

## 实验 C3.3 基于光纤光谱仪的吸收光谱实验

**摘要：** 本实验利用 USB2000+ 型光纤光谱仪测量浓度为  $150\mu\text{L/L}$ ,  $187.5\mu\text{L/L}$ ,  $300\mu\text{L/L}$ ,  $375\mu\text{L/L}$ ,  $750\mu\text{L/L}$ ,  $1500\mu\text{L/L}$  的红墨水溶液的吸收光谱，使用光谱测量软件实时测量吸收光谱，探究可见光波段红墨水吸收光谱的规律特征并验证比尔定律。首先，用光纤接好光路，光谱仪用 USB 线连接计算机并预热一段时间。其次，吸收池装纯净水，放进样品架，盖上保护盖，在主界面上看到通过吸收池后的光谱后将其“存为参考值”。再次，挡住光纤入光口，使光无法通过，将运行结果“存为暗电流”。最后，更换不同浓度的红墨水测量吸收光谱。观察实验结果，我们发现红墨水吸收峰在波长  $510\text{nm}$  左右，吸光度与红墨水浓度近似成正比。将吸收峰处的吸光度与红墨水浓度线性拟合，得到拟合的表达式为  $y = 0.001034x + 0.516314$ ，相关系数为  $0.9527492$ ，P 值为  $0.003296 < 0.05$ ，从而验证比尔定律。

**关键词：** 光纤光谱仪，吸收光谱，线性拟合，比尔定律

# Experiment C3.3: Absorption spectrum experiment based on fiber optic spectrometer<sup>1</sup>

XXX<sup>1 2</sup>

School of Physics, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China

**Abstract:** In this experiment, USB2000+ optical fiber spectrometer was used to measure the absorption spectrum of red ink solution with concentrations of  $150\mu\text{L}/\text{L}$ ,  $187.5\mu\text{L}/\text{L}$ ,  $300\mu\text{L}/\text{L}$ ,  $375\mu\text{L}/\text{L}$ ,  $750\mu\text{L}/\text{L}$  and  $1500\mu\text{L}/\text{L}$ . By carrying out the experiment, we wanted to explore the characteristics of red ink absorption spectrum in visible band and verify Beer's law. First, we used an optical fiber to connect the optical path. Then the spectrometer was connected to the computer with a USB cable and the spectrometer was required to be preheated for a period of time. Secondly, fill the absorption tank with pure water, put it into the sample rack, cover with a protective cover and click "save it as a reference value" on the computer. Then, block the optical fiber into the optical port, so that the light can not pass through, click "save as dark current". Finally, place different concentrations of red ink in the absorption tank to measure the absorption spectrum. Observing the experimental results, we found that the absorption peak of red ink is about 510nm and the absorbance is approximately proportional to the concentration of red ink. The absorbance at the absorption peak is linearly fitted with the concentration of red ink, the fitting curve is  $y = 0.001034x + 0.516314$ , the correlation coefficient is 0.9527492 and the P value is  $0.003296 < 0.05$ , so as to verify Beer's law.

**Key words:** Optical fiber spectromete, Absorption spectrum, Linear fitting, Beer's law

---

<sup>1</sup>Supported and taught by Han Shen, School of Physics, Sun Yat-sen University

<sup>2</sup>Corresponding author. E-mail:xxxx@mail2.sysu.edu.cn

## 【数据处理】

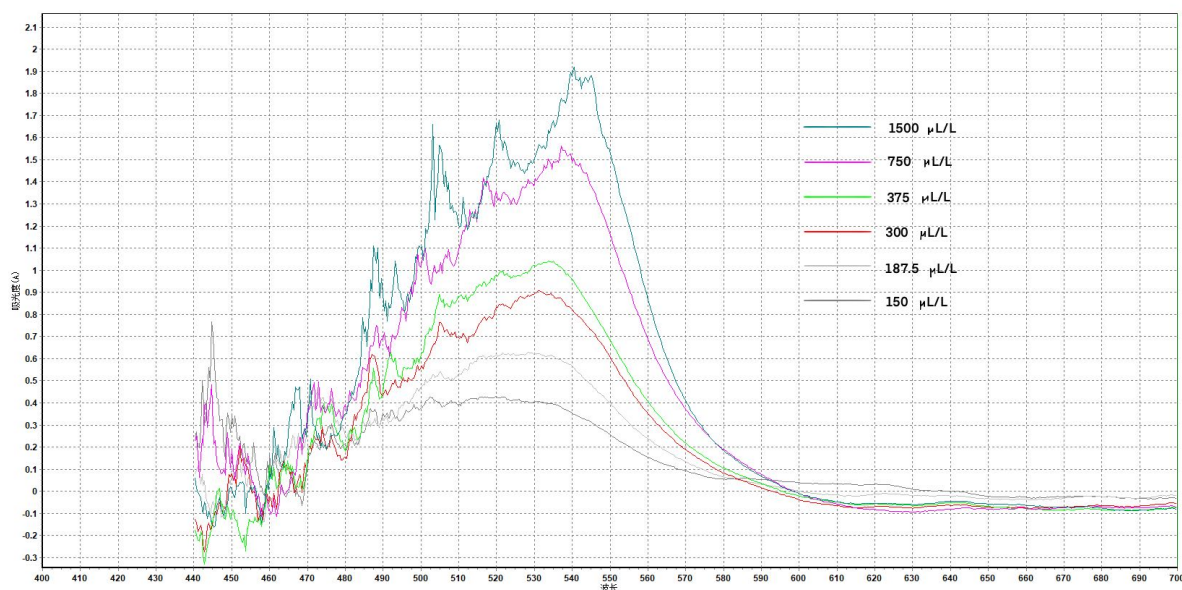


图 1: 不同浓度红墨水的吸收光谱

由1可以看出红墨水吸收峰大致在波长 510nm 处。

表 1: 实验数据

浓度 $n \mu L/L$	150	187.5	300	375	750	1500
吸收峰波长 $\lambda/nm$	519.973	528.744	530.845	534.693	537.140	540.631
吸光度	0.425	0.625	0.905	1.036	1.560	1.919

将上述数据进行线性拟合，拟合直线如2所示，其拟合直线方程为：

$$y = 0.001034x + 0.516314$$

其中皮尔森相关系数  $R=0.9527492$ ， $t$  值为 6.2731， $p$  值为 0.003296。上述数据表示线性拟合是准确的。因此本实验很好地验证了比尔定律中溶液吸收系数与浓度成正比的关系。

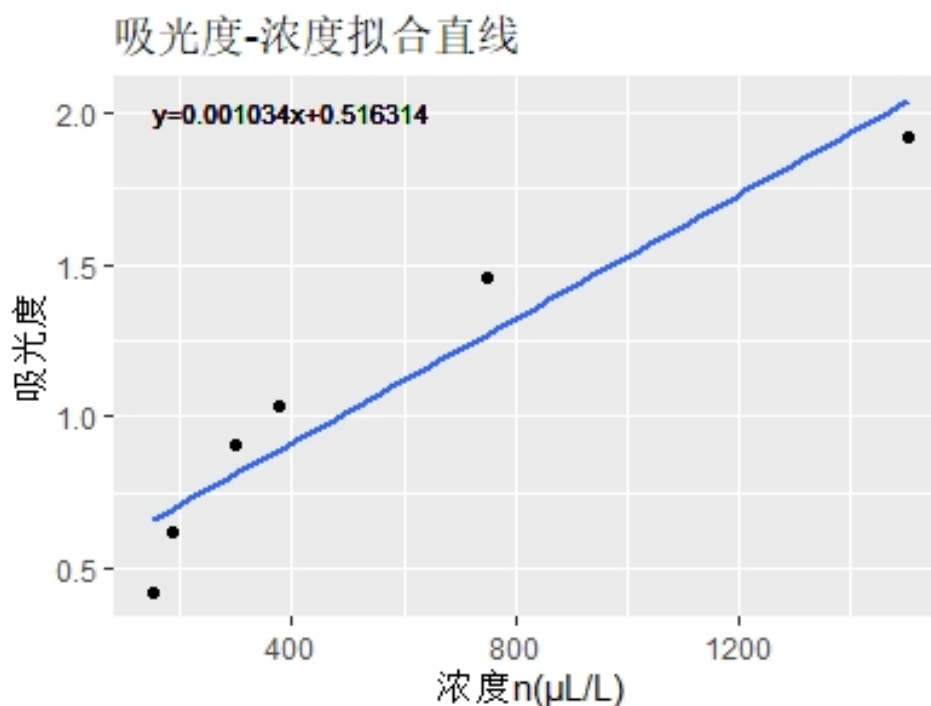


图 2: 吸光度-浓度拟合曲线

### 误差分析

1. 扫描步长比较长，故无法准确捕捉峰值的位置
2. 取峰值时峰值附近数值接近，峰值模糊
3. 外界光源对实验有影响，无法忽略
4. 放样池外部污染，影响光谱测定

### 【思考题】

1. 根据红墨水吸收峰波长，如何选择光源？理由是什么？

由实验测量可知，红墨水吸收峰大致在 510nm 处，故光源的光谱区应该覆盖这个范围，最好是以这个波长范围为中心，这样可以减小在验证比尔定律过程中的一些误差。同时光源应具备连续的发射光谱，而且我们要选择能稳定发光的光源，以便于后续对不同浓度的吸光度的比较。溴钨灯是连续谱且其发射光谱主要集中在 350-890nm，为红外区和可见光区，因此可以作为测定红墨水吸收峰实验的光源。

**2. 发射光谱和吸收光谱的测量中，光路的设置上有什么异同？**

答：发射光谱和吸收光谱光路设置基本相似，但是吸收光谱在光线进入光路之前设置了溶液吸收池，以测量溶液的吸收度。

**3. 光栅光谱仪和光纤光谱仪各有什么优缺点？试举若干只能采用一种光谱仪进行测量的例子。**

光纤光谱仪通常采用光纤作为信号耦合器件，将被测光耦合到光谱仪中进行光谱分析。其优点在于，光纤的耦合非常容易，所以可以很方便地搭建起由光源、采样附件和光纤光谱仪组成的模块化测量系统，方便实验者灵活地搭建光谱采集系统。光栅光谱仪是使光通过光栅单色仪的光栅后发生色散并将光栅单色仪发出的光线记录下来的仪器。其优点是，适用的波长范围广，具有较大的色散率和分辨率。荧光测量可用光纤光谱仪，检测有机物官能团用光栅光谱仪。