

文章编号:1005-4642(2022)04-0013-04

利用光栅光谱仪测量防晒护肤品的透光率

夏 枫,孙振宁,沈桂平,冯江华,高玉琳

(厦门大学 电子科学系,福建 厦门 361005)

摘 要:对 WGD-8A 型组合式多功能光栅光谱仪进行改造,设计样品槽及与其配套的样品池,放置于多功能光栅光谱仪的光源和入射狭缝中间. 选择紫外灯作为光源,测量了不同 SPF 及不同 PA 的防晒护肤品的透光率,并研究了不同暴晒时间防晒护肤品的隔离效果.

关键词:多功能光栅光谱仪;透光率;光谱测量

中图分类号:O433.1

文献标识码:A

DOI:10.19655/j.cnki.1005-4642.2022.04.003

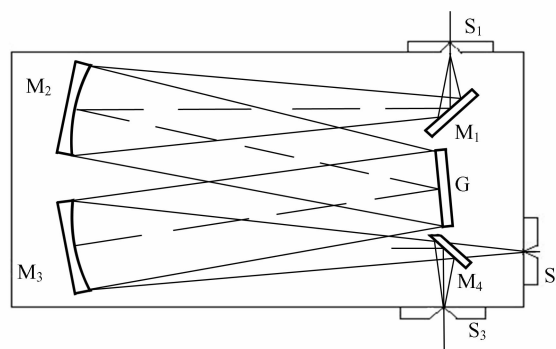
近代物理实验是理工科大学物理类本科生必须选修的实验课程,也是本科生进行科研训练的入门阶段课程^[1-2]. 将日常生活用品作为实验样品,可以丰富实验教学内容,同时可以在学生的应用能力和创新能力培养中探索新的方法和途径^[3]. 多功能光栅光谱仪是高校近代物理实验室的常用仪器,常用来做发射光谱实验. 本文对 WGD-8A 型组合式多功能光栅光谱仪进行改造,设计了样品槽和样品池,检测了防晒护肤品的防晒效果. 实验采用紧密结合生活中具体应用的方式,既丰富了实验教学内容,又提高了学生实验的积极性.

1 实验仪器

1.1 WGD-8A 型组合式多功能光栅光谱仪

WGD-8A 型组合式多功能光栅光谱仪采用切尔尼-特纳(Czerny-Turner)系统,主要由入射狭缝、发射准光镜、光栅器件、物镜、出射狭缝、光电转换器、A/D 采集电路以及计算机等组成,内部光路如图 1 所示. 光栅光谱仪通过光电转换器采集数据,再通过计算机处理分析数据并显示谱线图,数据处理结果简单、直观.

选择光谱范围合适的光源,应用光栅光谱仪检测发射光通过防晒护肤品的透射率,可以快捷地判断防晒护肤品的防晒效果^[4].



M₁. 反射镜 M₂. 准光镜 M₃. 物镜 M₄. 平面反射镜
G. 平面衍射光栅 S₁. 入射狭缝 S₂. 外接光电倍增管
接收器 S₃. 外接 CCD 接收器

图 1 WGD-8A 型组合式多功能光栅光谱仪的内部光路图

1.2 实验光路的改造

在原有测量发射光谱实验的基础上,若增加测量需求,必须在测量光路中放入测量样品,所以在多功能光栅光谱仪的光源和入射狭缝中间要放

收稿日期:2021-04-29;修改日期:2021-12-07

基金项目:国家自然科学基金项目(No. 82072015);福建省科技计划项目社会引导性项目(No. 2018Y0078);厦门大学“翻转课堂”教学改革研究项目(No. JG20180201)

作者简介:夏 枫(1976—),女,湖南常德人,厦门大学电子科学系工程师,学士,研究方向为微电子与近代物理实验教学. E-mail: xiafeng@xmu.edu.cn

通讯作者:孙振宁(1971—),男,福建宁德人,厦门大学电子科学系高级实验师,学士,研究方向为微电子与近代物理实验教学. E-mail: znsun@xmu.edu.cn

置样品槽以及与样品槽配套的样品池。样品槽如图 2 所示,样品池如图 3 所示,要求样品池可以很切合地放入样品槽中。样品槽外壳采用铸铁,增加稳定性,光路中透光材料和样品池的材料采用高纯度光学石英玻璃(最好为透紫外材料),不影响样品的吸收谱。

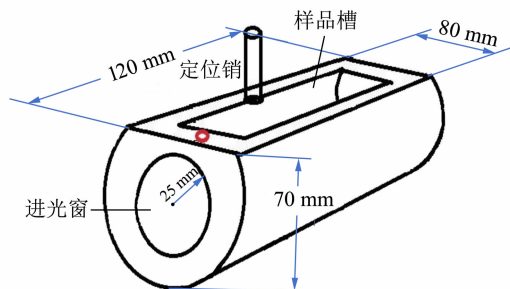


图 2 样品槽示意图

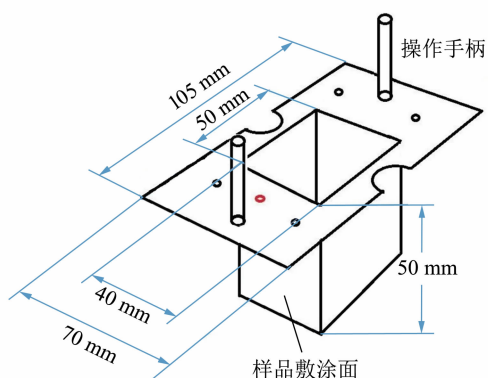


图 3 样品池示意图

1.3 实验光源的选择

为了选择更好的光源模拟太阳紫外线,在不使用样品的前提下,先用多功能光栅光谱仪对溴钨灯、氢灯、氘灯、氙灯、钠灯、紫外线灯等光源进行光谱测量分析,测试结果表明:只有紫外线灯在 200~400 nm 处有较高的能量谱,显示该光源最接近太阳光,因此选择紫外线光源作为本次实验的光源。

1.4 光栅光谱仪的调校

利用标准钠光谱线——双黄线对光谱仪进行校正:先将钠灯作为光源,用光栅光谱仪进行扫描,将扫描结束后得到的双谱线与钠双黄谱线做对比。要求误差在 ± 1 nm 内,若误差超过 1 nm,则需要用软件进行修正^[5]。

2 样品涂层的制备

用棉签蘸取一定量的防晒护肤品均匀地涂抹在样品池沿光路一侧的内壁上(图 4)。

为了保证每次防晒护肤品涂层厚度一致,可以采取如下方法:

1)控制棉签每次都吸取定量的护肤品,要均匀涂满整个样品池的光路面;

2)用棉签涂抹防晒护肤品涂层时,要尽量做到棉签和样品池玻璃是面接触,而不是点接触。

第一次实验,用棉签蘸取 15 mL 的防晒护肤品均匀地涂抹于样品池沿光路一侧的内壁上(如图 4)。薄涂层为在样品池单面内壁上有效覆盖试样,厚涂层为在样品池对应双面内壁上覆盖试样,即厚涂层相当于 2 层薄涂层,防晒护肤品用量为 30 mL。第二次实验,用棉签蘸取 20 mL 的防晒护肤品,重复上述操作。

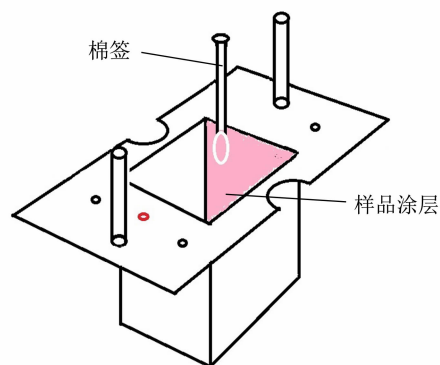


图 4 样品涂层的制备示意图

3 实验方法

1)调整紫外线光源、透镜、样品槽和狭缝在同一光轴上,保证光源射出光线通过样品池,并聚焦在入射狭缝处且射入狭缝里(图 5)。

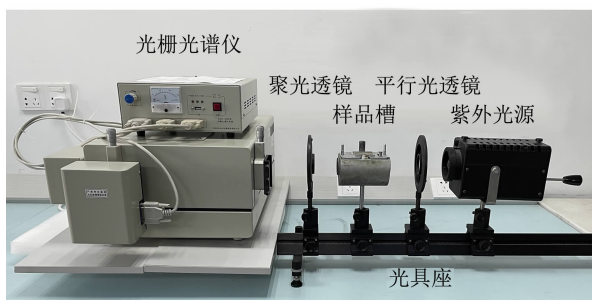


图 5 实验装置实物图

2)将光栅光谱仪的工作模式选择为“基线”模式,在样品槽不放入样品的前提下,对紫外线光源进行光谱测量,测得基线光谱图以做参考。

3)在样品槽中放入样品,将光栅光谱仪的工作模式选择为“透光率”模式,样品槽内放置不同样品分别测量其透光率。

4 实验测量结果及分析

4.1 不同 SPF 值和 PA 值的试样

不同 SPF 值和不同 PA 值的防晒护肤品试样的透光率测量结果如图 6~7 所示。

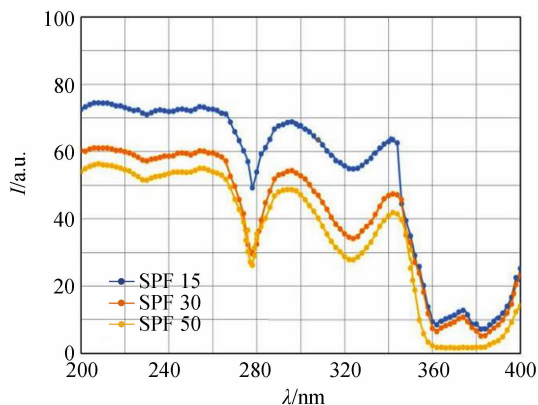


图6 不同 SPF 值防晒护肤品的透光率(PA+++)

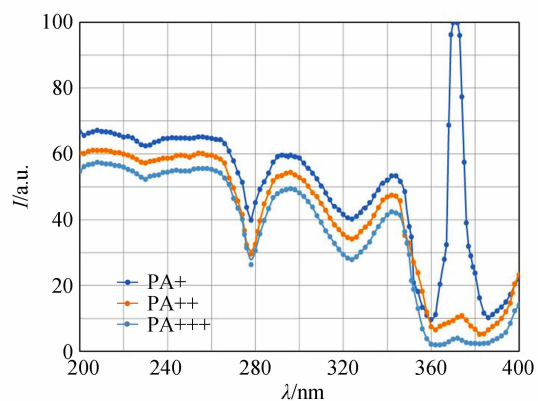


图7 不同 PA 值防晒护肤品的透光率(SPF30)

由图 6 和图 7 可以看出:SPF 值和 PA 值越大的防晒护肤品,对紫外线的隔离能力越强;具有相同 SPF 值的防晒护肤品,PA 值越大,对长波段(315~400 nm 的 UVA 波段)紫外线的隔离能力越强;具有相同 PA 值的防晒护肤品,SPF 值越大,对中短波段(200~315 nm 的 UVB 和 UVC 波段)的紫外线的隔离效果越好^[6]。

4.2 SPF 值和 PA 值相同,不同涂层厚度的试样

不同厚度涂层 SPF50 PA++++ 的防晒护肤品的透光率如图 8 所示。由图 8 可以看出:同一指标的防晒护肤品,厚涂层对紫外线的隔离能力相对较强^[7],但超过一定厚度以后,隔离的效果并不是线性增加。

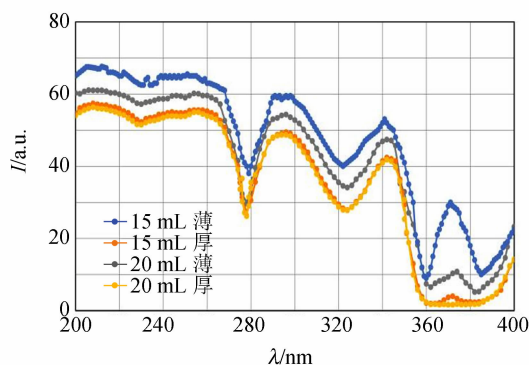


图8 不同厚度涂层的防晒护肤品的透光率

4.3 SPF 值和 PA 值相同,且涂层厚度也相同,暴晒不同时间的试样

将涂抹厚度相同的 SPF50 PA++++ 试样,放置在阳光下暴晒,经过 2,4,6 h 后,再取回实验室测试样品的透光率^[8],检测结果如图 9 所示。由图 9 可以看出:暴晒 2 h 后防晒护肤品的防晒能力没有显著变化,而在暴晒 4 h 后防晒能力有所下降,在暴晒 6 h 之后防晒效果就已经大幅度降低^[9]。

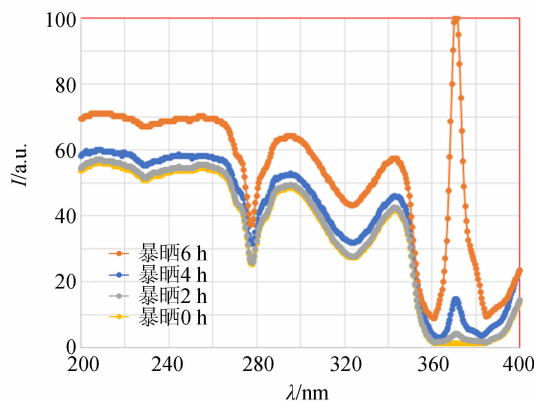


图9 暴晒不同时长防晒护肤品的透光率

5 结束语

通过对 WGD-8A 型组合式多功能光栅光谱

仪做简单的改造,拓展了实验仪器的功能,把实验理论和实践紧密地联系在一起. 这为即将加入科研实践的学生打下坚实的基础,也为进入社会参加工作的学生开拓了创新思路^[10].

参考文献:

- [1] 段雪松,张旭,张志东. 面向学生自主学习的大学物理实验教学体系建设与实践[J]. 实验技术与管理, 2015,32(9):187-190.
- [2] 沈桂平,骆万发. 近代物理实验新课程体系构建的改革与实践[J]. 物理实验,2009,29(8):18-21.
- [3] 冯元新,叶高翔,李祖樟,等. 基于创新实践能力培养的物理实验教学改革[J]. 实验室研究与探索, 2018,37(2):228-230,245.
- [4] 赵越,赖维. 2013 年皮肤科学新进展:第 71 届美国皮肤病学会年会精粹[J]. 实用皮肤病学杂志, 2013,6(6):380-381.
- [5] 张燕,方利广. WGD-8A 型多功能光栅光谱仪与分辨本领分析[J]. 江西科学,2005,23(5):605-608.
- [6] 牛学丽,陈香. 护肤品的部分质量指标检测及选用建议[J]. 晋城职业技术学院学报,2018,11(2):56-58.
- [7] 李红彦,孙成勋,朱宝余,等. 供电企业野外作业人群防紫外线情况及应用防晒护肤品效果研究[J]. 黑龙江医药,2015,28(2):254-257.
- [8] 廖永丰,王五一,张莉,等. 到达中国陆面的生物有效紫外线辐射强度分布[J]. 地理研究,2007(4): 821-827.
- [9] 蔡丽娇,张少明,方平. 医学护肤品活性成分与应用[J]. 海峡药学,2014,26(8):108-109.
- [10] 麻焕锋,董若颖. 拓展近代物理实验提高本科生创新意识[J]. 大学物理实验,2013,26(1):120-122.

Measuring the transmittance of sunscreen by using multi-functional grating spectrometer

XIA Feng, SUN Zhen-ning, SHEN Gui-ping, FENG Jiang-hua, GAO Yu-lin

(Department of Electronic Sciences, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: The WGD-8A multi-functional grating spectrometer was modified. The sample tank and its matching sample pool were designed, which would be placed between the light source and the incident slit of the multi-functional grating spectrometer. UV lamp was selected as the light source to measure the transmittance of sunscreens with different SPF and PA, and the isolation effect of sunscreens with different exposure time was studied.

Key words: multi-functional grating spectrometer; transmittance; absorption spectrum

[责任编辑:任德香]