

物理实验



“波的叠加与干涉”微课实录

鲁 斌

(浙江省余姚中学 浙江 宁波 315400)

(收稿日期:2016-01-06)

摘 要:介绍了以问题驱动教学法有关“波的叠加与干涉”一课的微课实录。

关键词:波的叠加 干涉 微课 实录

“微课”以其目标明确、针对性强和教学时间短等优点,越来越受到教师和学生的青睐。在课堂教学中,波的叠加与干涉成为学生较难理解的知识点之一。本微课在教学策略上,采用问题驱动的教学法,几个问题环环相扣又一脉相承;在教学方法上,积极利用学校内外的资源,从身边寻找教学素材,并亲身实践,取得了较好的教学效果。

1 微课实录

1.1 微课导入

展示学校中“静湖”的图片。

教师提出问题 1:在日常生活中,我们经常看到两列水波相遇的情况,那么他们在相遇过程中满足什么规律呢?

师:老师在学校的静湖中做了两列水波相遇的实验,请同学们仔细观察这两列波在相遇前、相遇中、相遇后都满足什么规律。

问题具有明确的指向,有利于学生做出明确的判断。这是一个很大的问题,几乎贯穿始终,需要通过整堂课的学习才能真正解决。相遇前的情况很好分析,接着播放放在静湖中的做的几个波长水波叠加的视频,让学生从现象中初步分析出波在相遇后的叠加规律,如图 1 所示。



图 1 校园中的静湖

师:我们看到,两列波相遇前按照各自的运动形式进行传播,相遇后,也按照各自的运动形式进行传播。也就是几列波相遇后彼此穿过,按照各自仍然保持各自的运动状态进行传播,这就是波的独立传播原理。

1.2 波的矢量叠加原理

提出问题 2:在两列波在相遇中,是否满足独立传播原理,如果满足,又是怎样进行叠加的呢?

将关注点进一步缩小,也进一步明确教学重点。接着演示两列单个波长的波叠加的实验,得到相应的规律,即满足矢量叠加原理,如图 2 所示。教师提出的问题 1 和 2 是对于波的叠加规律的探讨,为整堂课做好理论铺垫。

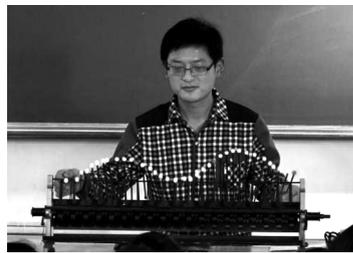


图 2 演示波峰与波峰叠加

师:我们可以观察以下实验现象。这个实验装置叫做波动演示仪,可以演示两列波的叠加。我们可以先产生两列波,让波峰与波峰叠加。我们观察到,质点的振幅加强,差不多等于两列波在这点各自引起的位移之和。我们再让波谷与波峰叠加,我们观察到,质点的振幅减弱,差不多等于两列波在这点各自引起的位移之差。

师:实验做到这里大家对波的叠加规律有了进一步的了解。由此我们可以得到以下的规律。

波的矢量叠加原理:几列波相遇时保持各自的

运动状态继续传播,在它们重叠的区域里,介质的质点同时参与这几列波引起的振动,质点的位移等于这几列波单独传播时引起的位移的矢量和。

让学生观察实验现象,经历探究过程,得出结论,进一步激发学习兴趣.要研究持续振动的波的叠加规律.先解决特殊情况,特殊点的规律,所以提出问题3.

1.3 各特殊点的振动情况

提出问题3:如果两列波相向运动且持续振动,那么在连线中点引起的质点的振动情况如何?

以平面简谐波为例,通过实验演示得到规律.将自制的波的模型在黑板上进行叠加的演示,有利于学生加深印象.并且让学生现场描绘波的叠加结果.如图3所示.

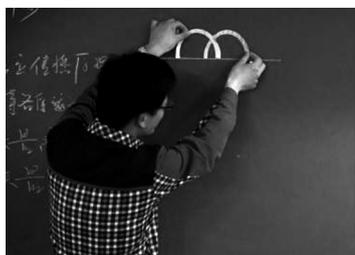


图3 简单的波形叠加

师:我这里有两个波的模型,如果两列波相遇,那么他们相遇点的轨迹是怎样的呢?

师:我们看到,这两列波的叠加始终满足矢量叠加原理,所以,相遇点的位移便是这两列波单独传播时引起的位移的矢量和.振动被加强了.

接着提出问题4:如果两列波相向运动,那么在连线上其他质点的振动情况如何?

师:我们可以观察两列波叠加的模拟实验.首先我们产生两列波,让他们相遇并叠加.蓝色的图像和黑色的图像是两列波的曲线,而绿色的曲线是他们总的运动图像.

我们看到,坐标为 $x=120$ 这个点,有时是波峰与波峰叠加,有时是波谷与波谷叠加,振动非常厉害,这个点被加强了.

坐标为 $x=80$ 和 $x=160$ 这两个点,有时是波峰与波谷叠加,有时是波谷与波峰叠加,几乎没有振动,这个点被减弱了.

所以两列波进行相遇,在连线上,有的点被加强,有的点被减弱.这取决于他们所处的位置.

这两个问题相继解决,为问题最终的解决找到

了突破口.问题3和问题4是连接波的叠加与干涉现象的桥梁,由简到烦,在整堂课中起到承上启下的作用,如图4所示.

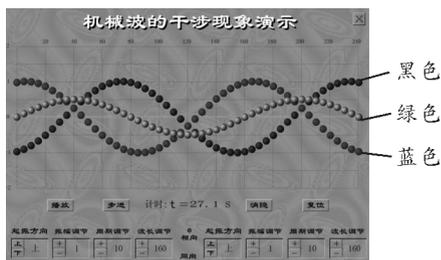


图4 稳定的振动

1.4 波的干涉

提出问题5:如果两列持续振动的水波相遇在空间中形成怎样的图样.

从问题4到问题5,难度较高,因为一维直线上的波的叠加已经讨论清楚,但一下子扩展到二维,对于学生的思维提出了很高的要求.所以笔者采用先观察现象,再运用学过的叠加的原理去解释的教学方案.通过观察视频,学生能够对所具有的现象作出描述,并得出波的干涉的概念.根据现象的特点,提出问题.

师:老师在静湖中如果让两个篮球同时振动,你观察到什么现象呢?

我们发现,水面中比较亮的地方是振动厉害的地方,比较暗的地方是振动不厉害的地方.整体处于亮暗亮暗亮暗相间隔的状态,如图5所示.



图5 若干列波稳定干涉

师:我们就把这种同频率、振动方向相同的两列波的叠加,使某些区域的振动加强,使某些区域的振动减弱,而且振动加强的区域与振动减弱的区域相互间隔,始终稳定.这种现象叫波的干涉.能够产生干涉的波源叫做相干波源,介质中干涉所形成的图样叫做干涉图样.

提出问题6:为什么会出现这样振动加强区减弱区相互间隔的状态?

对于这个问题,进行分小组研讨的教学方法,学

生可以通过已经掌握的知识去解释,也可通过阅读书本得到解答,也可通过互助学习得到启发.最后,从在现象中得到理论推论指导实践.我们同时又在静湖中做了如下实验,进一步使现象凸显,规律清晰,如图6所示.

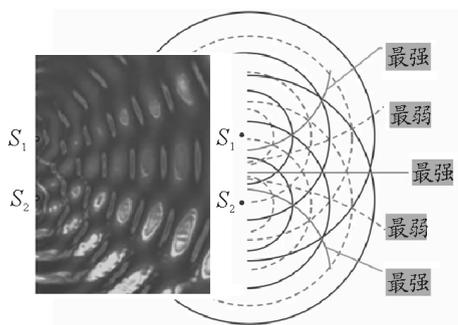


图6 干涉的结果

首先我们要从波的叠加的角度去分析, S_1 和 S_2 是两个波源.波峰与波峰,波谷与波谷相遇的点,他们的振动被加强了.当然还有一些点,他们有时候是波峰与波谷相遇,有时候是波谷与波峰相遇,他们的振动被减弱了.这样就出现加强区减弱区相互隔开的状态.

1.5 小结

这节微课,我们主要解决了4个问题:

- (1) 波的独立传播原理;
- (2) 波的矢量叠加原理;
- (3) 波的干涉现象;
- (4) 波的干涉现象解释.

2 微课研讨

本节微课的教学目标有两个,一是知道波的矢量叠加原理,二是知道波的干涉现象以及成因.

首先,利用静湖中的波的叠加,提出问题,让学生观察和思考波是怎样运动的.接下来将问题精确化,让学生思考两列波在相遇过程中满足什么规律.并配合波动演示仪进行两列波叠加的实验,从而得到波的矢量叠加原理.

在清楚了波的叠加原理之后,继续讨论特殊点和一般点的振动.提出问题,探讨在两列波连线中点和其他点的运动特点,并配合多媒体展示,让学生在动态过程中理解两列波的叠加.

有了两列波叠加的规律,继续将问题推进,提出问题:如果两列持续振动的水波相遇在空间中形成怎样的图样.这个问题难度较大,可以先观察实验现象,再进行总结归纳.学生在了解了干涉的图像之后,可以继续让其思考产生干涉现象的原因,从而提出问题,启发学生运用刚刚学过的知识点进行探究.

3 微课应用

本微课主要包括波的叠加和波的干涉两部分内容,通过本微课的学习,学生可以了解到波的叠加规律和波的干涉规律,进而为后续学习光的叠加与干涉打下良好的基础.传统的水波干涉演示仪,干涉的呈现面不大,并具有较强的反射波存在.本微课利用在较大的湖面上进行实验,现象明显,取得了较好的教学效果,图7为本次微课的知识点思维导图.

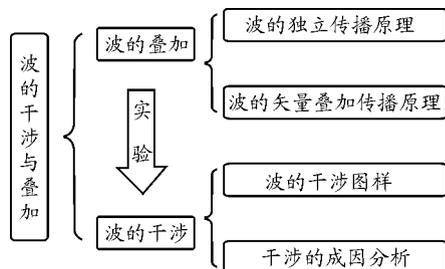


图7 知识点思维导图

Wave Superposition and Interference MOOC Memoir

Lu bin

(Zhejiang Yuyao high school, Ningbo, Zhejiang 315400)

Abstract: This paper introduces the section of "Wave superposition and interference" MOOC memoir based on Problem — Based Learning

Key words: the wave superposition; interference; MOOC; memoir