

经陕西省中小学教材审定委员会2008年审查通过（试用）



普 通 高 中

HuaXue

化学

实验操作与评价



主编 杨承印

选修模块

（全一册）

陕西师范大学出版社

经陕西省中小学教材审定委员会2008年审查通过（试用）

普通高中

# 化学实验操作与评价

选修模块

（全一册）

陕西省教育厅教育技术装备管理中心监制

- 丛书顾问：廖伯琴 王磊 王较过 张迎春
- 主 编：杨承印
- 副 主 编：马振亚 周引媚
- 编 者：陈丽萍 崔敏 杜国栋 解宁涛 廖传珠 孙亮 于晓燕  
张建新 王娟萍 王彦昌 仁荣贞 李海刚 杨玉芳
- 摄 影：筑巢影像

陕西师范大学出版社

图书代号:JC8N0666

## 普通高中化学实验操作与评价(选修模块)

杨承印 主编

---

责任编辑 杨玉芳  
责任校对 樊茹婷  
装帧设计 筑巢影像  
出版发行 陕西师范大学出版社  
社 址 西安市陕西师大 120 信箱(邮政编码:710062)  
网 址 <http://www.snupg.com>  
经 销 各地新华书店  
印 刷 西安交通大学印刷厂  
开 本 850mm×1168mm 1/16  
印 张 7.5  
字 数 150 千  
版 次 2008 年 7 月第 1 版  
印 次 2008 年 7 月第 1 次  
书 号 ISBN 978 - 7 - 5613 - 4307 - 4  
定 价 10.00 元

---

读者购书、书店添货或发现印刷装订问题,请与本社读者服务部联系、调换。

电 话:(029)88218368 88270127(传真)



# 前言

## Foreword

化学是一门以实验为基础的自然科学,通过以化学实验为主的多种探究活动,使学生体验科学研究的过程,激发学习化学的兴趣,强化科学探究的意识,促进学习方式的转变,培养学生的创新精神和实践能力,是普通高中新课程标准的理念之一。

《陕西省普通高中学生学业水平考试实施意见(试行)》将化学实验操作考试列入普通高中学生学业水平考试范围,作为检验学生对化学实验的学习是否达到课程标准要求的主要手段。为了帮助同学们适应普通高中课程改革带来的这一变化,我们组织国内著名学科专家、实验操作考试命题组核心专家和一线优秀教师,依据《普通高中化学课程标准(实验)》的要求,编写了《普通高中化学实验操作与评价》地方教材,经陕西省中小学教材审定委员会审查通过,专供2007年秋季、2008年秋季入学的普通高中学生使用。

本书精选各版本教材中课程标准要求学生必须掌握的具有代表性的化学实验,同时,还选取了贴近学生生活,操作性强的实验,比如:海带中含碘的证明(必修模块)、果蔬中维生素含量的测定(选修模块)、红枣中铁含量的测定(选修模块)等。对每个实验案例,设计了“实验目标”“提出问题”“我的猜想”“方案设计”“实验操作”“我的结论”“思考与交流”“实验反思”“精彩再现”“实验成绩评

价”等栏目。

编写适合课程改革需要的实验操作地方教材,是一项探索性的工作,是一项凝聚专家和教师集体劳动的工程。我们在编写本教材时,吸收了许多高中化学教学、教研教师的研究成果,在此表示衷心地感谢!

为帮助教师 and 同学们拓展课程资源,在本书出版的同时,我们开放了课程资源网站([zkoo.b88k.com](http://zkoo.b88k.com)),将更多有关实验操作的视频、图片、文本信息和教研动态免费提供给大家,并期望在大家的积极参与中,使网站成为面向全省、全国的教学、教研的互动平台。

由于普通高中实验操作考试和本教材的编写尚处于探索试行阶段,书中难免存在疏漏之处,恳请广大教师和同学们批评指正,以臻完善。

编委会

2008年7月



# 目录

|       |                                                                                        |     |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 实验 1  | 维生素 C 的性质                                                                              | 1   |
| 实验 2  | 电解饱和食盐水                                                                                | 11  |
| 实验 3  | 浓度、温度对 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液与稀 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 反应速率的影响          | 17  |
| 实验 4  | 催化剂对化学反应速率的影响                                                                          | 25  |
| 实验 5  | 浓度、温度对化学平衡的影响                                                                          | 33  |
| 实验 6  | 促进或抑制 $\text{FeCl}_3$ 溶液的水解                                                            | 40  |
| 实验 7  | $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$ 在不同溶剂中与 $\text{NaOH}$ 溶液反应产物的检验                        | 47  |
| 实验 8  | 蔗糖、纤维素的水解                                                                              | 55  |
| 实验 9  | $\text{KNO}_3$ 粗品的提纯                                                                   | 62  |
| 实验 10 | $\text{CuSO}_4$ 溶液与 $\text{Mg}$ 、 $\text{Al}$ 、 $\text{Zn}$ 等金属反应的产物确定                 | 70  |
| 实验 11 | 比色法测定药物或食物中铁元素的含量                                                                      | 77  |
| 实验 12 | 硫酸亚铁铵 $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$ 的制备 | 86  |
| 实验 13 | 菠菜的叶绿体中色素的提取和分离                                                                        | 94  |
| 实验 14 | 食醋中总酸量的测定                                                                              | 103 |
| 实验 15 | 选做实验 探究明矾晶体的生长条件                                                                       | 112 |



## 实验 1

### 维生素 C 的性质



#### 实验目标

- 1 能够通过维生素 C 的结构式推断出其性质。
- 2 初步学习碘滴定法测量药片中维生素 C 的操作方法。
- 3 在同伴互助下能够完成从果蔬中提取汁液测量其中的维生素 C 的操作过程。
- 4 学会容量瓶、移液管、滴定管、锥形瓶的使用。



#### 提出问题

维生素 C 是人体生命活动不可缺少的物质。作为水溶性维生素,易被人体吸收,多余的则会随尿液排出体外,不容易在人体内积存,人体自身也不能合成,必须从所摄取的食物中得到。一般认为维生素 C 广泛存在于蔬菜和瓜果之中。

1. 如何知道维生素 C 的存在? 维生素 C 都有哪些特性?
2. 哪些蔬菜和瓜果中维生素 C 的含量高? 同一种蔬菜、瓜果在长期保存过程中维生素 C 的含量有什么变化?

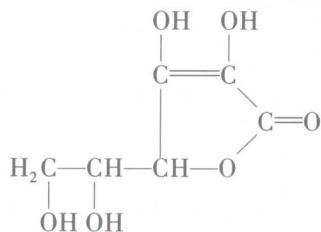
此外,有关维生素 C 的问题还有:



#### 我的猜想

维生素 C 的化学式为  $C_6H_8O_6$ , 相对分子质量为 176.14, 结构式如下所示。





**情境** 根据有机物中官能团与该有机物性质的关系,经查手册表明维生素 C 的水溶性较好,易被氧化,还原性较好;在干燥条件或酸性溶液中较稳定,在碱性溶液中极不稳定,易被氧化而失效;在  $\text{FeCl}_3$ 、 $\text{I}_2$  溶液中易被氧化;氧化剂、光、热、核黄素以及微量的铜、铁等金属离子都能催化其反应。在中性条件下,向含有维生素 C 的溶液里滴入  $\text{FeCl}_3$  溶液后,溶液呈紫色;酸性条件下(通常加入醋酸),维生素 C 可以把  $\text{I}_2$  还原成  $\text{I}^-$ 。在维生素 C 的待测液中加入适量淀粉,可以指示滴定终点。维生素 C 味酸,人体缺乏易得坏血病,所以维生素 C 又称抗坏血酸。维生素 C 广泛存在于新鲜的水果、蔬菜、乳制品中。

**猜想:**维生素 C 的上述性质中,有哪些可从其结构式中,特别是它的官能团中得到合理的解释?



## 方案设计

### 1 实验原理

定性检验维生素 C 的性质:用维生素 C 样品做水溶性和醇溶性实验;用维生素 C 样品和  $\text{FeCl}_3$  溶液反应的现象作标准,然后给样品维生素 C 中加入毒性物质  $\text{NaNO}_2$  之后,再和  $\text{FeCl}_3$  溶液反应,看是否还有标准样的现象。

定量测定果蔬中维生素 C 的含量:配制一定浓度的维生素 C 的溶液和滴定其用的碘-碘化钾溶液,选淀粉溶液作为指示剂。

选身边容易找到且富含维生素 C 的果蔬(比如:橙子、猕猴桃、葡萄、黄瓜、菠菜、香菜、西红柿等),可选一两种作为待测样品,对其进行处理,压榨出汁液。

### 2 仪器与药品

实验可能要用到的仪器:

锥形瓶、容量瓶、移液管、量筒、酸式滴定管、漏斗、滤纸、研钵、天平、试管、烧杯、滴瓶。

实验可能要用到的药品:

100 mg 维生素 C 药片、1.0% 盐酸、 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  醋酸、1.0%  $\text{FeCl}_3$  溶液、饱和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液、无水乙醇、1.0% 淀粉溶液、碘-碘化钾溶液、 $\text{NaNO}_2$ 。



### 3 实验过程设计

#### (1) 维生素 C 性质实验设计

① 维生素 C 在水中和在乙醇中的溶解性设计。

② 维生素 C 被  $\text{FeCl}_3$ 、 $\text{I}_2$  氧化的设计。

③ 分别用已知的维生素 C、果蔬汁液(假定含有维生素 C)和毒性物质  $\text{NaNO}_2$  作对照反应的设计。

#### (2) 定量测定果蔬中维生素 C 含量的实验设计

配制 20% 的维生素 C 溶液:取 5 片规格为 100 mg 的维生素 C,在盛有 50 mL 1.0% 盐酸的烧杯中溶解,然后转移至 250 mL 容量瓶中,稀释至刻度备用。

配制  $0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  碘水溶液(为使  $\text{I}_2$  易溶,可加适量 KI):先用  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液标定准确浓度的碘溶液,当  $\text{I}_2$  与  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  反应,溶液由黄棕色或橙色变为无色,即为滴定终点。

榨取 20 mL 果汁或蔬菜汁液,加醋酸调 pH 约为 3。

① 用  $0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  碘水溶液滴定维生素 C 标准溶液的设计。

② 用  $0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  碘水溶液滴定含有维生素 C 的果蔬汁液的设计。



实验操作

1 对自己设计的实验方案的验证

(1) 维生素 C 性质的实验操作

① 维生素 C 在水中和在乙醇中的溶解

| 实验步骤 | 实验现象、结论和分析 |
|------|------------|
|      |            |

② 维生素 C 与 FeCl<sub>3</sub> 溶液反应

| 实验步骤 | 实验现象、结论和分析 |
|------|------------|
|      |            |

③ 向维生素 C 溶液中先加入 NaNO<sub>2</sub> 溶液,然后再加入 FeCl<sub>3</sub> 溶液的反应

| 实验步骤 | 实验现象、结论和分析 |
|------|------------|
|      |            |



## (2) 定量测定果蔬中维生素 C 含量的实验操作

① 维生素 C 与  $I_2$  溶液反应

| 实验步骤 | 实验现象、结论和分析 |
|------|------------|
|      |            |

## ② 取准备好的果蔬汁液重复(1)中②、③和(2)中①的操作

| 实验步骤 | 实验现象、结论和分析 |
|------|------------|
|      |            |

## ③ 果蔬汁液中维生素 C 含量的测定

| 实验步骤 | 实验现象、结论和分析 |
|------|------------|
|      |            |

## ④ 维生素 C 药片中维生素 C 含量的测定

| 实验步骤 | 实验现象、结论和分析 |
|------|------------|
|      |            |

## 2 实验案例

## 实验步骤

维生素 C 药片中维生素含量的测定

- (1) 取洁净的酸式滴定管, 检查滴定管是否漏水, 活塞是否转动灵活。
- (2) 用已标定好的碘溶液润洗酸式滴定管 2~3 次, 然后再把碘溶液注入酸式滴定管零刻度以上 2~3 cm 处, 将滴定管固定在滴定管夹上。
- (3) 调节滴定管活塞, 使滴定管的尖嘴部分充满溶液, 滴定管内部没有气泡, 并使液面处在零刻度或其以下位置, 记录初始读数。
- (4) 取 20 mL 配制好的维生素 C 溶液于 250 mL 锥形瓶中, 滴加 1~2 mL 淀粉溶液, 用已标定好的碘溶液滴定, 当锥形瓶中的溶液变为蓝色时即到达终点, 记录最终读数, 算出所用碘溶液的量。
- (5) 重复上述操作一次, 取两次的平均值。

## 实验现象、结论和分析

| 滴定项目       | 滴定次数 | 消耗碘溶液的体积/ mL | 消耗碘溶液体积的平均值/ mL |
|------------|------|--------------|-----------------|
| 维生素 C 标准溶液 | 1    |              |                 |
|            | 2    |              |                 |
|            | 3    |              |                 |
| 果蔬汁液       | 1    |              |                 |
|            | 2    |              |                 |
|            | 3    |              |                 |

果蔬汁液中维生素 C 的含量 = \_\_\_\_\_ mg/L



## 我的结论

- 1 维生素 C 的水溶性和醇溶性分别是:
- 2 维生素 C 能够稳定存在的条件和不稳定存在的条件分别是:
- 3 维生素 C 最显著的化学性质是:



## 思考与交流

- 1 哪些蔬菜和瓜果中维生素 C 的含量高? 你能通过实验来验证吗?
- 2 同一种蔬菜、瓜果在长期保存过程中维生素 C 含量有什么变化?
- 3 本实验中采取怎样的榨取方式, 可使果蔬汁液中维生素 C 流失更少一些?
- 4 能否以一次性医用塑料注射器为主要仪器, 设计一套测定维生素 C 含量的微型装置? 试予以描述。
- 5 碘滴定法中, 引起误差的仪器方面的客观因素和人为操作方面的主观因素有哪些?

## 6 维生素 C 发现史

维生素是维持人体内脂肪、蛋白质和糖类等正常代谢和身体的正常发育成长所必需的, 在化学结构和生理作用上各不相同的一类有机化合物。1747 年, 英国海军军官 J. 林德(J. Linder) 首次给 12 名士兵喝橘子汁, 结果治好了他们的坏血病, 这就是后来维生素 C 又被称为抗坏血酸的原因。到 1912 年, 波兰籍生物化学家 C. 芬克(C. Funk) 博士在伦敦首次提出维生素(Vitamin) 这个词, 意为维持生命。1928 年, 美籍匈牙利生物化学家 S. 哲尔吉(S. Gyorgi) 首次分离出维生素 C, 1934 年英国化学家 N. 哈沃斯(N. Haworth) 和 E. 赫斯特(E. L. Hirst) 成功地合成了维生素 C, 据此哈沃斯 1937 年获得诺贝尔化学奖。20 世纪 30 年代维生素 C 开始实现工业化。中国人独立开发出了“两步发酵法”生产工艺, 并于 1975 年投产。维生素 C 成本低, 产量大, 在作为食品的营养强化剂和牲畜家禽的饲料添加剂中发挥着重要作用。





## 实验反思

- 1 维生素 C 药片中的维生素 C 含量已经是一个定值,为什么还要定量测定?
- 2 通过本实验,对维生素 C 的溶解性和还原性有了怎样进一步的认识?
- 3 通过本实验的操作,在维生素 C 性质检验和定量测定的实验中,最需要注意的问题是什么? 影响滴定结果可能的因素有哪些?



## 精彩再现

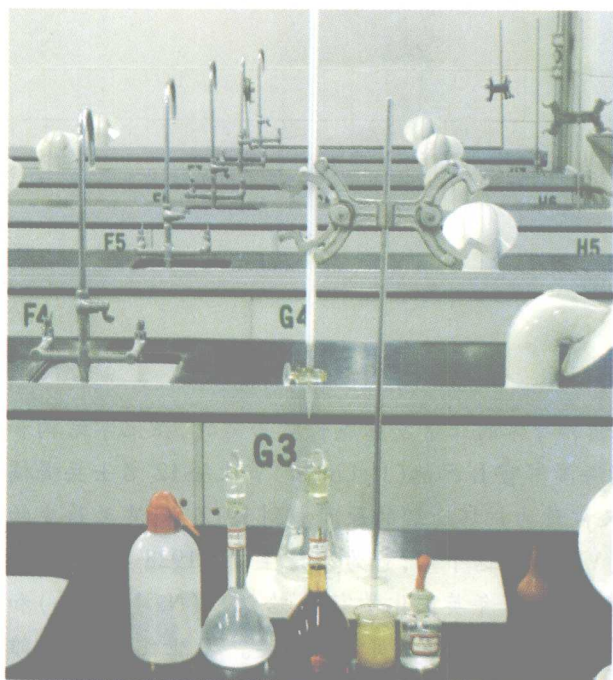


图 1.1 本实验所需的仪器和药品



图 1.2 移取维生素 C 待测液



图 1.3 向维生素 C 待测液中滴加淀粉溶液

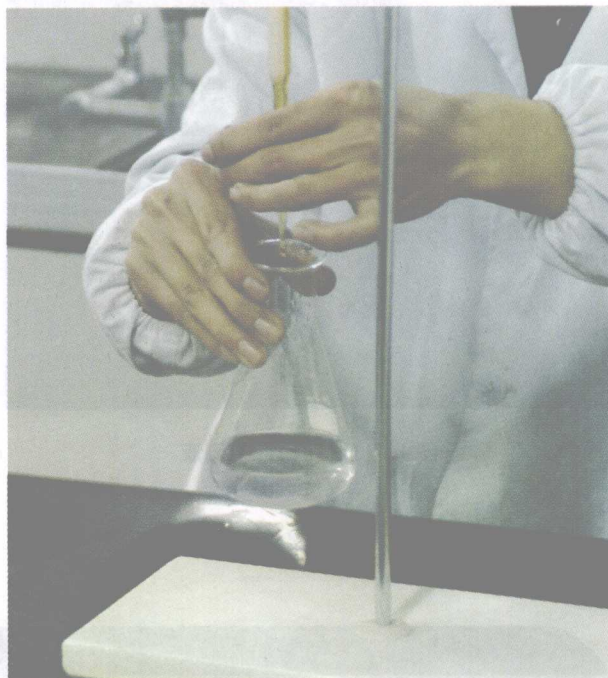


图 1.4 滴定维生素 C 待测液

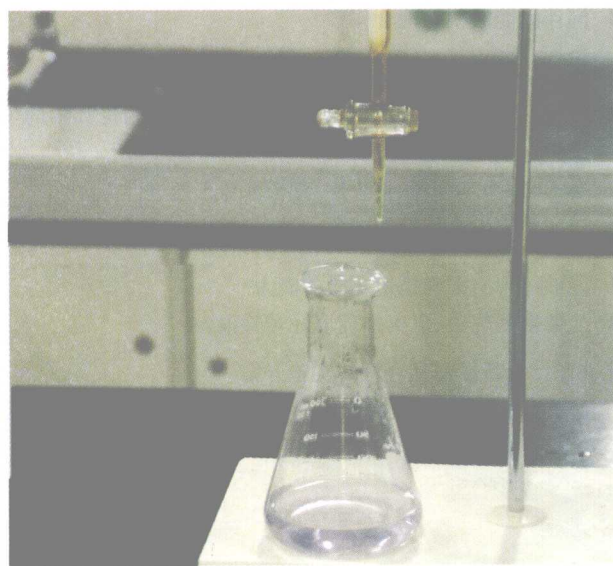


图 1.5 达到滴定终点的维生素 C 待测液



图 1.6 新榨橙汁的 pH



图 1.7 滴定橙汁待测液

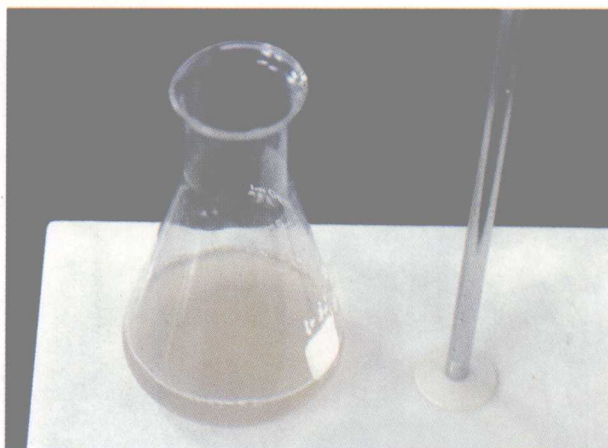


图 1.8 达到滴定终点的橙汁待测液



## 实验成绩评价

| 一级指标              | 二级指标                                                                                                                                                                                     |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 实验态度的评价(20%)      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1 课前能够预习</li> <li>2 实验过程能够认真记录、观察</li> <li>3 实验结束,台面整洁</li> <li>4 同伴间能够很好地合作</li> </ol>                                                           |
| 实验效果(60%)         | <ol style="list-style-type: none"> <li>1 会用碘滴定法测量药片中维生素 C 的含量</li> <li>2 同伴互助下能够完成从果蔬中提取汁液并测量其中的维生素 C</li> <li>3 会正确使用容量瓶、移液管、滴定管、锥形瓶进行实验操作</li> <li>4 若实验未出现预设的现象,能够分析出失败的原因</li> </ol> |
| 完成实验报告情况(10%)     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1 能够体现出准确描述实验的能力</li> <li>2 能够依据现象、事实推理填好实验报告</li> </ol>                                                                                          |
| 实验设计的创新性与合理性(10%) | 能够设计出新颖而又合理的实验方案                                                                                                                                                                         |
| 自评等级              | (优、良、中、差)                                                                                                                                                                                |
| 同伴评价等级            | (优、良、中、差)                                                                                                                                                                                |
| 教师综合评价            | (优、良、中、差)                                                                                                                                                                                |
| 最终评价及建议           |                                                                                                                                                                                          |



## 实验 2

## 电解饱和食盐水



## 实验目标

- 1 通过电解饱和食盐水的实验操作,巩固和加深对电解原理的理解。
- 2 练习电解操作。
- 3 同伴互助,完成电解饱和食盐水的操作。



## 提出问题

$\text{NaOH}$ 、 $\text{Cl}_2$  和  $\text{H}_2$  都是重要的化工生产原料,可以进一步加工成多种化工产品,广泛用于各个工业领域。氯碱工业及其相关产品几乎涉及国民经济及人民生活的方方面面。以氯碱工业为基础的化工生产及产品主要有:有机合成、造纸、玻璃、肥皂、纺织、印染、氯化物合成、农药、盐酸、金属冶炼等。

工业上是用什么方法来制取  $\text{NaOH}$ 、 $\text{Cl}_2$  和  $\text{H}_2$  的? 其原理又是什么呢?

有关饱和食盐水的电解,我想提出的问题还有:



## 我的猜想

工业上用电解饱和  $\text{NaCl}$  溶液的方法来制取  $\text{NaOH}$ 、 $\text{Cl}_2$  和  $\text{H}_2$ ,并以它们为原料生产一系列化工产品,称为氯碱工业。在饱和食盐水中存在着 4 种离子,氯化钠电离出的  $\text{Na}^+$  和  $\text{Cl}^-$ ,水电离出  $\text{H}^+$  和  $\text{OH}^-$ ,通电后,在电场的作用下,阳离子向阴极移动,阴离子向阳极移动。由于  $\text{Cl}^-$  的还原性强于  $\text{OH}^-$ ,所以  $\text{Cl}^-$  在