

北京市初中活动课试用教材

奥林匹克物理

(下册)

北京物理学会 编
北京市教育局教材编审部



北京师范大学出版社

号 001 字 登 证 (京)

北京市初中活动课试用教材

奥林匹克物理

(下 册)

北京物理学会 编
北京市教育局教材编审部

奥林匹克物理

主编 王 忠 副主编 王 忠

北京

1 册

1991

96
1611

96
1611-2

北京师范大学出版社

京 03 社 (第二分) 印 金

(京) 新登字 160 号

奥林匹克物理

(第二册)

北京市初中活动课试用教材

奥林匹克物理

李申生 王维翰 主编

*

北京师范大学出版社出版

全国新华书店经销

北京师范大学印刷厂印刷

开本:787×1092 1/32 印张:14.625 字数:316千

1993年8月第1版 1993年8月第1次印刷

印数:1—5 000

ISBN7-303-03169-3/G·2179

定价(全二册):8.50元

目 录

第九章 简单电现象.....	(1)
第十章 电流的定律	(24)
第十一章 电功 电功率	(68)
第十二章 电磁现象	(90)

附:

一、1992 年全国初中应用物理知识竞赛试题及其答案	(139)
二、1991 年北京市第六届初中物理竞赛笔试和实验操作试 题及答案	(151)
三、1992 年北京市第七届初中物理竞赛笔试和实验操作试 题及其答案	(168)
四、各章练习答案.....	(189)

第九章 简单电现象

一、带电现象

当你用塑料梳子梳干燥的头发时，头发会随着梳子飘起来；当你在晴天干燥时，脱下晴纶或丝绸、尼龙衣服时，不仅听到噼啪的响声，还看到很亮的闪光（在较黑暗的地方）；当你在干燥的冬日里与朋友握手，有时会感到一种轻微的电击；还有雨天空中的闪电，等等。这些现象是怎么回事？

实验：把一块洗净擦干的玻璃板，架在平放在桌面上的两本书上。在玻璃板的下面，两本书中间的桌面上，放一些剪得很碎的纸屑。然后用干燥的手帕在玻璃板的上面摩擦。能看到什么现象呢？

我们把这种吸引轻微物体的现象，叫做带电现象。物体有了这种吸引轻小物体的性质，就说它带了电，或有了电荷。带电的物体叫带电体。

使物体带电叫做起电。用摩擦方法使物体带电叫做摩擦起电。起电的方式，除摩擦起电外还有接触起电和感应起电。后两种起电方式将在本章后面讲到。

在五彩缤纷的世界里，存在几种电荷呢？自然界中只存在两种电荷。1747年，美国科学家富兰克林把用绸子摩擦过的玻璃棒带的电荷叫做正电荷，用毛皮摩擦过的橡胶带的电荷叫做负电荷。

电荷之间存在着相互作用，同种电荷互相排斥，异种电

荷互相吸引。

电荷间相互作用力的大小与哪些因素有关呢？在 1785 年法国物理学家库仑对这个问题进行了研究。通过实验他发现，在真空中两个电荷间的作用力跟它们所带电量的乘积成正比，跟它们间的距离的平方成反比。作用力的方向沿着连接两电荷的直线，如果是同种电荷，作用力为斥力；如果是异种电荷，作用力为引力。

怎样检验物体是否带电、带的是什么电？通常所用的一种仪器是金箔验电器。金箔验电器是利用电荷之间的相互作用制成的。用它可以检验物体是否带电和带哪种电荷。

二、电子论的初步知识

为什么物体被相互摩擦后会带电？物体带电的实质是什么？

1. 原子结构

物质是由分子、原子组成的。原子是由带正电的原子核和绕它高速运转的带负电的电子组成的。原子核又是由质子和中子组成的。质子带正电，中子不带电。一个质子和一个电子所带的电荷数量相等。原子核内有多少个质子，核外就有多少个电子。在通常情况下，原子核带的正电跟核外电子总共带的负电数量相等，整个原子是中性的。

2. 物体带电的实质

物体内部固有地存在着电子和质子这两类基本电荷正是各种物体带电过程的内在根据。在通常情况下，原子是中性，因而物体也呈中性。但是，如果在一定的外因作用下，本来是中性的原子，当它失去电子的时候，它总共带的负电数量比原子核的正电少，它就显示出带正电，我们称它为正离子，

整个物体因缺少电子而带正电。相反，本来是中性的原子，当它跟多余电子结合在一起的时候，它就显示出带负电，我们称它为负离子，整个物体因多余电子而带负电。物体带电的实质就是整个物体或其中一部分所带的电子总数和质子总数不平衡的结果。

3. 对摩擦起电的解释

两种不同质料的物体互相摩擦后都会带电，这是由于不同物质的原子核对核外电子的束缚能力不同。对核外电子束缚能力弱的物质，失去电子的机会多，而得到电子的机会少；对核外电子束缚能力强的物质，失去电子的机会少，而得到电子的机会多。当由两种不同物质组成的物体互相摩擦时，每个物体中都有一些电子脱离了原子的束缚，并跑到另一物体上去。但是，不同材料的物体彼此向对方转移的电子数目往往不相等。所以总体上讲，一个物体失去了电子，另一个物体得到了电子，结果失去电子的物体就带正电，得到电子的物体就带负电。因此，摩擦带电实际上就是通过摩擦作用，使电子从一个物体转移到另一个物体的过程。

4. 对接触起电的解释

怎样用验电器检验物体是否带电？带的是哪种电？要检验物体是否带电，只要把物体和验电器的金属球接触一下就行了。如果物体是带电的，那么金属球在接触时就带了电，并将部分电荷传递到金属箔上去，于是两条金箔就因为带同种电荷而相斥张开。如果物体原来不带电，金箔就不张开。

带电的物体与不带电的物体接触，为什么不带电的物体也带上了电？带的是正电还是负电？把带负电的物体与带正电的物体接触，结果又会怎样？

把带负电的物体和不带电物体相接触，电子就要从带负

电的物体移入不带电的物体（如图 9-1（1）所示），使两个物体都带负电。把带正电的物体和不带电的物体相接触，电子就要从不带电的物体移入带正电的物体（如图 9-1（2）所示），使两个物体都带正电。把带负电的物体和带正电的物体相接触，总是电子从带负电的物体移入带正电的物体——如果总起来讲，电子是多余的，那么结果两个物体都带负电；与此相反，如果总起来讲，电子是缺少的，那么结果两个物体都带正电（如图 9-1（3）所示）。如果两个物体原先带有等量的异种电荷，那么，在接触后它们就变成都不带电的物体，这种现象叫做电的中和。

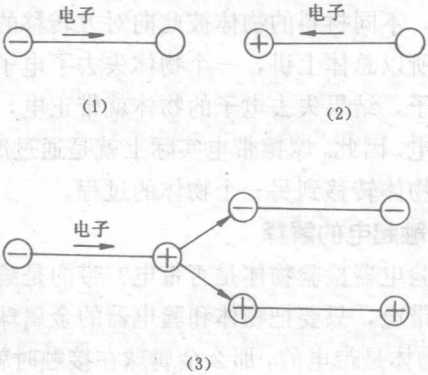


图 9-1

〔例 1〕 将一个带负电的物体，跟一个带正电的验电器的金属球接触时，
带电极——
所带的电量等于验电器所带的电量，验电器的金箔张角

将_____；

所带的电量大于验电器所带的电量，验电器的金箔张角将_____；

所带的电量小于验电器所带的电量，验电器的金箔张角将_____。

解：若带电体所带的电量等于验电器所带的电量，则当带电体与验电器金属球接触时，发生中和现象，使金箔张角度为零。

若带电体所带的电量大于验电器所带的电量，则当带电体与验电器金属球接触时，有电子转移发生，使验电器上的电荷得到中和，使金箔先闭合。由于带电体上所带负电荷的电量大于验电器上正电荷的电量，因而中和以后还有剩余，电子继续转移，金箔又因带电而再次张开。不过此时金箔上所带的电荷已经变为负电荷了。

若带电体所带的电量小于验电器所带的电量，则当带电体与验电器金属球接触时，有电子转移发生，使验电器上的电荷部分得到中和，验电器因所带正电量减少使金箔张角变小。

进一步讨论：当带电体所带的电荷和验电器原先所带的电荷种类相同时，把带电体移近验电器的金属球（不接触），会出现什么现象？带电体只要它所带的电荷与验电器所带的电荷种类相同，当把它移近验电器的金属球时，因同种电荷相互排斥，则球上原有的电荷总有一部分被排斥到离带电体较远的金属箔上去，使金属箔带的电荷比原来多，从而加大张开的角度。人们正是利用这一特殊的现象用“不接触”法方便地检验物体带何种电荷。

〔例 2〕 A 、 B 、 C 、 D 四个物体带有电荷。已知： A 和 B

互相吸引； A 和 C 互相排斥； D 是用毛皮摩擦过的橡胶棒，当 D 接触验电器的金属球后，再将 C 接触验电器的金属球，验电器金箔张开的角度直接变大。则 B 带的是什么电荷？

分析：解答这个问题要用到的知识有：(1)用毛皮摩擦过的橡胶棒所带的电荷是负电荷；(2)同种电荷互相排斥，异种电荷互相吸引；(3)把带负电的物体与不带电的物体接触，结果使两物体都带负电。

对本题的解答思维过程如下：首先通过对比 A 和 B 、 A 和 C 的作用现象，可分析出 B 和 C 所带的电荷的性质不同。再根据 D 是用毛皮摩擦过的橡胶棒可知 D 带负电， D 接触验电器后使金箔带负电。又从 C 可使金箔的角度直接变大，可知 C 和验电器带有同种电荷（因在带异种电荷时的三种情况中都没有使验电器金箔张开的角度直接变大的——见例1），所以 C 也带负电。最后把这几个结论综合起来——既知 B 和 C 带有不同种的电荷，又知 C 带负电，所以可判断出 B 带正电荷。

解： B 带正电荷。

练 习 一

1. 由同种物质组成的物体相互摩擦和由不同种物质组成的物体相互摩擦，哪种情况下容易带电？为什么？

2. “中性”和“中和”是一回事吗？它们各自的物理意义是什么？它们的区别和联系是什么？物体呈中性是不是物体中就没有电荷？

3. 用丝线悬挂着 A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F 六个小球，它们之间相互作用的情况如图所示。那么，肯定带电的小球是____，肯定不带电的小球是____，不能肯定是否带电的小球是____。

4. 用丝绸摩擦过的玻璃棒去接触验电器的金属小球后，

验电器的金属箔张开，然后用手摩擦过的塑料尺去接触验电器的金属小球，则看到金箔先闭合后又张开。这表明塑料尺带的是

- A. 负电； B. 正电； C. 先带正电后带负电。

5. 验电器带有一定量的正电荷，若用一带电棒接触验电器的小球，箔片张角加大，则棒上带____电荷；用另一带电棒接触金属球，箔片合上又张开，则棒上带____电荷。

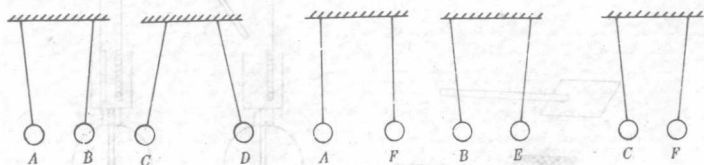


图 9-2

三、电荷的性质

带电体本身携带的电荷量具有什么样的性质呢？

1. 不连续性

电量不可能无止境地加以分割。科学家经过实验得出，至今所知所有电量始终是某个确定的基本单位的整数倍，这个基本单位就是电子或质子的电量。电子带有最小的负电荷，质子带有最小的正电荷，也就是说电子和质子带有等量异种电荷。它们所带的电量都是 $e = 1.60 \times 10^{-19}$ 库仑。现在所知道的一切基本粒子，它们的集合体，一切原子和一切物质，它们或者是电中性的，或者它们的电量是电子或质子电量的整数倍，而不是以连续方式出现的，是以一个个不连续的量值出

现的。因此，人们自然地把 1.60×10^{-19} 库仑叫做基本电荷。科学家在研究原子、原子核以及基本粒子中，为了方便，常常用基本电荷作为电量的单位。

2. 守恒性

实验：器材：顶端装有小圆筒的验电器，具有绝缘柄的两块硬纸板（其中一块板面贴上塑料衬板，另一块板面贴上呢绒），如图 9-3 所示。

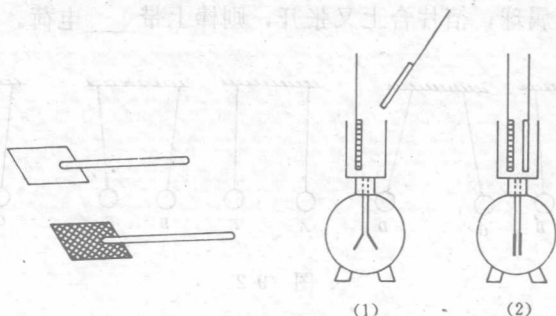


图 9-3

图 9-4

步骤：(1) 将两块纸板分别插到验电器顶端小圆筒里，验电器的箔片不张开。表明它们都不带电。

(2) 将两板相互摩擦，再把它们分别放到小圆筒里，可看到其中任何一块板放进时，箔片都会张开，如图 9-4 (1) 所示。表明塑料板、呢绒板经过摩擦后都带上电荷。

(3) 把两块经相互摩擦带电后的纸板同时插入同一个小圆筒里（不能接触），可看到验电器的箔片不张开。如图 9-4 (2) 所示。

把其中任何一块纸板从筒里取出，使筒里只留下一块，此时验电器的箔片又会张开。

表明这样相互摩擦后的两块纸板上所带的电荷是等量异性的。

两个中性的物体它们所带的电荷的总和为零。当它们相互摩擦的时候，在其间发生了电荷的转移，其中一个物体失去的电荷数等于另一个物体得到的电荷数，两物体所带的电荷的总和仍为零。电荷既不能创造，也不能消灭，它们只能从一个物体转移到另一物体，或者从物体的一部分转移到另一部分，也就是说，在任何物理过程中，电荷的代数和是守恒的。这个定律叫做电荷守恒定律。电荷守恒定律是物理学中重要的基本定律之一。

四、导体和绝缘体

连接电路的电线，线芯是金属丝，金属丝的外面包上一层橡皮或塑料，这是为什么？

1. 物体导电性的发现

关于物体的导电性能问题，人们很早就开始研究。大约在1650年，德国人格里凯使用他发明的起电机发现了摩擦产生的电可以通过一根金属杆传给其他物体；同时还发现带电体与一不带电物体接近到足够近的时候也可以使该物体带电。1729年，英国的格雷重新发现了电沿某些物体传播的事实，并引入了导体这一概念。格雷在研究中发现，不仅摩擦可以使物体带电，传递也可以使物体带电，但是他发现不是任何物体都具有传播电的性质。于是他把物质分为两类：一类是导体；另一类是非导体，也就是我们现在所说的绝缘体。

2. 什么是导体什么是绝缘体

导体和绝缘体这两个词表示不同的材料。容易导电的物

体叫做导体。具体来说，导体就是能够把所得到的电荷迅速传递到其他各部分的物体。各种金属材料，人的身体和地球等都是很好的导体。此外，还有各种酸、碱、盐的溶液也是良好的导体。不容易导电的物体叫做绝缘体。绝缘体又叫做电介质。绝缘体只能把所得到的电荷停留在接触过的部分，而不能显著地向其他部分传递。橡胶、塑料、玻璃、陶瓷、石蜡、琥珀、松香、布匹、油、空气等都是很好的绝缘体。

还有一类导电能力介于导体和绝缘体之间的物体，如：一些非金属结晶体（硅、硒），一些天然金属氧化物的矿石等，叫做半导体。

3. 导体容易导电，绝缘体不容易导电的原因

导体容易导电的原因是在它的内部有大量的可以到处自由移动的电荷。对于金属导体来说，这种自由电荷就是自由电子。一块金属，它的中性原子的最外层电子跟原子核的联系很弱，在其它原子的作用下脱离了原来的原子而在整块金属中自由“游荡”，成为自由电子。在酸、碱、盐的水溶液里，能够自由移动的电荷是正离子和负离子。绝缘体不容易导电的原因是绝缘体中的电荷几乎都被束缚在原子或分子的范围内，不能自由移动。也就是说绝缘体内没有大量的可以自由移动的电荷。

4. 没有绝对的界线

导体、半导体，绝缘体彼此之间并没有绝对的界线，只是在导电的程度上有着大小的差别。在通常情况下是很好的绝缘体，当条件改变时也能变成导体。比如，干燥的木材是绝缘体，但木材受潮后可以导电；空气是好的绝缘体，雨天打雷闪电时，两块云之间的空气已成为导体了；当把玻璃加热到发红时也就变成了导体。

五、静电感应

我们已知道的常见的起电方式有摩擦起电和接触起电。还有什么方法能使物体带电呢？

实验：把带电体移近验电器，带电体还没有接触到验电器的金属球时，金箔就张开了（如图 9-5 所示）。

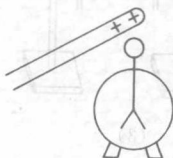


图 9-5

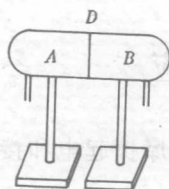
1. 静电感应

实验：(1) 将两个枕形导体 A 、 B 对接，组成一个导体 D ，并在导体上分别挂上两条纸片。导体不带电时纸片均下垂（如图 9-6 (1)）。

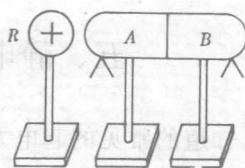
(2) 把一带正电荷的球形导体 R 移近枕形导体的 A 端，可以看到带电体 R 虽然没和导体 A 接触，但挂在导体两端的纸片张开了。表明导体 D 的两端上有了电荷（如图 9-6 (2)）。

将丝绸摩擦过的玻璃棒（带正电荷）移近枕形导体的 B 端， B 端纸片受到排斥而偏移，将棒移近 A 端， A 端纸片受到棒上电荷吸引。表明枕形导体 D 远离带电体 R 的一端带的是跟 R 同性的电荷，而靠近 R 的一端带的是跟 R 异性的电荷。

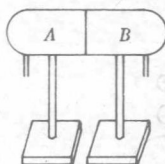
(3) 移开带电体 R ，则可以看到挂在导体 D 两端的纸片下垂。表明导体 D 上不带电荷。如再将 A 、 B 拆开，导体两端的



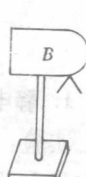
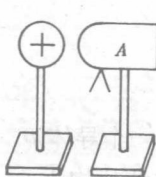
(1)



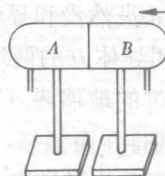
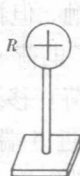
(2)



(3)



(4)



(5)

图 9-6

纸条仍下垂（如图 9-6（3））。表明导体 A 、 B 仍不带电。

（4）带电体 R 放在原位不动，先将 A 、 B 拆开，分离一定距离，然后移开带电体 R ，纸片照样张开（如图 9-6（4））。这表明 A 、 B 继续保持带电状态。

再用丝绸摩擦过的玻璃棒检验发现： B 所带的电荷跟带电体 R 上电荷同种，是正电荷， A 却带负电荷，与带电体 R 上的电荷异种。

（5）如果再把 A 和 B 重新接触，两个纸片立即垂下（如图 9-6（5））。这表明正、负电荷中和。此现象说明了 A 和 B 所带的电量相等。

因此，可以得出结论：把带电体移近导体，在导体两端同时出现电量相等的两种电荷；在接近带电体的一端，出现和带电体上相异的电荷，在远离带电体的一端，出现和带电体上相同的电荷。这种现象叫做静电感应。

带电体 R 上所带有的电荷叫做施感电荷。导体上因静电感应而出现的电荷叫做感生电荷。

静电感应现象可以用电子论来解释：当带电体 R 移近导体 D 时，导体 D 中的自由电子因受静电力作用而作定向运动。如果施感电荷是正的，自由电子受到吸引作用，跑向靠近带电体 R 的一端，使这一端得到多余的电子而带负电荷，远离电体 R 的一端，就因缺少电子而带正电荷。如果施感电荷是负电的，自由电子受到推斥作用，结果在导体 D 上就形成和上述情况正、负相反的感电荷。

在施感电荷移开以后，导体 D 两端的正负电荷相互吸引，自由电子在静电引力作用下，从多余的一端移向缺少的一端，与正电荷中和，整个导体恢复成不带电的状态。

2. 感应起电