

《大学物理》课程线上教学设计

一、基本信息

课程名称：《大学物理（1）》

课程类型：☒通识课 ☐学科基础课 ☐专业核心课

☐专业方向课 ☐选修课

开课年级：2019 级大一

面向专业：计算机科学与技术、智能科学与技术

教学章节：6.2 简谐振动的合成

授课学时：70 分钟

主讲教师：倪程鹏

授课形式：直播互动

选用平台及课程链接：

爱课堂、FIF 智慧教学平台：<https://aiit.fifedu.com/iplat/dist/index.html#/thirdly>

腾讯会议 APP

二、案例背景

《大学物理》是高等学校理工科各专业学生的一门重要的通识性必修课。该课程所教授的基本概念、基本理论和基本方法是构成学生科学素养的重要组成部分，是一个科学工作者和工程技术人员所必备的。该课程在为学生系统地打好必要的物理基础，培养学生树立科学的世界观，增强学生分析问题和解决问题的能力，培养学生的探索精神和创新意识等方面，具有其他课程不能替代的重要作用。

本课程的任务是通过大学物理课程的教学，使学生对物理学的基本概念、基本理论和基本方法有比较系统的认识 and 正确的理解，培养学生分析问题和解决问题的能力，培养学生的探索精神和创新意识，支撑专业学习成果中相应指标点的达成。

大学物理的教学内容主要包括近代物理的力学、电学、磁学、电磁学和光学的基础理论知识，对现代物理的狭义相对论和量子力学会有一定的延伸。

结合近五年的计算机等专业的大学物理教学实践，发现学生有数理基础不扎实、专注力不强、不注重过程等不足，但也注意到学生的思维活跃、实践操作性强、对前沿科技兴趣足等特点。因此，这次疫情促成的线上教学，可以利用智能设备调动学生感官参与体验式教学，结合生活和专业的应用，增强学习动机和提高学习兴趣。

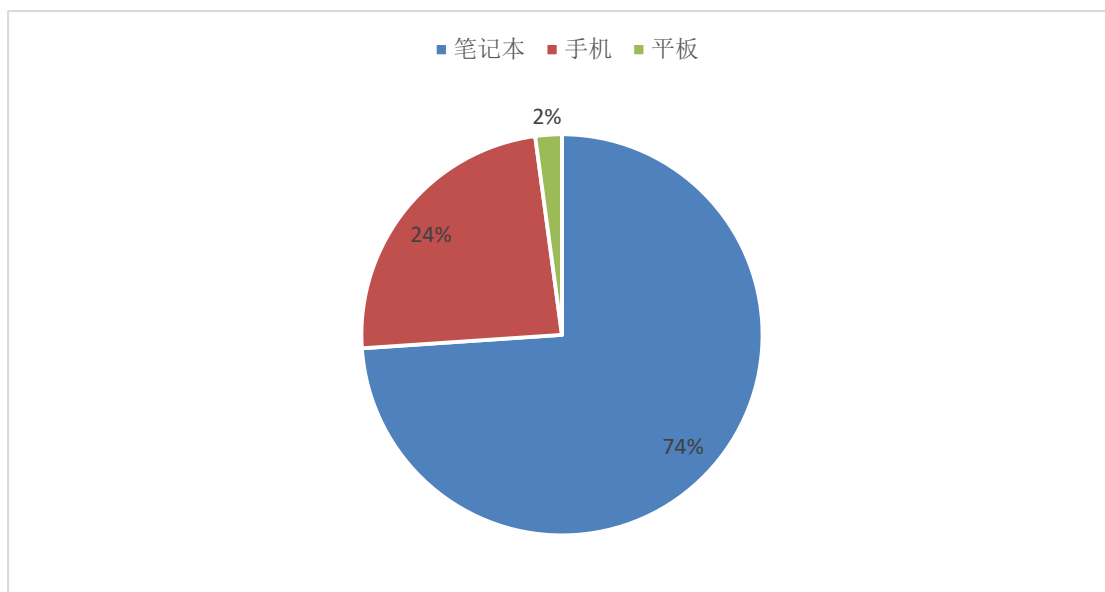


图1 大学物理线上直播设备使用调查

针对大学物理线上直播学习，对设备使用做了一个调查，如图1，对于计算机和智科专业的学生，74%用笔记本参与直播学习，24%用手机，2%用平板，相较于智能手机，笔记本具有大屏显示优势。

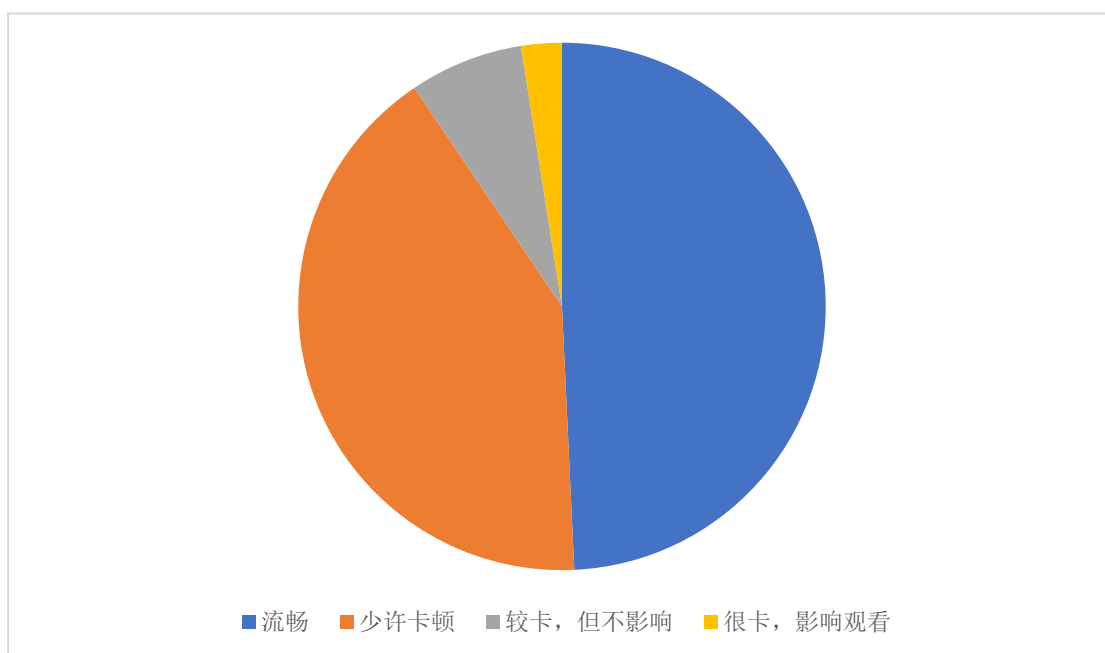


图2 大学物理线上直播效果调查

关于直播同步效果，调查显示98%以上只有少许卡顿，不影响线上参与学习。综上，除个别学生受信号影响外，绝大部分学生可以正常同步参与线上学习，享受电子设备带来的极大便利，包括极佳的显示效果和画面、声音的一致性。

三、案例设计思路

这次教学案例选取的“简谐振动的合成”，是西安交通大学出版社出版的《大学物理》上册第六章第2节内容。本节内容是在学习了简谐振动等知识的基础上引出的一节规律课，同时又是学生学习后续机械波传播等知识的基础。

第六章主要是围绕简谐振动展开的，包括简谐振动的受力特点、运动特点、能量变化规律和简谐振动的合成。因此，理解简谐振动是讲解简谐振动合成的基础，简谐振动的合成则突出了其应用。故设计教学应遵循重视基础和结合应用的原则，步骤如图3。

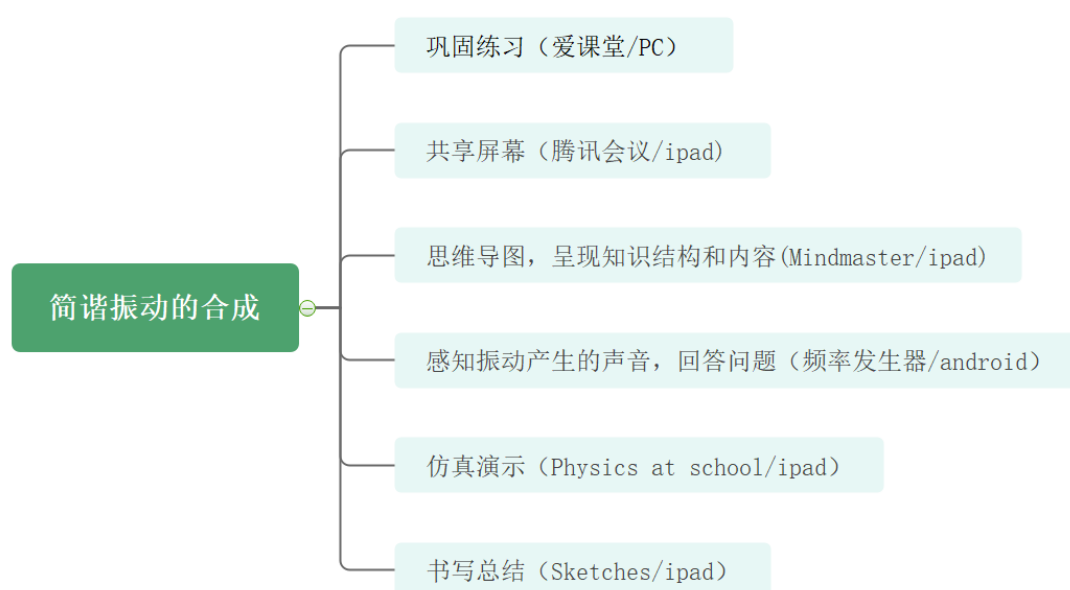


图3 教学设计步骤

本节内容拟解决的主要问题有：

- 1.声音和振动频率的关系；
- 2.同方向同频率两个简谐振动合成的特点；
- 3.同方向不同频率两个简谐振动合成的特点；
- 4.垂直方向上两个简谐振动合成的特点。

拟从以下几个方面，融入疫情素材，加强思想政治教育：

- 1.物理是相对的，如同病毒和人类的关系一样，相互处在对方的世界里；
- 2.疫情的控制是很困难的，凸显了科学技术的无力，也说明了实际问题的复杂，解决之困难，物理也是一样；
- 3.疫情控制的关键是党的统一指挥和人民的遵守规则，这和物理定律的应用都有相应的范围是一致的。

拟采取以下教学方法和载体途径：

- 1.利用爱课堂的答题功能，巩固练习，加强对上次课内容的运用；
- 2.通过控制手机发声和平板仿真演示，调动感官，让学生参与体验，思考问题；
- 3.构建思维导图，加强学生对知识框架的把握；
- 4.乐器演示，乐学于用，提升学习兴趣。

四、教学目标

1.知识目标

- (1) 了解声音和振动的频率的关系，了解乐音和噪音；
- (2) 掌握同方向同频率简谐振动合成的规律；
- (3) 了解拍和李萨如图的规律。

2.能力目标

- (1) 能初步感知不同声音频率的大小；
- (2) 能用软件初步去分析乐音和噪音。

3.育人目标

- (1) 关注生活，在生活实践中运用物理知识；
- (2) 通过乐音和噪音的认识，提升对音乐美感的认识 and 追求。

五、教学过程

1.考勤签到

7: 59 开启爱课堂签到（提前一分钟开放，开放三分钟，记录学生的积极性），签到的同时，用腾讯会议的屏幕共享展示上次课内容的思维导图（利用签到等待的时间，可以让学生回顾上次课的知识点和结构）。

2.巩固练习

针对上次课的重点内容，开启爱课堂答题，如图 4。通过问题的思考，让学生开始转移注意力到学习上。



图 4 爱课堂巩固练习题目

3.引入

人类听到的声音的频率在 20Hz—20000Hz 之间,频率决定声音的音调高低。频率越高,声音越尖。不同的人发出同一个音,包含的频率也有区别,这就是音色的原理。

点答 利用爱课堂随机选出两位学生,一名男生,一名女生,分别发出同一个“啊”音,让所有学生判断其中心频率的差别。

教师:显然,女生的音更尖锐,也就是频率会更高,一般会高 100Hz 以上,至于原因,留给课后去探究。

点答 利用爱课堂随机选出一位学生,用智能手机通过频率发生器软件依次发出两个频率的简谐振动的声音,试判断这两个单一频率简谐振动声音的频率大小。软件操作界面如图 5。

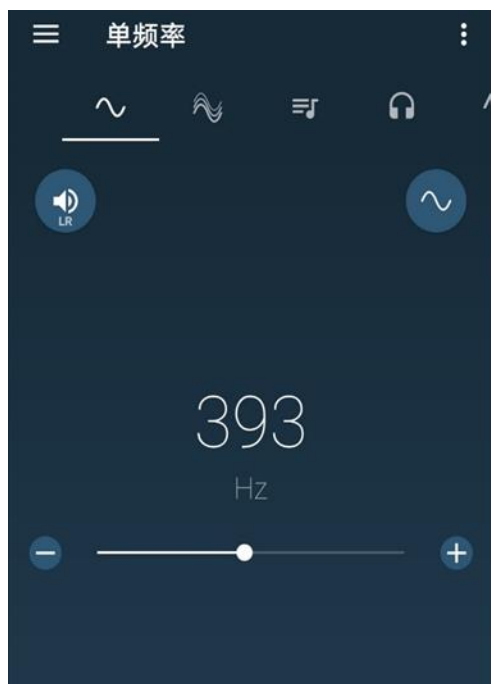


图 5 单频率简谐振动的音

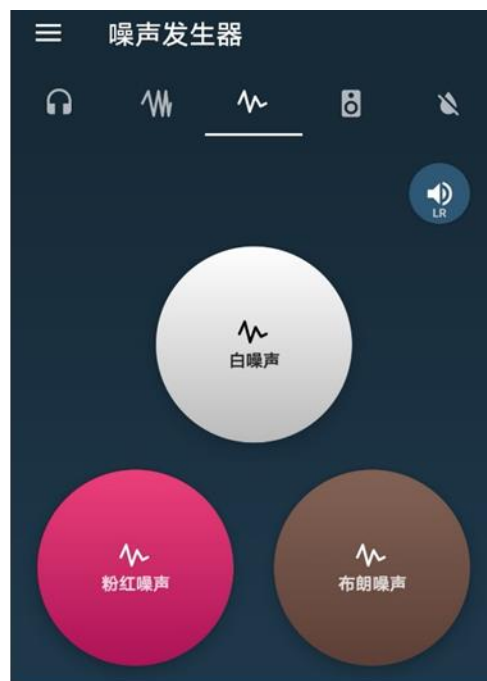


图 6 几种噪音

(1) 发出两个频率相差较远的声音（较容易分辨）

(2) 发出两个频率相差较近的声音（不容易分辨）

教师：这说明人耳对声音振动频率的判定不准确，这个时候就需要专业的软件分析了。根据声音振动是否有规律，把声音分为乐音和噪音，比如音乐就是乐音。但我们听到的音乐有不同的格式，这又是什么原理？

教师：不同的音频压缩技术，比如 mp3 是利用人耳对高频声音信号不敏感而加大对其压缩忽略，保留低频部分的一种格式。

自然界中存在各种噪音，包括人为制造的噪音，因此就有了各种和颜色一样命名的噪音，如白噪音、红噪音、粉噪音、蓝噪音、灰噪音等。我们一起来听下几种噪音，软件操作如图 6。至于其他噪音，有兴趣的可以去探究。那么这些声音都有一个特点，就是由多个频率的音合成，因此我们接下来一起去探究最简单的简谐振动的合成。

4. 新知

(1) 同方向同频率的两个简谐振动的合成

点答 利用智能手机频率发生器软件依次发出两个同频率的简谐振动的声音，然后同时打开两个声音，让学生感知合成的声音的频率的变化。

学生：听起来，近似不变。

教师：声音的“调”不变，也就是频率不变，但是声音的大小听起来有变化，即振幅变了。接下来运用 Physics at school/ipad 中的 Phase(相位)来仿真研究两个

同频率的简谐振动的合成，如图 7，可以发现合成的振幅和相位是可以变化的。

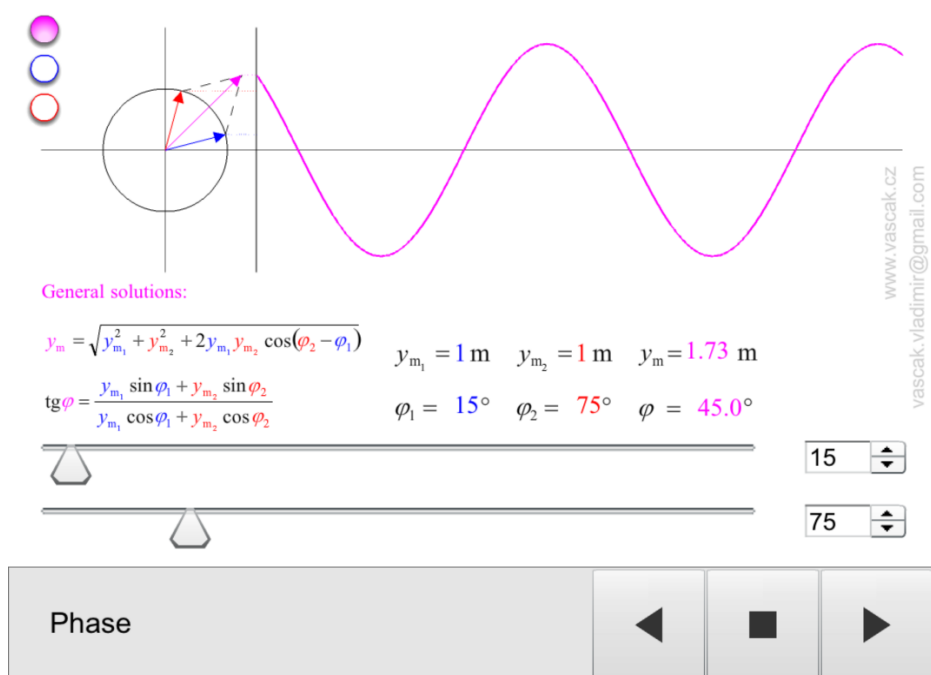


图 7 同频率简谐振动的合成演示

从数学角度上，利用旋转矢量法和平行四边形法则，也容易发现振动合成的振幅和相位会变化，如图 8，由于三个矢量构成一个三角形，因此合成振动的振幅可以用余弦定理求解，如图 9，结果如式（1）。

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 - 2A_1A_2\cos(\pi - \varphi_1 + \varphi_2)}$$

$$= \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_1 - \varphi_2)} \quad (1)$$

同理，也可以推导得到合成振动的初相位的正切公式，式（2）（推导过程略）。

$$\tan\varphi = \frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2} \quad (2)$$

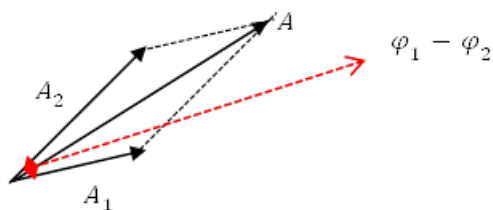


图 8

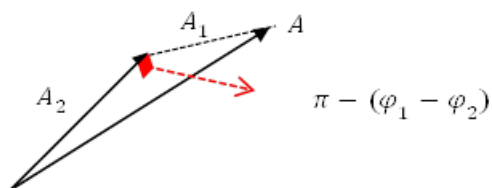


图 9

(2) 同方向不同频率的两个简谐振动的合成

点答 利用智能手机通过频率发生器软件依次发出两个不同频率的简谐振动的声音，然后同时打开两个声音，让学生感知合成的声音的频率有什么变化。（为了让现象比较明显，频率差设置为 10Hz 以内）软件操作界面如图 10。

学生：听到“嘟嘟嘟”声，说明能分辨频率的间隔，频率变小了。

教师：有思考，正确。这种合成的振动，称之为“拍”（可以联想到音乐中的节拍），这种现象在两个频率比较接近时尤为明显，这是因为，拍的频率相较于合成的两个振动频率会变小，等于多少呢？

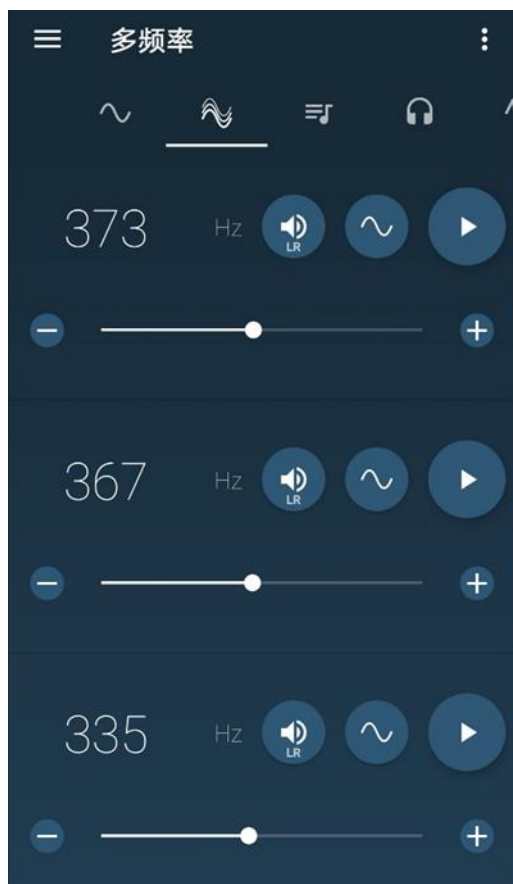


图 10 不同频率简谐振动的合成



图 11 简谐振动的合成的应用

通过数一秒钟有多少个“嘟嘟...”就是拍频，结果发现，拍频刚好等于两个频率之差。至于原因，这个可以留给你们去探究。拍不仅在乐器中有应用，在电信中也有广泛应用，比如下面你听到的信号就是两个不同频率的简谐振动的合成。软件界面如图 11。

(3) 垂直方向上两个简谐振动的合成

最后来探究两个垂直方向上简谐振动的合成，利用 Physics at school/ipad 中的 Lissajous curve(李萨如图)来仿真研究。

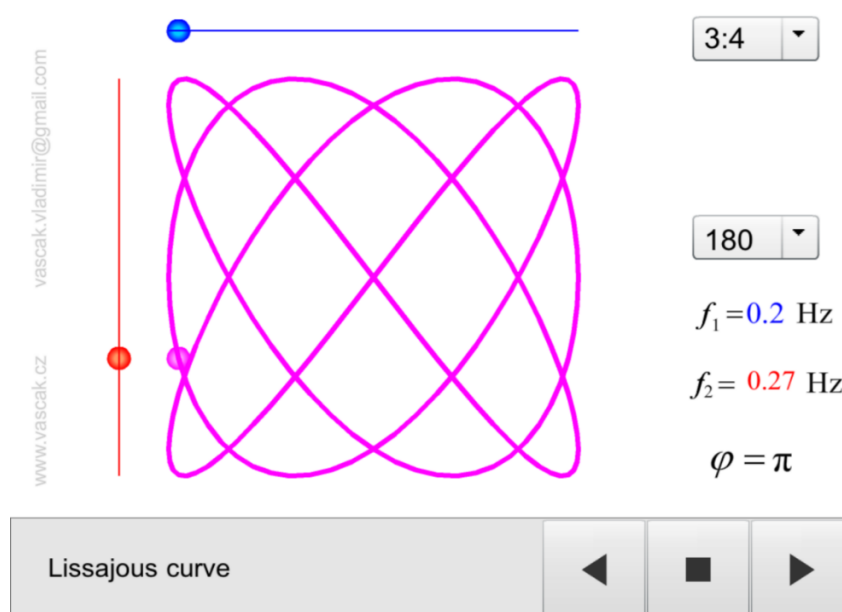


图 12 李萨如图演示

如图 12，红色、蓝色小球分别在横向和纵向做简谐振动，合成的是粉色小球的振动，此时频率比设置为 3: 4，可以看到形成一个稳定、封闭的曲线，这就是李萨如图。换一个频率比 1: 2，形状发生改变，说明李萨如图和分振动的频率比有关。接下来，固定频率比，改变两个分振动的相位差，从 $\frac{\pi}{4}$ 、 $\frac{\pi}{2}$ 、 $\frac{3\pi}{4}$ 变到 π ，发现李萨如图发生变化，说明其形状还与相位差有关。

点答 观察同一频率比下的不同相位差的李萨如图，有没有什么规律呢？

学生：频率比等于对应切点数比。

教师：正确，频率表征振动的快慢，在相同的时间内，频率越大的会出现越多的次数。图 12 中，y 轴振动频率大，因此与 x 轴平行的线切点就更多，这就解释了为什么是反比。电子电路里，经常利用示波器形成李萨如图来计算未知信号的频率，感兴趣的也可以去探究。

5.延伸

以上讲到的三种情况下的两个简谐振动的合成是这次课的主要内容,接下来延伸一点:和弦。

和弦,是指将三个或以上的音,按照三度或非三度的叠置关系的合成。比如钢琴和吉他,就有很多基本和弦。

提问:有没有会弹钢琴或吉他的,给我们演示一个和弦?

学生展示和弦,并说明和弦组成。

教师:其实,实际物体的振动是复杂的,其中的规律也很模糊,这就像这次疫情一样。这次疫情对整个世界影响巨大,在历史上必定会留下浓厚的一笔。我们在谈论疫情时,不免会感叹科学技术的无力,但是,真实的世界就是这样复杂的,它吸引我们孜孜不倦地去探索。

6.总结

最后把这次课的内容简单总结一下:

(1) 声音和频率的关系:不同频率的声音,听起来感觉不同,频率越大,听起来越尖锐刺耳。

(2) 简谐振动的合成: 1.同方向同频率合成,得到不变频率的简谐振动,振幅和相位会发生变化,可以利用公式(1)和(2)计算; 2.同方向不同频率的合成,形成拍,拍频为两振动的频率之差; 3.垂直方向上频率比为整数的合成,形成李萨如图,其形状还和分振动的相位差有关。

这次疫情过后,那些善于学习的学生,一定会走在大家的前方。最后一句话:我国疫情之所以能够得到控制,离不开党的统一指挥和人民的积极配合。这也启示我们,要想获得自由就要遵守规则,要想成功就要坚持。

本次课结束,不清楚的可以留下来和我探讨,其他的可以下课。(给学习中有疑惑的学生提供互动答疑的时间)

六、教学效果与特色创新

教学效果:

爱课堂练习,巩固旧知,收获新的理解;感官参与,调动兴趣,增强学习动机(学生在评论区中积极回复答案);仿真演示,感受专业应用价值(在介绍了仿真软件的价值后,学生表示惊讶);学生乐器展示,增强学生才艺自信,提升学习兴趣(课后有学生没有退出直播,开始弹奏吉他)。

特色创新:

调动全体学生感官参与、多设备多软件协助、乐教于用、提供学生特长展示的平台。

七、教学反思

大学物理相较于中学物理的区别主要体现在内容的深度、数学程度和目的应用等方面，以下结合这几个方面谈谈感悟：

1.在研究内容上，大学物理较中学更要求接近实际，更要求接近生活，而实际物理问题往往又是复杂的，这就需要学生在学习的时候打破中学学习的模式框框，理性思考，注重过程分析，而不是具体的答案和结果，这在作业里面尤为重要，教师在布置作业时，量不宜多，但一定要强调过程分析的重要，这也要求教师在举例子时，须花心思从生活中从身边着手，不仅在课堂上能充分调动感官，课下也能展开探索。

2.大学物理需要高等数学的支持，数学于英语一样，是自然科学的语言，所以首先要强调数学基础的重要性，相较于物理，数学是绝对的，物理是相对的。这次疫情还给我一个启示：人和病毒的相对地处在对方的世界。在病毒的世界里，人类才是入侵者。人类的活动侵犯了它们藏伏之地，迫使它们暴露了出来。人类并不适合于这些病毒的寄生，人不能供养病毒长期生存。相反，对于病毒，人是没有出路的宿主，人死了，病毒也就与之俱亡。

3.学习大学物理的基本目的就是应用，在生活中应用，在专业学习中应用，这一方面要求教师在选择教学内容时与生活、专业结合，一方面也要求学生要能综合多学科知识、灵活运用。

课堂教学是传授知识的重要一环，但课后自主学习才是拉开学生差距的最主要原因。这次疫情过后，那些善于学习的学生，一定会走在大家的前方。因此，课堂教学时需要启发学生自主学习和探究的欲望，引导科学的方法。教师也应该重视课后，比如给学生布置开放的研究内容，做成 ppt 展示，或一段时间和学生组织线上交流会等。

八、教学资源

1.与本章节教学内容相关、可供学生课外学习参考的书目、文章、网站等。

《乐音的分析》、《机械振动在生活中的应用与发展》、《振动在生活中的应用》

美国科罗拉多在线仿真：https://phet.colorado.edu/zh_CN/

2.学生课前、课中或课后提交的与本章节教学内容相关的典型资料。

课前，预习资料：《三和弦》、《无损音乐格式和分类》、《音乐格式》

课前，前一节知识点思维导图链接：

<https://www.edrawsoft.cn/viewer/public/s/d1e2d988532573>

课后，本节知识点思维导图链接：

<https://www.edrawsoft.cn/viewer/public/s/24e62312732909>