

教育技术应用

GeoGebra 软件模拟追及相遇问题*

任永祥

(广州市第八十九中学 广东 广州 510520)

(收稿日期:2022-07-18)

摘要:利用 GeoGebra 软件可视化追及相遇问题.具体涉及匀变速直线运动、平抛运动、天体运动 3 种追及相遇问题,从物理原理、制作方法及功能说明进行阐述.

关键词:GeoGebra;追及相遇;匀变速直线运动;平抛;天体运动

追及相遇问题是高中物理中常见的动力学问题,在匀变速直线运动、抛体运动、天体运动中均有涉及.此类问题紧密联系实际,能够作为体现真实情景和情境的素材,培养或考查学生应用必备物理知识和关键能力解决问题,综合展示学生的学科核心素养水平^[1].追及相遇问题的过程具有动态性,教师在讲解或画图教学描述时,难以准确抓住其运动的动态特征,即使使用 PPT 或 flash 等课件,但由于制作的复杂性,势必花费大量的时间成本.

GeoGebra 软件以其强大的代数运算和动态绘图功能,可以替代传统的教学手段,模拟出物理变化的动态过程.对学生构建物理过程模型,帮助理解物理规律,增加感性认识,实现人机交互,便捷有效.本文对匀变速直线运动、抛体运动、天体运动中的追及相遇问题进行 GeoGebra 可视化研究^[2-3].

1 直线运动的追及相遇问题

模型一:甲、乙两车相距 x_0 ,甲在前,乙在后.

甲、乙同时分别以 v_{10} 、 v_{20} 初速度做匀速、匀加速或匀减速运动,求运动过程中甲、乙两车最远、最近的距离及相遇时间.

1.1 课件设计原理

甲、乙两车分别做匀变速或匀速直线运动,遵守匀变速直线运动的运动规律,即速度规律

$$v = v_0 + at$$

位移规律

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

制作课件时只需对两车分别编写其各自的运动规律程序,即可以实现小车的运动效果.同时为了全面直观认识运动特征,可以建立坐标系动态描绘出它们的 $v-t$ 图像和 $s-t$ 图像.

1.2 课件制作过程

(1) 创建甲、乙两车的初速度 v_{10} 、 v_{20} , 加速度 a_1 、 a_2 , 初始位移差 x_0 , 时间 t 的滑动条.

(2) 在 y 轴上描点 E 、 F 作为甲、乙两车初始位置参考点. G 点位置作为甲车起点位置与 E 相距 x_0 .

(3) 插入甲、乙两车图片,更改图片前面下角点的纵坐标分别于 G 、 F 相同.甲车图片前面下角点横坐标输入语句^[2]:

$X_1 = \text{如果}(v_{10} a_1 \geq 0, G + (v_{10} t + 0.5 a_1 t^2), 0),$
 如果($t \leq \text{abs}(v_{10}/a_1), G + (v_{10} t + 0.5 a_1 t^2), 0), G +$
 $\text{abs}(v_{10}/a_1)(v_{10} + 0.5 a_1 \text{abs}(v_{10}/a_1), 0))$

此条件语句的作用是判断速度与加速度是否同向,同向时汽车做匀加速直线运动,位移为

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

否则汽车做匀减速直线运动,当时间 $t < \frac{v_0}{a}$ 时,位移为

$$x = v_0 t - \frac{1}{2} at^2$$

* 广州市天河区教育科学“十三五”规划 2020 年度课题“基于 GeoGebra 软件的物理问题可视化实践研究”的研究成果,课题编号:2020Y004.

作者简介:任永祥(1979-),男,中教一级,主要研究方向为中学物理学科教学.

时间 $t > \frac{v_0}{a}$, 汽车停止运动, 位移不变赋值为

$$x = \frac{v_0^2}{2a}$$

乙车同理.

(4) 绘图区 2, 显示 $v-t$ 图像和 $s-t$ 图像. 甲车速度坐标点 H 语句:

(t, 如果 ($v_{10} a_1 \geq 0, v_{10} t + a_1 t$, 如果 ($t \leq \text{abs}(v_{10}/a_1), v_{10} t - a_1 t, 0$)))

其中条件语句的作用是判断速度与加速度是否同向, 同向时汽车做匀加速直线运动, 速度为

$$v = v_0 + at$$

否则汽车做匀减速直线运动, 当时间 $t < \frac{v_0}{a}$ 时, 速度为

$$v = v_0 - at$$

时间 $t > \frac{v_0}{a}$, 汽车停止运动, 速度赋值为零. 点击 H 点属性, 设置“开启跟踪”, 显示其变化轨迹. 乙车同理.

(5) 创建“启动、暂停”按钮, 在 GeoGebra 脚本中语句如下:

“赋值(b, ! b); 启动动画(t, b); 设置标题(button1, 如果(b, “暂停”, “启动”))”

再创建“复位”按钮, 在按钮属性脚本中写入:

“赋值(t, 0); 启动动画(t, false); zoomin(1)”

(6) 在绘图区 2 中设置复选框, 用于是否显示 $v-t$ 图像和 $s-t$ 图像动点的轨迹.

1.3 课件功能说明

如图 1 所示, 拖动 v_{10} 、 v_{20} 、 a_1 、 a_2 、 X_0 数值滑动条的大小模拟各种情形的追及相遇问题. 点击绘图区中的“启动”按钮, 观察甲、乙两车位置随时间变化情况, 同时在绘图区 2 中同步显示 $v-t$ 图像和 $s-t$ 图像. 点击绘图区 2 中的复选框单独显示 $v-t$ 图像和 $s-t$ 图像. 绘图区中的汽车离开窗口后, 鼠标滚轮放大或缩小窗口, 改变显示比例, 可以重新看到汽车的位置. 点击“复位”按钮, 甲、乙汽车回到初始位置, 再次调节参数, 方便仔细讲解.

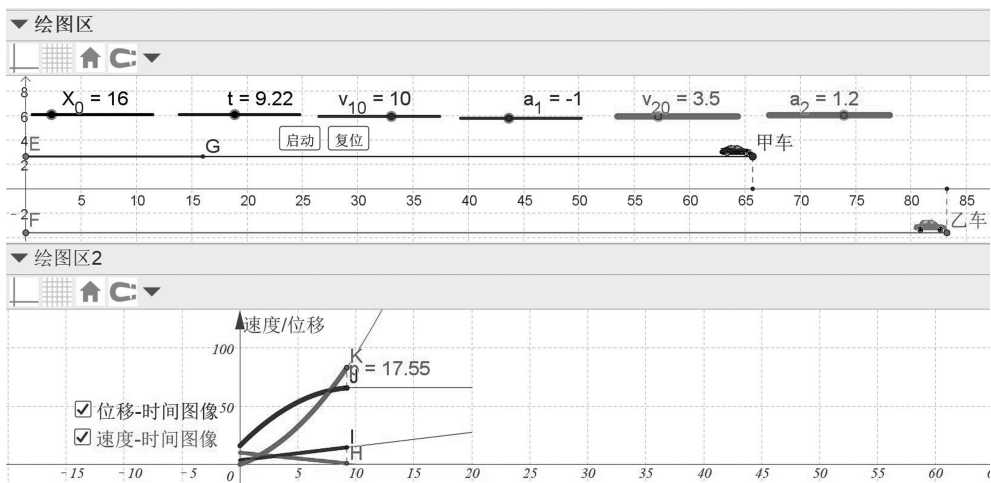


图 1 匀变速直线运动追及相遇

2 平抛运动相遇问题

模型二: A 、 B 两球在同一竖直直线上, 高度差为 Δh , 现在分别以水平初速度 v_1 、 v_2 向相同方向抛出, 求 A 、 B 两球先后抛出的时间间隔及相遇点的水平距离.

2.1 课件设计原理

两球做平抛运动能够在空中相遇, 它们的运动轨迹必须有相交点. 根据平抛运动的规律, 水平方向上, 做匀速直线运动, 满足方程

$$x = v_0 t$$

竖直方向上做自由落体运动, 满足

$$y = \frac{1}{2} g t^2$$

消去时间 t , 得到平抛运动的轨迹方程

$$y = \frac{g x^2}{2 v^2}$$

考虑到真实情况是平抛轨迹是向下弯曲, 以抛出初始点 A 或 B 为参考点, 轨迹方程改为

$$y_1 = y_A - \frac{g x^2}{2 v_1^2}$$

或

$$y_2 = y_B - \frac{gx^2}{2v_2^2}$$

如果两个轨迹方程有相交点即为相遇位置。

2.2 课件制作过程

(1) 创建 A、B 两球的初速度 v_1 、 v_2 ，加速度 g ，高度差 Δh ，时间 t 的滑动条。

(2) 在 y 轴上绘制 B 点，A 点的坐标等于 B + Δh ，作为小球的抛出起始点。

(3) 指令栏输入 A、B 两球运动的轨迹方程 y_1 和 y_2 ， $x \geq 0$ 。点击工具栏“交点”选项，得到交点 F。

(4) 指令栏输入 $t_1 = \frac{x_F}{v_1}$ ， $t_2 = \frac{x_F}{v_2}$ 分别计算 A、B 两球下落到交点位置的时间，时间差是 $\Delta t = t_1 - t_2$ 。

(5) 模拟平抛动点随时间变化坐标值。指令栏输入 A 球平抛对应 C 动点坐标为

$$x_C = v_1 t \quad y_C = y_A - \frac{1}{2}gt^2$$

B 球对应 D 动点坐标为

$$x_D = v_2 (t - \Delta t)$$

$$y_D = y_B - \frac{1}{2}g(t - \Delta t)^2$$

右键点击 C、D 点轨迹“开启跟踪”功能。

(6) 创建“启动”和“复位”按钮，实现启动、暂停、复位功能。

2.3 课件功能说明

在图 2 中，拖动滑动条改变 v_1 、 v_2 、 Δh 的值，点击显示轨迹图，发现轨迹有交点，即有可能两球在空中相遇。点击启动按钮，可以动态显示 A、B 两球平抛后运动情况。教学中为缓慢显示运动情况，点击选中时间 t 滑动条，使用键盘前进或后退，找到相遇时间点。此课件也可以单独演示平抛运动规律，或者再加以改造显示速度-时间图像。同理可以制作相向平抛运动相遇的情况，如图 3 所示。

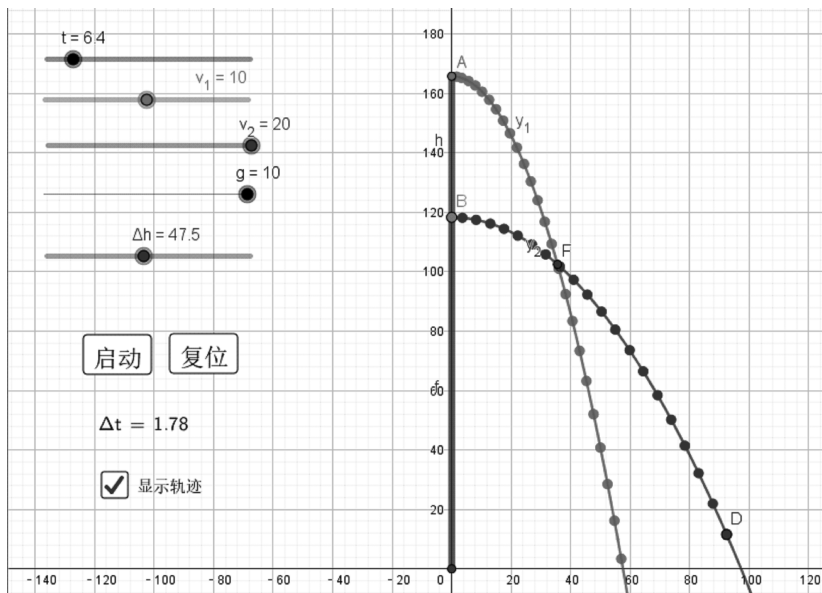


图 2 同向平抛运动相遇

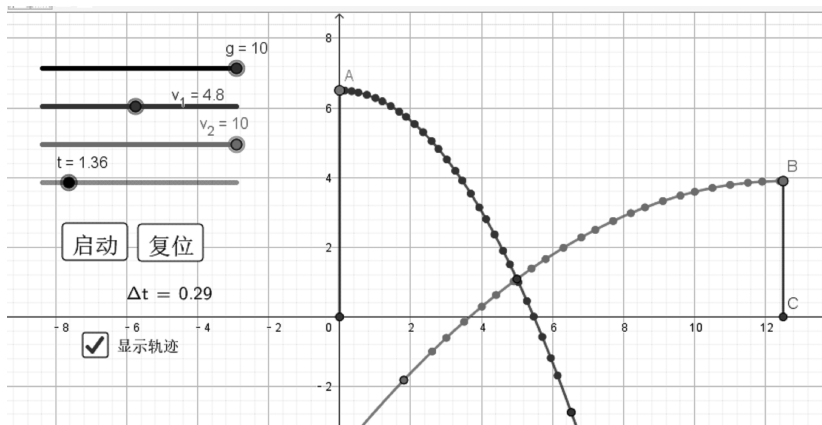


图 3 相向平抛运动相遇

3 天体运动中的“追及相遇”

模型三: 质量为 M 的中心天体, 有两个不同轨道运行的环绕卫星 A 、 B , 轨道半径分别为 r_1 、 r_2 , 从某一时刻相距最近开始计时, 求还需要经过多长时间再次相距最近或最远。

3.1 课件设计原理

卫星绕中心天体运动, 根据牛顿第二定律可知

$$\frac{GMm}{r^2} = m\omega^2 r$$

得到角速度

$$\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$$

当两颗卫星再次相距最近或最远时, 角度之差为 $2n\pi$ 或 $(2n+1)\pi$ 。

3.2 课件制作过程

(1) 创建滑动条 G 、 M 、 r_1 、 r_2 、 t , G 值为模拟值, 不是真实值。

(2) 指令栏输入

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{GM}{r_1^3}} \quad \omega_2 = \sqrt{\frac{GM}{r_2^3}}$$

$$\theta_1 = \omega_1 t \quad \theta_2 = \omega_2 t$$

(3) 以 O 为圆心作半径为 R 的圆, 假设是质量为 M 的中心天体, 填充为蓝色。指令栏输入卫星 A 的坐标 $(r_2 \cos \theta_2, r_2 \sin \theta_2)$, 卫星 B 的坐标 $(r_1 \cos \theta_1, r_1 \sin \theta_1)$ 。设置卫星 A 、 B “开启跟踪”选项。

(4) 创建“启动”和“复位”按钮, 实现启动、暂停、复位功能。

3.3 课件功能说明

如图 4 和图 5 所示, 调整好 r_1 、 r_2 半径的比例关系, 由

$$\frac{GMm}{r^2} = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 r$$

得到周期 T_1 、 T_2 之比。第一次相距最远时有

$$\frac{t}{T_1} - \frac{t}{T_2} = \frac{1}{2}$$

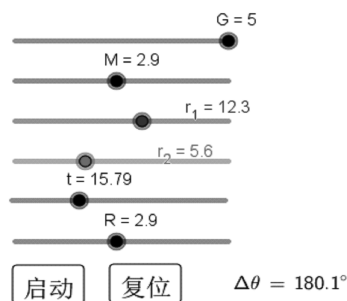
$$t = \frac{T_1 T_2}{2(T_2 - T_1)}$$

再次相距最近时

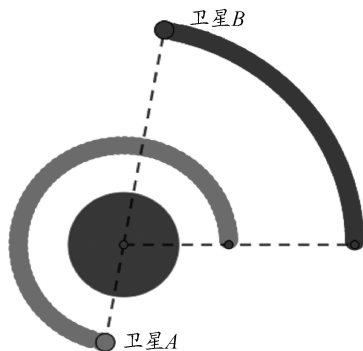
$$\frac{t}{T_1} - \frac{t}{T_2} = 1 \quad t = \frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1}$$

结合课件与理论, 相互验证。同理, 修改参数验证两

卫星反向运转“相遇”时间。此课件动态模拟天体运动, 感性直观, 物理情景形象生动, 激发学生的学习兴趣, 促进学生对规律的理解和掌握。

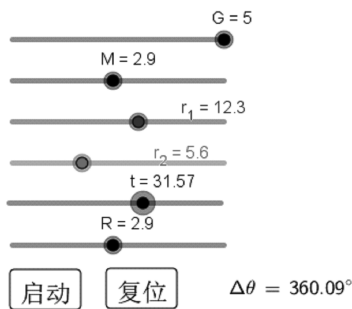


(a) 参数设置

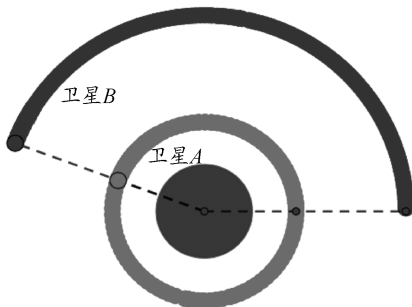


(b) 模拟图

图 4 天体“追及相遇”相距最远



(a) 参数设置



(b) 模拟图

图 5 天体“追及相遇”再次相距最近

追及相遇问题是讨论两个物体的运动类动力学问题, 对学生的分析、综合能力和物理学科素养要求较

基于 GeoGebra 软件定制物理工具突破滑动变阻器选择教学难点

王烨丽

(无锡市第三高级中学 江苏 无锡 214028)

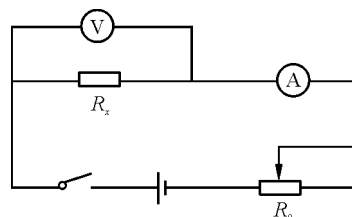
(收稿日期:2022-07-15)

摘要:应用现代信息技术开展虚拟实验能够帮助课堂突破教学难点,优化教学过程,提高教学效率.利用 GeoGebra 自主构建的工具搭建滑动变阻器限流式和分压式两种接法的电路图,直观展示了被测电阻两端的电压随滑片移动的动态图像,帮助学生更清晰地认识两种接法的优缺点,深刻理解滑动变阻器选择的原理和本质,提高解决电路实验问题的分析能力.

关键词:GeoGebra;电路实验;动态分析;定制工具

在中学物理电学实验中,通常会使用滑动变阻器来调节被测电阻两端的电压,实现多次测量的目的来完成统计分析.在实际操作过程中,滑动变阻器的接线方法包含限流式和分压式两种,电路图如图 1 所示.这两种接法的选取和分析既是学生的学习难点,也是高考的考查热点.在日常教学中,教师通常会引导学生根据电路结构,结合闭合电路欧姆定律得出^[1-2]:分压式接法电压调节范围大,且当被测电阻 R_x 远大于滑动变阻器最大阻值 R_0 时采用分

压式接法;限流式接法电压调节范围小,且当被测电阻 R_x 与滑动变阻器最大阻值 R_0 接近时采用限流式接法.



(a) 限流式

高,同时也是提升学生思维品质的优秀教学资源^[3].在针对此类问题开展教学时,使用以上基于 Geogebra 制作的课件,既方便教师备课、讲解,也会增进学生的形象思维感知,对真实情况有一个全面的理解.

参考文献

[1] 周伟波. 强化体验的高三物理复习课教教学策略——以

“追及相遇问题”为例[J]. 物理教师, 2022(3): 89-91.

[2] 金惠吉. GeoGebra 在物理中的应用[EB/OL]. (2022-01-01)[2022-02-01]. <https://space.bilibili.com/400418715/channel/seriesdetail?sid=535542>.

[3] 简伟伟. 高考评价体系下图像法处理追及相遇问题的备考策略[J]. 中学物理教学参考, 2022(2): 33-38.

Simulating the Chasing and Meeting Questions Using GeoGebra Software

REN Yongxiang

(Guangzhou NO. 89 Middle School, Guangzhou, Guangdong 510520)

Abstract: GeoGebra software can be used to make chasing and meeting questions visible. It specifically involves three kinds of chasing and meeting questions, namely, constant speed linear motion, horizontal throwing motion and celestial body motion. It is expounded from the physical principle, production method and function description.

Key words: GeoGebra; chasing and meeting; constant speed linear motion; horizontal throwing motion; celestial body motion