

物理解题中的辩证思维

王金聚 葛慧媛

(浙江省温州中学 浙江温州 325000)

(收稿日期:2015-09-11)

摘要:一切事物和现象都是矛盾的统一体,物理学当然也不例外.本文通过一些具体的实例,介绍了辩证思维在物理解题中的应用.

关键词:辩证思维 矛盾 统一 解题

对立统一规律告诉我们:自然界的一切事物和现象都是矛盾的统一体,它们既是对立的,又是统一的.并且万物都处于普遍联系和相互作用之中.对立统一规律也体现在物理学的许多方面,比如运动的相对性、矢量的合成与分解、隔离法与整体法等.下面就通过一些具体的例子来说明物理解题中常常出现的一些辩证的思维方式.

1 正与负

【例1】如图1所示,在正五边形的4个顶点A、B、C、D上各固定一个电荷量均为 $+q$ 的点电荷,在E点上固定一个电荷量为 $-q$ 的点电荷,求其几何中心O处的场强.设正五边形外接圆的半径为 r .

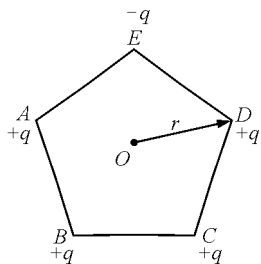


图1

解析:比如写个数学等式: $-1 = -3 + 2$,原本是一个负数,却置换成了一正一负,似乎是把简单的变复杂了,岂不是自找麻烦?实非然也,这正是有时候我们为了解题方便而有意识地进行以退为进的

转化.

设想E点处的电荷由两部分电荷叠加组成,即 $+q$ 与 $-2q$,显然这与原来带电 $-q$ 是等效的;由对称性可知正五边形顶点上的5个 $+q$ 电荷在中心O点的合场强为零,故O点的场强由E点所剩余的电荷 $-2q$ 决定,即 $E = \frac{2kq}{r^2}$,方向由O点指向E点.

2 粗与细

【例2】(2010年高考安徽理综卷第20题)如图2所示,水平地面上方矩形区域内存在垂直纸面向里的匀强磁场,两个边长相等的单匝闭合正方形线圈I和II,分别用相同材料,不同粗细的导线绕制(I为细导线).两线圈在距磁场上界面 h 高处由静止开始自由下落,再进入磁场,最后落到地面.运动过程中,线圈平面始终保持与竖直平面内且下边缘平行于磁场上边界.设线圈I、II落地时的速度大小分别为 v_1, v_2 ,在磁场中运动时产生的热量分别为 Q_1, Q_2 .不计空气阻力,则

- A. $v_1 < v_2, Q_1 < Q_2$
- B. $v_1 = v_2, Q_1 = Q_2$
- C. $v_1 < v_2, Q_1 > Q_2$
- D. $v_1 = v_2, Q_1 < Q_2$

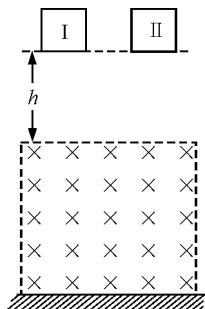


图2

解析:粗与细原本就是相对的,细的多了,合在一起自然就变粗了.为此,我们可以把粗线圈想象成是由 N 个细线圈贴合叠加在一起而成的,假若每一个细线圈的下落时间为 t_1 ,产生的热量为 Q_1 ,显然 N 个细线圈叠加在一起下落的时间也不会发生改变,但热量应该是 NQ_1 ,所以正确答案是 D.

3 动与静

【例3】如图3所示,一个半径为 r 的 $\frac{1}{4}$ 光滑球面放在水平桌面上,球面上放置一光滑均匀铁链,其 A 端固定在球面的顶点, B 端恰与桌面不接触,铁链单位长度的质量为 ρ ,试求铁链 A 端受的拉力 F .

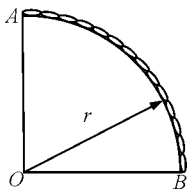


图3

解析:辩证法告诉我们,静止是相对的.题中的铁链本来是静止的,但是为了解题方便,我们也可以设想铁链在 A 端拉力的作用下向上发生了一段小小的位移.

设想铁链在 A 处拉力下缓缓向上移动了一小段距离 Δl ,则拉力做功为 $W = F\Delta l$.由于 B 端上升了 Δl ,相当于 B 端 Δl 段的铁链转移到了最高点 A 处,所以链条的重力势能增量为

$$\Delta E_p = \Delta m \cdot gr = \rho gr \Delta l$$

由于链条的移动是缓慢的,所以其动能的增量 $\Delta E_k = 0$,由功能关系可知,外力做的功等于链条增

加的势能.即

$$F\Delta l = \rho gr \Delta l$$

所以

$$F = \rho gr$$

4 无穷与有限

【例4】如图4所示,一个无限电阻网络,图中所有电阻阻值均为 r ,求 a 与 b 间的等效电阻.

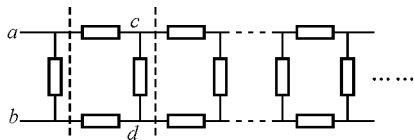


图4

解析:把 a 与 b 间的电阻看成由两部分电阻并联而成的:一部分就是 a 与 b 间夹的最左边的电阻 r ,另一部分就是剩余的所有电阻组成的一个等效电阻,我们设它为 R .

c 与 d 两点向右的部分(不包括 c 与 d 中间夹的那个电阻)所有电阻所组成的等效电阻有多大呢?因为这是一个无限网络,网络多一个少一个无所谓,大小同样也应该是 R .所以有

$$\frac{rR}{r+R} + r + r = R$$

化简得

$$R^2 - 2rR - 2r^2 = 0$$

解得

$$R = (1 + \sqrt{3})r$$

或

$$R = (1 - \sqrt{3})r$$

因为

$$R > 0$$

所以

$$R = (1 + \sqrt{3})r$$

a 与 b 间的电阻

$$R_{ab} = \frac{rR}{r+R} = \frac{r(1+\sqrt{3})r}{r+(1+\sqrt{3})r} = (\sqrt{3}-1)r$$

一个无限的网络,看似无从下手,但是通过合理

的等效转化,变成了一个有限的电路,实现了从“无限”到“有限”的转化,是不是显得有些像魔法般的神奇?

5 有与无

【例 5】(2012 年高考海南卷第 12 题) $N(N > 1)$ 个电荷量均为 $q(q > 0)$ 的小球,均匀分布在半径为 R 的圆周上,示意如图 5 所示. 移去位于圆周上 P 点的一个小球,则圆心 O 点处的电场强度大小为 _____,方向 _____.

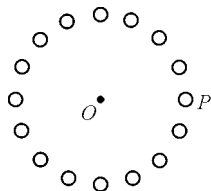


图 5

解析: 没移去电荷之前,由于圆周上电荷的对称性,在圆心处的合场强显然为零,该点场强可以看成是移去的电荷和其余的电荷在该点场强的叠加,所以移去电荷后,在圆心 O 点处的电场强度与移去的电荷在该处的场强大小相等,方向相反.

根据库仑定律得圆心 O 点处的电场强度大小为 $\frac{kq}{R^2}$,方向沿 OP 指向 P .

小球移去则“无”,未移则“有”,既要考虑“无”,又要考虑“有”,只有将“有”、“无”二者有机地结合起来,问题才能得以圆满解决.

6 整体与局部

【例 6】(2013 年高考山东理综卷第 14 题) 如图 6 所示,用完全相同的轻弹簧 A, B, C 将两个相同的小球连接并悬挂,小球处于静止状态,弹簧 A 与竖直方向的夹角为 30° ,弹簧 C 水平,则弹簧 A 和 C 的伸长量之比为

- A. 3:4 B. 4:3
C. 1:2 D. 2:1

解析: 系统内的物体较多,究竟应该选择哪些物

体为研究对象? 是整体、局部还是个体? 答案往往不是唯一的. 就本题而言,既可以选择隔离法,也可以研究两球和弹簧 B 构成的一个整体.

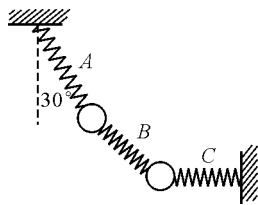


图 6

将两球和弹簧 B 看成一个整体,整体受到总重力 G ,弹簧 A 和 C 的拉力,如图 7 所示,设弹簧 A 和 C 的拉力分别为 F_1 和 F_2 . 由平衡条件得知, F_2 和 G 的合力与 F_1 大小相等、方向相反,则得

$$F_2 = F_1 \sin 30^\circ = 0.5F_1$$

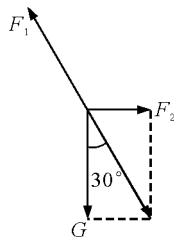


图 7

根据胡克定律得: $F = \kappa x$, κ 相同,则弹簧 A 和 C 的伸长量之比等于两弹簧拉力之比,即有

$$x_A : x_C = F_1 : F_2 = 2 : 1$$

故选项 D 正确.

整体法只需考虑整体与外界的关系,不必关心整体内部,而隔离法则与之相反,研究的是个体或者局部与其他部分之间的关系,二者各有所长,应用时究竟该作何种选择,要视问题而定. 但在实际应用中,对同一问题,隔离法和整体法往往同时使用,二者相辅相成、和谐共存.

7 虚与实

【例 7】 如图 8 所示,做匀速直线运动的小车上水平放置一密闭的装有水的瓶子,瓶内有一气泡,当小车突然停止运动时,气泡相对于瓶子将

- A. 向前运动 B. 向后运动

C. 无相对运动 D. 无法判断

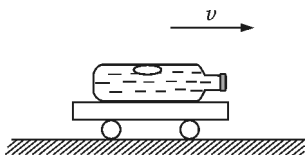


图 8

解析:若以通常的分析,应该选取气泡为研究对象,但气泡的受力情况却很难分析.为打开思路,我们可设想把气泡去掉,将气泡所在的空间全部充满水——即“水泡”,这样,当小车突然减速时,充满水的瓶子也应该同步减速,该过程的加速度向左.

设填充气泡空间的“水泡”质量为 m ,则它所受的合力为 $F = ma$.

假设原来气泡的质量为 m' ,并设想在“水泡”随车减速的过程中,“水泡”又突然被替换成了气泡,则在替换的瞬间气泡所受的合力也应该是 F ,则 $F = m'a$,比较两者,由于 $m' < m$,所以 $a' > a$,气泡相对于瓶子将向后运动,故选 B.

解题中我们用“水泡”取代了气泡,气泡是客观的,是“实”的,而“水泡”则是虚拟的,是“虚”的,通过“实”与“虚”之间的巧妙转换,一个看似棘手的问题得以迎刃而解.

8 一般与特殊

【例 8】(2011 年高考江苏卷第 1 题)如图 9 所示,石拱桥的正中央有一质量为 m 的对称楔形石块,侧面与竖直方向的夹角为 α ,重力加速度为 g .若接触面间的摩擦力忽略不计,则石块侧面所受弹力的大小为

- A. $\frac{mg}{2\sin\alpha}$ B. $\frac{mg}{2\cos\alpha}$
 C. $\frac{1}{2}mg \tan\alpha$ D. $\frac{1}{2}mg \cot\alpha$

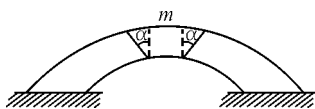


图 9

解析:对物体在共点力作用下的平衡问题,我们通常采用的是分解法或合成法.对楔形石块受力分析,如图 10 所示,根据对称性有 $F_1 = F_2$,将弹力 F_1 与 F_2 合成,根据共点力的平衡条件有

$$mg = 2F_1 \cos(90^\circ - \alpha)$$

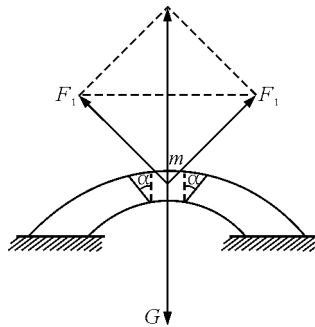


图 10

所以

$$F_1 = \frac{mg}{2\sin\alpha}$$

故选 A.

实际上,分解法、合成法虽然是通用的一般方法,但对选择题而言,我们需要的是快速地作出判断,并不需要写出复杂的解题过程,所以有时候我们完全可以抛开常规方法而另辟蹊径——采用特殊值法.显然,当 $\alpha = 90^\circ$ 时,石块每个侧面所受弹力的大小均应为 $F_1 = \frac{1}{2}mg$;将特殊值 $\alpha = 90^\circ$ 代入 A, B, C, D 4 个式子中,只有 A 选项的值为 $\frac{1}{2}mg$,故 A 选项正确.

作为一名物理教师,有必要学习一点辩证法,用辩证法的观点和方法观察世界、认识物理现象、分析物理过程、归纳物理规律.并在教学中渗透一点自然辩证法的思想,让学生学以致用,对所学知识理解得更深刻、全面,为以后的学习和科学研究打下良好、坚实的基础.

参考文献

- 王金聚. 虚拟、假设些什么. 物理教师, 2008(11)
- 任志鸿. 十年高考分类解析与应试策略. 海口: 南方出版社, 2014