

问题教学法在大学物理中的应用举例

任喜梅¹ 李 蓉¹ 王锦丽²

1. 南昌交通学院 江西南昌 330100

2. 赣东学院 江西抚州 344100

摘 要: 讲授法无法充分调动学生的积极性, 上课兴致缺乏, 问题教学法一定程度上可以改善这一局面。本文以光栅衍射教学为例, 演绎了问题教学法在大学物理中的应用过程。结果表明, 问题教学法可以发挥学生的主体地位, 培养问题意识, 实现知识和能力的协调发展。

关键词: 问题教学法; 大学物理; 光栅衍射

Examples of the Application of Problem-based Teaching Method in College Physics

Ximei Ren¹, Rong Li¹, Jinli Wang²

1. Nanchang JiaoTong Institute, Jiangxi Nanchang 330100

2. Gandong College, Jiangxi Fuzhou 344100

Abstract: Teaching method can not fully mobilize the enthusiasm of students, lack of interest in class, problem teaching method can improve this situation to a certain extent. Taking grating diffraction teaching as an example, this paper deduces the application process of problem teaching method in university physics. The results show that the problem teaching method can bring into play the students' subject position, cultivate the problem consciousness, and realize the coordinated development of knowledge and ability.

Keywords: Problem teaching method; University physics; Grating diffraction

一、引言

在我国高等学校的大学物理教学中, 讲授法仍占据着主要地位^[1]。讲授法不受环境限制, 可以使老师在规定的时间内完整系统地讲完教学内容, 顺利完成教学目标, 但其也存在一定的弊端。尽管多媒体发展和应用丰富了讲授法的形式, 某种程度上激发了学生的学习兴趣, 但仍有部分学生上课无精打采、甚至睡觉。讲授法无法充分发挥学生的主观能动性, 不利于培养独立获取知识的能力、不利于培养观察和思维能力、不利于培养探索精神等。于是, 老师们纷纷尝试将各种教学方法应用于大学物理教学, 问题教学法就是其中的一种。

二、问题教学法

问题教学法起源于古希腊学者苏格拉底的“产婆术”; 发展成长于20世纪教育多元化时期美国教育学家杜威的“五步教学法”、美国心理学家布鲁纳的“发现教学法”、苏联教学论研究者马赫穆托夫等人的“问题教

学”^[2]、美国神经病学教授Howard Barrows的“Problem-Based Learning (PBL)”^[3]等。

问题教学法的完整实施非常复杂, 需要花费师生大量的时间。在课堂教学中使用简化版的问题教学, 同样能达到较好的教学效果。思路如下: (1) 给出教学材料, 鼓励学生提出问题; (2) 以问题为导向, 小组同学通过查阅教材分析讨论获得知识; (3) 教学完成后, 让学生提出本节课仍存疑惑的问题, 课后查阅资料解决问题。

三、应用实例

大学物理是本校工科专业本科生的必修课, 选用的教材是石永峰和虞凤英主编的《大学物理》第二版。光栅衍射是下册第十四章第三节的内容。前面学习了光的干涉和夫琅禾费单缝衍射, 学生有了理解光栅衍射的基础。多媒体方面, 利用学习通的投屏功能, 可以方便选组、抢答、做题上传、统计活跃程度等, 提高了学生的课堂参与度。

下面给出具体的教学过程:

1. 创设情境, 导入新课 (2 分钟)

老师: 17 世纪七十年代, 苏格兰数学家天文学家詹姆斯·格雷戈里 (Gregory, James) 发现光线透过鸟类羽毛的时候, 会有彩色光出现, 这就是光栅衍射的雏形。学了今天的课程, 我们就可以解释这个现象了。我们也要善于观察生活中的现象, 并努力思考、挖掘背后的原理。

2. 小组探讨, 学习新课 (60 分钟)

(1) 光栅 (15 分钟)

老师: 我拿的是实验室所用的透射光栅, 看上去就是一片毛玻璃片。对于这块毛玻璃片, 大家有什么疑问吗?

第 2 组某学生: 不能随便拿块毛玻璃片就说是光栅吧, 光栅到底是什么?

第 3 组某学生: 光栅衍射的图样是什么样的?

第 5 组某学生: 光栅是怎么制作的?

老师: 大家的问题非常好! 我们先来解决第 2 小组和第 5 小组的问题: 光栅是什么, 光栅是怎么制作的。请大家仔细阅读教材第一小节前两段, 5 分钟后用自己的语言回答这个问题。

第 3 组某学生: 光栅有两种: 透射光栅和反射光栅。透射光栅由一系列互相平行的、等宽度、等间距的狭缝组成。用金刚石在玻璃片上刻出许多平行等宽等距的刻痕就做成了透射光栅, 刻痕不透光, 相当于间隔; 两刻痕之间的部分正常透光, 相当于狭缝。

第 6 组某学生: 反射光栅是由大量平行的、等距离、等宽度的槽纹形成。它可以在不透明的材料上刻出来。

老师: 本节课我们主要讨论透射光栅, 相邻两条狭缝之间的距离叫做光栅常数。

PPT 给出透射光栅示意图, 见图 1。

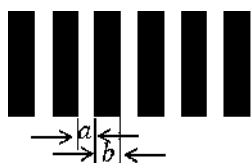


图 1

老师: 狭缝宽度记作 a , 间隔记作 b , 光栅常数记作 d 。那么光栅常数 d 和 a 、 b 的关系是什么?

学生: 光栅常数等于狭缝宽度和间隔之和, 即 $d=a+b$ 。

老师: 一般情况下, 光栅每毫米有 500 或 1000 条狭缝, 请大家计算光栅常数, 小组拍照上传。

老师: 这个比较简单, 大家做得很好! 通过计算可以发现, 光栅常数的量级约为 $10^{-3}mm$ 。

(2) 衍射图样 (15 分钟)

老师: 现在给出光栅衍射的图样, 见图 2^[4]。光栅狭缝总数用 N 表示; 最亮的条纹叫做主极大, 也叫光谱线; 相邻两条主极大之间的明纹叫做次极大。3 分钟时间, 请大家仔细观察衍射图样的特点。

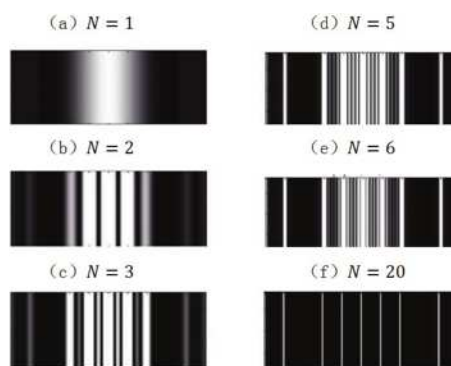


图 2

第 1 组某同学: (1) 光栅的狭缝数目不同, 衍射图样也不同。(2) 1 条狭缝的时候是单缝衍射的图样, 20 条狭缝时主极大是一些平行亮线, 亮线很细、间隔比较远。

第 3 组某同学: 主极大间隔不等。

老师: 主极大间隔相等, 图示情况将引出了一个重要理论“缺级”, 后面会详细解释。

第 4 组某同学: $N=2$ 时, 条纹明暗相间; $N=3$ 、5、6 时, 相邻两条主极大之间有次极大出现。

老师: 请大家归纳一下, 相邻两条主极大之间有几条次极大, 有几条暗条纹?

第 6 组某同学: 相邻两条主极大之间有 $N-2$ 条次极大, 有 $N-2$ 条暗条纹。

老师总结衍射图样特点。

老师: 大家还有什么问题吗?

学生: 为什么随着狭缝数目的增加, 次极大就消失了呢?

学生: 主极大为什么会变成细细的亮线呢?

老师: 请大家阅读教材第 104 页第 2 段内容, 3 分钟后自行回答这个问题。

第 2 组某同学: 随着狭缝数目 N 的增大, 次极大的数目增多, 每条次极大的光强随之减弱, 直至变成一片黑暗背景。

第 3 组某同学: 主极大的位置不变, 相邻两条主极大之间想要均匀分布 $N-2$ 条次极大, 那么主极大就被挤

得“越来越瘦”。

(3) 光栅衍射原理 (30分钟)

给出光路图, 见图3。

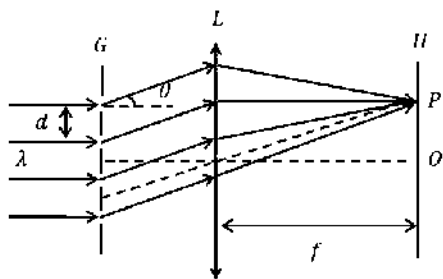


图3

老师: 大家请看光栅衍射光路图, 思考两个问题: 单色光入射到每个狭缝上时会发生单缝衍射吗? 每个狭缝发出的衍射角相同的光线会发生干涉吗?

学生: 会发生单缝衍射, 也会发生干涉。

老师: 所以说, 光栅衍射是单缝衍射和多光束干涉的综合效果。

①单缝衍射的效果

给出单缝衍射示意图, 见图4。

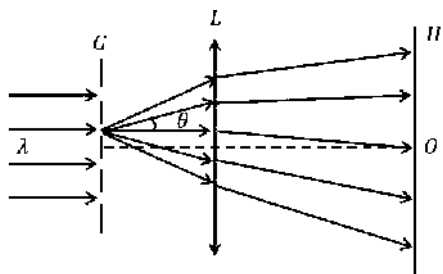


图4

老师: 第二个狭缝发出一束衍射光线, 根据凸透镜的成像规律, 很容易确定光线在屏幕上的位置。假设光屏上的图样恰好是明暗相间的衍射条纹, 如图5所示。



图5

老师: 请大家思考, 第三个狭缝发出同样一束衍射光线, 衍射图样在什么位置?

学生: 每个狭缝发出的衍射角相同的光线会被凸透镜汇聚在同一位置。也就是说, 第三个狭缝的衍射图样和第二个完全重叠。

老师: 非常正确! 以此类推, N 条狭缝的衍射图样出现在同一位置, 光强非相干叠加, 最终形成一幅单缝衍射图样。

②多光束干涉效果

老师: 如图3所示, 假设汇聚点 P 处是明纹, 请各小组讨论明纹形成的条件, 并拍照上传, 5分钟时间。

第5组某同学: 相邻两条光线的光程差都是 $d \sin \theta$, 干涉的明纹条件为光程差等于半波长的偶数倍, 所以明纹条件为 $d \sin \theta = \pm k \lambda$ ($k=0, 1, 2, \dots$), 其中 k 表示条纹的级次, 正负号表示第 k 级明纹关于0级明纹也就是中央明纹对称分布。

老师: 回答得很好! 这里的明纹即为主极大, 也就是光谱线。以图示 $N=4$ 为例, 相邻两条主极大之间还有2条次极大, 这里不做理论解释, 有兴趣的同学可以课后查阅其他教材。把主极大的条件叫做光栅方程, 即 $d \sin \theta = \pm k \lambda$ ($k=0, 1, 2, \dots$)。

③综合效果

老师: 多光束干涉的图样会受到单缝衍射的调制作用, 最终的综合效果就是光栅衍射的图样, 如图6所示。

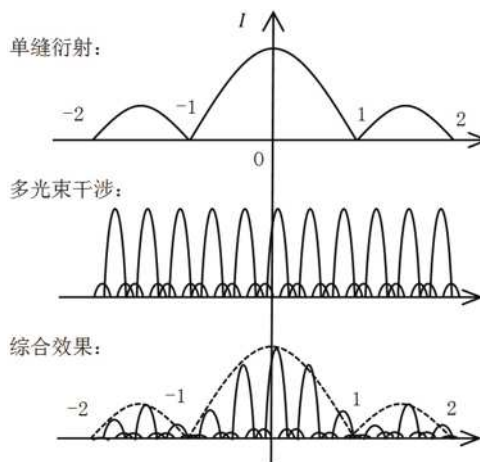


图6

老师: 如果单缝衍射的某级暗纹和主极大某一级重叠, 那么会发生什么现象? 8分钟时间, 请大家参考教材, 讨论缺级的条件, 并以小组为单位拍照上传。

第1组某同学: 当光栅常数 d 和狭缝宽度 a 的比值为整数的时候, 会出现缺级现象。

第3组某同学: 从图2的光栅衍射图样判断, 该光栅应该是 $d/a=3$, 所以第3级缺级, 同样地3的倍数的级次都不存在。

3.衍射光谱(10分钟)

老师:请大家思考一个问题,如果用白光照射光栅,屏幕上将会观察到什么图样?可参考教材,4分钟后回答此问题。

第4组同学:白光照射光栅时,对于中央明纹,衍射角 $\theta=0$,无论哪种波长的单色光都会被汇聚在凸透镜的焦点位置,中央明纹将会是白光。其它级次的条纹将出现彩色光。

第3组同学:第一级明纹处将是彩色光带,书上叫做衍射光谱。这是因为级次 $k=1$ 时,波长 λ 大的单色光对应的衍射角 θ 大,衍射角 θ 大的光线离中央明纹远。所以第一级明纹靠中央近的是紫光,离中央远的是红光。

第6组同学:第二级衍射光谱和第三级有部分重叠,随着级次 k 的增大衍射光谱将变得模糊不可辨认。

老师总结衍射光谱的定义及白光照射的图样特点。

老师:学习了光栅衍射的内容,我们来解释一下课前的问题。詹姆斯·格雷戈里发现光线透过鸟类羽毛的时候,为什么会有彩色光出现呢?

第3组同学:鸟的翅膀张开时,相当于一个透射光栅。当太阳光透过羽毛时,会出现彩色的衍射光谱。

4.练习巩固(10分钟)

投屏练习题,让学生了解所学的知识如何应用。

学生小组讨论计算,并拍照上传。

5.课堂小结和课堂评价(2分钟)

老师:今天这节课我们学习了光栅衍射的内容,大家对光栅和光栅衍射的图样都有了清晰的认识;一起分析了光栅衍射的本质:光栅衍射是单缝衍射和多光束干涉的综合效果;并探讨了光谱线的条件,即光栅方程;光栅衍射是否会出现缺级,取决于光栅常数 d 和狭缝宽度 a 的比值。这节课大家回答问题、讨论问题都很积极,

很好地掌握了本节课的知识,希望大家继续保持这种良好的学习状态!

6.课外作业

老师:以小组为单位,探讨光栅衍射的实际应用,并以word的形式做好阐述,下次课前提交给我。

老师:今天的课就到这里,大家还有什么问题吗?

学生:主极大的间距怎么算?

学生:如果没有发生缺级现象,单缝衍射的调制作用体现在哪里?

老师:问题很好,请大家课后思考解决这两个问题,下次课前“物理小讲堂”请同学做讲解。

四、结论

通过本案例可以看出,问题教学法能使学生积极参与到课堂中来,很好地完成了教学任务。同时提高了学生独立获取知识的能力、科学的观察能力和思维能力、以及分析问题解决问题的能力。需要注意的是,在课堂中要尽可能地培养学生的问题意识,因为提出一个问题要远比解决问题更有意义。问题教学法也存在一定的弊端,需要的时间比较久。本节课讲授法35分钟左右结束,问题教学法需要两小节90分钟。鉴于实际情况,可以把两者结合起来,寻找到合适的平衡点。

参考文献:

[1]常建宇.大学物理教学方法探讨[D].大连理工大学,2012.

[2]吴长林.高中物理课堂问题教学的实践研究[D].山东师范大学,2017.

[3]尹慧敏.问题式学习(PBL)的教学模式在高中化学概念教学中的应用研究[D].鲁东大学,2021.

[4]马文蔚,解希顺,周雨青.物理学(第五版)下册[M].北京:高等教育出版社,2006:129.