

氢氧化铁胶体保护剂的探究

高思未 高耀文 王富强*

(宁夏大学 化学化工学院, 宁夏 银川 750021)

摘要 氢氧化铁胶体的制备及性质实验是中学化学教学的基本实验之一, 通过实验发现教科书中保护氢氧化铁胶体所选用的试剂是明胶, 在实验教学时发现提前配置好的明胶试剂用于课堂教学时, 加入聚沉剂后仍然有沉淀产生, 保护效果不佳。因此本实验根据这一问题探究了最佳的保护试剂, 基于“颜色识别器”软件中的V值(色密度)与常见保护剂之间存在的半定量关系进行分析, 获得经济、高效率的保护试剂, 提高氢氧化铁胶体的实用价值。

关键词 氢氧化铁胶体 保护剂 颜色识别器 半定量研究

中图分类号: TQ11

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)02-0004-03

1 问题的提出

胶体分散质颗粒的直径在1nm-100nm之间, 这一关键性质使胶体成为日常实际生活中具有重要作用的分散系, 分散质微粒的直径大小也是区别溶液、胶体和浊液的根本。正是由于其直径大小的不同才具备了胶体的多种性质实验及应用, 例如: 丁达尔效应、渗析、电泳、聚沉等。性质决定用途, 胶体在生活中的应用也比较普遍, 例如: 卤水点豆腐、静电除尘、冲击岛形成、纳米材料等^[1]。因此, 保护胶体提高其应用价值具有重要意义, 通过定性分析胶体的保护情况是普遍常用的方法, 目前信息化技术也为教学提供了很多辅助作用, 可以通过智能手机实现半定量分析。教科书讲解了有关胶体保护的试剂主要是明胶, 明胶是一种亲水性胶体, 常用来保护胶体, 但是存放在潮湿地方会发霉, 黏度、质量都会受到影响, 因此保护剂的选择会影响胶体的稳定性。

本实验借助颜色识别器软件来辅助学生对实现现象的观察, 将定性的实验半定量化, 学生通过读取颜色识别器上的V值就可以一目了然地判断此时该物质属于哪种分散系。这种方法不仅使学生可以更直观地学习和理解胶体的概念, 也能培养学生对化学实验的兴趣, 教师在传授课堂知识的过程中逐渐从单一化的形式向多元化的手段发展, 这一思想也符合我国新课程改革的理念, 以学生为主体, 教师为引导的学习方式推进新课知识的学习, 提升学生积极主动探究的学科核心素养。

2 实验设计

2.1 实验原理

强酸和强碱反应形成的盐叫强酸弱碱盐, 如硫

酸铝、硫酸铁、氯化铁、硝酸铁等^[2]。 $\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{HCl}$, 弱碱阳离子 Fe^{3+} 与水溶液中的 OH^- 形成难电离的物质。胶体也被称作胶状分散体, 是一种内部均匀的混合物^[3]。根据分散质粒子的直径大小分为溶液、胶体和浊液, 分散质微粒直径小于1nm为溶液、介于1nm-100nm之间为胶体、大于100nm为浊液, 因此溶液分散质既可以透过滤纸、也可以透过半透膜, 而胶体分散质能透过滤纸但不能透过半透膜。半透膜是一种存在小空隙的薄膜, 常用于一些分子和离子进行扩散的场所。通常来说, 只有离子和小分子物质通过, 而生物大分子是不能自由通过的, 一般会选用羊皮纸、玻璃纸等做半透膜, 但由于实验室中的玻璃纸较硬, 在使用时容易折碎, 不易使用, 不仅容易对实验过程造成一定的影响, 也比较浪费。从环保护材的角度看, 鸡蛋膜比玻璃纸更经济实惠, 因此本实验选取的是用醋酸浸泡过的鸡蛋, 在一段时间后被酸浸泡的鸡蛋壳逐渐脱离, 内层鸡蛋膜完整无损, 可以用来做半透膜。因为胶体粒子的表面积大, 有很强的吸附力, 加电解质、辐射或者加热都会使胶体颗粒变大, 会出现聚沉现象^[4]。为探究胶体的保护剂防止聚沉现象产生, 可以运用“颜色识别器”软件来辨识胶体的保护情况, 从而提高胶体的保护程度, 体现更高价值。

2.2 实验试剂与仪器

实验试剂: 六水三氯化铁、去离子水、明胶、聚丙烯酸钠、琼脂、硝酸银溶液、亚铁氰化钾、甲基橙溶液。

实验仪器: 烧杯、激光笔、一次性胶头滴管、量筒、酒精灯、石棉网、三脚架、LED灯、试管、鸡蛋半透膜(自制)、橡皮筋、颜色识别器、计时器。

*本文通讯作者, E-mail: 6960463@qq.com。

2.3 实验过程

(1) 氢氧化铁胶体制备。称取 20g 六水氯化铁固体溶于 20ml 水中搅拌溶解, 量取 50mL 蒸馏水于烧杯中加热煮沸, 逐滴加入饱和 FeCl_3 溶液并保持加热, 待溶液呈深红褐色, 停止加热后静置, 并于较暗环境中用激光笔照射盛有 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的烧杯观察丁达尔现象。

(2) 渗析。一支吸管悬挂在玻璃棒上, 上端橡皮筋套在玻璃棒上, 下端橡皮筋裹紧半透膜, 另取一支试管吸取冷却后的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体从上端滴于鸡蛋膜中, 将盛有胶体半透膜部分浸泡在蒸馏水中渗析 5min, 如图 1 所示。取少量烧杯中的溶液于试管 1、2、3 中, 试管 1: 滴加 2-3 滴 AgNO_3 溶液; 试管 2: 滴加 $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液; 试管 3: 滴加甲基红试剂。



图 1 渗析

(3) 胶体的保护。常见保护试剂有明胶、聚丙烯酸钠、琼脂、硅酸镁铝等。其中明胶是教科书指定保护剂, 明胶是一种天然营养型的食品增稠剂, 其溶解度与凝固温度相差很小, 易受水份、温度、湿度的影响而变质; 聚丙烯酸钠为淡黄色粘稠液体, 易溶于水, 呈弱碱性, 耐热性很好, 久存黏度变化极小, 即使在高温下也极为稳定, 除热稳定性外, 聚丙烯酸钠在经过冻结、搅拌和长期储存后, 其黏度均无显著变化; 琼脂具有凝固性、稳定性, 能与一些物质形成络合物等, 可作为增稠剂、凝固剂、悬浮剂、乳化剂、保鲜剂和稳定剂。由此推测聚丙烯酸钠、琼脂的保护作用优于明胶, 进而设计实验进行探究。

取三支试管滴加 2ml 渗析三次后的氢氧化铁胶体, 分别滴加 1ml 的 1% 明胶、1% 聚丙烯酸钠、1% 琼脂, 置于空气中放置数小时后观察现象, 记录数据。

3 实验结果分析

借助“颜色识别器”软件对胶体保护现象进行分析, 拍照时由于环境因素影响, 因此统一选择在 LED 灯光下进行, 同时以白色为背景来避免光照强度因素的干

扰, “颜色识别器”APP 是一款非常方便的颜色识别软件, 通过输入“颜色识别器”便可免费下载应用, 仅需将图标对准某一位置即可得出对应点的颜色名称和代码 YUV(明亮度、色度、色密度)、RGB(红、绿、蓝)等, 其中 V 主要用于描述图像色彩饱和度, V 值越高, 代表该像素的颜色饱和度越高^[5]。

空白组与实验组:

空白组是在经过渗析后的氢氧化铁胶体中直接滴加亚铁氰化钾试剂, 用激光笔照射发现没有丁达尔效应, 溶液聚沉, 试管悬挂于铁架台上拍照; 实验组是在经过渗析后的氢氧化铁胶体中分别滴加保护剂明胶、聚丙烯酸钠和琼脂, 然后再滴加亚铁氰化钾试剂, 用激光笔照射发现有丁达尔效应。

空白实验发现, 等体积的氢氧化铁胶体加聚沉剂后无丁达尔效应, 利用“颜色识别器”测得 V 值; 实验组发现等体积的氢氧化铁胶体加保护剂后再加聚沉剂仍有丁达尔效应, 其 V 值随时间变化呈现规律变化。利用作图软件将所测得 V 值描绘成曲线图, 得到规律性高, 具有代表性的实验结果, 如图 2 所示。

观察 V 值的变化趋势可以发现, 明胶、聚丙烯酸钠、琼脂对氢氧化铁均起到保护作用, 不同时间段保护剂对氢氧化铁胶体保护程度不同, 其中琼脂的保护效果最佳, 传统实验中选用的保护剂明胶在未加保鲜膜的情况下观察到五小时后开始絮凝, 聚丙烯酸钠八小时后开始絮凝。

4 实验结论

4.1 实验结果

胶体中存在的微粒是胶团, 胶体是由胶团组成的, 胶团是由胶核、吸附层、扩散层构成, 胶核又是由许多分子或其他微粒聚集而成的, 它具有强吸附能力。在胶核的外围存在着一个双电层, 即吸附层和扩散层, 吸附层指的是胶核表面吸附的离子静电吸引其它带相反电荷的离子(简称反离子); 扩散层指的是除过吸附层的反离子之外, 在吸附层的外围是其余的反离子, 离吸附层越远, 这种带相反电荷的离子就越少, 相反离子如果为零, 即说明反离子到胶核表面对电荷无影响的区域了, 所以吸附层界面中带相反电荷的离子少到为零的区域叫扩散层。通俗地说, 胶核吸附了带某种电荷的离子后, 形成胶粒, 带电荷的胶粒又可进一步吸附带相反电荷的物质。

因此加保护试剂的目的是防止带电荷的胶粒吸附其它相反电荷的粒子, 从而阻止聚集成大颗粒, 增强胶体的稳定性, 而保护剂又有区分, 明胶作为常见胶体保护剂其保护效果清晰可见, 但受时间、温度、湿

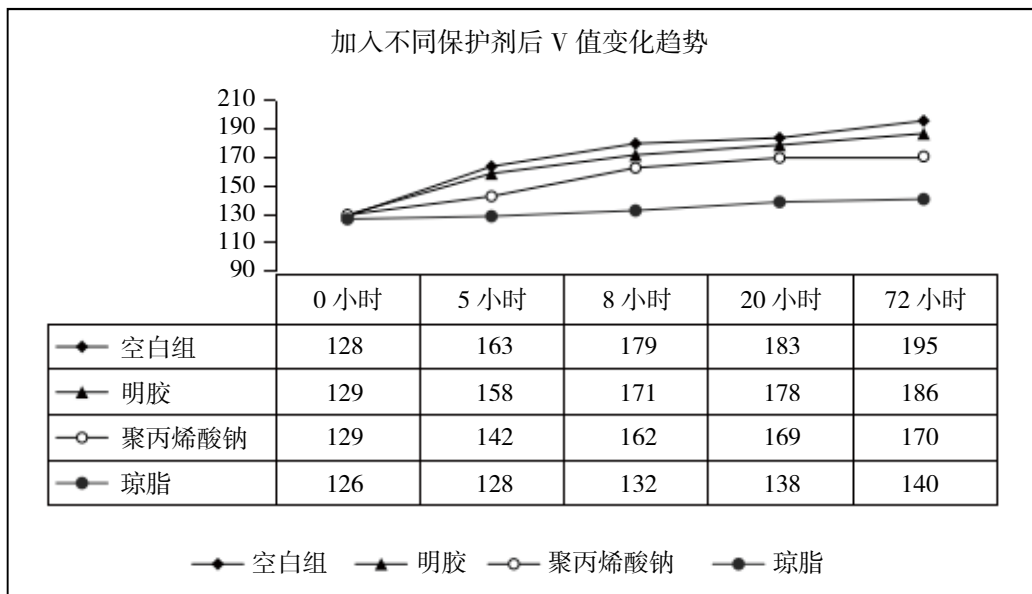


图 2 加入不同保护剂 V 值变化趋势线

度等多种因素影响使得明胶只起到暂时性的保护作用,通过对其它保护试剂的探索研究发现,聚丙烯酸钠、琼脂也起到良好的保护作用。相比较下,琼脂的保护效果可达到数天,稳定剂的加入后能够使胶体表面能降低,胶体粒子不会立刻聚集,保证胶体粒子之间的间距大小不变,在中学化学教学中,胶体的稳定性问题也是教学中的重要部分,这节内容新课程标准的要求是学生能够根据分散系粒子的大小区分溶液、胶体、浊液,胶体稳定性问题是胶体分散系学习的重要内容之一,也是胶体的制备及性质实验的基础。这部分内容的学习需要教师及时梳理和正确引导学生认识和学习胶体分散系的内容,胶体的结构也和大学物理化学的学习紧密联系着,因此在中学学习的过程中要避免错误的认知。这一部分的内容对中学生的学习是处于不上不下的状态,如果教师讲解得深了学生就会听不懂,如果讲解得太浅了又不符合高考的考察要求,因此在第一遍讲解的过程中可以将胶体的稳定性及相关性质实验介绍给学生,并以图示的方式引导学生分析胶体的空间结构,这样学生在学习胶体分散系的知识时,在内容的设置上就不浅不深,比较符合学生的认知结构,从而提高课堂教学效率。

4.2 颜色识别器应用于中学化学实验教学

1. 为中学化学探究性实验提供参考。化学是一门以实验为基础的学科,随着信息化技术的不断发展,化学学科与科学紧密联系,通过借助智能手机的颜色识别功能应用于化学课堂教学能够将抽象的概念进行直观分析,从生活中选取素材导入再结合化学知识解

决生活中的实际问题,这样有助于学生的理解并能够有效激发学生的学习兴趣。学生通过小组合作进行实验探究溶液、胶体、浊液的本质区别,既提高了学生的动手操作能力也培养了学生的语言组织和表达能力,可以以学生为主体开展教学内容,使学生的主动性得到增强、课堂参与率提高,最终学生通过亲身实践得出的实验结论以及归纳概括的知识会记忆得更深刻。

2. 提高化学概念知识学习的效率。颜色识别器是一款简洁方便的软件,将实验结果以数字化形式展现出来,相比手持数字化实验仪器来说经济易操作。实验过程能直观呈现,相比于传统的概念讲解方式来说,课堂上学生主动操作,学生之间互动探究,以多样化的方式进行授课更有利于学生的主动参与,提高学习效率。但在使用过程为减少实验结果的误差,应选择相同的环境下进行实验。

参考文献:

- [1] 曾德琨. 基于宏微结合素养的教学案例设计——以胶体分散质大小的认知为例 [J]. 化学教与学, 2021(05): 57-60, 48.
- [2] 范必红. 黄河水是胶体吗 [J]. 中学生数理化(自主招生), 2020(02): 40.
- [3] 同 [2].
- [4] 李娇. 胶体的性质教学设计探究 [J]. 化工管理, 2016(20): 225-226.
- [5] 周琳, 王红波. 氢氧化铁溶胶实验制备方法的改进 [J]. 山东医学高等专科学校学报, 2020, 42(05): 353-354.