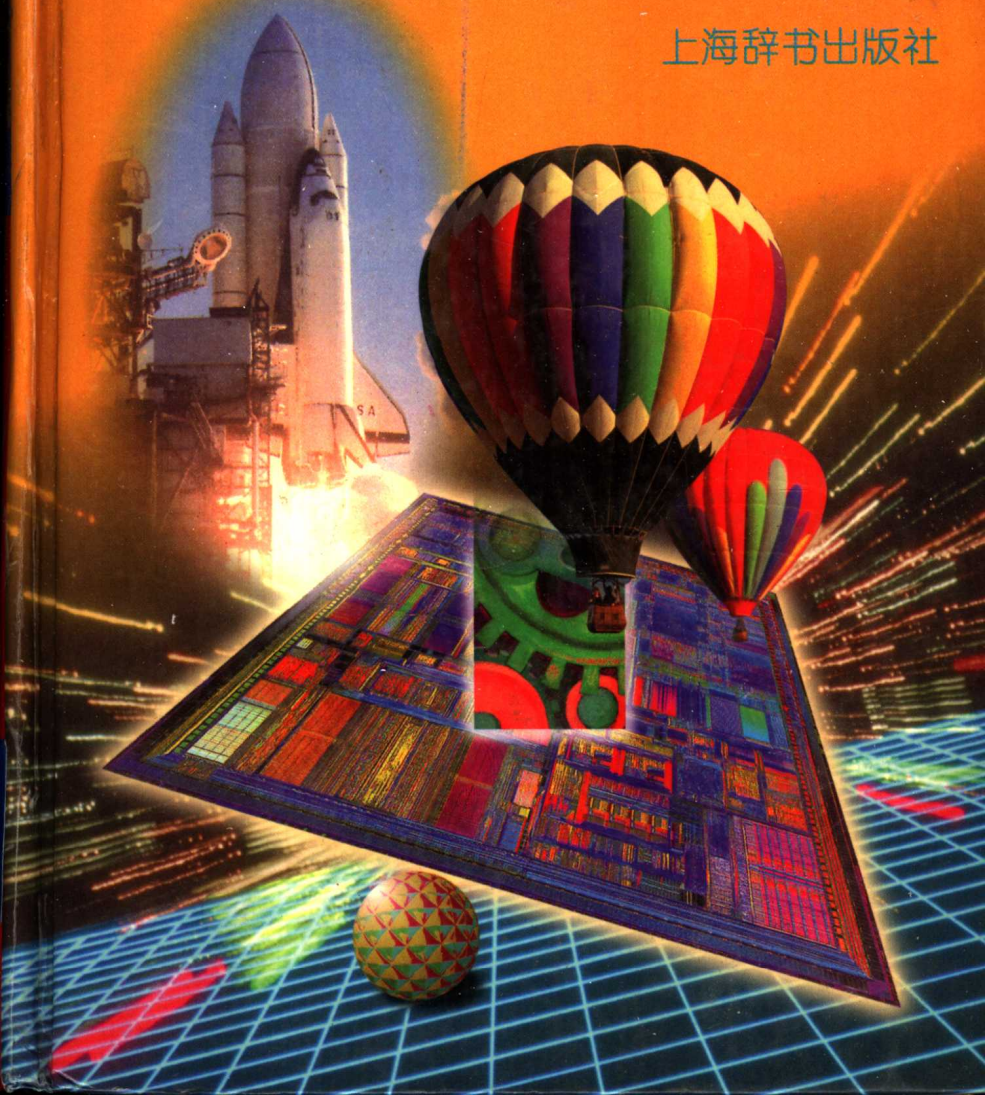


物理题解辞典

高中卷·中

上海辞书出版社



主编 宓子宏

物理题解 辞典

高中卷

中

上海辞书出版社

物理题解辞典·高中卷(中)

上海辞书出版社出版

(上海陕西北路457号 邮政编码 200040)

上海辞书出版社发行所发行

商务印书馆上海印刷股份有限公司印刷

开本 787×1092 1/32 印张 26.625 插页 5 字数 745 000

1999年9月第1版 1999年9月第1次印刷

印数 1—5100

ISBN 7-5326-0558-2/O·20

定价: 31.20 元

凡 例

1. 本书收集题目共 958 题,按学科体系,分 5 章编排,目录中各章题型后标明题目起迄序号。

2. 题型有选择题、填充题、作图题、实验题、论述题和计算题,按章节特点,分别采用相应类型。

3. 各章开头备有知识提要,包括概念、定律、定理和公式等,作为解题的依据。

4. 释文列分析、解答、说明等项。“分析”着重解题思路,揭示解题规律,阐明思考问题的方法;“说明”包括解题规律的总结和题目意义的推广等。

5. 题目解答一般是一题一解,部分题目有其他较好解法的,则一题多解,分别列出。

6. 本书所用计量单位一律采用《中华人民共和国法定计量单位》。

目 录

第一章 静电场

知识提要	1
选择题(1~93)	7
填充题(94~159)	71
论述题(160~164)	117
计算题(165~237)	123

第二章 直流电路

知识提要	192
选择题(238~362)	195
实验题(363~403)	258
论述题(404~421)	311
计算题(422~598)	324

第三章 磁场

知识提要	486
选择题(599~630)	489
填充题(631~643)	513
作图题(644~646)	521
论述题(647~648)	526
计算题(649~705)	529

第四章 电磁感应

知识提要	599
选择题(706~750)	601
填充题(751~759)	634
作图题(760~763)	643

论述题(764 ~ 766).....	652
计算题(767 ~ 827).....	655
第五章 交流电	
知识提要.....	737
选择题(828 ~ 882).....	741
作图题(883 ~ 896).....	774
实验题(897 ~ 900).....	787
论述题(901 ~ 907).....	791
计算题(908 ~ 958).....	797

第一章 静 电 场

知 识 提 要

(1) 库仑定律

1. 两种电荷及其相互作用: 自然界只存在两种电荷, 规定跟丝绸摩擦后的玻璃棒上所带电荷为正电荷, 跟毛皮摩擦后的橡胶棒上所带电荷为负电荷; 正、负电荷间存在异种电荷相互吸引、同种电荷相互排斥的作用。

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, 在任何物理过程中, 电荷的代数和是守恒的。

3. 电量: 电荷的多少. 单位是库仑, 简称库。

4. 点电荷: 带电体的理想化模型. 带电体的大小和形状与带电体间的距离相比较可以忽略时, 带电体便可看成点电荷。

5. 库仑定律: 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; 作用力的方向在这两个点电荷的连线上. 真空中库仑定律公式:

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}.$$

式中比例常数 k 叫做静电力常量. 在我国法定计量单位中, $k = 9 \times 10^9 \text{ 牛} \cdot \text{米}^2 / \text{库}^2$.

在电介质中, 库仑定律的表达式:

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{\epsilon r^2}.$$

式中 ϵ 叫做电介质的介电常数. 介电常数 ϵ 是个纯数, 它表示在电量和电荷间距离相同的情况下, 在电介质中电荷间的库仑力比在真空中所减小的倍数. 真空的介电常数 $\epsilon = 1$, 通常空气的介电常数也可取作 1.

6. 基元电荷(曾用名基本电荷): 由实验确认的自然界中电荷的最小单位, 用 e 表示. $e = 1.60 \times 10^{-19}$ 库. 1 个电子或 1 个质子所带电量的数值都等于基元电荷.

(2) 电场 电场强度

1. 电场: 电磁场的一个方面, 是客观存在的物质, 电荷周围存在着电场. 电荷之间的相互作用通过电场发生.

2. 电场强度 E 矢量. 电场对放入其中的电荷有力的作用是电场的基本性质之一, 用电场强度可以描述电场的这一性质.

电荷(检验电荷)在电场中某点所受到的电场力跟它的电量的比值, 叫做该点的电场强度. 电场强度简称场强, 用符号 E 表示. 其定义公式为:

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

式中 q 为电荷电量, 单位是库, F 为电荷所受电场力, 单位是牛. 电场强度的单位是牛/库. 电场强度 E 是矢量, 其方向规定为正电荷所受电场力的方向.

真空中点电荷产生的电场中某点电场强度的大小可用下式计算:

$$E = \frac{kQ}{r^2}.$$

式中 Q 为点电荷(场源电荷)的电量, r 为该点离点电荷的距

离. 该式表明点电荷产生的电场中, 各点电场强度跟点电荷电量成正比, 跟这些点离点电荷距离的平方成反比. 电场强度是电场的属性, 表明电场具有能对电荷施加力的作用的性质. 电场中各点的电场强度跟在这些点上是否存在电荷无关.

3. 电场线(曾用名电力线): 是电场中假想的曲线, 在电场线上各点的切线方向就是各点的电场强度 E 矢量的方向. 在静电场中, 电场线自正电荷出发, 终止在负电荷上; 电场线是不封闭的曲线; 电场中两条电场线不可能相交. 从电场线的走向与分布的疏密程度可形象地显示电场的方向和强弱, 在电场线分布较密集的地方表示电场强度较大, 电场线分布较稀疏的地方表示电场强度较小.

4. 匀强电场: 电场中各点电场强度的大小和方向均相同的区域. 一块很大的均匀带电板的两侧电场或两个带有等量异种电荷、靠得很近的平行金属板间的电场是匀强电场. 匀强电场中的电场线是分布均匀、互相平行的直线.

5. 电场的叠加. 多个点电荷产生的电场中, 某点的电场强度等于各个点电荷单独存在时在该点产生的电场强度的矢量和. 带有等量异种电荷的平行金属板间的匀强电场是两板上的电荷分别产生的电场强度叠加的结果. 同种性质的场可以叠加, 而几个实物不能同时占据同一空间位置, 这是场和实物的区别之一.

(3) 电势 电势差

1. 电势能: 电荷在电场中具有势能. 电荷在静电场中, 在电场力作用下从一点移动到另一点的过程中, 电场力做功的结果使电荷的电势能发生变化. 电场力对电荷做多少正功, 电荷的电势能就减小多少; 电场力对电荷做多少负功, 电荷的电势能就增大多少. 电荷在电场中某点具有的电势能在数值上等

于把电荷从该点移到电势能为零处电场力所做的功。

2. 电势. 电场能移动电荷做功是电场的基本性质之一. 用电势可以描述电场的这一性质.

电荷(检验电荷)在电场中某点所具有的电势能跟它的电量的比值, 叫做该点的电势. 用符号 U 表示. 其定义公式为

$$U = \frac{E_{\text{电势能}}}{q}$$

式中 $E_{\text{电势能}}$ 的单位是焦耳, 电量 q 的单位是库仑, 电势 U 的单位是伏特, 简称伏. 电势是标量.

电势是电场的属性, 表明电场具有移动电荷做功的性质. 电场中各点的电势跟在这些点上是否存在电荷无关.

真空中点电荷产生的电场中某点的电势可用下式计算:

$$U = k \frac{Q}{r}$$

式中 Q 为点电荷电量, r 为该点离点电荷的距离. 该式表明点电荷产生的电场中, 各点电势跟点电荷电量成正比, 跟这些点离点电荷的距离成反比.

由上式可知, 若 Q 为正电荷, 则电场中各点电势均为正值, 离 Q 越远的点电势越小, 无限远处电势为零. 若 Q 为负电荷, 则电场中各点电势均为负值, 离 Q 越远的点电势越大, 无限远处电势为零. 电场中各点电势总是沿着电场线方向逐点降低的.

3. 电势的叠加: 多个点电荷产生的电场中, 某点的电势等于各个点电荷单独存在时在该点产生的电势的代数和. 在由两个相距一定距离的等量、异种电荷产生的电场中, 在它们连线的中垂线(及中垂面)上各点电势均等于零, 就是电势叠加最简单的例子.

4. 电势差: 电场中某两点的电势的差. 电场中 A 、 B 两点间的电势差

$$\begin{aligned}
 U_{AB} &= U_A - U_B \\
 &= \frac{E_{\text{电势能}A}}{q} - \frac{E_{\text{电势能}B}}{q} = \frac{W_{AB}}{q}.
 \end{aligned}$$

上式表明电场中某两点间的电势差等于在该两点间移动电荷电场力所做的功跟被移动电量的比值。

5. 等势面: 电场中电势相等的点组成的面. 在同一等势面上移动电荷, 电场力所做的功等于零. 等势面总是跟电场线相垂直. 孤立点电荷产生的电场中的等势面是以点电荷为球心的一系列同心球面. 匀强电场中的等势面是垂直于电场强度方向的一系列平行平面.

6. 电场中的导体和静电屏蔽. 置于电场中的导体处于静电平衡状态时, 导体内部的电场强度等于零, 异种感应电荷分别分布在导体两侧的外表面上. 带电导体处于静电平衡状态时, 其内部电场强度等于零, 电荷只分布在导体的外表面上, 导体表面电荷分布的密集程度与导体表面的曲率有关, 一般曲率越大处, 电荷分布越密. 处于静电平衡的导体是一等势体, 导体表面是一等势面, 表面上任一点的电场强度方向与导体该点表面的切线方向垂直.

置于电场中的一个金属空腔, 当处于静电平衡状态时空腔内部的电场强度为零, 空腔内部不受外界电场的影响, 这就是静电屏蔽. 若将带电体用一接地金属空腔包围, 由于感应电荷只存在于空腔内表面上, 使电场只存在于空腔内部, 空腔内部电场对外界不产生影响, 这也是静电屏蔽.

7. 电势差跟电场强度的关系. 在匀强电场中, 沿电场强度方向的某两点间的电势差等于电场强度和该两点间距离的乘积. 即

$$U = Ed.$$

将上式改写成:

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

表明在匀强电场中, 电场强度在数值上等于沿电场方向的单位距离上降低的电势. 由此式可得电场强度的另一单位伏/米, 可以证明, $1 \text{ 伏/米} = 1 \text{ 牛/库}$.

(4) 带电粒子在电场中的运动

电量为 q 、质量为 m (比荷为 q/m) 的带电粒子在匀强电场中由于受到恒定的电场力 $F = qE$ 作用, 其运动性质属匀变速运动, 带电粒子进入匀强电场区域时, 若其初速度方向平行于电场强度方向, 则其在电场中的运动轨迹为直线. 若其初速度方向垂直于电场强度方向或与电场强度方向成一角度时, 则其在电场中的运动轨迹为曲线.

(5) 电容器 电容

1. 电容器. 任何两个彼此绝缘又互相靠近的导体组成了电容器.

2. 电容器的电容. 电容器充电后, 电容器所带电量跟它的两极板间的电势差的比值, 叫做电容器的电容, 用符号 C 表示. 可用以下定义式表示:

$$C = \frac{Q}{U}.$$

式中 Q 为电容器所带电量 (一个极板上的电量), U 为两极板间的电势差. 电容的单位是法拉, 简称法. $1 \text{ 法} = 1 \text{ 库/伏}$.

电容器的电容是电容器的属性, 其大小决定于组成电容器的导体的大小、形状、导体间的相对位置和导体间的电介质, 而与电容器的导体组成材料和电容器是否充电无关.

3. 平行板电容器的电容大小跟两平行板的正对面积 S 成正比, 跟两极板间的距离 d 成反比, 且跟两极板间的电介质的介

电常数 ε 成正比. 可用以下公式表示:

$$C = \frac{\varepsilon S}{4\pi k d}.$$

式中 ε 为介电常数, 静电力常量 $k = 9 \times 10^9$ 牛·米²/库², 面积 S 的单位是米², 距离 d 的单位是米, 电容 C 的单位是法.

4. 电容器的连接. 电容器串联时, 相当于增大了极板的距离, 总电容 $C_{\text{串}}$ 小于串联组合中任何一个电容.

$$\frac{1}{C_{\text{串}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \cdots + \frac{1}{C_n}.$$

电容器并联时, 相当于增大了极板正对面积, 总电容 $C_{\text{并}}$ 大于并联组合中任一个电容.

$$C_{\text{并}} = C_1 + C_2 + \cdots + C_n.$$

选 择 题

1. 关于基元电荷, 以下说法中正确的是

- (A) 基元电荷就是氢原子核;
- (B) 基元电荷就是电子;
- (C) 基元电荷就是一价离子;
- (D) 基元电荷是由实验测定的自然界中电荷的最小单元.

〔分析〕科学家在实验中发现所有带电微粒所带电量是某一最小单元 (1.60×10^{-19} 库) 的整数倍. 这一最小单元叫做基元电荷 e . 一个氢原子核 (质子)、一个电子, 一个一价离子所带电量的大小都等于 1.60×10^{-19} 库, 但它们是不同的物质微粒, 不能说它们就是基元电荷.

〔解答〕(D).

〔说明〕基元电荷 $e = 1.60 \times 10^{-19}$ 库, 是由美国物理学家密立根于 1910 年通过实验测定的, 以后又为其他实验所证实. 60 年代以来, 在高能物理的理论研究中提出了夸克 (层子) 理论, 认为质子、中子等粒子是由

夸克组成的, 夸克所带电量是基元电荷的 $\frac{1}{3}$ 或 $\frac{2}{3}$. 但这一理论尚未为实验所证实.

2. 在真空中有两个点电荷, 它们之间的相互作用力是 F , 则可使作用力变为 $2F$ 的情况是

(A) 距离不变, 把一个电荷的电量增大为 2 倍, 另一个电荷的电量减小为 $\frac{1}{4}$;

(B) 距离不变, 把一个电荷的电量增大为 4 倍, 另一个电荷的电量减小为 $\frac{1}{2}$;

(C) 电量不变, 使它们间的距离减小为 $\frac{1}{2}$;

(D) 电量不变, 使它们间的距离增大为 $\sqrt{2}$ 倍.

〔分析〕由真空中库仑定律 $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ 可知, 要使作用力变为 $2F$, 其电量的乘积与距离平方的比必须增大到原来的 2 倍. 但题中已限制其中距离或电量有一个是不变的, 当距离不变时, 只要两个电量的乘积为原来的 2 倍即可, 所以在 (A)、(B) 中只有选 (B) 是正确的. 而保持电量不变, 它们间的距离只有变为原来的 $\frac{\sqrt{2}}{2}$ 倍, 所以选 (C)、(D) 都不正确.

〔解答〕(B).

3. 真空中两个等量同种电荷相隔一定距离时, 相互作用力为 F . 若使这两个电荷的电量都增大为原来的 2 倍, 使相隔距离也增大为原来的 2 倍, 则它们之间的相互作用力将是

(A) $\frac{F}{4}$; (B) $\frac{F}{2}$; (C) F ; (D) $2F$.

〔分析〕根据库仑定律, 两个点电荷间距离不变时, 当它们的电量都增大为原来的 2 倍, 库仑力将增大为原来的 4 倍; 当电荷电量不变, 距离增大为原来的 2 倍时, 库仑力将减小为原来的 $\frac{1}{4}$. 由于这两个变化因素同时存在, 且效果恰好抵消, 所以库仑力大小保持不变.

〔解答〕(C).

4. 两个带同种电荷的小球相距为 r , 所带的总电量为 Q , 则叙述正确的是

(A) 当 $q_1 = \frac{Q}{3}$, $q_2 = \frac{2}{3}Q$ 时, 库仑力最大;

(B) 当 $q_1 = \frac{Q}{3}$, $q_2 = \frac{2}{3}Q$ 时, 库仑力最小;

(C) 当 $q_1 = \frac{Q}{2}$, $q_2 = \frac{Q}{2}$ 时, 库仑力最大;

(D) 当 $q_1 = \frac{Q}{2}$, $q_2 = \frac{Q}{2}$ 时, 库仑力最小.

〔分析〕库仑定律中指出库仑力与电量乘积成正比, 与距离平方成反比. 现距离 r 一定, 由数学知识可知当两数之和为一定值, 两数相等时其乘积为最大. 所以当 $q_1 = q_2 = \frac{Q}{2}$ 时, 库仑力最大.

〔解答〕(C).

5. 两个质量相等的小球 a 、 b , 带有同种电荷, 分别固定在两根等长的丝线一端, 丝线另一端固定在悬点 O (图 1). 若已知 a 球所带电量是 b 球的 2 倍, 平衡时它们的悬线偏离竖直方向的夹角分别为 θ_1 、 θ_2 , 则 θ_1 和 θ_2 的大小关系是

(A) $\theta_1 = \theta_2$; (B) $\theta_1 = 2\theta_2$;

(C) $\theta_1 < \theta_2$; (D) $\theta_1 > \theta_2$.

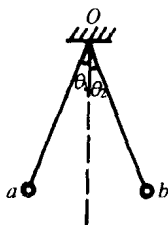


图 1

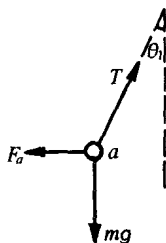


图 2

〔分析〕 小球 a 除受到库仑力 F_a 外; 还受到重力 mg 和丝线拉力 T 的作用(图 2). 根据共点力平衡条件, 库仑力

$$F_a = mg \tan \theta_1,$$

同理, 小球 b 所受库仑力

$$F_b = mg \tan \theta_2.$$

由牛顿第三定律可知, 球 a 和球 b 间相互作用的库仑力大小相等, 方向相反, 即 $F_a = F_b$, 因质量 m 相等, 所以 $\theta_1 = \theta_2$.

〔解答〕 (A).

〔说明〕 当两球质量不等时, 因为库仑力大小相等, 重力和库仑力的合力就不相等, 与之平衡的拉力也不相等. 此时的夹角大小关系只由球的质量来决定.

6. 在一孤立点电荷产生的电场中, 离该点电荷距离为 r_1 的一点, 引入电量为 q 的检验电荷, 所受电场力为 F . 则离该点电荷为 r_2 处电场强度的大小为

$$(A) \frac{F}{q}; \quad (B) \frac{Fr_1^2}{qr_2^2}; \quad (C) \frac{Fr_1}{qr_2}; \quad (D) F\sqrt{\frac{r_1r_2}{q}}.$$

〔分析〕 电场强度的定义式 $E = \frac{F}{q}$ 和点电荷的电场强度 $E = k \frac{Q}{r^2}$ 中, q 是检验电荷的电量, Q 是场源电荷的电量. 可以从两式相等中得

$$\frac{F}{q} = k \frac{Q}{r_1^2},$$

$$kQ = F \frac{r_1^2}{q} \dots \textcircled{1}$$

而 r_2 处的电场强度

$$E_2 = k \frac{Q}{r_2^2} \dots \textcircled{2}$$

将①式代入②式得

$$E_2 = F \frac{r_1^2}{qr_2^2}.$$

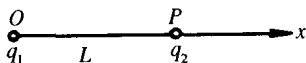
〔解答〕 (B).

7. 如图所示, 在 Ox 轴的原点 O 及轴上 P 点各固定一个同种电荷, 已知 $q_1 > q_2$, OP 距离为 L , 则电场强度为零的点离 O 点距离为

(A) $x > 0$; (B) $0 < x < \frac{L}{2}$;

(C) $\frac{L}{2} < x < L$; (D) $x > L$.

〔分析〕 电场强度是矢量,点电荷产生的电场中,电场强度的大小由场源电荷 Q 及离开它的距离 r 所决定.由公式可知 $E = k \frac{Q}{r^2}$,而 q_1, q_2 是同种电荷.它们的合电场强度为零处一定在 OP 之间,又因 $q_1 > q_2$,可以判断出该点应距 q_2 较近,区间应是 $\frac{L}{2} < x < L$.



〔解答〕 (C).

8. 真空中两个相同大小的金属球 a, b , 分别带有电量 Q_a 为 20 微库, Q_b 为 -4 微库. 使它们接触后置于相距 12 厘米的两个固定位置上, 则 a, b 两球间的相互作用力的大小是

(A) 360 牛; (B) 160 牛; (C) 40 牛; (D) 10 牛.

〔分析〕 a, b 球接触时, 部分电荷发生中和, 接触后由于两球有相同电势 U , a, b 两金属球大小相等又具有相同的电容 C , 因此电荷重新分配的结果, 它们带有相等的电量

$$Q = \frac{Q_a - Q_b}{2} = \frac{(20 - 4)}{2} \text{ 微库} = 8 \text{ 微库}.$$

由库仑定律得

$$F = \frac{kQ_a Q_b}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{(8 \times 10^{-6})^2}{(12 \times 10^{-2})^2} \text{ 牛} = 40 \text{ 牛}.$$

〔解答〕 (C).

〔说明〕 不带电的导体电势等于零, 带电荷 Q 后, 电势升高为 U , 由实验可知 U 正比于 Q . 电势 U 跟导体所带电量 Q 的比值的倒数定义为导体的电容 C , 即 $C = \frac{Q}{U}$. 表示电容在数值上等于导体升高单位电势所能容纳的电量. 一个半径为 R 的孤立球形导体, 若所带电量为 Q , 可证明电势 $U = \frac{kQ}{R}$. 则可算出其电容 $C = \frac{1}{k} R$. 即球形导体的电容跟它的半径成正比. 由此可推知, 电容是导体的属性, 其大小决定于导体的大小与形状.