

基础化学

练习册

目 录

第一篇 各章练习

第一章	绪论	(1)
	教学要求	(1)
	习题解答	(1)
第二章	稀溶液的依数性	(4)
	教学要求	(4)
	难题解析	(4)
	习题解答	(4)
	本章练习	(8)
第三章	电解质溶液	(12)
	教学要求	(12)
	难题解析	(12)
	习题解答	(14)
	本章练习	(20)
第四章	缓冲溶液	(23)
	教学要求	(23)
	难题解析	(23)
	习题解答	(24)
	本章练习	(29)
第七章	化学反应速率	(33)
	教学要求	(33)
	难题解析	(33)
	习题解答	(33)
	本章练习	(37)
第八章	氧化还原与电极电位	(42)

教学要求	(42)
难题解析	(42)
习题解答	(44)
本章练习	(48)
第九章 原子结构和元素周期律	(54)
教学要求	(54)
难题解析	(54)
习题解答	(55)
本章练习	(57)
第十章 共价键与分子间力	(60)
教学要求	(60)
难题解析	(60)
习题解答	(61)
本章练习	(69)
第十一章 配位平衡	(73)
教学要求	(73)
难题解析	(73)
习题解答	(74)
本章练习	(84)

第二篇 综合练习

综合练习一	(90)
综合练习二	(98)
综合练习三	(104)
综合练习四	(110)
综合练习五	(118)
综合练习六	(124)
综合练习七	(129)

第一篇 各章练习

第一章 绪论

【教学要求】

- 1、理解化学的基本涵义、基本作用，理解化学的中心作用；
- 2、了解化学与医学的关系；
- 3、了解基础化学的主要内容和学习的一般规律。
- 4、熟悉我国的法定计量单位
- 5、掌握几种重要的组成标度表示方法和有关计算

【习题解答】

1、(略)

2、(略)

3、

$$n(\text{NaOH}) = \frac{0.010 \text{ kg}}{(23.0 + 16.0 = 1.00) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}}$$

$$n\left(\frac{1}{2}\text{Ca}^{2+}\right) = \frac{0.100 \text{ kg}}{\frac{1}{2} \times 40.08 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}}$$

$$= 4.99 \text{ mol}$$

$$n\left(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3\right) = \frac{0.100 \text{ kg}}{\frac{1}{2} \times (2 \times 22.99 + 12.01 + 3 \times 16.00) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}}$$

$$= 1.98 \text{ mol}$$

4、
$$n(\text{ZnCl}_2) = \frac{350 \text{ g}}{(65.39 + 2 \times 35.45) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2.57 \text{ mol}$$

$$c(\text{ZnCl}_2) = \frac{2.57 \text{ mol}}{739.5 \text{ mL}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 3.48 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$b(\text{ZnCl}_2) = \frac{2.57 \text{ mol}}{650 \text{ g}} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 3.95 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$$

5、
$$c(\text{K}^+) = \frac{20 \times 10^{-3} \text{ g}}{39.1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{100 \text{ L} \times 1 \text{ L}} \times \frac{1000 \text{ mmol}}{1 \text{ mol}}$$

$$= 5.1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$c(\text{Cl}^-) = \frac{366 \times 10^{-3} \text{ g}}{35.45 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{100 \text{ L} \times 1 \text{ L}} \times \frac{1000 \text{ mmol}}{1 \text{ mol}}$$

$$= 103 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

6、设称取含结晶水的葡萄糖 ($C_6H_{12}O_6 \cdot H_2O$) mg,

$$\rho(C_6H_{12}O_6 \cdot H_2O) =$$

$$m \times \frac{(6 \times 12.0 + 12 \times 1.01 + 6 \times 16.0)}{(6 \times 12.0 + 12 \times 1.01 + 6 \times 16.0 + 2 \times 1.01 + 16.0)} \times \frac{1}{0.500} = 50.0 g \cdot L^{-1}$$

$$m = 27.5$$

$$c(C_6H_{12}O_6) = \frac{50.0 g}{(6 \times 12.0 + 12 \times 1.01 + 6 \times 16.0) g \cdot mol^{-1}} = 0.278 mol \cdot L^{-1}$$

$$x(C_6H_{12}O_6) = \frac{0.278 mol}{0.28 mol + (1000 - 50) g / [(2 \times 1.01 + 16.0) g \cdot mol^{-1}]} = 0.00526$$

7、

$$V(NaCl) = 5.0 g \times \frac{(23.0 + 35.5) g}{23.0 g} \times \frac{1}{9.0 g \cdot L^{-1}} = 1.4 L$$

8、

$$\therefore 10KI + 2KMnO_4 + 8H^+ = 12K^+ + 2MnO_2 + 5I_2 + 4H_2O$$

$$\therefore n(KI + \frac{1}{5} KMnO_4) = n(\frac{1}{2} I_2) = \frac{0.508 g}{\frac{1}{2} \times (2 \times 126.9) g \cdot mol^{-1}} = 0.004 mol$$

Exercises

1. Milliliter is a non-SI unit.

2. A marble would take a hexagonal area of $2\sqrt{3}cm^2$ when stacked tightly together, and each layer of marbles would be $\sqrt{3}cm$ deep. Therefore the deep of 1 mole of marbles covering our land would be:

$$6.02 \times 10^{23} mol^{-1} \times 1 mol \times 2\sqrt{3}cm^2 \times (\frac{1km}{1 \times 10^5 cm})^2 \times$$

$$\frac{1}{9.6 \times 10^6 km^2} \times \sqrt{3}cm \times (\frac{1km}{1 \times 10^5 cm}) = 3.8 \times 10^2 km$$

3.

$$n(NH_4Cl) = \frac{8.50 g}{(14.01 + 4 \times 1.008 + 35.45) g \cdot mol^{-1}} = 0.159 mol$$

$$b(NH_4Cl) = \frac{0.159 mol}{100.0 g - 8.50 g} \times \frac{1000 g}{1 kg} = 1.74 mol \cdot kg^{-1}$$

$$x(NH_4Cl) = \frac{0.159 mol}{0.159 mol + (100.0 - 8.50) g / (18.02 g \cdot mol^{-1})} = 0.0304$$

$$c(NH_4Cl) = \frac{0.159 mol}{100.0 g / (1.024 g \cdot ml^{-1})} \times \frac{1000 ml}{1 L} = 1.63 mol \cdot L^{-1}$$

4.

$$m(C_3H_8) = 0.43 mol \times 44.0 g \cdot mol^{-1} = 19 g$$

$$m(C_4H_{10}) = 58 g - 19 g = 39 g$$

$$5. (1)n(KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O)$$

$$= \frac{118.6 \times 10^{-3} g}{[39.098 + 26.982 + 2 \times (32.065 + 4 \times 15.999) + 12 \times (2 \times 10079 + 15.999)] g \cdot mol^{-1}}$$

$$= 2.500 \times 10^{-4} mol$$

$$c(KAl(SO_4)_2) = \frac{2.500 \times 10^{-4} mol}{1.000 L} = 2.500 \times 10^{-4} mol \cdot L^{-1}$$

$$(2)c(SO_4^{2-}) = 2 \times 2.500 \times 10^{-4} mol = 5.000 \times 10^{-4} mol \cdot L^{-1}$$

$$(3)b(KAl(SO_4)_2) = \frac{2.500 \times 10^{-4} mol}{1.000 \times 10^3 mL \times 1.00 g \cdot mol^{-1} - 118.6 \times 10^{-3} g} \times \frac{1000 g}{1 kg}$$

$$= 2.500 \times 10^{-4} mol \cdot kg^{-1}$$

第二章

稀溶液

的依数性

【教学要求】

$\Delta P_{\text{rel}} > 0$

- 1、了解溶液的蒸汽压下降, 掌握 Raoult 定律
- 2、了解渗透现象, 熟悉渗透原理和渗透发生的条件, 掌握渗透平衡的特征, 掌握渗透压的概念; 掌握 van' t Hoff law;
- 3、熟悉渗透压在医学上的表示方式, 熟悉医学上溶液渗透压高低的比较标准; 了解人体血浆晶体渗透压和胶体渗透压及对体内水盐平衡的维持作用。

【难题解析】

例题 已知某不挥发性物质的水溶液的沸点是 100.39°C , 问在 18°C 、 101kPa 下, 将 3.00L 空气缓慢地通过此溶液时将带走多少水? (18°C 时水的饱和蒸汽压为 2.06kPa)。

解:

忽略水蒸气所增加的体积, 设带走水 $m\text{g}$

$$\Delta T_b = K_b b_B, \Delta P = \frac{M_A \cdot P^*}{1000} \times b_B$$

$$\Delta P = \frac{M_A \cdot P^*}{1000} \times \frac{\Delta T_b}{K_b} = \frac{18.0 \times 2.06 \times (100.39 - 100.00)}{1000 \times 0.512} = 0.028\text{kPa}$$

$$P = P^* - \Delta P = 2.06 - 0.028 = 2.03\text{kPa}$$

$$18^{\circ}\text{C} \text{ 下, } V(\text{H}_2\text{O}) = 2.03 \times 3.00 / 101 = 0.0603\text{L}$$

$$\text{在标准状况下, } V_0 = 0.0603 \times 273 / 291 = 0.0566\text{L}$$

$$m = 18.0 \times 0.0566 / 22.4 = 0.0455\text{g}$$

【习题解答】

- 1、 $p^0 = 2.34\text{Pa}$, $M(\text{H}_2\text{O}) = 18.02\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$, $M(\text{蔗糖}) = 342\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$
水的质量分数为

$$x(\text{H}_2\text{O}) = \frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{H}_2\text{O}) + n(\text{蔗糖})} = \frac{100\text{g} / 18.02\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}}{100\text{g} / 18.02\text{g}\cdot\text{mol}^{-1} + 10\text{g} / 342\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0.9947$$

$$p = p^0 x_A = 2.34 \times 0.9947 = 2.33\text{kPa}$$

$$2、(1)n_{\text{甲}} = \frac{1.68\text{g}}{342\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0.004912\text{mol}, \quad n_{\text{乙}} = \frac{2.45\text{g}}{690\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0.003551\text{mol}$$

$$b_{\text{甲}} = \frac{0.004912\text{mol}}{20\text{g}} \times \frac{1000\text{g}}{1\text{kg}} = 0.2456\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$$

$$b_{\text{乙}} = \frac{0.003551\text{mol}}{20\text{g}} \times \frac{1000\text{g}}{1\text{kg}} = 0.1676\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$$

溶液乙的蒸汽压下降小，故蒸汽压高。

(2) 在密闭容器中，溶液乙中溶剂可转移到甲溶液。因为溶液乙的蒸汽压高，溶剂蒸发速度大。但 H_2O 凝聚作用相等，故溶剂由乙溶液向甲溶液转移。

(3) 设由乙溶液转移到甲溶液的水为 $x\text{g}$ ，当达到系统蒸汽压平衡时

$$b_{\text{甲}} = b_{\text{乙}}$$

$$\frac{0.004912\text{mol}}{(20+x)\text{g}} = \frac{0.003551\text{mol}}{(20-x)\text{g}}$$

$$x = 3.22$$

$$3、\Delta T_b = (100.51 + 273.16)\text{K} - (100.00 + 273.16)\text{K} = 0.51\text{K}$$

$$b_B = \frac{\Delta T_b}{K_b} = \frac{0.51\text{K}}{0.512\text{K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0.9961\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$$

$$M_B = \frac{2.80\text{g}}{0.9961\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1} \times 100\text{g}} \times \frac{1000\text{g}}{1\text{kg}} = 28.1\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

由

$$\Delta T_f = K_f b_B = 1.86\text{K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1} \times 0.9961\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1} = 1.85\text{K}$$

$$T_f = -1.85^\circ\text{C}$$

$$4、\Delta T_b = T_b - T_b^0 = 0.17\text{K}$$

$$b_B = \frac{\Delta T_b}{K_b} = \frac{0.17\text{K}}{0.512\text{K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0.332\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$$

$$M_B = \frac{538 \times \frac{1\text{g}}{1000\text{mg}}}{0.332\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1} \times 10.0\text{g}} \times \frac{1000\text{g}}{1\text{kg}} = 162\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

尼古丁的分子式为： $\text{C}_{10}\text{H}_{11}\text{N}_2$

5、

$$b_B = \frac{\Delta T_f}{K_f} = \frac{1.62\text{K}}{5.10\text{K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0.318\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$$

$$M_B = \frac{3.24\text{g}}{0.318\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1} \times 40.0\text{g}} \times \frac{1000\text{g}}{1\text{kg}} = 255\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

此溶液中硫由8个硫原子组成。

6、对于非电解质溶液有 $\Delta T_f = K_f b_B$ ，对于电解质溶液有 $\Delta T_f = i K_f b_B$ ，故相同浓度溶液凝固点由高到低顺序是：

乙二醇的苯溶液>蔗糖溶液=乙二醇溶液>氯化钠溶液

7、对于非电解质溶液有 $\Pi = c_B RT$ ，对于电解质溶液有 $\Pi = i c_B RT$ 。故相同浓度溶液渗透压力大小顺序是：

$\text{NaCl} > \text{Na}_2\text{CO}_3 > \text{Na}_3\text{PO}_4 > \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

8、由于 NaCl 在溶液中电离出 2 倍质点数目：

$$2b_B = \frac{\Delta T_f}{K_f} = \frac{0.26\text{K}}{1.86\text{K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0.14\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$$

$$= 140\text{mmol}\cdot\text{kg}^{-1}$$

所以氯化钠溶液毫渗透浓度为 $140\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$

9、

$$c_B = \frac{\Pi}{RT} = \frac{0.717\text{kPa}}{8.314\text{kPa}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} \times 298\text{K}} = 2.89 \times 10^{-4}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

$$M_B = \frac{2.00\text{g}}{2.89 \times 10^{-4}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \times 100\text{L}} \times \frac{1000\text{mL}}{1\text{L}} = 6.92 \times 10^4\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

10、根据 $\Delta T = K_f b_B$

泪水的渗透浓度为 $280\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$

$$b_B = \frac{0.52\text{K}}{1.86\text{K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0.28\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$$

$$\Pi = 0.28\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1} \times 8.314\text{kPa}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1} \times (273 + 37)\text{K} = 722\text{KPa}$$

11、根据 $b(\text{尿素}) = b(\text{某非电解质})$

$$\frac{1.50\text{g} / 60.05\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}}{200\text{g}} = \frac{42.8\text{g} / M_B}{1000\text{g}}$$

$$M_B = 342\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

Exercises

1、(a)

$$c(\text{NaCl}) = \frac{21.0\text{g} / 58.5\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}}{135\text{mL}} \times \frac{1000\text{mL}}{1\text{L}} = 2.659\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

$$\Delta T_f = K_f b_B \approx K_f c_B = 1.86\text{K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1} \times 2.659\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1} = 4.95\text{K}$$

$$T_f = -4.95^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_b = K_b b_B \approx 0.512\text{K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1} \times 2.659\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1} = 1.36\text{K}$$

$$T_b = 101.36^\circ\text{C}$$

(b)

$$c(\text{CON}_2\text{O}_4) = \frac{15.4\text{g} / 60.0\text{g.mol}^{-1}}{66.7\text{mL}} \times \frac{1000\text{mL}}{1\text{L}} = 3.848\text{mol.L}^{-1}$$

$$\Delta T_f = K_f b_B \approx K_f c_B = 1.86\text{K.kg.mol}^{-1} \times 3.848\text{mol.kg}^{-1} = 7.16\text{K}$$

$$T_f = -7.16^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_b = K_b b_B \approx K_b c_B = 0.512\text{K.kg.mol}^{-1} \times 3.848\text{mol.kg}^{-1} = 1.970\text{K}$$

$$T_b = 101.97^\circ\text{C}$$

2、

$$30.0\text{atm} \times \frac{101.3\text{kPa}}{1\text{atm}} = 3039\text{kPa}$$

$$c(\text{H}_2\text{NCONH}_2) = \frac{\Pi}{RT} = \frac{3039\text{kPa}}{8.314\text{kPa.L.K}^{-1} \times 298\text{K}} = 1.23\text{mol.L}^{-1}$$

$$b_B = \frac{\Delta T_f}{K_f} = \frac{1.05\text{K}}{5.10\text{K.kg.mol}^{-1}} = 0.206\text{mol.kg}^{-1}$$

$$M_B = \frac{7.85\text{g}}{0.206\text{mol.kg}^{-1} \times 301\text{g}} \times \frac{1000\text{g}}{1\text{kg}} = 127\text{g.mol}^{-1}$$

3、 Since the formula mass of C_5H_4 is 64g.mol^{-1} and the molar mass is found to be 127g.mol^{-1} , the molecular formula of the compound is C_{10}H_8 .

4、

$$M(\text{EG}) = 62.01\text{g.mol}^{-1}$$

$$b(\text{EG}) = \frac{651\text{g} / 62.01\text{g.mol}^{-1}}{2505\text{g}} \times \frac{1000\text{g}}{1\text{kg}} = 4.19\text{mol.kg}^{-1}$$

$$\Delta T_f = 1.86\text{K.kg.mol}^{-1} \times 4.19\text{mol.kg}^{-1} = 7.79\text{K}$$

$$\Delta T_b = 0.512\text{K.kg.mol}^{-1} \times 4.19\text{mol.kg}^{-1} = 2.15\text{K}$$

Because the solution will boil at 102.2°C , it would be preferable to leave the antifreeze in your car radiator in summer to prevent the solution from boiling.

5、

$$c(\text{Hb}) = \frac{\Pi}{RT} = \frac{10.0\text{mmHg} \times \frac{101.3\text{kPa}}{760\text{mmHg}}}{8.314\text{kPa.L.mol}^{-1} \times 298\text{K}} = 5.38 \times 10^{-4}\text{mol.L}^{-1}$$

$$M(\text{Hb}) = \frac{35.0\text{g}}{5.38 \times 10^{-4}\text{mol.L}^{-1} \times 1\text{L}} = 6.51 \times 10^4\text{g.mol}^{-1}$$

6、

$$c(\text{NaCl}) = \frac{0.86\text{g} \times 1.005\text{g.mL}^{-1}}{58.5\text{g.mol}^{-1} \times 100\text{g}} \times \frac{1000\text{mL}}{1\text{L}} = 0.148\text{mol.L}^{-1}$$

$$\Pi = i c_B RT = 2 \times 0.148\text{mol.L}^{-1} \times 8.314\text{kPa.L.mol}^{-1} \times (273 + 37)\text{K} = 763\text{kPa}$$

【本章练习】

一、判断题（对的打√，错的打×）

- 1、由于乙醇比水易挥发，故在相同温度下乙醇的蒸汽压大于水的蒸汽压。(✓)
- ✓ 2、相同质量的葡萄糖和尿素分别溶解在 100g 水中，则形成的两份溶液在温度相同时的 Δp 、 ΔT_b 、 ΔT_f 、 Π 均相同。(X)
- 3、 $c_{os}(NaCl) = c_{os}(C_6H_{12}O_6)$ ，在相同温度下，两种溶液的渗透压力相同。(X)
- 4、 $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液的渗透压力等于 $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的葡萄糖溶液的渗透压力。(X)
- X 5、等渗溶液以相同的体积混合（两溶液不反应），得到的混合溶液仍然为等渗溶液。(✓)
- X 6、将浓度不同的两种非电解质溶液用半透膜隔开时，水分子从渗透压力小的一方向渗透压力大的一方渗透。(✓)
- X 7、将冰块放入 0°C 的盐水中，溶液将结冰。(✓)

二、选择题（将每题一个正确答案的标号选出）

4. 有下列水溶液：① $0.100 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 、② $0.100 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的 NaCl 、③ $0.100 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ Na_2SO_4 。在相同温度下，蒸汽压由大到小的顺序是（ ）

- A. $②>①>③$ B. $①>②>③$ C. $②>③>①$ ~~D. $③>②>①$~~ E. ~~/~~ $①>③>②$

12. 下列几组用半透膜隔开的溶液，在相同温度下从右向左渗透的是（ ）

- ✓ A. 5% 的 $C_6H_{12}O_6$ | 半透膜 | 2% 的 $NaCl$

- B. $0.050 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的 NaCl | 半透膜 | $0.080 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

- C. $0.050\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$ 的尿素 | 半透膜 | $0.050\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$ 的蔗糖

- D. 0.050mol.kg^{-1} 的 MgSO_4 | 半透膜 | 0.050mol.kg^{-1} 的 CaCl_2

- E. 0.90%的 NaCl | 半透膜 | 2%的 NaCl

- 3、与难挥发性非电解质稀溶液的蒸汽压降低、沸点升高、凝固点降低有关的因素为 ()

- A. 溶液的体积 B. 溶液的温度 C. 溶质的本性
D. 单位体积溶液中溶质质点数 E. 以上都不对

4. 50g 水中溶解 0.5g 非电解质, 101.3kPa 时, 测得该溶液的凝固点为 -0.31°C , 水的 $K_f = 1.86\text{K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$, 则此非电解质的相对分子质量为 ()

- A.60 B.30 C.56 D. 28 E.280

5、欲较精确的测定某蛋白质的相对分子质量，最合适的测定方法是（ ）

A.凝固点降低

B.沸点升高

C.渗透压力

D.蒸汽压下降

E.以上方法都不适合

6、欲使相同温度的两种稀溶液间不发生渗透，应使两溶液（A,B 中的基本单元均以溶质的分子式表示）（ ）

A.质量摩尔浓度相同

B.物质的量浓度相同

C.质量浓度相同

D.质量分数相同

E.渗透浓度相同

7、用理想半透膜将 $0.02\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 蔗糖溶液和 $0.02\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaCl 溶液隔开时，在相同温度下将会发生的现象是（ ）
 $0.02 \times 2 = 0.04 \text{ mol/L}$

A.蔗糖分子从蔗糖溶液向 NaCl 溶液渗透

B. Na^+ 从 NaCl 溶液向蔗糖溶液渗透

C.水分子从 NaCl 溶液向蔗糖溶液渗透

D.互不渗透

E.水分子从蔗糖溶液向 NaCl 溶液渗透

8、相同温度下，下列溶液中渗透压力最大的是（ ）

A. $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 蔗糖($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)溶液

B. $50\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 葡萄糖($\text{Mr}=180$)溶液

C.生理盐水

D. $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 乳酸钠($\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3$)溶液

E. $0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ CaCl_2 溶液

9、能使红细胞发生皱缩现象的溶液是

A. $1\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ NaCl 溶液

B. $12.5\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ NaHCO_3 溶液

C. $112\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 乳酸钠($\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3$)溶液

D. $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ CaCl_2 溶液

E.生理盐水和等体积的水的混合液

10、会使红细胞发生溶血现象的溶液是（ ）

A. $9\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ NaCl 溶液

B. $50\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液

C. $100\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液

D.生理盐水和等体积的水的混合液

E. $90\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ NaCl 溶液

11、配制萘的稀苯溶液，利用凝固点降低法测定萘的摩尔质量，在凝固点析出的物质是（ ）

A.萘

B.水

C.苯

D.萘、苯

E.组成复杂的未知物质

12、将 0.542g 的 HgCl_2 ($\text{Mr}=271.5$)溶解在 50.0g 水中，测出其凝固点为 -0.0744°C ， $K_f=1.86\text{K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，1 摩尔的 HgCl_2 能解离成的粒子数为（ ）

A.1

B.2

C.3

D.4

E.5

13、将 0.243g 磷分子 P_x [$\text{Ar}(\text{P})=31.00$]溶于 100.0g 苯 ($T_f^0=5.50^\circ\text{C}$, $K_f=5.10\text{K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$)中，测得其凝固点为 5.40°C ， x 为（ ）

A.1

B.2

C.3

D.4

E.5

三、填空题

1、本章讨论的依数性适用于难挥发、非电解质、稀溶液。

2、稀溶液的依数性包括蒸汽压降低、沸点升高、凝固点降低、渗透压。

3、产生渗透现象的必备条件是有半透膜和浓度差；水的渗透方向为从纯溶剂到溶液或从低浓度到高浓度。

4、将相同质量的 A、B 两物质（均为难挥发的非电解质）分别溶于水配成 1L 溶液，在同一温度下，测得 A 溶液的渗透压力大于 B 溶液，则 A 物质的相对分子质量 小于 B 物质的相对分子质量。
 $C_A > C_B \Rightarrow M_A < M_B$

5、 $0.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaHCO_3 ($M_r=84$) 溶液的渗透浓度为 238 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，红细胞在此溶液中 will 发生 溶血。

四、计算题

1、临床上用来治疗碱中毒的针剂 NH_4Cl ($M_r=53.48$)，其规格为 20.00mL 一支，每支含 $0.1600\text{g}\text{NH}_4\text{Cl}$ ，计算该针剂的物质的量浓度及该溶液的渗透浓度，在此溶液中红细胞的行如何？
 $C = \frac{n}{V} = \frac{m}{MV} = \frac{0.16}{53.48 \times 0.02} = 0.15\text{mol/L}$
 $C_{os} = iC = 2 \times 0.15 = 0.3\text{mol/L}$

2、溶解 0.1130g 磷于 19.040g 苯中，苯的凝固点降低 0.245°C ，求此溶液中的磷分子是由几个磷原子组成的。（苯的 $K_f=5.10\text{K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，磷的相对原子质量为 30.97 ）

3、 10.0g 某高分子化合物溶于 1L 水中所配制成的溶液在 27°C 时的渗透压力为 0.432kPa ，计算此高分子化合物的相对分子质量。

本章练习参考答案

一、判断题

1、 $\checkmark$ 2、 $\checkmark$ 3、 $\times$ 4、 $\times$ 5、 $\times$ 6、 $\times$ 7、 $\times$ 8、 $\checkmark$ 9、 $\checkmark$ 10、 $\times$

二、选择题

1、B 2、B 3、D 4、A 5、C 6、E 7、E 8、D 9、C 10、D 11、C 12、A 13、D

三、填空题

- 1、难挥发性；非电解质；稀
- 2、溶液的蒸汽压下降；沸点升高；凝固点减低；溶液的渗透压力
- 3、存在半透膜；膜两侧单位体积中溶剂分子数不等；从纯溶剂向溶液；从稀溶液向浓溶液
- 4、小于
- 5、238.1；溶血

四、计算题

$$1、c(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{0.160\text{g}}{0.0200\text{L} \times 53.48\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0.1496\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

$$c_{os}(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0.1496\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \times 2 \times 1000\text{mmol}\cdot\text{mol}^{-1} = 299.2\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$$

红细胞行为正常。

2、

$$\Delta T_f = K_f b_B = K_f \cdot \frac{m_B \cdot 1000}{M_B \cdot m_A}$$

$$M_B = \frac{K_f \cdot 1000 \cdot m_B}{m_A \cdot \Delta T_f} = \frac{5.10 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.1130 \text{ g} \times 1000 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}}{0.245 \text{ K} \times 19.04 \text{ g}} = 123.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

磷分子的相对分子质量为123.5

所以，磷分子中含磷原子数为： $\frac{123.5}{30.97} = 3.99 \approx 4$

3、

$$\Pi V = nRT = \frac{m_B}{M_B} RT \quad \pi = \frac{cRT}{M_B} \quad \text{对高分子} \quad c_B = \frac{m_B}{V}$$

$$M_B = \frac{m_B RT}{\Pi V} = \frac{10.0 \text{ g} \times 8.31 \text{ kPa} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \times (273 + 27) \text{ K}}{0.432 \text{ kPa} \times 1.00 \text{ L}} = 5.77 \times 10^4 \text{ (g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

该高分子化合物的相对分子质量是 5.77×10^4 。

第三章

电解质溶液

【教学要求】

熟悉电解质溶液中离子平衡的基本规律。掌握酸碱质子理论和酸碱溶液 pH 的计算(以一元弱酸或弱碱为主)。掌握难溶强电解质的沉淀-溶解平衡、溶度积规则、溶度积与溶解度之间的关系,熟悉沉淀-溶解平衡的移动和影响平衡移动的因素。

【难题解析】

例 1 已知某一弱酸 HA 的 $K_a=2.0 \times 10^{-4}$

(1) 试计算 $c(\text{HA})=0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 溶液的 pH

(2) 向上述溶液中加入等体积等浓度的 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 溶液的 pH 等于多少? 已知 K_b

$(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})=1.79 \times 10^{-5}$

析 (1) 由 K_a 和 $c(\text{HA})$ 的条件可知, 用一元弱酸的近似公式来计算 $[\text{H}^+]$, 求 pH 值。(2) 在 HA 溶液中加入 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 两者会发生反应, 其溶液的 pH 大小取决于反应后溶液中的物质。

解 (1) $\frac{c}{K_a} = \frac{0.20}{2.0 \times 10^{-4}} > 500$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{c(\text{HA})K_a} = \sqrt{0.20 \times 2.0 \times 10^{-4}} = 6.32 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\text{pH}=2.20$$

(2) $\text{HA} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4\text{A} + \text{H}_2\text{O}$

反应后, 溶液中只有 NH_4A , 是两性物质, 则

$$\text{pH} = \frac{1}{2}(\text{p}K_a + \text{p}K_b) = \frac{1}{2}[-\lg K_a(\text{HA}) + (-\lg \frac{K_w}{K_b(\text{NH}_3)})] = 6.5$$

例 2 在含有 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}[\text{I}^-]$ 和 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}[\text{Cl}^-]$ 的溶液中, 滴加 AgNO_3 溶液时, 哪种离子

最先沉淀? 当第二种离子刚开始沉淀时, 溶液中的第一种离子浓度为多少? (忽略溶液体积变化)

析 (1) 由 $K_{\text{SP}}(\text{AgCl})$ 和 $K_{\text{SP}}(\text{AgI})$ 计算出 AgCl 、 AgI 开始沉淀时, 所需的 Ag^+ 最低浓度, 其值较少的为先沉淀, 抓住这个规律就可解题了。(2) 当第二种离子刚开始沉淀时, 即表示最先沉

淀的离子, $[A_g^+]$ 达到第二种离子沉淀时的浓度(这是本题的关键所在), 由此可计算出溶液中的第一种离子浓度。

解 $K_{SP}(AgCl)=1.77 \times 10^{-10}$ $K_{SP}(AgI)=8.51 \times 10^{-17}$

$AgCl$ 开始沉淀时所需的 A_g^+ 最低浓度:

$$[A_g^+]=K_{SP}(AgCl)/[Cl^-]=1.77 \times 10^{-10}/0.01=1.77 \times 10^{-8}(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

AgI 开始沉淀时所需的 A_g^+ 最低浓度:

$$[A_g^+]=K_{SP}(AgI)/[I^-]=8.51 \times 10^{-17}/0.01=8.51 \times 10^{-15}(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

计算表明, 沉淀 I^- 所需的 $[A_g^+]$ 远比沉淀 Cl^- 所需的 $[A_g^+]$ 少, 所以 AgI 的离子积最先达到溶度积常数而先生成淡黄色沉淀。当加入的 $[A_g^+]=1.77 \times 10^{-8} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, $AgCl$ 开始沉淀。此时溶液中剩下 I^- 浓度为:

$$[I^-]=K_{SP}(AgI)/[A_g^+]=8.51 \times 10^{-17}/1.77 \times 10^{-8}=4.81 \times 10^{-9} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

例 3 将 500ml $c(AlCl_3)=0.2 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 500ml $c(NH_3 \cdot H_2O)=0.2 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 混合, 求:

(1) 混合后溶液是否有沉淀生成? 试通过计算说明。(2) 若有沉淀要加入多少克 NH_4Cl 才能使溶液无 $Al(OH)_3$ 沉淀生成? (忽略加入氯化铵固体引起溶液体积变化, $K_{SP}(Al(OH)_3)=3.70 \times 10^{-15}$, $K_b(NH_3 \cdot H_2O)=1.75 \times 10^{-5}$, $M(NH_4Cl)=53.5$)。

析 (1) 先求出混合后溶液的 $[Al^{3+}]$ 和 $[OH^-]$, 尤其关键的是要通过一元弱碱 ($NH_3 \cdot H_2O$) 的简化计算公式求出 $[OH^-]$, 然后由 $IP=[Al^{3+}][OH^-]^3$ 求出离子积, 与 K_{sp} 比较, 判断有无沉淀生成。(2) 要通过 $c(NH_3 \cdot H_2O)$ 和 $[NH_4^+]$ 来计算 $[OH^-]$, 这个 $[OH^-]$ 必需小于 $Al(OH)_3$ 沉淀所需要的 $[OH^-]$ 。

解 (1) 对于混合溶液 $\because cK_b > 20K_w$ $c/K_b > 500$

$$\therefore [OH^-] = \sqrt{K_b c(NH_3)} = \sqrt{1.75 \times 10^{-5} \times 0.1} = 1.32 \times 10^{-3} (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

$$IP = [Al^{3+}][OH^-]^3 = \frac{0.2}{2} \times (1.32 \times 10^{-3})^3 = 2.32 \times 10^{-10} > K_{sp}$$

有沉淀生成

(2) 要使沉淀溶解, 设加入 x 克 NH_4Cl , 则 $[NH_4^+] = \frac{xg}{53.5g \cdot \text{mol}^{-1} \times 1L}$

要使无 $Al(OH)_3$ 沉淀生成, 则

$$[OH^-] \leq \sqrt[3]{\frac{K_{sp}}{0.2}} = \sqrt[3]{\frac{3.70 \times 10^{-15}}{0.1}} = 3.33 \times 10^{-5} (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

$$\therefore [NH_4^+] = \frac{K_b c(NH_3 \cdot H_2O)}{[OH^-]} = \frac{1.75 \times 10^{-5} \times 0.1}{3.33 \times 10^{-5}} = 0.0526 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$x = 0.0526 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1L \times 53.5g \cdot \text{mol}^{-1} = 2.81g$$

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3 \cdot H_2O]}$$

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3 \cdot H_2O]}$$

$$I_p > K_{sp}$$

有沉淀

$$I_p = K_{sp} \text{ 饱和}$$

$$I_p < K_{sp} \text{ 不饱和}$$

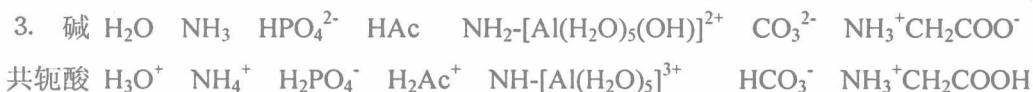
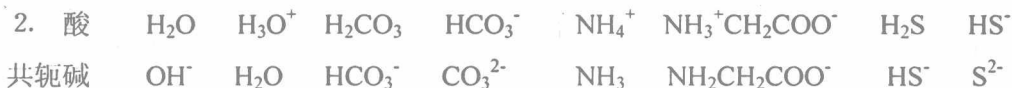
【习题解答】

1. (1) 用浓度计算:

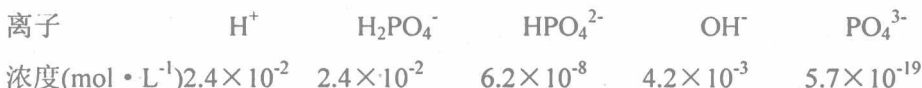
$$\pi = icRT = 2 \times 0.0050 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 8.314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \times 298 \text{ K} \times 1000 \text{ kPa} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{J}^{-1} \\ = 25 \text{ kPa}$$

(2) 用活度计算:

$$\pi' = icRT = 2 \times 0.0050 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.92 \times 8.314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \times 298 \text{ K} \times 1000 \text{ kPa} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{J}^{-1} \\ = 23 \text{ kPa}$$



4. (1) 若 $c(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 则溶液中各离子浓度由大到小的顺序为:



其中氢离子(H^+)浓度并不是磷酸根离子(PO_4^{3-})浓度的三倍。

(2) 当溶液的 $c\text{K}_{a2} > 20K_w$, 且 $c > 20K_{a1}$

$$\text{NaHCO}_3: \quad \text{pH} = \frac{1}{2} (\text{pK}_{a1} + \text{pK}_{a2}) = \frac{1}{2} (6.37 + 10.25) = 8.31 \quad \text{显碱性}$$

$$\text{NaH}_2\text{PO}_4: \quad \text{pH} = \frac{1}{2} (\text{pK}_{a1} + \text{pK}_{a2}) = \frac{1}{2} (2.12 + 7.21) = 4.66 \quad \text{显酸性}$$

5. 钠(Na^+)离子和氯(Cl^-)离子对 BaSO_4 起盐效应作用使其溶解度增大, 但对 AgCl 起同离子作用使其溶解度减小。

6. (1) 盐酸和(2) AgNO_3 , 由于同离子效应, 将使 AgCl 的溶解度减小; (3) KNO_3 则由于盐效应, 将使 AgCl 的溶解度稍有增大; (4) 氨水, 由于氨与银离子形成配离子将使游离 Ag^+ 大大的减少, AgCl 的溶解度大大的增加。

$$\begin{aligned} 7. [\text{H}^+] &= (\text{K}_{a1}c)^{\frac{1}{2}} \\ &= (8.91 \times 10^{-8} \times 0.10)^{\frac{1}{2}} \\ &= 9.44 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \\ \text{K}_{a2} &= 1.12 \times 10^{-12} \\ [\text{S}^{2-}] &\approx 1.12 \times 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \end{aligned}$$

8. (略)

$$9. (1) K = \frac{[\text{NO}_2^-][\text{HCN}]}{[\text{HNO}_2][\text{CN}^-]} = \frac{K_a(\text{HNO}_2)}{K_a(\text{HCN})} = \frac{4.6 \times 10^{-4}}{4.93 \times 10^{-10}} = 9.33 \times 10^5$$