

# 高中物理问答

朱逢禹

梁书胜

第二册

中学课程问答丛书 ZHONGXUE KE CHENG WEN YU DA DENG SHU

着眼于打好基础，即加强对物理基本概念和基本规律的理解；着手于能力的提高，即提高分析问题和解决问题的能力。这是本书的宗旨。参照中学物理课本的编排顺序，点明要点，提问质疑，例题讲解，自测训练，这是本书的特色。

中学生朋友，你想扩展学习物理的思路吗？你愿使自己在原有的学习水平上来一个飞跃吗？《物理问答》能帮助你。

湖北教育出版社

# 高中物理问答

## 第 二 册

朱達禹 梁书胜 编审

湖北教育出版社

(鄂)新登字 02 号

# 高中物理问答

## 第二册

© 朱逢禹 梁书胜 编审

\*

湖北教育出版社出版、发行

(430022 · 武汉市解放大道新育村 33 号)

新华书店经销

通山县印刷厂印刷

(437600 · 通山县通羊镇南市路 165 号)

\*

787×1092 毫米 32 开本 13 印张 294 000 字

1992 年 10 月第 1 版 1995 年 9 月第 5 次印刷

印数: 20 601—35 600

ISBN 7-5351-0886-5/G · 672

定 价: 11.00 元

如因印刷、装订影响阅读,请直接与承印厂调换

## 前 言

为了帮助中学生和自学青年学习物理,我们编写了《高中物理问答》(第一册)、(第二册)。此套书自问世以来,深受广大读者的欢迎和好评。这次我们根据广大读者的建议与要求,在原书的基础上作了较大的增删订正。

这套读物的特点主要着手于打好基础,即加强对基本概念和基本规律的理解;着眼于能力的提高,即提高分析、解决问题的能力。全书在编写内容的安排上,基本参照中学物理课本的编排顺序,通过提问质疑,从各个不同的侧面对物理定律、原理及物理公式中的要点、规律给以讲解,引导读者正确理解,帮助读者扩展思路,力求使读者在原有水平的基础上有较大的提高。

书中还对列举的典型例题进行了分析,可帮助读者掌握解决物理问题的正确思路 and 技巧,起举一反三的作用。在每章后面附有若干练习题、自测题,全书最后一章是综合训练题,这样既可扩大检查知识的覆盖面,又对提高读者分析和解决问题的能力大有帮助。全书附有参考答案。该书可供中学生和广大青年课外或工余阅读使用。

参加这次《高中物理问答》(第二册)修订编写的同志是万揆一、陆明凯、黄光龙、沈文达、杜佐尧。全书由朱逢禹、梁书胜两同志统编审定。

由于笔者水平有限,此次修订编写的不妥当之处,请读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 第一章 电 场

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 一、本章要点 .....                                                                 | 1  |
| 二、问与答 .....                                                                  | 1  |
| 1. 同种物质相互摩擦,是否也具有吸引轻小物体的本领? .....                                            | 1  |
| 2. 静电力和万有引力有何不同? .....                                                       | 2  |
| 3. 能根据电场强度公式 $E = \frac{F}{q}$ ,认为电场强度跟检验电荷所受<br>到的电场力成正比,跟它所带的电量成反比吗? ..... | 4  |
| 4. 电场中场强 $E = \frac{F}{q}$ 和 $E = K \frac{Q}{r^2}$ 这两个公式的含意有何不同? ...         | 4  |
| 5. 电力线就是带电粒子在电场中运动的轨迹吗? .....                                                | 5  |
| 6. 电力线疏密能用来代表电场强度的大小,有理论依据吗? .....                                           | 6  |
| 7. 你知道电场强度和电场力的区别和联系吗? .....                                                 | 7  |
| 8. 你能躲避电力线的“穿透”吗? .....                                                      | 7  |
| 9. 电势能是电荷所具有的吗? .....                                                        | 8  |
| 10. 电荷在电场中某一位置的电势能的正负和大小,与它的零<br>电势能的位置选择有关吗? .....                          | 9  |
| 11. 如何理解电势这个物理量? .....                                                       | 10 |
| 12. 你知道比较电场中两点电势高低的方法吗? .....                                                | 11 |
| 13. 你知道电势和电势能的区别和联系吗? .....                                                  | 12 |
| 14. 电场强度和电势对应成正比吗? .....                                                     | 13 |
| 15. 如何证明电场中任意两点的电势差值与它们的零电势的位<br>置选择无关? .....                                | 14 |
| 16. 你能证明带电粒子在电场中受电场力的作用运动时,能量<br>转换所遵循的规律吗? .....                            | 16 |
| 17. 你能证明带电体在电场中运动时能量转换的规律吗? .....                                            | 17 |
| 18. 研究带电粒子在匀强电场中运动,应掌握哪几种运动状态? ...                                           | 18 |
| 19. 在平行板电容器的研究中,你能抓住讨论的要点吗? .....                                            | 19 |
| 三、例题分析 .....                                                                 | 21 |

|             |    |
|-------------|----|
| 四、练习题 ..... | 35 |
| 五、自测题 ..... | 42 |

## 第二章 稳 恒 电 流

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| 一、本章要点 .....                                                       | 49 |
| 二、问与答 .....                                                        | 49 |
| 1. 应用欧姆定律要注意哪些问题? .....                                            | 49 |
| 2. 运用电功和电功率的公式时要注意什么问题? .....                                      | 50 |
| 3. 怎样计算串联电路中各点的电势? .....                                           | 50 |
| 4. 分析并联电路时,除熟练掌握它的特殊性质外,还要掌握哪<br>些必要的辅助知识? .....                   | 52 |
| 5. 电阻器上除了标明其电阻值外,为什么还要标明功率值? 怎<br>样选用电阻器? .....                    | 54 |
| 6. 怎样恰当地使用焦耳定律的两种表达式 $Q=I^2Rt$ 和 $Q=\frac{U^2}{R}t$ ? ...          | 55 |
| 7. 怎样画非直观电路的等效电路图? .....                                           | 56 |
| 8. 电源为什么能把其它形式的能转换为电能? 电动势的物理意<br>义是什么? .....                      | 58 |
| 9. 在测定电源电动势和内电阻的实验中,伏特表和安培表的接<br>法对测量结果有什么影响? 怎样减少这种影响造成的误差? ..... | 58 |
| 10. 电源的输出功率怎样随路端电压变化? .....                                        | 60 |
| 11. 电动势与电势差有什么区别? .....                                            | 62 |
| 12. 怎样计算用相同的电池组成的混联电池组的电动势和内电<br>阻? .....                          | 62 |
| 13. 欧姆表内部为什么要装电池? 它的表盘刻度为什么是不均<br>匀的? .....                        | 63 |
| * 14. 怎样才能知道桥式电路是否达到平衡? .....                                      | 64 |
| 15. 改装电表的百分误差如何计算? .....                                           | 64 |
| 三、例题分析 .....                                                       | 65 |
| 四、练习题 .....                                                        | 82 |
| 五、自测题 .....                                                        | 86 |

## 第三章 磁 场

|                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 一、本章要点 .....                                                                                      | 93  |
| 二、问与答 .....                                                                                       | 93  |
| 1. 在磁感应强度的定义式 $B = \frac{F}{Il}$ 中, 磁感应强度 $B$ 与作用力 $F$ 成正比, 与电流强度 $I$ 和导线长度 $l$ 的乘积成反比, 对吗? ..... | 93  |
| 2. “磁力线起始于磁北极, 而终止于磁南极”的说法对吗? .....                                                               | 95  |
| 3. 安培力的本质是什么? .....                                                                               | 96  |
| 4. 矩形通电线圈在匀强磁场中所受的力矩为什么是变化的? .....                                                                | 98  |
| * 5. 在电流计中, 为什么要使蹄形磁铁和铁心间的磁场均匀地沿辐向分布? .....                                                       | 100 |
| 6. 带电粒子在匀强磁场中将怎样运动? .....                                                                         | 102 |
| 7. 洛伦兹力对运动电荷做功吗? .....                                                                            | 104 |
| 8. 电偏转和磁偏转的区别是什么? .....                                                                           | 105 |
| 9. 怎样选择带电粒子的速率? .....                                                                             | 109 |
| * 10. 在回旋加速器中, 磁场是用来加速带电粒子的吗? .....                                                               | 110 |
| 三、例题分析 .....                                                                                      | 112 |
| 四、练习题 .....                                                                                       | 129 |
| 五、自测题 .....                                                                                       | 135 |

## 第四章 电 磁 感 应

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 一、本章要点 .....                     | 139 |
| 二、问与答 .....                      | 139 |
| 1. 线圈中有磁通量时就有感生电动势吗? .....       | 139 |
| 2. 怎样分析判断闭合回路磁通量的增减? .....       | 141 |
| 3. 穿过线圈的磁通量最大时, 感生电动势也最大吗? ..... | 143 |
| 4. 两种电磁感应现象的本质一样吗? .....         | 144 |
| 5. 左手定则和右手定则的运用条件是什么? .....      | 145 |
| 6. 有了右手定则, 为什么还要楞次定律? .....      | 146 |
| 7. 你知道楞次定律的另一种叙述法吗? .....        | 147 |
| * 8. 感生电动势的方向是电势降低的方向吗? .....    | 148 |

|                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 9. 有电势差却没有电动势,这奇怪吗? .....                                                                                   | 150 |
| 10. 在公式 $\varepsilon = Blv \sin \theta$ 中, $\theta$ 角的含义是什么? .....                                          | 151 |
| 11. 使用 $\varepsilon = Blv \sin \theta$ 和 $\varepsilon = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 两个公式时应注意哪些问题? ..... | 152 |
| 三、例题分析 .....                                                                                                | 154 |
| 四、练习题 .....                                                                                                 | 164 |
| 五、自测题 .....                                                                                                 | 173 |

## 第五章 交流电

|                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------|-----|
| 一、本章要点 .....                                                        | 179 |
| 二、问与答 .....                                                         | 179 |
| 1. 什么叫交流电? 交流电、直流电与稳恒电流有何区别? .....                                  | 179 |
| 2. 什么是正弦交流电? .....                                                  | 180 |
| 3. 描述交流电特征的物理量主要是频率、最大值、有效值吗? ...                                   | 180 |
| 4. 交流电通过导体时,自由电荷将怎样运动? .....                                        | 182 |
| *5. 为什么稳恒电流通过线圈时受到的阻碍作用较小,而交流电通过线圈时所受阻碍作用很大呢? .....                 | 182 |
| *6. 低频扼流圈和高频扼流圈在电路中的作用有何不同? .....                                   | 183 |
| 7. 电容器的两板间是电介质,交流电是怎样通过的呢? .....                                    | 183 |
| *8. 什么是容抗? 容抗是怎样产生的? .....                                          | 183 |
| 9. 在通常情况下,变压器的原线圈和副线圈是彼此绝缘的,副线圈怎么会有电能输出呢? .....                     | 183 |
| 10. 在变压器副线圈回路中负载加大时,为什么原线圈中的电流会增大? .....                            | 184 |
| 11. 接到车间的电源线是四根? 为什么既能获得动力用的 380 伏的电压,又可以获得照明用的 220 伏的电压呢? .....    | 184 |
| 12. 如何记忆三相交流电路中的相电压和线电压、相电流和线电流之间的关系? .....                         | 185 |
| 13. 在三相交流电路的中性线上为什么不能安装保险丝? .....                                   | 186 |
| 14. 在理想变压器中, $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$ 公式在任何情况下都能应用吗? ... | 188 |
| 三、例题分析 .....                                                        | 189 |



|             |     |
|-------------|-----|
| 四、练习题 ..... | 198 |
| 五、自测题 ..... | 201 |

## 第六章 电磁振荡和电磁波

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| 一、本章要点 .....                                                       | 205 |
| 二、问与答 .....                                                        | 205 |
| 1. 由 $LC$ 回路产生的电磁振荡与机械振动有何相似之处? .....                              | 205 |
| 2. $LC$ 振荡电路的周期由哪些因素决定? .....                                      | 206 |
| 3. “变化的电场产生变化的磁场,变化的磁场产生变化的电场”,<br>这种说法对吗? .....                   | 206 |
| 4. 电磁场是不是电场和磁场的总称? .....                                           | 206 |
| 5. 为什么广播发射台和无线对讲机要有发射天线? .....                                     | 207 |
| 6. 为什么收音机的中波波段电台很稳定,但较远地区的电台<br>很难收到,而短波波段收到的电台很多、很远,但一般不太稳定呢? ... | 207 |
| 7. 为什么转动收音机调谐旋钮可以达到选台的目的? .....                                    | 207 |
| 8. 无线电广播的超短波、短波及中波的频率远大于人的听觉<br>频率范围。那么,我们怎样听到声音信号呢? .....         | 208 |
| 三、例题分析 .....                                                       | 208 |
| 四、练习题 .....                                                        | 210 |
| 五、自测题 .....                                                        | 212 |

## 第七章 电子技术初步知识

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 一、本章要点 .....                    | 218 |
| 二、问与答 .....                     | 218 |
| 1. 怎样用万用电表判断晶体二极管的正、负极? .....   | 218 |
| *2. 怎样用万用电表判定晶体三极管的类型和管脚? ..... | 219 |
| 三、例题分析 .....                    | 219 |
| 四、自测题 .....                     | 223 |

## 第八章 光的反射和折射

|              |     |
|--------------|-----|
| 一、本章要点 ..... | 230 |
| 二、问与答 .....  | 230 |

|                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. 你知道“光”和“光线”两个概念的区别吗? .....                                               | 231 |
| 2. 你能解释日全食、日偏食和日环食的成因吗? .....                                               | 232 |
| 3. 小孔成像为什么是一个倒像? .....                                                      | 233 |
| 4. 汽车驾驶室旁的镜子为什么采用凸面镜而不用平面镜? .....                                           | 233 |
| 5. 黑板为什么会反光? 反光时为什么看不清上面的字? 怎样才能使黑板不反光? .....                               | 234 |
| 6. 用鱼叉叉鱼时,把叉对准所看到的鱼,能叉到鱼吗? .....                                            | 235 |
| 7. 实像和虚像有什么区别? .....                                                        | 235 |
| 8. 在已知媒质折射率和入射角的情况下,能否用直尺和圆规画出折射光线? .....                                   | 236 |
| 9. 当热空气在散热器上面上升时,在气流后面的墙看起来有些闪动,这是什么原因? .....                               | 237 |
| 10. 把两块手表面壳粘在一起,做成一个双凸空气透镜,将这个透镜放入水中,若有一束平行光线沿主轴射来,经它折射后,那么光线是会聚还是发散? ..... | 238 |
| 11. 烛焰通过凸透镜在光屏上得一实像,若将凸透镜中部用不透光的纸遮住,那么光屏上的像将怎样改变? .....                     | 239 |
| 三、例题分析 .....                                                                | 240 |
| 四、练习题 .....                                                                 | 249 |
| 五、自测题 .....                                                                 | 253 |

## 第九章 光的本性

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| 一、本章要点 .....                           | 259 |
| 二、问与答 .....                            | 259 |
| 1. 什么是光的色散现象? .....                    | 260 |
| 2. 怎样用波动理论去解释色散现象? .....               | 261 |
| 3. 什么是光的干涉现象? 怎样才能产生稳定的干涉现象? .....     | 263 |
| 4. 双缝干涉图样有哪些特点? .....                  | 264 |
| 5. 肥皂泡刚吹出来时透明无色,后来变得绚丽多彩,这是什么缘故? ..... | 265 |
| 6. 什么是光的衍射现象? 怎样才能观察到明显的光的衍射现象? .....  |     |

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| 象? .....                                              | 266 |
| 7. 单缝衍射图样和双缝干涉条纹有哪些不同? 它们的彩色条纹与棱镜色散的彩色光带又有什么区别? ..... | 267 |
| 8. 在可见光波范围外还有大量的不可见的光线, 它们的特性如何? 各是怎样产生的? .....       | 268 |
| 9. 什么叫做光电效应? 光电效应的实验规律包括哪些内容? ...                     | 269 |
| 10. 你知道“研究光电效应实验装置”的设计思想吗? .....                      | 272 |
| 11. 光电效应的规律与经典的波动理论的矛盾是什么? 怎样用光子说解释光电效应现象? .....      | 274 |
| 12. 光电子的最大初动能与照射光频率的函数图象有何物理意义? .....                 | 276 |
| 三、例题分析 .....                                          | 277 |
| 四、练习题 .....                                           | 286 |
| 五、自测题 .....                                           | 291 |

## 第十章 原子和原子核

|                                                     |     |
|-----------------------------------------------------|-----|
| 一、本章要点 .....                                        | 296 |
| 二、问与答 .....                                         | 296 |
| 1. 哪些发现说明了原子是可分割的? .....                            | 296 |
| 2. 由 $\alpha$ 粒子散射实验可得到哪些结果? 这些实验结果说明了几个什么问题? ..... | 297 |
| 3. 怎样从 $\alpha$ 粒子散射实验的数据估算出原子核的大小? .....           | 297 |
| 4. 氢光谱规律是怎样的? 研究氢原子光谱的规律有何重要意义? .....               | 298 |
| 5. 核式结构学说与经典电磁理论的矛盾是什么? .....                       | 299 |
| 6. 玻尔理论的主要内容是什么? 它怎样解释氢光谱的规律? ...                   | 300 |
| 7. 放射性元素放出的三种射线是什么? 它们各有什么性质? ...                   | 303 |
| 8. 什么叫衰变? 放射性元素衰变的规律是怎样的? .....                     | 304 |
| 9. 如何写核反应方程? .....                                  | 304 |
| 10. 什么叫放射性元素的半衰期? 它与哪些因素有关? .....                   | 306 |
| 11. 在云室拍摄的用 $\alpha$ 粒子轰击氮核打出质子的核反应的照片              |     |

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| 上,怎样知道细而长的径迹是质子产生的?粗而短的径迹是反冲氧核产生的? ..... | 306 |
|------------------------------------------|-----|

|                                                            |     |
|------------------------------------------------------------|-----|
| *12. 什么叫原子核的结合能?如何计算原子核的结合能?为什么说平均结合能的大小反映了原子核的稳定程度? ..... | 306 |
|------------------------------------------------------------|-----|

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| *13. 你能正确解释核子的平均结合能曲线形状吗? ..... | 308 |
|---------------------------------|-----|

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 14. 为什么裂变和聚变都能释放出巨大的能量? ..... | 309 |
|-------------------------------|-----|

|              |     |
|--------------|-----|
| 三、例题分析 ..... | 311 |
|--------------|-----|

|             |     |
|-------------|-----|
| 四、练习题 ..... | 316 |
|-------------|-----|

|             |     |
|-------------|-----|
| 五、自测题 ..... | 320 |
|-------------|-----|

## 第十一章 综合题

|             |     |
|-------------|-----|
| 电学综合题 ..... | 324 |
|-------------|-----|

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 光、原子、原子核综合题 ..... | 330 |
|-------------------|-----|

|                |     |
|----------------|-----|
| 综合检测题(一) ..... | 334 |
|----------------|-----|

|                |     |
|----------------|-----|
| 综合检测题(二) ..... | 342 |
|----------------|-----|

|                |     |
|----------------|-----|
| 综合检测题(三) ..... | 351 |
|----------------|-----|

|                |     |
|----------------|-----|
| 综合检测题(四) ..... | 364 |
|----------------|-----|

|                |     |
|----------------|-----|
| 综合检测题(五) ..... | 372 |
|----------------|-----|

## 第十二章 练习题、自测题、综合题答案

# 第一章 电 场

## 一、本章要点

电场是学习电学的基础,也是系统学习电磁学的重要基础,故本章是重点章节.由于“场”的概念比较抽象,因而也是难点之一.

1. 掌握电荷守恒定律和库仑定律,并能应用它们来解释有关静电的基本现象,计算点电荷之间的相互作用力.

2. 了解电场的概念,理解电场强度和电力线的概念,掌握电场强度的定义、单位和匀强电场的特征. 了解电场的叠加,会计算同一直线上的两个电场强度的叠加.

3. 理解导体处于静电平衡状态的特征及其在实际中的应用.

4. 了解电场力做功的特征,理解电势能、电势、电势差的概念. 掌握电势的定义、单位和匀强电场中电势差和电场强度的关系. 了解等势面的意义. 能够分析和计算电场中移动电荷做功跟电势能、电势差的关系.

5. 掌握带电粒子和带电体在匀强电场中运动的规律,能够解答有关加速、偏转和平衡等方面的问题.

6. 理解电容器的电容概念,掌握平行板电容器电容大小的决定因素.

## 二、问与答

1. 同种物质相互摩擦,是否也具有吸引轻小物体的本领?

在静电实验中,用绸子摩擦玻璃棒,玻璃棒能吸引轻小物体,我们说玻璃棒上带上了电荷. 如果用两根玻璃棒相互摩擦,实验事实告诉我们,两根玻璃棒都不能吸引轻小物体,这表明它们都没有带上电荷. 产生这一实验现象的原因,能够根据物质具有电结构的属性和电荷守恒定律来加以解释. 在摩擦之前,每根玻璃棒上各自具有的质子总数和电子总数是相等的,由于每个质子和每个电子所带的电量是等量的异号电荷,从总体上看,各自正、负电荷的代数和为零,故它们都处于电中性状态. 由于摩擦这一外来作用,使得双方都有一些电子获得足够的动能,能够克服原子核对它的吸引力的束缚并跑到对方去,但是两种物质相同,外来的作用也相同,因此彼此向对方转移的电子的数目也就应该是相同的,这就使得双方在这场电子争夺战中势均力敌,不分胜负,各自所具有的电子总数没有发生变化,因而它们的正、负电荷的代数和仍保持守恒,即对外都不呈现出电现象,所以也就不能吸引其它轻小物体. 实验和理论都告诉我们,只要是同种物质,无论怎样进行摩擦,都不可能使它们带上电荷,因而也就没有吸引轻小物体的本领.

## 2. 静电力和万有引力有何不同?

异种电荷互相吸引,同种电荷互相排斥. 两物体之间互相吸引,库仑和牛顿分别研究了上述现象之一,从而总结出了静电的库仑定律和牛顿的万有引力定律,把它们写成公式为

$$F_{\text{电}} = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

$$F_{\text{引}} = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

为了区别上述两种力的异同,现将两定律作如下比较.

(1)静电力和万有引力都不是通过直接接触而引起的,而是通过各自“场”的作用才发生的. 例如,电荷和电荷之间,地球和

它表面的物体之间的相互作用,前者是通过电场,而后者是通过重力场才发生相互作用的.近代物理证实,场是物质的一种形态,所以上述两种力,同样遵循力的定义和牛顿第三定律.

(2)由公式可见,两力的大小都与各自距离的平方成反比,而又分别与两电荷的电量乘积或两物体质量的乘积成正比.但电量和质量是两个性质完全不同的物理量,电量有正、负的意义,它是用来表示电荷的性质的,因而静电力也有正、负,当力为正,表示为斥力,指的是同种电荷发生相互作用;当力为负,表示为吸引力,是指异种电荷发生相互作用.所以静电力的正和负,不能用来代表力的方向.质量是用来表示物体中含有物质的多少,是物体惯性大小的量度,故质量没有正、负的意义,均取正值.所以万有引力没有正、负之分,都取正值,是指两物体之间的吸引力.

(3)库仑定律只适用于点电荷之间的相互作用,若两带电体本身的大小与它们之间的距离相比可略去不计时,上面的计算公式仍能成立.对于电荷均匀分布的带电球体,理论上可以证明在计算它和别的带电体的相互作用时,可认为它的电荷集中在球心上,上式仍可适用.万有引力定律只适用于两质点间的相互作用,若两物体本身的大小与它们之间的距离相比可略去不计时,上面的计算公式仍适用.对于密度均匀的球体,在计算时可认为它的质量集中在球心上,因此在研究天体之间的相互作用时,万有引力定律显得更为重要.

(4)凡是带电体,都有质量,因此它们之间的相互作用,除了静电力外,还存在着万有引力的作用,但在一般情况下,万有引力远比静电力小得多,所以在实际计算中,万有引力可略去不计.

3. 能根据电场强度公式  $E = \frac{F}{q}$ , 认为电场强度跟检验电荷所受到的电场力成正比, 跟它所带的电量成反比吗?

在电场的学习中, 持上述说法的人, 为数不少, 其实上面的论点是错误的, 产生错误的原因, 是用纯数学的观点来解释电场强度的定义公式  $E = \frac{F}{q}$ , 从而否定了定义公式的物理意义. 我们知道, 电场强度  $E$  是描述电场中某一点的力的性质的物理量. 为了认识电场中某一点的力的性质, 我们假定在该点放上一个检验电荷  $q$ , 探测电场对该检验电荷的电场力. 实验证明, 检验电荷受到的电场力的大小跟检验电荷的电量成正比, 其比值  $E = \frac{F}{q}$  在该点是一个不变量, 也就是说比值  $E = \frac{F}{q}$  跟检验电荷无关, 而是反映该点电场的力的性质的物理量. 在电场中不同的点, 比值  $E = \frac{F}{q}$  一般不同, 其比值的大小等于单位电荷在该点所受电场力的大小. 在比值大的地方, 表明该点电场强; 在比值小的地方, 表明该点电场弱. 因此我们可以用  $E = \frac{F}{q}$  来描述电场的力的性质, 我们把这个物理量称之为电场强度. 由此可见, 电场强度  $E$  是由电场本身决定的一个物理量, 跟检验电荷无关, 它的大小由单位电荷放在该点所受到的电场力的大小来量度. 即使不放检验电荷  $q$ , 该点的电场强度也仍然存在, 因而也就谈不上什么正比、反比的问题了. 在物理学中用比值来定义一个物理量是常见的, 例如, 物体的密度、重力场强度、导体的电阻等等, 它们的恒定比值是反映物体或场的性质的, 因此对这些定义公式, 同样不能用纯数学的观点来理解.

4. 电场中场强  $E = \frac{F}{q}$  和  $E = K \frac{Q}{r^2}$  这两个公式的含意有何不同?



上面两个公式,虽然都是用来表示电场强度的,但它们的意义和适用范围是有区别的. 公式  $E = \frac{F}{q}$  是电场强度的定义式,它适用于任何电场的计算. 无论是点电荷产生的电场,还是带电体产生的电场,无论是匀强电场还是非匀强电场都可适用. 而公式  $E = K \frac{Q}{r^2}$  是点电荷在真空中产生电场的计算公式,它是由电场强度的定义式  $E = \frac{F}{q}$  和真空中点电荷的相互作用的库仑定律  $F = K \frac{qQ}{r^2}$  推导出来的,因此,只适用于点电荷在真空中产生电场的计算. 由点电荷场强公式  $E = k \frac{Q}{r^2}$  可知,当  $r$  不变时,则  $E \propto Q$ ,这表明该点的电场强度与形成电场的电量成正比,即在不同电荷形成的电场中,即使位置不变,但场强是不同的. 当  $Q$  不变时,则  $E \propto \frac{1}{r^2}$ ,这表明电场中任一点的电场强度,跟该点到  $Q$  的距离平方成反比. 当  $r \rightarrow \infty$  时,则  $E \rightarrow 0$ ,由此可见一个点电荷  $Q$  形成的电场可以扩展到无穷远处,这就是我们把无穷远处的场强定为零的理论依据. 根据以上分析,可知  $Q$ 、 $r$  是点电荷  $Q$  形成的电场的场强的决定因素,当  $Q$ 、 $r$  一定,则该位置的场强已被完全确定,检验电荷  $q$  放与不放在该点,都不会影响该点的电场强度. 公式  $E = k \frac{Q}{r^2}$  不能用于匀强电场. 和电场相似,在重力场中,重力场强度  $g = \frac{F}{m}$  和  $g = G \frac{M}{r^2}$  这两个公式,也不能相同看待,前者是重力场强度的定义公式;后者是重力场中任一位置的重力场强度的计算公式. 所以在重力场中,各点的位置不同,重力场强度  $g$  是不相同的. 但在实际中,我们又把离开地球表面处不远的各点的重力加速度看做是相同的,其原因何在,读者可自行分析.

5. 电力线就是带电粒子在电场中运动的轨迹吗?