

均匀带电球面上的电场强度如何计算

金 仲 辉

(中国农业大学应用物理系 北京 100094)

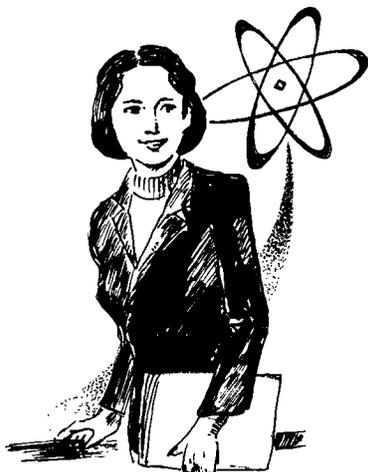
对于电量 q 均匀分布在半径为 R 的球面上的空间场强分布问题,许多大学基础物理教材(例如北京大学赵凯华、陈熙谋编的“电磁学”、陆果编的“基础物理学”和清华大学张三慧主编的“电磁学”等)中,利用高斯定理求出了如下的结果

$$E = \begin{cases} 0, & r < R \\ \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}, & r > R. \end{cases}$$

教学中常有学生提问,当 $r = R$ 时,即在带电球面上的电场强度应为何值?现在来求解这个问题。

首先要明确,我们不能采用高斯定理求解此问题。因为将高斯面取在球面上时,由于带电模型已经失效,无法确定高斯面所包围的电量,结果将是不确定的。我们可以采用功能原理来求解这个问题。

设带电球面在球面上的电场强度为 E_R ,由对称性分析,其方向沿矢径方向,当 $q > 0$ 时, \vec{E}_R 的方向沿矢径指向球外。现在设想把带电球面从半径为 R



缓慢地收缩到半径为 $(R - dR)$,则克服电场力做的功为

$$dA = qE_R dR \quad (1)$$

式中 E_R 是球面上的电场强度。球半径减小 dR 后,距球心 R 外的电场及场的能量不变,上述克服电场力做的功应转变为被收缩区域的电场能,即有

$$\begin{aligned} dA &= dW = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 dV \\ &= \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 4\pi R^2 dR \quad (2) \end{aligned}$$

式中 E 是已经收缩的带电球面之外,距球心 R 处的电场强度,由高斯定理不难求得

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2} \quad (3)$$

由(1)、(2)、(3)式,可得带电球面上一点的电场强度值为

$$E_R = \frac{q}{8\pi\epsilon_0 R^2}.$$

的学习氛围。把教师和学生的兴奋点、注意力都吸引到教学过程中,让教学支配考试,考试服务于教学,不可本末倒置。

五、师资水平需不断提高

目前由于多方面的原因,基础课教师流失严重,师资严重不足,任教的教师将大部分时间和精力都投入到教学中,工作相当艰苦,在科研方面的投入极少。致使师资水平的提高受到了一定的限制。知识经济要求人才要具有创新能力,而具有创新能力的前提是必须拥有广博的知识。作为教育改革的实施者——教师,跟踪世界科技的进步、不断吸收最新知识、提高综合素质、改善知识结构是当务之急。当然可以通过培养青年教师攻读硕士、博士研究生来提高学历和素质,但这不是所有教师都能做到的,更何

况即使拿到了学位,也只是对某一方面有了深入的了解和研究的方向。对《工科物理》这门应用相当广泛的基础课来说,知识面还是不够的,也需要不断地学习。笔者真诚希望我国著名大学的重点实验室、研究所在寒暑假举办短期讲习班(收取费用也可以),介绍一下他们正在研究的课题及其意义以及利用的手段。这样表面上看耽误了有关单位的研究工作,但它的社会效益是巨大的。它可以有效地提高全国教师的综合素质,对培养新型人才大有益处。

另外,作为高校教师,必须掌握相关的计算机知识,把部分演示实验的录像片、教学录像片及计算机动画有机地加入电子教案之中,根据教学的需要不断完善计算机辅助教学软件的质量,使现代化教学手段臻至善。