

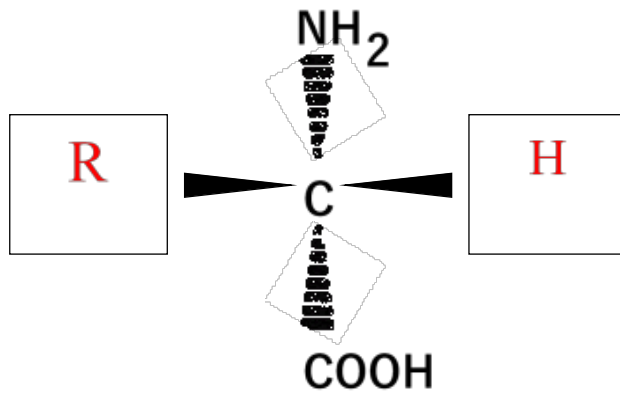
解答例 (1. 生物化学)

1)

a)	タンパク質	糖	脂質	核酸
b)	ATP	c)	セントラルドグマ	
d) 違い	核の有無, 脂質膜で区別された細胞小器官の有無など 「真核生物の細胞は核を持つが, 原核生物の細胞は核を持たない」			
代表的な生物	原核生物	大腸菌、枯草菌など	真核生物	ヒト、酵母など

2)

a)



b)	L 体			
c)	名称	システイン	3 文字表記	Cys

3)

側鎖の構造	名称 (3 文字表記)	側鎖の性質	存在場所
$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ (\text{CH}_2)_4 \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	<u>リシン</u> (Lys)	塩基性	表面
$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	<u>アスパラギン酸</u> (Asp)	酸性	表面

$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} - \text{NH}_2 \\ \\ (\text{CH}_2)_2 \\ \\ \text{H}_2\text{N} - \text{C} - \text{COOH} \\ \\ \text{H} \end{array} $	<u>グルタミン</u> (Gln)	親水性 (中性)	表面
$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_2\text{N} - \text{C} - \text{COOH} \\ \\ \text{H} \end{array} $	<u>アラニン</u> (Ala)	疎水性	内部

4)

・DNA では糖の 2' に水酸基がないのに対して, RNA では水酸基が結合している. (DNA では骨格の糖は 2'-デオキシリボースであるのに対し, RNA ではリボースである.)

・DNA ではチミンを構成塩基として持つが, RNA ではそれに代わってウラシルを含む,

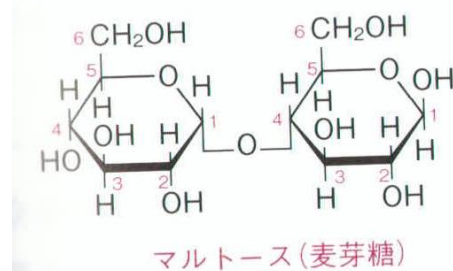
・DNA は二重らせん構造を取るのに対し, RNA は一本鎖として存在する

5)

a)	リン酸ジエステル結合	b)	N-グリコシド結合
c)	5'- CTAGGC -3'		

6)

a)



b)

2 番目の糖の 1 番の C が還元末端となっているので, フェーリング試薬陽性である。

7)

・セルロースはグルコースが $\beta 1 \rightarrow 4$ 結合で多数結合したものであり、直鎖状(平面的)な構造をしているため、鎖同士の水素結合が形成 (分子間の水素結合)されやすく、分解されにくい。セルロースは繊維状になる

・アミロースはグルコースが $\alpha 1 \rightarrow 4$ 結合で多数結合したものであり、分子内の水素結合のため、らせん構造を形成し、分解されやすい。また、水を含んでねばりけのある性状になる。

8)

基本構造の名称	(リン)脂質二重層, 脂質二重膜	相互作用名	疎水性相互作用
---------	------------------	-------	---------

9)

界面活性剤の濃度を上げていった時、単量体に加えて、ミセル（分子集合体、多量体）の形成が始まる濃度。

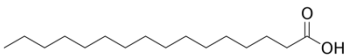
10)

a)	イソクエン酸が、生成するとすぐ消費されてしまうため、クエン酸からイソクエン酸が生成する方向に反応が進む。(48字)
b)	細胞に取り込まれたグルコースがリン酸化されると細胞外へ流出しにくくなり、細胞内の濃度が上昇する。このため、細胞内での解糖系が生じやすくなる。(71字)

11)

a)	誘導物質 あるいは インデューサー
b)	(リプレッサーに誘導物質 (インデューサー) が結合すると)、リプレッサーの構造が変化してオペレーターに結合できなくなるため。(32字)

12)

a)	A	リパーゼ	C	アセチル CoA
b)	ミトコンドリア			
c)	構造式		C のモル数	8 mol

解答例 (2. 分析化学)

1)

x mL の 70%の硝酸を使う

$$1.4 [\text{g}/\text{cm}^3] \times x [\text{cm}^3] \times 0.70 = 1.03 [\text{g}/\text{cm}^3] \times 100 [\text{cm}^3] \times 0.050$$

$$x = 1.03 [\text{g}/\text{cm}^3] \times 100 [\text{cm}^3] \times 0.050 / (1.4 [\text{g}/\text{cm}^3] \times 0.70) = 5.255 \quad \text{答え } 5.3 \text{ mL}$$

まず濃硝酸 1 L 中の溶質(HNO_3)の質量を求める。 $1000 \times 1.03 \times 0.05 = 51.50 \text{ g}$

その物質量は HNO_3 の式量 = 63.0 より $51.5 / 63.0 = 0.817$ 答え: モル濃度は 0.82 mol/L

2)

a)

・ $1.00 \times 10^{-2} \text{ M}$ の場合

$[\text{H}^+] = 1.00 \times 10^{-2} \text{ M}$ より、

$$\text{答え: } \text{pH} = -\log(1.00 \times 10^{-2}) = 2$$

・ $1.00 \times 10^{-8} \text{ M}$ の場合

$$\text{物質収支 } [\text{Cl}^-] = 1.00 \times 10^{-8} \quad (1)$$

$$\text{電気的中性 } [\text{H}^+] = [\text{Cl}^-] + [\text{OH}^-] \quad (2)$$

$$\text{水のイオン積 } K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \quad (3)$$

$$(3) \text{より } [\text{OH}^-] = K_w / [\text{H}^+] \quad (4)$$

$$(1)(4) \text{を}(2) \text{に代入して } [\text{H}^+] = [\text{Cl}^-] + K_w / [\text{H}^+]$$

$$\text{よって } [\text{H}^+]^2 - [\text{Cl}^-][\text{H}^+] - K_w = 0$$

この式の $[\text{Cl}^-]$ と K_w に(1)式と(3)式を代入すると

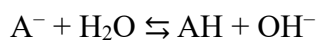
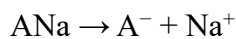
$$[\text{H}^+]^2 - 1.00 \times 10^{-8} [\text{H}^+] - 1.00 \times 10^{-14} = 0$$

となる。したがって、 $[\text{H}^+] = 1.051 \times 10^{-7} \text{ M}$ より、

$$\text{答え: } \text{pH} = -\log(1.051 \times 10^{-7}) = 6.98$$

b)

CH_3COO を A とすると、塩は水溶液中で 100%電離するので



$$C = [\text{AH}] + [\text{A}^-] = 1.00 \times 10^{-2} \quad (1)$$

$$C = [\text{Na}^+] = 1.00 \times 10^{-2} \quad (2)$$

$$[\text{H}^+] + [\text{Na}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{A}^-] \quad (3)$$

$$K_a = [\text{A}^-][\text{H}^+] / [\text{AH}] = 1.76 \times 10^{-5} \quad (4)$$

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \quad (5)$$

このとき、水溶液は塩基性なので、(3)の $[\text{H}^+]$ は無視できる。よって、(2)(3)から

$$[\text{A}^-] = C - [\text{OH}^-] \quad (6)$$

$$C \gg [\text{OH}^-] \text{ なので } [\text{A}^-] = C \quad (7)$$

$$(1) \text{に}(6) \text{を代入して } C = [\text{AH}] + C - [\text{OH}^-]$$

$$\text{よって、} [\text{AH}] = [\text{OH}^-] \quad (8)$$

$$(4) \text{に}(7)(8) \text{を代入して } K_a = C [\text{H}^+] / [\text{OH}^-]$$

$$\text{これに}(5) \text{を代入して } K_a = C [\text{H}^+]^2 / K_w$$

$$\text{より、} [\text{H}^+] = (K_a K_w / C)^{1/2}$$

$$\text{これを解くと } [\text{H}^+] = 4.195 \times 10^{-9} \text{ M}$$

$$\text{答え: } \text{pH} = -\log(4.195 \times 10^{-9}) = 8.38$$

3)

(a) 0.100M Ce^{4+} を 6mL 加える時、 Fe^{3+} と Fe^{2+} の濃度比は

$$[\text{Fe}^{3+}] / [\text{Fe}^{2+}] = 6 / (10 - 6) = 1.5$$

である。この時の酸化還元電位を E_1 とすると、

$$E_1 = 0.68 + 0.059 \times \log 1.5 = 0.69$$

となる。 答え: 酸化還元電位は 0.69 V

(b) 0.100M Ce⁴⁺を 10mL 加える時、

$$(E^\circ_{Fe^{3+},Fe^{2+}} + E^\circ_{Ce^{4+},Ce^{3+}})/2 = (0.68 + 1.44)/2 = 1.06$$

より、答え：酸化還元電位は、1.06 V

(c) 0.100M Ce⁴⁺を 15mL 加える時、 $[Ce^{4+}]/[Ce^{3+}] = (15 - 10)/10 = 0.5$ となる。この時の酸化還元電位を E₂ とすると、

$$E_2 = 1.44 + 0.059 \times \log 0.5 = 1.42$$

となる。答え：酸化還元電位は 1.42 V

4)

NaCl を x (g), KCl を y (g) とする。NaCl と KCl は 2.00 g あるので、

$$x + y = 2.00 \quad (1)$$

NaCl の Cl と KCl の Cl のモル数の和=AgCl のモル数なので、

$$x/58.44 + y/74.55 = 4.27/143.35 \quad (2)$$

(1)式より得られる y=2.00-x を(2)式に代入すると

$$x/58.44 + (2.00 - x)/74.55 = 4.27/143.35$$

$$74.55 \times x - 58.44 \times x = 4.27 \times 58.44 \times 74.55/143.35 - 2.00 \times 58.44$$

$$16.11 \times x = 129.774102 - 116.88$$

$$x = \frac{12.894102}{16.11} = 0.800379$$

$$y = 2.00 - 0.800379 = 1.19962$$

となる。

したがって、NaCl は 0.80 g、KCl は 1.20 g である。

5)

光路長を 1cm とすると、380 nm および 570 nm における物質 A の 5.00×10^{-4} M 水溶液のモル吸光係数をそれぞれ ϵ_{380nm}^A , ϵ_{570nm}^A とすると、

$$\epsilon_{380nm}^A \times 5.00 \times 10^{-4} = 0.125 \quad (3)$$

$$\epsilon_{570nm}^A \times 5.00 \times 10^{-4} = 0.775 \quad (4)$$

である。

(3)式より、380 nm のときの物質 A のモル吸光係数は

$$\epsilon_{380nm}^A = 0.125 / (5.00 \times 10^{-4}) = 250 \quad (5)$$

である。また、(4)式より、570nm のときのモル吸光係数は

$$\epsilon_{570nm}^A = 0.775 / (5.00 \times 10^{-4}) = 1550 \quad (6)$$

である。

同様に、380 nm および 570 nm における物質 B の 7.00×10^{-3} M 水溶液のモル吸光係数をそれぞれ ϵ_{380nm}^B , ϵ_{570nm}^B とすると、

$$\epsilon_{380nm}^B \times 7.00 \times 10^{-3} = 0.640 \quad (7)$$

$$\epsilon_{570nm}^B \times 7.00 \times 10^{-3} = 0.128 \quad (8)$$

である。

(7)式より、380 nm のときの物質 B のモル吸光係数は

$$\epsilon_{380nm}^B = 0.640 / (7.00 \times 10^{-3}) = 91.428 \quad (9)$$

である。また、(8)式より、570nm のときのモル吸光係数は

$$\epsilon_{570nm}^B = 0.128 / (7.00 \times 10^{-3}) = 18.2857 \quad (10)$$

である。

混合水溶液中の物質 A と物質 B の濃度をそれぞれ C_A, C_B M とすると、(5)(6)(9)(10)のモル吸光係数と混合水溶液の 380 nm における吸光度 0.298 と 570 nm における吸光度 0.656 をもちいて

$$C_A \times 250 + C_B \times 91.428 = 0.298 \quad (11)$$

$$C_A \times 1550 + C_B \times 18.2857 = 0.656 \quad (12)$$

(11)式より得られる

$$C_A = (0.298 - C_B \times 91.428)/250 \quad (13)$$

を(12)式へ代入する。

$$(0.298 - C_B \times 91.428) \times 1550/250 + C_B \times 18.2857 = 0.656 \quad (12)$$

より、

$$0.298 \times 6.2 + C_B \times (18.2857 - 6.2 \times 91.428) = 0.656 \quad (12)$$

$$0.298 \times 6.2 + C_B \times (18.2857 - 566.8536) = 0.656$$

$$0.298 \times 6.2 - 0.656 = C_B \times 548.5679$$

より

$$C_B = 1.1916/548.5679 = 2.1722 \times 10^{-3}$$

これを(13)式に代入すると

$$C_A = (0.298 - 2.1722 \times 10^{-3} \times 91.428)/250 = 0.09939996/250 = 3.976 \times 10^{-4}$$

となる。

したがって、物質 A の濃度は 3.98×10^{-4} M、物質 B の濃度は 2.17×10^{-3} M である。

解答例 (3. 食品科学)

1)

a)

湿重量基準含水率 = (水の重量) / (湿り材料の重量) = $W_w / (W_s + W_w)$

$$\text{水の重量 } W_w = 48 \times 0.15 = 7.2 \text{ kg} \quad W_s = 48 - 7.2 = 40.8 \text{ kg}$$

b)

乾重量基準含水率 = (水の重量) / (乾き材料の重量) = W_w / W_s

$$W_w + W_s = 42 \quad W_w / W_s = 0.11$$

$$W_s = 37.838 \text{ kg} \quad W_w = 4.162 \text{ kg}$$

$$\text{蒸発した水の重量 } 7.2 - 4.162 = 3.038 \text{ kg}$$

c)

歩留まり = 無水のスパゲティ重量 / 無水のデュラムセモリナ重量

$$37.838 / 40.8 = 0.9274 \text{ or } 92.74\%$$

d)

歩留まりが 1% 減るので、 $0.9274 - 0.01 = 0.9174$

$$\text{無水のスパゲティ重量} = 0.9174 \times 40.8 = 37.43 \text{ kg}$$

乾重量基準含水率 10% の乾燥スパゲッティ中の水の重量 = $37.43 \times 0.1 = 3.743$

$$4.162 - 3.743 = 0.419 \text{ kg}$$

2)

a)

$$\text{(あ)} \quad \int_{N_0}^N \frac{dN}{N} = \int_0^t -k_d dt \Rightarrow N = N_0 \exp(-k_d t)$$

b)

(い) 直線、または直線関係

$$\text{(う)} \quad N/N_0 = \exp(-k_d t) \Rightarrow \log_{10} \left(\frac{N}{N_0} \right) = \log_{10} e^{-k_d t} = -k_d t \times \log_{10} e = -0.4343 k_d t$$

$$\text{一方、D 値は定義より、} \log_{10} \left(\frac{N}{N_0} \right) = -\frac{t}{D}$$

$$\text{よって、} D = 1/(0.4343 k_d) \text{ or } D = 2.30/k_d$$

c)

ア)

$$t = 8.0 \text{ min のとき、} \log_{10}(0.316) = -0.50$$

$$t = 32.0 \text{ min のとき、} \log_{10}(0.01) = -2.0$$

$$(-0.50 - (-2.0)) / (8.0 - 32.0) = -0.0625 [\text{min}^{-1}] \Rightarrow 16.0 \text{ min}$$

イ)

$$k_d = 2.30/16.0 = 0.144 \text{ [min}^{-1}\text{]}$$

ウ)

生存率を 10^{-6} にするのに要する時間は $6D$ に相当するので、
 $6D = 96.0 \text{ min}$

3)

a)

出入り口の温度および質量流量から全伝熱量 Q を計算する.

$$\rho_c = 1200 \text{ kg/m}^3 = 1.2 \text{ kg/L}$$

$$v_c = 60 \text{ L/min} = 1 \text{ L/s} \rightarrow W_c = \rho_c v_c = 1.2 \text{ kg/L} \times 1 \text{ L/s} = 1.2 \text{ kg/s}$$

$$C_{pc} = 3120 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$$

$$T_{c1} = 30 \text{ }^\circ\text{C} \quad T_{h2} = 80 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q = C_{pc} W_c (T_{c2} - T_{c1}) = 3120 \times 1.2 \times 50 = 187200 \text{ [W]}$$

$Q = 187200 \text{ [W]}$ を満たすように、温水の流量 W_h を決める.

$$C_{ph} = 4180 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)} \quad T_{h1} = 60 \text{ }^\circ\text{C} \quad T_{h2} = 95 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q = 187200 = C_{ph} W_h (T_{h2} - T_{h1}) = 4180 \times 35 \times W_h$$

方程式を解くと $W_h = 1.28 \text{ [kg/s]}$

b)

$$T_{h1} = 60 \text{ }^\circ\text{C} \quad T_{c1} = 30 \text{ }^\circ\text{C} \quad \text{から} \quad \Delta T_1 = 30 \text{ K}$$

$$T_{h2} = 95 \text{ }^\circ\text{C} \quad T_{c2} = 80 \text{ }^\circ\text{C} \quad \text{から} \quad \Delta T_2 = 15 \text{ K}$$

$$\Delta T_{lm} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln(\Delta T_1/\Delta T_2)} = \frac{30 - 15}{\ln(30/15)} = 21.6 \text{ K}$$

c)

$$h_w = \frac{k_s}{d} = \frac{50}{0.005} = 10000 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$$

d)

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_c} + \frac{1}{h_w} + \frac{1}{h_h} = 8.05 \times 10^{-4}$$

$$U = 1242 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

e)

$$UA\Delta T_{lm} = Q \text{ より}$$

$$A = \frac{Q}{U\Delta T_{lm}} = 6.98 \text{ m}^2$$

4)

$$a) Re = \frac{\rho \bar{u} d}{\mu}$$

$$\rightarrow \frac{[kg\ m^{-3}][ms^{-1}][m]}{[Pa \cdot s]} \rightarrow \frac{[kg\ m^{-3}][ms^{-1}][m]}{[kgm^{-1}s^{-2} \cdot s]} \rightarrow \frac{[kg\ m^{-1}s^{-1}]}{[kg\ m^{-1}s^{-1}]} \rightarrow [-]$$

b)

体積流量 $v = 10\ mL/s = 1 \times 10^{-5}\ m^3/s$ 内径 $D = 0.04\ m$ ($R = 0.02\ m$)なので

$$S = \pi R^2 = \pi(0.02)^2 = 1.26 \times 10^{-3}\ m^2$$

$$\bar{u} = \frac{v}{S} = \frac{1 \times 10^{-5}}{1.26 \times 10^{-3}} = 7.94 \times 10^{-3}\ m/s$$

$$Re = \frac{\rho \bar{u} d}{\mu} = \frac{(1200)(7.94 \times 10^{-3})(0.04)}{3 \times 10^{-3}} \cong 127$$

$$\mu = 3 \times 10^{-3}\ Pa \cdot s$$

$$\text{層流なので } f = \frac{16}{Re} = \frac{16}{127} = 0.126$$

$$\Delta P = 4 f \rho \left(\frac{\bar{u}^2}{2}\right) \left(\frac{L}{d}\right) = 4 \times (0.126) \times (1200) \times \left(\frac{(7.94 \times 10^{-3})^2}{2}\right) \times \left(\frac{5}{0.04}\right) = 2.39\ Pa$$

c)

体積流量 $v = 1\ L/s = 1 \times 10^{-3}\ m^3/s$ 内径 $d = 0.04\ m$ ($R = 0.02\ m$)なので

$$S = \pi R^2 = \pi(0.02)^2 = 1.26 \times 10^{-3}\ m^2$$

$$\bar{u} = \frac{v}{S} = \frac{1 \times 10^{-3}}{1.26 \times 10^{-3}} = 0.794\ m/s \quad \mu = 3 \times 10^{-3}\ Pa \cdot s$$

$$Re = \frac{\rho \bar{u} d}{\mu} = \frac{(1200)(0.794)(0.04)}{3 \times 10^{-3}} \cong 12700$$

$$\text{乱流なので } f = 0.0791 Re^{-0.25} = 0.0791 (12700)^{-0.25} = 7.45 \times 10^{-3}$$

$$\Delta P = 4 f \rho \left(\frac{\bar{u}^2}{2}\right) \left(\frac{L}{d}\right) = 4 \times (7.45 \times 10^{-3}) \times (1200) \times \left(\frac{(0.794)^2}{2}\right) \times \left(\frac{5}{0.04}\right) = 1415\ Pa$$