

短文荟萃

用 GeoGebra 制作卫星运动的 3D 动画

谢恩东 李新民

(安徽省安庆市第一中学 安徽 安庆 246003)

(收稿日期:2020-11-10)

在“万有引力定律”教学中,经常会给学生描述各种卫星的轨道,笔者在教学中常会感觉不能直观形象地讲授卫星轨道的特点,为此利用动态几何画板 GeoGebra 制作卫星运动的动画,GeoGebra 的 3D 绘图功能可以全方位显示卫星的轨道,利用 GeoGebra 的函数功能可以实现地球的自转和卫星的圆周运动,在教学中取得了很好的效果.下面介绍一下卫星动画制作的要点.

1 打开绘图区和 3D 绘图区

绘图区插入滑动条、复选框和按钮等,3D 绘图区可以建立地球、卫星和轨道等 3D 模型.

2 插入时间变量 t

在绘图区中插入滑动条 t 用作时间变量,变化范围可以是 $0 \sim 62.8$ (取 62.8 主要是考虑接近 π 的整数倍,方便实现动画的连续性),滑动条 t 的重复属性可以设置为“递增”.

3 建立地球模型

(1) 构造球面. 在指令栏中输入:球面(O , 1.99), 建立一个半径为 1.99 的球面作为地球,并设置相关属性. 球面与 x 轴的交点定义为 A, B , 与 z 轴交点定义为 C, D .

(2) 构造地球的阴影以实现白天、黑夜的光照效果. 构造过 C, A, D 的半圆弧 c [可以在指令栏输入:外接圆弧(C, A, D)], 绕 x 轴旋转半圆弧 c 以实

现半球面阴影[指令栏输入:曲面($c, 2\pi, x$ 轴)].

(3) 实现地球自转的效果. 在 3D 绘图区构造点 $E[2\cos(0.2t), 2\sin(0.2t), 0]$, 构造过 A, E, D 3 点圆周 e , 由于点 E 是一个随时间 t 动态变化的点, 因此圆周 e 也就是一条可旋转的经线. 将 E 绕 z 轴旋转 45° 构造点 E_1 , 构造过 A, E_1, D 3 点圆周 e_1 以形成第 2 条可旋转的经线, 以此类推直到布满球面. 同样还可以构造几条纬度线, 由于纬线不要旋转, 制作比较简单, 布满地球即可. 隐藏不必要的对象, 并设置相关属性后 3D 效果图如图 1 所示.

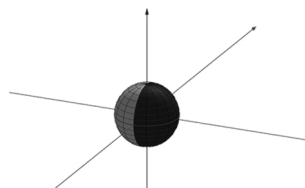


图 1 地球模型 3D 效果图

4 构造卫星的动画和轨道

构造卫星的动画和轨道如图 2 所示.

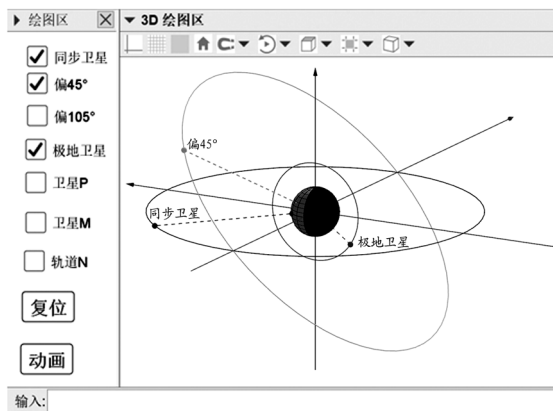


图 2 构造卫星的动画和轨道

(1) 同步卫星. 在 3D 绘图区构造点 $F[13.3\cos(0.2t), 13.3\sin(0.2t), 0]$, F 表示同步卫星, 构造一个以 z 轴为轴、 OF 为半径的圆周 f , 圆周 f 可表示同步轨道.

(2) 极地卫星. 在 3D 绘图区构造点 $G[0, 5.3\sin(0.8t), 5.3\cos(0.8t)]$, G 表示极地卫星(卫星的半径与周期应满足开普勒第三定律以达到真实的效果), 构造一个以 x 轴为轴、 OG 为半径的圆周 g , 圆

周 g 可表示极地卫星轨道.

(3) 旋转卫星和轨道. 旋转($f, 45^\circ, x$ 轴) 可以实现同步轨道偏转 45° 的卫星轨道, 此轨道上的卫星可通过旋转($F, 45^\circ, x$ 轴) 来实现.

(4) 任意卫星. 通过以上制作卫星和轨道的方法再结合旋转功能可以实现任意卫星的动画和轨道.

5 美化界面

(1) 在绘图区插入一些复选框以显示或隐藏卫星与轨道.

(2) 在指令栏输入: $dh = false$, 构建一个布尔值以方便动画的控制.

(3) 在绘图区插入按钮“复位”, 其脚本区输入: $t = 0$, 插入按钮“动画”, 其脚本区输入: 赋值($dh, ! dh$) 启动动画(t, dh).

参考文献

- 1 艾亮. GeoGebra 在高中物理教学中的应用[J]. 物理通报, 2018(7):99 ~ 101, 107
- 2 殷正徐, 吴伟. Geogebra 软件在高中物理课堂教学中的应用案例分析[J]. 物理教师, 2017(10):70 ~ 73
- 3 汪宏七, 赵高祥. 云微物理特性对云光学和云辐射性质的影响[J]. 应用气象学报, 1996, 7(1): 36 ~ 44
- 4 Philip Laven, How are glories formed? [J]. Applied Optics, 2005, 44(27): 5 675 ~ 5 683
- 5 Edward A. Hovenac, James A. Lock, Assessing the Contributions of Surface Waves and Complex Rays to Far - Field Mie Scattering by Use of the Debye Series[J]. J. Opt. Soc. Am. A, 1992, 9(5): 781 ~ 795
- 6 Van De Hulst H C, A Theory of the Anti - Corona [J], josa, 1947, 37(1): 16
- 7 Van De Hulst H C, Light scattering by small particles [M]. New York: Wiley, 1957
- 8 赵凯华, 钟锡华. 光学(上册)[M]. 北京大学出版社, 2008. 262
- 9 温积森, 王立刚. 古斯-汉欣位移的发现与发展 [J]. 物理, 2016, 45(8): 485 ~ 493
- 10 蔡履中. Goos - Hanchen 位移的直观解释与简单推导 [J]. 大学物理, 1994, 13(4): 6 ~ 8
- 11 邹长铃, 董春华, 崔金明, 等. 回音壁模式光学微腔: 基础与应用 [J]. 中国科学: 物理学 力学 天文学, 2012, 42(11): 1 155 ~ 1 175
- 12 尹贵成. 峨眉山山顶云雾缭绕. [EB/OL]. <https://china.huanqiu.com/gallery/9CaKrnQhAuk>, 2017 - 01 - 30
- 13 中国网. 黄山今春最美的云海. [EB/OL]. http://travel.china.com.cn/txt/2017 - 03/21/content_40483359_2.htm, 2017 - 03 - 21

The Research and Simulation on Buddha Light Phenomenon

Xu Qingying Jia Jiaqi Huang Zhen Wu Qinglin

(College of Physics Science and Technology, Central China Normal University, Wuhan, Hubei 430079)

Abstract: Glory is an atmospheric optical phenomenon. The formation of the glories is complicated. This paper presents an observation of a glory on the plane. Firstly, the glory is simulated by applying mie scattering and Debye series, which proves that it is the secondary scattering light that mainly forms the glory. In addition, this paper discusses the generation process of the glory by total reflection and Goos - Hanchen shift, then the glory is considered to be formed by coherent lights scattered by adjacent droplets. Meanwhile, by simulating calculations, we find that the radius of droplets should be within $4 \sim 25 \mu\text{m}$ and the size should be as consistent as possible to satisfy the requirement of the visible glory. Finally, we particularize the methods and techniques of glory observation in daily life.

Key words: glory; mie scattering; Debye series; total reflection; evanescent wave; Goos - Hanchen shift; interference