

21世纪高等学校教材

# 大学化学实验

D A X U E   H U A X U E   S H I Y A N

马全红 路春娥 编著  
吴 敏 王国力



东南大学出版社

# 大学化学实验

马全红 路春娥 编著  
吴敏 王国力

东南大学出版社

## 内 容 提 要

本书是为高等院校工科学生编写的基础化学实验教材。该教材是以多年基础化学实验改革和实验研究取得的成果为基础,将普通化学、分析化学、有机化学等几门课程的基础理论、基本知识和实验技能有机结合,以加强实验技能的综合训练和素质能力培养为主线,将实验内容分为三个层次,由简到繁,由单元技能训练到组合技能训练,最后跨入综合性设计实验,循序渐进,逐步提高。

全书分为六个部分,内容涉及化合物合成、提纯、定性和定量分析、物性及相关化学常数测定,精选了30个有代表性的实验。该书内容详实而有深度,适用于化学、化工、制药、材料、生医、环境、土木、机械、电子等专业的学生,也可供从事化学实验和科研的相关人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

大学化学实验/马全红等编著. —南京:东南大学出版社,2002.7

ISBN 7-81050-987-X

I. 大... II. 马... III. 化学实验-高等教育-教材 IV. 06-3

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第036272号

东南大学出版社出版发行

(南京四牌楼2号 邮编210096)

出版人:宋增民

江苏省新华书店经销 南京京新印刷厂印刷

开本:760mm×1000mm 1/16 印张:14.75 字数:297千字

2002年7月第1版 2002年7月第1次印刷

印数:1--5000册 定价:19.00元

(凡因印装质量问题,可直接向发行科调换。电话:025-3792327)

# 前 言

本书是工科基础化学实验课程改革教材。根据工科基础化学实验教学基本要求,考虑当前学生的基础及专业设置、仪器设备等情况,编者在东南大学多年基础化学实验改革和研究取得的成果基础上,借鉴国内外高校在化学实验改革方面的经验,吸收现代化学最新研究成果,精心编写而成。

化学实验教学是化学教学过程中的重要环节,是实施全面的化学素质教育有效的教学形式,能使学生更好地理解 and 掌握理论教学内容,培养学生严谨求实、认真细致、有条不紊、大胆创新的科学作风。化学实验教学符合认知规律,学生通过观察实验现象学会科学思维的方法,在获得知识和技术的同时,具有观察问题、分析问题、解决问题的能力。

本书是针对大学一年级学生编写的实验课程教材,由绪论、基本实验仪器及基本操作、基础实验、综合应用实验、国外大学化学实验摘选、附录等6个部分组成,具有以下特点:

1. 本书适应工科化学教学改革方向,力求反映工科基础化学实验改革成果。

2. 实验内容涉及化学基本操作、各类化学反应、元素性质与鉴定、化合物合成、相关化学常数和物理化学量的测定、专题实验等,将普通化学、分析化学、有机化学等几门课程的基础理论、基本知识和实验技能有机结合,实验内容的选择,力图做到既加强基础,又尽量联系工科院校的特点,增加一些反映现代化学的新进展、新技术以及与材料、生物、药物、电子等密切相关的实验内容。

3. 实验的安排以加强实验技能的综合训练和素质能力培养为主线,将实验内容分为三个层次,三个层次的实验由浅入深,由简到繁,由单元技能训练到组合技能训练,最后跨入综合性设计实验,循序渐进,逐步提高。让一年级学生逐步建立应用意识,掌握必备的化学实验技能和方法,确立正确的量的概念,具有良好的实验素养和严谨的科学态度,使学生初步具备获取知识的能力和开拓创新的

能力。

4. 本书在编写时从不同层次的实验教学要求出发,在每一类型实验中都编写了一组平行实验,以供挑选,所以本教材也可供其他工科院校选用。全书所用各种量纲均采用国家法定计量单位。

全书主要由马全红、路春娥、吴敏、王国力编写。本教材编写过程中得到邹宗柏教授的热情指导,并审阅了全稿;多年来从事大学化学实验教学的俞华扬、章巧珍等老师为本教材提出许多宝贵意见,化学化工系主任孙岳明教授、张征林教授对基础化学实验改革给予大力支持,在此表示衷心感谢。

由于我们水平有限,书中疏漏和不妥之处在所难免,恳请读者提出宝贵意见和建议,以便改正。

作者

2002年4月

# 目 录

绪 论 .....	1
0.1 大学化学实验目的、学习方法和成绩的评定 .....	1
0.1.1 实验目的 .....	1
0.1.2 实验的学习方法 .....	1
0.1.3 实验成绩的评定 .....	7
0.2 实验室规则和安全知识 .....	7
0.2.1 实验室规则 .....	7
0.2.2 实验室安全知识 .....	8
0.3 实验结果的表示 .....	10
0.3.1 误差 .....	10
0.3.2 有效数字及其运算规则 .....	13
0.3.3 实验数据的处理 .....	15
<b>第一章 基本实验仪器及基本操作 .....</b>	<b>17</b>
1.1 常用玻璃仪器 .....	17
1.2 玻璃仪器的洗涤与干燥 .....	23
1.3 容量器皿的使用 .....	24
1.4 加热与冷却操作 .....	30
1.5 固液分离 .....	34
1.6 实验用水 .....	37
1.7 化学试剂 .....	38
1.8 实验室常用仪器及其使用 .....	41
<b>第二章 基础实验 .....</b>	<b>65</b>
实验一 分析天平的使用及称量练习 .....	65
实验二 $\text{H}_2\text{O}_2$ 分解速率常数与活化能的测定 .....	70
实验三 化学反应速率、反应级数和活化能 .....	75
实验四 单多相离子平衡 .....	81
实验五 配合物的生成与性质 .....	86
实验六 氧化还原反应与电化学 .....	91
实验七 硝酸钾的制备及其熔点的测定 .....	95

实验八 硫酸亚铁铵的制备 .....	99
<b>第三章 综合应用实验 .....</b>	<b>103</b>
实验九 钢中锰含量的测定 .....	103
实验十 纸层析法分离与鉴定 $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ 离子 .....	106
实验十一 阿司匹林的合成 .....	109
实验十二 有机高分子材料的合成 .....	112
实验十三 食用植物油中酸值和过氧化值的测定 .....	117
实验十四 表面活性剂的性质及其含量的测定 .....	120
实验十五 热致变色材料 .....	126
实验十六 印刷电路板的制备及废液的再生 .....	129
实验十七 材料表面的电化学处理 .....	133
实验十八 纯水的制备及质量检验 .....	137
实验十九 含铬废水的处理 .....	142
实验二十 酪蛋白的制备及性质实验 .....	145
实验二十一 蔬菜、瓜果中维生素 C 含量的测定 .....	149
实验二十二 B-Z 化学振荡反应 .....	152
实验二十三 草酸合铁(Ⅲ)酸钾的合成及其组成测定 .....	157
实验二十四 废铝催化剂制备高纯超细氧化铝 .....	162
实验二十五 日用化学品的配制及应用 .....	165
<b>第四章 国外大学化学实验摘选 .....</b>	<b>175</b>
Experiment 26 Solution Preparation and “the Iodine Clock” .....	175
Experiment 27 The Synthesis and Analysis of Copper( I )Iodide .....	178
Experiment 28 A Redox Titration Lab .....	180
Experiment 29 Compounds of Copper, Zinc, Cadmium and Mercury .....	182
Experiment 30 Designing Experiment——Measuring Soil Phosphates Using Ion - Exchange Resins .....	186
<b>附 录 .....</b>	<b>188</b>
一、常见阳离子的鉴定方法 .....	188
二、常见阴离子的鉴定方法 .....	192
三、常见离子和化合物的颜色 .....	194
四、元素的相对原子质量 .....	198
五、常见化合物的相对摩尔质量 .....	200
六、实验室常用酸、碱溶液的浓度 .....	202
七、常用弱酸及弱碱的离解常数(18~25℃) .....	203
八、常用缓冲溶液的 pH 范围 .....	205

九、常用指示剂 .....	206
1. 酸碱指示剂 .....	206
2. 酸碱混合指示剂 .....	206
3. 吸附指示剂 .....	207
4. 金属指示剂 .....	207
5. 氧化还原指示剂 .....	208
十、难溶化合物的溶度积常数(18~25℃) .....	209
十一、常见无机化合物在水中的溶解度 .....	211
十二、一些配合物的稳定常数(18~25℃) .....	213
十三、氨羧配位化合物的稳定常数(18~25℃) .....	214
十四、标准电极电位(298.16K) .....	216
十五、常用基准物质的干燥条件和应用范围 .....	220
十六、特殊试剂溶液的配制 .....	221
十七、国际单位制(SI) .....	224
<b>参 考 文 献</b> .....	226



# 绪 论

## 0.1 大学化学实验目的、学习方法和成绩的评定

### 0.1.1 实验目的

化学是一门以实验为基础的学科,化学中的许多理论和规律都源自实验,同时,这些理论和规律的应用与评价,也要依据实验的探索和检验,因此大学化学实验是大学化学教学不可缺少的重要组成部分。通过实验,我们要达到以下三方面的目的:

1. 通过化学实验,学生可以掌握大量的化学学科的第一手感性知识,经分析、归纳、总结,从感性认识上升到理性认识,加深对理论知识的理解掌握。
2. 在化学实验全过程中,学生独立查阅资料,设计实验方案,动手进行实验,观察实验现象,测定实验数据,正确处理实验数据和表达实验结果,从而使掌握正确的实验操作技能,具备分析问题、解决问题的独立工作能力。
3. 在提高学生动手能力的同时,化学实验着重于培养学生严谨求实的科学品德、一丝不苟的科学态度、富于创新的科学精神和细致整洁的科学学习习惯,为学生参加科学研究及实际工作打下坚实的基础。

### 0.1.2 实验的学习方法

化学实验主要由学生独立完成,因此要求学生端正学习态度,明确学习目的,掌握正确的学习方法。

通常学习方法归纳成如下几方面。

#### 1. 预 习

预习是做好实验的前提和保证,因此实验前必须做好预习。预习时应做到:认真阅读实验教材,查阅有关教科书和参考资料,明确实验目的和原理,掌握实验内容,熟悉实验操作方法,根据理论课所学的理论知识预计实验现象和结果,思考实验中应注意的问题,在固定的笔记本上认真写好预习报告。预习报告内容应包括实验题目、实验目的、基本原理、简明实验步骤、实验记录表格

等内容。若发现学生预习不够充分时,教师有权令其暂停实验重新预习,符合要求后方可实验。

## 2. 实验

实验是培养学生独立工作和创新能力的重要环节,学生必须认真、独立地完成实验任务,要求按照实验教材的步骤认真进行实验操作,仔细观察实验现象,及时、如实、详细地记录实验现象和数据。实验中要勤于思考,力争自己能及时解决实验中出现的問題,自己难以解决时,可与教师讨论,共同解决。

实验过程中应保持肃静,桌面应始终保持整齐、清洁,自觉养成良好的科学习惯,遵守实验室工作规则。

## 3. 实验报告

实验报告是每次实验的总结,是感性认识上升到理性认识的重要环节,应认真对待。实验报告应包括实验目的、原理、步骤、现象和数据记录、结果和讨论等内容,要求按一定格式书写,字迹端正,简明扼要,整齐清洁,实验记录、数据处理采用表格形式,作图图形准确清楚。

大学化学实验大致可分为制备实验、性质实验、测量实验三大类,现将三种类型的实验报告格式推荐如下,以供参考。

### I. 制备实验

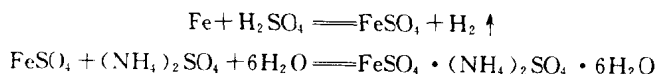
#### 实验名称: 硫酸亚铁铵的制备

##### 1. 实验目的

- (1) 了解制备复盐的一般方法;
- (2) 学习水浴加热、蒸发、结晶、常压过滤和减压过滤等基本操作。

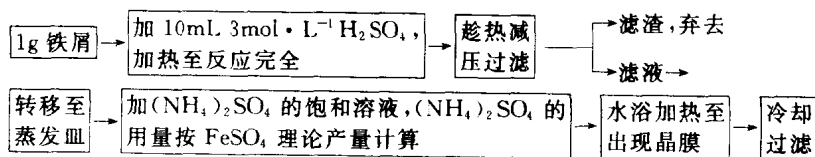
##### 2. 实验原理

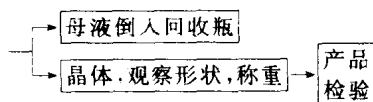
过量的 Fe 与稀硫酸反应可制得  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{FeSO}_4$  与相同物质的量的  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  在水溶液中相互作用生成一种新的复盐。由于复盐  $\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  的溶解度比  $\text{FeSO}_4$  和  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  的溶解度要小,因此冷却后析出浅蓝绿色的单斜晶体  $\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , 其反应方程式为:



##### 3. 实验步骤

硫酸亚铁铵的制备过程如下图所示。





#### 4. 实验数据记录及处理

- (1) 实验现象: \_\_\_\_\_;
- (2) 实际产量: \_\_\_\_\_ g;
- (3) 理论产量: \_\_\_\_\_ g。

$\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  的理论产量

$$m = \frac{m_{\text{Fe}} \times M_{\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{Fe}}}$$

式中,  $m_{\text{Fe}}$  —— 铁屑的质量 (g);

$M_{\text{Fe}}$  —— Fe 的摩尔质量 ( $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ );

$M_{\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}}$  ——  $\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  的摩尔质量 ( $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )。

- (4) 产率 =  $\frac{\text{实际产量}}{\text{理论产量}} \times 100\%$

5. 思考题: 略。

## II. 性质实验

实验名称: 单多相离子平衡

1. 实验目的: 略。
2. 实验原理: 略。
3. 实验步骤与记录 (仅列部分内容作示例)

实验内容	实验步骤	实验现象	离子反应方程式	解释或结论
(1) 同离子效应	① 2mL 0.1 mol · L <sup>-1</sup> HAc + 1 滴甲基橙	溶液显红色	$\text{HAc}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{Ac}^-(\text{aq})$	醋酸是一元弱酸, 在水溶液中电离出 H <sup>+</sup> 离子, 使溶液显酸性, pH=2.87。甲基橙为酸碱指示剂, pH<3.1 时显红色, pH>4.4 显黄色
	2mL 0.1 mol · L <sup>-1</sup> HAc + 1 滴甲基橙 + 少量 NaAc(s)	溶液由红色变为黄色	$\text{HAc}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{Ac}^-(\text{aq})$	Ac <sup>-</sup> 离子浓度增加, 使平衡向左移动, H <sup>+</sup> 离子浓度减小, pH>4.4, 溶液显黄色。说明同离子效应使弱酸解离度降低

续表

实验内容	实验步骤	实验现象	离子反应方程式	解释或结论
	② 2mL 0.1 mol · L <sup>-1</sup> NH <sub>3</sub> · H <sub>2</sub> O + 1 滴酚酞	溶液显红色	$\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$	氨水是一元弱碱, 在水溶液中电离出 OH <sup>-</sup> 离子, 使溶液显碱性, pH = 11.13。酚酞为酸碱指示剂, pH < 8.0 为无色, pH > 10.0 为红色
	2mL 0.1 mol · L <sup>-1</sup> NH <sub>3</sub> · H <sub>2</sub> O + 1 滴酚酞 + 少量 NH <sub>4</sub> Cl(s)	溶液由红色变为无色	$\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 离子浓度增加, 使平衡向左移动, OH <sup>-</sup> 离子浓度减小, pH < 8.0, 溶液显无色, 说明同离子效应使弱碱解离度降低
	① 0.1 mol · L <sup>-1</sup> NaAc	pH = 8.9	$\text{Ac}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HAc}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$	Ac <sup>-</sup> 离子水解使溶液显碱性
	0.1 mol · L <sup>-1</sup> NaCl	pH = 7.0		强酸强碱盐不发生水解, 溶液显中性
	0.1 mol · L <sup>-1</sup> NH <sub>4</sub> Cl	pH = 5.1	$\text{NH}_4^+(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 离子水解使溶液显酸性
(2) 盐类的水解	② FeCl <sub>3</sub> 溶液	溶液显黄色		Fe <sup>3+</sup> 离子水解, 产生 Fe(OH) <sub>3</sub> , 使溶液呈黄色
	FeCl <sub>3</sub> 溶液 + 2mol · L <sup>-1</sup> HCl	溶液显浅黄色	$\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s}) + 3\text{H}^+(\text{aq})$	加入酸抑制 Fe <sup>3+</sup> 离子水解, 平衡向左移动, 溶液显浅黄色
	FeCl <sub>3</sub> 溶液, 加热	析出棕黄色沉淀		盐类水解反应是吸热反应, 加热促进 Fe <sup>3+</sup> 离子水解, 产生棕黄色 Fe(OH) <sub>3</sub> 沉淀
	③ BiCl <sub>3</sub> (s) + H <sub>2</sub> O	出现白色沉淀		Bi <sup>3+</sup> 离子水解, 产生 Bi(OH) <sub>3</sub> 白色沉淀
	BiCl <sub>3</sub> 溶液 + 2mol · L <sup>-1</sup> HCl	溶液变澄清	$\text{Bi}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Bi}(\text{OH})_3(\text{s}) + 3\text{H}^+(\text{aq})$	加入酸抑制 Bi <sup>3+</sup> 离子水解, 平衡向左移动, 溶液变澄清
	加水稀释	又出现白色沉淀		加水稀释, H <sup>+</sup> 离子浓度降低, 平衡向右移动, 产生 Bi(OH) <sub>3</sub> 沉淀

续表

实验内容	实验步骤	实验现象	离子反应方程式	解释或结论
	④ 1mL 0.1mol · L <sup>-1</sup> Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> + 1mL 0.5mol · L <sup>-1</sup> NaHCO <sub>3</sub>	出现白色絮状沉淀,有气泡产生	$\text{HCO}_3^- (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{OH}^- (\text{aq}) + \text{H}_2\text{CO}_3 (\text{aq})$ $\text{H}_2\text{CO}_3 (\text{aq}) = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 (\text{g})$ $\text{Al}^{3+} (\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 (\text{s}) + 3\text{H}^+ (\text{aq})$ $\text{H}^+ (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq}) = \text{H}_2\text{O}$	Al <sup>3+</sup> 离子水解溶液显酸性, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 离子水解溶液显碱性, 当两者混和时两个酸碱反应相互促进,同时产生 Al(OH) <sub>3</sub> 沉淀和 CO <sub>2</sub> 气体,导致水解完全

### III. 测量实验

实验名称: 化学反应速率、反应级数和活化能

1. 实验目的:略。
2. 实验原理:略。
3. 实验步骤:略。
4. 实验数据记录及处理

(1) 浓度对反应速率的影响

① 数据记录及计算结果

反应温度(室温)= \_\_\_\_\_ K

实验序号		1	2	3	4	5
试剂用量/mL	0.2mol · L <sup>-1</sup> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> 溶液	20.0	10.0	5.0	20.0	20.0
	0.2mol · L <sup>-1</sup> KI 溶液	20.0	20.0	20.0	10.0	5.0
	0.01mol · L <sup>-1</sup> Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 溶液	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
	0.2%淀粉溶液	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	0.2mol · L <sup>-1</sup> KNO <sub>3</sub> 溶液	—	—	—	10.0	15.0
	0.2mol · L <sup>-1</sup> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 溶液	—	10.0	15.0	—	—
混合溶液中试剂的起始浓度/mol · L <sup>-1</sup>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> 溶液	0.077	0.038	0.019	0.077	0.077
	KI 溶液	0.077	0.077	0.077	0.038	0.019
	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 溶液	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015
反应时间 Δt/s						
反应速率 v/mol · L <sup>-1</sup> · s <sup>-1</sup>						
反应速率常数 k						
反应总级数(m+n)值						

② 实验现象

在混合溶液中加入  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  溶液后, 经过一段时间, 溶液由无色突变为蓝色, 且  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  溶液或 KI 溶液浓度越大, 溶液由无色突变为蓝色的时间越短, 反应越快。

③ 数据处理

a. 反应级数的计算

由 
$$v = k \{c_{\text{S}_2\text{O}_8^{2-}} / c^\ominus\}^m \{c_{\text{I}^-} / c^\ominus\}^n$$

得 
$$\frac{v_1}{v_3} = \left( \frac{c_{1,\text{S}_2\text{O}_8^{2-}} / c^\ominus}{c_{3,\text{S}_2\text{O}_8^{2-}} / c^\ominus} \right)^m = 4^m$$

将实验测得的  $v_1$  和  $v_3$  数值, 代入上式可求出  $m$  值。

$$\frac{v_1}{v_5} = \left( \frac{c_{1,\text{I}^-} / c^\ominus}{c_{5,\text{I}^-} / c^\ominus} \right)^n = 4^n$$

将实验测得的  $v_1$  和  $v_5$  数值代入上式, 可求出  $n$  值。反应的总级数  $(m+n)$  \_\_\_\_\_, 记入表中。

b. 反应速率常数  $k$  的计算

$$k = \frac{v}{\{c_{\text{S}_2\text{O}_8^{2-}} / c^\ominus\}^m \{c_{\text{I}^-} / c^\ominus\}^n}$$

已知  $m, n$  值, 将实验测得的  $v$  值 ( $c_{\text{S}_2\text{O}_8^{2-}}, c_{\text{I}^-}$  已知) 代入上式, 即可求出  $k$  值, 记入表中, 并求出  $\bar{k}$  值, 写出该反应的速率方程式。

(2) 温度对反应速率的影响, 求活化能

① 数据记录及计算结果

实验序号	6	7	8	9
反应温度 $T/\text{K}$				
反应时间 $\Delta t/\text{s}$				
反应速率 $v/\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$				
反应速率常数 $k$				
$\lg k$				
$\frac{1}{T}/\text{K}^{-1}$				
作图所求得的活化能 $E_a/\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$				

② 实验现象

随温度升高, 溶液由无色突变为蓝色的时间越短, 反应越快。

③ 数据处理

a. 求活化能  $E_a$

根据阿累尼乌斯方程式

$$\lg k = -\frac{E_a}{2.303RT} + C$$

依据表上的结果,以  $\lg k$  对  $\frac{1}{T}$  作图,得一直线,再由图求出该直线的斜率  $J$ ,则活化能  $E_a$  为:

$$E_a = -2.303RJ$$

#### b. 相对误差和误差分析

$$\text{相对误差 } RE = \frac{E_{a(\text{实验})} - E_{a(\text{文献})}}{E_{a(\text{文献})}} \times 100\%$$

误差分析:略。

5. 讨论与思考题:略。

### 0.1.3 实验成绩的评定

学生实验成绩通常按以下标准评定:

1. 正确理解和掌握实验原理和相关理论知识,有完整的预习报告(实验原理、目的、步骤及原始数据记录表格)。
2. 实验基本操作规范,实验方法和步骤正确。
3. 设计记录数据表格,用钢笔或圆珠笔如实、及时地记录原始数据,不得涂改和伪造。
4. 实验数据处理正确(正确的计算公式、有效数字、作图等),实验结果表达完整(合理的产量、纯度、准确度、精密度等)。
5. 在实验过程中良好的实验习惯、较强的实验能力和实事求是的科学精神。

## 0.2 实验室规则和安全知识

### 0.2.1 实验室规则

学生做实验时,必须遵守下列实验室规则:

1. 学生要遵守实验室的各项制度,尊重教师的指导及实验室工作人员的职权和劳动。
2. 实验前应认真预习,明确实验目的和要求,了解实验的基本原理和方法,实验时按正确操作方法进行,遵守一切必要的安全措施,注意安全。
3. 实验前要清点仪器,若发现有破损或缺少时,应报告老师,按规定手续

补领,实验时仪器若有损坏,应按价赔偿,领取新仪器。

4. 学生必须在指定的位置上进行实验,未经教师同意不能擅自更换位置。实验时不得迟到、早退,保持室内安静,不要大声谈笑。

5. 实验时要爱护国家财物,小心地使用仪器和实验设备,注意节约水、电、药品。使用精密仪器时,必须严格按照操作规程进行,要谨慎细致。如发现仪器有故障,应立即停止使用,及时报告指导教师。

药品按规定量取用,自试剂瓶中取出药品后,不应将药品倒回原瓶中,以免带进杂质;取用药品后,应立即盖上瓶塞,以免搞错瓶塞,沾污药品;并随时将瓶放回原处;有毒废液应集中处理,以免污染环境。

6. 实验时集中思想,认真操作,仔细观察实验现象,如实记录实验现象和实验结果,不得涂改和伪造数据,及时处理实验数据,按时写出实验报告。

7. 注意保持实验室整洁、水槽干净,切勿把固体物品投入水槽中。废纸和废屑应投入废纸箱内,废酸、废碱小心倒入废液缸中,切勿倒入水槽,以免阻塞和腐蚀下水管。

8. 实验完毕后将玻璃仪器洗涤干净,放回原处,整理好桌面,打扫干净水槽和地面。实验室内的一切物品(仪器、药品和产物等)不得带离实验室。

9. 实验完毕后必须检查电源插头或闸刀是否拉开,水龙头是否关闭。

上述规则的执行情况是考核学生平时成绩的一部分,希望同学严格遵守,认真执行。

## 0.2.2 实验室安全知识

### 1. 实验室安全守则

许多化学药品是易燃、易爆、有腐蚀性或有毒的,因此在化学实验时,首先必须在思想上十分重视安全问题,决不能麻痹大意;其次,在实验前应充分了解安全注意事项,在实验过程中要集中注意力,遵守操作规程,以避免事故的发生。

(1) 加热试管时不要将试管口指向自己或别人,不要俯视正在加热的液体,以免液体溅出,受到伤害。

(2) 嗅闻气体时应用手轻拂气体,扇向自己后再嗅。

(3) 使用酒精灯,应随用随点,不用时盖上灯罩。切忌用已点燃的酒精灯去点燃别的酒精灯,以免酒精流出而失火。

(4) 浓酸、浓碱具有强腐蚀性,切勿溅在衣服、皮肤、尤其是眼睛上。稀释浓硫酸时,应将浓硫酸慢慢倒入水中,而不能将水倒入浓硫酸中,以免溅射发生人身伤害事故。

(5) 产生有刺激性或有毒气体的实验,应在通风橱内(或通风处)进行。



(6) 有毒物品(如重铬酸钾、钡盐、铅盐、砷的化合物、汞的化合物等,特别是氰化物)不得进入口内或接触伤口;也不能将有毒物品随便倒入下水管道。

(7) 对于易燃物质,应尽可能使其远离火焰,使用大量低沸点易燃物时,室内禁忌明火。

(8) 实验完毕,应洗净双手后,方可离开实验室。实验室内严禁饮食、吸烟。

(9) 实验完毕后,值日生和最后离开实验室的人员都应负责检查水龙头是否关好?电闸是否拉开?门窗是否关好?

## 2. 常见事故的简单处理

如果在实验过程中发生意外事故后,切不要惊慌,应立即采取有效措施处理事故。

(1) 火灾 实验过程中万一不慎起火,应尽快切断电源或燃气源,把一切易燃易爆物质移到远处,防止火势蔓延。当衣服着火时,应赶快脱下衣服或就地卧倒翻滚;若因有机溶剂(如苯、汽油、酒精)着火时,应用沙土和石棉布灭火,火势太大时用泡沫灭火器(主要成分为碳酸氢钠和硫酸铝)扑灭;电器设备起火时,应用四氯化碳、二氧化碳灭火器或干粉灭火器等扑灭,不能用泡沫灭火器或水。

(2) 触电 立即切断电源,或尽快用绝缘物将触电者与电源隔开,千万不要直接用手去拉触电者。情况严重时进行人工呼吸,并立即送往医院。

(3) 割伤 先将伤口内的异物挑出,然后在伤口抹上红药水或紫药水后用消毒纱布包扎。也可贴上“创可贴”,能立即止血,且易愈合。

(4) 烫伤 可用10%  $\text{KMnO}_4$  溶液或苦味酸溶液擦洗伤处,并抹烫伤油膏或万花油,不要把烫出的水泡挑破。

(5) 受酸腐伤 先用大量水冲洗,再用饱和碳酸氢钠溶液或稀氨水冲洗,最后再用水冲洗。

(6) 受碱腐伤 先用大量水冲洗,再用醋酸溶液( $20\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )或硼酸溶液冲洗,最后再用水冲洗。

(7) 酸和碱不小心溅入眼中,必须用大量水洗冲,持续15min,随后立即到医生处检查。

(8) 吸入溴蒸气、氯气、氯化氢气体,可吸入少量酒精或乙醚混合蒸气。若吸入硫化氢或一氧化碳气体而感到头晕和不适者,应立即到室外呼吸新鲜空气。

每个实验室里都备有药箱和必要的药品,以备急用。如果伤势较重,应立即去医院就医。