

教 学

推荐一个教学实验——紫外光谱法测定聚合物的浓度

郭 斌^{*}, 陈 泳, 池杏微, 罗振扬, 刘福生, 朱丽珺, 宋美静, 李亚军
(南京林业大学信息科学与技术学院, 南京 210037)

摘要:以两种典型水溶性聚合物为例, 设计了一个应用紫外光谱法定量测定聚合物浓度的实验, 易操作, 适合教学。

关键词:紫外光谱法; 聚合物浓度; 教学; 实验

在分子结构研究领域, 紫外光谱的定性分析只局限于具有重键和芳香共轭体系的高分子, 而在定量分析方面具有优势, 适合于研究共聚组成、微量物质和聚合反应动力学^[1]。本文以两种典型水溶性聚合物为例, 设计了一个测定聚合物浓度的教学实验, 易操作, 可作为定量分析的一个补充案例。

1 实验目的

- 1.1 掌握紫外光谱法测定聚合物的浓度的原理和方法。
- 1.2 熟悉 UV-Vis 光谱仪的操作。
- 1.3 了解紫外光谱法在分子领域的应用。

2 基本原理

聚丙烯酰胺(polyacrylamide, 简称 PAM)是一种典型的水溶性聚合物, 据文献报道^[2], 以丙烯酰胺和丙烯酸单元为分子链主体的聚合物的标准盐溶液在 202.2nm 处产生紫外吸收, 在浓度范围 10~250mg/L 内, 吸光度与浓度呈良好的线性关系。因此, 紫外光谱法适用于聚丙烯酰胺及衍生物等特种类型的聚合物浓度的分析。

此外, 聚乙烯基吡咯烷酮(polyvinylpyrrolidone, 简称 PVP)也是一种被广泛应用的非离子型水溶性聚合物^[3], 在 200~220nm 附近有明显的吸收带, 具有优良的溶解性、成膜性、络合性、表面活性和化学稳定性, 主要用于医药、食品、日化、涂料、高分子聚合、造纸、纺织印染、感光材料、农业等领域。

紫外光谱法具有实验步骤简单、干扰因素少和测定的聚合物浓度线性范围大的特点。

本实验是根据上述原理, 在 190~500nm 范围内扫描已知浓度的聚丙烯酰胺和聚乙烯基吡咯烷酮的水溶液, 获得不同吸光度的紫外吸收峰。进一步做出聚合物浓度 C 与吸光度 A 的标准工作曲线, 由此, 获得适合该体系的浓度线性范围, 可用于测定该范围内的未知聚合物溶液的浓度。

3 实验仪器及样品

3.1 日本岛津公司 Shimadzu-UV-2450;

基金项目:江苏省“青蓝工程”优秀青年骨干教师项目资助;

作者简介:郭斌(1975—), 男, 博士, 讲师, 研究方向为光电功能高分子, 光学功能涂料;

^{*} 通讯联系人, Email: gbm@ustc.edu 或 gbm@njfu.com.cn

- 3.2 电子天平(准确至 0.01g);
- 3.3 聚丙烯酰胺(MW≥300 万), 聚乙烯基吡咯烷酮 K-30, 上海国药集团化学试剂有限公司;
- 3.4 蒸馏水。

4 实验步骤

- (1)用电子天平称取一定质量的 PAM 和 PVP 固体粉末于 50mL 的烧杯中,用蒸馏水配成溶液,充分搅拌,静置。同时,用该蒸馏水作为参比溶液;
- (2)在 190~500nm 范围内测定上述已知浓度的 PAM 和 PVP 水溶液的紫外吸收光谱;
- (3)做出聚合物浓度 C 与吸光度 A 的标准工作曲线;
- (4)测定一未知 PAM 和 PVP 水溶液的紫外吸收谱图,得到其吸光度,在标准工作曲线上即可获得浓度的大小。

5 结果与讨论

- (1)图 1,2 分别为不同浓度的 PAM 和 PVP 水溶液的紫外光谱图。对于 PAM,在 190~210nm 之间有多个吸收峰,作者选定 191.60nm 为测定波长,以其吸光度值做工作曲线,具体数据见表 1;对于 PVP,则在 190~220nm 之间有明显的吸收带,作者选定其最大吸收波长,即 205.50nm 左右为测定波长,以其吸光度

值做工作曲线,具体数据见表 2。上述区域的吸收均可归属为 $\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—N—} \end{matrix}$ 基团的紫外活性。

表 1 聚丙烯酰胺(PAM)水溶液的紫外吸收数据

Table 1 UV-Vis data of water solution of PAM

序号(No.)	PAM 水溶液浓度 C(10 ⁻³ g/mL)	波长 λ(nm)	吸光度 Abs(a.u.)
1	0.2	191.50	2.096
2	0.4	191.60	2.178
3	0.6	191.60	2.286
4	1.2	191.60	2.458
5	1.4	191.70	2.560
6	1.8	191.60	2.800

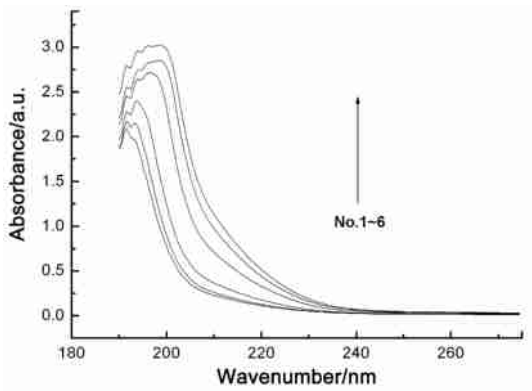


图 1 聚丙烯酰胺(PAM)水溶液紫外光谱图

Figure 1 UV-Vis spectra of water solution of PAM

表 2 聚乙烯基吡咯烷酮(PVP)水溶液的紫外吸收数据
Table 2 UV-Vis data of water solution of PVP

序号(No.)	PVP 水溶液浓度 C(10 ⁻³ g/mL)	波长 λ(nm)	吸光度 Abs(a.u.)
1	0.4	204.00	3.024
2	1.0	205.50	3.092
3	1.6	204.50	3.136
4	2.4	203.00	3.238
5	3.6	206.50	3.326
6	5.0	206.50	3.495

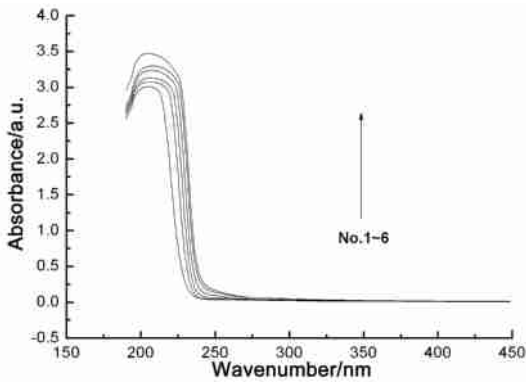


图 2 聚乙烯基吡咯烷酮(PVP)水溶液紫外光谱图
Figure 2 UV-Vis spectra of water solution of PVP

(2)由 Origin 6.0 软件进行线性拟合,见图 3,4,可得 PAM 水溶液标准工作曲线为 $y=2.010+0.414x$, PVP 水溶液标准工作曲线为 $y=2.985+0.100x$ 。

(3)上述结果表明,对于 PAM 水溶液,当浓度为 $0.2\sim1.8\times10^{-3}\text{g/mL}$ 时,吸光度与浓度呈良好的线性关系,对于 PVP 水溶液,浓度范围为 $0.4\sim5.0\times10^{-3}\text{g/mL}$ 。

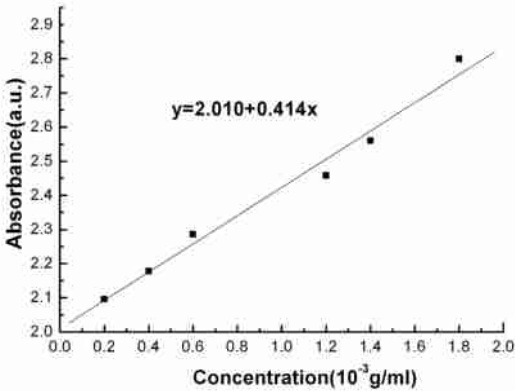


图 3 聚丙烯酰胺(PAM)水溶液标准工作曲线
Figure 3 Normal working curve of water solution of PAM

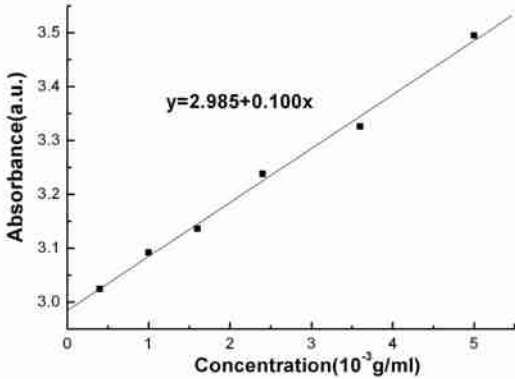


图 4 聚乙烯基吡咯烷酮(PVP)水溶液标准工作曲线
Figure 4 Normal working curve of water solution of PVP

(4)对于上述范围内的未知 PAM 和 PVP 水溶液,可根据其吸光度,直接在标准工作曲线上得到其浓度的大小。

参考文献:

[1] 张美珍. 聚合物研究方法. 北京: 中国轻工业出版社, 2000, 43.
[2] 朱怀江, 蔡玉娥, 魏莹璐. 精细与专用化学品, 2004, 12 (6), 19~22.

[3] 梁诚. 化工中间体(市场快讯版), 2002, (3/4) : 11~13.

Recommend a Teaching Experiment — Concentration Measurement of Polymers with Ultraviolet Spectroscopy

GUO Bin, HEN Yong, CHI Xing-wei, LUO Zhen-yang, LIU Fu-sheng, ZHU Li-jun, SONG Mei-jing, LI Ya-jun
(College of Information Science and Technology, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

Abstract: The concentration measurements of two typical water soluble polymers were performed by means of ultraviolet spectroscopy, it is easy to operate and suitable to be a teaching experiment.

Key words: Ultraviolet spectroscopy; Concentration of polymers; Teaching; Experiment