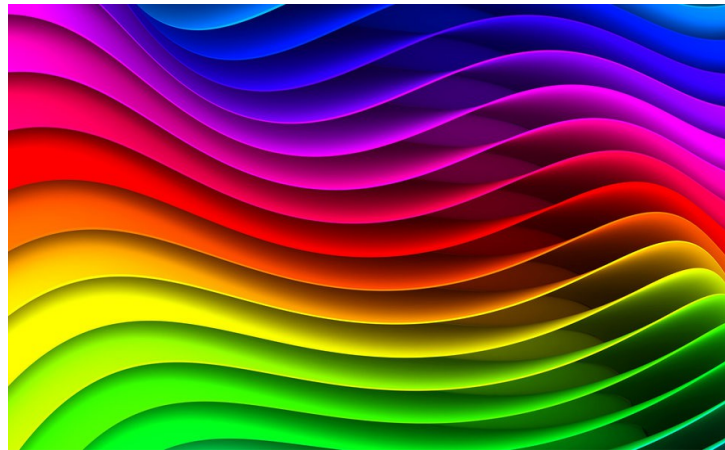


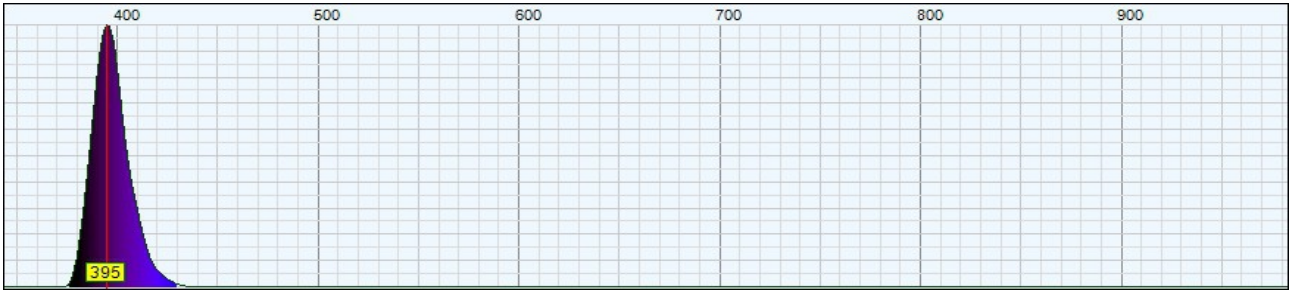
**theremino**  
•the•real•modular•in-out•

特雷米诺系统

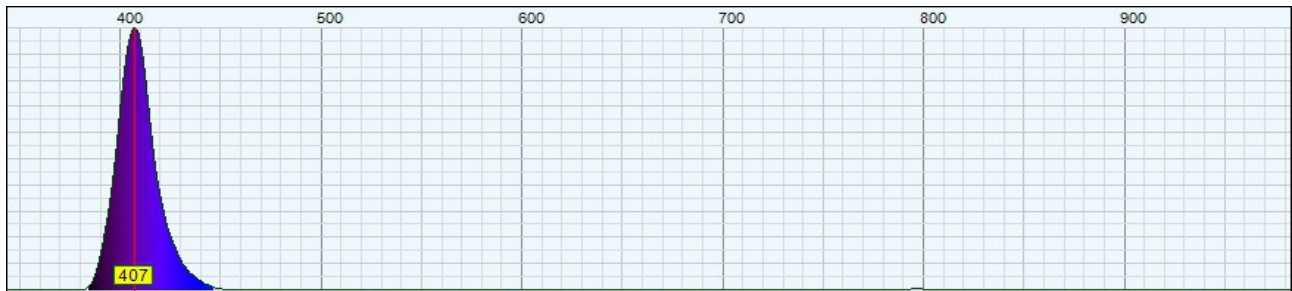


# Theremino 光谱仪 样本光谱

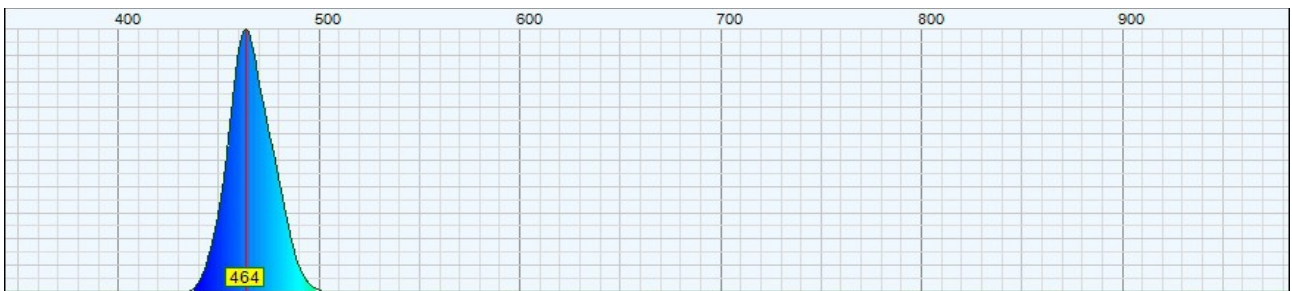
# LED 光谱



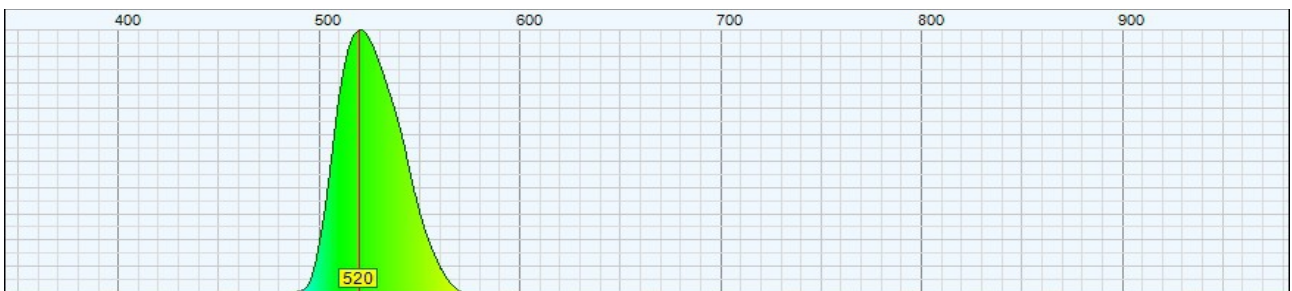
紫外线 LED - 395 nm



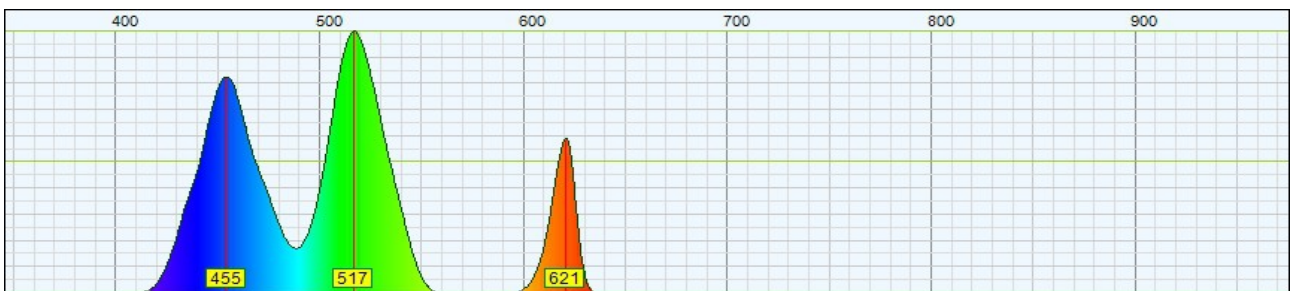
紫外线 LED - 407 nm (对橄榄油的叶绿素荧光效果最佳)



蓝色 LED

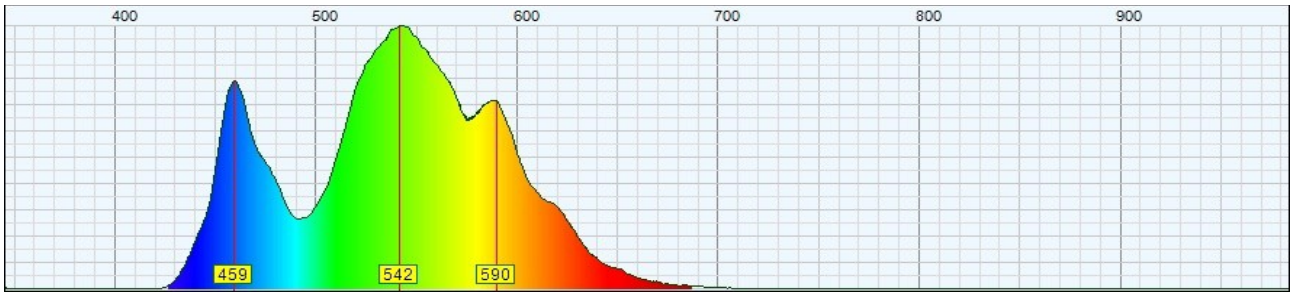


绿色 LED

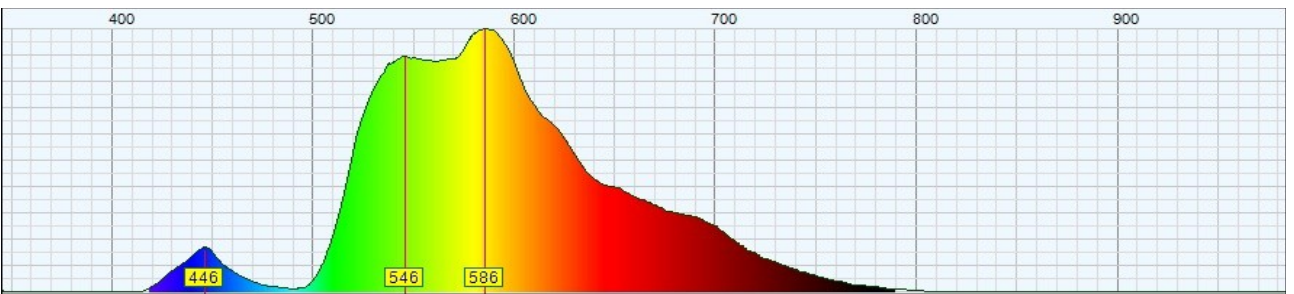


RGB LED (来自 LED 灯带 SMD 5050 三芯片)

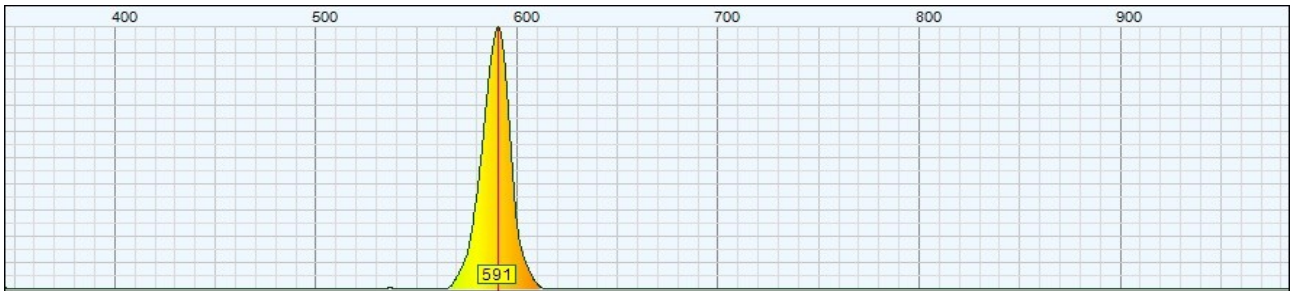
# LED 光谱



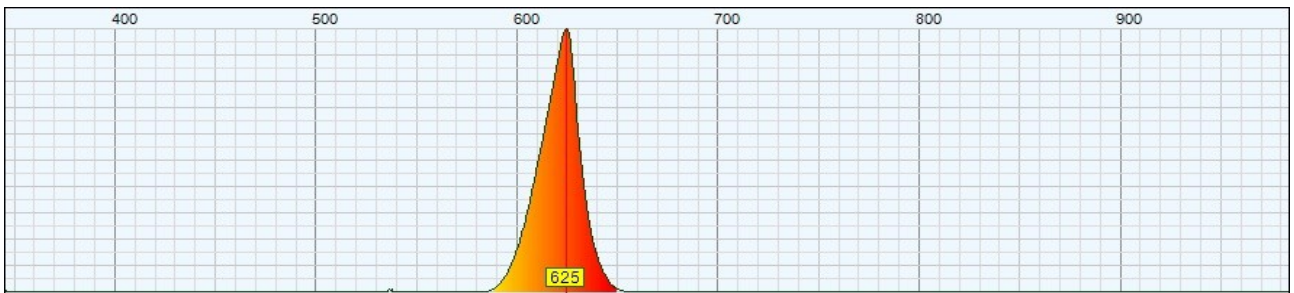
冷白光 LED



暖白色 LED



琥珀色 LED

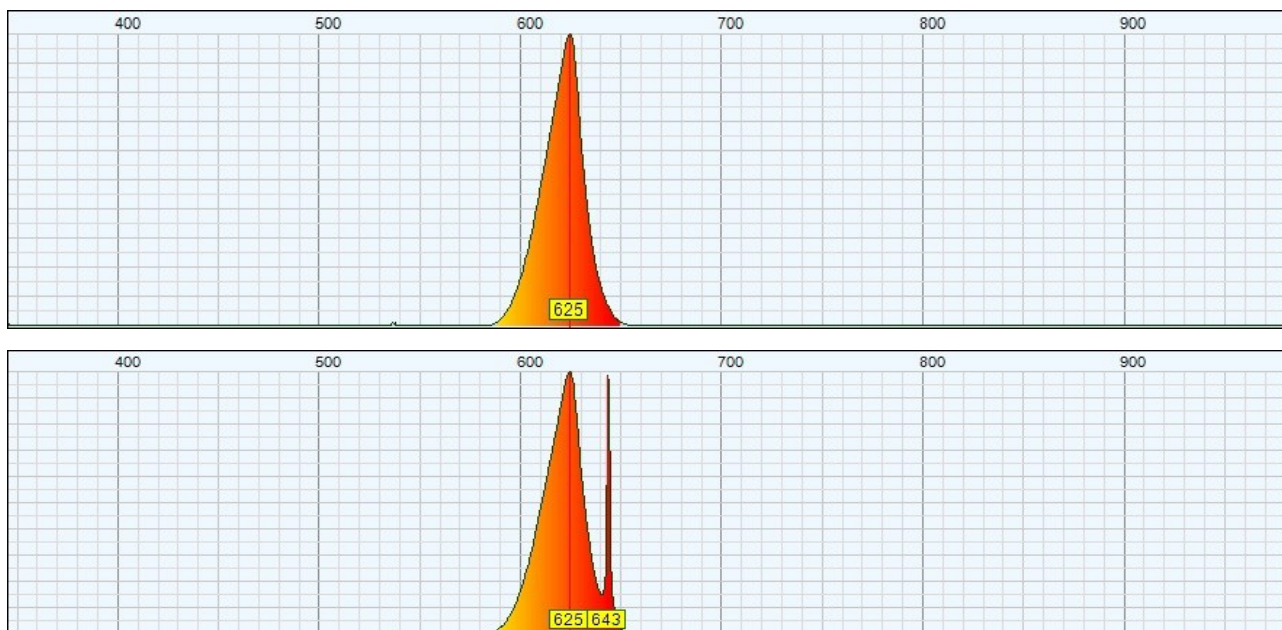


红色 LED



红外线 LED

## LED 与激光的比较



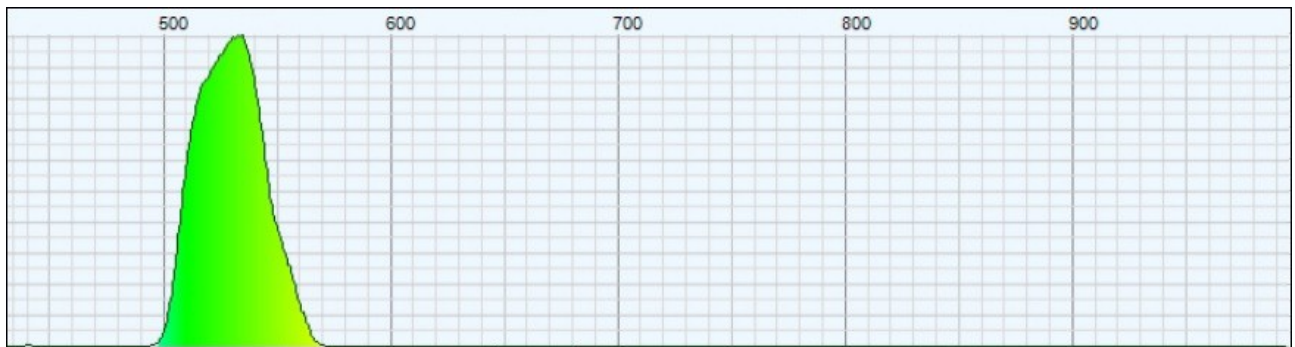
红色 LED + 红色激光。请注意，激光线和红色 LED 线的分辨率不受激光的影响，仅有几纳米的距离。

## 最常见激光的波长

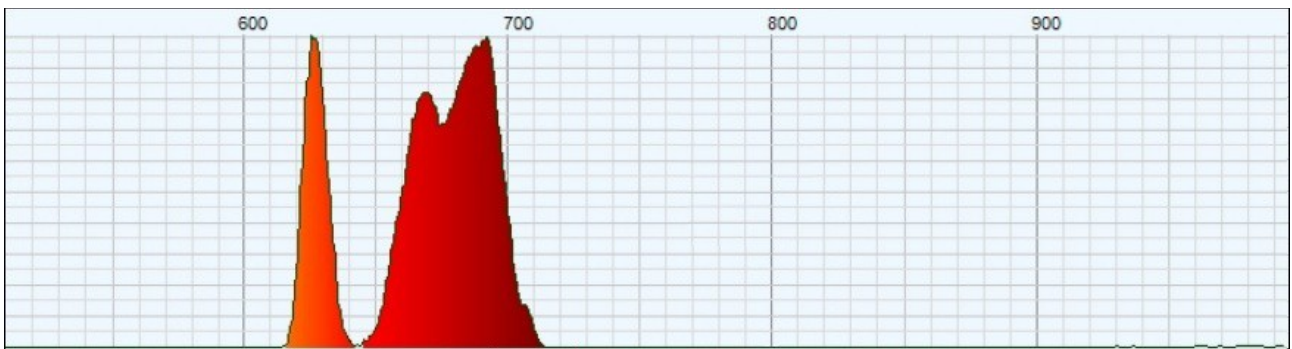
- ◆ 紫色激光 405 nm (与“蓝光”光盘和 LED UV 波长相同)
- ◆ 蓝色激光 473 纳米
- ◆ 绿色激光 532 纳米
- ◆ 氦氖激光器 633 纳米
- ◆ 红色激光 635 nm (最明显) 以及高达 640、650 和 670 nm (最便宜)
- ◆ 红外线激光 808 nm (或 1064 nm, 带有 808 nm 的痕迹)

# 某些材料的荧光

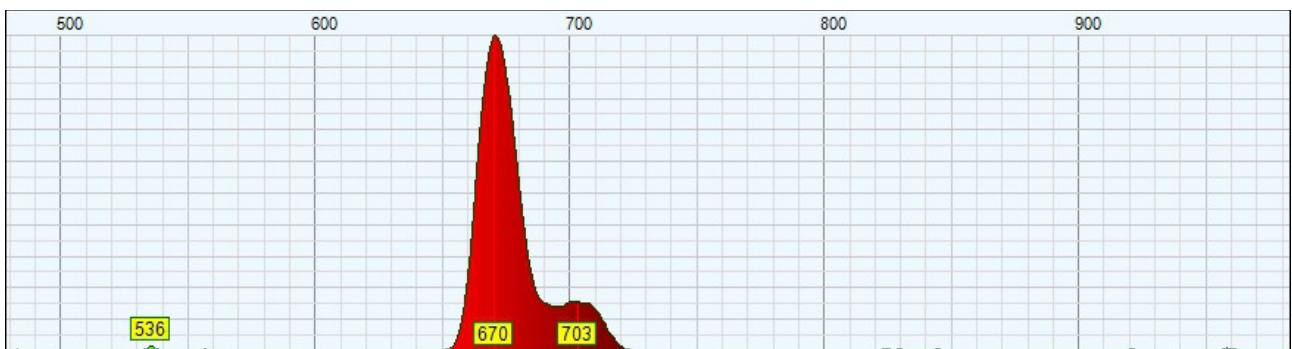
下面图片中的荧光用 407 nm 紫外线 LED 激发。



铀玻璃



蛋壳 (卟啉)

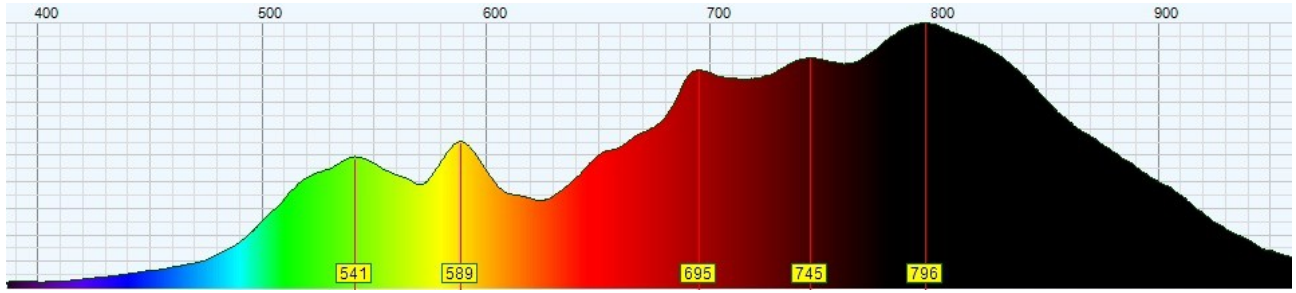


特级初榨橄榄油 (叶绿素)

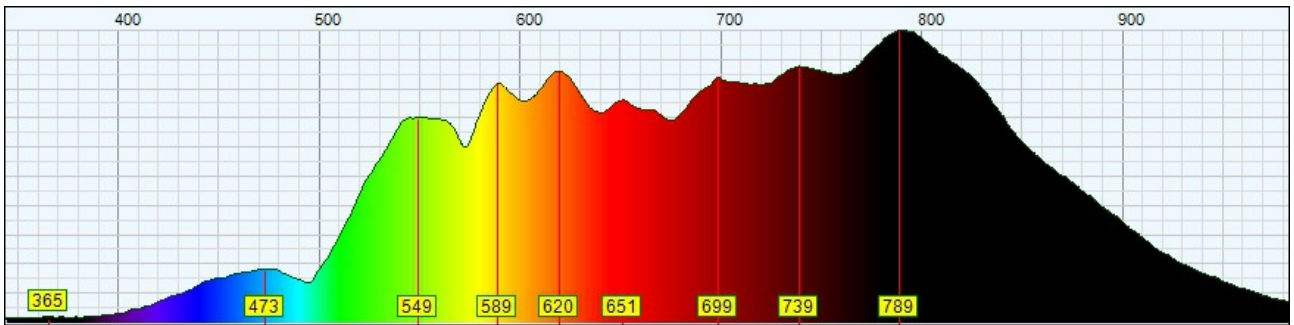
叶绿素荧光在文件“Theremino\_OilMeter\_TestMethods”中有详细说明，该文件是“Theremino Oil Meter”文档的一部分。

Theremino 油度计“是一款橄榄油测试仪，基于对油荧光和透射光的测量，波段为 450 至 500 nm 和 650 至 700 nm。为了开发油度计，我们必须选择最好的彩色滤光片、LED 和光电晶体管。在这项研究中，“Theremino 光谱仪”是必不可少的，它使我们能够制作出更可靠的橄榄油测试仪。

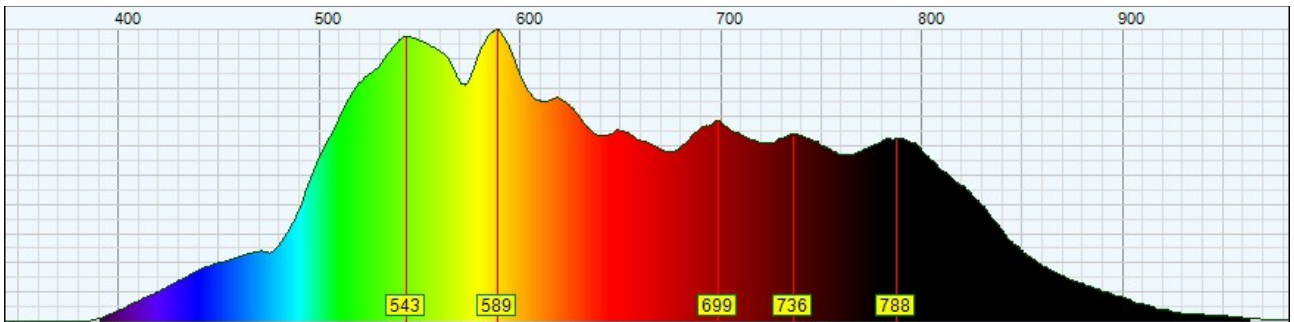
# 白炽灯



小型半瓦白炽灯泡 ( 5 V 时 100 mA )



经典 100 瓦白炽灯

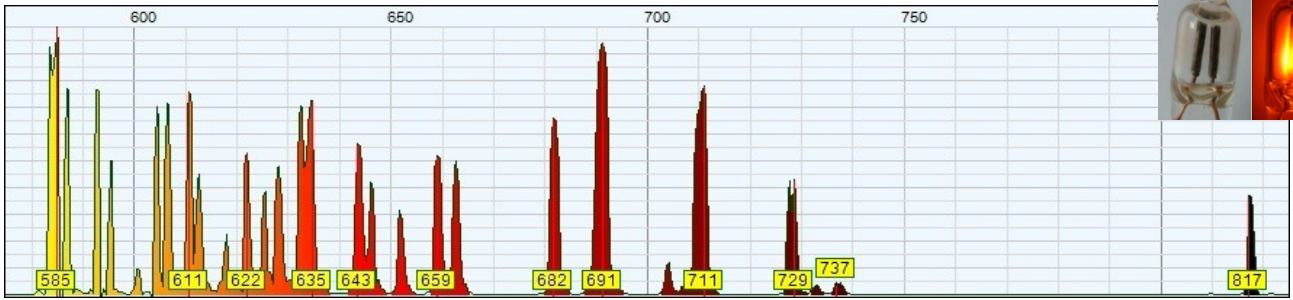


卤素灯泡 50 瓦

灯丝灯泡发射的能量涵盖可见光和红外光谱。与“浪费”在不可见红外光范围内的光相比，灯丝温度越高，可见光的产生量就越大。

卤素灯泡的灯丝温度较高，因此发射的红外线较少。

# 霓虹灯



小霓虹灯。

产生的行数令人难以置信。即使在弱光条件下，光谱仪也能解析出三十条线。

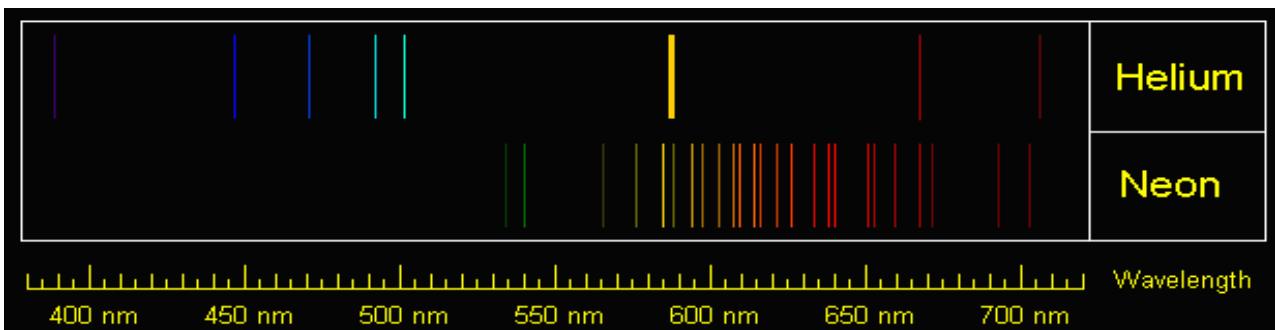
这是一个简单的霓虹灯，但也是一个等离子室，可以展示电子和原子的运作。灯泡内的电离等离子体只发射非常特定的波长，这些谱线之间几乎没有或根本没有发射。多年来，这些光谱线的产生机制一直是个谜。后来，在 1913 年，尼尔斯·玻尔用原子模型解释了这一点，其中电子围绕原子核旋转。在他的模型中，每种不同的元素都存在一定数量的电子，这些电子具有非常特定的能级。

当元素受热或受电激发时，电子会跃迁到更高能级的轨道，然后落到初始能级，发射光子，以释放能量差。光子的波长或颜色就是两个能级之间的确切差异。由于可见的线很窄，中间没有能量值，因此只有特定量的能量原子轨道。

从这些考虑以及从这个简单的灯泡出发，诞生了电子轨道、“量子”、我们今天所知的原子以及整个量子力学。

## 产生线条的其他物质

不仅氖，元素周期表中的几乎所有元素都会产生特征线。最知名的（用于灯中的）元素是氦、氖、氩、氪、氙、汞和钠。



氦和氖的线（理论线，根据量子理论计算）

# 荧光灯

荧光灯有多种类型：荧光灯管、节能灯（CFL - 紧凑型荧光灯）和冷阴极灯（CCFL - 冷阴极荧光灯）



所有这些灯的发射光谱都相似。它们含有汞、氖、氩和氙，可产生一些紫外线和蓝、绿、红光。荧光颜料的白色涂层使这些线条稍微变宽，并产生人眼看来呈白色的光。

荧光灯与太阳光不同，它并不发射所有波长的光，而是将能量集中在某些区域，称为“特征发射线”。

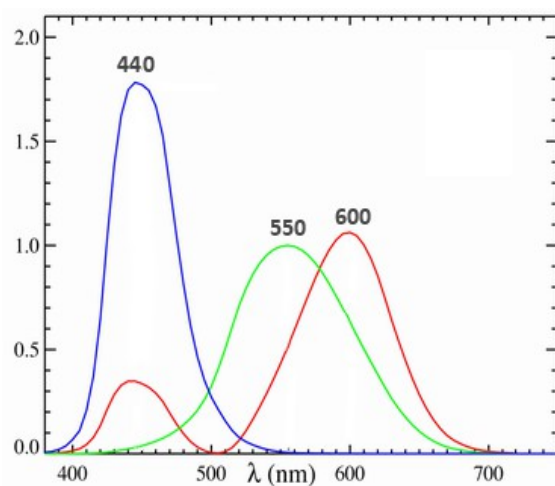


阳光



荧灯光

荧光灯看起来是白色的，因为人眼只能看到三种颜色：蓝色、绿色和红色，被称为“原色”。



## 人眼响应曲线

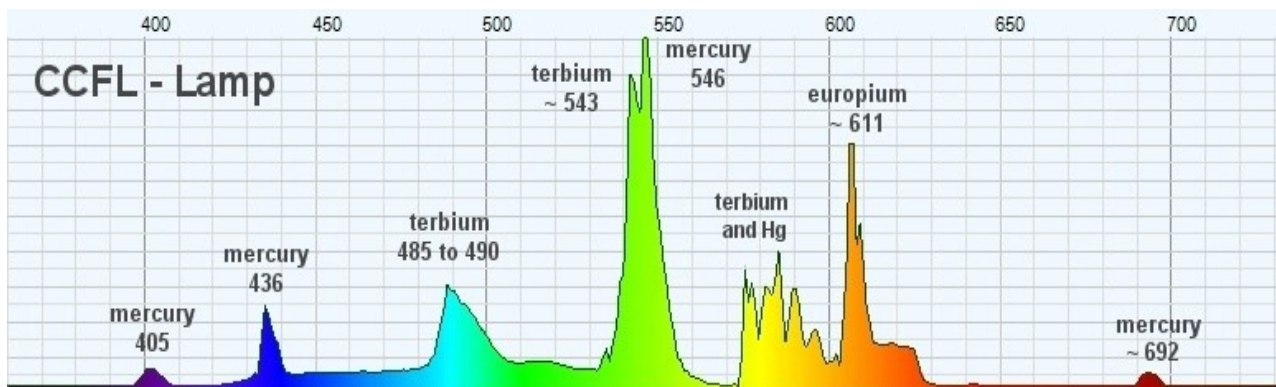
眼睛可以分别接收和测量三种基本颜色。如果灯在这三个区域以正确的比例发射能量，则灯是白色的。

中间色实际上不可见，而是由神经系统从这三种颜色开始计算的。这意味着对于人眼来说，中间色（例如黄色）与绿色和红色的正确混合是无法区分的。另一方面，光谱仪看不到黄色，但可以看到绿色和红色这两个分离的峰值。

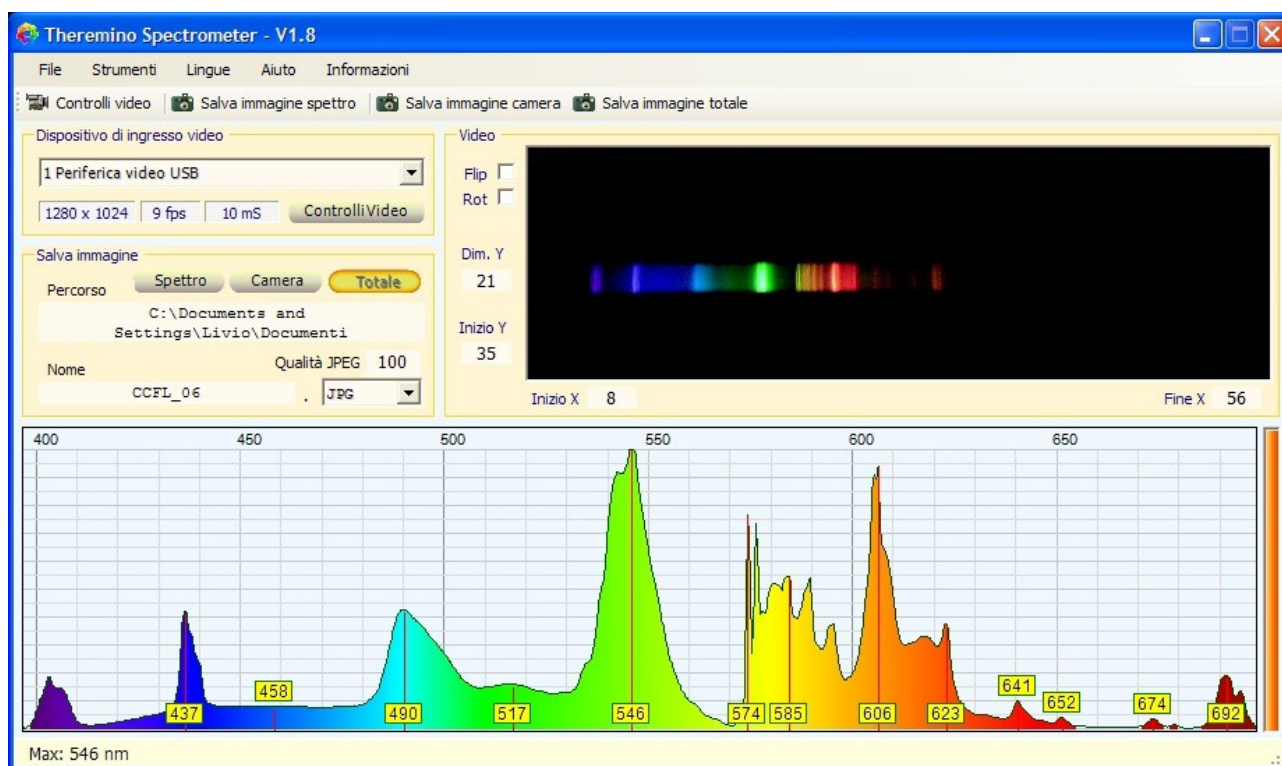


# 荧光灯特性线

光谱包含两个荧光灯可用于校准光谱仪的线. 两个特征波长是由汞 436 纳米以及 546 纳米。



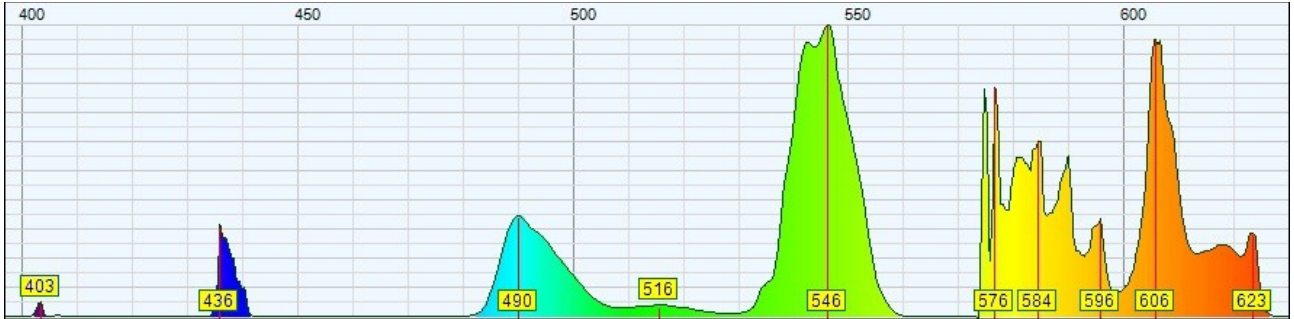
436 和 546 nm 处的线是准确的。其他行的位置不稳定，可能会因灯的不同而变化。



Theremino 光谱仪显示荧光灯的光谱

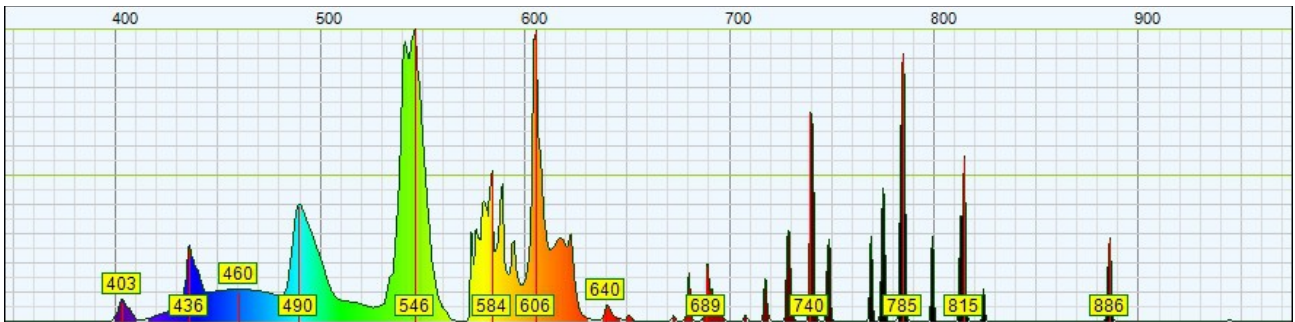
# 其他荧光灯光谱

此图显示了光谱仪的分辨率。两条黄线 574 和 576 完全分开。通常经济型和“DIY”型光谱仪没有这种分辨率。

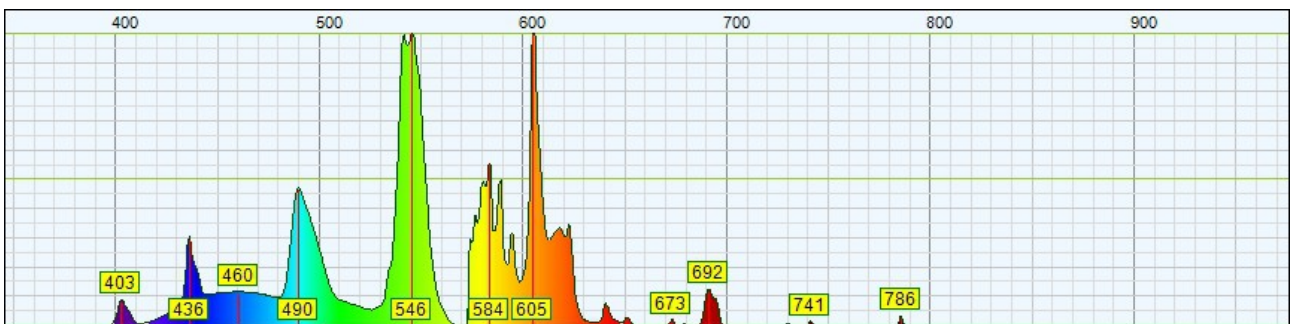


CFL 灯具有较大的可见光面积。

在下面两张图片中，你可以看到刚打开的荧光灯发出很多红外线，波长超过 700 nm。加热后，可见光区域的能量增加，红外线的线条减少。



CFL 灯刚打开



CFL 灯加热几分钟后

# 黑光灯（“伍德”灯）



这些灯含有过滤器，可以消除几乎所有的可见光，从而最大限度地发挥荧光的效果。



标有“BLB”的荧光灯管的光谱（BL 代表“黑光”，B 代表“黑色”）

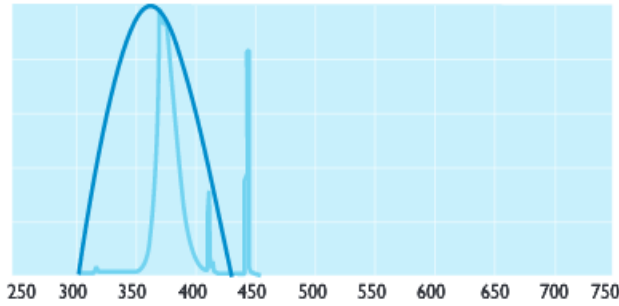
光谱显示几乎所有的能量都集中在 400nm 处。人眼只能看到微弱的光线到深紫色，但物体却能看见强烈的荧光。

这些灯的波长（约 360 nm）适合于控制钞票和显示有机液体的痕迹，但不适合控制橄榄油。

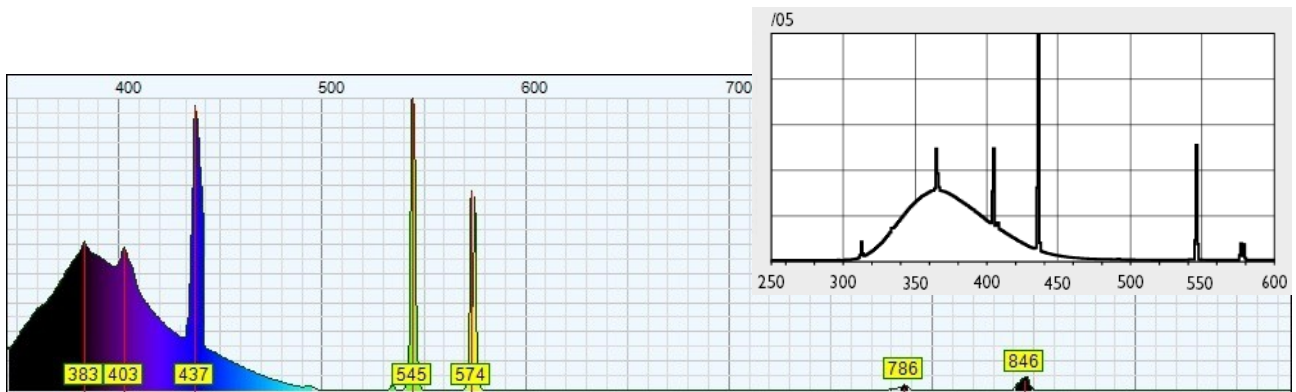
利用 LED 和紫外激光（波长约为 405 nm）获取橄榄油的叶绿素荧光。

# 光化灯泡

这些灯用于吸引昆虫。它们类似于黑光灯（黑光），但没有暗滤光片，也发出大量可见光。光化 Sylvania 灯标有“BL350”或“BL368”（BL 后面的数字表示纳米峰值能量），飞利浦灯标有“05”。



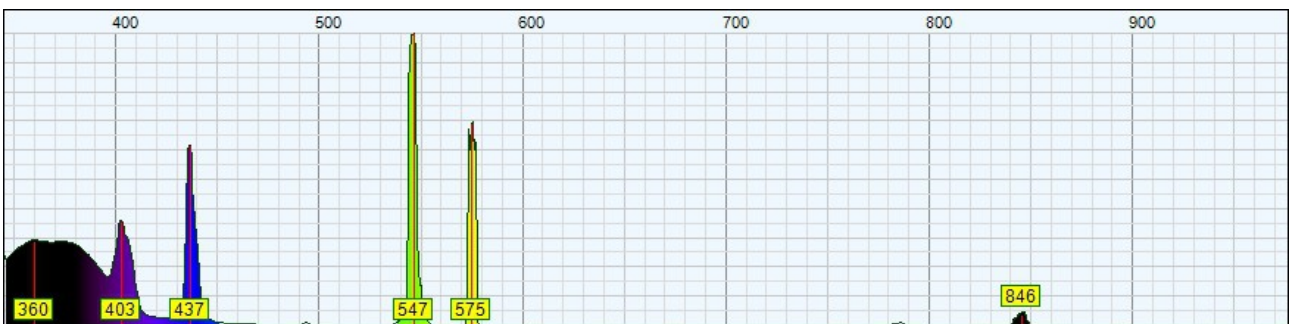
深蓝色表示苍蝇眼睛的敏感度，浅蓝色表示“光化”灯产生的光。



飞利浦 6W/05 光化灯的光谱。请注意，它与飞利浦公布的特性非常相似（右上角的小光谱）

# 晒黑灯

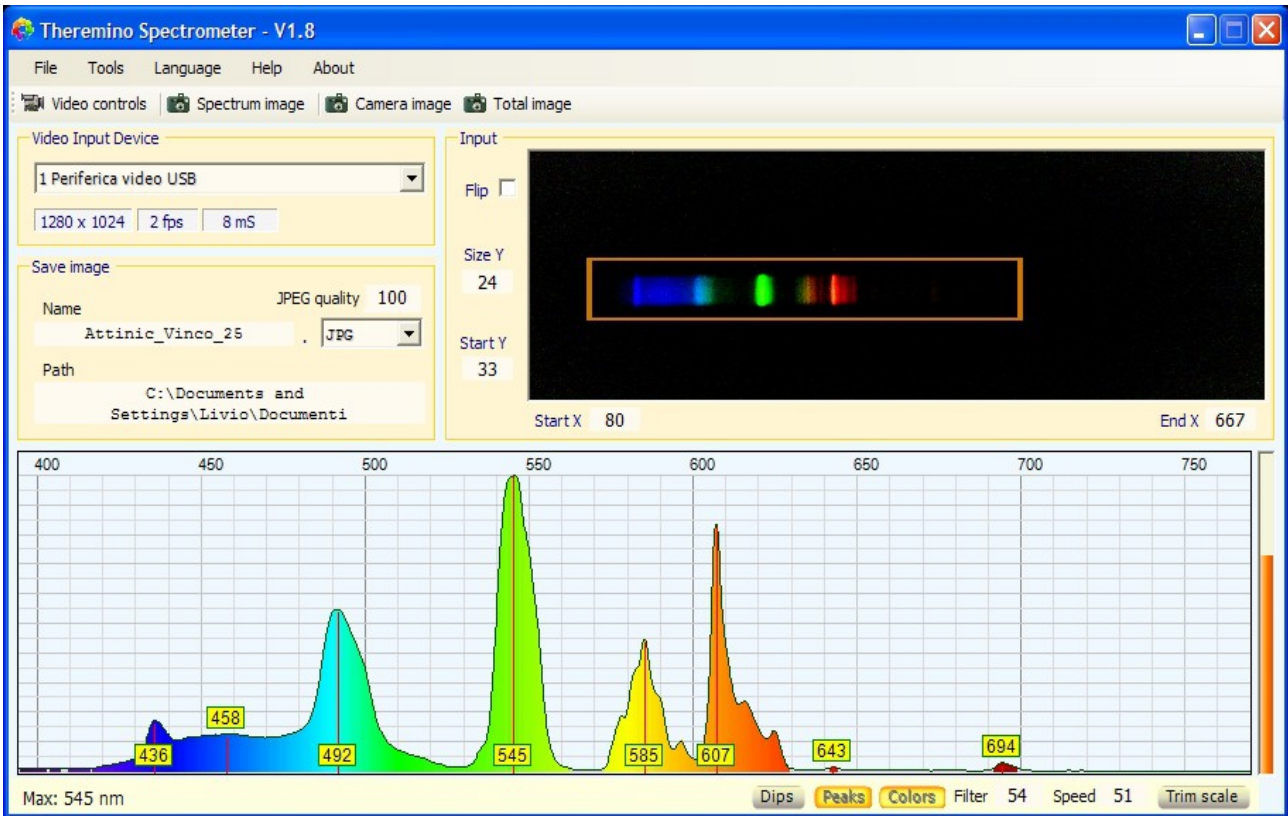
它们的光谱与光化灯非常相似，但发射峰值较低（约 350-360nm）。



飞利浦 15W CLEO 灯管的光谱。

# 液晶显示器像素的颜色

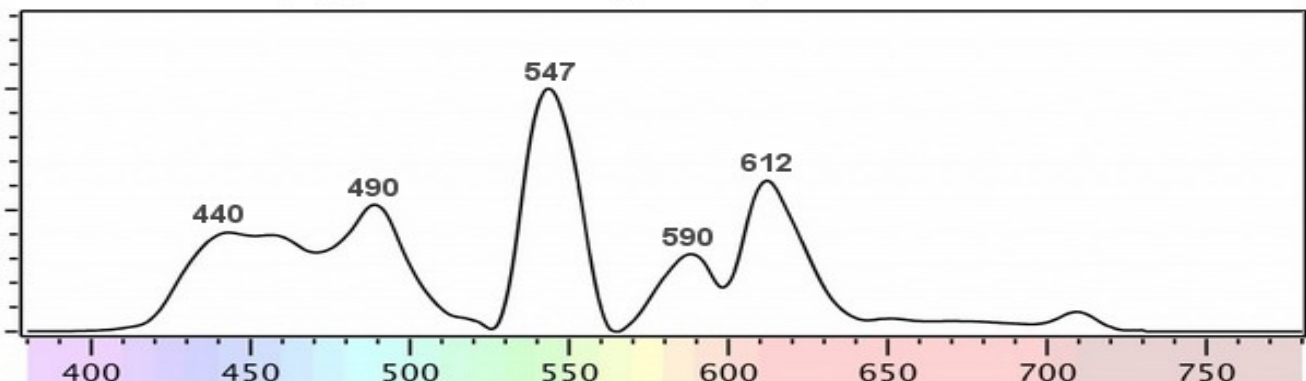
在这里，我们看到了与商用光谱仪 (X-Rite i1 Pro2) 的有趣比较。图形非常相似，但 Theremino 光谱仪的分辨率更好。



Theremino 光谱仪如何看到三星 SyncMaster 913 显示器的白色

要测量液晶显示器，必须将屏幕上的白色区域设置为白色，提高亮度和对比度，通过光谱仪移除滤光扩散器，并调整曝光以获得最大灵敏度。

## Monitor LCD (Apple Cinema HD) with spectrometer X-Rite i1 Pro2

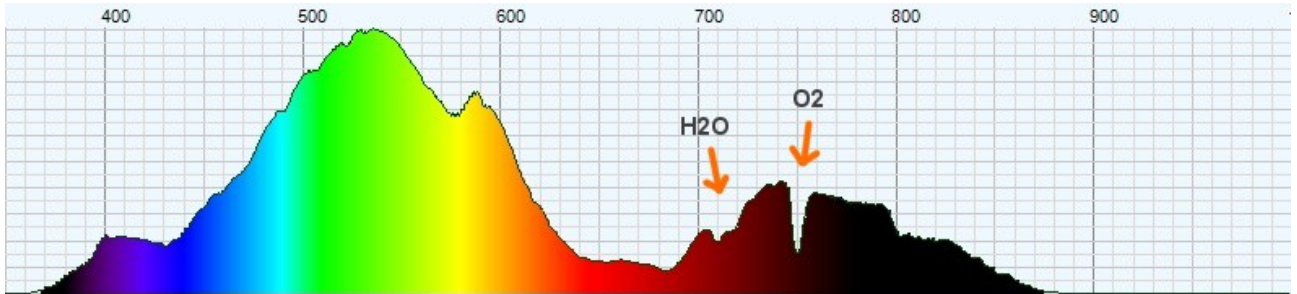


售价超过 1,000 美元的光谱仪广告制作的类似图表

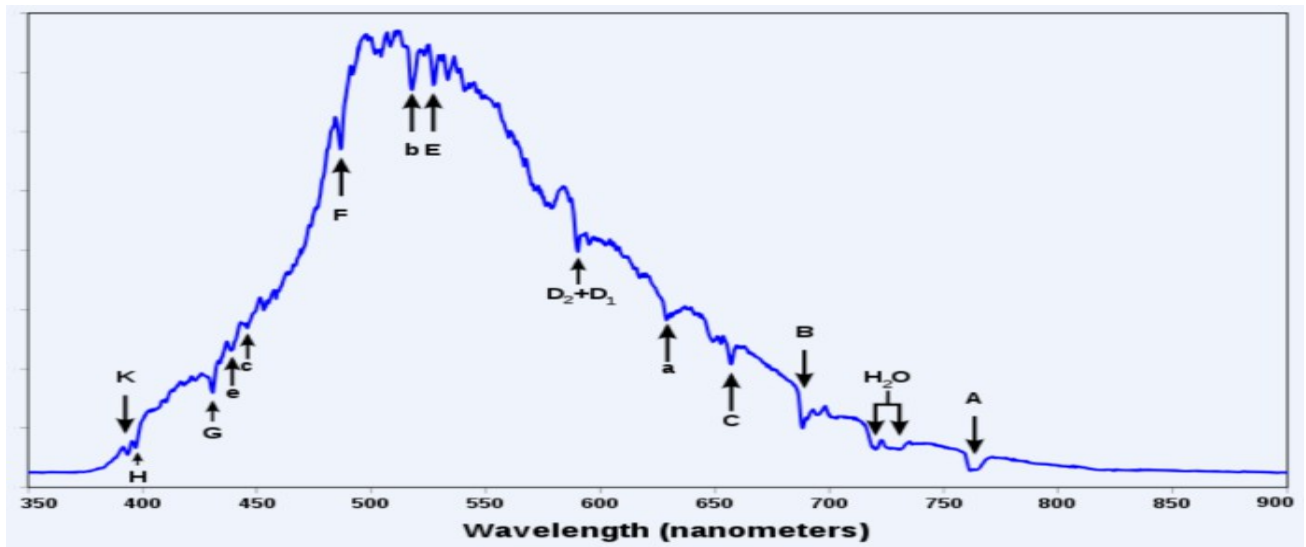
X-Rite 的高成本部分是由于它还提供了有关光“数量”的信息，而 Theremino 光谱仪无法做到这一点（网络摄像头的线性度不够，无法测量接收到的光量）。

# 太阳光光谱

该光谱的外观会根据一天中的时间、测量的天空面积和海拔高度而变化。大气强烈吸收某些波长，紫外线、可见光和红外光之间的比例可能会有很大差异。



下图显示了大气中存在的物质产生的吸收线（夫琅禾费线）。

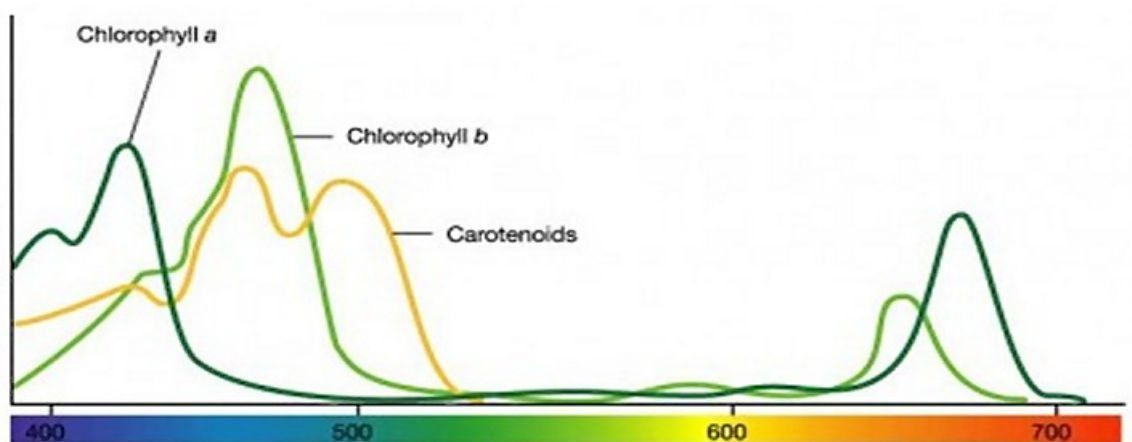


指定	元素	波长 ( 纳米 )
是	哦 <sub>2</sub>	898,765
是	哦 <sub>2</sub>	822,696
一个	哦 <sub>2</sub>	759,370
乙	哦 <sub>2</sub>	686,719
碳	赫 <sub>α</sub>	656,281
到	哦 <sub>2</sub>	627,661
德 <sub>1</sub>	钠	589,592
德 <sub>2</sub>	钠	588,995
德 <sub>3</sub> 或 d	他	587.5618
和	汞	546,073
埃 <sub>2</sub>	铁	527,039
b <sub>1</sub>	镁	518,362
b <sub>2</sub>	镁	517,270
b <sub>3</sub>	铁	516,891
b <sub>4</sub>	镁	516,733

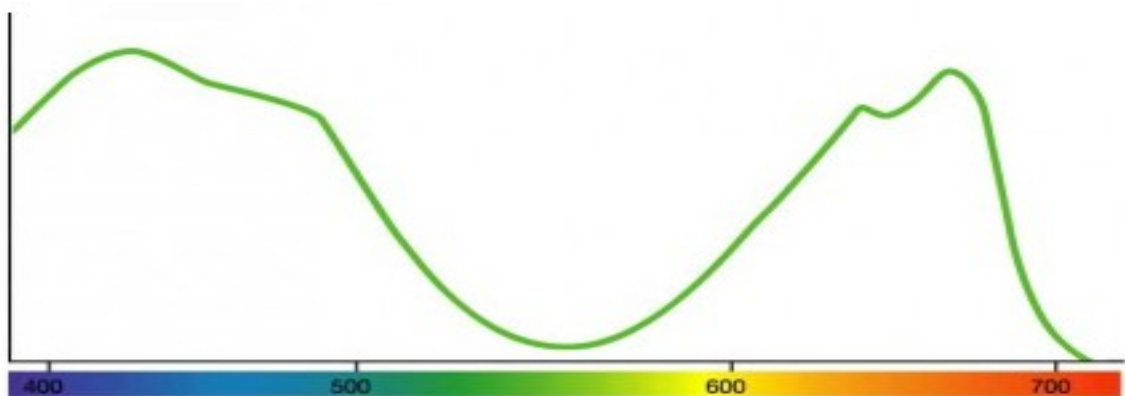
指定	元素	波长 ( 纳米 )
c	铁	495,761
F	氢键	486,134
d	铁	466,814
和	铁	438,355
负责	氢键	434,047
格	铁	430,790
格	钙	430,774
时长	氢 δ	410,175
赫	钙 <sup>+</sup>	396,847
钾	钙 <sup>+</sup>	393,368
大号	铁	382,044
否	铁	358,121
磷	你 <sup>+</sup>	336,112
电视	铁	302,108
吨	镍	299,444

# 植被吸收的波长

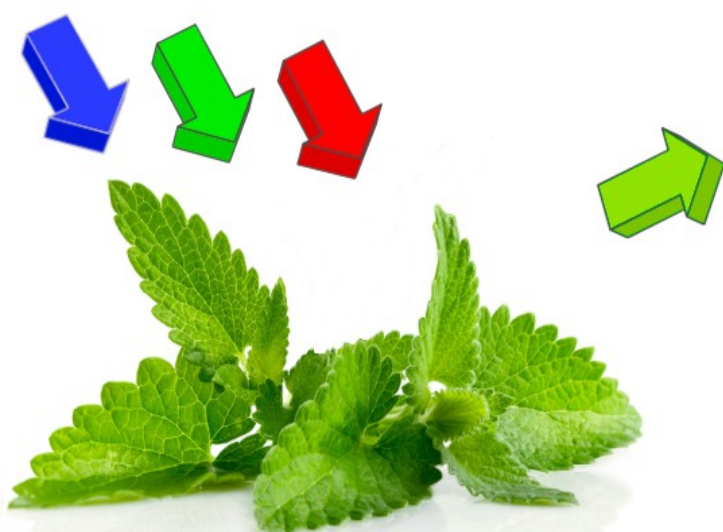
植被优先吸收可用于产生能量的波长（通过叶绿素的光合作用）。



波长更容易被植被吸收



为光合作用提供更多能量的波长



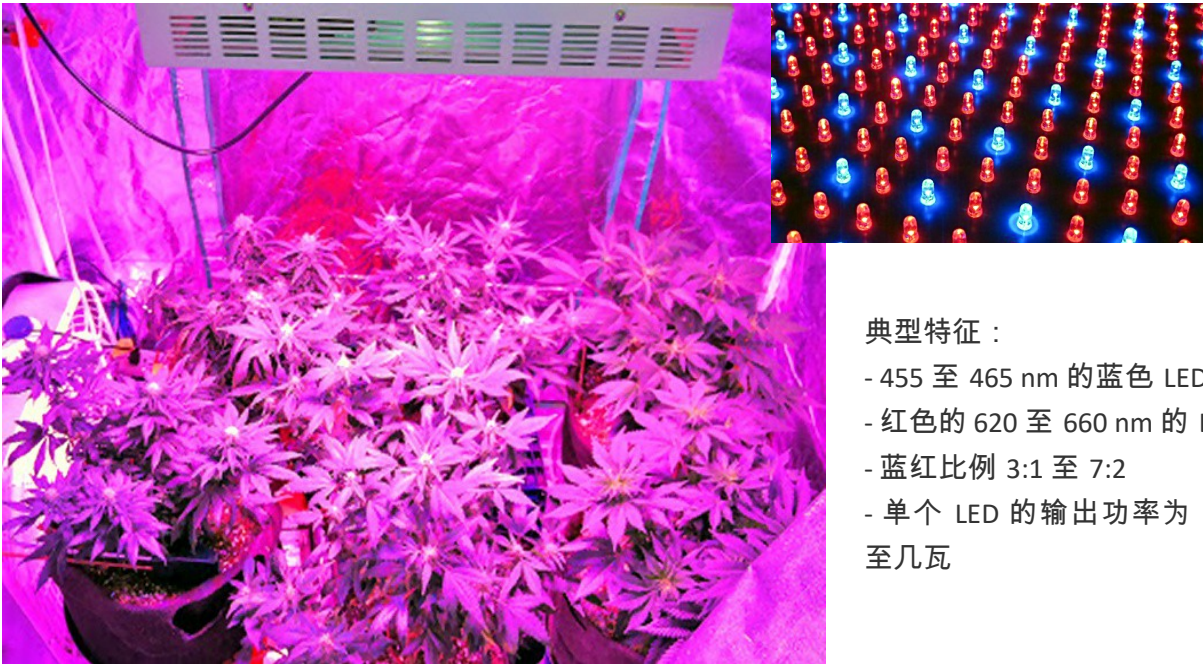
植物从红光和蓝光中获取能量，但反射绿光。

浅绿色和绿黄色的成分，叶子会不必要地发热，而不会提供大量的能量。

**这就是植物呈绿色的原因。**

# 植物生长灯

为了高效种植植物，不浪费绿色区域的能源，我们使用蓝色和红色 LED。



典型特征：

- 455 至 465 nm 的蓝色 LED
- 红色的 620 至 660 nm 的 LED
- 蓝红比例 3:1 至 7:2
- 单个 LED 的输出功率为 60 mW 至几瓦

## 植物生长灯



LED 紫外光、蓝光和红光输出与光合作用叠加效率曲线

从该光谱中我们注意到，通常的紫外线和蓝色 LED 具有良好的光合作用效率（超过 80%），但普通的红色 LED（625 nm）的效率仅为 50%。对于栽培最好使用波长较长的红色 LED（约 660 纳米）。

由于红光 LED 效率较低，以及对植物化学性质的其他考虑，导致灯具中每有 3 个红光 LED 对应有 1 个蓝光 LED。红光会影响开花和产量，蓝光会影响茎节之间的距离和生长速度。