

# 直线运动中追及相遇问题四法评析

——用“一题多解”构建“共享式”物理课堂示例

刘宗涛

(南京师范大学附属中学江宁分校 江苏 南京 211102)

(收稿日期:2017-10-16)

**摘要:**讨论直线追及相遇问题的情形,展示学生对于直线运动中追及相遇问题的4种解法,并评析4种解法后的物理思想方法,实践“共享式”物理课堂.

**关键词:**追及相遇 函数法 临界法 图像法 转换参考系 共享式

高中物理中追及相遇问题实质是两体的空间相对位置随时间变化的问题.其中,直线追及相遇问题是运动学中的基础问题,学生通常会出现一题多解,以下对此类问题做分析讨论,并根据课堂实施情况做评析.

## 1 情况分析

不考虑一个物体往复运动,高中可定量计算讨论的有3种直线运动,即匀速直线运动、匀加速直线运动和匀减速直线运动.两体追及相遇问题会出现 $(C_3^2)^2 = 9$ 种情况,除了两个匀速直线运动之间的追及相遇问题,还有后方物体一定能追上前方物体3种情形,不一定能追上前方物体5种情形(可以分为相遇一次和两次的情况,不能相遇通常还需要讨论最近距离和最远距离),具体如表1所示.

表1 两体追及问题的各种情况

前物运动	后物运动	能否相遇	相遇次数
匀速直线	匀速直线	可以	1次
匀减速直线	匀速直线	一定可以	1次
匀速直线	匀加速直线	一定可以	1次
匀减速直线	匀加速直线	一定可以	1次
匀加速直线	匀加速直线	不一定	0次、1次或2次
匀加速直线	匀减速直线	不一定	0次、1次或2次
匀减速直线	匀减速直线	不一定	0次、1次或2次
匀加速直线	匀速直线	不一定	0次、1次或2次
匀速直线	匀减速直线	不一定	0次、1次或2次

## 2 教学实施策略

在实际教学实践中,学生会呈现出4种方法——函数法、临界法、图像法和转换参考系法.课堂上,教师作为“导演”,让学生以“罗生门”的形式(源于黑泽明导演的《罗生门》,意思是“从多种角度把握一个事实”)<sup>[1]</sup>,各自呈现解法,在一题多解中演绎各自对运动学概念和规律的理解,教师精当评析,从而拼出整个运动学思想方法,学生参与表达,互相争鸣,效果很好,追及相遇问题一题多解非常适宜构建一种“共享”式物理课堂<sup>[2]</sup>.

## 3 四法评析

追及相遇问题很多,下面以一道典型问题分别例证并评析之.

**【例题】**在一条平直的公路上,甲车在前以54 km/h的速度匀速行驶,乙车在后以90 km/h的速度同向行驶.某时刻两车司机同时听到前方有事故发生的警笛提示,同时开始刹车.已知甲、乙两车与路面的动摩擦因数分别是 $\mu_1 = 0.05$ 和 $\mu_2 = 0.1$ , $g$ 取 $10 \text{ m/s}^2$ .请问:

(1)若两车恰好不相碰,则两车刹车所用时间是多少?

(2)若想避免事故发生,开始刹车时两辆车的最小间距是多少?

本题是一道典型的追及相遇问题,情境也比较容易建立,为了方便叙述,先求出两车刹车过程中加速度大小分别是: $a_1 = \mu_1 g = 0.5 \text{ m/s}^2$ , $a_2 = \mu_2 g = 1$

$\text{m/s}^2$ , 另外由题知  $v_1 = 15 \text{ m/s}$ ,  $v_2 = 25 \text{ m/s}$ . 下面就学生出现的 4 种常见解法进行点评.

### 3.1 函数法

假设甲、乙两车的距离为  $x_0$ , 画出运动情景图如图 1 所示.

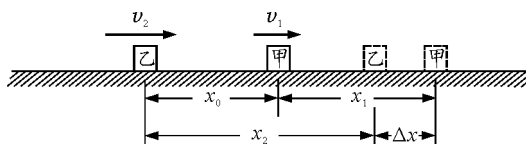


图 1 甲、乙两车运动情景图

设两车开始刹车后经过时间  $t$  两车的距离为  $\Delta x$ , 则

$$\Delta x = x_1 + x_0 - x_2 \quad (1)$$

其中

$$x_2 = v_2 t + \frac{1}{2}(-a_2)t^2 \quad (2)$$

$$x_1 = v_1 t + \frac{1}{2}(-a_1)t^2 \quad (3)$$

联立式(1)、(2)、(3) 并代入数据, 建立两车距离与时间的函数关系

$$\Delta x = -10t + \frac{1}{4}t^2 - x_0$$

由于只有一次相遇,  $\Delta x = 0$ , 时间只有一个解,

也就是:  $\Delta = 100 - 4 \times \frac{1}{4}x_0 = 0$ , 得到最小距离为

$$x_0 = 100 \text{ m}$$

代入  $\Delta x = 0$  可得

$$t = 20 \text{ s}$$

**教师评析:** 此法首先需画出情景图, 建立位移关系, 难度在于建立函数关系, 并对函数进行讨论, 熟练掌握二次函数根的分布情况, 判别式与实际物理意义要相对应. (1)  $\Delta > 0$  时, 可能有两次相遇(根据求解出来的时间进行验证); (2)  $\Delta = 0$  时刚好有一次相遇; (3)  $\Delta < 0$  时, 不会相遇. 本质是把较难的物理问题降解到数学上来.

### 3.2 临界法

后车靠近前车的过程中, 当后车的速度等于前车的速度时, 两车距离最近, 求出两车达到共同速度需要的时间. 由运动学公式可得

$$v_2 - a_2 t = v_1 - a_1 t$$

得

$$t = 20 \text{ s}$$

不相撞的最小距离就是在前 20 s 的距离差, 代入时间求出两车位移, 可得

$$x_0 = x_2 - x_1 = 100 \text{ m}$$

**教师评析:** 此法关键在于理解物理过程中的“追”, “追”的速度本质要求  $v_{\text{后}} > v_{\text{前}}$ , 只有后方速度大于前方, 才有“追”的事实成立, 否则是前物甩开后物. 以此寻找临界条件, 就是通常所说“一个条件, 两种关系”, 即追及相遇问题的速度条件、位移关系和时间关系. 学生多会呈现此法, 9 种情况就可以直接分解为两种, 速度大追速度小和速度小追速度大, 最终分析的要点就是速度条件了.

### 3.3 图像法

画出两车运动过程的  $v-t$  图如图 2 所示, 同解法 2 容易计算出经过时间 20 s 甲、乙两车速度相等.

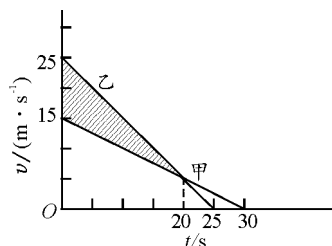


图 2 两车运动过程的  $v-t$  图

如图 2 所示, 刚好不相碰时, 两车的速度达到相等, 乙车比甲车多行驶距离为阴影部分面积, 此面积容易求得即为相距的最小距离

$$x_0 = \frac{1}{2} \times (25 - 15) \times 20 \text{ m} = 100 \text{ m}$$

**教师评析:**  $v-t$  图是解决追及相遇问题的一把“利器”, 其妙处在于形象地将两物体运动归纳到一幅图上来, 利用图像可以很直观看速度关系, 进而定出位移关系. 但是运动图像法前提需要对两物体运动的物理过程有透彻的认识, 这样解法才便捷可靠, 图像法解决追及相遇问题可以说是数形结合的一个典范.

### 3.4 转换参考系法

以前面的甲车为参考系, 那么乙车相对于甲车的相对速度为

$$v_{21} = v_2 - v_1 = (25 - 15) \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}$$

乙车相对于甲车的相对加速度为

$$a_{21} = a_2 - a_1 = (1 - 0.5) \text{ m/s}^2 = 0.5 \text{ m/s}^2$$

这样, 相当于甲车静止, 乙车以初速度  $v_{21} = 10 \text{ m/s}$ , 加速度大小  $a_{21} = 0.5 \text{ m/s}^2$  做匀减速直线运动, 要使两车不相撞, 最小距离为

$$x_0 = \frac{v_{21}^2}{2a_{21}} = 100 \text{ m}$$

# 高中物理中“类弹簧问题”的解读和拓展

叶 萍 徐新兵

(苏州市角直中学 江苏 苏州 215127)

(收稿日期:2017-10-26)

**摘 要:**结合教学实践,从近年高考题和模拟题出发,对类弹簧问题进行分析、解读和拓展.

**关键词:**类弹簧问题 解读 拓展

仔细研究近几年的高考试卷,不难发现,“类弹簧问题”已成为出题的热点.之所以取名“类弹簧”,是因为这类问题有个共同点:如同小球压弹簧一样,释放之前速度是零,之后速度也是零,但是中间过程速度不是零.此类问题各人都有生活体验,却又未曾研究,它涉及多个力的动态变化,综合牛顿定律、运动学公式、超重和失重、功和能等知识,能很好地考查学生的综合分析能力和逻辑思维能力.它强调了对学生的综合能力、创新能力和实践能力的考查.如2017年高考江苏卷第9题,该题要求学生分析小球由静止释放下降到最低点时的各种信息,否则此题无法得到正确答案.它是对学生各项能力的综合测试,考生解此题时不是想不到就是想不周到,得分率很低.可见,在高考命题从知识立意转向能力立意的形势下,要求我们在平时的教学中应充分意识到物

理即生活,全面培养学生的创新思维能力和创新设计能力.

下面结合自己的教学实践,仅从近年的高考题和高三模拟考试题出发,对此类问题谈些粗浅认识,与大家共商.

先看一个有关弹簧的问题.

**【例1】**如图1所示,轻弹簧下端固定在水平面上.一个小球从弹簧正上方某一高度处由静止开始自由下落,接触弹簧后把弹簧压缩到一定程度后停止下落.在小球下落的这一全过程中,下列说法中正确的是( )

- A. 小球刚接触弹簧瞬间速度最大
- B. 从小球接触弹簧起加速度变为竖直向上
- C. 从小球接触弹簧到到达最低点,小球的速度先增大后减小

刹车时间  $t = \frac{v_{21}}{a_{21}} = 20 \text{ s}$

**教师评析:**追及相遇问题使用转换参考系的方法,本质上是两体问题转化为单体问题.转换参考系方法的核心是相对运动的计算,所谓相对运动除了相对速度之外,还需要考虑相对加速度和相对位移.运动学中3个重要的参量位移、速度和加速度均为矢量,均要用相对量来处理.相对运动思想还可以处理更复杂的曲线运动问题.

## 4 结束语

追及相遇问题通常使用的4种方法可以把运动学问题核心思想方法包含进去,领悟这些思想方法可以迁移到后续更复杂的问题,如“传送带模型”问题、“滑块木板模型”问题、带电粒子在电磁场中的

运动、电磁感应中的导体棒运动等.在教学上可以设计为层层演进,由学生来板书实施解法并对班级学生宣讲,这是课堂里的“放”.教师作为“导演”和观察者总结提升每种解法的物理内涵,特别注意4种解法蕴含的物理思想揭示:函数法是体现函数思想,临界法是用临界的思想,图像法是数形结合的思想,转换参考系是相对运动的思想——这是课堂里的“收”.学生探索,教师同步走并提升,在师生愉快的对话共享中领悟智慧,不失为利用“一题多解”构建“共享式”物理课堂的好例子.

## 参 考 文 献

- 1 钟启泉. 教学设计的两种范式. 基础教育课程, 2017(07):91
- 2 李镇西. 教育的智慧. 青岛:青岛出版社,2014. 35~44