

西南大学材料与能源学院

本科课程实验报告



课程名称：材料物理性能学

授课专业：材料物理

班级年级：2023 级 3 班

学生姓名：黄德勇

课程成绩：

教师姓名：唐剑锋

20 25 - 20 26 学年第 二 学期



实验报告

姓名:黄德勇 学号:222023319210132 专业班级:材料物理3班 成绩:

实验课程	材料物理性能学		
实验名称	紫外可见分光光度计测溶液吸收光谱及其浓度		
实验时间		实验地点	

一、实验预习

1. 实验目的

- ① 了解 UV-3150 型紫外可见分光光度计的构造、性能及使用方法。
- ② 学会分析光度法制作曲线的方法。
- ③ 掌握紫外可见分光光度计(法)测定物质含量的实验技术。



存档

2. 实验原理

仪器构造

紫外-可见分光光度计由以下部分组成:

- 光源: 提供足够强的连续光谱, 要求稳定性好, 寿命长, 辐射强度随波长无明显变化。常用热辐射光源(可见区)和气体放电光源(紫外区)。
- 单色器: 将光源发出的复合光变成所需波长的单色光, 通常由入射狭缝、准直镜、色散元件(棱镜和光栅)和出射狭缝构成。
- 吸收池: 即样品池, 其中石英池适用于紫外-可见光区, 玻璃池仅可测可见光。
- 检测器: 最常用光电倍增管, 在紫外-可见光区灵敏度高, 响应快。

分析原理(朗伯比尔定律)

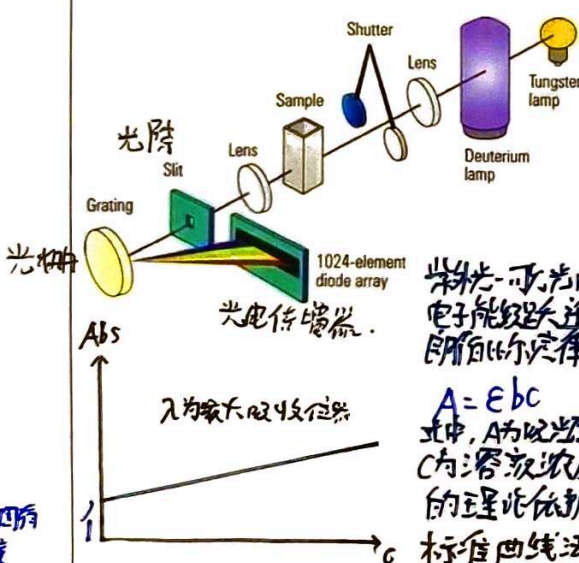
紫外-可见光吸收光谱法是在某些特定基团吸收特定波长的紫外-可见辐射后, 发生的电子能级跃迁而产生的吸收光谱。物质对特定波长的吸收程度与溶液浓度成正比, 即符合比尔定律:

$A = \epsilon bc$

式中, A 为吸光度, ϵ 为摩尔吸光系数 ($L / (mol \cdot cm)$), b 为光程长度 (吸收池厚度, cm), c 为溶液浓度 (mol / L)。在固定光程 b 下, 吸光度 A 与浓度 c 成正比, 即定量分析的理论依据。

标准曲线法

配制一系列已知浓度的标准溶液, 在最大吸收波长处测定各溶液的吸光度 A , 以 A 对 c 作图, 拟合得到线性方程。再测得未知浓度的 A 值代入该方程, 求得浓度 c 。



溶液浓度
吸光度

3. 实验内容

- (1) 配制苯酚标准溶液系列 (浓度分别为 0、10、20、30、40、50、60 ppm).
- (2) 测定各标准溶液的紫外可见光吸收谱, 确定最大吸收波长. (苯酚约 270nm).
- (3) 在最大吸收波长处测定各标准的吸光度, 绘制 A-C 标准曲线, 拟合线性方程.
- (4) 测定待测苯酚样品的吸光度, 由标准方程计算其浓度.

二、实验过程

1. 实验装置

UV-3150 型紫外可见分光光度计; 容量瓶、比色管、移液管; 苯酚标准样品; 苯酚待测样品; 石英吸收池

2. 实验装置示意图



3. 实验步骤

- ① 打开仪器及计算机，进入软件操作程序，待测试仪器自检（光源预热与稳定，波长归零）结束后开始操作。
- ② 设定光谱测定条件，即，扫描波长范围 $200\sim 400\text{nm}$ ，扫描速度适中，以纯水为参比，测定各标准溶液的吸收光谱，确认最大吸收峰位置。
- ③ 选取最长吸收波长（约 270nm ），依次将各浓度标准溶液置于吸收池中，测定其吸光度 A ，并记录数据。
- ④ 将待测样品置于吸收池，在同一波长下测定吸光度，重复3次取平均值。
- ⑤ 测定结果，用纯水清洗吸收池，关闭仪器，整理实验器材。

注：本次测试中用 KMnO_4 的水溶液。

4. 实验现象记录和数据记录

3mg 100ml K₂Cr₂O₇

500	0.286 Abs	51.7%
505	0.334 Abs	46.4%
510	0.349 Abs	44.8%
515	0.356 Abs	44.0%
520	0.395 Abs	40.2%
525	0.448 Abs	44.7% 35.7
530	0.442 Abs	36.1%
535	0.400 Abs	34.8%
540	0.397 Abs	40.1%
545	0.431 Abs	37.1%
550	0.418 Abs	36.2%

(1) 取 50ml 后, 再加 50ml 水

520	62.1%	0.207 Abs
525	58.1%	0.235 Abs
530	59.3%	0.234 Abs
535	61.1%	0.210 Abs

(2) 在(1)的基础上, 取 50ml 后, 再加 50ml 水

520	77.8%	0.109 Abs
525	75.5%	0.122 Abs
530	75.6%	0.121 Abs
535	77.5%	0.111 Abs

(3) 在(2)的基础上, 取 50ml 后, 再加 50ml 水

520	84.1%	0.073 Abs
525	83.2%	0.080 Abs
530	83.0%	0.081 Abs
535	83.8%	0.077 Abs

(4) 在(3)的基础上, 取 50ml 后, 再加 50ml 水

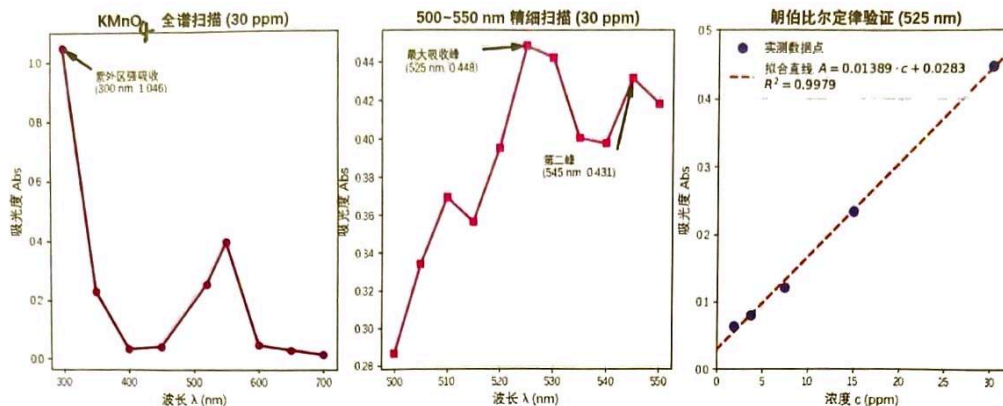
300	1.046 Abs	9.0%
350	0.229 Abs	59.0%
400	0.033 Abs	92.7%
450	0.042 Abs	90.7%
500	0.254 Abs	55.7%
550	0.396 Abs	40.2%
600	0.047 Abs	89.7%
650	0.030 Abs	93.3%
700	0.014 Abs	96.9%

520	86.8%	0.062 Abs
525	86.2%	0.065 Abs
530	86.8%	0.064 Abs
535	87.3%	0.059 Abs

7月5.21

三、分析讨论

1. 实验结果与分析



朗伯比尔定律验证

吸光度与浓度的线性关系 (525nm)

c (ppm)	A (测量)	A (理论, 以30ppm为基准)	A/c (摩尔比例系数)	偏差
30.000	0.448	0.448 (基准)	0.01493	—
15.000	0.235	0.224	0.01567	+4.9%
7.500	0.122	0.112	0.01627	+8.9%
3.750	0.080	0.056	0.02133	+42.9%
1.875	0.064	0.028	0.03413	+129%

线性拟合 (最小二乘法, 5个数据点): $A = 0.01388c + 0.0286$, $R^2 \approx 0.987$
 拟合得到微小非零截距 $b = 0.029$, 说明仪器存在微小系统误差 (基线偏移).

基线偏移分析
 全谱扫描显示, 在 $KMnO_4$ 不吸收的波长处仍有非零读数: $400nm \rightarrow 0.033Abs$; $500nm \rightarrow 0.047Abs$
 $700nm \rightarrow 0.014Abs$, 这些波长 $KMnO_4$ 几乎不吸收, 但仍显示约 $0.01 \sim 0.05 Abs$ 的背景, 说明背景问题没有完全消除, 导致低浓度时相对误差较大.

摩尔吸光系数估算

以 30 ppm, 525 nm 为参考:

$$C_{mol} = \frac{30 \times 10^{-3} \text{ g/L}}{158.03 \text{ g/mol}} = 1.899 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$\epsilon = \frac{A}{b \cdot c} = \frac{0.448}{1 \times 1.899 \times 10^{-4}} \approx 2359 \text{ L/(mol}\cdot\text{cm)}$$

文献参考值 $KMnO_4$ 在 525 nm 处 $\epsilon \approx 2000 \sim 2500 \text{ L/(mol}\cdot\text{cm)}$, 说明数据可信.

2. 问题提出与讨论

为什么 $KMnO_4$ 在紫外有强吸收峰, 以及在可见光区呈现双峰结构?

$KMnO_4$ 在可见光区呈现双峰结构, 来自 MnO_4^- 中 $d-d$ 跃迁伴随 $Mn-O$ 伸缩振动的振动精细结构.

峰位	本次实验测量情况	参考值(文献值)	归属
第一峰	525nm (0.448Abs)	~ 526nm	MnO_4^- 的主吸收峰
第二峰	545nm (0.431Abs)	~ 546nm	同一电子的跃迁的振动序列
间隔	20nm ($\approx 700\text{cm}^{-1}$)	700cm^{-1}	对应 $Mn-O$ 的伸缩振动频率
紫外强吸收区	300nm (1.046Abs)	~ 310nm	配体 \rightarrow 金属电荷转移跃迁
近乎透明区	400~450nm (≈ 0.04 Abs)	—	近乎透明, 溶液通过红橙头, 呈紫色.

指导教师签名:

日期:

四、其它

备注:

1. 第四部分(其它)由教师自行规定填写内容,可为课程大纲设置但本实验报告前三部分未包含在内的学习任务。
2. 若本课程不涉及其它内容,教师不需要在第四部分后的“指导教师签名”处签名。

A large, empty rectangular box with a thin black border, occupying most of the page. It is intended for the student to write their report or answer questions.

指导教师签名:

日期: