

WEISHEN

MEICUO

为什么错

高二物理习题错解评析

李本伟 等 编写



湖 北
教育出版社

为什么错

——高二物理习题错解评析

李本伟 许定璜 梁继鲁 编

(鄂)新登字 02 号

图书在版编目(CIP)数据

为什么错:高二物理习题错解评析/李杰伟等编著. —
武汉:湖北教育出版社,1998

(为什么错)

ISBN 7-5351-2301-1

I. 为… II. 李… III. 物理课-高中-教学参考资料
IV. G633.74

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 13709 号

出 版 :湖北教育出版社
发 行 :

汉口解放大道新育村 33 号
邮编:430022 电话:85830435

经 销:新 华 书 店

印 刷:鄂南新华印刷厂 (437000·咸宁市淦河大道 145 号)

开 本:787mm×1092mm 1/32 13 印张

版 次:1998 年 8 月第 1 版 1998 年 8 月第 1 次印刷

字 数:298 千字 印数:1—3 000

ISBN 7-5351-2303 1/G·1882

定价:11.50 元

如印刷、装订影响阅读,直接与承印厂调换

前 言

在中学数理化各科教学实践中，解答习题，错误常难避免，发生错误和改正错误贯穿于整个教学过程。为什么错？错在哪里？如何解决这一问题？这就需要我们找出产生错误的原因，研究纠正和避免错误的方法，从而吸取有益的教训，加深基础知识的理解，提高分析问题和解决问题的能力。基于以上目的，我们编写了这套《为什么错》丛书。

本套丛书高中部分根据现行数理化各科教材和新的教学大纲进行编写，按学科分为高一、高二两册，考虑到高三年级在教学中实际上都转入了复习应考阶段，所以各学科高三的主要内容我们都提前到高二分册中进行了讲解，本册为高二分册，请读者们在使用中特别注意。

本书的编写特色是，对每道例题以错解、剖析、正确解答三个层次进行编写。其中错解多收集于日常教学中学生的作业或答卷，颇具典型性和代表性；对错解的剖析，既指明错误，又找出产生错误的原因，极具对症性；其正确解答，对照错解，正误鲜明，具有批判性。在每章之后，还配备有一定数量的练习题，书末附有全部练习题的正确答案或提示。

当你读完这本书后，一定会有所启发，有所收获，在学习——研究——理解——实践诸方面更上一层楼。

由于时间和水平所限，书中错误难免，敬请读者指正。

编 者

目 录

第一章	电场	(1)
第二章	恒定电流	(48)
第三章	磁场	(88)
第四章	电磁感应	(150)
第五章	交变电流	(215)
第六章	电磁振荡和电磁波	(239)
第七章	光的反射和折射	(257)
第八章	光的本性	(303)
第九章	原子和原子核	(335)
综合练习 (一)		(369)
综合练习 (二)		(378)
参考答案		(388)

第一章 电 场

一、基本内容

(一) 两种电荷 电荷守恒

1. 自然界的电荷只有正电荷和负电荷两种。同种电荷互相排斥，异种电荷互相吸引。

2. 电荷守恒定律：电荷既不能创造，也不能被消灭，它们只能从一个物体转移到另一个物体，或者从物体的一部分转移到另一部分。

(二) 库仑定律

1. 真空中库仑定律的内容是：在真空中两个点电荷间的作用力跟它们的电量的乘积成正比，跟它们间的距离的平方成反比，作用力的方向在它们的连线上。

2. 公式：
$$F = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

式中 Q_1 、 Q_2 表示两个点电荷的电量， r 表示它们间的距离， F 表示库仑力——两点电荷间的作用力，而 K 是静电力常量，其值为 9.0×10^9 牛·米²/库² ($\text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$)。

此公式的适用条件是：真空中两个点电荷间的相互作用。

(三) 电场强度

1. 电场强度是描述电场本身的力的特性的物理量。其定义式为

$$E = \frac{F}{q}$$

2. 在点电荷 Q 形成的电场中, 距 Q 为 r 的某点的电场强度 E 的大小也可用下式计算:

$$E = \frac{KQ}{r^2}$$

K 为静电力常量。

3. 电场强度的单位是牛/库 (N/C)。

4. 电场强度是矢量。规定电场中某点的场强方向跟正电荷在该点所受电场力的方向相同。

(四) 电势 电势差

1. 电势是描述电场本身的能的特性的物理量。

2. 电场中某点的电势在数值上等于单位正电荷由该点移动到标准位置 (零电势点) 时, 电场力所做的功。

3. 电势差 (电压)

(1) 定义: 电荷在电场中两点间移动时, 电场力所做的功跟电荷电量的比值, 叫做这两点间的电势差。

或者也可以说, 电势差就是两点电势之差。

(2) 公式: $U = \frac{W}{q}$

(3) 电势、电势差的单位都是伏 (V)。

4. 电势与电势差都是标量。电场中某点电势的大小与电势零点的选取有关, 但是两点间的电势差却与电势零点的选取无关。因此在实际研究中, 人们更关心的是电势差。

(五) 电场力做功与电势能

(1) 电荷在电场中确定的两点间移动时, 电场力做的功为

$$W = qU$$

式中 q 是电量, U 是两点间的电势差。

在电场中移动电荷时, 电场力做的功与路径无关。而且, 公式 $W = qU$ 不仅适用于匀强电场, 也适用于非匀强电场。

(2) 电场中的电荷具有的势能叫做电势能。

电场力做功的过程，就是电荷电势能变化的过程。电场力做正功时，电荷电势能减小；克服电场力做功时（电场力做负功时），电荷电势能增加。并且，电场力做了多少功，电荷电势能就变化多少。

(六) 电势差与电场强度的关系

在匀强电场中，沿场强方向的两点间的电势差等于场强和这两点间距离的乘积，即

$$U = Ed$$

上式也可写成

$$E = \frac{U}{d}$$

在匀强电场中可以用此式计算电场强度，由此式还可得到场强的另一个单位：伏/米（V/m）。

(七) 电场线与等势面

电场线和等势面是人们形象地描述电场而引入的，它不是电场中实际存在的线和面。

1. 电场线的特点

- (1) 电场线上某点的切线方向就是该点电场强度的方向；
- (2) 电场线的疏密表示电场强度的大小；
- (3) 静电场的电场线起于正电荷，止于负电荷；
- (4) 任意两条电场线都不相交；
- (5) 沿着电场线的方向电势逐渐降低。

2. 等势面的特点

- (1) 沿着等势面移动电荷时，电场力不做功；
- (2) 等势面与电场线垂直，不同等势面的电势沿电场线的方向逐渐降低；

(3) 如果选取任何相邻的两个等势面之间的电势差都相等，那么，等势面愈密处场强愈大，等势面愈疏处场强愈小；

(4) 任意两个等势面都不相交。

(八) 静电场中的导体

1. 导体的基本特征是导体内部有大量可以移动的自由电荷。如果把导体放在电场中，在电场力作用下，自由电荷发生定向移动而重新分布，这种现象叫静电感应现象。

2. 静电平衡状态：电场中的导体或本身带电的绝缘导体，其内部自由电荷的定向移动停止时所处的状态。

3. 处于静电平衡状态的导体有以下特征

(1) 导体内部的场强处处为零。

(2) 导体是等势体，导体表面是等势面。

(3) 导体表面上任何一点场强方向跟导体表面垂直。

(4) 净电荷只分布在导体的外表面上，导体内部没有净电荷。

(九) 电容器电容

1. 电容器电容

(1) 定义：电容器所带的电量与两极间电势差之比叫做电容。

(2) 公式： $C = \frac{Q}{U}$

式中 Q 、 U 和 C 分别表示电容器所带的电量、两极间的电势差和电容器的电容。

(3) 单位：法拉 (F)。

$$1\text{F} = 1\text{C/V},$$

$$1\text{F} = 10^6 \mu\text{F} = 10^{12} \text{PF}$$

2. 平行板电容器的电容，跟介电常量成正比，跟正对面积

成正比，跟极板的距离成反比。

二、易出现的错误

1. 在接触起电的问题中，不会确定接触后导体所带电荷的多少。

2. 在两点电荷的电量 q 与电荷间距离 r 发生变化时，不会用库仑定律来确定电荷相互作用力的变化情况。

3. 对电场强度 E 的矢量性往往忽略，不能用矢量叠加的平行四边形法则求出合场强。

4. 对场强与电势两个概念理解不清，以为电场中某点场强为零、电势也为零有必然联系。

5. 对电场力做功的公式 $W=qU$ 不会应用，有时把公式中的电势差 U 误认为是电场中某点的电势。

6. 对电势差与场强公式 $U=Ed$ 中的 d ，往往认为就是所研究的两点间的距离。

7. 不善于借助电场线解题。有时看见一根直的电场线就以所表示的电场就是匀强电场。

8. 对静电感应的问题感到无从下手。

9. 综合运用电学、力学知识解决带电粒子在电场中做曲线运动的问题感到困难，不清楚运动图景。

10. 不会解答有关图像的问题。

11. 对“电场中等势线的描绘”实验的原理不能正确理解，不知道怎么画图。

三、例题与评析

【例1】 绝缘细线上端固定，下端悬挂一个轻质小球 a ， a 的表面镀有铝膜。在 a 近旁有一绝缘金属球 b 。开始时， a 、 b 都

不带电，如图 1—1 所示。现使 b 带电，则（ ）。

- A. b 将吸引 a ，吸住后不放开
- B. b 先吸引 a ，接触后又把 a 排斥开
- C. a 、 b 之间不发生相互作用
- D. b 立即把 a 排斥开

错误解答 A 或 C

评析 将不带电的表面镀有铝膜的轻质小球 a 放在带电的绝缘金属球 b 的旁边，由于静电感应，图中 a 球的左边将出现与 b 球所带电

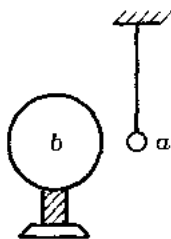


图 1—1

荷异种的电荷，于是 b 球将吸引小球 a 。当小球 a 被 b 球吸引两球发生接触时， b 球上的电荷将在两球上重新分布， a 球带上与 b 球同种的电荷。由于同种电荷互相排斥， b 球将把小球 a 排斥开。由以上分析可知，选项 B 正确。

如果误选了 A 项，可能是没有注意到小球 a 镀有铝膜，当两球接触后会有部分电荷由 b 球分配到 a 球上。如果误选了 C 项，则可能是没有考虑到静电感应现象，以为既然 a 球没有带电， a 、 b 两球间就不会有吸引或排斥作用。

正确答案 B

【例 2】 两个相同的金属小球，带电量之比为 $1:7$ ，相距为 r 。两球相互接触后再放回原来的位置上，则它们之间的库仑力可能为原来的（ ）。

- A. $\frac{4}{7}$
- B. $\frac{3}{7}$
- C. $\frac{9}{7}$
- D. $\frac{16}{7}$

错误解答 A 或 B

评析 两个完全相同的带电金属小球相互接触后，其所带电荷将重新分配，重新分配的原则是：两小球所带电量的代数和除以 2，即为每个小球所带的电量。也就是说，每个小球带有

同种等量的电荷。本题中两个相同的金属小球，如果带同种电荷，则可设原来分别带电 q 和 $7q$ ，接触分别带电 $4q$ 和 $4q$ ，于是原来两带电小球间的库仑力为 $K \frac{7q^2}{r^2}$ ，后来它们间的库仑力为 $K \frac{16q^2}{r^2}$ ，是原来的 $\frac{16}{7}$ 。

误选 A 项，可能是以为库仑力是与一个带电小球的电量成正比。如果本题中的两个金属小球带异种电荷，设为 $-q$ 和 $7q$ ，则接触后两球带电都是 $3q$ 。原来两带电小球间的库仑力大小为 $K \frac{7q^2}{r^2}$ ，后来它们间的库仑力大小为 $K \frac{9q^2}{r^2}$ ，是原来的 $\frac{9}{7}$ 。

误选 B 项，显然是在运用库仑定律时出了偏差。

根据以上分析，本题应选择 C 项和 D 项。

正确解答 C、D

【例 3】 两个相同的金属小球，分别带电后相距较远时的静电力大小为 F 。若将两球接触后再分开，并放回原处时，它们之间的静电力仍为 F ，则这两个金属球原来所带的电荷（ ）。

- A. 一定是等量的同种电荷
- B. 不可能是不等量的同种电荷
- C. 可能是不等量的异种电荷
- D. 不可能是异种电荷

错误解答 A、D

评析 本题中，两球接触后放回原处，静电力不变，由库仑定律 $F = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ 分析， K 是常量， r 不变，于是可以推断 F 不变，一定是 $Q_1 Q_2$ 不变。若是不等量的同种电荷 $Q_1 \neq Q_2$ ，则两球接触后各自带的电量都变为 $\frac{Q_1 + Q_2}{2}$ 。显然， $\frac{Q_1 + Q_2}{2} \cdot \frac{Q_1 + Q_2}{2} \neq Q_1 Q_2$ ，即选项 B 正确。若是等量的同种电荷， $Q_1 = Q_2$ ，则两球

接触后所带电量不变，放回原处时静电力亦不变。但是，满足题目要求的，是否“一定是等量的同种电荷”呢？

设想两金属球原来带异种电荷， Q_1 为正电荷， Q_2 为负电荷，且 Q_1 的量值大于 Q_2 的量值。两球接触后，各自所带电量均变为 $\frac{Q_1 - Q_2}{2}$ 。两球放回原处后，其间静电力大小为 $K \left(\frac{Q_1 - Q_2}{2} \right)^2 / r^2$ ，原来两球间静电力大小为 $F = \frac{K Q_1 Q_2}{r^2}$ 。如果静电力大小能够保持不变，则要求方程 $Q_1 Q_2 = \left(\frac{Q_1 - Q_2}{2} \right)^2$ 有解。由数学演算知，该方程有实数解，也就是说不等量的异种电荷有可能满足题意。这样，A 选项就不正确了，自然，D 选项也被否定。

正确答案 B、C

【例 4】 A、B、C 是 3 个完全相同且带有绝缘棒的金属小球，已知其中一个球带电。如果让 A 球先后与 B、C 球相接触，再把 A、C 球放在距离为 R 的两位置上，测得 A、C 球之间的库仑力为 F_1 ；接着设法让三个球恢复初始状态，然后让球 C 先后与 B、A 球接触，再把 A、C 球放在相距为 R 的位置上，此时，A、C 球之间的库仑力仅为 $F_1/4$ ，由此可以判定原先带电的是__球。

错误解答 A 或 B

评析 对于此类接触起电的问题，除注意运用例 2 提出的电荷分配原则外，还要注意三球接触的先后顺序。

设 A 球原先带电 q 。A 球接触 B 球，两球各带电 $\frac{q}{2}$ ，A 球再接触 C 球，A、C 两球各带电 $\frac{q}{4}$ ，这时 A、C 两球相距 R 时其间的库仑力为 $F_1 = K \cdot \frac{q}{4} \cdot \frac{q}{4} / R^2$ 。若是 C 球先接触 B 球，两

球均不带电，C球再接触A球，C、A两球各带电 $\frac{q}{2}$ ，这时A、C两球相距R时其间的库仑力为 $F_2 = K \cdot \frac{q}{2} \cdot \frac{q}{2} / R^2 = 4F_1$ 。可见，设A球原先带电不合题意。

设B球原先带电q。A球先后接触B、C球，或者C球先后接触B、A球，A、C球均带电 $\frac{q}{4}$ ，因此，在两种情况中A、C两球相距R时的库仑力是一样大的。可见，设B球原先带电也不符合题意。

设C球原先带电q。A球接触B球，两球均不带电，A球再接触C球，A、C两球各带电 $\frac{q}{2}$ 。这时A、C两球相距R，其间的库仑力 $F_1 = K \cdot \frac{q}{2} \cdot \frac{q}{2} / R^2$ 。若是C球先接触B球，C、B两球各带电 $\frac{q}{2}$ 。C球再接触A球，C、A两球各带电 $\frac{q}{4}$ 。使A、C两球相距R，两球间的库仑力为 $F_2 = K \cdot \frac{q}{4} \cdot \frac{q}{4} / R^2 = F_1/4$ 。由此可以判定原先带电的是C球。

正确解答 C

【例5】 电场中有一点P，下列说法正确的是（ ）。

- A. 若放在P点的电荷的电量减半，则P点的场强减半
- B. 若P点未放检验电荷，则P点的场强为零
- C. P点的场强越大，则同一电荷在P点受到的电场力越大
- D. P点的场强方向为检验电荷在该点的受力方向

错误解答 A或B或D

评析 为了知道电场中某点的电场强度，我们可以把一个检验电荷放于该点，根据电场强度的定义，该电荷受到的电场力F与自身的电量q的比值 $\frac{F}{q}$ 就是该点的场强大小，反映了该

点电场的强弱。尽管我们用比值 $\frac{F}{q}$ 确定了某点的场强，但这并不表示电场中某点的电场强度与 F 成正比，与 q 成反比，也不表示某点不放 q ，该点就没有场强。实际上，电场中某点的场强是由电场本身决定的，也就是说，一旦电场确定了，电场中某点的场强也就确定了，这一点放不放电荷，这一点放什么电荷，都不改变这一点的场强。因此，A、B 选项是错误的。

由 $E = \frac{F}{q}$ ，得 $F = qE$ 。当 q 一定时， E 越大， F 就越大。所以，选项 C 是正确的。

电场中某点的场强方向规定为正电荷在该点时受到的电场力的方向，负电荷在该点受到的电场力方向与该点场强方向相反。D 选项中的检验电荷可以是正电荷也可以是负电荷，若是负电荷，则 D 中说法不对。所以，D 选项错。

正确解答 C

【例 6】 如图 1-2 所示，半径为 r 的硬橡胶圆环，其上带有均匀分布的负电荷，单位长度的电量为 q ，其圆心 O 处的合场强为零。现截去圆环顶部一小段 AB ， $AB = L$ ($L \ll r$)，则关于剩余部分在圆心 O 处产生的场强，下列说法中正确的是 ()。

- A. O 处场强方向竖直向下
- B. O 处场强方向竖直向上
- C. O 处场强大小为 KLq/r^2
- D. O 处场强大小为 $Kq(2\pi r - L)/r^2$

错误解答 B、D

评析 带电圆环上一小段 $AB = L$ ， $L \ll r$ ，故

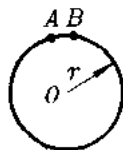


图 1-2

AB 段可视为点电荷，而整个圆环就由很多个这样的点电荷构成。 AB 段过圆心 O 在环上有一个对称部分 $A'B'$ 段，其他各小

段也可以在环上找到其对称部分。由于 AB 与 $A'B'$ 段带同种电荷，电量相等，因此这两个点电荷在圆心 O 产生的场强大小相等、方向相反，即合场强为零。环上其他各对称段在圆心 O 的合场强均为零。这就是题中所说的带电圆环圆心 O 处合场强为零的原因。当截去 AB 段后， $A'B'$ 段在 O 处的场强不能被抵消，于是，此时圆心 O 处的合场强不再为零，而是 $A'B'$ 段在 O 的场强。因为圆环上均匀分布的是负电荷，所以 $A'B'$ 段在 O 处的场强方向应竖直向下，而不是竖直向上。可见，选项 A 正确，选项 B 错误。

已知圆环单位长度的电量为 q ， $A'B' = AB = L$ ，故 $A'B'$ 段带电量为 Lq ，根据点电荷场强公式 $E = \frac{KQ}{r^2}$ ，可得 $A'B'$ 段在 O 处的场强为 $K \frac{Lq}{r^2}$ ，选项 C 正确。

正确解答 A、C

【例 7】 在图 1—3 所示的情况里， a 、 b 两点的电势相等，电场强度也相等的是（ ）。

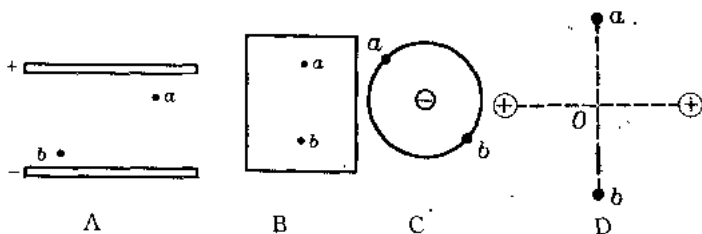


图 1—3

- A. 平行板电容器带电时，极板间除边缘附近外的任意两点 a 、 b
- B. 静电场中达到静电平衡的导体内任意两点 a 、 b
- C. 与点电荷等距的任意两点 a 、 b

D. 两个等量同种电荷,在其连线的中垂线上,与连线中点 O 等距的两点 a 、 b

错误解答 A 或 C 或 D

评析 电场强度与电势是两个不同的物理量,前者是描述电场力的特性的物理量,后者是描述电场能的特性的物理量,两者之间没有必然的数量联系。

在 A 中,平行板电容器内是匀强电场, a 、 b 两点场强相等,但 a 点电势高于 b 点电势,故 A 不满足题目要求。

在 C 中, a 、 b 两点与负点电荷距离相等,故 a 、 b 两点电势相等,且负点电荷在 a 、 b 产生的场强大小也相等。但场强是矢量,负点电荷在 a 、 b 的场强方向不同,故 a 、 b 两点的场强不相等,选项 C 错。

D 中情况与 C 中相似, a 、 b 两点电势相等,场强大小也一样,但 a 、 b 两点场强方向不同,一个向上,一个向下,所以 a 、 b 两点场强不相等,选项 D 错。

至于 B,因为导体处在静电平衡状态,所以导体内部处处场强为零, a 、 b 两点场强自然相等。又,处于静电平衡状态的导体是个等势体,导体上各点电势相等, a 、 b 两点电势自然相等。因此, B 符合题目要求。

正确解答 B

【例 8】 对于点电荷的电场,我们取无限远处作零电势点,无限远处电场强度也为零,那么是否可以认为在任何情况下

A. 电势为零的点,电场强度一定为零,反之亦然

B. 电势为零的点,电场强度不一定为零,但电场强度为零的点,电势一定为零

C. 电场强度为零的点,电势不一定为零;电势为零的点,场强不一定为零