利用冷光片改进薄膜干涉实验

周 敏 (浙江省临安中学 浙江 311300)

摘 要 在高中物理教学中,用酒精灯灯焰做薄膜干涉演示实验时,存在诸多不足,为克服这些不足,采用冷光片替代酒精灯做薄膜干涉实验以及其他方面的改进。

关键词 高中物理 演示实验 冷光片 薄膜干涉

文章编号 1002-0748(2020)7-0028 **中图分类号** G633·7 **文献标识码** B

在现行的高中物理教材中,薄膜干涉实验的通常做法是:在酒精灯的灯芯上撒一些食盐,灯焰发出明亮的黄光。把铁丝圈在肥皂水中蘸一下,让它挂上一层薄薄的肥皂膜。把这层液膜当作一个平面镜,用它观察灯焰的像(如图1所示为教材实验插图)。教材中的这一做法虽然取材方便、操作简单,但其存在较多缺点。(1)灯焰随气流晃动,手持挂着肥皂的铁丝圈抖动,这样在薄膜上形成的干涉图样晃动剧烈,不易观察。(2)酒精灯灯焰颜色单一(两种频率非常接近的黄色光),做干涉实验时,没有对比研究,不易理解条纹间距与波长关系。(3)肥皂水与铁丝相互浸润,肥皂水与铁丝接触的附着层有扩展趋势,所以圆形铁丝圈蘸肥皂水后需静置较长时间,才能形成上薄下厚的肥皂膜,从而观察到明暗相间的条纹。(4)肥皂水膜存留时间较短,易破裂,实验中难以较长时间观察。(5)教师在演示实验时,仅有合适视角且位于近距离位置的学生可以观察到明暗相间的条纹,多数学生观察不到实验现象。

图1

为克服以上所述不足,又考虑到实验操作方便性,笔者对该实验做以下改进。

1 泡泡水替代肥皂水

由于肥皂水薄膜易破裂,可观察时间短,用儿童吹泡泡用的泡泡水替代肥皂水,形成的薄膜存留时间较长,强度结实,晃动铁丝圈,薄膜不易破裂。泡泡水可以网购,也可自己调配。笔者用洗衣粉配置溶液后,加入少量甘油或白糖搅拌均匀,用此溶液制成的薄膜效果与网购的泡泡水相当[1]。

2 自制方形水膜支架

取一段约40 cm的铜芯硬导线(保留绝缘层),将其弯成一个9 cm×9 cm的矩形框,经调试发现,矩形导线框蘸泡泡水后,可以较快形成纵向有厚度差,横向厚度较均匀的水膜。再将矩形导线框固定在一个带底座的金属定位软管上,制成一个用来挂泡泡水膜的支架。挂上泡泡水膜后,支架可以静置在桌面上,使水膜稳定不动,易于观察干涉图样。金属定位软管可以用来调节导线框的方位,使水膜的反射光指向观察者,便于观察(如图2所示)。

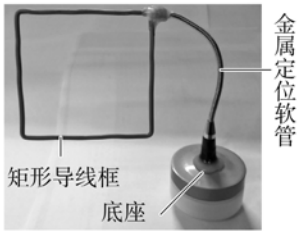

图2

3 冷光片替代酒精灯

冷光片简称EL(Electro-Luminescent电激发光),通过加在电极两端的交流电压而产生的电场激发荧光物质发光,结合不同荧光物质可以产生不同颜色的光。因此用冷光片可以做不同色光的薄膜干涉实验;冷光片发光面较大而且平整,在薄膜上形成的干涉条

纹平直，易于比较条纹间距大小。如图 3 所示，是笔者利用冷光片自制的面光源，正面是红色、蓝色两块冷光片，用来做红、蓝光薄膜干涉对比实验，其背面是发白光的冷光片，用来做薄膜干涉的色散实验。

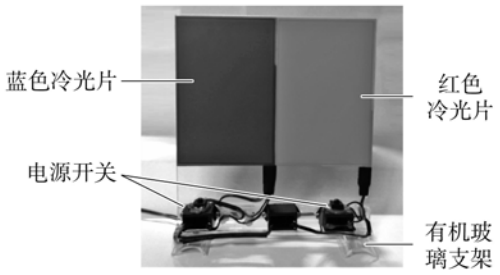

图 3

此光源替代酒精灯实验时，光源静止不动，干涉图样清晰稳定。如图 4 所示是红光的薄膜干涉图样，可看到清晰的明暗相间的条纹，且明显地观察到从上到下，条纹间距越来越小；图 5 是红、蓝光源同时打开后产生的薄膜干涉条纹，对比两种颜色条纹，可观察到两种色光的薄膜干涉条纹间距不同，导致红、蓝光干涉条纹交错。图 6 所示是白光冷光片的薄膜干涉图样，可观察到薄膜干涉实验中的色散现象。

图 4

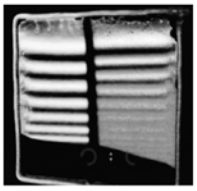

图 5

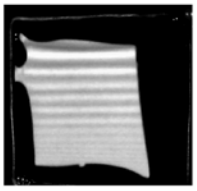

图 6

4　增加黑色背景幕布

在不同的方位观察薄膜干涉条纹时，有不同的三维透视失真。为了减小这种透视失真，易于比较红、蓝光的干涉条纹，最佳的观察方位在薄膜的正前方。但由于正前方位置，光线的入射角较小，反射光较弱，干涉条纹较暗，从薄膜后侧透射的背景光较强，影响对干涉条纹的观察。因此，在薄膜的后方，放置一块黑色背景幕布，观察干涉条纹时更清晰。同时，背景幕布也可以减小气流对水膜的扰动，使水膜更加稳定，干涉条纹更加平直。

5　利用手机或者摄像头拍摄投屏

教师演示薄膜干涉实验时，可用手机或者摄像头对着薄膜拍摄，并实时投屏在大屏幕上，可以让更多不同方位的学生能观察到干涉图样，也可以对干涉图样进行截屏，为定量研究保存数据。

如图 7 所示，是笔者做薄膜干涉实验时保存的图样，利用该图样可以研究实验所用的红、蓝光波长关系。定性看，左侧红光条纹间距大，右侧蓝光条纹间距小，所以红光波长较长。定量看，左侧红光的 k 级明纹到 $(k+3)$ 级明纹，水膜增加的厚度设为 Δx，$\Delta x=\frac{3}{2}\lambda_{红}$；右侧蓝光的 k 级明纹到 $(k+4)$ 级明纹，水膜增加的厚度约等于 Δx，$\Delta x=2\lambda_{蓝}$；即所用红、蓝光波长关系为 $\lambda_{红}:\lambda_{蓝}\approx 4:3$。

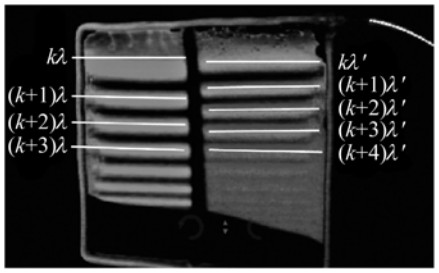

图 7

以上改进的薄膜干涉实验中，冷光片光源与水膜支架小巧，操作使用方便；所选用材料获得容易，制作成本低；实验操作过程中，光源与水膜静止，可以克服用酒精灯灯焰做薄膜干涉实验时的弊端；红、蓝光薄膜干涉的对比实验，直观地展现出薄膜干涉条纹间距与波长有关，有助于激发学生探究薄膜干涉的成因，在探究的过程中理解薄膜干涉条纹间距与波长关系，进而理解薄膜干涉中的色散现象。

参考文献

[1] 李彦合. 高中物理自制教具薄膜干涉实验的改进[J]. 物理教师，2014，35(10)：55.

（上接第 27 页）

参考文献

[1] 蔡铁权，郑瑶. 物理观念的物理教育价值——物理观念教育思考[J]. 物理教学，2018(12)：4—7.
[2] 彭前程. 积极探索基于核心素养理念下的物理教学[J]. 中学物理，2016，34(3)：1—2.
[3] 黎国胜. 基于“学科核心素养”的高中物理教学思考[J]. 教育科学论坛，2016，20(10)：68—71.
[4] 杨亚芳. 基于物理核心素养提升的教学设计[J]. 物理教学，2016(5)：11—15.
[5] 李友兴. 核心素养理念下物理选修课程开发的实践与思考[J]. 中学教学参考，2017(10)：35—38.