細胞が存在している。

(2) 膵液に含まれていない酵素はどれか、以下からすべて選び記号で答えよ。

- a. デオキシリボヌクレアーゼ、b. トリプシン、c. マルターゼ、d. キモトリプシン
- e. リパーゼ、f. アミラーゼ、g. リボヌクレアーゼ、h. ペプシン
- i. カルボキシペプチダーゼ-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]

9. 公衆衛生学

(9. 公衆衛生学の設問は3ページあります。すべてに解答してください。)

[1] 健康や障害に関する次の①～⑤の文章のうち、正しいものを3つ選び、番号を記せ。

- ① 1946年のWHO憲章にある「健康の定義」では、「健康は身体的にも精神的にも社会的にも霊的にも完全に良好な状態をいい、単に病気がないとか病弱でないということではない。」と書かれている。
- ② 1946年のWHO憲章にある「健康の定義」では、「…完全に良好な状態…」と書くことで、障害者にも受け入れられるような配慮が行われている。
- ③ 「国際障害分類(ICIDH)」は1980年にWHOが提唱したが、2001年に国際生活機能分類(ICF)として改訂された。その意義の一つは、生活機能の肯定的側面を盛り込んだことにある。
- ④ 「ノーマライゼーション」とは、1959年のデンマークの社会福祉法で初めて登場した言葉で、障害者や高齢者を特別な人として扱うのではなく、社会をバリアフリー化することである。
- ⑤ 「リハビリテーション」とは、疾病や外傷によって失われた機能の回復を図るとともに、残された機能を有効に利用して人間らしく生きる権利を取り戻すことを目的としている。

[2] 保健医療福祉の倫理に関する次の①～⑤の文章のうち、正しいものを3つ選び、番号を記せ。

- ① 「倫理」とは、ある時代と社会に生きる人間として、してよいこと、してはならないこと、のけじめについての考えと実践である。一方、「道徳」とは、実践倫理の規範となる原理をいう。
- ② 医師の行動倫理に関する最古の指針としては、ギリシャの医師・哲学者の名前を冠した「ヒポクラテスの誓い(BC400年)」が良く知られている。
- ③ 看護の倫理に関する指針としては、19世紀のアメリカの看護師の名前を冠した「ナイチンゲール誓詞(1892年)」が良く知られている。
- ④ 2002年にアメリカおよび欧州の内科学会などが共同で作成した「新ミレニアム宣言」では、従来重視されてきた「患者の福利優先の原則」、「患者の自律性に関する原則」に、新たに「社会正義の原則」が加わった。
- ⑤ ヒトを対象とする医学研究において、被験者は研究開始前に行った同意を研究の途中でいつでも撤回できる。

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]

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。)

[3] 健康指標に関する次の①～⑤の文章のうち、正しいものを3つ選び、番号を記せ。

- ① 罹患率とは、人口 10 万人に対する 1 年間の新発生の（届出）患者数である。
- ② 有病率とは、ある病気が、ある集団のある 1 日にどれほどあるかを人口千対で示したものである。
- ③ 受療率とは、ある 1 ヶ月に、抽出された医療機関で治療を受けた外来および入院患者数を人口 10 万対で表したものである。
- ④ 年齢調整死亡率とは、集団の年齢構成を等しくして（基準人口にあてはめて）死亡率を計算したものである。
- ⑤ x 歳の生存者が平均してその後何年生きられるかの期待値を、 x 歳の平均寿命と言う。

[4] 疫学研究に関する次の①～⑤の文章のうち、正しいものを3つ選び、番号を記せ。

- ① 観察研究と介入研究の違いは、研究者が対象者の要因暴露をどう扱うかによるが、前者では、研究者が対象者の要因暴露の状況を変えることはない。
- ② ある要因暴露と疾病発生との関連において、統計学的に有意であれば、ほぼ因果関係が成立する。
- ③ 選択バイアスの例として、思い出しバイアスがある。一つの例として、症例（病気にかかった人）は、対照（病気にかかっていない人）と比べて、同じ要因暴露を過去に受けていたとしても、より多くそれを思い出すことが多いとされる。
- ④ 交絡とは、要因暴露と疾病との関連が第 3 の要因の影響によりかく乱されることをいう。
- ⑤ ランダム化比較試験では情報バイアスを避けるために、盲検化（または遮蔽）といって、割り付けを知らせないように工夫をすることがある。

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]

9. 公衆衛生学

(つづき 3 ページ目。すべてに解答してください。)

[5] 集団検診に関する下記の文章の①～⑤に埋めるべき言葉を、下の四角で囲んだ用語の中から、それぞれ一つずつ選択し、記せ。

集団検診の目的とする疾病の疑いのある者を、一定の検診項目によって選り出すことを (①) という。ある検診項目をどの値でふるい分けるかによって、偽陽性者と偽陰性者の数が決まるが、この、ふるい分けの水準を (②) という。

疾病がある者のうち、検査で陽性になる率を (③) といい、疾病がない者のうち、検査で陰性になる率を (④) という。

(③) と (④) を組み合わせることによって検査の有用性を示す総合的な 2 つの指標である、(⑤) が求められる。

偽陰性、スクーリング、検査前確率とオッズ比、真陽性、ランダム化、検査前確率と尤度比、コホート、スクリーニング、クライテリア、感度、カットオフ値、特異度、検査後確率、有意水準、予測確率、リスク比、検査後確率と尤度比、検査後確率とリスク比、偽陽性、真陰性

[6] 介護保険法は 2000 年 4 月 1 日から施行された。この法律で規定されている第 1 号被保険者 (65 歳以上) と第 2 号被保険者 (40 歳以上 65 歳未満) とは、それぞれ、どのような状態や疾病にある者か、簡潔に説明せよ。

[7] 精神保健に関連して、小児の発達障害には複数の種類が知られている。小児の発達障害の例を 2 つ挙げ、それぞれの特徴について簡潔に記述せよ。

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

(10. プログラム言語の設問は2ページあります。すべてに解答してください。)

[1] 以下のプログラムは、配列 $x[]$ 中の偶数の数を数え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。

```
01: #include <stdio.h>
02: int x[10] = {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10};
03:  f(int n) {
04:     int s;
05:     printf("%d ", n);
06:     if (n < 0) {
07:          ;
08:     } else {
09:         s = f(n - 1);
10:         if (x[n] % 2 == 0) {
11:              ;
12:         }
13:         printf("%d ", n);
14:         return s;
15:     }
16: }
17: int main() {
18:     int even;
19:     even = f(9);
20:     printf("%n%d\n", even);
21:     return 0;
22: }
```

- (1) 空欄 、、 に入る変数型、または文を示せ。
- (2) このプログラムを実行したときの出力を示せ。
- (3) このプログラムを修正して、配列 $x[]$ 中の偶数の数の積を出力するようにしたい。空欄 と空欄 をどのように変更すればよいか示せ。
- (4) 再帰関数とはどのようなものか説明せよ。
- (5) 再帰関数を使わないで (1) のプログラムと同じ動作を行うプログラムを実現したい。関数 $f()$ 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 2 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、9 桁の正の整数を二つ使って 18 桁の正の整数を表現することで、18 桁の正の整数同士の足し算を行い、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>
struct bn {
    int u, d;
};
void printbn(struct bn a) {
    printf("%d%09d¥n", a.u, a.d);
}
struct bn addbn(struct bn x, struct bn y) {
    struct bn z;
    int r;
    z.d = x.d + y.d;
    r = z.d - z.d % 1000000000;
    z.d = z.d - r;
    

|   |
|---|
| 1 |
|---|


    return z;
}
int main() {
    struct bn x={1,234567890}, y={2,345678901}, z;
    z = addbn(x, y);
    printbn(z);
    return 0;
}
```

- (1) 関数 addbn() は、引数 x と y の和を返す関数である。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) struct bn 型の変数で表現された 18 桁の正の整数 x と、1 桁の正の整数 y の積を返す関数 struct bn mulbnone(struct bn x, int y) を示せ。関数 mulbnone() の中で関数 addbn() を用いてもよい。
- (4) struct bn 型の変数で表現された 18 桁の正の整数 x を 10 倍した値を返す関数を struct bn mulbnten(struct bn x) とする。関数 mulbnone(), mulbnten(), addbn() を用いて、struct bn 型の変数で表現された 18 桁の正の整数 x と、int 型の 3 桁の正の整数 y の積を返す関数 struct bn mulbn(struct bn x, int y) 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]

1 1. バイオアルゴリズム

(1 1. バイオアルゴリズムの設問は 3 ページあります。すべてに解答してください。)

[1] 次の問いに答えよ。

(1) ヒトゲノムプロジェクトでセセラ社が採用した配列決定法を、選択肢の中から選べ。

- ① 階層的ショットガン法
- ② ドットマトリックス法
- ③ フィンガープリント法
- ④ 全ゲノムショットガン法

(2) アミノ酸配列のデータベースを、選択肢の中から選べ。

- ① KEGG
- ② DDBJ
- ③ PDB
- ④ UniProt

(3) タンパク質の立体構造分類データベースを、選択肢の中から選べ。

- ① KEGG
- ② DDBJ
- ③ PDB
- ④ UniProt

(4) アミノ酸配列比較で使用されるスコア行列を、選択肢の中から選べ。

- ① SNP
- ② PAM
- ③ SCOP
- ④ HMM

(5) 塩基配列やアミノ酸配列のホモロジー解析に用いられるプログラムでないものを、選択肢の中から選べ。

- ① KEGG
- ② FASTA
- ③ グローバルアライメント
- ④ ローカルアライメント

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]

1 1. 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。)

(6) ペアワイズアライメントの記述として正しいものを、選択肢の中から選べ。

- ① 3本以上の配列をアライメントすることである。
- ② ローカルアライメントとグローバルアライメントがある。
- ③ 一般的に BLAST よりも高速である。
- ④ 配列の長さが同じならば、マルチプルアライメントと同程度の計算量となる。

(7) BLAST に含まれる blastn プログラムでのクエリ配列と対象データベースの組み合わせを、選択肢の中から選べ。

- ① (クエリ配列) タンパク質 → (対象データベース) タンパク質
- ② (クエリ配列) タンパク質 → (対象データベース) DNA 配列
- ③ (クエリ配列) DNA 配列 → (対象データベース) タンパク質
- ④ (クエリ配列) DNA 配列 → (対象データベース) DNA 配列

(8) 系統樹を表示するためのツールを、選択肢の中から選べ。

- ① BLAST
- ② CLUSTALW
- ③ SOM
- ④ TreeView

(9) 系統樹に根をつけるために加えられた解析の対象となる生物から明らかに離れている生物の呼び名を、選択肢の中から選べ。

- ① 有根系統樹
- ② CLUSTALW
- ③ SOM
- ④ TreeView

(10) パラログの説明として正しいものを、選択肢の中から選べ。

- ① 種分岐の際に同じ遺伝子だったもの
- ② 遺伝子重複によってできた類似遺伝子
- ③ 水平伝播によって得られた類似遺伝子
- ④ 相同性も相似性もなく進化的類縁のない遺伝子

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 1. バイオアルゴリズム

(つづき 3 ページ目。すべてに解答してください。)

[2] 葉が 4 の無根系統樹は何通りあるか？ 非同型であるすべてを重複なく書き出し、何通りか答えよ。

_____ の _____ 通り

[3] 遺伝子発現解析実験により遺伝子 A~E の発現パターンの時間変化を測定し、その発現パターン間の類似度を計算したのが右の表である。数値は発現パターン間の距離を表しており、値が小さいものほど発現パターンが似ていることを表している。

	A	B	C	D	E
A		0.40	0.10	0.40	0.45
B			0.15	0.20	0.25
C				0.35	0.30
D					0.25
E					

「最短距離法」でクラスタリングを行った場合に、最終的にどのようなデンドログラム（樹形図）が得られるかを示せ。この際、枝長も書き入れること。

[4] 下に示す式を満たす形式ニューロンで OR 回路を作成するとき、閾値 h の設定可能な値の範囲を示せ。

$$y = S(w_1x_1 + w_2x_2 - h)$$

$$S(u) = \begin{cases} 1 & \text{if } (u \geq 0) \\ 0 & \text{if } (u < 0) \end{cases}$$

解 _____

2018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) 「7. 微生物学」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 | |

(6) 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

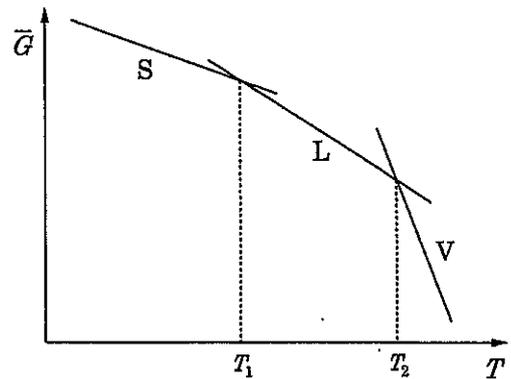
(1. 物理化学の設問は2ページあります。すべてに解答してください。)

[1] 圧力を P_1 で一定としたとき、ある物質の固相 (S)、液相 (L)、気相 (V) のモルギブズエネルギー \bar{G} の温度 T 依存性は、右図に示された3つの直線ようになる。このとき、次の問いに答えよ。

- (1) 図中の T_1 と T_2 は、それぞれ、この物質のどのような温度を表しているか、その名称を記せ。
- (2) 微小なモルギブズエネルギー変化 $d\bar{G}$ は、圧力の微小変化 dP と温度の微小変化 dT と、次式に示す関係がある。ただし、 \bar{V} はモル体積、 \bar{S} はモルエントロピーである。

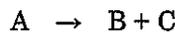
$$d\bar{G} = \bar{V}dP - \bar{S}dT$$

圧力 P が一定のとき、モルギブズエネルギー \bar{G} は温度 T に対してどのように依存するか、式を用いて表せ。



- (3) 固相、液相、気相のモルエントロピーをそれぞれ \bar{S}_{sol} 、 \bar{S}_{liq} 、 \bar{S}_{vap} としたとき、その値の大きさの順番を、不等式を用いて表せ。
- (4) この物質の液相に不揮発性の溶質を溶かすと、 T_1 と T_2 はどう変化するか、どちらの変化のほうが大きいのか、それぞれ記せ。
- (5) 水の場合、圧力を P_1 から P_2 へ増加させると ($P_1 < P_2$)、 T_1 と T_2 はどう変化するか、また、どちらの変化のほうが大きいのか、それぞれ記せ。

[2] 次の反応は、化合物 A についての一次反応である。化合物 A の濃度が初濃度 $[A]_0$ の半分になるのに 50 秒要した。次の問いに答えよ。



- (1) 反応速度 v を、反応速度定数 k 及び化合物 A の濃度 $[A]$ を用いて表せ。
- (2) 時刻 t における濃度 $[A]$ を、反応速度定数 k 及び初濃度 $[A]_0$ を用いて表せ。
- (3) 反応速度定数 k の値を求めよ。ただし、有効数字は2桁で解答せよ。
- (4) この反応において、化合物 A が5分後に消費される割合を計算せよ。ただし、有効数字は2桁で解答せよ。

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]

1. 物理化学

(つづき 2 ページ目。すべてに解答してください。)

[3] 次の問いに答えよ。

(1) 次の(a)から(d)の分子について、①から④の問いに答えよ。

(a) 窒素 (b) 水 (c) 二酸化炭素 (d) 一酸化炭素

- ① (a)から(d)の分子のルイス構造をそれぞれ描け。
- ② (a)から(d)の分子の基準振動の数をそれぞれ記せ。
- ③ 赤外不活性な基準振動だけを持つ分子はどれか、すべて記せ。
- ④ 電気双極子モーメントを持つ分子をすべて記せ。

(2) 次の①と②の問いに答えよ。ただし、気体定数は $8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ または $0.0821 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、温度は $0 \text{ }^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$ とする。ただし、有効数字は 2 桁で解答せよ。

- ① 2.0 mol L^{-1} のエタノール水溶液の質量モル濃度を計算せよ。この溶液の密度は 0.98 g cm^{-3} である。ただし、エタノールのモル質量を 46 g mol^{-1} とする。
- ② $10 \text{ }^\circ\text{C}$ における固体の水(氷)の融解におけるモルギブズエネルギー変化 $\Delta \bar{G}$ を求めよ。ただし、水のモル融解エンタルピーとモル融解エントロピーは、それぞれ 6.0 kJ mol^{-1} と $22 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ であり、これらは温度に依存しないものとする。

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] 水素の原子スペクトルにおけるスペクトル線の波長 λ は次の式で与えられる。

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

n_1 は $n_1 \geq 1$ の整数、 n_2 は $n_2 \geq n_1 + 1$ の整数である。次の問い (1)、(2) に答えよ。

(1) Lyman 系列 ($n_1=1$ 、 $n_2 \geq 2$) の原子スペクトルで、最も長い波長のスペクトル線は 121.5 nm に観測される。 R の値を求めよ。有効数字は4桁とする。

(2) 問い (1) の結果を使って、Balmer 系列 ($n_1=2$ 、 $n_2 \geq 3$) の原子スペクトルで、最も長い波長のスペクトル線の波長を nm 単位で求めよ。有効数字は4桁とする。

[2] 遷移金属元素、ランタノイド元素に関する次の問い (1)、(2)、(3) に答えよ。

(1) 次の①および②の元素の基底状態における電子配置を例にならって記せ。

例： Cl : [Ne] (3s)² (3p)⁵

① 3d 系列の遷移金属元素である Fe (原子番号 26)

② ランタノイド元素である Nd (原子番号 60)

(2) 結晶場理論に基づき、次の①および②の八面体型錯体の基底状態について、考えられる d 電子の配置を例にならってすべて記せ。

例： (3d)¹ : (t_{2g})¹

① 八面体型 (3d)³ 錯体

② 八面体型 (3d)⁴ 錯体

(3) ランタノイド元素の化学的性質が互いによく似ている理由を電子配置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]

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。)

- [3] 以下の文章を読み、[A] から [E] 内に入る最も適当な語句を答えよ。また、[ア] から [ケ] 内に入る最も適当な語句を、下に示す選択肢から選び答えよ。

原子間の化学結合には複数の種類がある。陽イオンと陰イオンがクーロン力で結びついている結合を [A]、二つの原子軌道が重なることで生成する結合を [B]、電氣的に陰性な元素と水素との間に生成する比較的弱い結合を [C]、陽イオンがつくる格子とその間を自由に動き回る電子との相互作用による結合を [D] という。

複数の原子から成る分子の原子軌道同士が相互作用して分子軌道をつくるとき、分子を構成する原子の数に比例して分子軌道の数も増加する。固体中では膨大な数の原子が存在し、分子軌道の数も膨大となり、各軌道におけるエネルギー準位の差は極めて小さくなり、帯のようにみえる。このようなエネルギー準位の集団を [E] という。化学結合の種類は、[E] 構造に影響を及ぼし、固体の電気伝導性が変化する。[ア] は電気の良い良導体であり、最もエネルギーが高い電子を含む [E] が、電子によって部分的にしか占有されていない。つまり、[イ] のすぐ上にも連続して空の準位があり、この部分に励起された電子が自由に移動することにより、高い電気伝導性が生じる。電流のキャリアーである不対電子の数は、温度を上げてもそれほど増えない。しかし、温度の上昇に伴い、格子振動が激しくなり、電子が散乱されやすくなる。つまり、温度の上昇に伴い、電気伝導率が [ウ] する。

ガラスやポリプロピレンのような [エ] は電気をほとんど通さない。ケイ素やゲルマニウムのような [オ] は、[ア] よりも電気を通さないが、[エ] よりも電気を通す。ケイ素やゲルマニウムでは有効核電荷が大きく、原子価軌道が集中して、重なりの大い [B] を作っているため、[カ] と [キ] が分離して [E] ギャップを生じている。絶対零度では、[カ] は電子で完全に満たされ、一方、[キ] は完全に空である。室温付近まで温度を上げると、[カ] の電子の一部が [ク] に従って、[キ] に励起される。さらに温度が上昇すると、[E] ギャップを飛び越えて励起される電子の数が増え、キャリアー濃度が増加する。このため [オ] では、温度の上昇に伴い、電気伝導率が [ケ] する。

選択肢：半導体 金属 絶縁体 増加 低下 フェルミ準位 ドナー準位 アクセプター準位 伝導帯 価電子帯 ボルツマン分布 ガウス分布
--

- [4] 錯体の幾何異性体に関する次の問い(1)、(2)に答えよ。

- (1) 平面正方形型の $[\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2]$ 錯体について、cis と trans を図示せよ。
- (2) 八面体型の $[\text{CoCl}_3(\text{NH}_3)_3]$ 錯体について、fac と mer を図示せよ。

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3ページあります。すべてに解答してください。)

[1] 亜鉛イオン Zn^{2+} は、水溶液中でアンモニア分子 NH_3 と $Zn(NH_3)_n^{2+}$ 錯体 ($n=1\sim 4$) を形成する。遊離の Zn^{2+} の濃度を $[Zn^{2+}]$ 、遊離の NH_3 の濃度を $[NH_3]$ 、 $Zn(NH_3)_n^{2+}$ 錯体の濃度を $[Zn(NH_3)_n^{2+}]$ とすると、 $Zn(NH_3)_n^{2+}$ 錯体の全生成定数 β_n は (i) 式で定義される。 Zn^{2+} と NH_3 を含む溶液に関する次の (1) から (3) の問いに答えよ。ただし、 NH_3 の共役酸の酸解離定数を K_a とし、 Zn^{2+} の副反応は無視できるものとする。

$$\beta_n = \frac{[Zn(NH_3)_n^{2+}]}{[Zn^{2+}][NH_3]^n} \quad (i)$$

- (1) NH_3 を含む緩衝溶液に 1.49 g の硝酸亜鉛六水和物を溶解し、全量が 500 mL の溶液を調製した。溶液中の Zn^{2+} 化学種の総濃度 C_M を有効数字3桁で答えよ。ただし、 $Zn(NO_3)_2$ の式量は 189.4、水の分子量は 18.02 とする。
- (2) Zn^{2+} に配位していない全 NH_3 化学種の濃度 C_{NL} は、 NH_3 へのプロトン付加を考慮して、(ii) 式で表すことができる。 NH_3 についての副反応係数として定義される (ii) 式中の α_L を表す式を、 K_a と $[H^+]$ を用いて答えよ。

$$C_{NL} = [NH_3] + [NH_4^+] = \alpha_L \times [NH_3] \quad (ii)$$

- (3) Zn^{2+} 化学種の総濃度 C_M は (iii) 式で表される。 n 、 β_n 、 $[NH_3]$ を用いて、(iii) 式中の (ア) に当てはまる式を答えよ。

$$C_M = [Zn^{2+}] + \sum_n [Zn(NH_3)_n^{2+}] = [Zn^{2+}] \times \left\{ 1 + \sum_n (\text{ア}) \right\} \quad (iii)$$

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

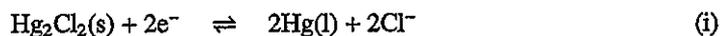
[専門科目]

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] 塩化水銀(I)を用いるカロメル電極の電位と塩化水銀(I)の溶解度積に関する次の(1)から(4)の問いに答えよ。なお、物質Xの活量は $a(X)$ と表し、気体定数は R 、熱力学的温度は T 、ファラデー定数は F とする。また、 A を任意の値とすると、 $(RT/F)\ln A = 0.0592 \log A$ の関係があるものとする。化学式の後に続く(s)は固体状態を、(l)は液体状態を表す。

- (1) カロメル電極では、(i)式で表される塩化水銀(I)と水銀の半電池反応を利用している。塩化水銀(I)と水銀の半電池反応についてのネルンスト式を、関連化学種の活量を用いて答えよ。ただし、電極電位を E 、標準電極電位を E° とせよ。



- (2) (i)式の半電池反応の E° が 0.268 V vs. SHE であるとして、 $a(\text{Cl}^-) = 0.100$ の Cl^- を含む溶液を用いたカロメル電極の電極電位を、銀-塩化銀電極に対する値として計算せよ。なお、銀-塩化銀電極の電位は 0.222 V vs. SHE とする。

- (3) (ii)式で表される塩化水銀(I)の溶解平衡についての溶解度積 K_{sp} の定義式を、関連化学種の活量を用いて答えよ。



- (4) (i)式の半電池反応の E° が 0.268 V vs. SHE であり、(ii)式の溶解平衡の K_{sp} が $10^{-17.8}$ であるとして、(iii)式で表される Hg_2^{2+} と Hg の半電池反応についての標準電極電位の値を求めよ。なお、電位は SHE を基準とすること。



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] 次の (1) から (5) の記述について、その内容の正誤を答えよ。誤っている場合には、正しく記述した文章を書き、修正した部分に下線を引いて示せ。

- (1) 反応の標準ギブズ自由エネルギー変化 ΔG° とは、反応が平衡に達した状態における始状態（反応式の左辺）と終状態（反応式の右辺）のギブズ自由エネルギーの差である。
- (2) F⁻ は水溶液中でプロトン付加することがあり（HF の pK_a は 3.2）、溶液を酸性にすると CaF₂ の溶解度は増大する。
- (3) 物質 X についての水から四塩化炭素への分配定数を 1 とする。その X を含む水溶液を四塩化炭素で溶媒抽出し、1 回の抽出のみで水溶液中の X の濃度を元の 1% まで減らすのに必要な四塩化炭素の体積は、水溶液体積の 7 倍である。
- (4) pK_a が 4 程度の弱酸を NaOH のような強塩基で中和滴定するとき、 pK_a が約 3.8 であるメチルオレンジは指示薬として適切ではない。
- (5) $2.5 \times 10^3 \text{ mol}^{-1} \text{ L cm}^{-1}$ のモル吸光係数を有する物質の吸光度を光路長 10 mm のセルを用いて測定し、吸光度が 0.75 になったとすると、この物質の濃度は $3.0 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$ である。

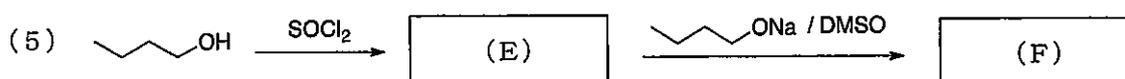
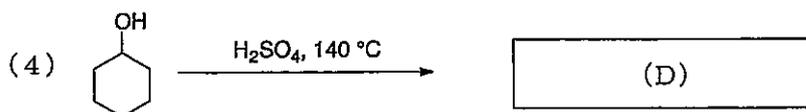
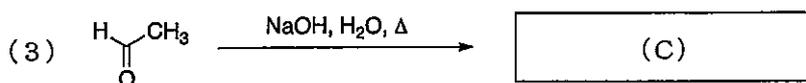
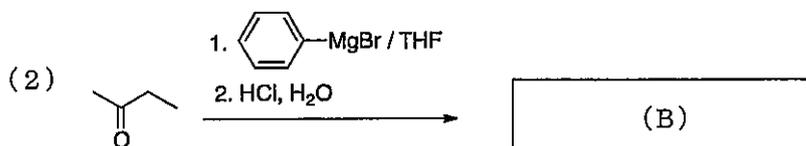
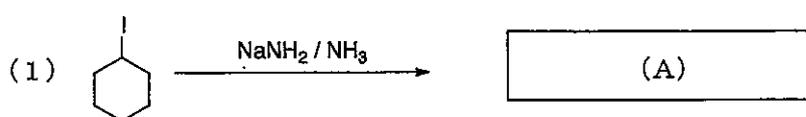
立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

[専門科目]

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] 次の反応で得られる主生成物の構造 (A) ~ (F) を書け。ただし、対掌体も含めて主生成物が2つ以上ある場合は、それらをすべて併記せよ。反応が進行せず、生成物が得られない場合はバツ (×) を記せ。立体構造を区別する必要がある場合は、違いを明確にして構造を示せ。



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]

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] 構造未知の化合物 X を得た。元素分析から化合物 X の実験式は C_7H_5N であることが分かった。化合物 X の 1H NMR、 ^{13}C NMR および IR 測定を行った結果を、それぞれ表 1 および表 2 に示す。化合物 X の分子構造を書き、IUPAC 命名法に従って命名せよ。

表 1 化合物 X の NMR 測定結果 ($CDCl_3$)

シグナル番号	1H NMR δ (ppm)	^{13}C NMR δ (ppm)
1	7.33–7.74 (m, 5H)	132.84
2		132.10
3		129.21
4		118.82
5		112.41

1H NMR において、m はシグナルが複雑な多重線であることを示す。

表 2 化合物 X の IR 測定結果 (液膜法)

シグナル番号	波数 (cm^{-1})
1	2230
2	1492
3	1448
4	758
5	688
6	548

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

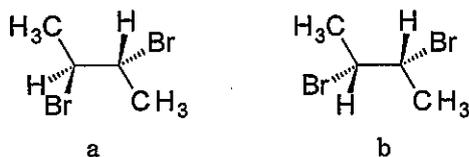
[専門科目]

4. 有機化学

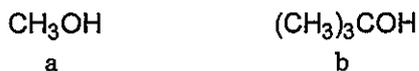
(つづき 3 ページ目。すべてに解答してください。)

[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。

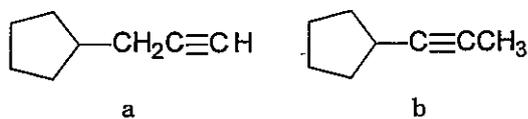
(1) メソ化合物である 2,3-ジブロモブタン



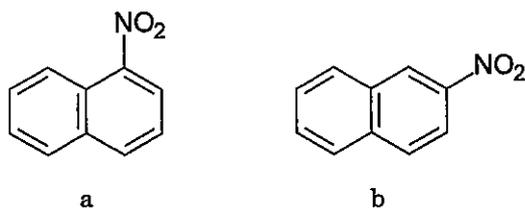
(2) 酸性度がより高いアルコール



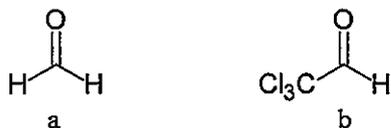
(3) 安定性のより高いアルキン



(4) ナフタレンのニトロ化における主生成物



(5) カルボニル基の相対的反応性の高いアルデヒド

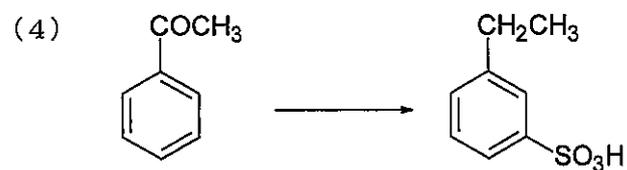
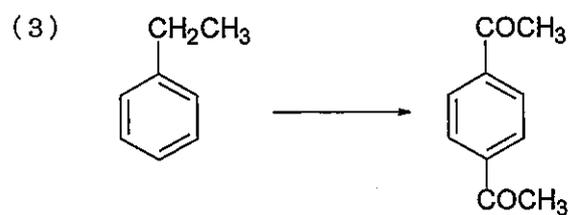
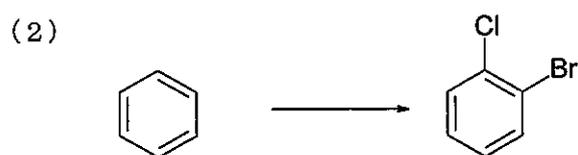
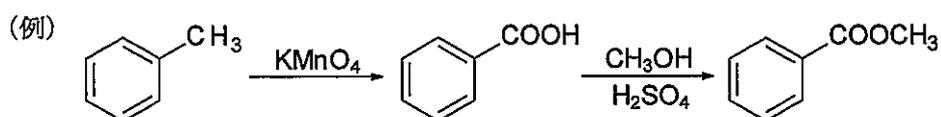


[専門科目]

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条件および中間生成物を、例にならって示せ。



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]

5. 生化学

(5. 生化学の設問は3ページあります。すべてに解答してください。)

[1] リボヌクレアーゼに関する次の文を読み、以下の(1)～(5)の問いに答えよ

ウシ膵臓由来のリボヌクレアーゼ A は(a)分子量約 13,700 で、(b)等電点が 8.6 の塩基性タンパク質である。4 つの(c)ジスルフィド結合により立体構造が安定化されている。(d)二つのヒスチジン残基が酸塩基触媒としてはたらき、RNA のリン酸エステル結合を加水分解する。

RNA は、mRNA や tRNA のようにタンパク質の生合成に関わるだけでなく、遺伝子の発現調節にも関わっているため、リボヌクレアーゼの作用は、生理機能に影響を及ぼす。細胞内でのリボヌクレアーゼ作用の調節は重要で、リボヌクレアーゼ阻害タンパク質も細胞内に発現している。塩基性タンパク質である(e)カエル卵由来オンコナーゼというリボヌクレアーゼ阻害タンパク質に阻害されにくく、ヒトのがん細胞に対して特異的に作用する抗腫瘍活性を持ち、抗がん剤として利用されている。

- (1) 下線部(a)に関して、ウシ膵臓由来のリボヌクレアーゼ A はおよそ何残基のアミノ酸により構成されていると概算できるか。
- (2) 下線部(b)に関して、この性質を利用してウシ膵臓のタンパク質抽出物からリボヌクレアーゼ A を精製できる。このときに用いられるクロマトグラフィーの種類とそのクロマトグラフィーによる分離の方法を述べよ。
- (3) 下線部(c)に関して、ジスルフィド結合をもつタンパク質は、細胞内と細胞外のどちらに存在することが多いか。その理由も述べよ。
- (4) 下線部(d)に関して、ヒスチジン残基が酸触媒として働くときと塩基触媒として働くときのそれぞれの構造を記せ。
- (5) 下線部(e)に関して、カエル卵由来オンコナーゼとヒトリボヌクレアーゼ阻害タンパク質との解離定数は、ヒトリボヌクレアーゼ A とヒトリボヌクレアーゼ阻害タンパク質との解離定数と比べて 10^7 倍違う。どちらの解離定数が 10^7 倍大きいか。また解離定数の定義を述べよ。

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]

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]クエン酸サイクル(回路)を中心とした糖代謝経路に関する次の文を読み、以下の(1)～(5)の問いに答えよ。

クエン酸サイクルは、トリカルボン酸(TCA)サイクルや(あ)サイクルとも呼ばれ、1937年に(あ)によって提唱された。細胞内に取り込まれたグルコースは、解糖系を経てピルビン酸へと代謝される。その後、好氣的条件下においてピルビン酸は(い)となり、クエン酸サイクルへと入っていく。下図は、クエン酸サイクルの概要を①主要な代謝中間体とともに示している。

解糖系は細胞内の(う)で進行するが、真核生物においては、クエン酸サイクルは主にミトコンドリア内で行われる。クエン酸サイクルには、下図に示すように8つの反応が存在している(反応1～反応8)。例えば、反応3、4においては還元型補酵素の生成と共に(え)が発生する。また、反応5では基質レベルでのリン酸化が生じ、ほ乳類細胞においては(お)が生成する。クエン酸サイクルは、エネルギーを生産する(か)過程のみならず、②各種の生合成に必要な前駆体も供給しているため(き)過程への関与も深く、両方向性代謝経路となっている。

(き)過程において失われた代謝中間体は、(く)反応によって供給され、エネルギー生産における恒常性が保たれる。

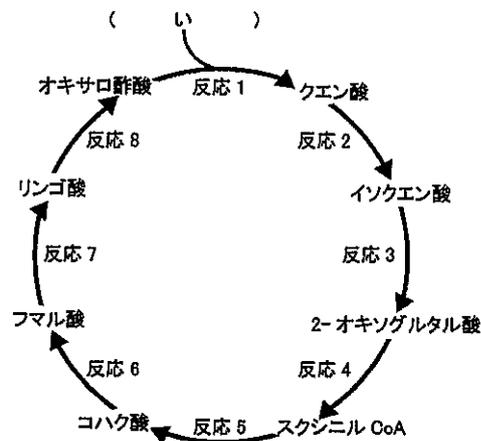


図 クエン酸サイクルの概要

(1) (あ) ～ (く) に当てはまる適切な語句を答えよ。

(2) 下線部(a)に関して、以下の①、②の代謝中間体の構造をそれぞれ記せ。

- ①クエン酸
- ②フマル酸

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3ページ目。すべてに解答してください。)

- (3) 下線部 (b) に関して、スクシニル CoA はポルフィリン生合成の出発材料となっている。ポルフィリンの生理的役割について説明せよ。
- (4) マロン酸は、コハク酸と構造が類似しており反応 6 を触媒するコハク酸デヒドロゲナーゼの作用を阻害することで、クエン酸サイクルの阻害剤となっている。このことに関して以下の①、②の問いに答えよ。
- ① 阻害剤が酵素を可逆的に阻害する形式は複数存在するが、マロン酸がコハク酸デヒドロゲナーゼを阻害する形式を何阻害と呼ぶか答えよ。
- ② マロン酸存在下で、コハク酸デヒドロゲナーゼによるコハク酸の代謝実験を行った。この結果の基質濃度-反応速度曲線から求められる見かけのミカエリス定数 (K_m) と最大反応速度 (V_{max}) は、マロン酸が存在しない場合と比べてどうなるかを答えよ。
- (5) 酸素分子が存在しない状態では、クエン酸サイクルは正常に進行しないと考えられる。この理由を説明せよ。

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2ページあります。すべてに解答してください。)

[1] 次の文章を読んで、問いに答えよ。

制限酵素 BamHI で切断して得られた 1 kbp の DNA 断片をプラスミドベクター pBR322 (下図) に挿入して、この 1 kbp の DNA 断片をクローニングしたい。そのために、pBR322 を BamHI で切断した後、1 kbp の DNA 断片と混ぜて DNA リガーゼを添加した。この溶液を用いて大腸菌を形質転換した。

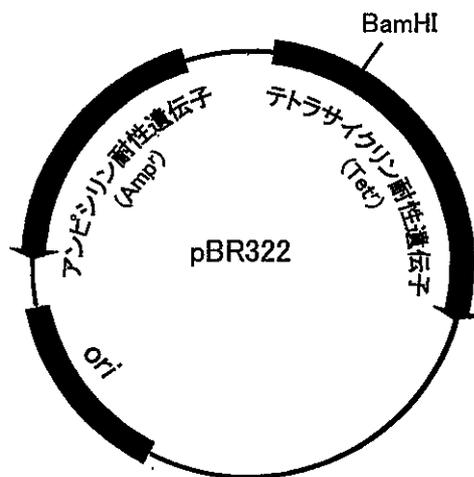


図 pBR322 の構造
BamHI で切断される位置を示している。

- (1) BamHI は、5'-GGAX₁X₂X₃-3' の 6 塩基からなる配列を認識して DNA を切断する。X₁、X₂、X₃ にあてはまる塩基を答えよ。
- (2) 図の ori の役割を述べよ。
- (3) 大腸菌を形質転換した後、テトラサイクリンを含む培地で培養したところ、コロニーの生育は見られたが、1 kbp の DNA 断片はクローニングできなかった。
 - ① 1 kbp の DNA 断片をクローニングできなかった理由を述べよ。
 - ② 1 kbp の DNA 断片をクローニングするためにはどうすればよいかを述べよ。
- (4) pBR322 を BamHI で切断せずにアガロースゲル電気泳動した。その結果、制限酵素 HindIII で切断した λファージ DNA をサイズマーカーに用いてくらべると、pBR322 のサイズ 4.3 kbp とは異なる 3 kbp 付近に泳動されることが分かった。予想とは異なる位置に泳動された理由を述べよ。

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]

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。)

[2] 次の文章を読んで、問いに答えよ。

DNA から RNA への転写は RNA ポリメラーゼにより 5'→3'の方向に進むが、転写調節における調節配列には複数のものが発見されている。細菌類では RNA 合成開始部位の上流 (①) bp 付近にプリブノーボックスとよばれる領域と、上流 35 bp 付近に「-35 領域」とがある。一方、真核生物では、上流 30 bp を中心としたあたりにプリブノーボックスと類似した配列をもつ (②) があり、上流 80 bp あたりには (③) が、さらに 1000 bp 以上離れた上流に (④) とよばれ、転写を促進する調節配列がある。(④) はイントロンに含まれることもある。プリブノーボックスと (②) は RNA ポリメラーゼが転写因子とともに結合するプロモーターとして機能しているが、真核生物では (②) のないプロモーターをもつ遺伝子も多い。真核生物の転写では、まず (⑤) とよばれる一次転写産物が合成され、その後、いくつかの過程を経て成熟 mRNA となって粗面小胞体へ運ばれ、翻訳される。

- (1) ①～⑤にあてはまる最も適切な用語を答えよ。ただし、①は数値で答えよ。
- (2) 真核生物では、(④) に転写因子が結合することで発現量が大きく増加するが、転写因子には、いずれも DNA に結合するための特徴的なモチーフが存在する。これらのモチーフの名称を3つあげ、それぞれの特徴について簡単に説明せよ。説明には図を用いてもよい。
- (3) DNA 上の遺伝情報は、細菌ではポリシストロニックに転写されるが、真核生物ではモノシストロニックに転写される。転写産物であるポリシストロン性 mRNA とモノシストロン性 mRNA の違いを説明せよ。
- (4) 大腸菌の転写調節のひとつにラクトースオペロンによる例が知られている。大腸菌は培地にラクトースとグルコースがあると、グルコースを利用し、ラクトースは培地に残る。この現象は、ラクトースオペロンにおけるカタボライト抑制として知られ、カタボライト活性化タンパク質 (Catabolite activator protein; CAP) が重要な役割を果たしている。ラクトースオペロンでの CAP の作用メカニズムについて説明せよ。
- (5) 真核生物では、遺伝子の発現調節に関わる低分子 RNA が知られているが、そのひとつを例にあげ、構造と機能について説明せよ。

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]

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]生物の分類に関する次の文章を読み、問い(1)～(6)に答えよ。

地球上に存在する生物のリボソーム RNA 遺伝子配列の比較から、生物は3つのドメインに分かれることが知られている。すなわち人間や酵母などが含まれる (A)、大腸菌や乳酸菌などが含まれる (B)、メタン生成菌や高度好塩菌が含まれる (C)である。これらのドメインはもともと遺伝子配列の比較から区別されたものであるが、各ドメインに属する生物は、さまざまな点で他ドメインの生物と異なっている。例えば (A)は (B)・(C)と異なり、核をはじめとする^(a)細胞小器官を持つ。また (B)と (C)では細胞壁の構造や^(b)脂質の化学的性質が異なっており、転写やタンパク質合成にも大きな違いが見られる。一方、リボソーム RNA 配列の解析が進んだ結果、ある生物のグループには固有のシグネチャー（署名）配列が存在することが明らかになり、^(c)微生物生態学などに応用されている。

(1) A、B、Cに該当するドメイン名を記せ。

(2) 下記①～⑥は、どのドメインに属するか。問い(1)に示すドメイン「A」、「B」、「C」、または「該当なし」で答えよ。ただし複数のドメインに属する場合もある。

- ① 破傷風菌 ② 真菌 ③ 超好熱菌 ④ 独立栄養生物
⑤ 放線菌 ⑥ ウイロイド

(3) 下線(a)の細胞小器官の中には (B)の生物に由来すると考えられているものがある。その細胞小器官2つの名称と、それぞれのもとになった生物名（門または綱の名称）を答えよ。

(4) 下線(b)に関して、細胞膜を構成する一般的な脂質の化学的構造を比較すると、BとCとは大きく異なる。これらの化学的構造の違いを説明せよ。

(5) 下線(c)に関連して、FISH (fluorescence in situ hybridization) 法が知られている。この手法はどのようなものか説明せよ。

(6) 本文中の酵母や乳酸菌は、アルコール生産や発酵乳製品製造などの分野で利用されている。同様に下記①～③の微生物も産業利用されているが、これらは一般にどのような目的で利用されているか。それぞれ簡単に説明せよ。

- ① *Bacillus thuringiensis*
② *Thermus aquaticus*
③ *Acetobacter* 属細菌および *Gluconacetobacter* 属細菌

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

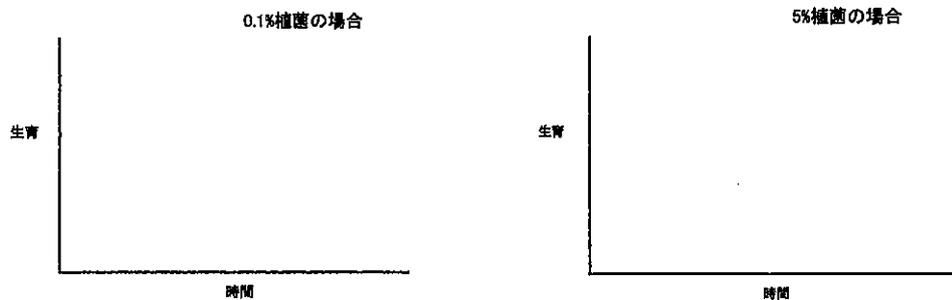
[専門科目]

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] 次の各問いに答えよ。

- (1) 微生物の増殖について知るところを記せ。
- (2) 微生物の植菌量は、1%前後が適切であるとされている。同じ組成の液体培地に *Pseudomonas aeruginosa* を0.1%と5%植菌した場合の増殖曲線を推定し、グラフに記載せよ。



- (3) 好気性菌、通性嫌気性菌、および偏性（絶対）嫌気性菌において、それぞれの微生物例を挙げ、特徴を説明せよ。
- (4) 微生物の滅菌には、オートクレーブと乾熱滅菌器が使われる。それぞれの原理を説明せよ。
- (5) 微生物の保存方法はいくつか知られている。2種類の保存方法を示し、それぞれの特徴を説明せよ。

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]

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] 血液とその循環について、下記の設問に答えよ。

(1) 血液について、以下の文章の [ア] ~ [チ] 内に入る適切な語句または数値を答えよ。

血液は液体である [ア] と血球成分の2つから構成されている。血液のおよそ45%が血球成分であるが、そのうちの99%以上を占める血球は [イ] である。血液中に占める血球の体積の割合を [ウ] という。血球成分はその他に、白血球と、止血にかかわる [エ] がある。一方、[ア] は90%以上が水で、他にタンパク質や電解質などが含まれる。そのタンパク質のうち最も多く含まれるのが [オ] であり、血液の浸透圧を維持する役目をもつ。また血液凝固を形成するタンパク質である [カ] も含まれている。[ア] から [カ] を除いたものを [キ] と呼ぶ。

血球成分である [イ] は、酸素を運搬するタンパク質である [ク] を含んでいる。[イ] の寿命は約 [ケ] 日で、新たに200万個/秒という速度で生成されている。血球成分を産生することを [コ] といひ、[コ] が行われる主な部位は [サ] である。

白血球は、細胞質顆粒小胞を持つか持たないかによって顆粒球か無顆粒球に分類され、顆粒球には [シ]、[ス]、[セ] がある。[シ] は白血球の半分以上を占め、病原体が体内に入ってくると最初に反応し細菌を破壊する。この作用のことを [ソ] という。[ス] はアレルギー性炎症を抑制する役目を、[セ] はヒスタミンやセロトニンなどを分泌しアレルギー反応を促進する役目をもつ。無顆粒球にはリンパ球、ナチュラルキラー(NK)細胞、[タ] などがあり、リンパ球とNK細胞は免疫反応を担っており、また [タ] は白血球の中では含まれる数が一番少ないが、大きさは一番大きく、現場に遊走し [チ] となって [ソ] を行う。

(2) 血液循環について、以下の [ツ] ~ [ノ] 内に入る心臓の部位と弁を答えよ。

肺静脈 → [ツ] → [テ] 弁 → [ト] → [ナ] 弁 → 大動脈 →
→ 大静脈 → [ニ] → [ヌ] 弁 → [ネ] → [ノ] 弁 → 肺動脈

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。)

[2] 消化器系について、下記の設問に答えよ。

- (1) 消化器系は管腔臓器と実質臓器によって構成される。口腔と肛門の間にある管腔臓器名を4つ以上、口腔側から肛門側に向かって順に列挙せよ。
- (2) 上記(1)で挙げた各臓器名の代表的な機能を、臓器名の近傍に括弧にくくって追記せよ。
例：口腔（咀嚼）
- (3) 代表的な消化器系実質臓器を2つ答えよ。
- (4) 上記(3)で挙げた臓器から出ている管は、管腔臓器のうちのどこに開口しているか答えよ。
- (5) 上記(3)で挙げた臓器の1つは内分泌機能も持つ。その臓器が分泌する代表的なホルモン名を答えよ。

[3] 神経系について、下記の設問に答えよ。

- (1) 神経系は脳や脊髄によって構成される部分と、全身に張り巡らされた神経線維などによって構成される部分がある。それぞれの部分を総称して何と呼ぶか答えよ。
(例：〇〇神経系および△△神経系)
- (2) 脳を構成する解剖学的部位の名称を4つ以上答えよ。(例：大脳)
- (3) 脳を構成する細胞の種類を2つ以上答えよ。(例：神経細胞)
- (4) 神経細胞が持つ特徴的な構造の例を2つ以上答えよ。(例：軸索)
- (5) 上記(4)で例示した構造のうちの1つを選び、それが担う代表的機能を答えよ。

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]

9. 公衆衛生学

(9. 公衆衛生学の設問は3ページあります。すべてに解答してください。)

[1]

この問題は、問題作成の都合上公開できません

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]

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。)

この問題は、問題作成の都合上公開できません

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]

9. 公衆衛生学

(つづき3ページ目。すべてに解答してください。)

[2] 次の(文3)を読み、以下の問いに答えよ。

(文3)

医療法の規定に従って、「国民の医療需要の多様化と高度化を踏まえ、医療資源の適正な配置と有効な利用、医療機関の機能分担と連携によって、包括的、継続的、合理的な医療供給体制を確立すること」が目的で、医療計画が立てられているが、その作成者は(ア)である。実情は時代とともに変遷するので、少なくとも5年ごとに医療計画を再検討するように(ア)には求められている。

第五次医療法改正(平成18年)により、医療計画には(a)4疾患と5事業(救急医療、(b)災害時における医療、へき地医療、周産期医療、小児医療)に求められる医療機能を明らかにし、医療機関の具体的な名称まで記載することとされていたが、2012(平成24)年の医療法施行規則の改正により、4疾患に(イ)疾患が追加され、5疾患5事業となった。また、(A)医療についての達成すべき目標と医療連携体制を記載することになった。

医療圏は、「(B)医」への(C)受診需要を基準とした一次医療圏、(D)への(E)需要を基準にした日常生活圏としての二次医療圏、(ア)単位の三次医療圏、という3つのレベルに分けられる。この中で、医療計画では二次と三次医療圏の設定のみが行われる。なぜなら、一次医療圏では「(B)医」の診療所が自由開業制のために有効な規制が難しいからである。

(1) 上の(文3)の(ア)と(イ)に入る語句を漢字で答えよ。

(2) 下線部(a)に含まれない疾患は下記のうちどれか、下のリストの中から2つ選んで答えよ。

腎不全、 脳卒中、 急性心筋梗塞、 糖尿病、 癌、 アレルギー疾患

(3) 上の(文3)の(A)～(E)の中に入る語句として適切なものを下のリストの中から選んで答えよ。

緩和、 眼科、 介護施設、 外来、 産業、 病院、 診療所、 外科、 在宅、 歯科、 へき地、 耳鼻科、 入院、 麻酔科、 かかりつけ、 内科
--

(4) 下線部(b)に関して、災害時には、現場ですぐに全員を治療したり救助したりすることが困難なことも多く、優先的に救助する人についての何らかの選別が必要になることがある。この選別を何と呼ぶか、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]

10. プログラム言語

(10. プログラム言語の設問は2ページあります。すべてに解答してください。)

[1] 以下のプログラムについて、下記の問いに答えよ。

```
#include <stdio.h>
int g(int x) {
    int i;
    int z = 1;
    for (i = 0; i < x; i++) {
        z = z * 10;
    }
    return z;
}
int f(int x) {
    int y, z;
    y = x / 10;
     ;
    return z;
}
int main() {
    int x, y;
    scanf("%d", &x);
    scanf("%d", &y);
    printf("%d\n", f(x / g(y-1)));
    return 0;
}
```

- (1) 整数型変数 x の値が 123 であったとする。このとき、 $x / 10$ の値はいくらになるか示せ。
- (2) 関数 $f(\text{int } x)$ は、引数 x の下1桁の数値を返す関数である。空欄 に入る文を示せ。
- (3) 関数 $g(\text{int } x)$ は、引数 x に対してどのような値を返す関数か説明せよ。
- (4) このプログラムを実行し、入力として 1234 と 2 を入力した場合の出力を示せ。
- (5) このプログラムの機能を、プログラムに入力する二つの変数 x と y を使って説明せよ。

[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。)

[2] 以下のプログラムは、加算と減算のみから構成される数式中の項を構造体として表現することで、数式を木構造で表現し、数式の値を計算するものである。このプログラムについて、下記の問いに答えよ。

```
01: #include <stdio.h>
02: struct node {
03:     char op;
04:     int val, left, right;
05: } nodelist[5];
06: int f(int x) {
07:     if (nodelist[x].op == '¥0') {
08:         return nodelist[x].val;
09:     } else if (nodelist[x].op == '+') {
10:         return ;
11:     } else if (nodelist[x].op == '-') {
12:         return ;
13:     }
14: }
15: int main() {
16:     nodelist[0].op = '+';
17:     nodelist[0].left = 1; nodelist[0].right = 2;
18:     nodelist[1].op = '¥0'; nodelist[1].val = 10;
19:     nodelist[2].op = '¥0'; nodelist[2].val = 20;
20:     printf("%d¥n", f(0));
21:     return 0;
22: }
```

- (1) 関数 $f(int\ x)$ は、 $nodelist[x]$ で表現される数式の項を計算して値を返す関数である。空欄 、 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) このプログラムを実行した時、20行目を実行した直後に配列 $nodelist[]$ がどのようなになっているか図示せよ。
- (4) 数式 $10 + (30 - 20)$ を表現する配列 $nodelist[]$ を作るプログラム行を、16~19行目の形式にならって示せ。
- (5) 構造体 `struct node` の変数 `op` に代入できる文字として '*' を追加することで乗算に対応することを考える。このとき関数 $f(int\ x)$ はどのようなになるか示せ。

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]

1 1. バイオアルゴリズム

[1] 以下に、木村資生博士の唱えた中立進化説を述べる。空欄（あ）～（え）を埋めて正しい文章とせよ。

- (1) 突然変異には、自然選択により、中立な変異が（あ）。
- (2) 機能的に重要な分子は、安定化選択により、置換速度が（い）。
- (3) 機能的に重要でない分子は、中立、または淘汰圧が（う）ので、置換速度が（え）。

[2] [1] の中立説が支持されている根拠となる例を2つ述べ、説明を記述せよ。

[3] つぎの3語句についての説明をそれぞれ記述せよ。

- (1) タンパク質の天然変性領域
- (2) ロングノンコーディング RNA
- (3) ゼノログ

[4] 分子系統樹を作成する方法のひとつである平均距離法のアルゴリズムを以下に簡単に述べる。

1. すべての配列の組から距離行列の計算を行う。
2. 距離 d_{ij} が最小（例：不一致のサイト数）の組 (x_i, x_j) を選択する。
3. 組 (x_i, x_j) を融合してクラスタ x_k を作成する。
4. 親節点 x_k を高さ $d_{ij}/2$ の位置に追加する。
5. 以下のクラスタ (C_i, C_j) 間の距離（配列間の平均距離） d_{ij} を再計算する。

$$d_{ij} = \frac{1}{|C_i| + |C_j|} \sum_{x \in C_i \cup C_j} d_{xy}$$

6. クラスタが1つになるまで 2. に戻り反復する。

いま、5つのタンパク質 (A, B, C, D, E) は、それぞれのタンパク質に対して以下の表の類似距離を持つ。平均距離法を用いて分子系統樹を結合距離も加えて作成し、記述せよ。また、その際、アルゴリズムに沿って作成されたテーブルを全て記述せよ。ただし、類似距離は小数点第2位を四捨五入せよ。

	A	B	C	D	E
A		22	39	39	41
B			41	41	43
C				18	20
D					10
E					

[5] 生物の機能に直接関係しているのはタンパク質であることから、ゲノムワイドな解析が望まれていた。そして現在、一度に大量のタンパク質の同定を定量的に行う解析（定量的プロテオーム解析）が可能となった。以下の【】内の語句を少なくとも6つ以上用いて、その理由を記述せよ。

【全ゲノム配列、アノテーション、ペプチドのイオン化、イオントラップ型 LC-MS/MS、MALDI-TOF MS、2D-DIGE、iTRAQ、翻訳後修飾】