

Fluorescence 荧光

荧光是发光的一种形式。发光，指的是原子或分子受到刺激后，而发射出光。物体依赖外界光源进行照射，从而获得能量，产生激发导致发光的现象，称为光致发光。如荧光和磷光。但两者之间存在差异。光子受刺激后，磷光发出等量或比入射光低能量（等量或比入射光的波长长）的出射光，并能持续到毫秒（ $>10^{-3}s$ ），因为能量供应需要经过数个中间步骤。磷光的持续发光时间，比荧光在入射光停止后的发光持续时间纳秒（ $10^{-9}s$ ）长。

荧光的机理如图1所示。为了激发荧光，测试表面需用紫外线光源进行照射，而测试表面上的污染分子就会吸收高能辐射①，由光子激发的电子跃迁至较高的能级（②，激发态）。被激发的分子与周围环境发生碰撞，而释放出小部分所吸收的能量③。

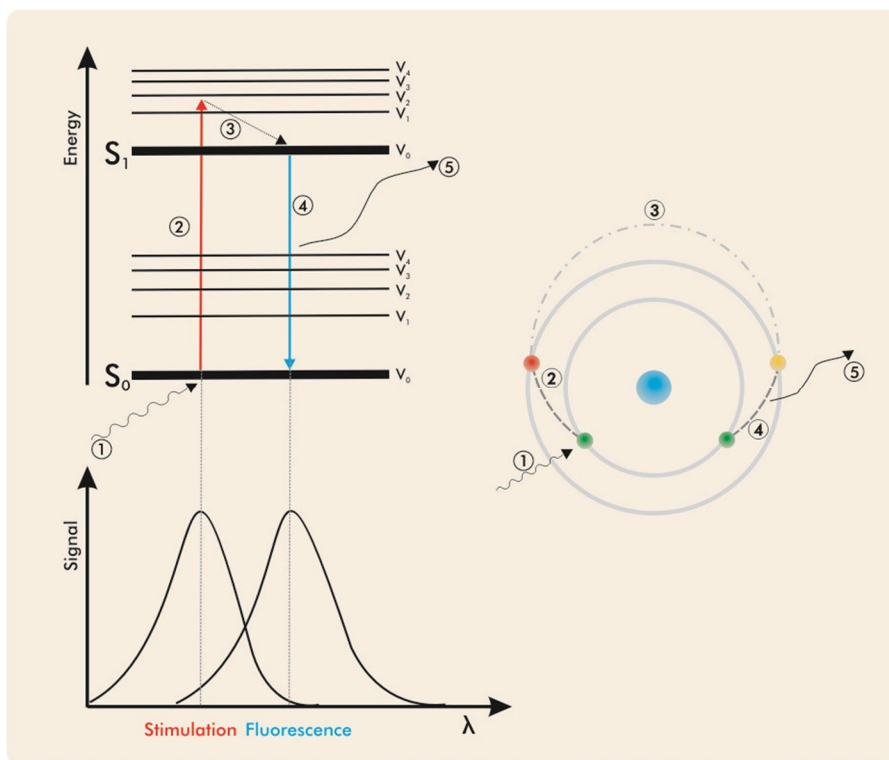


图1：荧光的机理

剩余的能量会变回初始状态并把吸收的能量再次释放出来，散发荧光④。由于部分能量转化成热量消耗了，所以发出的光线能量降低，波长也变长了⑤。这种因所发射的荧光波长比激发光长，能量比激发小的现象称为 Stokes 位移。

荧光向不同的方向散发开去，并通过光致褪色，荧光的特性会逐渐消失。

荧光团

荧光团是指一个分子内的官能团，由于存在很多的 π -系统，能够吸收特定波长的能量，并重新发射另一种波长的能量。

在 π -系统中，两个原子通过一个双化合物与一个分子连接，也就是两个原子各提供两对电子进行化合，这些电子容易激发荧光。所发射的荧光辐射波长和数量取决于荧光团与它所处的化学环境。荧光素，是一种重要的荧光染料，如图2。荧光素包含了许多双化合物，因此为分子发出显著的荧光提供了可能！

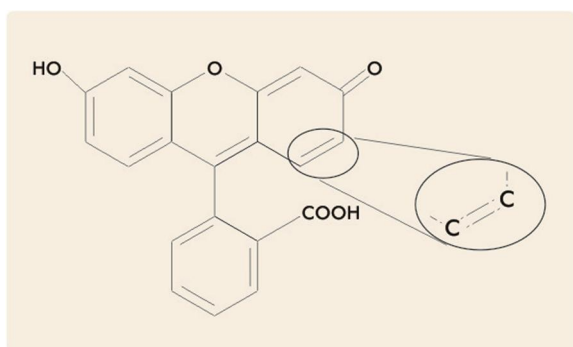


图2：荧光素，荧光染料

荧光团荧光的特点是量子产率 Q 。量子产率定义为进行光化学反应的分子与吸收总光子数之比，量子产率指定了哪一部分所吸收能量的强度可以发射光子。

污染物的荧光

在生产工具中，所散发的荧光主要源于芳香环系统，即含有添加剂以及油和油脂的不饱和结构。而羧酸和其对应的酯类，以及脂肪族酮类也反射荧光。荧光测量可检测极少量的荧光物质，即使是低于2%皮脂的指纹也可以被检测。

唯一例外的是，即管被紫外线刺激，也不能发出荧光的物质。其中包括硅油、饱和有机化合物以及少部分不饱和碳的氢化物、金属及其氧化物。如果合金使用荧光颜料或染料作荧光标记，那么非荧光物质也可被检测。

图3 显示了三种不同油污的荧光光谱。

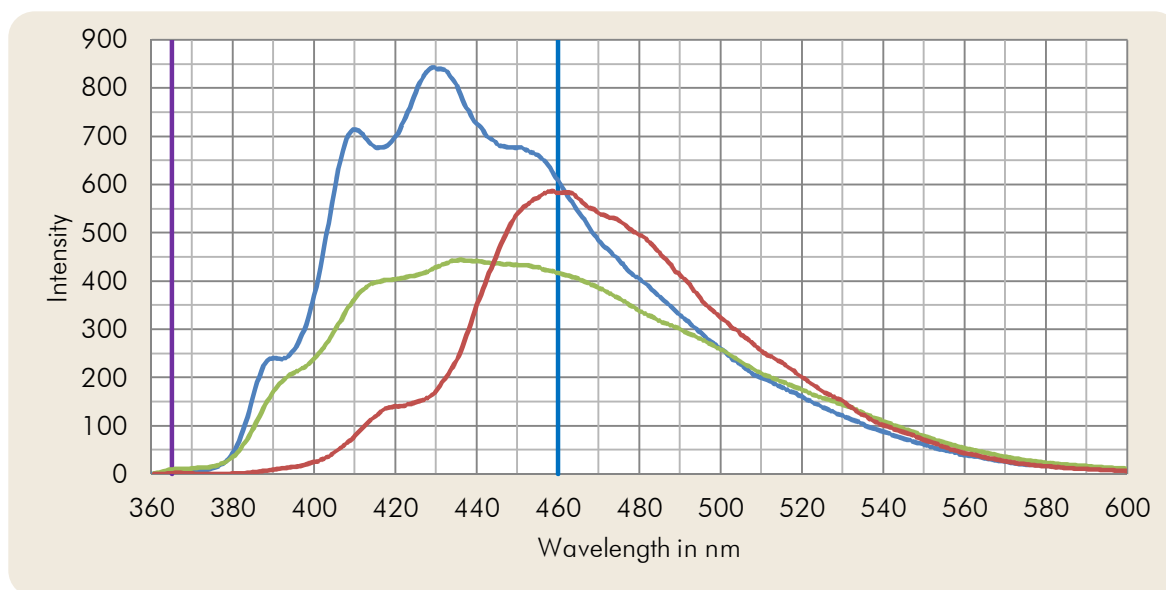


图3：三种不同油污的光谱

SITA CleanoSpector 表面清洁度仪分别在 365 nm 和 460 nm 波长处（图3中标记紫色和蓝色处）刺激和检测波长，并进行优化，以检测在工业生产中所用生产工具的清洁部件。

底物的荧光

金属和陶瓷表面不发荧光。而无定型结构的污染物，可能在玻璃表面发荧光。对于其他材料的底材，如纸张、纺织品或者塑料，由于它们复杂的有机分子结构，所以有相当强的荧光。

光致褪色

光致褪色也称光漂白，指在光的照射下荧光物质所激发出来的荧光强度随时间推移逐步减弱乃至消失的现象。光致褪色阐述了荧光团的荧光因为光子的刺激，而永久丧失的现象。在动态过程中，荧光分子被光化学破坏。荧光团的刺激和发射周期次数因光致褪色而造成的减小，依赖于刺激和能量的强度，分子结构和化学环境。在油污的基础上为例，经光致褪色的荧光动态损耗如图4。在同一测量点上，使用 SITA CleanoSpector 表面清洁度仪在同一测量点上重复测量，结果显示，荧光逐渐减弱。

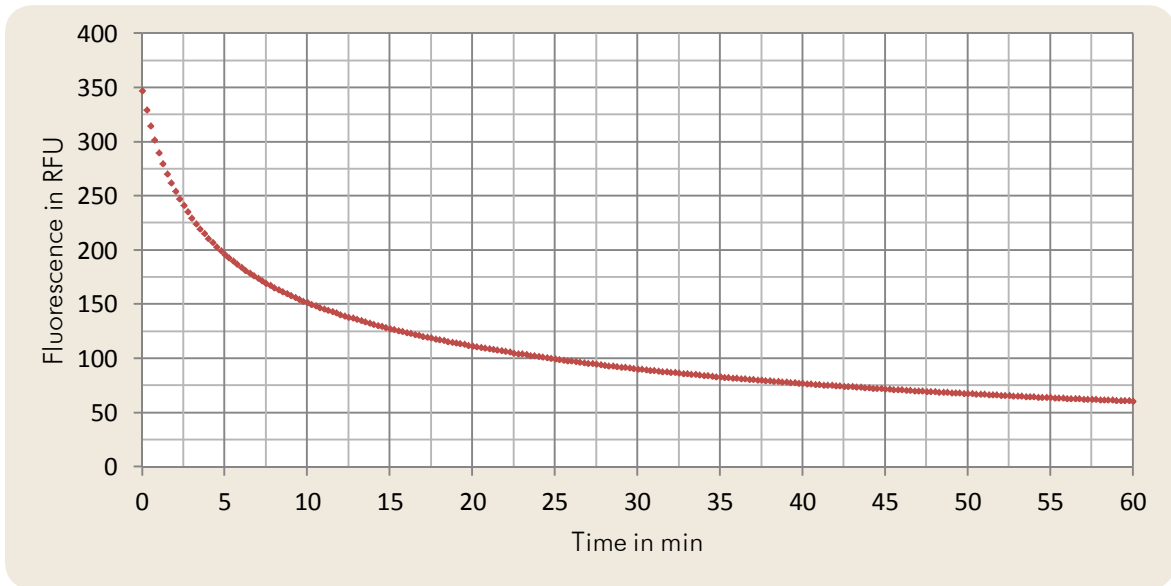


图4：光致褪色

光变性与光致褪色之间存在着差异。光变性中，吸收光谱和荧光光谱的损失，只发生在特定的波长和经修改后的染料分子结构中。光致褪色能强烈地更改分子，并且分子会被分成更小的碎片。此外，加入还原性物质，可以导致光致还原作用。

当氧气掺入其中，即意味着氧气连接到外部取代基的双化合物，以及环状的双化合物中。有一代的极性基团和环状体系的氧化分解，如果激发荧光团在三重态条件下，长期相互作用，可导致这种情况持续存在。