

# 关于由鸡蛋壳制备丙酸钙的实验报告

课程名称：基础化学实验

课程日期：2022年11月26日

第一作者：安阳

班级：22

学号：22377264

邮箱：anyang@buaa.edu.cn

单位：北京航空航天大学

地址：北京市海淀区学院路37号

共同作者：谢池



**摘要** 丙酸钙是一种世界卫生组织（WHO）和联合国粮农组织（FAO）批准使用的安全可靠的食品与饲料用防腐剂，本实验使用废弃的鸡蛋壳制备丙酸钙，以实现物质的循环利用，体现出绿色化学的理念。本实验使用两种方案来制备丙酸钙，分别为利用蛋壳直接与丙酸反应，以及先煅烧蛋壳再与丙酸反应。两种方法的产率分别为 37.59% 和 66.16%，我们认为其在可接受范围内。实验数据证明先煅烧再反应的试验方案更加有效，也更加高效。

**关键词** 绿色化学 丙酸钙 鸡蛋壳 丙酸

## 1 引言

### 1.1 丙酸钙

丙酸钙是酸型食品防腐剂，易溶于水，在酸性条件下，产生游离丙酸，具有抗菌作用；是一种世界卫生组织（WHO）和联合国粮农组织（FAO）批准使用的安全可靠的食品与饲料用防腐剂。丙酸钙一般多用作面包及糕点的保存剂、牙膏和化妆品的添加剂、饲料用防霉剂、中药制剂等。

### 1.2 鸡蛋壳制备丙酸钙

近几年来，鸡蛋的消耗量大幅度增加，人们仅利用了可食的蛋清和蛋黄部分，而大量蛋壳却被废弃，每天都要产生成吨的蛋壳，对环境造成很大污染。

蛋壳中含有 93% 的  $\text{CaCO}_3$ ，如以蛋壳为主要原料，加入丙酸生产丙酸钙，既可节省资源，降低成本，又可解决蛋壳对环境所造成的污染。

### 1.3 制备方案

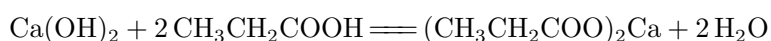
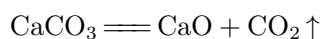
#### 1.3.1 蛋壳直接与丙酸反应

将丙酸直接与鸡蛋壳混合，反应生成丙酸钙，如式 1[1]。



#### 1.3.2 煅烧蛋壳后与丙酸反应

先将蛋壳经煅烧制备氧化钙，然后与丙酸中和制备丙酸钙，如式 2。



## 2 实验部分

### 2.1 仪器和试剂

**仪器:** 电阻炉、干燥箱、蒸发皿、烧杯(100 mL 两个、250 mL 一个)、漏斗、玻璃棒、量筒 (50 mL)、滤纸、电子天平研钵、HHS 恒温水浴锅、表面皿、坩埚、FT-IR 仪、玛瑙研钵、压片装置.

**试剂:**  $10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的丙酸(AR级)、 $12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的盐酸(AR级)、7个鸡蛋壳、溴化钾粉末.

### 2.2 实验步骤

#### 2.3 方案一

将鸡蛋壳水洗后用盐酸进行壳膜分离, 之后再次水洗并进行干燥, 得到较为纯净的鸡蛋壳. 取 3 g 处理后的鸡蛋壳用研钵粉碎, 加入 12 mL 丙酸和 40 mL 去离子水, 反应约 20 min 后, 直到观察没有大气泡冒出. 抽滤后弃去滤饼, 取滤液蒸发、干燥, 得到成品并称量, 计算产率.

#### 2.4 方案二

将鸡蛋壳水洗后用盐酸进行壳膜分离, 之后再次水洗并在  $110^\circ\text{C}$  下进行干燥, 得到较为纯净的鸡蛋壳. 将鸡蛋壳在  $1000^\circ\text{C}$  下煅烧, 制备出 CaO. 取 3 g 煅烧后的固体, 研磨后加水, 制成石灰乳. 向石灰乳中加入 12 mL 丙酸和 40 mL 水, 此时应观察到溶液变得较为澄清<sup>1</sup>, 得到丙酸钙溶液. 抽滤后弃去滤饼, 取滤液蒸发、干燥, 得到成品并称量, 计算产率.

## 3 数据分析

### 3.1 数据处理与计算

原始数据见附表. 两种方案分别制得产物 2.1 g 和 6.6 g. 计算得到产率分别为 37.59% 和 66.16%.

### 3.2 产率分析

与其它组数据进行对比[2], 本组数据在产率上较为常规, 推测由实验人员操作不同而导致的产率影响较小. 我们推测两组产率均相对较低的原因很大程度上是因为鸡蛋壳中存在部分难溶性杂质, 如  $\text{MgCO}_3$  等. 这些杂质的存在直接导致了原料纯度的下降, 进而使产率降低. 另外注意到两种方案的产率相差较大, 推测这是由于两种方案中对原料的处理方法不同而导致的. 方案一中对鸡蛋壳未进行更多加工处理便直接反应, 而方案二中我们先煅烧蛋壳得到了氧化钙, 这使得原料的摩尔质量浓度增大, 杂质的摩尔质量浓度减小, 从而提升了实验产率.

## 4 结论

本实验利用两种方案由鸡蛋壳制备出了丙酸钙, 其产率分别为 37.59% 和 66.16%. 考虑到原料的杂质含量, 我们认为这个产率在可接受范围内. 同时我们验证了方案二较方案一更为有效, 更加适合工业化生产.

## 5 体会

在吸收了以往的规范操作和严谨操作的经验后[3, 4, 5, 6, 7, 8], 本次实验中操作者着重注意了实验操作的规范性. 这使得操作规范性不再成为实验误差中的主要因素, 同时使我们的实验获得了一个尚可接受的结果.

<sup>1</sup> 此处溶液无法变得完全澄清是因为鸡蛋壳中存在其它难容杂质无法被丙酸中和.

同时本次实验是一次以绿色化学为主题的实验，操作者体会了“变废为宝”的化学理论，同时掌握了丙酸钙的制备方法，及制备过程中使用的蒸发浓缩、研磨等实验技术，很大程度上提升了个人的实验经验和操作素养。

## 6 致谢

感谢王广胜老师、周璐助教对我们实验的指导。

## 参考文献

- [1] 宋天佑, 程鹏, 徐家宁, 等. 无机化学上册[M]. 第四版. 北京: 高等教育出版社, 2019. 1.3.1
- [2] 伊治同, 高一为. 关于由鸡蛋壳制备丙酸钙的实验报告[R]. 北京: 北京航空航天大学, 2022. 3.2
- [3] 安阳, 伊治同, 谢池. 关于硫酸钡溶度积常数的测定的实验报告[R]. 北京: 北京航空航天大学, 2022. 5
- [4] 安阳. 关于醋酸解离平衡常数的测定的实验报告[R]. 北京: 北京航空航天大学, 2022. 5
- [5] 安阳, 伊治同. 关于三草酸合铁(III)酸钾的合成的实验报告[R]. 北京: 北京航空航天大学, 2022. 5
- [6] 安阳, 谢池. 关于三氯化六氨合钴(III)的制备的实验报告[R]. 北京: 北京航空航天大学, 2022. 5
- [7] 安阳, 谢池. 关于食品中亚硝酸盐含量的测定的实验报告[R]. 北京: 北京航空航天大学, 2022. 5
- [8] 安阳, 谢池. 关于硫酸亚铁铵的制备的实验报告[R]. 北京: 北京航空航天大学, 2022. 5
- [9] 华东理工大学无机化学教研组. 无机化学实验[M]. 第四版. 北京: 高等教育出版社, 2007.

附表：原始数据记录

日期

方案一：水 40ml .  
丙酸 12ml . 产量 2.1g  
蛋壳 3.0g

方案二：水 40ml .  
丙酸 12ml 产量 6.6g  
蛋壳灰 3.0g

Q) 2022.11.26 .