

9.2 库仑定律

【教学目标】

一、知识与技能

1. 掌握库仑定律，知道点电荷的概念，并理解真空中的库仑定律。
2. 会用库仑定律进行有关的计算。

二、过程与方法

1. 渗透理想化方法，培养学生由实际问题进行简化抽象建立物理模型的能力。
2. 渗透控制度量的科学研究方法。

三、情感、态度与价值观

通过元电荷的教学，渗透物质无限可分的辩证唯物主义观点。

【教学重难点】

重点：库仑定律和库仑力的教学。

难点：关于库仑定律的教学

重点探究

启迪思维 深化重点

知识点一、电荷之间的作用力

1. 电荷之间的作用力

(1) 内容：真空中两个静止点电荷之间的相互作用力，与它们的电荷量的乘积成正比，与它们的距离的二次方成反比，作用力的方向在它们的连线上。这个规律叫做库仑定律。

(2) 电荷间这种相互作用力叫做静电力或库仑力。

2. 点电荷

(1)

定义：当带电体间的距离比它们自身的大小大得多，以致带电体的形状、大小及电荷的分布状况对它们之间的作用力的影响可以忽略时，这样的带电体就可以看做带电的点，叫做点电荷。

(2) 理想化的物理模型

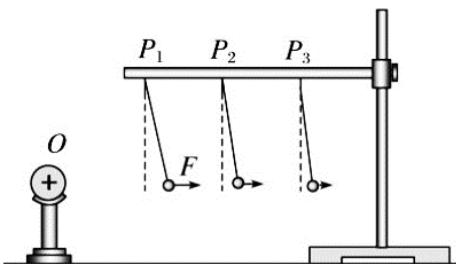
点电荷是只有电荷量，没有大小、形状的理想化模型，实际上并不存在。

(3) 点电荷与元电荷的区别

①元电荷是最小的电荷量

②点电荷是带电体，只是不考虑带电体的大小和形状，其带的电荷量可以很大也可以很小，但一定是元电荷的整数倍。

【经典例题 1】（江苏省苏州市吴江汾湖高级中学 2021-2022 学年高二（上）期中物理试题）21. 库仑研究电荷之间的相互作用力跟什么因素有关，做了如下实验：把一个带正电的物体固定，然后将挂在丝线上带正电的小球先后挂在 P_1 、 P_2 、 P_3 处，发现情况如图所示，由此，归纳得出的初步结论正确的是（ ）



- A. 电荷之间的作用力大小随距离增大而增大
- B. 电荷之间的作用力大小与距离无关
- C. 电荷之间的作用力大小随距离的增大先增大后减小
- D. 由于小球平衡时丝线与竖直方向夹角在减小，所以电荷之间的作用力大小随距离增大而减小

【答案】D

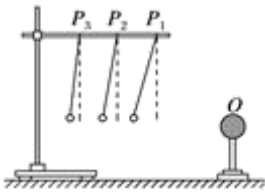
【解析】

当带电小球远离带正电的物体时，悬挂的小球离物体越远，由于小球平衡时丝线与竖直方向夹角在减小，

所以电荷之间的作用力大小随距离增大而减小；

故选 D。

【变式训练 1】（吉林省白城市大安市第六中学 2020-2021 学年高二（上）期中物理试题）用控制变量法，可以研究影响电荷间相互作用力的因素。如图所示， O 是一个带电的物体，若把系在丝线上的带电小球先后挂在横杆上的 P_1 、 P_2 、 P_3 等位置，可以比较小球在不同位置所受带电物体的作用力的大小。这个力的大小可以通过丝线偏离竖直方向的角度 θ 显示出来。若物体 O 的电荷量用 Q 表示，小球的电荷量用 q 表示，物体与小球间距离用 d 表示，物体和小球之间的作用力大小用 F 表示。则以下对该实验现象的判断正确的是（ ）



- A. 保持 Q 、 q 不变，增大 d ，则 θ 变大，说明 F 与 d 有关
- B. 保持 Q 、 q 不变，减小 d ，则 θ 变大，说明 F 与 d 成反比
- C. 保持 Q 、 d 不变，减小 q ，则 θ 变小，说明 F 与 q 有关
- D. 保持 q 、 d 不变，减小 Q ，则 θ 变小，说明 F 与 Q 成正比

【答案】C

【解析】

AB. 保持 Q 、 q 不变，根据库仑定律公式

$$F = k \frac{Qq}{r^2}$$

增大 d ，库仑力变小，则 θ 变小，减小 d ，库仑力变大，则 θ 变大。 F 与 d 的二次方成反比，故 AB 错误；

C. 保持 Q 、 d 不变，减小 q ，则库仑力变小， θ 变小，知 F 与 q 有关，故 C 正确；

D. 保持 q 、 d 不变，减小 Q ，则库仑力变小， θ 变小，根据库仑定律公式

$$F = k \frac{Qq}{r^2}$$

知 F 与两电荷的乘积成正比，故 D 错误。

故选 C。

【经典例题 2】（天津市南开翔宇学校 2021-2022 学年高二（上）期中物理试题）1. 下列关于点电荷的说法正确的是

- A. 不论带电体多大，只要带电体间距离远大于它们的大小，就可看成是点电荷
- B. 只要带电体的体积很小，在任何情况下都可看做点电荷
- C. 体积很大的带电体，任何情况下都不可看做点电荷
- D. 只有球形带电体才能看作点电荷

【答案】A

【解析】

A. 由带电体看作点电荷的条件，当带电体的形状对它们间相互作用力的影响可忽略时，这个带电体可看作点电荷，带电体能否看作点电荷是由研究问题的性质决定，与自身大小形状无具体关系的，故 A 正确；

BCD. 由带电体看作点电荷的条件，当带电体的形状对它们间相互作用力的影响可忽略时，这个带电体可看作点电荷，带电体能否看作点电荷是由研究问题的性质决定，与自身大小形状无具体关系的，故 BCD 错误

【变式训练 2】（天津市实验中学滨海学校 2021-2022 学年高二（上）期中质量检测物理试题）1. 物理学中，“质点”、“点电荷”这两个概念的建立所体现的共同的科学思维方法是（ ）

- A. 比值法
- B. 等效替代法
- C. 理想化模型
- D. 控制变量法

【答案】C

【解析】

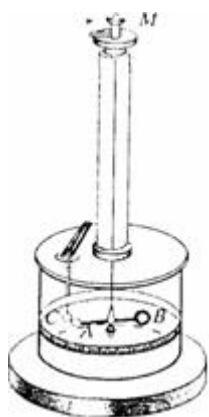
“质点”、“点电荷”这两个概念的建立所体现的共同的科学思维方法是理想化模型，故 ABD 错误，C 正确。

故选 C。

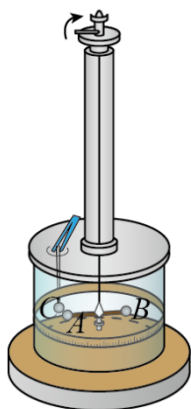
知识点二、库仑的实验

库仑做实验用的装置叫做库仑扭秤。如图所示，细银丝的下端悬挂一根绝缘棒，棒的一端是一个带电的金属小球 A，另一端有一个不带电的球与 A 所受的重力平衡。当把另一个带电的金属球 C 插入容器靠近 A 时，A 和 C 之间的作用力使悬丝扭转，通过悬丝扭转的角度可以比较力的大小。改变 A 与 C 之间距离，记录每次悬丝扭转的角度，便可找到力 F 与距离 r 的关系，实验的结果是力 F 与距离 r 的二次方成反比，即 $F \propto 1/r^2$ 。

在库仑那个年代，还不知道怎样测量物体所带的电荷量，甚至连电荷量的单位都没有。库仑发现，两个相同的带电金属小球互相接触后，它们对相隔同样距离的第三个带电小球的作用力相等，所以他断定这两个小球所带的电荷量相等。如果把一个带电金属小球与另一个不带电的完全相同的金属小球接触，前者的电荷量就会分给后者一半。库仑就用这个方法，把带电小球的电荷量分为 $q/2$ 、 $q/4$ 、 $q/8$ ……，这样库仑巧妙地解决了小球的带电量的测量问题。



【经典例题 1】（广东省汕头市潮阳区河溪中学 2021-2022 学年高二（上）期中考试物理试题）1. 如图为库仑扭秤。细银丝的下端悬挂一根绝缘棒，棒的一端是一个带电的金属小球 A，另一端有一个不带电的球 B，B 与 A 所受的重力平衡。当把另一个带电的金属球 C 插入容器并使它靠近 A 时，A 和 C 之间的作用力使悬丝扭转，通过悬丝扭转的角度可以比较力的大小，改变 A 和 C 之间的距离 r，记录每次悬线扭转的角度，便可找到力 F 与距离 r 的关系。这一实验中用到了下列哪些物理方法（ ）



①微小量放大法 ②极限法 ③比值定义法 ④控制变量法

A. ①②

B. ①③

C. ①④

D. ③④

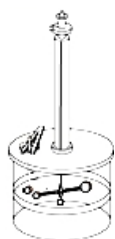
【答案】C

【解析】

【详解】把微弱的库仑力转换放大成可以看得到的扭转角度，并通过扭转角度的大小找出力和距离的关系，是放大法，保持带电量不变，改变 A 和 C 的距离而得到 F 和 r 的关系，是控制变量法，ABD 错误，C 正确。

故选 C。

【变式训练 1】（北京市首都师范大学附属苹果园中学 2021-2022 学年高二（上）期中物理试题）18. 在前人研究的基础上，有一位物理学家利用图所示的扭秤装置进行研究，提出真空中两个静止点电荷之间相互作用的规律，这位物理学家是（ ）



A. 牛顿

B. 伽利略

C. 库仑

D. 焦耳

【答案】C

【解析】

利用图所示的扭秤装置进行研究，提出真空中两个静止点电荷之间相互作用的规律的物理学家是库伦。

故选 C。

知识点三、静电力计算

1. 库仑力的大小

(3) 表达式： $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ ，式中的 k 叫做静电力常量， $k=9.0 \times 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$

(4) 定律的适用范围：真空中两个静止点电荷。

(5) 如果一个点电荷同时受到两个或更多的点电荷的作用力，可以根据力的合成求合力。

2. 同一直线上三个自由点电荷的平衡问题

(1) 三个点电荷的位置关系是“同性在两边，异性在中间”

(2) 三个点电荷中，中间点电荷的电荷量最小。两边同性点电荷中哪个点电荷的电荷量小，中间点电荷就距哪个近一些

(3) 三个点电荷的电荷量满足 $\sqrt{|q_1 q_3|} = \sqrt{|q_1 q_2|} + \sqrt{|q_2 q_3|}$

【经典例题 1】（广西桂林市第十九中学 2021-2022 学年高二（上）期中质量检测物理试题）2. 两个分别带有电荷量为 $-Q$ 和 $+3Q$ 的相同金属球（均可视为点电荷），固定在相距为 r 的两处，它们间库仑力的大小为 F 。现将两球相互接触后分开固定在相距为 $0.5r$ 的两处，则两球间库仑力的大小为（ ）

A. $\frac{4}{3}F$

B. $\frac{3}{4}F$

C. $\frac{1}{12}F$

D. $12F$

【答案】A

【解析】

接触前两个点电荷之间的库仑力大小为

$$F = k \frac{Q \cdot 3Q}{r^2}$$

两个相同的金属球各自带电，接触后再分开，其所带电量先中和后均分，所以两球分开后各自带点为 $+Q$ ，距离又变为原来的一半，库仑力为

$$F' = k \frac{Q \cdot Q}{(0.5r)^2} = 4k \frac{Q^2}{r^2} = \frac{4}{3}F$$

故选 A。

【变式训练 1】（海南省三亚华侨学校（南新校区）2021-2022 学年高二（上）期中考试物理试题）3. 两个相同的带异种电荷的导体小球（可视为点电荷）所带电荷量的比值为 1：3，相距为 r 时相互作用的库仑力的大小为 F ，今使两小球接触后再分开放到相距为 $2r$ 处，则此时库仑力的大小为（ ）

- A. $\frac{1}{12}F$ B. $\frac{1}{6}F$ C. $\frac{1}{4}F$ D. $\frac{1}{3}F$

【答案】A

【解析】

设两小球所带电荷量分别为 q 和 $-3q$ ，根据库仑定律有

$$F = k \frac{3q^2}{r}$$

使两小球接触后，两小球所带电荷量均变为

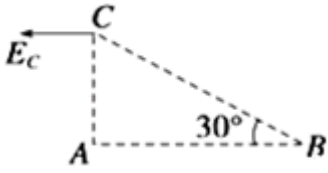
$$Q = \frac{q - 3q}{2} = -q$$

将两小球放到相距 $2r$ 处后，此时库仑力的大小为

$$F' = k \frac{q^2}{4r^2} = \frac{1}{12}F$$

故选 A。

【经典例题 2】（福建省厦门市大同中学 2020-2021 学年高二（上）11 月期中物理试题）如图所示， A 、 B 、 C 三点为一直角三角形的三个顶点， $\angle B = 30^\circ$ ，现在 A 、 B 两点放置两点电荷 q_A 、 q_B ，测得 C 点场强的方向与 AB 平行，且水平向左，则以下判断正确的是（ ）



- ① q_A 带正电 ② q_A 带负电 ③ q_B 带正电 ④ q_B 带负电

A. ①③

B. ①④

C. ②③

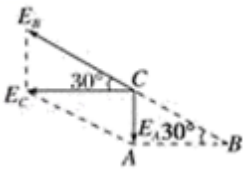
D. ②④

【答案】 C

【解析】

【分析】

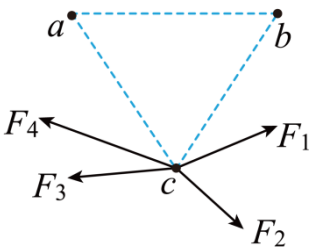
【详解】 放在 A 点和 B 点的点电荷在 C 处产生的场强方向在 AC 和 BC 的连线上，因 C 点场强方向与 BA 方向平行，故放在 A 点的点电荷和放在 B 点的点电荷产生的场强方向只能如图所示



由 $C \rightarrow A$ 和由 $B \rightarrow C$ ，故 q_A 带负电， q_B 带正电，故 C 正确，ABD 错误。

故选 C。

【变式训练 2】 (云南省保山市昌宁县 2021-2022 学年高二(上)期中考试物理试题) 1. 如图所示，三个完全相同的金属小球 a、b、c 位于等边三角形的三个顶点上，a 和 c 带正电，b 带负电，a 所带电量比 b 少，则图中能大致表示 c 受到 a 和 b 的静电力的合力的是 ()



A. F_1

B. F_2

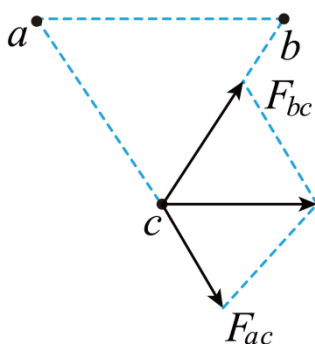
C. F_3

D. F_4

【答案】A

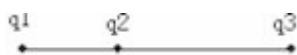
【解析】

如图可知， a 对 c 的静电力为斥力，沿 ac 方向； b 对 c 的静电力为引力，沿 cb 方向，因 a 所带电量比 b 少，故 F_{ac} 小于 F_{bc} ，所以两个力的合力方向是 F_1 。



故选 A。

【经典例题 3】（广西桂林市第十九中学 2021-2022 学年高二（上）期中质量检测物理试题）9. 如图所示，三个点电荷 q_1 、 q_2 、 q_3 固定在一直线上， q_2 与 q_3 的距离为 q_1 与 q_2 的距离的 2 倍，每个电荷所受静电力的合力均为零，由此可以判定，三个电荷的电量之比 $q_1:q_2:q_3$ 为



A. 9:4:9

B. 4:9:4

C. 9:4:36

D. 4:9:36

【答案】C

【解析】

要三个电荷所受合力均为零， q_1 、 q_3 必为同种电荷，且 q_2 与 q_1 、 q_3 电性相反。

设 q_1 、 q_2 之间的距离为 L ， q_2 、 q_3 之间的距离为 $2L$ ，因每个电荷所受静电力的合力均为零

对 q_1 列平衡方程得

$$k \frac{q_1 q_2}{L^2} = k \frac{q_1 q_3}{(3L)^2}$$

对 q_2 列平衡方程得

$$k \frac{q_1 q_2}{L^2} = k \frac{q_2 q_3}{(2L)^2}$$

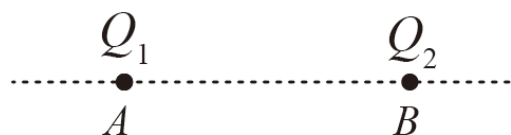
由以上解得

$$q_1 : q_2 : q_3 = 9 : 4 : 36$$

选项 ABD 错误，C 正确，故选 C。

【点睛】 本题主要通过库仑定律结合力的平衡来考查学生。处于同一直线上的三个点电荷，若均处于静止状态，根据库仑定律和同种电荷相互排斥，异种电荷相互吸引，一定是“两同夹一异，两大夹一小”，也就是两侧的电荷一定带同种电荷，中间带异种电荷；两侧的电荷带电量大于中间的带电量。

【变式训练 3】（天津市第九中学 2021-2022 学年高二（上）期中物理试题）1. 两个可自由移动的点电荷分别放在 A、B 两处，如图，A 处电荷带正电 Q_1 ，B 处电荷带负电 Q_2 ，且 $Q_2 = 4Q_1$ ，另取一个可以自由移动的点电荷 Q_3 放在 AB 直线上。欲使整个系统处于平衡状态，则（ ）



- A. Q_3 为负电荷，且放于 A 左方
B. Q_3 为负电荷，且放于 B 右方
C. Q_3 为正电荷，且放于 AB 之间
D. Q_3 为正电荷，且放于 B 右方

【答案】 A

【解析】

A. 根据“两同夹异，两大夹小，近小远大”的规律可知， Q_3 为负电荷，且放于 A 左方，能使整个系统处于平衡状态，所以 A 正确；

B. Q_3 为负电荷，且放于 B 右方，对 A 处电荷分析两电场力方向都向右不能平衡，所以 B 错误；

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/765143314122012014>