

纳威的记忆球

编译_黄澄澄 周建中 / 江苏汉博教育培训中心

适用年级：高中

建议活动时间：20 分钟

你是否还记得哈利·波特骑在扫把上抓住了马尔福扔出的记忆球的场景？

◎ 活动概要

学生们通过观看《哈利·波特与魔法石》的片段，了解抛物运动的例子。然后，他们研究位移、速度和加速度之间的关系，并计算简单的抛物运动轨迹。把流行文化带入课堂，激发了学生的兴趣。

◎ 与工程学的联系

许多类型的工程学科都依靠力与运动的概念。机械工程师应用力与运动的知识设计各种各样运送人和货物的引擎、机器和工具，从使我们的生活更为便利的吸尘器和工厂装配设备，到其他类型的各种装置。机构工程师应用力与运动的知识设计建筑物，能够承受常规的力（交通和风负载）和极端的力（地震、季风和飓风），以确保我们日常生活中和灾难情况下的安全。航天工程师必须理解力及其物理特性，以便更好地设计飞机、火箭和宇宙飞船，包括预测其中抛物运动的轨迹。

◎ 必备知识

了解位移、速度和加速度的相关知识。

◎ 学习目标

本课后，学生们应该能够：

- 描述位移、速度和加速度
- 描述重力
- 描述抛物运动

◎ 材料清单

全班共用

- 《哈利·波特与魔法石》DVD 碟片
- DVD 播放器和屏幕 / 监视器，用于课上播放视频
- 3 只秒表

◎ 活动介绍

在这个活动中，学生们利用在《哈利·波特与魔法石》电影片段中观察和测量的信息，进行抛物运动的计算。他们使用前面介绍的运动方程，最终发现影片中球的运行时间是不合理的，并讨论原因。

希望学生们有使用运动方程的经验，能够小组或者个人完成这个活动。否则，全班进行这个活动。

◎ 活动步骤

与学生们一起

- 播放《哈利·波特与魔法石》电影片段。在片段中，哈利面对马尔福，试图拿回纳威的记忆球。马尔福扔掉了纳威的记忆球，哈利快速追上，并做出了一个神奇的接球动作。

- 要求学生描述记忆球的运动。将图 1 画在黑板上。

- 给 3 名学生秒表，要求他们在再次播

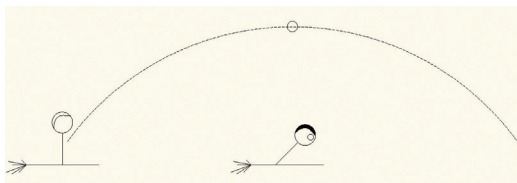


图 1 记忆球的抛物运动（哈利·波特魔法世界的一种装置）

放视频时测量记忆球在空中运行的时间。计算3名学生用秒表记录的时间的平均值。预期记录的时间接近11s。在剩下的活动中，我们假设11s是空中飞行的时间。

- 引导学生看黑板上的图。指出黑板上拱状的抛物运动轨迹，球是由左到右、先向上再向下运动的。告诉学生，在这个活动中，我们忽略由左向右的运动，只考虑向上和向下的运动。要求学生假设出球向上运动的时间和向下运动的时间。希望学生提出将球的整个运动时间平分。在黑板的图上标出这些时间（如图2所示）。

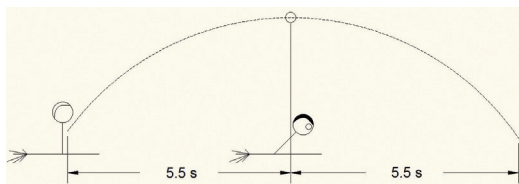


图2 带时间指示的记忆球抛物运动

- 提问：记忆球在向下运动时，作用在球上的主要的力是什么？（正确答案是重力）

- 什么是重力加速度？（重力加速度的值是 9.81 m/s^2 ）

- 要求学生确定记忆球在哈利接到它时的下降速度。由于在弧的顶端的初速度是0，正确的运动方程是：

$$v=at$$

这里：

v 是记忆球被哈利接到时的下降速度

a 是记忆球的下降加速度（重力加速度是 9.81 m/s^2 ）

t 是记忆球下降的时间（假设是 5.5 s ）

计算得到的速度是 54.0 m/s

- 现在要求学生计算记忆球从弧的顶部到哈利抓到它时下降的距离。由于在弧的顶端的初速度是0，正确的运动方程是：

$$d=1/2 \quad vt$$

这里：

d 是记忆球从弧的顶部到哈利抓到它时下降的距离

v 是记忆球被哈利接到时的下降速度

t 是记忆球下降的时间（假设是 5.5 s ）

计算得到的距离是 148.5 m

- 和学生一起讨论答案的合理性。记忆球下降了 148.5 m 合理吗？说明其理由。指

出 148.5 m 是1.5个足球场的长度！这个距离合理吗？它有意义吗？期待学生的结论是不合理，因为马尔福不可能扔那么高。是什么导致了这种不合理？答案是电影中测量到的11s时间导致了这种不合理。电影制造商可能拉长/夸大了记忆球在空中飞行的时间，以便制造电影中的悬念。

- 最后，要求学生写下工程师是如何使用力与运动的知识的，如评测部分所述。

◎ 研究的问题

- 工程师关于物体如何运动的知识是怎样造福人类社会的？

- 《哈利·波特与魔法石》电影片段中发生了什么？

- 记忆球在空中的飞行时间是多少？

- 描述一下记忆球的运动。

- 你认为记忆球的上升和下降时间各是多少？

- 什么力作用在记忆球上？

- 什么是重力加速度？

- 记忆球在哈利抓住它时的下降速度是多少？

- 记忆球从弧的顶端到哈利抓住它下降了多少距离？

- 记忆球下降的距离合理吗？为什么？

- 你认为计算一个物体的抛物运动困难吗？

- 工程师是如何使用他们关于力与运动的知识的？

◎ 活动扩展

播放一些其他的哈利·波特电影中与抛物运动有关的视频片段。再次开展活动，这次可以试试魁地奇比赛中的鬼飞球在空中运行的时间。

◎ 活动建议

- 期望更多有应用运动方程经验的学生能够独立或者在较小的小组中完成这个活动。

- 对于年龄小的、没有应用运动方程经验的学生班级，全班一起开展这个活动。

参考文献

[1] Dictionary.com. Lexico Publishing Group, LLC. Accessed March 25, 2011. <http://www.dictionary.com>

给教师的背景知识

经典的线性运动方程
线性运动方程将系统的行为描述为随时间变化的函数。

经典的线性运动方程

$$v = v_0 + at \quad (1)$$

$$d = \frac{1}{2}(v_0 + v)t \quad (2)$$

$$d = v_0t + \frac{1}{2}at^2 \quad (3)$$

$$d = vt - \frac{1}{2}at^2 \quad (4)$$

$$v^2 = v_0^2 + 2ad \quad (5)$$

$$a = \frac{v - v_0}{t} \quad (6)$$

这里:

• t 是物体运动的时间

• d 是位移, 或者物体初始和最终位置之间的距离

• v_0 是物体的初始速度

• v 是物体的最终速度

• a 是物体恒定加速度

用这 6 个方程, 给定 5 个参数中的任意 3 个, 其他 2 个参数很容易得出。

方程的推导

这 6 个方程可以从加速度的定义导出。加速度是速度随时间的变化率。

$$a = \frac{v - v_0}{t} \quad (6)$$

如果这个方程重新整理一下, 就变成了方程 1。

$$at = \frac{v - v_0}{t}t$$

$$at = v - v_0$$

$$at + v_0 = v - v_0 + v_0$$

$$v = v_0 + at \quad (1)$$

平均速度的定义是位置变化对时间的变化率。

$$\frac{1}{2}(v + v_0) = \frac{d}{t}$$

如果这个方程重新整理一下, 就变成了方程 2。

$$\frac{1}{2}(v + v_0)t = \frac{d}{t}t$$

$$d = \frac{1}{2}(v_0 + v)t \quad (2)$$

方程 1 带入方程 2 就得到了方程 3。

$$d = \frac{1}{2}(v_0 + (v_0 + at))t$$

$$d = \frac{1}{2}(2v_0 + at)t$$

$$d = \frac{1}{2}(2v_0t + at^2)$$

$$d = v_0t + \frac{1}{2}at^2 \quad (3)$$

方程 1 整理一下, 带入方程 3 就得到了方程 4。

$$v - at = v_0 + at - at$$

$$v_0 = v - at$$

$$d = (v - at)t + \frac{1}{2}at^2$$

$$d = vt - at^2 + \frac{1}{2}at^2$$

$$d = vt - \frac{1}{2}at^2 \quad (4)$$

方程 1 整理一下, 带入方程 2 就得到了方程 5。

$$v - v_0 = v_0 + at - v_0$$

$$\frac{v - v_0}{a} = \frac{at}{a}$$

$$t = \frac{v - v_0}{a}$$

$$d = \frac{1}{2}(v_0 + v)t$$

$$d = \frac{1}{2}(v_0 + v) \frac{(v - v_0)}{a}$$

$$d = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

$$2ad = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} 2a$$

$$2ad + v_0^2 = v^2 - v_0^2 + v_0^2$$

$$v^2 = v_0^2 + 2ad \quad (5)$$

方程的简单应用

这些方程可以用来描述物体恒定加速度的运动。最常见的应用是抛物运动, 如把一个球扔到空中。如果我们知道球抛出的初始速度或者球运动的整个时间, 我们就能计算出所有 5 个变量。通常也可以运用这些方程计算各种车辆和动物的运动。

方程的工程学应用

力与运动的知识在机械和结构工程学中发挥着巨大的作用。机械工程师通常使用热核机械能设计和操作机器和工作。机械能与物体运动直接相关。机械工程师设计各种机械系统, 从真空吸尘器, 到汽车, 再到工厂中大规模生产日常用品的机器。所有这些设计都依赖于对运动的计算。结构工程师设计我们周围的各种建筑物, 包括房屋、桥梁和大坝。虽然通常我们不考虑这些结构的移动 (通常保持平衡), 但它们受到车辆、风、地震和恶劣天气的外力作用会振动。这些振动是一种运动, 必须经过计算以确保我们周围的结构是安全的。

词汇 / 定义

加速度	速度随时间的变化率
位移	物体初始位置和最终位置之间的差
速度	位置变化对时间的变化率

评 测

活动前的评测

课堂讨论: 讨论工程师是如何利用物体运动的知识来发明那些造福人类的设备、系统、产品、建筑物的。

活动中的评测

课堂讨论: 描述记忆球的运动。

活动后的评测

书面写作: 要求学生写下工程师是如何使用力与运动的知识。例如工程师利用力与运动的知识确保飞机降落在正确的位置, 设计改进的汽车, 设计抗震结构, 设计工程起重机和操控台以便精确地拿起和移动非常重的负荷, 设计能够精确可靠地加载 / 退出和播放录像带的视频播放器, 等等。