

1. 生物化学

1) 以下の問に答えよ.

- a) 生体を構成する主要な 4 種類の分子の名称を記せ.
- b) 生体のエネルギー通貨と呼ばれる分子の名称を記せ.
- c) 生体における遺伝情報の流れを表す語句を記せ.
- d) 真核生物と原核生物の違いについて簡潔に説明し, 代表的な生物を一つずつ挙げよ.

2) 以下の問に答えよ.

- a) 生体を構成するアミノ酸について立体構造 (光学異性体) を考慮して, 解答用紙の図中の 内を埋めよ. ただし, 側鎖は R で表してよい.
- b) 生体を構成するアミノ酸が D 体か, L 体か答えよ.
- c) ジスルフィド結合を形成するアミノ酸の名称とその 3 文字表記を答えよ.

3) 解答用紙中の表に示す側鎖構造のアミノ酸について, 名称, 3 文字表記を回答し (名称の一部が書かれていることがある), 側鎖の性質, 球状タンパク質における主な存在場所を選択肢から選んで記せ. その際, 同じ選択肢を複数回選択しても構わない.

[選択肢]

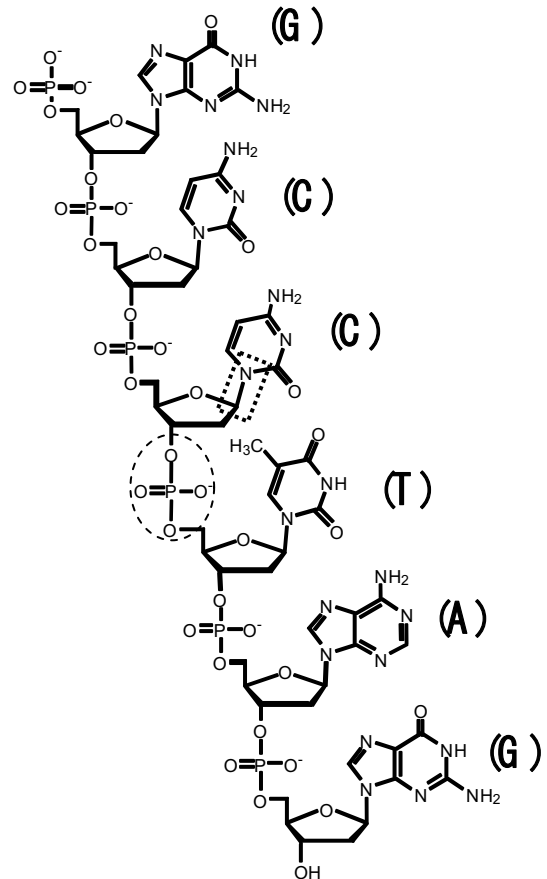
(側鎖の性質) 酸性, 塩基性, 親水性 (中性), 疎水性

(存在場所) 表面, 内部

4) 生体内に存在する DNA と RNA の構造上の差異を 3 つ述べよ.

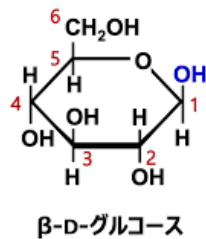
5) 以下の間に答えよ.

- 図中の点線の丸で囲った部分の結合の名称を記せ.
- 図中の破線の斜め長方形で囲った部分の結合の名称を記せ.
- この DNA の相補鎖の塩基配列を記せ. 解答は方向を示す 5' と 3' に従って大文字で記せ.



6) 以下の間に答えよ.

- 以下の構造を参考にして, α -D-グルコシル (1 $\rightarrow$ 4) β -D-グルコースの構造を記せ.



- 上記の二糖がフェーリング試薬に対して陽性かどうか答え, その理由も述べよ.

7) セルロースとデンプン中のアミロースはグルコースが重合した多糖である. アミロースとセルロースの性質の違いを分子構造 (図を使っても良い) および分子間相互作用の観点から説明せよ.

8) リン脂質が形成する生体膜の基本構造の名称を記せ. また, その構造の形成に関与する主要な相互作用の名称を答えよ.

9) 界面活性剤の臨界ミセル濃度とは何か, 簡潔に説明せよ

1 0) 以下の問に答えよ.

a) クエン酸回路でクエン酸からイソクエン酸が生じる反応は可逆的であり, $\Delta G^{\circ} = 13.3 \text{ kJ/mol}$ である. ΔG° が正の値であるにもかかわらずこの反応が進行する理由を, 50 字程度で記せ.

b) 解糖系では, 最初の反応としてグルコースがリン酸化される. これにより, 解糖系での反応が進みやすくなる. この理由を, 100 字以内で記せ.

1 1) 以下の文章を読んで問いに答えよ.

ラクトースオペロンのオペレーターにリプレッサーが結合しているとき, ラクトースオペロンのプロモーターに RNA ポリメラーゼは結合できない. リプレッサーに が結合すると, B リプレッサーはオペレーターに結合できなくなり, その結果, 転写が開始される.

a) に最も適当な用語を記せ.

b) 下線部 B の理由を 30 字程度で記せ.

1 2) 以下の文を読み問いに答えよ.

トリグリセリドは によりグリセロールと脂肪酸に分解される. 分解された脂肪酸は, B β 酸化により, カルボキシ末端から炭素を 2 原子ずつ として遊離する.

a) と に最も適当な用語を記せ.

b) 下線部 B について, 真核生物において主にこの反応が生じる場所について記せ.

c) 下線部 B について, 1 分子のパルミトイル酸がこの経路で完全酸化される際, 7 回の一連の反応が必要であった. パルミトイル酸の構造式を示せ. また, この 7 回の反応を経て, 1 mol のパルミトイル酸から最終的に が何 mol 生じるかも記せ.

2. 分析化学

次の各問に答えなさい。解答では有効数字に留意し、計算過程も示しなさい。
なお、気体定数を $R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ，ファラデー定数を $F = 9.649 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$ ，
プランク定数を $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$ ，電気素量を $e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$ ，光速を $c = 2.998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ とする。また，Fe，O，H，Na，K，Cl，および Ag の原子量は，
それぞれ 55.85，16.00，1.008，22.99，39.10，35.45，107.9 とする。

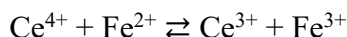
1) 質量百分率 5.0 % の希硝酸水溶液（密度 1.03 g cm^{-3} ）100 mL を調製するには，
質量百分率 70 % の濃硝酸水溶液（密度 1.40 g cm^{-3} ）を何 mL 必要か求めよ。また，
この 5.0 % 希硝酸水溶液のモル濃度を求めよ。

2) 次の水溶液の pH を小数第 2 位まで求めよ。ただし，水のイオン積を $K_w = 1.00 \times 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2}$ とする。

a) $1.00 \times 10^{-2} \text{ M}$ および $1.00 \times 10^{-8} \text{ M}$ の塩酸水溶液について，各々の水溶液
の pH を求めよ。

b) $1.00 \times 10^{-2} \text{ M}$ の酢酸ナトリウム水溶液の pH を求めよ。ただし，酢酸の電
離定数を $K_a = 1.76 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$ とする。また，酢酸ナトリウムは塩なので
完全に電離し，強塩基と弱酸の組み合わせのため $[\text{OH}^-] \gg [\text{H}^+]$ となる。

3) 25°C, 硫酸酸性条件下で 0.100 M の Fe^{2+} 溶液 10 mL を 0.100 M の Ce^{4+} 標準溶液により酸化還元滴定を行った. Ce^{4+} 溶液を (a) 6 mL, (b) 10 mL, (c) 15 mL 滴下したときの溶液の酸化還元電位をそれぞれ求めよ. ただし, この滴定における酸化還元反応は



と表される. また, 25°C における各々の標準酸化還元電位は, $E^{\circ}_{\text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}} = 0.68 \text{ V}$ (1 M H_2SO_4), $E^{\circ}_{\text{Ce}^{4+}, \text{Ce}^{3+}} = 1.44 \text{ V}$ (1 M H_2SO_4) である.

4) NaCl と KCl からなる試料 2.00 g を水に溶かし, 水溶液中の Cl^- が AgCl としてすべて沈殿する十分な量の AgNO_3 溶液を加えたところ, 得られた AgCl の質量は 4.27 g であった. 試料中の NaCl および KCl の含有量 (g) を求めよ.

5) 物質 A の $5.00 \times 10^{-4} \text{ M}$ 水溶液は吸収波長 380 nm において 0.125, 570 nm において 0.775 の吸光度を示す. また, 物質 B の $7.00 \times 10^{-3} \text{ M}$ 水溶液は 380 nm において 0.640, 570 nm において 0.128 の吸光度を示す. 物質 A と B の水溶液を混合して吸光度を測定したところ, 380 nm において 0.298, 570 nm において 0.656 の吸光度であった. このとき, この混合水溶液中の物質 A と B の濃度はそれぞれ何 M か求めよ. ただし, 物質 A と B は反応せず, 希薄溶液のためランベルト・ベールの法則が成り立つものとする.

3. 食品科学

1) スパゲッティはデュラムセモリナといわれる粗挽きした小麦粉に水を混捏してつくる。湿重量基準含水率が 15.0 %のデュラムセモリナ 48.0 kg から乾重量基準含水率が 11.0 %の乾燥スパゲッティ 42.0 kg が製造できた。このとき、以下の問いに答えよ。有効数字 3 桁とし、計算過程も示せ。

- a) 48.0 kg のデュラムセモリナ中の乾き材料の重量を求めよ。
- b) 乾燥中に蒸発した水の重量を求めよ。
- c) 使用した原料のうち製品として回収できた割合（歩留まり）を求めよ。
- d) さらに乾燥させて乾重量基準含水率が 10.0 %の乾燥スパゲッティを作った。この追加の乾燥過程で、乾燥した水の重量を求めよ。なお、追加の乾燥過程により、歩留まりは c) で求めた歩留まりから、さらに 1.00 % 減少するものとせよ。

2) 食品の加熱殺菌に関する次の文章を読み、以下の各問に答えよ。

一定温度での加熱処理による微生物の生存数 N は加熱時間 t とともに減少し、その死滅過程の多くは次の 1 次反応によって表すことができる。

$$dN/dt = -k_d N \quad (1)$$

ここで、 k_d は死滅速度定数 [min^{-1}] である。 $t = 0$ のとき、 $N = N_0$ とすると、加熱時間 t における微生物の生存数 N は

$$N = \boxed{\text{あ}} \quad (2)$$

と表される。したがって、加熱時間に対して微生物の生存数の対数をプロットすると、 $\boxed{\text{い}}$ が得られる。

食品工業では、微生物の死滅速度を表すのに、生存数を 1/10 に減少させるのに必要な時間である $D[\text{min}]$ 値が使われる。 k_d と D の間には次の関係がある。

$$D = \boxed{\text{う}}$$

- a) 空欄 $\boxed{\text{あ}}$ に当てはまる最も適切な式を示せ。

- b) 空欄 と に当てはまる最も適切な式または語句を下の【選択肢】①～⑧の中から選べ.

【選択肢】

- ① 放物線, ② 直線, ③ 指数関数, ④ 反比例の関係, ⑤ $2.30/k_d$,
⑥ $k_d/2.30$, ⑦ $2.30k_d$, ⑧ $1/(2.30 k_d)$

- c) ある微生物を 110°C で加熱したとき, 加熱時間 $t = 32.0 \text{ min}$ のとき, 微生物の生存率 N/N_0 は 1.00×10^{-2} であった.

ア) この微生物の死滅過程に対する D 値を求めよ. 有効数字 3 桁で示せ.

イ) この微生物の死滅過程に対する k_d の値を求めよ. 有効数字 3 桁で示せ.

ウ) この微生物の生存率を 1.00×10^{-6} にするのに要する時間を求めよ. 有効数字 3 桁で示せ.

3) プレート式熱交換器の平板状の流路にスクロース水溶液を 60.0 L min^{-1} の体積流量で流し、 $30.0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ から $80.0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ まで加熱する。スクロース水溶液が流れている流路に接している平板上の流路に入口温度 $95.0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 、出口温度 $60.0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ の温水を、スクロース水溶液と向流に流す。以下の問に答えよ。解答の際には計算過程も記述し、有効数字は3桁とし、単位を付与して、解答せよ。但し、スクロース水溶液と温水との間の隔壁の厚さは 5.00 mm 、熱伝導度は $50.0 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 、そして、管内外の温度境膜の伝熱係数はそれぞれ $2.65 \times 10^3 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ と $3.05 \times 10^3 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ である。なお、スクロース水溶液と温水の密度はそれぞれ $1.20 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ と $1.00 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ とし、比熱はそれぞれ $3.12 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ と $4.18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ とする。なお、その際、熱交換はプレートの隔壁を通してのみ起こり、それ以外の伝熱は無視できるものとする。また、与えられた物性値は熱交換器のすべての位置において変化しないものとする。

- a) 必要な温水の質量流量 W_h を求めよ。
- b) 対数平均温度差を出入り口の温度から算出し、単位 K で解答せよ。
- c) 隔壁の伝熱係数 h_w を算出せよ。
- d) スクロース水溶液と温水との間の総括伝熱係数 U を算出せよ。
- e) 伝熱面積 A を求めよ。

- 4) 長さ 5.00 m, 内径 4.00 cm の円管に密度 $\rho = 1.2 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$, 熱伝導率 $k = 0.500 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$, 比熱 $C_p = 3.20 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$, 粘度 $\mu = 3.00 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ の流体が流れている。以下の問に答えよ。解答の際には計算過程も記述し, 有効数字は3桁まで求めよ。

また, 必要に応じて以下の式を参考にしてよい。

ファニングの式
$$\Delta P = 4f \left(\frac{\rho \bar{u}^2}{2} \right) \left(\frac{L}{D} \right)$$

ハーゲン・ポアゼイユの式 $f = 16/Re$ 層流時の管摩擦係数

ブラシウスの式 $f = 0.0791 \cdot Re^{-0.25}$ 乱流時の管摩擦係数

使用している変数の定義は以下のとおりである。

ΔP : 圧力損失 L : 円管の長さ

D : 円管の内径 $\bar{u}$: 平均流速 f : 管摩擦係数 Re : レイノルズ数

- a) レイノルズ数の式を答え, レイノルズ数が無次元であることを示せ。
- b) 体積流量 $1.00 \times 10^{-2} \text{ L/s}$ の流れの場合, 層流であるか乱流であるかレイノルズ数をもとに答え, この場合に円管で生じている圧力損失を計算せよ。
- c) 体積流量 1.00 L/s の流れの場合, 層流であるか乱流であるかレイノルズ数をもとに答え, この場合に円管で生じている圧力損失を計算せよ。