

物理解题的十种情景转换

北京师大燕化附中(102500) 郭 铨

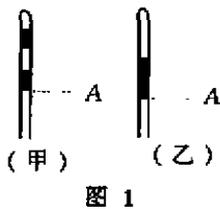
G633.7

当我们遇到较新颖的物理模型,分析较复杂的物理过程时,常会出现暂时的思维障碍,这时为寻找解题突破口,有必要采取灵活、巧妙的变通处理,把题设物理情景归依为我们熟悉的模型,以便达到降低难度,顺利求解的目标,下面就结合典型例题归类分析。

1 比喻转换

借助比喻转换可以将复杂的物理问题与我们生活中常见的实例结合起来,建立形象、生动的直观模型,给出简捷清晰的物理情景。

例 1: 开口竖直向下的玻璃管内有两段水银柱隔出两段封闭的气柱(图 1、甲), 现用手轻弹管的上部, 使两段水银结合在一起成乙图状, 则管内水银最下端的 A 面将



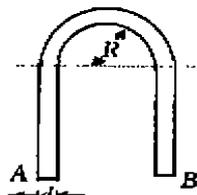
A、上升; B、下降;

- C、高度不变;
- D、高度变化无法判断。

[分析] 若直接以甲图中两段气柱为研究对象, 根据密封气体总质量不变列方程讨论, 因过程繁琐不易迅速推出正确结论, 实际上如果将甲图中的下段气柱看成位于水下的气泡, 由于它从水底上浮时压强减小、体积增大, 因此水银的下液面必然降低, 这样立即就能选出 B。

2 比较转换

这种转换的要点是对新颖物理模型重新认识, 通过对已知条件的深入挖掘, 把它与常规物理模型做比较, 运用迁移手段化解难点。



例 2: 横截面为矩形的玻璃棒($n=1.5$)被弯成图 2 所示的形状, 一束平行光垂直地射到平面 A 上, 试

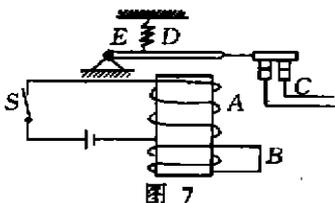
5 解释型论述题

解释型论述题特点是利用题设相关的物理概念、规律、定律、定理对题设的物理现象或过程作出正确合理的解释, 它要求考生具有较强的观察能力, 综合分析问题的能力, 以及较强语言表达能力。

[例 5] 课本第二册(必修)第 106 页

图 7 是生产中常用的一种延时继电器的示意图, 铁芯上有两个线圈 A 和 B, 线圈 A 跟电源连接, 线圈 B 的两端接在一起, 构成一个闭合电路。在拉开开关 S

的时候, 弹簧 E 并不能立即将衔铁 D 拉起, 从而使触头 C(连接工作电路)



立即离开。过一段时间后触头 C 才能离开, 延时继电器就是这样得名的, 试说明这种继电器的原理。

解: 线圈 A 与电源连接, 线圈 A 中流过恒定电流, 产生恒定磁场, 有磁感线穿过线圈 B, 但穿过线圈 B 的磁通量不变化, 线圈 B 中无感应电流, 拉开开关 S 时, 线圈 A 中电流迅速减小到零, 穿过线圈 B 的磁能量迅速减少, 由于电磁感应, 线圈 B 中产生感应电流, 感应电流的磁场对衔铁 D 的吸引作用, 触头 C 不离开, 经过一段时间后感应电流减弱, 感应电流磁场对衔铁 D 吸引力减小, 弹簧 S 的作用力比磁场力大才将衔铁拉起, 触头 C 离开。

[题后小结] 此类题的解题关键是分析清楚题中哪些过程以及过程与过程间有哪些联系, 分析清楚从现象的产生、发展到结果, 引起了哪几个物理量的变化, 以及怎样变化。本题中当 S 闭合时, 线圈 A 的磁场对衔铁 D 的吸引使工作电路正常工作。断开 S 线圈 B 中的感应电流的磁场继续对衔铁 D 发生吸引力作用, 但作用力逐渐减小直至弹簧将衔铁拉起, 工作电路断开。

确定通过表面A进入的光全部从表面B射出时R/d的最小值。

〔分析〕本题与光导纤维及半圆形玻璃砖的联系密切。在一道广泛流传的习题中为确定垂直平面向入射到半圆形玻璃砖的光线中可能射出的范围时,画出了满足 $\sin C = \frac{1}{n} = \frac{2}{3}$ (C

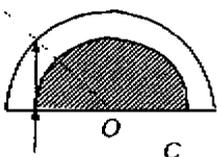


图3

约为 41.8°)的临界光线(图3),显然从其左方入射的平行光都不能射出,在此基础上对称地挖去有光线能够射出的那块阴影部分,图3就转化成了图2,此时根据 $\sin C = \frac{R}{R+d} \geq \frac{2}{3}$ 便可求出 $\frac{R}{d}$ 的最小值为2。

3 假设转换

为了判断复杂物理问题的可能结果,有时我们采用虚拟物理过程中模型的方法,即首先设想某种不可能发生的情况,通过对这一简单情况的定性分抓主要矛盾,在不变找出变化规律,使问题朝着迅速、准确解答的方向发展。

例3:图4中连通器的1、2、3三支管内封有温度相同的空气,开始时管内水银面的高度持平且2管中气柱最长,3管气柱最短,打开阀门K让水银流出一部分,则水银流出后管内水银面最高的是_____。

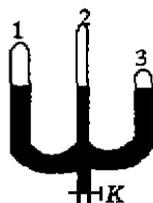


图4

〔分析〕直接比较水银流出后三管内液面的高度十分困难,为此我们可假设部分水银流出后三管内液面的高度仍持平,此刻就会出现3管内气体体积增大倍数最大,2管内气体体积增大倍数最小的现象,从而形成3管内气体压强减小得最多,2管内气体压强减小得最少,即2管内气体压强最大的情况,因此,最后结果必然是水银流出后3管内水银面最高。

4 类比转换

这类转换的特点是将两类具有相同或近似属性的事物进行比较分析,从一类事物的某些已知特性出发,外推另一类相关事物所具有的

未知特性,常见的类比对象有:物理模型、物理过程、物理方法等。

例4:物体做匀加速直线运动,自开始观察后第3s内的位移是8cm,第10s内的位移是15cm,求物体运动的初速度和加速度大小。

〔分析〕常规解法是列二元方程组,但此法十分麻烦,如能联想到打点计时器在匀变速运动纸带上所打点迹的处理方法,则可直接根据关系式 $a = \frac{S_{10} - S_3}{7T^2}$,求出 $a = 1\text{m/s}^2$ 及以后的 $v_0 = 5.5\text{m/s}^2$ 。

5 等效转换

当我们的研究对象或规律与某一简单模型在物理意义、作用效果诸方面的要素基本相同或近似时,可以利用它们之间的等效替换去构成新的简化物理模型。

例5:如图5所示电路, $\mathcal{E}_1 = 3\text{V}, r_1 = 1\Omega, \mathcal{E}_2 = 3\text{V}, r_2 = 0.5\Omega, R_1 = 1.5\Omega, R_2 = 0.5\Omega$,求通过 R_1 和 R_2 的电流 I_1 和 I_2 。

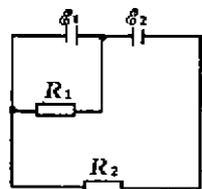


图5

〔分析〕乍看起来本题似乎超出中学范围,但仔细观察就会发现,如果将定值电阻 R_2 归入电源 \mathcal{E}_2 ,则 \mathcal{E}_2 与 \mathcal{E}_1 就是完全相同的并联电池,通过 R_1 的电流为等效电路(图6)中的干路电流,通过 R_2 的电流则为干路电流之半,(干路电流由两个完全相同的电源提供),于是立即得到结果

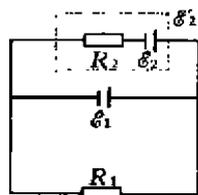


图6

$$I_1 = 1.5\text{A}, I_2 = 0.75\text{A}.$$

6 过程转换

过程转换就是利用某些物理过程在时间或空间基本规律和特点的不变,通过过程的取代或反演来实现的一种简化解题模式。

例6:以初速 $v_0 = 30\text{m/s}$ 竖直上抛一小球,过1s后再以相同的初速上抛第二小球,求第二小球抛出后经多长时间在空中相遇?

〔分析〕本题可以避开复杂列式计算巧妙求解,画多过程示意图,根据竖直上抛的对称性,

可把碰前第2个小球的运动反过来,看成是第一个小球碰后的运动,设两球相碰时运动的时间分别是 t_1 、 t_2 ,则因第一小球抛出后经6s回到抛出点,有 $t_1 + t_2 = 6s$,而第二小球晚抛1s,又有 $t_1 - t_2 = 1s$,于是立即求出的 $t_2 = 2.5s$ 就是第二小球抛出后的两球相遇时间。

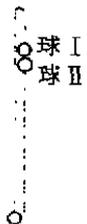


图 7

7 逆反转换

逆向思维是解题过程的一种求异思维,这种倒过来想以促成原问题解决的方法就是逆反转换.比较常见的有:物理过程的逆反转换,因果关系的逆反转换,实际光路的逆反转换等。

例7:一线状物 AB 经平面镜成像,图8中区域I内可观察到 AB 完整的像,区域II内可观察到的 AB 一部分的像,试用作图法画出物体 AB 的具体位置。

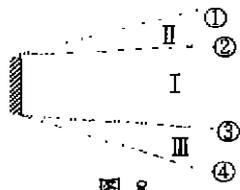


图 8

〔分析〕正向给出的问题是个十分常规的作图题:通过平面镜观察已知物体 AB 完整及部分的像时,平面镜相当于“窗口”,此时由物体的像及平面镜的上下沿所确定的四条边界光线就是区域I或II的分界线.逆向给出的问题尽管有些陌生,但若将它与正向给出的问题参照比较,就能以逆反转换的方式来解:反向延长②、④相交后求出 A' ,反向延长①、③相交后求出 B' ,接着再利用对称关系作出物体 AB 即可。

8 化归转换

物理解题中有时为避开复杂的运算或推理,可以适当变化处理问题的角度,把题设条件挂靠于看似无关的简单模型,在寻找共性的基础上加以同化,开拓解题思路,提高解题技巧。

例8在图9所示电路中,线圈 L 的直流电阻为零,开始时电键 S 闭合,现突然断开电键,则在断开电键的瞬间,比较 C 、 D 两点电势的高低,结果是

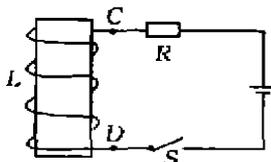


图 9

A、 $U_C > U_D$; B、 $U_C < U_D$;

C、 $U_C = U_D$; D、无法判断。

〔分析〕这是一道与“自感”有关的选择題,笔者早期曾用的各种讲授方法效果均不理想,后来采用化归转换,即设想在电路的 C 、 D 两间接一灯泡(图10),在这一常规问题中由于通过 L 的电流方向不能突变,即断开电键的瞬间通过灯泡的电流方向由 D 到 C ,这自然意味着即使对于没有灯泡的甲电路,同样应是 $U_D > U_C$ 。

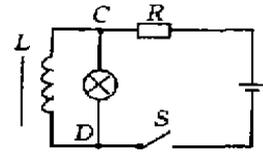


图 10

9 数形转换

物理公式与图形即数与形是描述物理情景相辅相成的两个方面,二者在解题时相互转换、交替使用,即可显示物理问题的一般形态与特征,又能突出体现物理量间的普遍数值关系。

例9:平行板电容板分别与电源正、负极相连,在电容器充电断开电键 S ,再将两极错开一小段距离,试分析两板间匀强电场的场强大小如何变化。

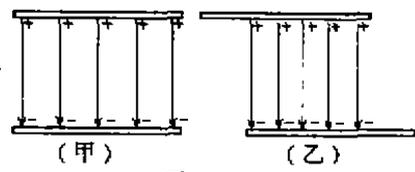


图 11

〔分析〕从理论上说明时,因断开电键后移板的特点是

电量不变,这样由于 $Q = CU$ 中的 C 减小致使 U 增大,而 $U = Ed$ 中从 d 的不变就可给出 E 增大.用图11(甲)、(乙)配合以上说明更具说服力:设原来板间电场由5条电场线描述,错开一小段后总量不变的 Q 相对集中,此时仍用5条电场线去描述电场,显然错开后电场线变密,场强增大。

10 图象转换

物理图象作为一种特殊且形象的数学语言和工具,其优点在于恰当地表示了用语言难以说明的内涵.因此,图象法具有解析法不具备的特殊优势,在解题中借助图象的直观性往往可以提供效果甚佳的简便解法。

例10:两条平行直轨道上有 A 、 B 两质点,从某时刻开始, A 做速度 v 的匀速运动, B 做初速度为零,加速度为 a 的匀加速运动.若二者运动方向相同,且开始时 A 在 B 前,两者最多可

例析高考计算型多重选择题

安徽怀宁县高河中学(249121) 张北春

G633.7

1 根据多重已知条件拟题。这种选择题的待求量是唯一确定的,但已知条件不是唯一确定的,它有时对应于多个物理过程,有时对应于同一物理量多种取值等。

例1(1999年高考题)如图1所示,细杆的一端与小球相连,可绕过O点的水平轴自由转动。现给小球一初速度,使它做圆周运动,图中a、b分别表示小球轨道的最低点和最高点,则杆对球的作用力可能是

- A、a处为拉力,b处为拉力;
- B、a处为拉力,b处为推力;
- C、a处为推力,b处为拉力;
- D、a处为推力,b处为推力。

解析 小球受到的重力和杆对它作用力的合力提供向心力。在a点,小球受的向心力竖直向上,杆对它的作用力必定为拉力且大于重力,故可排除答案C、D。在b点,小球受的向心力竖直向下跟重力方向相同,则杆对球作用力可能是拉力,也可能是推力,故应选答案A、B。

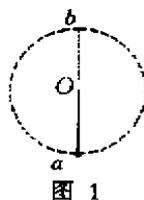


图1

2 根据多种解法拟题。这种类型的选择题的已知条件和待求量都是确定的,但采用不同的解法时得到的答案的形式不同。

例2(1987年高考题)用m表示地球通讯卫星(同步卫星)的质量,h表示它离地面的高度, R_0 表示地球的半径, g_0 表示地球表面处的重力加速度, ω_0 表示地球自转的角速度,则通讯卫星

所受的地球对它的万有引力的大小

- A、等于0;
- B、等于 $\frac{mR_0^2g_0}{(R_0+h)^2}$;
- C、等于 $m \cdot \sqrt[3]{R_0^2 \cdot g_0 \cdot \omega_0^4}$;
- D、以上结果都不对。

解析 在离地面的高度h处通讯卫星所受地球的引力 $F = GMm/(R_0+h)^2$,又因为在地面附近物体所受地球的万有引力近似于重力,即 $mg_0 = GMm/R_0^2$,由以上两式联立解得:

$$F = \frac{mR_0^2g_0}{(R_0+h)^2} \text{ 即答案 B 正确。}$$

同步卫星绕地球转动的角速度与地球自转的角速度 ω_0 相同,所以向心力

$$F = m(R_0+h)\omega_0^2 \quad (1)$$

$$\text{又因为 } F = mR_0^2g_0/(R_0+h)^2 \quad (2)$$

由(1)式 \times (2)式得:

$$F = m \cdot \sqrt[3]{R_0^2 \cdot g_0 \cdot \omega_0^4}, \text{ 答案 C 正确。}$$

3 根据多种物理现象拟题。这种选择题的已知条件不唯一,导致有可能发生多种现象。故待求量就有多重性。

例3(1996年高考题)一物体作匀变直线运动,某时刻速度的大小为4m/s,1s后的速度大小变为10m/s,在这1s内该物体的

- A、位移的大小可能小于4m;
- B、位移的大小可能小于10m;
- C、加速度的大小可能小于4m/s²;
- D、加速度的大小可能大小10m/s²。

解析 物体1s前后两速度有同向和反向

能相遇___次若B在A前,两者最多可能相遇___次。

(分析)解析方法的要点是对一元二次程(时间t为变量)的结果进行讨论,其繁琐显而易见,

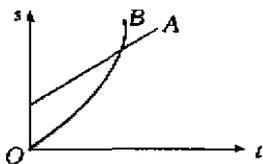


图12(甲)

现借助s-t图象分析。分别画出开始时A在B前

(图12.甲)和开始时B在A前(图12.乙)的图象

立即可以看出:在第一种情况下两者只能相遇1次,在第二种情况下,两者相遇的次数可能为二次(A),一次(A')及零次(A''),因此这时最多相遇的次数为二次。

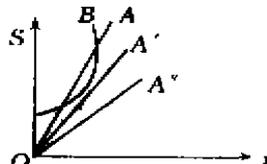


图12(乙)