

## 随身携带的物理实验室——智能手机

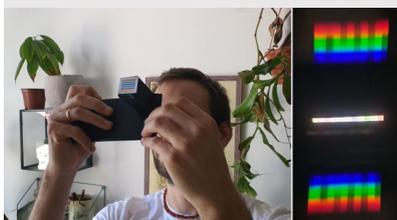
(北京大学 朱星 编译自 Katherine Wright. *Physics*, April 27, 2020)

疫情改变了全球的大学和中学，搅乱了教师们正常的课堂授课方式而转为网课。网上授课很快取代了传统的粉笔加黑板的讲课方式。但是，由于学校的示波器、光度计和气压计仍在紧锁的门后，进行远程实验课程变得非常困难。一些教师决定放弃实验课中的测量—读数部分，而让学生分析已有的数据。然而，许多教员转而利用智能手机或者平板电脑，利用其内置的传感器来测量诸如磁场力、大气压等。有些 app 能够利用智能机中的传感器，在过去几周中，app 的下载量大大增加。

“我们不可能将整个物理实验室带回家，但是多数人拥有智能手机。”西班牙核物理学家 Juan Carlos Castro Palacio 如是说。他正在研究如何将智能手机作为物理教育工具。他说，智能手机可以用来做多



智能手机中内置有磁强计等探测器，可以用来居家做物理实验



自制的光谱仪——用智能手机的相机捕获衍射光的不同颜色带（右图）

数普通物理实验。

比较流行的物理教学 app 之一是 Physics Toolbox，这个程序可以用智能手机的传感器记录各种测量结果。Chrystian 和 Rebecca Vieyra 夫妇研发了这个程序。在3月份，这个程序的下载量提高了25%。上个月在巴黎附近的一个公司与他们联系，为当地学生的平板中装入该程序。另外一个 app 是 Phyphox，在三月下半月的下载量增加了30%。这个程序是由德国的 Sebastian Staacks 研发的。她说：“我收到来自教师的好几封邮件，他们都说在目前情况下，Phyphox 非常有用！”

那么，当学生都隔离在家，老师们期望学生做什么实验呢？乌拉圭的物理教授 Arturo Marti 让他的学生用智能手机探测磁场。这种探测器的作用如同谷歌地图一样，可以指出哪个方向是北，而且可以测量除了地磁场以外的其他磁场。Marti 的学生测量位于手机不同距离磁铁的磁场。他们将这些数据画在图上，以此导出磁矩。

除了磁强计以外，多数智能手机还具有测量大气压强的气压计，测量手机与水平面倾斜度的倾角仪，测量环境光强度的光度计，以及分析输入声音频率的麦克风。有些手机还具有温度计和湿度计，可以分别测量温度和湿度。意大利的 Tommaso Rosi 教他的学生将手机变成光谱仪。用一个纸筒、衍射光栅和智能手机的照相机，学生们可以学习荧光和混色。学生们用他们自制的光谱仪拍摄光通过一张颜色纸

的照片。图像看起来像是由不同颜色组成的光谱，反映了颜料中不同的色调。如果学生手上没有光栅，也可以用 CD 或者 DVD 片替代。Rosi 说，“这真是价格低廉的实验！”

廉价和易用的特点吸引了许多物理学家去开发智能手机实验。约旦的光物理学家 Sameer Arabasi 曾经将智能手机作业放在他的课程中。如让学生用智能手机中的磁强计和指南针测量地球磁场的磁倾角，即磁场线与水平线所成的角度。Arabasi 的动机是，尽可能的简化实验，并且减少对随附于实验室仪器的说明手册的需求。他说，如果他的学生用课堂上一半时间阅读传统的实验步骤，他们可能会失去好奇心。“我们必须让物理更加吸引人，而智能手机能够做到这一点。”

将实验室从大学的地下室搬到外面并不会因为解除封锁而停止。“物理是一门你随时随地都可以学习的学问”，瑞典的物理教员 Ann-Marie Mårtensson-Pendrill 如是说。她最喜欢的即兴物理实验是过山车。她曾经带领大学一年级的学生，去一个游乐场学习运动定律，研究人们在旋转木马上旋转或在大摆锤上摇摆时的运动规律。学生们使用智能手机中的气压计、加速度计和陀螺仪分别测量海拔、计算重力加速度和角速度，这样，他们可以得出运行在不同位置上的受力和能量情况。当然，这种作业只能等待解禁之后才能完成。期望学生们能够自由自在地享受物理带来的愉快。