



经典教材辅导用书

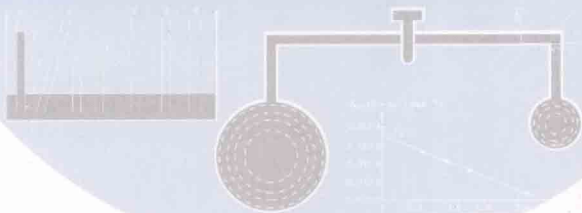
JINGDIAN JIAOCAI FUDAO YONGSHU

何明中 金继红 王君霞 编

物理化学

学习指导与题解(下册)

高教版《物理化学》(下册)
(第5版)(南京大学傅献彩)



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

教材辅导用书

物理化学学习指导与题解

(下册)

高教版《物理化学(下册)》(第5版)
(南京大学傅献彩)

何明中 金继红 王君霞 编

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 简 介

本书对南京大学傅献彩、沈文霞、姚天扬、侯文华编的《物理化学》(第5版)的全部习题和思考题做了详细的解答,并增编了部分复习思考题,选编了一部分自测题。本书分为上、下两册出版,共14章,每一章都列有基本公式、复习思考题解答、习题详解、自测题及自测题解答。

本书可作为化学化工类专业学生学习物理化学课程和备考研究生入学考试的参考教材,也可供高等学校物理化学课程任教教师参考。

图书在版编目(CIP)数据

物理化学学习指导与题解(下册)/何明中 金继红 王君霞 编. —武汉:华中科技大学出版社,2011.1

ISBN 978-7-5609-6692-2

I. 物… II. ①何… ②金… ③王… III. 物理化学-高等学校-教学参考资料 IV. O64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 207061 号

物理化学学习指导与题解(下册) 何明中 金继红 王君霞 编

策划编辑:周芬娜

责任编辑:李 琴 周芬娜

封面设计:潘 群

责任校对:李 琴

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:武汉佳年华科技有限公司

印 刷:华中科技大学印刷厂

开 本:850mm×1168mm 1/32

印 张:9.75

字 数:253千字

版 次:2011年1月第1版第1次印刷

定 价:18.00元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前 言

物理化学是化学化工类各专业的重要理论基础课,也是众多专业招收研究生的必考科目。学习物理化学对提高学生的逻辑思维能力,开发智力有着重要作用。学好物理化学的一个重要途径就是要演算大量的习题,通过演算习题,可以加深对概念的理解和对公式的灵活运用。一道好的习题往往是前人科研探索和研究的结果,通过解题,可以培养独立分析问题、解决问题的能力。

南京大学傅献彩先生编写的《物理化学》是一本优秀的被许多院校普遍采用的经典教材,对我国物理化学高等教育起了非常重要的作用。我们曾针对《物理化学》(第4版)编写了《物理化学习题详解》。2006年傅献彩、沈文霞、姚天扬、侯文华编写的《物理化学》(第5版)出版,我们在学习、研究《物理化学》(第5版)教材的基础上于2007年编写了《物理化学辅导与习题详解》,对《物理化学》(第5版)的全部习题做了详尽解答,受到许多读者欢迎。应读者要求,本次再版,增加了对《物理化学》(第5版)的全部思考题的详尽解答,还增编了部分复习思考题。

为了便于读者抓住重点和难点,巩固所学知识,提高解题能力,本书每一章都由基本公式、复习思考题解答、习题详解、自测题、自测题解答五部分构成。本书分为上、下两册出版,上册包括气体、热力学第一定律、热力学第二定律、多组分系统热力学及其在溶液中的应用、相平衡、化学平衡、统计热力学基础等内容,下册包括电解质溶解、可逆电池的电动势及其应用、电解与极化作用、化学动力学基础(一)、化学动力学基础(二)、表面物理化学、胶体分散系统和大分子溶液等内容。

编者真诚地希望本书能为同学们学习物理化学课程及备考研究生入学考试起到良好的指导作用。

由于编者水平有限,书中难免存在不当甚至错误之处,敬请各位同仁和读者不吝赐教和指正。

编 者

2010年6月于武汉

目 录

第八章 电解质溶液	(1)
基本公式	(1)
复习思考题解答	(2)
习题详解	(10)
自测题	(37)
自测题解答	(40)
第九章 可逆电池的电动势及其应用	(45)
基本公式	(45)
复习思考题解答	(46)
习题详解	(54)
自测题	(92)
自测题解答	(95)
第十章 电解与极化作用	(101)
基本公式	(101)
复习思考题解答	(101)
习题详解	(110)
自测题	(129)
自测题解答	(132)
第十一章 化学动力学基础(一)	(136)
基本公式	(136)
复习思考题解答	(137)
习题详解	(146)
自测题	(184)
自测题解答	(187)

第十二章 化学动力学基础(二)	(193)
基本公式.....	(193)
复习思考题解答.....	(194)
习题详解.....	(207)
自测题.....	(233)
自测题解答.....	(236)
第十三章 表面物理化学	(239)
基本公式.....	(239)
复习思考题解答.....	(240)
习题详解.....	(254)
自测题.....	(269)
自测题解答.....	(272)
第十四章 胶体分散系统和大分子溶液	(277)
基本公式.....	(277)
复习思考题解答.....	(278)
习题详解.....	(286)
自测题.....	(300)
自测题解答.....	(302)

第八章 电解质溶液

基本公式

1. Faraday 定律

$$Q = nzF$$

2. 离子迁移数

$$t_B = \frac{I_B}{I} = \frac{Q_B}{Q}, \quad \sum_B t_B = 1$$

3. 电导率

$$\kappa = \frac{1}{\rho} = \frac{K_{\text{cell}}}{R}$$

电导池常数 $K_{\text{cell}} = \frac{l}{A} = \kappa R$

摩尔电导率 $\Lambda_m = \frac{\kappa}{c}$

4. Kohlrausch 经验式

$$\Lambda_m = \Lambda_m^\infty (1 - \beta\sqrt{c})$$

离子独立移动定律

$$\Lambda_m^\infty = \nu_+ \Lambda_{m,+}^\infty + \nu_- \Lambda_{m,-}^\infty$$

Ostwald 稀释定律

$$K_{c/c^\ominus} = \frac{(c/c^\ominus) \Lambda_m^2}{\Lambda_m^\infty (\Lambda_m^\infty - \Lambda_m)}$$

5. 弱电解质的解离度

$$\alpha = \frac{\Lambda_m}{\Lambda_m^\infty}$$

离子平均活度

$$a_{\pm} = (a_{+}^{\nu_{+}} a_{-}^{\nu_{-}})^{1/\nu} = \gamma_{\pm} \frac{m_{\pm}}{m^{\ominus}}$$

$$\nu = \nu_{+} + \nu_{-}$$

离子平均活度系数

$$\gamma_{\pm} = (\gamma_{+}^{\nu_{+}} \gamma_{-}^{\nu_{-}})^{1/\nu}$$

离子平均质量摩尔浓度

$$m_{\pm} = (m_{+}^{\nu_{+}} m_{-}^{\nu_{-}})^{1/\nu}$$

电解质 B 的活度

$$a_B = a_{\pm}^{\nu} = \left(\gamma_{\pm} \frac{m_{\pm}}{m^{\ominus}} \right)^{\nu}$$

离子强度

$$I = \frac{1}{2} \sum_B m_B z_B^2$$

6. Debye-Hückel 极限公式

$$\lg \gamma_{\pm} = -A |z_{+} z_{-}| \sqrt{I}$$

复习思考题解答

1. Faraday 电解定律的基本内容是什么? 这定律在电化学中何有用处?

答 Faraday(法拉第)电解定律的文字表述:

(1) 通电于电解质溶液之后, 在给定电极上发生电极反应的物质的量与通过的电荷量成正比, 即: $Q \propto n$ 。

(2) 通一定电荷量于若干个串联电解池的线路中, 当所取基本单元的荷电数相同时, 在各个电极上发生电极反应的不同物质的量相同, 在各个电极上发生电极反应的不同物质的质量与它们的摩尔质量成正比。

Faraday(法拉第)电解定律的数学表达式为 $Q = n_B z_B F$, 式中, z_B 为物质发生电极反应时电子转移的计量系数, n_B 为电极上发生电极反应物质的量。

该定律的使用没有限制条件,不受温度、压力以及电解质溶液浓度的限制,对原电池和电解池均适用。

Faraday 电解定律的意义:它是电化学上最早的定量的基本定律,揭示了通入的电量与电极上发生电极反应的物质质量之间的定量关系。

2. 电池中正极、负极、阴极、阳极的定义分别是什么?为什么在原电池中负极是阳极而正极是阴极?

答 在电池中,电势高的电极称为正极,电势低的电极称为负极;电流从正极流向负极,电子从负极流向正极。发生还原作用的电极称为阴极,发生氧化作用的电极称为阳极。

在原电池中,负极发生氧化作用,是阳极;正极发生还原作用,是阴极。

3. 电解质溶液的电导率和摩尔电导率与电解质溶液浓度的关系有何不同?为什么?

答 浓度对电解质溶液电导率的影响规律为:

(1) 浓度对强电解质溶液电导率的影响。在低浓度时,离子之间的静电引力尚不显著,强电解质溶液的电导率随着浓度的增加而升高(单位体积内离子数增多);当浓度增加到一定程度后,正、负离子之间的静电引力增大,离子运动速率降低,强电解质溶液的电导率反而降低;因此,浓度对强电解质溶液电导率的影响会出现极大值。

(2) 浓度对弱电解质溶液电导率的影响。对弱电解质来说,解离平衡常数在定温下有定值,浓度增加,解离度下降,单位体积内的离子数变化不大,故弱电解质溶液的电导率随浓度变化不明显。

浓度对电解质溶液摩尔电导率 Λ_m 的影响规律为:

电解质溶液的摩尔电导率 Λ_m 总是随溶液浓度的减小而增大。因为摩尔电导率规定了参与导电的物质的量为 1 mol,当浓度降低时,由于粒子之间相互作用减弱,正、负离子的运动速率增加,故摩尔电导率 Λ_m 总是随溶液浓度的减小而增大的。强电解

质在溶液浓度较小时,摩尔电导率随浓度降低呈线性增加;而弱电解质在浓度较大时,摩尔电导率随浓度降低变化不大,但当溶液很稀时,摩尔电导率很快增加至无限稀释摩尔电导率。

4. 怎样分别求强电解质和弱电解质的无限稀释摩尔电导率?为什么要用不同的方法?

答 强电解质的无限稀释摩尔电导率 Λ_m^∞ 的计算方法为:

(1) 对于强电解质的稀溶液,可根据 Kohlrausch 经验公式 $\Lambda_m = \Lambda_m^\infty - A\sqrt{c}$, 将直线外推至 $c \rightarrow 0$ 而得到 Λ_m^∞ ;

(2) 根据 Kohlrausch 离子独立移动定律,对于 $M_{\nu+} N_{\nu-}$ 型强电解质,有

$$\Lambda_m^\infty = \nu_+ \Lambda_{m,+}^\infty + \nu_- \Lambda_{m,-}^\infty$$

从表值上查离子的无限稀释摩尔电导率 $\Lambda_{m,+}^\infty$ 和 $\Lambda_{m,-}^\infty$, 进而可求得 Λ_m^∞ 。

弱电解质的无限稀释摩尔电导率 Λ_m^∞ 的计算方法如下:

(1) 弱电解质不满足 Kohlrausch 经验公式,但弱电解质的无限稀释摩尔电导率 Λ_m^∞ 也可根据 Kohlrausch 离子独立移动定律 $\Lambda_m^\infty = \nu_+ \Lambda_{m,+}^\infty + \nu_- \Lambda_{m,-}^\infty$, 从表值上查离子的无限稀释摩尔电导率而计算求得;

(2) 用已知的若干相关的强电解质的无限稀释摩尔电导率相加减而得。

5. 离子的摩尔电导率、离子的迁移速率、离子的电迁移率和离子迁移数之间有哪些定量关系式?

答 对于 MN 型无限稀释的电解质溶液,存在如下常用关系式

$$t_+ = \frac{r_+}{r_+ + r_-} = \frac{u_+}{u_+ + u_-}, \quad t_- = \frac{r_-}{r_+ + r_-} = \frac{u_-}{u_+ + u_-}$$

$$t_+ = \frac{\Lambda_{m,+}^\infty}{\Lambda_m^\infty}, \quad t_- = \frac{\Lambda_{m,-}^\infty}{\Lambda_m^\infty}$$

$$\Lambda_{m,+}^\infty = \mu_+^\infty F, \quad \Lambda_{m,-}^\infty = \mu_-^\infty F, \quad \Lambda_m^\infty = \Lambda_{m,+}^\infty + \Lambda_{m,-}^\infty$$

对于浓度不太大的强电解质溶液,完全解离,可以忽略无限稀释的符号。

6. 在某电解质溶液中,若有 i 种离子存在,则溶液的总电导应该用下列哪个公式表示:

$$(1) G = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots; (2) G = \frac{1}{\sum_i R_i} \text{ ? 为什么?}$$

答 应该用(1)式计算。因为溶液的总电导等于各个离子电导的加和。在溶液中离子是并联存在,不是串联存在,不能把它们的电阻累加。

7. 电解质与非电解质的化学势表示式有何不同? 活度因子的表示式有何不同?

答 非电解质化学势的表示式为

$$\mu_B = \mu_B^\ominus(T) + RT \ln a_{m,B}, \quad a_{m,B} = \frac{\gamma_{m,B} m_B}{m^\ominus}$$

若溶液是理想的, $\gamma_{m,B} = 1$, 活度与质量摩尔浓度数值相同。

对于电解质溶液,常使用单种离子的活度和活度因子的概念,且有

$$a_+ = \gamma_+ \frac{m_+}{m^\ominus}, \quad a_- = \gamma_- \frac{m_-}{m^\ominus}$$

电解质化学势的表示式为

$$\mu_B = \mu_B^\ominus(T) + RT \ln a_+^{\nu_+} a_-^{\nu_-} \quad \text{或} \quad \mu_B = \mu_B^\ominus(T) + RT \ln a_B$$

其中

$$a_B = a_+^{\nu_+} a_-^{\nu_-}$$

即使活度因子等于 1, 电解质的活度与质量摩尔浓度在数值也不可能相同。

8. 为什么要引进离子强度的概念? 离子强度对电解质的平均活度因子有什么影响?

答 在稀溶液中,影响电解质的离子平均活度因子的主要因素是离子的浓度和价数,而且离子价数的影响更显著,离子的价数越高,影响也越大。据此,1921 年 Lewis 提出了离子强度 I 的概念

$$I = \frac{1}{2} \sum_B (m_B z_B^2)$$

式中, m_B 是离子 B 的真实质量摩尔浓度, 若溶液是弱电解质, 则应是质量摩尔浓度乘解离度 α , z_B 为离子 B 的价数, I 的单位与 m_B 的单位相同。

对于强电解质的稀溶液, 离子强度与电解质的平均活度因子之间满足如下关系式:

$$\lg \gamma_{\pm} = -A |z_+ z_-| \sqrt{I}$$

式中, z_+ 和 z_- 为正、负离子所带的电荷, I 是离子强度, A 是与温度、溶剂有关的常数, 在 298 K 稀溶液中, $A = 0.509 \text{ kg}^{1/2} \cdot \text{mol}^{-1/2}$, $\gamma_{\pm}$ 是电解质的平均活度因子。可以看出, 离子强度越大, 电解质的平均活度因子越小。

9. 用 Debye-Hückel 极限公式计算平均活度因子时有何限制条件? 在什么时候要用修正的 Debye-Hückel 公式?

答 Debye-Hückel 极限公式仅适用于强电解质的稀溶液, 即离子强度大约为 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 以下的稀溶液, 且离子可看做点电荷处理的系统。

对于离子半径较大, 不能作为点电荷处理的系统, Debye-Hückel 极限公式修正为

$$\lg \gamma_{\pm} = \frac{-A |z_+ z_-| \sqrt{I}}{1 + aB \sqrt{I}}$$

其中 a 为离子的平均有效直径, A, B 是与温度、溶剂有关的常数。

当离子强度增大时, 对 Debye-Hückel 极限公式的另一种改进方法为

$$\lg \gamma_{\pm} = \frac{-A |z_+ z_-| \sqrt{I}}{1 + aB \sqrt{I}} + bI$$

其中 a 为离子的平均有效直径, A, B 是与温度、溶剂有关的常数, b 为适合实验曲线的拟合常数。

10. 在水溶液中, 不论是离子的电迁移率还是摩尔电导率,

H^+ 和 OH^- 都比其他与之带相同电荷的离子要大得多, 试解释这是为什么?

答 在水溶液中, H^+ 和 OH^- 传导电流的方式与其他离子不同, 它们是依靠氢键来传递的, 所以特别快。它们传导电流时, 离子本身并未移动, 而是依靠氢键和水分子的翻转, 电荷就传过去了。因此, 在水溶液中 H^+ 和 OH^- 的电迁移率和摩尔电导率都比较大。如果在非水溶液中, 它们就没有这个优势。

11. 在水溶液中带有相同电荷数的离子, 如 Li^+ , Na^+ , K^+ , Rb^+ , $\dots$, 它们的离子半径依次增大, 而迁移速率也相应增大, 这是为什么?

答 原则上讲, 离子半径增大其迁移速率是会下降的。但对于第 1A 族碱金属元素来说, 随着离子半径的增大, 其水合程度下降, 实际迁移的离子半径反而下降, 所以迁移速率随之增大。

12. 影响难溶盐的溶解度主要有哪些因素? 试讨论 AgCl 在下列电解质溶液中的溶解度大小, 按由小到大的次序排列出来(除水外, 所有的电解质的浓度都是 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$)。

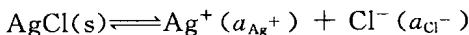
(1) NaNO_3 (2) NaCl (3) H_2O (4) CuSO_4

(5) NaBr

答 影响难溶盐溶解度的主要因素有同离子效应、盐效应和难溶盐的转移等。 AgCl 在这些电解质溶液中的溶解度按由小到大的次序为



由于同离子效应, AgCl 在 NaCl 溶液中的溶解度最小。根据 Debye-Hückel 极限公式 $\lg \gamma_{\pm} = -A |z_+ z_-| \sqrt{I}$, 在强电解质稀溶液中, 离子强度越大, 平均活度因子 $\gamma_{\pm}$ 越小, 而 AgCl 的沉淀-溶解平衡为



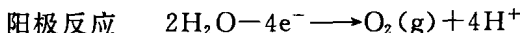
其解离平衡常数

$$K_{sp}^{\ominus} = a_{Ag^+} \cdot a_{Cl^-} = \left(\gamma_{\pm} \frac{m}{m^{\ominus}} \right)^2$$

在定温下有定值,故随着电解质溶液离子强度的增大,难溶盐的溶解度也会增大,即 $(m/m^{\ominus})$ 会变大,这就是盐效应。又由于 AgBr 的溶解度小于 AgCl,根据难溶盐的转移原理,AgCl 可全部转移为 AgBr,在这个意义上来说 AgCl 全部溶解了。

13. 用 Pt 电极电解一定浓度的 $CuSO_4$ 溶液,试分析阴极部、中部和阳极部溶液的颜色在电解过程中有何变化?若都改用 Cu 电极,三部溶液颜色变化又将如何?

答 用 Pt 电极电解时,阳极部溶液颜色变浅,阴极部溶液颜色变浅,中间部溶液颜色不变。相应的电极反应为



各极部 Cu^{2+} 物质的量变化情况为

阳极 $n_{\text{终}} = n_{\text{始}} - n_{\text{迁}} < n_{\text{始}}$,所以阳极部溶液颜色变浅;

阴极 $n_{\text{终}} = n_{\text{始}} + n_{\text{迁}} - n_{\text{电解}} < n_{\text{始}}$,所以阴极部溶液颜色变浅;

中间部迁出的和迁进的正好抵消,溶液浓度没有变化,所以中间部溶液颜色基本不变。

改用 Cu 电极,阳极部溶液颜色变深,阴极部溶液颜色变浅,中间部溶液颜色不变。相应的电极反应为



各极部 Cu^{2+} 物质的量变化情况为

阳极 $n_{\text{终}} = n_{\text{始}} - n_{\text{迁}} + n_{\text{电解}} > n_{\text{始}}$,所以阳极部溶液颜色变深;

阴极 $n_{\text{终}} = n_{\text{始}} + n_{\text{迁}} - n_{\text{电解}} < n_{\text{始}}$,所以阴极部溶液颜色变浅;

中间部溶液颜色基本不变。

14. 什么叫离子氛? Debye-Hückel-Onsager 电导理论说明了什么问题?

答 离子氛是指在电解质溶液中由于静电作用和离子热运动

的共同作用,每一个离子都被电荷符号相反的离子所包围,因离子间的相互作用,使得离子的分布不均匀,即在一个正的中心离子周围包围着较多的负离子,而在一个负的中心离子周围包围着较多的正离子,这种离子的分布形式称为离子氛。

Debye-Hückel-Onsager 电导理论对 Kohlrausch 经验公式 $\Lambda_m = \Lambda_m^\infty - A\sqrt{c}$ 做出了理论的解释。该理论认为当强电解质浓度增加时,导致强电解质摩尔电导率降低的主要影响因素是电泳效应和弛豫效应,这两种效应均使离子的运动速率降低,因而使摩尔电导率降低。

对于 1-1 型强电解质,Debye-Hückel-Onsager 从理论上推出 $\Lambda_m = \Lambda_m^\infty - (p + q\Lambda_m^\infty)\sqrt{c}$,对比 Kohlrausch 经验公式可知, $A = p + q\Lambda_m^\infty$, p 是由于电泳效应导致摩尔电导率的降低值, q 则是由于弛豫效应引起的摩尔电导率降低值, p 和 q 都与溶剂的性质和温度有关。

15. 导体分几类? 有什么不同?

答 通常将导体分为两类。第一类导体,又称电子导体,如金属、石墨等。其特点为:依靠自由电子的定向移动而导电;导电过程中导体本身不发生化学变化;温度升高,电阻也升高;导电总量全部由电子承担。

第二类导体,又称离子导体,如电解质溶液、熔融电解质等。其特点为:依靠正、负离子的反向移动而导电;导电过程中有化学反应发生;温度升高,电阻下降;导电总量分别由正、负离子共同分担。

16. 什么是离子的电迁移率?

答 在电场中离子运动的速率与离子的本性、溶剂的性质和电位梯度有关,用公式表示为

$$r_+ = \mu_+ \frac{dE}{dl}, \quad r_- = \mu_- \frac{dE}{dl}$$

式中,比例系数 u_+ 、 u_- 分别称为正、负离子的电迁移率,又称为离

子淌度,相当于单位电位梯度($1 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$)时离子的运动速率。它的数值可以用界面移动法测量。它的单位为 $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{V}^{-1}$ 。

17 强电解质如 MgCl_2 的摩尔电导率与 Mg^{2+} 和 Cl^- 的离子摩尔电导率之间是什么关系?

答 强电解质的摩尔电导率,在溶液不太浓时,等于离子摩尔电导率之和。但选取基本单元时,要使粒子的荷电量相同,若不同时要在前面乘以因子,使等式成立。所以它们的关系是

$$\Lambda_{\text{m}}(\text{MgCl}_2) = \Lambda_{\text{m}}(\text{Mg}^{2+}) + 2\Lambda_{\text{m}}(\text{Cl}^-)$$

$$\Lambda_{\text{m}}(\text{MgCl}_2) = 2\Lambda_{\text{m}}\left(\frac{1}{2}\text{Mg}^{2+}\right) + 2\Lambda_{\text{m}}(\text{Cl}^-)$$

18. 在温度、浓度和电场梯度都相同的情况下, HCl 、 KCl 、 NaCl 三种溶液中, Cl^- 的运动速率是否相同? Cl^- 的迁移数是否相同?

答 Cl^- 的运动速率相同。但是,离子的迁移数与正、负离子的运动速度有关,正、负离子的运动速度不同,它们在迁移电荷量时所承担的份额也不同,因为三种溶液中 H^+ 、 K^+ 、 Na^+ 的运动速率不同,所以 Cl^- 的迁移数不同。

19. 在电镀工业上一般都用钾盐,而不用钠盐,你知道为什么吗?

答 Na^+ 的半径虽然比 K^+ 小,但是 Na^+ 的水合作用却强得多,因而迁移速率比较慢。在电镀工业上,为了减少电解液的电阻,一般都选用钾盐。

习题详解

1. 在 300 K 、 100 kPa 压力下,用惰性电极电解水以制备氢气。设所用直流电的强度为 5 A ,电流效率为 100% 。如欲获得 $1 \text{ m}^3 \text{ H}_2(\text{g})$,需通电多少时间? 如欲获得 $1 \text{ m}^3 \text{ O}_2(\text{g})$,需通电多少时间? 已知在该温度下水的饱和蒸气压为 3565 Pa 。