

化 学

[注意] 気体定数と原子量は次の値を用いよ。また、元素記号はブロック体を用いること。

気体定数 $R=8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$

原子量 $\text{H}=1.00 \quad \text{C}=12.0 \quad \text{N}=14.0 \quad \text{O}=16.0 \quad \text{Na}=23.0 \quad \text{Cl}=35.5$

1 問いに答えよ。

[1] 直径が $10^{-9} \sim 10^{-7} \text{ m}$ 程度で典型的な分子やイオンよりも大きい粒子が、ほかの物質に均一に分散しているものをコロイドといい、分散している粒子をコロイド粒子という。コロイドは、コロイド粒子の構造や水分子との親和性などによってさまざまな種類に分類することができる。(a) 疎水コロイドの溶液に少量の電解質溶液を加えるとコロイド粒子の沈殿が生じるが、(b) 親水コロイドの溶液に少量の電解質溶液を加えても沈殿を生じない。

1) コロイドに関する記述 (ア) ~ (オ) について、下線部が正しいものには丸 (○) を、間違っているものには正しい用語をそれぞれ記せ。ただし、「親水」および「疎水」という用語は使用しないこと。

(ア) 雲は水滴が分散媒のコロイドである。

(イ) 分散媒が液体のコロイドをゾルという。

(ウ) デンプン水溶液は会合コロイドである。

(エ) セッケン水中でセッケン分子が形成するコロイドは分子コロイドである。

(オ) 水酸化鉄(III)水溶液中で水酸化鉄(III)が形成するコロイドはミセルコロイドである。

2) 下線部(a)で観察される現象の名称を記せ。

3) 下線部(b)で沈殿を生じない理由を 2 行で記せ。

〔2〕ヒトの体液と浸透圧が等しい溶液を等張液とよび、注射に用いられる薬液や点眼薬は等張になるように調製されている。溶質と溶媒は蒸発しないものとし、有効数字は2桁で答えよ。

1) 希薄溶液の浸透圧に関する記述として正しいものを、次の(ア)～(オ)から二つ選び記号で記せ。

(ア) 溶液のセルシウス温度に比例する。

(イ) 単位体積あたりの溶媒に含まれる溶質の質量に比例する。

(ウ) ファントホッフの法則を用いて分子量の測定に利用できる。

(エ) 同じ環境下でモル濃度が等しい塩酸と酢酸溶液の浸透圧は等しい。

(オ) 溶媒と溶液を半透膜で仕切るとき、浸透圧とは溶媒の溶液側への浸透を防ぐのに必要な圧力である。

2) 0.9% NaCl 水溶液の浸透圧は等張液と等しい。等張液 (37°C) の浸透圧 [Pa] を求めよ。
ただし、この NaCl 水溶液の密度は 1.0 g/mL とし、NaCl は完全に電離しているものとする。

3) ある薬剤 1.0 g に水を加えて 100 mL とし、水のみを浸透する半透膜で仕切られた断面積 1.0 cm^2 の U 字管の一方に加えた。U 字管のもう一方に等量の純水を加えて 37°C で放置したところ、溶液側の液面が上昇し、^(c) 両液面の差が 20 cm になって停止した (図 1)。水溶液 1 cm の示す圧力を 98 Pa であるものとして次の問いに答えよ。ただし、薬剤はすべて水に溶解し、薬剤とグルコースは水溶液中で電離しないものとする。また、水溶液の体積はグルコースを加えても変化しない。

i) 下線部(c)のときの溶液の浸透圧 [Pa] を求めよ。

ii) この薬剤の分子量を求めよ。

iii) この薬剤 12 g に水を加えて 10 mL とした。この溶液の浸透圧を求めよ。また、この溶液を等張にするためにはグルコース (分子量 180) を何 g 加える必要があるか求めよ。

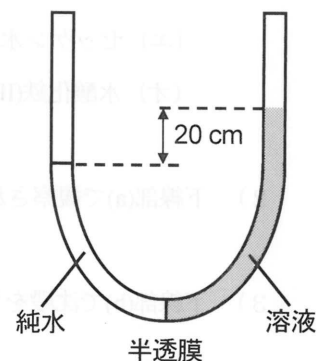


図 1

〔3〕腎臓の機能が低下すると血液中の尿素などの老廃物を除去できなくなるため、透析療法とよばれる治療が必要になる。透析療法には血液透析と腹膜透析の2種類の方法がある。前者は (d) 血液を透析器のなかで浸透圧以上の圧力を加え、半透膜を介して透析液と呼ばれる溶液に老廃物を浸透させて除去する方法である。後者は腹腔とよばれる身体内部の空間に半透膜でできた袋（透析バッグ）をあらかじめ入れておき、(e) 袋のなかの透析液に老廃物を浸透させて除去する方法である。透析療法で用いられる半透膜は、水や老廃物は浸透させるがタンパク質などの大きな分子は浸透させないものが用いられている。

- 1) 下線部(d)の、圧力を加えることによって溶媒分子が通常とは逆向きに浸透する現象の名称を記せ。
- 2) 下線部(e)では、老廃物は圧力によらず自然に散らばることにより透析バッグに浸透している。この現象の名称と、この現象を起こす分子の運動の名称をそれぞれ記せ。

2 問いに答えよ。

〔1〕単純タンパク質の水溶液を用いて実験 1～4 を行った。

実験 1・・・操作 1：沸騰石を入れ、穏やかに加熱した。

結果 1：タンパク質水溶液が白濁した。

実験 2・・・操作 2：水酸化ナトリウム NaOH を加えて熱した後、酢酸鉛(II) $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ 水溶液を加えた。

結果 2：黒色沈殿が生じた。

実験 3・・・操作 3－1：化合物①を加えて熱した。

結果 3－1：溶液が色②を呈した。

操作 3－2：結果 3－1 が得られた水溶液を放冷後、化合物③を加えた。

結果 3－2：溶液が橙黄色に変化した。

実験 4・・・操作 4： NaOH 水溶液を加えて塩基性にした後、薄い硫酸銅(II) CuSO_4 水溶液を少量加えた。

結果 4：溶液が呈色した。

【選択肢】(ア) アンモニア水 (イ) エタノール (ウ) 塩化ナトリウム (エ) 希塩酸
(オ) 炭酸 (カ) ニンヒドリン (キ) 濃硝酸 (ク) 淡桃色
(ケ) 黄色 (コ) 緑色 (サ) 青色 (シ) 赤紫色
(ス) 黒色 (セ) 白色 (ソ) 無色 (タ) アミノ基
(チ) カルボキシ基 (ツ) チオール基 (テ) ペプチド結合 (ト) ベンゼン環

1) 結果 1 はタンパク質が変性したためである。タンパク質の変性とは何か、1 行で説明せよ。

2) 結果 2 で得られた黒色沈殿を化学式で示せ。また、このタンパク質に含まれる、黒色沈殿の原因となる元素の名称を漢字で記せ。

- 3) 実験3で起こる一連の反応を「キサントプロテイン反応」という。
- i) 操作3-1および操作3-2で加えた化合物①および③にあてはまるものを選択肢から選び、それぞれ記号で記せ。
 - ii) 結果3-1において溶液が呈した色②を選択肢から選び、記号で記せ。
 - iii) 操作3-1では、タンパク質を構成するアミノ酸のどの構造に置換反応が起こったか。選択肢から選び、記号で記せ。
- 4) 結果4が得られる反応の名称を記せ。また、この反応において、 Cu^{2+} が配位結合するタンパク質中の構造および呈する色を選択肢から選び、それぞれ記号で記せ。

[2] タンパク質に濃硫酸 H_2SO_4 と触媒を加えて煮沸すると、タンパク質中の窒素 **N** はすべて硫酸アンモニウム $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ に変化する。(a) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ に強塩基である NaOH を充分量加えて溶液を塩基性にした後に加熱すると、弱塩基であるアンモニア NH_3 が気体となって遊離する。

ある質量 [mg] の単純タンパク質について上記の反応を行い、タンパク質に含まれる **N** をすべて $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ とした。これに NaOH 水溶液を加えて加熱し、(b) 発生した NH_3 を 0.020 mol/L の H_2SO_4 20 mL にすべて吸収させた。 その後、(c) 未反応の H_2SO_4 水溶液を 0.050 mol/L の NaOH 水溶液で滴定したところ、中和点までに 12 mL を要した。 以下の問いに答えよ。ただし、 NH_3 の吸収で H_2SO_4 の体積は変化しないものとし、有効数字は2桁で答えよ。

- 1) 下線部(a)を化学反応式で表せ。
- 2) 下線部(c)のモル濃度 [mol/L] を求めよ。
- 3) 下線部(b)で発生した NH_3 の、 0°C 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ における体積 [mL] を求めよ。
- 4) このタンパク質に含まれる **N** の質量 [mg] を求めよ。

以 上