

宇称守恒在高中物理教学中的应用

宋辉武 (鄂尔多斯市第一中学 内蒙古 017010)

摘 要 宇称守恒在宏观现象中的守恒是显而易见的,本文以力学和电磁学中的几个典型问题为例阐述了宇称守恒在高中物理教学中的应用。

关键词 宇称守恒 空间反演 不变性 应用

文章编号 1002-0748(2020)6-0002

中图分类号 G633·7

文献标识码 B

1 引 言

宇称实际上就是让一个物体或者是一个运动变化过程照镜子,如果镜里和镜外的现象一致,则宇称守恒,反之则宇称不守恒。众所周知守恒意味着物理规律在某种对称操作下具有不变性,而宇称守恒对应的是空间反演对称性,空间反演实际上就是将空间进行上下左右前后的反转,宇称操作是一种对称性操作,又叫做空间反演操作、镜像操作、手性操作。在宏观现象中,物理规律的宇称守恒是具有普适意义的,因此平时我们也就对此不进行过多的探究,但是在微观现象中,尤其是量子力学中,却并不是所有的物理规律宇称都守恒,例如实验表明弱相互作用中宇称就是不守恒的。实际上在高中物理教学中随处可见宇称守恒的影子,只要我们多加挖掘便可以找出很多例子,笔者在多年的教学实践中发现了几个比较典型的案例,在此分享给各位同行。

如图 1 所示, a 为镜外正立人, b 为镜外倒立人, c 为镜里正立人, d 为镜里倒立人,其中 a 和 c 互为镜像(左手位置已标出), b 和 d 互为镜像(左手位置已标出),并且 a 、 b 、 c 、 d 皆面朝镜子,这四个人看到的物理规律应该是相同的,本文重点利用这一思想解决几个典型的疑难问题。

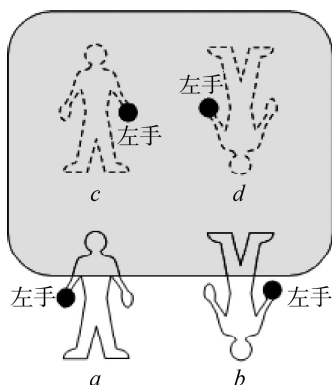


图 1

2 典例分析

例 1 如图 2 所示,在两块相同的竖直木板 A、B 间有质量为 m 的 4 块相同的砖,用两个大小均为 F 的力水平压木块,使砖静止不动,则第 2 块砖对第 3 块砖的摩擦力大小为 ()

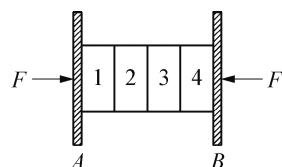


图 2

- (A) 0 (B) $\frac{mg}{2}$ (C) mg (D) $2mg$

分析: 假设镜外正立人 a 去看时,2 给 3 的摩擦力竖直向上,3 给 2 的摩擦力竖直向下,根据宇称守恒,那么镜里正立人 c 去看时,3 给 2 的摩擦力竖直向上,2 给 3 的摩擦力竖直向下,同理,若假设镜外正立人 a 去看时,2 给 3 的摩擦力竖直向下,3 给 2 的摩擦力竖直向上,根据宇称守恒,那么镜里正立人 c 去看时,3 给 2 的摩擦力竖直向下,2 给 3 的摩擦力竖直向上,得出矛盾,因此唯一的解释就是 2 和 3 之间的摩擦力为 0,选项 A 正确。

例 2 如图 3 所示,若等量同种正电荷在连线中垂线上的某一点 P 的电场强度方向竖直向上,则关于两电荷连线对称的 Q 点的电场强度方向为 ()

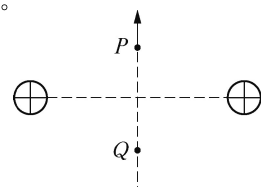


图 3

- (A) 竖直向下 (B) 竖直向上
(C) 水平向左 (D) 水平向右

分析: 如图 3 所示,镜外正立人 a 看 P 点的电场强度竖直向上,则镜外倒立人 b 看 Q 点的电场强度竖直向下(实际上是 b 视角中的竖直向上),选项 A 正确。

例 3 如图 4 所示,若等量异种电荷在连线中垂线上的某一点 P 的电场强度方向水平向右,则关于两电荷连线对称的 Q 点的电场强度方向为 ()

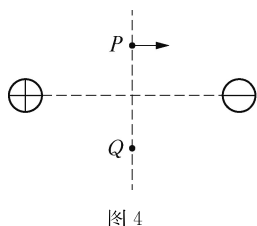


图 4

- (A) 竖直向下 (B) 竖直向上
(C) 水平向左 (D) 水平向右

分析: 如图 4 所示,若镜外正立人 a 看 P 点的电场强度水平向右,则镜里倒立人 d 看 Q 点的电场强度水平向右(实际上是 d 视角中的水平向右),选项 D 正确。

例 4 如图 5 所示,已知两根垂直纸面的导线 M 、 N 中通有大小相等的电流,其中 M 导线的电流垂直于纸面向里, N 导线的电流垂直于纸面向外,两导线截面连线中垂线上有一点 P ,其磁感应强度方向竖直向下。如图 6 所示,另外两根垂直纸面的导线 R 、 S 中仍然通有大小相等的电流,其中 R 导线的电流垂直于纸面向外, S 导线的电流垂直于纸面向里,两导线截面连线中垂线上有一点 O ,其磁感应强度方向竖直向上,则 P 点的对称点 Q 的磁感应强度方向和 O 点的对称点 O' 的磁感应强度方向分别为 ()

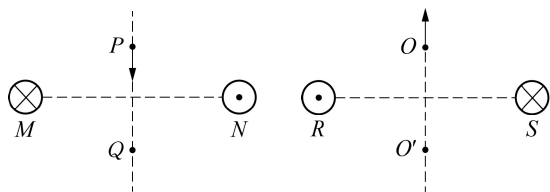


图 5

图 6

- (A) 竖直向下, 竖直向上
(B) 竖直向上, 竖直向下
(C) 水平向左, 水平向右
(D) 水平向右, 水平向左

分析: 若镜外正立人 a 看 P 点的磁感应强度竖直向下, 看 O 点的磁感应强度竖直向上。则镜里倒立人 d 看 Q 点的磁感应强度竖直向下(实际上是 d 视角的竖直向上), 镜外倒立人 b 看 Q 点的磁感应强度也是竖直向下(实际上是 b 视角的竖直向上); 同理, 则镜里倒立人 d 看 O' 点的磁感应强度竖直向上(实际上是 d 视角的竖直向下), 镜外倒立人 b 看 O' 点的磁感应强度也是竖直向上(实际上是 b 视角的竖直向下); 选项 A 正确。

例 5 如图 7 所示, 已知两根垂直纸面的导线 E 、 F 中通有大小相等的电流, 其中 E 导线的电流垂直于纸面向里, F 导线的电流也垂直于纸面向里, 两导线

截面连线中垂线上有一点 G , 其磁感应强度方向水平向右, 则 G 点的对称点 H 的磁感应强度方向 ()

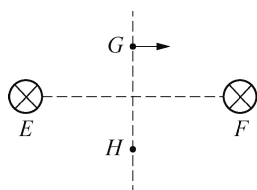


图 7

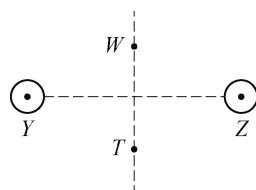


图 8

- (A) 竖直向下 (B) 竖直向上
(C) 水平向左 (D) 水平向右

分析: 若镜外正立人 a 看 G 点的磁感应强度方向水平向右, 则镜外倒立人 b 看 H 点的磁感应强度方向水平向左(实际上是 b 视角的水平向右), 选项 D 正确。镜里正立人 c 看 G 点的磁感应强度仍然水平向右(实际上是 c 视角的水平向左), 同时镜里倒立人 d 看 H 点的磁感应强度水平向左(实际上是 d 视角的水平向左), 由此可以得出结论, 图 8 中的 W 点的磁感应强度方向为水平向左。而镜里倒立人 d 看 G 点的磁感应强度方向水平向右(实际上是 d 视角的水平向右), 同时镜里正立人 c 看 H 点的磁感应强度水平向左(实际上是 c 视角的水平向右), 由此可以得出结论, 图 8 中的 T 点的磁感应强度方向为水平向右。

3 结 语

因为宇称守恒在宏观现象中是普适的, 因此我们并没有对其进行深入的研究与加以应用, 相反在微观物理学中, 却有着重要意义, 杨振宁教授与李政道教授正是因为发现弱相互作用中宇称不守恒而获得了诺贝尔物理学奖, 实际上宇称守恒在高中物理中有很明显的体现, 力、热、光、电各个分支中均有应用, 教师若能仔细挖掘, 并且在适当的时机进行适当的渗透, 笔者认为对于提高学生的学科专业素养大有裨益, 因为众所周知物理学的核心内容就是寻找守恒, 高中物理中已经学习了很多守恒定律, 例如机械能守恒、能量守恒、动量守恒、角动量守恒、电荷守恒等等, 若能再把宇称守恒给学生渗透进去, 笔者认为可以进一步完善学生的知识体系, 而且这一思想对于学生来说理解起来并不困难, 但是如果我们不讲, 学生很难想到竟然还可以利用这一另类思想解决物理问题。

参考文献

- [1] 史志强. 手性探秘[M]. 北京: 人民教育出版社, 2017.
- [2] 张铭. 电磁学中“宇称守恒”举隅[J]. 中学物理教学参考, 1996(9): 46.