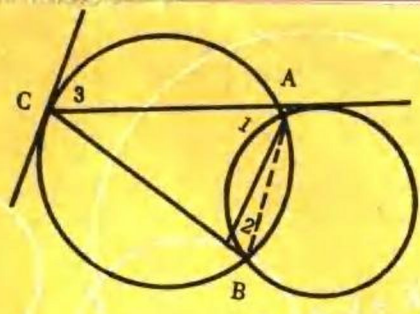


数理化基础知识

M



物理

(三)

山东科学技术出版社

数理化基础知识

物 理

(三)

任兰亭 田均福 章云台
欧阳玲君 张洪普 周长贺

山东科学技术出版社

一九八〇年·济南

内 容 提 要

本书是《数理化基础知识》中的一本，主要介绍了静电学、稳恒电流、金属、电解质和气体中的一些现象、磁场、电磁感应、交流电路、电子技术基础、电磁振荡与电磁波等方面的基本知识。每章有小结、复习题，还有总复习题及复习题答案。

本书文字朴实，说理清楚，可供中等业余学校作教材用，也可作知识青年和广大干部的自学用书。还可供考大学的青年和在校学生学习参考。

数理化基础知识

物 理

(三)

任兰亭 田均福 章云台
欧阳玲君 张洪普 周长贺

*

山东科学技术出版社出版
山东省新华书店发行
山东人民印刷厂印刷

*

787×1092毫米32开本 20印张 1插页 412千字
1981年3月第1版 1981年3月第1次印刷
印数：1-34,900

书号 13195·39 定价 ~~1.90~~ 元

1.70

编者的话

数学、物理、化学是重要的基础学科。它已经渗透到人们的全部实践活动。纵览宇宙，运算天体，探索粒子之微，揭示生命之谜，从高深抽象的科学理论，到人们丰富繁杂的日常生活无处不用数理化。今天，在向四化进军中，越来越显示出学好数学、物理、化学的重要作用。

从提高整个中华民族的科学文化水平出发，为配合业余教育的全面开展，满足广大读者自学的迫切需要，特别是为了帮助考大学的青年和在校学生加深对课本知识的理解，提高分析问题和解决问题的能力，我们编写了这套《数理化基础知识》。其中，《代数》3册，《几何》、《三角》、《解析几何》、《微积分》各一册；《物理》4册；《化学》2册。

在编写过程中，我们根据成人和速成的特点，参照教育部现行中学教学大纲的内容，由浅入深，循序渐进，着重讲清数学、物理、化学的基本概念和基本知识，对每一章中的关键性问题都做了重点介绍，并重视了运算技巧的训练和分析总结解题规律。每册书都选有一定数量的综合性习题，在选习题时还注意了习题的典型性，以培养读者举一反三的能力。每章后有小结，难度大的习题有提示，每册书末有答案备查。

这套基础知识丛书，可供中等业余学校作教材用，也可作为知识青年和干部的自学用书，还可供考大学的青年和在校学生学习参考。

目 录

第一章 静电学	3
§ 1.1 静电的基本现象和基本定律	3
§ 1.2 电场和电场强度	18
§ 1.3 静电场的电势和电势差	36
§ 1.4 静电场中的导体	55
§ 1.5 电容和电容器	65
§ 1.6 静电场中的电介质	78
§ 1.7 静电场的能量	88
§ 1.8 静电的应用	93
§ 1.9 解题示例	96
小 结	107
复习题一	113
第二章 稳恒电流	124
§ 2.1 电流和电流强度	124
§ 2.2 欧姆定律、电阻和电阻率	131
§ 2.3 电源、电动势	137
§ 2.4 全电路的欧姆定律	148
§ 2.5 简单电路的计算	159
§ 2.6 复杂电路的计算	171
§ 2.7 电表的改装	184
§ 2.8 解题示例	189
小 结	198

复习题二	202
第三章 金属、电解质和气体中的一些电现象	215
§ 3.1 脱出功和热电子发射	215
§ 3.2 接触电势差和温差电现象	219
§ 3.3 电解质导电	224
§ 3.4 法拉第电解定律	229
§ 3.5 电解技术的应用	234
§ 3.6 干电池与蓄电池	235
§ 3.7 气体中的电流	241
小 结	247
复习题三	251
第四章 磁 场	252
§ 4.1 基本的磁现象	252
§ 4.2 磁场、磁感应强度	259
§ 4.3 磁感应线与磁感应通量	264
§ 4.4 几种通电导体的磁场	267
§ 4.5 磁场对电流的作用力	273
§ 4.6 带电粒子在磁场中的运动	285
§ 4.7 带电粒子在电场和磁场中的运动	290
§ 4.8 磁介质	301
§ 4.9 解题示例	305
小 结	310
复习题四	316
第五章 电磁感应	328
§ 5.1 电磁感应现象	328
§ 5.2 法拉第电磁感应定律	331
§ 5.3 楞次定律	336
§ 5.4 电磁感应中的功能转换	341

§ 5.5	互感现象与自感现象	345
§ 5.6	涡电流	355
§ 5.7	解题示例	358
小 结	.....	364
复习题五	.....	367
第六章	交流电路	379
§ 6.1	交流电的产生和基本概念	379
§ 6.2	交流电的有效值	386
§ 6.3	交流电的图示法	390
§ 6.4	简单交流电路	396
§ 6.5	电阻、电感、电容串联电路	411
§ 6.6	电阻、电感、电容并联电路	424
§ 6.7	三相交流电	428
§ 6.8	变压器	441
§ 6.9	几种常用的变压器	445
§ 6.10	解题示例	449
复习题六	.....	458
第七章	电子技术基础	463
§ 7.1	半导体的导电特性	463
§ 7.2	P—N 结.....	472
§ 7.3	晶体二极管的结构、特性与参数	477
§ 7.4	整流电路	482
§ 7.5	滤波器	491
§ 7.6	晶体三极管	496
§ 7.7	晶体三极管的输入特性与输出特性	502
§ 7.8	晶体三极管的主要参数及简易测量	507
§ 7.9	交流放大器的原理	515
§ 7.10	偏置电路	527

§ 7.11	多级放大器的耦合	530
§ 7.12	晶体三极管的开关特性	532
§ 7.13	晶体三极管在开关电路中的应用	535
小 结	.....	537
复习题七	.....	539
第八章	电磁振荡与电磁波	543
§ 8.1	电磁振荡	543
§ 8.2	电磁波	554
§ 8.3	电磁波的发射与调制	562
§ 8.4	电磁波的接收	565
§ 8.5	无线电技术的发展和应 用	572
小 结	.....	582
复习题八	.....	585
总复习题	.....	586
习题答案	.....	613
附录	常用物理基本常数表	629

公元前600年，古希腊哲学家塞利斯·密列茨基就指出，当时纺织工人发现的，经毛织物摩擦过的琥珀能吸引纸屑之类轻小物体的现象是很有意义的。到公元1600年左右，英国医生兼物理学家吉柏也发现了象玻璃、火漆、硬橡胶和毛皮或丝绒摩擦之后可吸引轻小物体的现象。中国在战国时候发现了天然磁铁矿石吸铁的现象，后来将它用于指南针。由于生产力的停滞，电与磁的研究十分缓慢。电磁现象，一直被认为是彼此独立的，直到1820年奥斯特才发现了电与磁之间的内在联系，电流周围存在磁场，它可以使罗盘的指针转动。

十九世纪，随着生产的迅速发展，电磁学这门新科学才取得重要的发展。法拉第在1831年发现了电磁感应的规律，揭示了电现象和磁现象的内在联系，使电能造福于人类成为现实。1832年，世界上第一台原始的直流发电机问世了。到了十九世纪八十年代，麦克斯韦又把电磁学的规律归结成通常所说的麦克斯韦方程，这些方程在电磁学中的地位，与牛顿运动定律及万有引力定律在力学中所处的地位一样重要。

麦克斯韦的重大贡献在于，他从理论上预言了电磁波的存在，并导出光的本性是一种电磁波，建立了光的电磁理论。这样就把光学与电磁学密切联系起来了。

继麦克斯韦之后，英国物理学家亥维赛，荷兰物理学家洛仑兹对麦克斯韦理论的阐明做出了极大的贡献。1888年赫

兹在实验上发现了电磁波的存在，证实了麦克斯韦的预言，但他错误地否定了电磁波有为人服务的可行性。至于麦克斯韦和赫兹电磁波的应用，俄罗斯科学家波波夫和意大利科学家马克尼作出了贡献。但将此电磁理论用到微观领域时，又遇到了不可克服的困难，经典电磁学理论的应用范围只限于研究宏观的电磁现象。

电磁学的研究目前有两个重要方面。在工程应用方面，电能越来越广泛地应用到工业、农业、国防、交通运输和日常生活等各个方面。如人造卫星的遥测、遥控、电子对抗、原子能发电、电子显微镜、广播、电视、通信、电子计算机以及在生产与科研中遇到的电路与电器，都用到有关电磁学的基本原理。在理论基础方面，现在的努力方向，是把电磁理论作为更一般理论的一个特例进行推广。也就是爱因斯坦后期所致力于的，包含着“引力理论”和“量子物理理论”的“统一场论”的建立。这种综合性的研究是有重大意义的。

第一章 静 电 学

本章主要讨论真空中静止电荷的静电场的基本原理。从电荷在电场中会受到力的作用及电荷在电场中移动时电场力将对它做功这两个性质出发，引入描述电场性质的两个基本物理量——电场强度和电势。在这个基础上讨论导体的电容和电容器，以及静电场的能量和应用。

§ 1.1 静电的基本现象和基本定律

一、电荷

在很久以前，人们就发现了用毛皮摩擦过的琥珀和用毛皮或丝绸摩擦过的玻璃棒能吸引轻小物体（图1.1）。

我们把丝绸摩擦过的玻璃棒，用长丝线吊起来（图1.2），

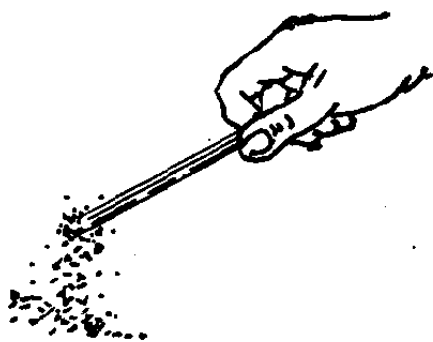


图1.1 摩擦起电

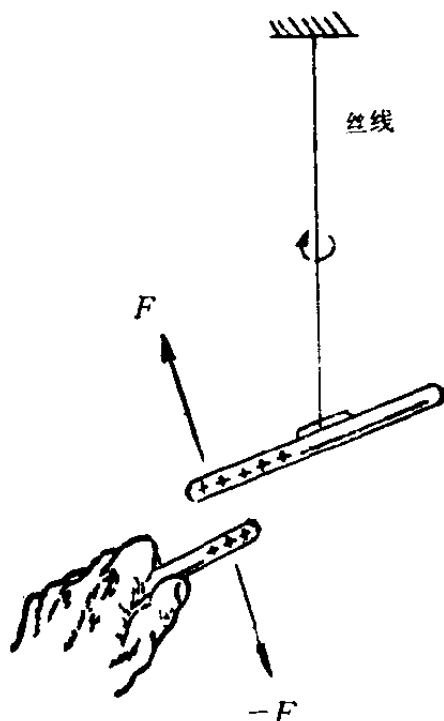


图1.2 同性电荷相斥

再把丝绸摩擦过的第二根玻璃棒靠近第一根玻璃棒的一端，则两棒相互排斥。若用毛皮摩擦过的硬橡胶棒与第一根玻璃棒靠近，二者将相互吸引。另外，若将两根毛皮摩擦过的硬橡胶棒相互靠近，则两者又相互排斥。这是由于在摩擦的过程中，使玻璃棒和橡胶棒带上了电荷。带电荷的物体称为**带电体**。上述实验表明，硬橡胶棒上的电荷与玻璃棒上的电荷是两种不同的电荷。人们无论用什么方法使物体带电，所获得的只能是正电荷或负电荷两种。所以，自然界中只存在两种电荷，而且，**同种电荷相互排斥，异种电荷相互吸引**。

玻璃棒上带的电荷叫作**正电荷**；硬橡胶棒上带的电荷叫作**负电荷**。

物体所带电荷的多少，叫作**电量**。测量电量的最简单仪器叫作**验电器**。验电器是由一个玻璃瓶和悬挂在金属杆下端的两片金属箔构成（图1.3a）。

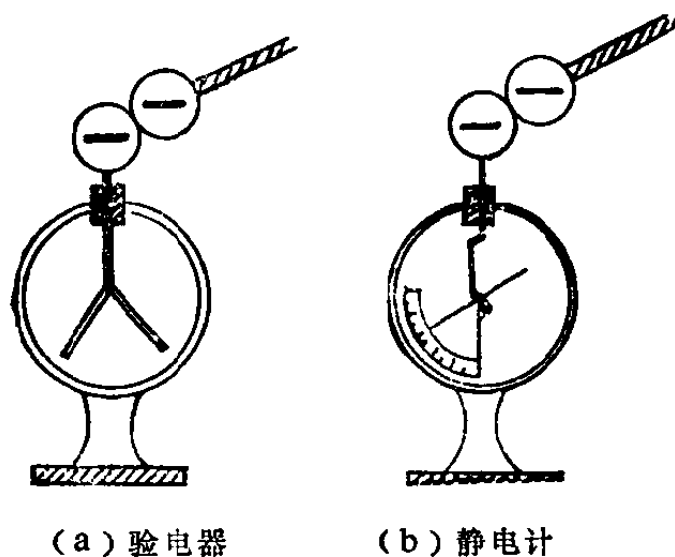


图 1.3

当带电体与验电器金属杆上端的金属球接触时，就有一部分电荷通过金属杆传给下端的两块金属箔，它们带了同种

电荷，因此相互排斥而分开。由于金属箔很轻，所以很少的电荷就足以使两片金属箔张开。

若先使验电器带电两片金属箔张开，再用一个带有橡胶柄的小金属球去接触验电器上端的金属球，结果金属箔就下落一点角度，这是因为带有橡胶柄的金属球夺走了验电器上一些电荷的缘故。若改用较大的金属球作这个实验，则两金箔片下落角度会更大一些，这说明金属球从验电器取走的电荷更多了(图1·4)。若用导线将验电器与一个极大的导电球——地球相连(通常叫做接地)。则两片金箔将完全下垂，这说明验电器上的电荷都跑光了。

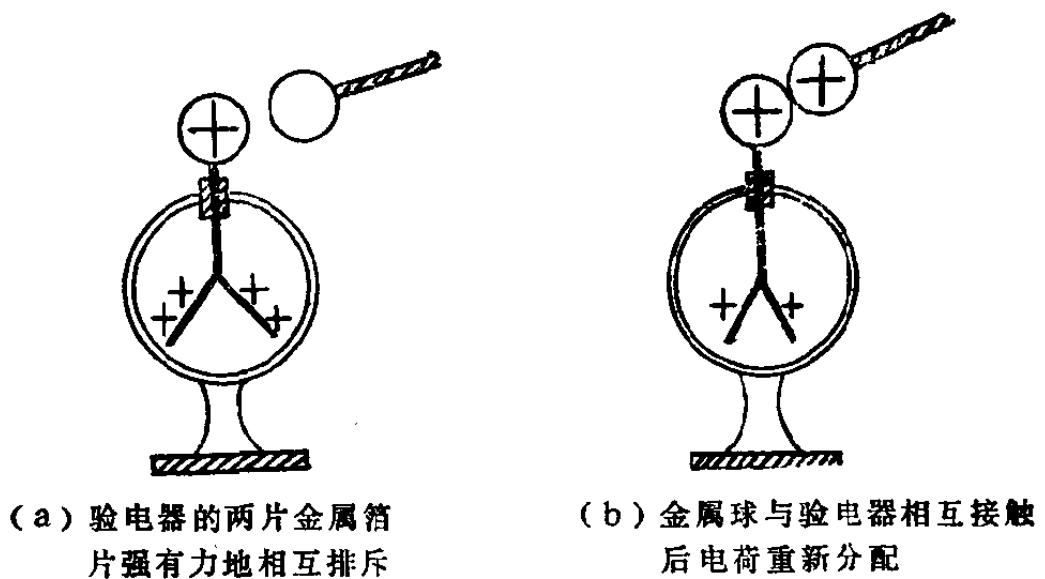


图 1·4

为了定量测量电荷的多少，可将验电器的结构改进一下，这时不用两片金箔，而在金属杆的下端安装一个可自由偏转的金属针，并在杆的下端装上一个圆弧形的刻有标度的尺子来量度指针偏转的角度(图1·3b)，这种仪器叫作静电计。

假如静电计原来已带了电荷，我们再把同种的电荷加在

它上面，指针的转角就会增大；若把电量大于原来电量的异种电荷加在它上面，指针的偏角就会先减至零，然后再张开一定角度，这时它带的电荷就是后加的那种电荷了。以上实验表明，两种电荷类似数学中的正数和负数，同号的放在一起，互相增强，异号的放在一起，相互抵消。**正负电荷互相完全抵消的状态叫做电的中和。**

二、物质的结构

近代物理学的研究，揭示了物质是由分子、原子组成的。原子又是由带正电的原子核和绕核运转的带负电的电子组成的。原子核又是由质子和中子所组成，中子不带电，质子带正电，一个质子所带的电量和一个电子所带的电量数值相等。若一个质子的带电量是 e ，则一个电子的电量是 $-e$ 。

每一种物质的内部都存在着带正电荷的质子和带负电荷的电子。在正常情况下，两种电荷的数量相等，因而互相中和，物质不呈电性。但是，在外因作用下，例如两种物质发生摩擦，一种物质失去电子就呈现带正电荷，而另一种物质得到电子就呈现带负电荷。摩擦起电就是使电子从一个物体转移到另一个物体所形成的。

我们用手握住一根金属棒，再用毛皮去摩擦它，把金属棒放到验电器上，发现金属棒不带电。如果给金属棒装一个硬橡胶柄，在摩擦时不让手与金属棒接触，金属棒就带电。这说明金属、人体和大地都可以传导电荷，象这些能够传导电荷的物体称为**导体**。而玻璃、硬橡胶、塑料等不能传导电荷的物体，称为**绝缘体**，又叫电介质。

导体所以能够导电，是因为它的内部有可以自由移动的电荷，这种电荷叫作**自由电荷**。在金属中，带正电的原子核

是不能随便移动的，能够自由移动的电荷是自由电子。在电解液中，自由电荷是酸、碱、盐等溶质的分子电离成的正、负离子。在电离的气体（如日光灯管内的汞蒸汽）中，自由电荷也是正、负离子。由于自由电荷的作用，导体能把它所得到的电荷迅速地向其他部分传播。

在绝缘体中，绝大部分的电荷只能在一个原子或分子的范围内运动，这种电荷称为**束缚电荷**。由于绝缘体中自由电荷很少，所以它的导电能力极差。若用摩擦或接触的方法使它带电，那么电荷就停留在接触点上，不能向其它部分传播。

此外，还有一类物质（例如锗、硅、砷化镓等）它的导电能力介于导体和绝缘体之间，叫做**半导体**。半导体在现代电子技术中有着广泛的应用，这将在第七章中详细讨论。

物理学上把一个质子所荷的电量称为**基本电荷**。

测量表明，基本电荷的量值为

$$e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ 库仑,}$$

库仑是电量的单位，其代号为**库**，国际代号为**C**。1库仑电量是基本电荷的 6.24×10^{18} 倍。

三、静电感应和电荷守恒

让一个带正电荷的玻璃棒靠近一个未带电的绝缘金属棒的一端（图1·5），电子就被吸引到如图所示的那端，同时另一端电中性被破坏，呈现带正电荷。若取一对有绝缘支柱的金

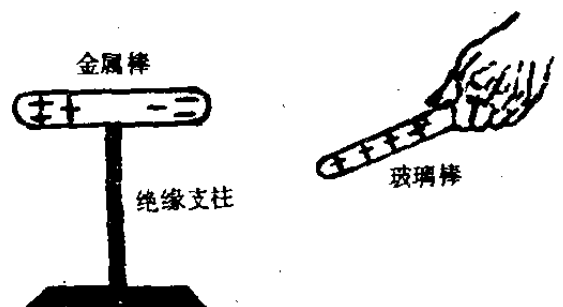


图1·5 静电感应

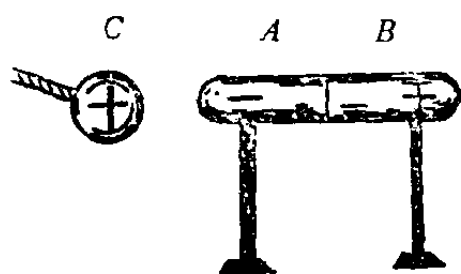
属柱体A和B，使其彼此接触，而且不带电。把一个带正电的玻璃棒C靠近金属柱体A端，我们发现金属柱体A和B都带了电，而A柱上的电荷与C异号，较远的B柱体所带的电荷与C同号〔图1·6 (a)〕。

这种现象叫做**静电感应**。如果把金属柱体A和B分开，然后再拿走玻璃棒C，则A和B上就分别带上了异号电荷〔图1·6 (b)〕。最后再把A和B重新接触，它们所带的电荷就会中和而不显电性〔图1·6 (c)〕。这说明由静电感应使A和B所带的电荷是等量异号的。

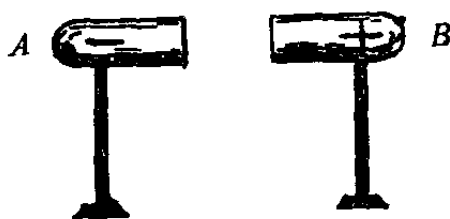
由摩擦起电和静电感应的实验，可总结出如下的电荷守恒定律：**电荷既不能被创生，也不能被消灭，它们只能从一个物体转移到另一个物体，或者从物体的一部分转移到另一部分，也就是说，在任何物理过程中，电荷的代数和始终保持不变。这是物理学中的一条基本定律。**

四、库仑定律

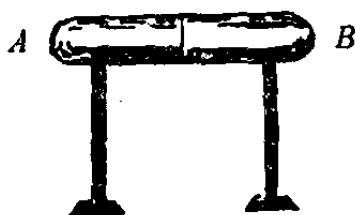
一个很小的带电体，占有一定的空间，一个电子也有一定大小。为了讨论问题方便起见，只要带电体的尺寸与所讨论的有关距离相比，小到可以忽略不计的程度，我们就可



(a) 将带正电体C移近A、B



(b) 将A、B分开，移去C

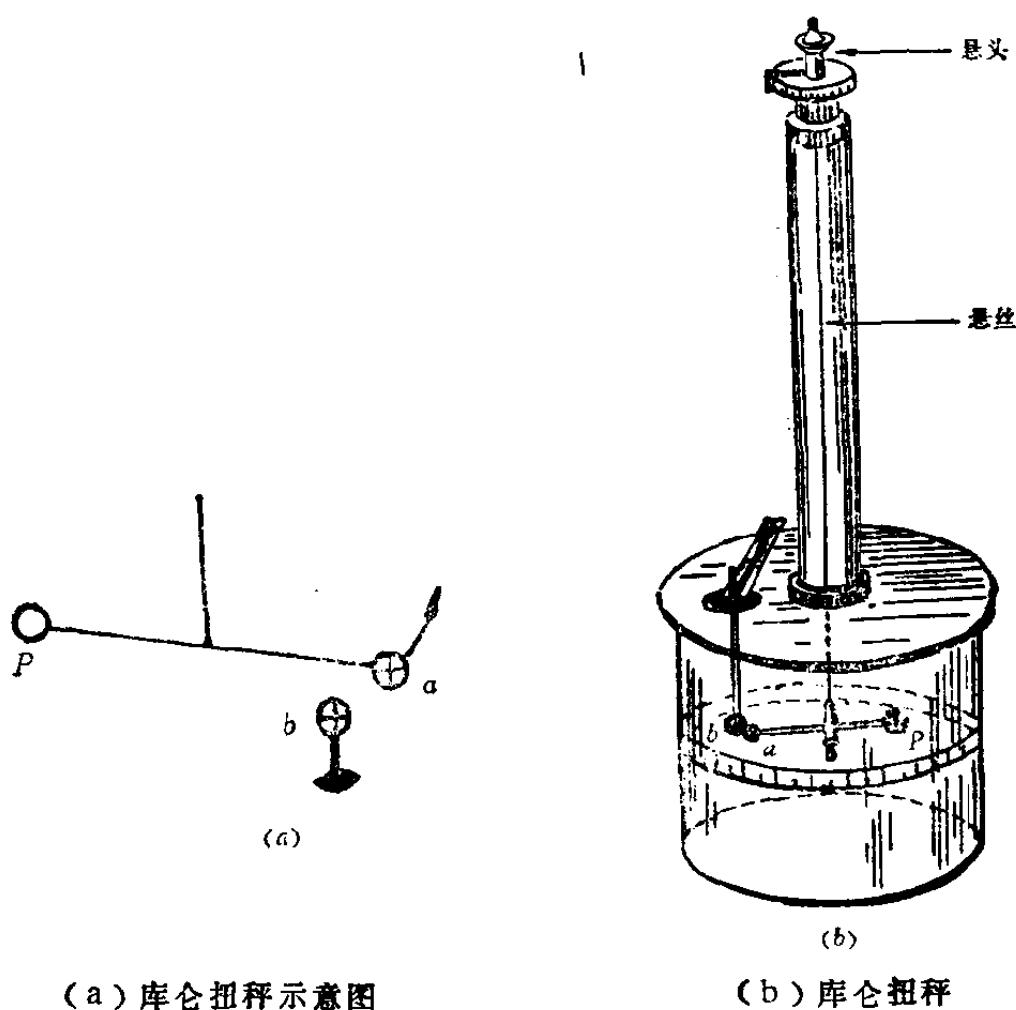


(c) AB重新接触后

图1·6 静电感应起电

以把带电体看成是一个**点电荷**。也就是忽略带电体的形状和大小，把它所带的电量看成是集中在—“点”上。点电荷是抽象出来的一个“模型”，一个带电体能否看成点电荷，要根据这种假设是否能引起计算中的显著误差而定。

1785年，法国物理学家库仑首先对电荷之间的相互作用力进行了定量的测量，得出电荷之间作用力的大小所遵守的定律，即**库仑定律**。其实验装置为库仑扭秤（图1·7）。



(a) 库仑扭秤示意图

(b) 库仑扭秤

图1·7 库仑扭秤

若扭秤中球**a**与球**b**各带有一定量的电荷，这时秤杆就会因**a**球受力而扭转。库仑转动上端的悬头，使球**a**回到原来的位置。此时悬丝上的扭力矩等于作用于小球**a**上的电力矩。这