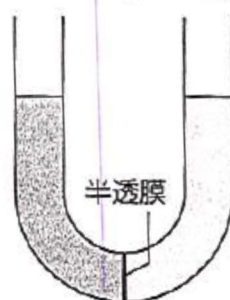


244. 浸透圧 図のような断面積 1.0cm^2 の U 字管の中央に水分子だけを通す半透膜をおき、左側に 1.34g のデンプンを含む水溶液 10.0mL 、右側に液面の高さが同じになるように純水を入れた。温度 300K で十分な時間放置したところ、液面の高さの差が 6.8cm になった。大気圧は $1.00 \times 10^5\text{Pa}$ 、デンプン水溶液の密度は常に 1.0g/cm^3 とする。

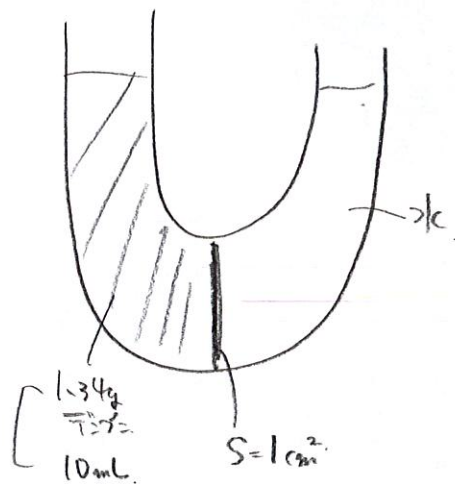


- (1) 液面が上昇するのは、U字管の左右どちら側か。
- (2) 十分に時間が経過したのちのデンプン水溶液の浸透圧は何 Pa か。ただし、 $1.00 \times 10^5\text{Pa}$ は 76.0cm の水銀柱による圧力と等しく、水銀の密度は 13.5g/cm^3 である。
- (3) 十分に時間が経過したのちの、デンプン水溶液の体積は何 mL か。
- (4) このデンプンのモル質量は、何 g/mol になるか。
- (5) 溶液の温度を高くすると、左右どちらの液面が上昇するか。 (佐賀大 改)

(原子量) $\text{H}=1.0$ $\text{C}=12$ $\text{O}=16$ $\text{Na}=23$ $\text{S}=32$ $\text{Cl}=35.5$

244

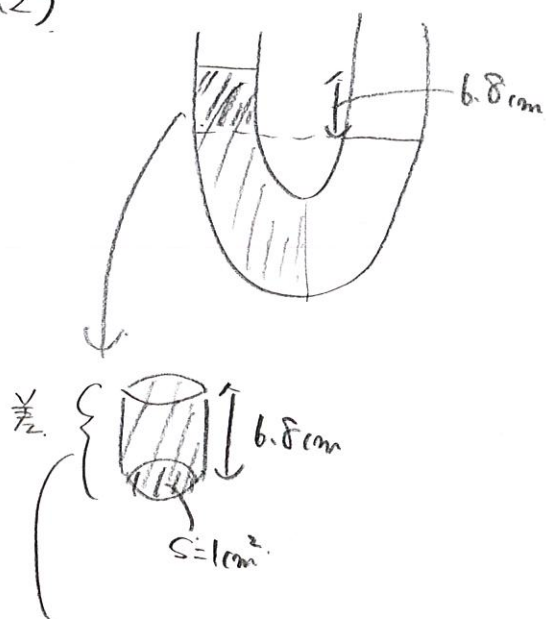
300h



2100 1g/cm³

(1) 左

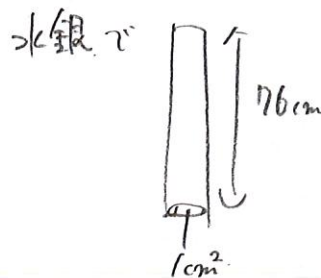
(2)



この重さは

2100 1g/cm³ × 1 × 6.8 = 6.8 [g]

1atmの重さは



2100 1g/cm³ × 1 × 76 = 13.5 × 76 [g]

7711
水銀

1atmの重さは

1atm
1 × 10⁵ [Pa] : 13.5 × 76 [Pa] = x [Pa] : 6.8 [Pa]

13.5 × 76 × x = 6.8 × 10⁵

x = $\frac{6.8 \times 10^5}{13.5 \times 76}$

= $\frac{17 \times 10^5}{135 \times 19}$

(242.9)

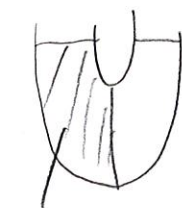
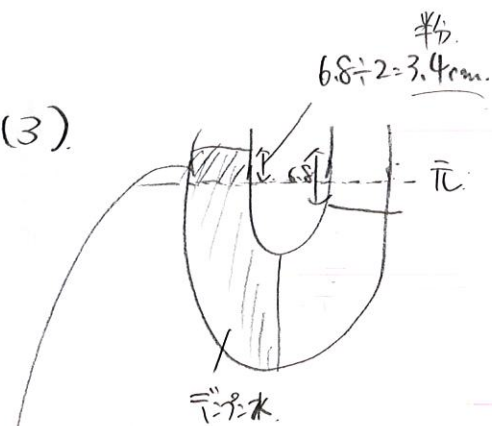
= 0.006627 × 10⁵

= 662.7

= 6.63 × 10² [Pa]

2.

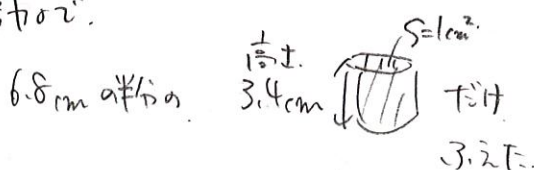
(3)



T=20°C

右は 10 mL T=20°C

追加



$$3.4 \times 1 = 3.4 \text{ cm}^3$$

↓

3.4 mL

T=20°C

$$10 + 3.4 = 13.4 \text{ (mL)}$$

(4)

$$\text{モル質量は} \left\{ \begin{array}{l} \text{おろの} \\ \text{mol} \\ \text{おろの} \\ \text{kg} \end{array} \right\}$$

T=20°C 1.34g

T=20°C の物質は 書かずにいい

$$\text{PV} \equiv nRT \quad \text{エツガウ}$$

$$h = \frac{m}{M} \quad \text{f11}$$

$$PV = \frac{m}{M} RT$$

↓ ↓

$$\frac{6.63 \times 10^2 \times (13.4)}{(Pa) (10^3) (L)} = \frac{1.34}{M} - 8.3 \times 10^3 \cdot 300$$

$$M = \frac{1.34 \cdot 8.3 \times 10^3 \cdot 300 \cdot 10^3}{6.63 \times 10^2 \cdot 13.4}$$

$$= \frac{134 \times 10^2 \cdot 8.3 \times 10^3 \cdot 300 \cdot 10^3}{663 \cdot 134 \times 10^1}$$

$$= \frac{3 \times 83 \times 10^1 \times 10^3 \times 10^3 \times 10^3 \times 10^1}{663}$$

$$= \frac{83}{221} \times 10^{5+1}$$

$$\approx 0.3755 \times 10^{5+1}$$

$$\approx 3.755 \times 10^{1+5+1}$$

$$\approx 3.76 \times 10^5 \text{ (g/mol)}$$

(5)

$$PV = nRT$$

T が up すれば P も up する

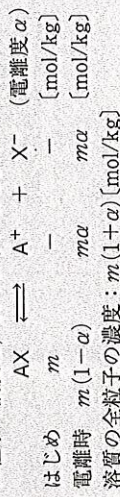
つまり T=20°C の LHe が 上がると n が上がる

↓

T が上がる!!

Check!! 電離度 α の電解質水溶液の濃度

質量モル濃度 m [mol/kg], 電離度 α の電解質 AX の水溶液の溶質の粒子の濃度は、次のようになる。



243. 浸透圧

【解答】 (1) 52% (2) 87%

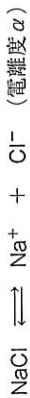
【解説】 (1) グルコースの物質量は、 $IV = nRT$ から、

$$n = \frac{IV}{RT} = \frac{7.4 \times 10^5 \text{ Pa} \times 1.0 \text{ L}}{8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}) \times (273 + 37) \text{ K}} = 0.287 \text{ mol}$$

グルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ のモル質量は 180 g/mol なので、

$$180 \text{ g/mol} \times 0.287 \text{ mol} = 51.6 \text{ g}$$

(2) 塩化ナトリウム^①NaClの物質量を n [mol], 電離度を α とすると、水溶液中の各粒子の物質量は、それぞれ次のようになる。



はじめ n $-$ $-$ [mol]

電離時 $n(1-\alpha)$ $n\alpha$ $n\alpha$ [mol]

したがって、水溶液中の粒子の総物質量は、

$$n(1-\alpha) [\text{mol}] + n\alpha [\text{mol}] + n\alpha [\text{mol}] = n(1+\alpha) [\text{mol}]$$

ここで、NaClのモル質量は 58.5 g/mol なので、その 9.0 g の物質量は、 $n = 9.0 / 58.5 [\text{mol}]$ であり、電離によって粒子の濃度は $(1+\alpha)$ 倍になっている。また、NaClを水に溶かして 1.0 L にした溶液がヒトの血液と同じ浸透圧を示すので、 $IV = nRT$ から、次式が成り立つ。

$$n = \frac{IV}{RT} = \frac{9.0}{58.5} (1+\alpha) [\text{mol}] = \frac{7.4 \times 10^5 \text{ Pa} \times 1.0 \text{ L}}{8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}) \times (273 + 37) \text{ K}} \quad \textcircled{1}$$

$$\frac{9.0}{58.5} (1+\alpha) [\text{mol}] = 0.287 \text{ mol} \quad \alpha = 0.865$$

【別解】 $IV = nRT$ から、同温、同体積で同じ浸透圧、すなわち Π , V , T が同じ溶液どうしの粒子の物質量 n は等しくなる。したがって、塩化ナトリウム水溶液中の粒子の物質量は、(1)で求めたグルコースの物質量に等しく、次式が成り立つ。

$$\frac{9.0}{58.5} (1+\alpha) [\text{mol}] = 0.287 \text{ mol} \quad \alpha = 0.865$$

【補足】 塩化ナトリウム NaCl は、水溶液中ではほぼ完全に電離しているが、(2)の解答からは、87%しか電離していないことになる。これは、次のように説明される。

非常に希薄な水溶液では、ナトリウムイオン Na^+ や塩化物イオン Cl^- はほとんど出会うことなく、自由に動くことができる。しかし、濃度が濃くなると、 Na^+ と Cl^- が近づくことが多くなり、静電気力によって互いに引き合うため、自由に動けなくなる。このため、見かけ上、粒子の数が減少したようになり、NaClの電離度が1よりも小さくなる。

244. 浸透圧

【解答】 (1) 左 (2) $6.6 \times 10^2 \text{ Pa}$ (3) 13.4 mL (4) $3.8 \times 10^5 \text{ g/mol}$ (5) 左

【解説】 (1) 半透膜を通して、溶媒(水)側から溶液(デンプン水溶液)側に向かって溶媒分子が移動するので、左側の液面が上昇する。

(2) $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ は、 76.0 cm の水銀柱(密度 13.5 g/cm^3) による圧力に相当する。このとき、単位面積あたりの質量は、 $13.5 \text{ g/cm}^3 \times 76.0 \text{ cm} = 1026 \text{ g/cm}^2$ となる。一方、 6.8 cm の液柱(密度 1.0 g/cm^3) の単位面積あたりの質量は $1.0 \text{ g/cm}^3 \times 6.8 \text{ cm} = 6.8 \text{ g/cm}^2$ である^①。したがって、浸透圧 Π [Pa] は、次のように求められる。

$$\Pi = 1.00 \times 10^5 \text{ Pa} \times \frac{6.8}{1026} = 6.62 \times 10^2 \text{ Pa}$$

(3) 液面の高さの差が 6.8 cm となるには、図のように、その半分の 3.4 cm の高さに相当する $1.0 \text{ cm}^2 \times 3.4 \text{ cm} = 3.4 \text{ cm}^3 = 3.4 \text{ mL}$ の水が移動すればよい。したがって、求める体積は、

$$10.0 \text{ mL} + 3.4 \text{ mL} = 13.4 \text{ mL}$$

(4) デンプンのモル質量を M [g/mol] とすると、水の移動が終了したのちのデンプン水溶液のモル濃度 c [mol/L] は、体積が $13.4 \text{ mL} = 13.4 \times 10^{-3} \text{ L}$ なので、

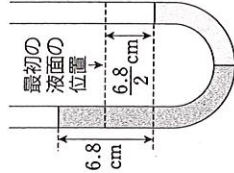
$$c = \frac{1.34 \text{ g}}{13.4 \times 10^{-3} \text{ L}} = \frac{1.00 \times 10^2}{M} \text{ [mol/L]}$$

ここで、(2)で求めた浸透圧 $6.62 \times 10^2 \text{ Pa}$ を用いると、 $\Pi = cRT$ から、

$$6.62 \times 10^2 \text{ Pa} = \frac{1.00 \times 10^2}{M} \text{ [mol/L]} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}) \times 300 \text{ K}$$

$$M = 3.76 \times 10^5 \text{ g/mol} \quad \textcircled{2}$$

(5) $\Pi = cRT$ から、温度 T が高くなると、浸透圧 Π は大きくなることがかかる。したがって、温度が高くなると、液面差が大きくなり、左側の液面が上昇する。



第三章 物質の状態

① g/cm^2 は単位面積あたりに加わる質量を示しており、圧力と比例関係にある。液柱の質量から求めた圧力を浸透圧とする。

② デンプンの分子式は $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ で表され、そのモル質量は $162n$ [g/mol] となるので、重合度 n は次のように求められる。

$$n = \frac{3.76 \times 10^5}{162} = 2.32 \times 10^3$$