

聖マリアンナ医科大学(後期) 化学

2025年 3月 6日実施

1

- [1] 1) (ア) 雲はエアロゾルの一種であり、分散媒が空気、分散質が水滴の分散系である。(誤)
- (イ) 分散媒が液体の分散系をゾルといい、流動性を持つ。これが流動性を失ったものはゲルという。(正)
- (ウ) デンプンは高分子化合物であり、水中で分子コロイドの状態を取ることがある。(誤)
- (エ) セッケンは多数が集合(会合)することによりコロイドの大きさになった会合コロイドである。このコロイドは球状でありミセルと呼ばれる。(誤)
- (オ) 水酸化鉄(Ⅲ)は水に不溶性の物質であるが、これが微粒子となって分散したものを分散コロイドという。(誤)
- (答)(ア)分散質 (イ)○ (ウ)分子 (エ)会合(またはミセル) (オ)分散
- 2) 疎水コロイドは、コロイド粒子が帯びる電荷による静電反発によって安定している。少量の電解質を加えると、対イオンがコロイド粒子の電荷を中和し、静電反発が弱まるため、粒子どうしが凝集して沈殿する。この現象を凝析という。
- (答)凝析
- 3) (解答例) 親水コロイド溶液に少量の電解質を加えても、自由水がイオンの水和に利用されるだけで、水和水はコロイド粒子に強く引き付けられたままであるため。
- [2] 1) (ア) 溶液のセルシウス温度 [°C] ではなく、絶対温度 [K] に比例する。(誤)
- (イ) 単位体積当たりの溶液に含まれる溶質の物質量、すなわちモル濃度に比例する。(誤)
- (ウ) 浸透圧を Π 、体積を V 、溶質の質量を m 、溶質のモル質量を M 、絶対温度を T とすると、ファンツホッフの法則より次式が成り立つ。(正)

$$\Pi V = \frac{m}{M} RT$$

$$\therefore M = \frac{mRT}{\Pi V}$$

- (エ) 塩酸は強酸、酢酸は弱酸で電離度が異なるため、同じモル濃度であっても浸透圧は異なる。(誤)
- (オ) 浸透圧とは、溶媒が半透膜を通して溶液側に移動するのを阻止するために必要な最小の圧力のことである。(正)
- (答)(ウ)・(オ)

2) 0.9% NaCl 水溶液のモル濃度は

$$\frac{0.9 \text{ g}}{58.5 \text{ g/mol}} \div \frac{100 \text{ g}}{1.0 \times 10^3 \text{ g/L}} = \frac{2}{13} \text{ mol/L}$$

である。NaCl \rightarrow Na⁺ + Cl⁻ の電離に注意して、求める浸透圧はファントホッフの法則より次の通りである。

$$2 \times \frac{2}{13} \text{ mol/L} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \times 310 \text{ K} = 7.91 \times 10^5 \text{ Pa}$$

(答) $7.9 \times 10^5 \text{ Pa}$

3) i) $20 \text{ cm} \times 98 \text{ Pa/cm} = 1.96 \times 10^3 \text{ Pa}$

(答) $2.0 \times 10^3 \text{ Pa}$

【参考】

水溶液の液面差 1 cm が 98 Pa に相当することについて説明する。

水銀の密度を 13.6 g/cm^3 、水溶液の密度を 1.00 g/cm^3 とし、標準大気圧については $1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg}$ の関係がある。高さ 1 cm の水溶液柱が生じる圧力は、断面積が一定の場合、水溶液柱と等しい圧力を生じる水銀柱の高さを考えることで求められる。

水銀の密度が水溶液の 13.6 倍であるため、同じ圧力を生じる水銀柱の高さは、水溶液の高さを $\frac{1}{13.6}$ 倍したものに相当する。したがって、この関係を用いると、圧力は以下のように計算できる。

$$1 \text{ cm} \times \frac{1.00 \text{ g/cm}^3}{13.6 \text{ g/cm}^3} \times \frac{1.013 \times 10^5 \text{ Pa}}{76.0 \text{ cm}} = 98 \text{ Pa}$$

一方、物理の知識を用いると、液体の静水圧 P [Pa] は、密度 ρ [kg/m^3], 重力加速度の大きさ g [m/s^2], 液面差 h [m] を用いて次の式で表される。

$$P = \rho gh$$

これを水溶液に適用すると、

$$P = 1.00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 1 \times 10^{-2} \text{ m} = 98 \text{ Pa}$$

となる。

よって、どちらの方法でも 98 Pa という同じ結果が得られる。

ii) 水溶液の体積は

$$100 \text{ cm}^3 + 1.0 \text{ cm}^2 \times \frac{20 \text{ cm}}{2} = 110 \text{ cm}^3 = 0.110 \text{ L}$$

になっている。ファントホッフの法則より薬剤のモル質量は次のようになる。

$$\frac{1.0 \text{ g} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \times 310 \text{ K}}{1.96 \times 10^3 \text{ Pa} \times 0.110 \text{ L}} = 1.19 \times 10^4 \text{ g/mol}$$

(答) 1.2×10^4

iii) 浸透圧はファントホッフの法則より

$$\frac{12 \text{ g}}{1.19 \times 10^4 \text{ g/mol}} \times \frac{1}{0.010 \text{ L}} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \times 310 \text{ K} = 2.59 \times 10^5 \text{ Pa}$$

と求められるが、次のように比例計算した方がより容易である。

$$1.96 \times 10^3 \text{ Pa} \times \frac{110 \text{ mL}}{10 \text{ mL}} \times \frac{12 \text{ g}}{1.0 \text{ g}} = 2.58 \times 10^5 \text{ Pa}$$

また、等張にするために必要なグルコースの質量を $x \text{ g}$ とすると、溶質粒子の全物質量について次式が成立する。なお、問題文に温度は明示されていないが、文脈から 37°C であると判断した。

$$\frac{12 \text{ g}}{1.19 \times 10^4 \text{ g/mol}} + \frac{x \text{ g}}{180 \text{ g/mol}} = 2 \times \frac{2}{13} \text{ mol/L} \times 0.010 \text{ L}$$

$$\therefore x \text{ g} = 0.372 \text{ g}$$

(答) 浸透圧: $2.6 \times 10^5 \text{ Pa}$, 質量: 0.37 g

- [3] 1) (答) 逆浸透
2) (答) 現象の名称: 拡散, 運動の名称: 熱運動

2

[1] 1) タンパク質の変性とは、加熱や pH の変化、アルコールや重金属イオンなどによって不可逆的に立体構造が崩れることを指す。一方、変性を含む要因によって酵素などの生体機能が失われることを失活という。ただし、変性が起きても機能が維持される場合があり、その場合は失活とは呼ばない。本問では、生体機能の喪失に言及する必要はないと考えられる。

(答) 熱, pH の変化, 化学物質などにより不可逆的に立体構造が崩れること。

2) タンパク質中に硫黄が含まれるかを調べるには、タンパク質を水酸化ナトリウム NaOH とともに加熱し、含まれる硫黄を硫化物イオン S^{2-} に変える。この溶液に酢酸鉛(II)水溶液を加えると、 S^{2-} と Pb^{2+} が反応して黒色の硫化鉛 PbS が沈殿する。この黒色沈殿の生成によって、タンパク質に硫黄が含まれていることを確認できる。

(答) 化学式: PbS, 元素の名称: 硫黄

3) キサントプロテイン反応では、ベンゼン環を持つタンパク質(芳香族アミノ酸)の存在を確認できる。まず、濃硝酸を加えて加熱することで芳香環がニトロ化され、黄色に変化する。次に、冷却後にアンモニア水を加えると、アルカリ性となりニトロ化合物が橙黄色に変化する。

i) (答) 化合物①: (キ), 化合物③: (ア)

ii) (答) (ケ)

iii) (答) (ト)

- 4) タンパク質やペプチド中のペプチド結合 $-\text{CO}-\text{NH}-$ が、銅イオン Cu^{2+} と配位結合し、錯体を形成することで呈色する。この錯体は赤紫色を示し、タンパク質やペプチドの存在を確認することができる。この反応をビウレット反応という。これは2つ以上のペプチド結合を持つ化合物に特有のものである。

(答) 反応の名称: ビウレット反応, タンパク質中の構造: (テ), 色: (シ)

- [2] 1) 弱塩基由来の塩に強塩基を加えると、弱塩基の遊離が起こる。

(答) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow 2\text{NH}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

- 2) 求めるモル濃度を $x \text{ mol/L}$ とする。

$$x \text{ mol/L} \times 20 \text{ mL} \times 2 \text{ 価} = 0.050 \text{ mol/L} \times 12 \text{ mL} \times 1 \text{ 価}$$

$$\therefore x \text{ mol/L} = 0.015 \text{ mol/L}$$

(答) 0.015 mol/L

- 3) 発生した NH_3 の物質量は

$$(0.020 - 0.015) \text{ mol/L} \times 20 \text{ mL} \times \frac{2}{1} = 0.20 \text{ mmol}$$

なので、求める体積は状態方程式より次のようになる。

$$\frac{0.20 \text{ mmol} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \times 273 \text{ K}}{1.0 \times 10^5 \text{ Pa}} = 4.53 \text{ mL}$$

(答) 4.5 mL

- 4) タンパク質中に含まれる N 原子の物質量と、実験で発生した NH_3 分子の物質量は等しい。よって、求める N の質量は次のようになる。

$$0.20 \text{ mmol} \times 1 \times 14.0 \text{ g/mol} = 2.8 \text{ mg}$$

(答) 2.8 mg

【講評】

2025年度の聖マリアンナ医科大学医学部後期試験では、直近の傾向から大きく変化し、数年前の出題形式に回帰した。計算問題や論述問題の比重が増加し、基礎知識の定着だけでなく、思考力や論理的な記述力が求められる内容となっている。特に、浸透圧やタンパク質が目立ち、中和滴定や分子量の計算など、公式の適用力を問う問題が出題された。また、論述問題の記述量が増え、説明の正確さと簡潔さが要求される。記述量の増加や計算問題の難化を考慮し、目標得点率は65%としたい。

本解答速報の内容に関するお問合せは



医学部専門予備校
YMS

☎ 03-3370-0410 <https://yms.ne.jp/>
東京都渋谷区代々木 1-37-14

医学部進学予備校

メビオ

☎ 0120-146-156
<https://www.mebio.co.jp/>

医学部専門予備校

英進館メビオ 福岡校

☎ 0120-192-215
<https://www.mebio-eishinkan.com/>

メルマガ登録または LINE 友だち追加で全科目を閲覧

メルマガ登録



LINE 登録

