

NaCl 在 DMF 和 1,2-丙二醇混合溶剂中电导的研究

王卫东

(湖北师范学院化学与环境工程系,湖北 黄石 435002)

摘要:在 283~308K 温度范围内测定了 NaCl 在 DMF 和 1,2-丙二醇混合溶剂中的电导率,根据公式求得 NaCl 的摩尔电导率值,应用 Kohlrausch 经验规则,使用 Origin 软件进行线性拟合,作图外推求得 NaCl 在 DMF 和 1,2-丙二醇混合溶剂中的无限稀释摩尔电导率 λ_0 值,并讨论了 NaCl 溶液的电导率、摩尔电导率、无限稀释摩尔电导率与温度和浓度的关系。

关键词:电解质溶液;电导率;摩尔电导率;无限稀释摩尔电导率;NaCl;DMF(N,N-二甲基甲酰胺);1,2-丙二醇

中图分类号:O645.12

文献标识码:A

文章编号:1008-858X(2005)03-0035-03

NaCl 在 DMF 和 1,2-丙二醇混合溶剂中的电导率、摩尔电导率和无限稀释摩尔电导率是研究海湖井矿盐溶液热力学性质的重要参数,它们集中反映了指定溶剂中离子之间及离子与溶剂分子之间的相互作用。对盐溶液离子溶剂化、离子缔合及盐溶液结构理论的研究与应用具有重要的意义^[1]。

本文应用电导率仪在 283~308K 温度范围内测定了 NaCl 在 DMF 和 1,2-丙二醇混合溶剂中的电导率,根据 $\lambda = (K_{\text{液}} - K_{\text{剂}}) \times 10^{-3} / C$ 公式求得 NaCl 的摩尔电导率 λ 值,应用 Kohlrausch 经验规则: $\lambda = \lambda_0(1 - \beta\sqrt{C})$,使用 Origin 软件进行线性拟合,作图外推求得 NaCl 在 DMF 和 1,2-丙二醇混合溶剂中的无限稀释摩尔电导率 λ_0 值,为 NaCl 在非水混合溶剂中的研究提供了基础热力学数据。

1 实验部分

1.1 实验仪器与试剂

DDS-IIA 型数显电导率仪(上海雷磁);SWQ 智能数字恒温控制器、SYP 型玻璃恒温水浴(南京桑力电子设备厂);NaCl(分析纯,四川成都金山化工试剂厂,两次重结晶);DMF(分析纯,天津化学试剂六厂三分厂);1,2-丙二醇(分析纯,天津化学试剂六厂三分厂)。

1.2 实验方法

使用 DDS-IIA 型数显电导率仪在恒温水槽中测定不同浓度下 NaCl 溶液和混合溶剂(DMF 和 1,2-丙二醇,体积比为 1:1)在不同温度下的电导率,其中 NaCl 溶液和混合溶剂电导率均采用光亮铂电导电极测量。

2 数据处理

由不同浓度溶液、溶剂的电导率测定值(见

收稿日期:2005-02-28

基金项目:湖北师范学院自然科学基金项目(2003B10)

作者简介:王卫东(1963-),男,辽宁锦州人,副教授,主要从事结构化学、物理化学教学与科研.E-mail:wangwd-007@163.com.

表 1,表 2), 根据 $\lambda=(K_{液}-K_{剂})\times 10^{-3}/c$ 公式^{[2],[3]}求得 NaCl 的摩尔电导率 λ 值(见表 3);

表 1 NaCl 溶液的电导率测定值 $K_{液}/(t^{\circ}S\cdot cm^{-1})$

$C/\times 10^{-3}$ (mol·L ⁻¹)	solvent solutions					
	283K	288K	293K	298K	303K	308K
2.053	21.6	24.7	28.3	31.9	35.7	39.6
4.038	38.1	44.1	50.7	57.1	64.4	72.2
5.168	45.2	51.5	58.3	65.3	72.9	81.0
6.194	50.5	58.6	67.1	75.7	84.9	94.6
8.111	62.5	72.4	85.5	94.3	106.4	118.9
8.383	63.4	74.4	87.2	96.8	108.7	121.2

可应用 Kohlrausch 经验规则^[4]: $\lambda=\lambda_0(1-\beta\sqrt{c})$, 以 $\lambda\sim\sqrt{c}$ 作图, 使用 Origin 软件进行线性拟合, 外推得到不同温度下 NaCl 溶液的无限稀释摩尔电导率 λ_0 值(见表 4)。

表 2 DMF 和 1,2-丙二醇混合溶剂的电导率
测量值 $K_{剂}/(t^{\circ}S\cdot cm^{-1})$

Table 2 The measured data of the conductivity of the DMF and 1,2-propanediol mixture solvent							
T/K	283K	288K	293K	298K	303K	308K	
$K_{剂}/(t^{\circ}S\cdot cm^{-1})$	1.06	1.15	1.32	1.44	1.58	1.75	

表 3 电解质 NaCl 的摩尔电导率 $\lambda/(S\cdot cm^2\cdot mol^{-1})$ 值

Table 3 The molar conductivity of the NaCl electrolyte							
$C/\times 10^{-3}(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})$	$C^{1/2}/\times 10^{-2}(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})^{1/2}$	283K	288K	293K	298K	303K	308K
2.053	4.531	10.01	11.47	13.14	14.84	16.62	18.44
4.038	6.355	9.173	10.64	12.23	13.78	15.56	17.45
5.168	7.189	8.541	9.743	11.03	12.36	13.80	15.34
6.194	7.870	7.982	9.275	10.62	11.99	13.45	14.99
8.111	9.006	7.575	8.784	10.38	11.45	12.92	14.44
8.383	9.156	7.436	8.738	10.25	11.38	12.78	14.25

表 4 不同温度时 NaCl 在 DMF 和 1,2-丙二醇混合溶剂中的无限稀释摩尔电导率 $\lambda_0/(S\cdot cm^2\cdot mol^{-1})$ 值

Table 4 The molar conductivity at infinite dilution λ_0 of NaCl in DMF and 1,2-Propanediol mixture solvent at different temperatures						
T/K	283K	288K	293K	298K	303K	308K
$\lambda_0/(S\cdot cm^2\cdot mol^{-1})$	12.63	14.31	16.02	18.36	20.55	22.81

3 结果与讨论

3.1 NaCl 溶液的电导率与浓度和温度的关系

从表 1 可见, 温度一定时, 随电解质溶液浓度的增加, 电解质溶液电导率增加, 这是因为, 当温度一定时, 随 NaCl 溶液浓度的增加, 单位体积内正、负离子的数目增加, 从而导致电导率逐渐升高。

浓度一定时, 随电解质溶液温度的增加, 电解质溶液电导率增加。这是因为, 随温度的增加, 电解质溶液中离子的迁移速度加快, 从而导

致电解质溶液的电导率增加。

3.2 NaCl 的摩尔电导率与浓度和温度的关系

从表 3 可见, 随浓度的增加, 电解质 NaCl 的摩尔电导率降低。这是因为, 当温度一定时, 在单位体积内正、负离子的数目, 随 NaCl 溶液浓度的增加, 正、负离子之间静电吸引作用增强, 溶剂化自由离子浓度相对降低, 导致摩尔电导率逐渐减小。

浓度一定时, 随电解质溶液温度的增加, 电解质溶液摩尔电导率增加, 因为随温度的增加, 当浓度一定时, 电解质溶液中离子的迁移速度加快, 从而使得电解质溶液的摩尔电导率

增加。

3.3 NaCl 溶液的无限稀释摩尔电导率与温度的关系

实验结果表明(见表 4),在本文指定的溶剂中,NaCl 溶液的无限稀释摩尔电导率随实验温度 T 的升高而增加。这主要是由于随温度的升高,溶剂的介电常数降低,溶剂的粘度也降低,所以随温度的升高,离子的迁移速度加快,从而使电解质 NaCl 溶液的无限稀释摩尔电导率增加。

3.4 NaCl 在 DMF 和 1,2-丙二醇混合溶剂中与其在水中的无限稀释摩尔电导率的比较

NaCl 在 DMF 和 1, 2-丙二醇混合溶剂中的无限稀释摩尔电导率要比其在水中的无限稀释摩尔电导率^[5]小,这是因为根据 Lewis 酸碱理论,DMF 是一种碱性较强的非质子溶剂,其对阳离子的溶剂化作用较水更强,而与同为电子给予体的阴离子的溶剂化作用较水弱得多,所以在相同的条件下 DMF 对 NaCl 的溶剂化作用较水强,故 NaCl 在 DMF 和 1, 2-丙二醇混合溶剂中的无限稀释摩尔电导率要比 NaCl 在水中的无限稀释摩尔电导率小得多。

4 结 论

利用线性拟合方法求得在 283K、288K、293K、298K、303K 和 308K 时 NaCl 在 DMF 和 1,2-丙二醇混合溶剂中的无限稀释摩尔电导率 $\lambda_0/(\text{S} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{mol}^{-1})$ 分别为 12.63、14.31、16.02、18.36、20.55 和 22.81。在 283K~308K 温度范围内 NaCl 在 DMF 和 1,2-丙二醇混合溶剂中的电导率随浓度和温度的增加而增加;NaCl 的摩尔电导率随浓度的增加而减小、随温度的增加而增加;NaCl 溶液的无限稀释摩尔电导率随温度呈线性变化,并随着溶液温度的升高而增加。

参考文献:

[1] 李林尉,褚德莹,刘瑞麟.应用离子选择性电极进行溶液热力学研究[J].华中师范大学学报(自然科学版).1998,32(2):186-191.

[2] 王卫东,张云,电导法测定 HCl 在 H₂O 和 DMF 混合溶剂中的活度系数[J].化学通报,2005,68(1):12.

[3] 江琳才.从电解质溶液的当量电导计算离子的平均活度系数[J].北京师范大学学报(自然科学版).1963,8(1):37-50.

[4] 黄子卿.电解质溶液理论导论(修订版)[M].北京:科学出版社,1983.

[5] 姚允斌,解涛,高英敏编.物理化学手册(第一版)[M].上海:上海科学技术出版社,1985.

Study on the Conductivity of NaCl in DMF and 1,2-Propanediol Mixture Solvent

WANG Wei-dong

(Department of Chemistry and Environmental Engineering, Hubei Normal University, Huangshi 435002, China)

Abstract:The electrical conductivity of NaCl in DMF and 1,2-propanediol at 283K to 308K were determined, based on which, the molar conductivity of NaCl in the mixture solvent was calculated. By using the Kohlrausch formula, and the Origin software, the molar conductivity was plotted against the square root of concentration at different temperature. By extrapolating the curves to zero concentration, the molar conductivities of NaCl at infinite dilution in the mixed solvent at different temperatures were obtained. The relationships of the conductivity, molar conductivity, and molar conductivity at infinite dilution of NaCl in DMF and 1,2-propanediol mixture solvent were also discussed.

Key words:Electrolyte solution; Conductivity; Molar conductivity; Molar conductivity at infinite dilution; NaCl; DMF; 1,2-Propanediol