

短文荟萃

电势能何以减少

余念利

(唐山市第一中学 河北 唐山 063004)

(收稿日期:2020-06-12)

我们知道,能的转化是通过做功来实现的,功是能量转化的量度.如果说“电场力没有对电荷做功,可是电荷的电势能却减少了”,你能接受吗?请看下面的问题.

问题一:如图 1 所示,无限大的平行正对金属板 A 和 B 构成平行板电容器,板间为真空,A 板接地,电容器充电后与电源断开,此时 A 板带正电, P 是固定在电场中定点的带正电的试探电荷,现保持 B 的位置不变,而将 A 板下移到图中虚线位置,在此过程中,电场力是否对电荷 P 做功, P 的电势能是否改变?

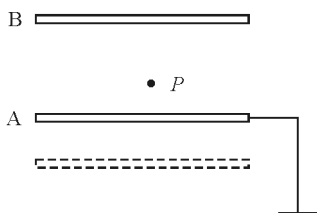


图 1 问题一题图

分析:过程中 P 没有移动,即没有位移,根据

$$W = Fs$$

电场力没有对 P 做功.过程中电容器带电荷量不变,板间的电场强度不变,A 板接地, $\varphi_A = 0$,设 P 到板 A 的距离为 l ,则 P 所处位置的电势

$$\varphi_P = U_{PA} = -El$$

距离 l 增大则 φ_P 降低, P 的电势能

$$E_P = q\varphi_P$$

应该减少.电场力没有对 P 做功,电势能却减少了,岂不矛盾.

通过思考笔者意识到,解决这个矛盾必须注意到势能的系统性.首先看一个类似的问题.

问题二:真空中有两个点电荷 M 和 N ,均带有正电荷,现保持 M 的位置不动,而将 N 远离,库仑力对 M 没有做功,对 N 做正功,过程中 M 和 N 构成的系统的电势能减少了.

顺着这个思路再看问题一,问题中提到的 P 的电势能实际也是 P 和电场共有的,也可以说是 P 和 A 板、B 板所带电荷共有的,过程中 P 没有动,但在 A 下移的过程中, P 对 A 的斥力做正功,所以 P 和 A 共有的势能减少, P 和 B 的相对距离没有改变,所以 P 和 B 共有的势能没有改变. P 的电势能应是这两部分的和,当然减少了.此外,考虑到在 A 下移的过程中,A 也要克服 B 的引力做功,所以 A 和 B 共有的势能要增加.

讨论到这里似乎应该结束了,但笔者又想到了下面这样的问题.

问题三:在问题一中,如果 A 不动,而将 B 板向上移动一段距离,其他条件不变,过程中电场力对 P 是否做功, P 的电势能是否改变?在此过程中, P 的电势不变,据 $E_P = q\varphi_P$ 电势能不变, P 也没有发生位移,电场力也没有对它做功,这种解释本来是通顺的.但是,从系统的角度考虑,B 远离, P 的引力对 B 做负功,系统的电势能应该增加,新的矛盾又产生了.

让我们试着扩大研究的范围,由于 B 的远离,A 带电荷量将减少,或者说 A 的部分正电荷将跑入大地,这样 P 和 A 构成的系统电势能将增加,一边是增加,一边是减少, P 的电势能不变就可以理解了.

参考文献

- 1 赵凯华,陈熙谋.电磁学上册(第 2 版).北京:高等教育出版社,1985