

次の文を読み、問1~3に答えよ。ただし、答えに端数のあるときは、四捨五入して小数第1位まで求めよ。

純水は1 atmにおいて100℃で沸騰するが、ブドウ糖などの不揮発性物質を溶かすとその水溶液の沸点は100℃よりも高くなる。この現象をア[]とよぶ。一方、純水は0℃で凍るが、ブドウ糖などの物質を溶かすと凍る温度は0℃以下になるが、この現象をイ[]とよぶ。不揮発性の非電解質溶液の場合、[ア]および[イ]の値の大きさは、ウ[]の種類に無関係であり、溶液のエ[]に比例する。例えば、水のモル[イ]度は、1.86である。

デンプンやタンパク質などの高分子の水溶液と純水をセロハン膜で仕切ると、これら高分子はセロハン膜を通り抜けることができないが、水分子はセロハン膜を通して高分子水溶液中に拡散していく。セロハン膜のように溶媒分子を通すが溶質分子を通さない膜をオ[]とよぶ。一般に、[オ]を隔てて溶液と純溶媒が接しているとき、純溶媒の拡散を阻止するために加えなければならない圧力を溶液の浸透圧とよぶ。非電解質のうすい溶液V[mL]中に、n[mol]の非電解質が溶けている溶質の浸透圧p[atm]は、絶対温度T[K]のとき、
$$p = \frac{nRT}{V}$$
式で表される。したがって、浸透圧は、溶液の温度や濃度が高いほど大きくなる。また、分子量がMである溶質w[g]がV[mL]の溶液に溶解しているとき、この溶質の分子量Mは、
$$M = \frac{w}{n}$$
式で表される。

問1 文中の[ア]~[キ]に最も適切な語句または式を記せ。

問2 (1) 人間の正常な血液は、 -0.55°C で氷結する。人間の体温(37°C)における血液の浸透圧は何atmか。ただし、血液1l中の水は1kgとし、気体定数は、 $0.082\text{ l}\cdot\text{atm}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ とする。 []atm

(2) 人間の正常な血液の浸透圧の値と同じ浸透圧を示すブドウ糖($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)水溶液1lをつくるには何gのブドウ糖が必要か。H=1.0, C=12.0, O=16.0 []g

問3 (1) ある非電解質の医薬品(A)5.0gを含む1.0lの水溶液が、 27°C で[オ]を隔てて水と接触している。この場合、水が溶液中に浸透せずに平衡にあるためには、0.5 atmの圧力が必要であった。この医薬品(A)の分子量を計算せよ。 []

(2) この医薬品(A)12.3gと塩化ナトリウム11.7gを水に溶かして1lとした。そのとき、この水溶液の浸透圧は、 37°C で10 atmを示した。この塩化ナトリウム水溶液の電離度(%)を計算せよ。Na=23.0, Cl=35.5 []

解答

- 問 1 (ア) 沸点上昇 (イ) 凝固点降下 (ウ) 溶質 (エ) 質量モル濃度
(オ) 半透膜 (カ) $\frac{1000nRT}{V}$ (キ) $\frac{1000wRT}{pV}$
- 問 2 (1) 7.5 atm (2) 53.2 g 問 3 (1) 246 (2) 71.7

解説

問 1 溶液 v [l] 中に溶質 n [mol] を含む溶液の T [K] における浸透圧 Π [atm] は、次式で表される。 $\Pi v = nRT$ (R は気体定数)

$$(カ) \quad p \times \frac{V}{1000} = nRT \quad p = \frac{1000nRT}{V}$$

$$(キ) \quad n = \frac{w}{M} \text{ であるから}$$

$$p \times \frac{V}{1000} = \frac{w}{M} RT \quad M = \frac{1000wRT}{pV}$$

問 2 (1) 凝固点について $\Delta t = K_f m$ より $0.55 = 1.86 m \dots\dots ①$

浸透圧について $\Pi V = nRT$ より $p \times 1 = m \times 0.082 \times 310 \dots\dots ②$

$$①, ② \text{ より } p = \frac{0.55}{1.86} \times 0.082 \times 310 = 7.52 \div 7.5 \text{ (atm)}$$

$$(2) \quad m = \frac{0.55}{1.86} = \frac{w}{180} \quad w = 53.23 \div 53.2 \text{ (g)}$$

問 3 (1) $0.5 \times 1.0 = \frac{5.0}{M} \times 0.082 \times 300$
 $M = 246$

(2) 電離度を α とすると

$$10 \times 1 = \left\{ \frac{12.3}{246} + \frac{11.7}{58.5} (1 + \alpha) \right\} \times 0.082 \times 310$$

$$1 + \alpha = 1.7170 \quad \alpha = 0.7170 \div 0.717$$