

利用 GeoGebra 和 Phyphox 软件进行高效物理远程教育的探索*

——以拍现象的物理教学为例

金惠吉 王 静

(云南师范大学物理与电子信息学院 云南昆明 650500)

(收稿日期:2020-08-26)

摘要:以拍现象的物理教学为例,利用 GeoGebra 软件不仅演示了拍现象,而且能让学生通过网址链接进行方便的自我探索,接着又给出了手机软件 Phyphox 在家做实验探究拍现象的方法,并通过分析实验结果进行计算,得到的待测波频率的精确度可达到整数位.

关键词:GeoGebra 软件 Phyphox 软件 网络远程教育

1 引言

由于新冠肺炎的影响,全球很多中小学校都在进行在线教育,虽然网络教育有着可重复学习、学习时间地点较为自由等优势,但同时也有着很多不可避免的缺陷,最为突出的就是学习的低效率.造成效率低一方面在于学生自己主观意志力薄弱,上课时难以注意力集中,很容易走神等,另一方面则是由于网络教育本身存在一定的缺陷和局限,例如缺乏及时有效的互动,知识结构不完善等^[1].

就物理概念教学而言,虽然教师可以通过播放 PPT 的动态演示或是在“仿真物理实验室”“Algodoo”等软件里进行演示给学生观看,但这些手段缺乏与学生的互动,而且都仅仅停留在演示作用,学生对形成这样的物理情境背后是由什么物理规律支配的可能依然存在疑惑,因此效果并不理想.如果教师能够学会善用 GeoGebra 软件,既可以做到让学生明白演示的物理情境是由什么物理规律所支配的,而且还能让学生非常方便地自己动手操作,从而提高教学效果.另一方面,就物理实验教学而言,可以通过如 Phyphox,physics toolbox 等手机实验软件让学生居家实验成为可能.

2 利用 GeoGebra 软件实现拍现象演示与交互活动创建

将 GeoGebra 软件用于物理教学国内外的研究

已有不少,但国内目前的研究基本都仅仅停留在软件操作和物理情境演示上,而对于软件的交互功能却鲜有研究.

用 GeoGebra 软件实现拍现象的核心部分较为简单,文献[2]中已经对如何在 GeoGebra 软件中通过两振动方程的叠加实现拍现象给出了具体操作方法.本文继续介绍用两个波函数叠加实现拍现象的方法,并在此基础上创建一个交互活动,以实现让学生自己操作探索的目标.

为了在 GeoGebra 软件中实现用两个波函数叠加实现拍现象,并做到全参数可调,我们可以先建立 5 个滑动条: $v=1, \omega=19, A=1, t=0, \omega'=20$,接着再定义 $k = \frac{\omega}{v}, k' = \frac{\omega'}{v}$,在代数区分别输入两个波函数: $g(x) = A\cos(\omega t - kx)$ 和 $h(x) = A\cos(\omega' t - k'x)$.最后再输入 $p(x) = g(x) + h(x)$,即可得到如图 1 所示的拍,经过计算可以验证两虚线间的距离即周期等于 $\frac{1}{\Delta\nu}$.

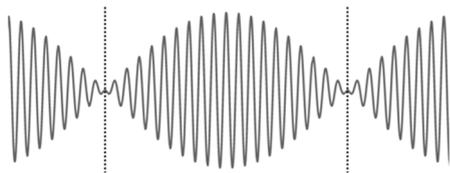


图 1 体现了拍的特征的 $p(x)$ 函数图像

* 云南省高校本科教育教学改革项目资助,项目编号:JG2018056

作者简介:金惠吉(1999-),男,在读本科生,物理学专业.

通讯作者:王静(1979-),女,讲师,主要从事大学物理教学和中学物理课程教学论研究.

制作好要演示的对象后,首先在 GeoGebra 的官方网站^[3]上登录,点开“基本资料”选项,然后点击“CREATE”(创建),然后再点击“Activity”(活动)即出现如图 2 所示的界面,教师可以在其中设置标题,然后插入文本和 GeoGebra 文件,其中文本可以是知识点,也可以是对学生的指令等,引导学生自主探索. 这样学生在教师的指导下就可以非常方便地在网页端直接操作,加深对拍现象形成原理的理解.



图 2 创建活动的界面

添加完毕后保存即可在自己的“基本资料”中找到创建的活动,接着点击分享链接后复制链接(本案例所制作的链接见文献^[4])发给学生,即可让学生无论是在电脑端还是手机端都可以实现自主操作,而不需要下载任何软件.

学生可在网页端中直接通过改变滑动条从而改变两波的频率并观察图像,如图 3 和图 4 所示.

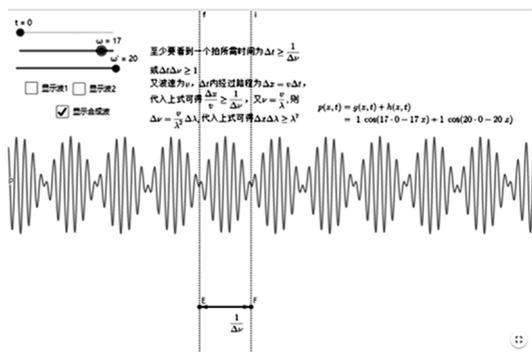


图 3 波 1 的角速度 $\omega = 17$, 波 2 的角速度 $\omega' = 20$

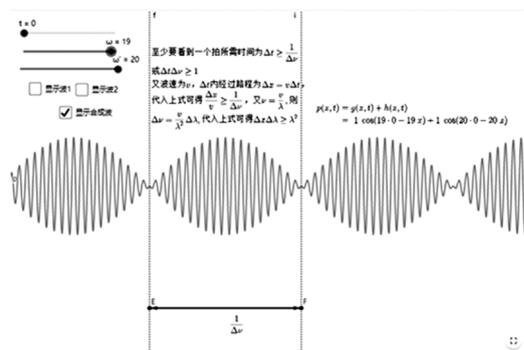


图 4 波 1 的角速度 $\omega = 19$, 波 2 的角速度 $\omega' = 20$

可以看到随着两个波的频率越来越接近,拍也越来越明显. 另外还可以观察到拍的周期一直等于 $\frac{1}{\Delta\nu}$.

该方法一定程度上利用 GeoGebra 软件提高了远程学习互动性,从而提高学生的学习积极性和学习效率. 学生在有了兴趣以后,还可以布置课后的拓展作业,让学生下载软件自主模仿与探究并撰写学习心得,让学生组成兴趣小组交流讨论,组织班会课让学得好的人分享学习心得等. 这种教学方法是建构主义的,引导学生自己建立这些模型,学生有机会加强他们对数学、信息技术以及物理知识的综合能力,从而培养一种跨学科综合运用所学知识解决问题的重要能力^[5].

3 利用 Phyphox 软件实现做拍现象的实验演示

Phyphox 是德国亚琛工业大学基于传感器设计开发的物理实验手机软件,它可以通过调用手机的内置传感器对手机的运动情况和周围环境进行相应的数据测量^[6].

为了让学生能够在家就可以动手做实验进一步认识拍现象,可以准备 3 个智能手机,然后利用 Phyphox 软件进行实验操作. 首先打开其中两个设备中 Phyphox 软件里的“音频发生器”(Tone generator),设置它们的频率相近,比如可分别为 445.0 Hz 和 440.0 Hz. 接着再打开第三个设备的 Phyphox 软件里的“音频范围”(Audio Scope),将时间范围设置到 500 ms,再通过调节两个打开音频发生器的手机音量,使其记录到如图 5 所示的拍.

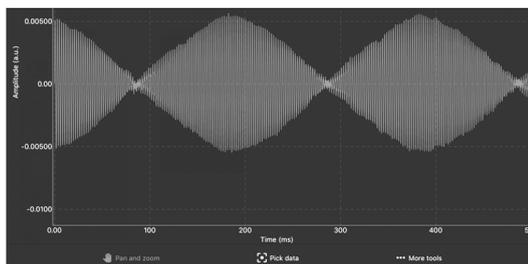


图 5 设备 3 的“音频范围”界面,记录了在 500 ms 内两声波形成的拍

4 利用 Phyphox 软件实验演示结果测待测波频率

根据 $T_{\text{拍}} = \frac{2\pi}{|\omega_2 - \omega_1|} = \frac{1}{\Delta\nu}$ 可知,若有一已知

频率为 ν_1 , 振幅恒定的波和一振幅相同、频率未知、假设为 ν_2 的波发生干涉形成拍, 那么根据实验数据得到 $T_{\text{拍}}$ 后, 将已知频率 ν_1 代入则可以算出待测频率 ν_2 .

若 440 Hz 为已知频率 ν_1 , 445 Hz 为待测频率 ν_2 , 为了得到 $T_{\text{拍}}$, 我们既可以将图 5 的实验数据导出到 Excel 表格中进一步进行数据分析, 也可以直接通过左下角的“Pan and zoom”(平移和缩放)放大后直接观察分析. 本文为了方便起见, 采用后一种方法. 如图 6 和图 7 所示, 为了得到 $T_{\text{拍}}$, 我们将两处相邻最小振幅处放大, 可以看到最小振幅对应的时间分别约为 $(85 \pm 5)\text{s}$ 和 $(285 \pm 5)\text{s}$.

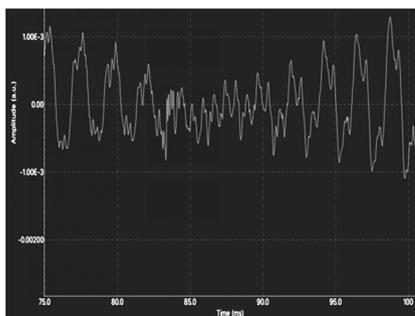


图 6 图 5 中的最小振幅处 1

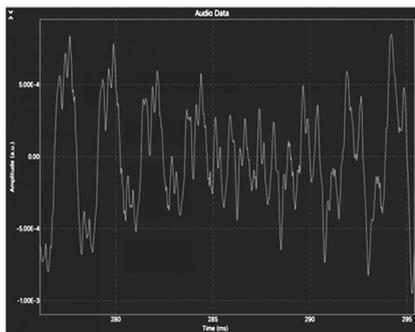


图 7 图 5 中的最小振幅处 2

若取 85 s, 285 s 代入计算, 即 $T_{\text{拍}} = \frac{1}{\Delta\nu} = (285 - 85)\text{ms} = 200\text{ms}$, 又因为 $\nu_1 = 440\text{Hz}$, 故 $\Delta\nu = 5\text{Hz}$, 即 $\nu_2 = 445\text{Hz}$ 或 435Hz . 接着再通过增大已知频率 ν_1 , 发现 $T_{\text{拍}}$ 减小这一现象可得到 $\nu_2 = 445\text{Hz}$. 与实际的 ν_2 一致. 若取 80 Hz 和 290 Hz 代入计算, 可得 $\Delta\nu \approx 4.76\text{Hz}$, 即 $\nu_2 \approx 444.76\text{Hz} \approx 445\text{Hz}$, 可见频率的测量可以精确到整数位.

考虑到 $\Delta t \Delta\nu \geq 1$, 即若要无限地测准频率, 就需花费无限长的时间. 另外周围环境也会有一定的噪音干扰, 因此频率的测量必然不会太精确, 但可以精确到整数位也足以给学生一种较为直观的认识.

5 总结

虽然由于疫情的影响使得正常的物理教学受到了很大的影响, 但教师们仍可以通过多种软件的帮助提高教学效果, 本文推荐的 GeoGebra 软件和 Phyphox 软件分别从帮助学生理解物理规律和做物理实验这两个角度入手, 帮助学生实现自主探究式学习. 其中 GeoGebra 软件创建的活动让学生可以清楚地看到两个波函数叠加形成了拍, 而且学生还可以改变参数并观察图像, 直观理解形成拍现象的一个重要条件: “两个波频率要接近” 和一个重要性质: 周期正好等于 $\frac{1}{\Delta\nu}$. 其中运用 Phyphox 软件不仅产生了声波还测量了合成的声波, 并得到了拍现象, 接着通过周期等于 $\frac{1}{\Delta\nu}$ 的特性进一步设计了测量待测波频率的实验, 帮助学生感受到了拍现象在物理中的运用并理解了用该方法测待测波频率无法测得太准确的原因, 加深了对物理实验原理和方法的理解.

参考文献

- 余爽爽. 网络远程学习中的低绩效现象及对策研究[J]. 中国成人教育, 2018(14): 12 ~ 14
- 王洪涛, 石礼伟, 李艳. 利用 GeoGebra 绘图实现全参数可调的振动与波的叠加演示[J]. 物理教师, 2019, 40(11): 62 ~ 66
- Geogebra 官网: www.geogebra.org
- 创建的活动链接: <https://www.geogebra.org/m/dznypmaz>
- Using geogebra software in the teaching of oscillatory motions[J]. Romanian Reports in Physics, 2016, 68(3): 1 296 ~ 1 311
- 惠宇洁. 智能手机在物理实验教学中的应用探讨——以 Phyphox 软件为例[J]. 物理教学探讨, 2018, 36(07): 70 ~ 72