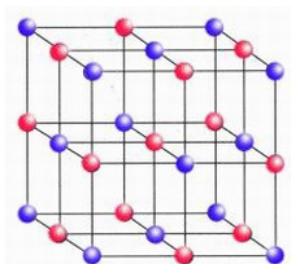


编者按：2012年，本刊邀请河北师范大学杨大卫教授为本刊组织“习题中的现代物理”专栏。此处的“习题”，既包括物理竞赛中的题目，又有中学教材的一些练习题。杨教授将习题中的物理知识总结出来，是为了使众师生提高兴趣，启迪心智，从而避免应试教育的题海战术。



估算离子键的键长

——谈谈势能零点的相对性

杨大卫

大家都知道，在物理学中势能的零点可以根据实际情况来规定，但两确定状态之能量差不因零点的变动而改变。

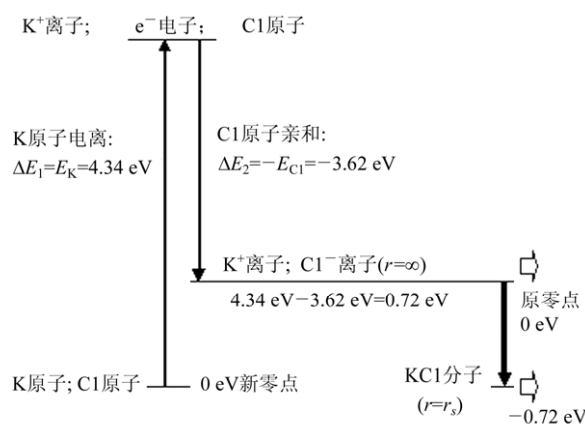
可这一常识，在解题时往往会被忽略。请见2011年第28届全国中学生物理竞赛预赛第8题：

“规定一个钾（K）原子与氯（Cl）原子相距很远时，它们的相互作用势能为零；从一个K原子中移走最外层电子形成 K^+ 离子所吸收的能量为电离能 E_K ，一个Cl原子中吸收一个电子形成 Cl^- 离子所释放的能量为亲和能 E_{Cl} ； K^+ 离子与 Cl^- 离子之间的吸引力可视为两点电荷间的库仑力，电子电量为 $-e$ ，静电力常量为 k 。

根据上述知识可知，当规定KCl中 K^+ 离子与 Cl^- 离子之间的库仑相互作用势能为零时，可将两离子的距离 r_s 表示为_____，若 $E_K = 4.34 \text{ eV}$ ， $E_{Cl} = 3.62 \text{ eV}$ ， $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ ， $k = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$ ，则 $r_s =$ _____m。”

虽然试后大家见到了答案 $r_s = ke^2 / (E_K - E_{Cl}) = 2.0 \times 10^{-9} \text{ m}$ ，但许多人仍议论纷纷，不知解题思路。为明晰题意，我们将能级变化图示在右栏。

由图中可以清楚地看出，此题规定的势能零点与课本中规定的以点电荷间相距无穷远时为势能零点，二者是不同的。此题是以KCl中 K^+ 离子与 Cl^- 离子之间距离等于 r_s 时的相互作用势能为零。这一变化使许多学生甚至教师在读题后觉得有些茫然而不知所措。殊不知竟然是由于忽略了常识的结果，而不是因为此题“超纲啦”，“太难啦”。



显然，按此题规定的势能新零点，K原子与Cl原子分别经过电离与亲和过程后形成相距无穷远的 K^+ 离子与 Cl^- 离子，此时其相互作用势能为 $E_K - E_{Cl} = 4.34 \text{ eV} - 3.62 \text{ eV} = 0.72 \text{ eV}$ ，二者接近且释放能量，形成离子键后距离为 r_s ，所具有的势能为 0 eV 。

如果按课本原来的规定，以 K^+ 离子与 Cl^- 离子相距无穷远时相互作用势能为零，那么二者接近释放能量，形成离子键后，所具有的势能应为 $E_p = E_{Cl} - E_K = -0.72 \text{ eV}$ 。

由上述分析可知，静电势能公式 $E_p = -kQq/r$ 中的 $E_p = -0.72 \text{ eV}$ ， $Q = e$ ， $q = -e$ ， $r = r_s$ ，故易解得 $r_s = ke^2 / (E_K - E_{Cl}) = 2.0 \times 10^{-9} \text{ m}$ 。

至此大家看到此题并不难，关键的确在于理解和运用“势能零点的相对性”这一常识。

（河北师范大学物理学院 050016）