

## 第二章 有导体时的静电场自测题一

2. 1 一带正电的 A 球放在中性导体 B 旁边 (B 为两个中性导体  $B_1$  与  $B_2$  相接触而成的导体); 由于静电感应, 可知  $B_1$  端带负电,  $B_2$  端带正电 (图 a), 有人由此得出结论说 “ $B_2$  的电位高于  $B_1$  的电位”, 此话是否正确? 如果将导体分为两部分 (图 b), 上述说法是否正确?

2. 2 “两个带电导体球之间的静电力等于把每个球的电量集中于球心所得的两个点电荷之间的静电力”, 此话是否正确?

2. 3 有两个金属球, 大球电量为  $Q (> 0)$  小球为中性, B 为小球面上一点, 判断下列说法的是非。

(1) B 点的电位小于零。

(2) 大球面上电荷在大球外任意一点激发的场强  $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{r}$ ,  $r$  为大球心至该点的距离。

(3) P 为小球外邻近 B 的一点, 则  $E_p = \frac{\sigma_B}{\epsilon_0} \hat{n}$  为小球在 B 点的外法线的单位矢。

(4) 若用导线接通两球, 两球面电荷密度之比  $\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{R_1}{R_2}$ ,  $R_1, R_2$  为两球的半径。

2. 4 有一带正电导体 B, 将一正电荷  $q$  置于 B 附近的 A 点, 如图所示。试证不论导体 B 上远 A 端处或近 A 端处接地, 导体 B 上都不会剩正电荷。

2. 5 将一带正电导体  $M_1$  置于一中性导体  $M_2$  附近,  $M_2$  将出现感生电荷,  $M_1$  表面的电荷也将重新分布。问两个导体是否可能都出现异号电荷 (如图所示) 的分布? 为什么?

2. 6 一封闭金属壳 M 内有一电量为  $q$  的导体 A, 试证: 为使  $U_A = U_M$ , 唯一的方法是令  $q=0$ , 又问此结论与 M 是否带电有无关系?

2. 7 封闭金属壳内有两个带电导体 A 和 B, 已知  $q_A = -q_B$ , 问壳的内壁各点  $\sigma$  是否都为零? 若用导线联结 A 和 B, 结论又如何?

2. 8 封闭金属壳 M 内有一带电导体 A 及中性导体 B (如图), 三者的电位分别为  $U_A$ ,  $U_B$ ,  $U_M$ , 试证: 若 A 带正电, 则  $U_A$  为三者中的最高者, 若 A 带负电, 则  $U_A$  为三者中

的最低者。

2. 9 图中的金属壳为中性，壳外无带电体，壳内带电体电量  $q$  相同，问 a, b, c 三图中壳内外电场是否相同？

2. 10 金属球 A 置于与它同心的封闭金属球壳 M 内，A 及 M 的电量分别为  $q_A$  及  $q_M$ ，A 的半径为  $R_A$ ，M 的内外半径分别为  $R_1$  及  $R_2$ 。

(1) 求 A 的表面及 M 的内外表面的电荷面密度  $\sigma_A, \sigma_1, \sigma_2$ 。

(2) 若 A 有一位移(但不与 M 接触)， $\sigma_A, \sigma_1, \sigma_2$  是否改变？A, M 间的电场是否改变？问 M 外的电场是否改变？

(3) 若 A 与 M 接触，情况又如何？

2. 11 在静电计的铜盘  $M_1$  上方平行地置一铜板  $M_2$  (两者不接触)，用导线按上题图所示线路与直流电源 E 接好。

(1) 合上 K 后，指针有无张角？

(2) 再断开 K，张角变否？

(3) 将  $M_2$  缓慢地向上平移 (K 仍断开)，张角变大还是变小？在上述过程中，K 若接通，情况又如何？

2. 12 在上题合上 K 后，再将 K 断开的情况下，用一块有一定厚度的金属板平行插入  $M_1$  与  $M_2$  之间 (但不接触)，问指针张角如何变化？

2. 13 图中三块完全相同的金属板构成两个电容器，试判断图 a 与图 b 哪种是串联，那种是并联，在两种情况下，当中间的金属板上下平移时，总电容改变否？

2. 14 试证明：若干个电容串联或并联时，如果其中一个电容的数值增大，总电容亦随之增大。

2. 15 在带正电的导体 A 附近有一不接地的中性导体 B，试证 A 离 B 越近，A 的电位越低。

2. 16 两个导体 A, B 构成的带电体系的静电能为  $W = \frac{1}{2} q_A U_A + \frac{1}{2} q_B U_B$ ，能否说  $\frac{1}{2} q_A U_B$  分别是 A 和 B 的自能？为什么？

## 第二章 有导体时的静电场自测题二

2. 1. 1 证明：对于两个无限大带电平板导体来说：

(1) 相向的两面（附图中 2 和 3）上，电荷的面密度总是大小相等符号相反；

(2) 相背的两面（附图中 1 和 4）上，电荷的面密度总是大小相等而符号相同。

2. 1. 2 两平行金属板分别带有等量的正负电荷，若两板的电位差为 160 伏特，两板的面积都是 3.6 平方厘米，两板相距 1.6 毫米，略去边缘效应，求两板间的电场强度和各板上所带的电量（设其中一板接地）。

2. 1. 3 三块平行放置的金属板 A, B, C 其面积均为 S, AB 间距离为 x, BC 间距离为 d, 设 d 极小，金属板可视为无限大平面，忽略边缘效应与 A 板的厚度，当 B, C 接地（如图），且 A 导体所带电荷为 Q 时，试求：

(1) B, C 板上的感应电荷；

(2) 空间的场强及电位分布。

2. 1. 4 一个接地的无限大导体平面前垂直放置一半无限长均匀带电直线，使该带电导线一端点距导体平面距离为 d，如图所示，若带电线上电荷密度  $\eta$ ，试求：

(1) 垂足处 O 点的面电荷密度；

(2) 求平面上距 O 为 r 处的面电荷密度。

2. 1. 5 半径为 R 的金属球与地相联接，在与球心相距  $d=2R$  处有一点电荷 q ( $q>0$ )。求球上的感应电荷  $q'$  有多大（设其距离地面及其它的物体是很远的）？

2. 1. 6 如图示，半径为  $R_1$  的导体球带电量 q，在它外面同心地罩一金属球壳，其内壁的半径分别为  $R_2$  与  $R_3$ ，已知  $R_2=2R_1$ ， $R_3=3R_1$ ，今在距球心为  $d=4R_1$  处放一电量为  $\theta$  的点电荷、并将导体球壳接地，试问：

(1) 球壳带的总电量是多大？

(2) 如果用导线将蒙山内导体球与壳相连、球壳带电量是多大？

2. 1. 7 证明：在静电平衡时，导体表面某面元所受的力为  $F = \frac{\sigma^2}{2\epsilon_0} \Delta S \hat{n}$  或  $\frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 \Delta S \hat{n}$ ，

单位面积受的力为  $\frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 \hat{n}$ （其中 E 为紧靠导体表面处的场强）。

2. 1. 8 一个半径  $R=1.5$ （厘米）的金属球，带有电量  $q=10$ （微库），求半个球所受

力的大小。

2.1.9 一置于均匀电场中的半径为  $R$  的中性导体球, 球面感应电荷面密度  $\sigma = \sigma_0 \cos \theta$ , 求带有同号电荷的球面所受的力。

2.2.1 点电荷  $q$  放在中性导体球壳的中心, 壳的内外半径分别为  $R_1$  和  $R_2$  (见附图), 求场强和电位的分布, 并画出  $E-r$  和  $U-r$  曲线。

2.2.2 如图所示, 球形金属腔带电量为  $Q > 0$ , 内半径为  $a$ , 外半径为  $b$ , 腔内距球心  $O$  为  $r$  处有一点电荷  $q$ , 求球心  $O$  的电位。

2.2.3 一半径为  $R_A$  的金属球  $A$  外罩有一个同心金属球壳  $B$ , 球壳极内外半径均可看作  $R_B$  (如图所求), 已知  $A$  带电量为  $Q_A$ ,  $B$  带电量为  $Q_B$ , 试求:

- (1)  $A$  的表面  $S_1$ ,  $B$  的内外表面  $S_2, S_3$  上的电量;
- (2)  $A, B$  球的电位 (无限远处电位为零);
- (3) 在  $B$  外再罩一个同心的很薄中性金属壳, 再答 (1)、(2) 两问;
- (4) 用导线将  $A, B$  相连接, 再答 (1)、(2) 再问;
- (5) 将  $B$  球壳接地, 再答 (1)、(2) 两问 ( $B$  外不再罩有球壳);
- (6) 将  $A$  球接地, 再答 (1)、(2) 两问 ( $B$  外不再罩有球壳)。

2.2.4 两个同心球壳, 内球壳半径为  $a$ , 外球壳半径为  $b$ , 设球壳极薄, 已知内球壳带电量为  $Q_1$ , 试问:

- (1) 在外球壳带多大电量时, 才能使内球壳的电位为零;
- (2) 距球心为  $r$  处的电位为多大?

2.2.5 同轴传输线是由两个很长且彼此绝缘的同轴金属直圆柱构成 (见附图)。设内圆柱体的电位为  $U_1$ , 半径为  $R_1$ , 外圆柱体的电位为  $U_2$ , 内半径为  $R_2$ , 求其间离轴为  $r$  处 ( $R_1 < r < R_2$ ) 的电位。

2.3.1 计算大地的电容 (将其当作真空中的导体球,  $R=6370$  (千米))。

2.3.2 如图所示, 平行板电容器两极板的面积都是  $S$ , 相距为  $d$ , 其间平行放置一厚度为  $t$  的金属板, 略去边缘效应。

- (1) 求电容  $C$ ;
- (2) 金属板离极板的远近有无影响;

(3) 设没有放金属板时电容器的电容  $C_0 = 600$  (微法), 两极板间的电位差为 10 伏, 当放入厚度  $t = \frac{1}{4}d$  的金属板时, 求此时电容  $C$  及两极板间的电位差  $U$ 。

2. 3. 3 求同轴圆柱形电容器的电容  $C$ 。并且证明: 当两极板的半径差很小 (即  $R_2 - R_1 \ll R_1$ ) 时, 它的电容公式趋于平行板电容公式。(设内柱半径是  $R_1$ , 外柱内半径是  $R_2$ , 柱高是  $L$ , 忽略边缘效应)。

2. 3. 4 证明: 同心球形电容器两极的半径差很小 (即  $R_2 - R_1 \ll R_1$ ) 时, 它的电容公式趋于平行板电容公式。

2. 3. 5 一球形电容器, 内球及外球壳的半径分别为  $R_1$  及  $R_2$  (球壳极薄)。设该电容器与地面及其它物体相距都很远, 现将内球通过细导线接地。试证明: 此时球面间的电容可以用公式  $C = \frac{4\pi\epsilon_0 R_2^2}{R_2 - R_1}$  表示。

2. 3. 6 如图所示, 空气平板电容器是由两块相距为 0.5 毫米的薄金属平板 A, B 所构成, 若将此电容放在一金属盒 K 内, 金属盒上下两壁与 A, B 分别相距 0.25 毫米, 在不计边缘效应时, 电容器电容变为原来的几倍? 若将盒中电容器的一极板与金属盒相边接, 问这时的电容又为原来的几倍?

2. 3. 7 图中所标数值为电容器的电容, 单位是微法。

(1) 求 A, B 间总电容;

(2) 若 A, B 间电位差为 900 伏, 求离 A, B 最近的两电容器  $C_1, C_9$  上的电量;

(3) 若 A, B 间电位差为 900 伏, 求 C, D 间电位差。

2. 3. 8 如图所示, 三个分别为 8、8 及 4 微法的电容器串联, 其两端 A, B 间电压为 12 伏。

(1) 求 4 微法的电容器的电量;

(2) 将三者拆开后再并联 (同性极板在一起), 求电容器组两端电压。

2. 3. 9 如图所示,  $C_1 = 1.0$  (微法),  $C_2 = 0.5$  (微法),  $C_3 = 0.5$  (微法),  $C_4 = 1.0$  (微法),  $C_5 = 1.0$  (微法),  $C_6 = 1.0$  (微法),  $q_5 = 10 \times 10^{-5}$  (库), 试求:  $q_6, U_{bc}, q_2, U_{ac}$ 。

2. 3. 10 如图所示, 每个电容器的电容单位都是微法, 试求:

(1) a, b 间的总电容;

(2)  $C_3 = 5$  (微法), 若该电容器上所带的电荷电量为 120 微库, 求 a, c 两点的电位差。

2. 3. 11 求图中 a, b 间的总电容, 设  $C_2 = 10$  (微法), 其余各电容器均为 4.0 微法。

2. 3. 12 一仪器需用一个  $C=120$  (微微法)、耐压为 2000 伏的电容, 现在能否改用两个电容器  $C_1$  和  $C_2$ , 分别标明为  $C_1: 200\text{PF}, 1000\text{V}$ ;  $C_2: 300\text{PF}, 1900\text{V}$  代替原电容?

2. 3. 13 有两块面积各为  $S$  的相同金属板, 两板间的距离  $d$  板的大小比起来为很小, 其中一块板带电荷  $q$ , 另一块板带电荷  $2q$ , 试求:

(1) 两板间的电位差  $U$  等于多少?

(2) 两板之间及以外空间中电场的性质如何 (画出电力线即可)?

(3) 在两板外面的电场强度为多少? 计算时略去边缘效应。

2. 3. 14 把带电金属平板 A 从远处移近中性金属平板 B, 已知 A 板带电量为  $q_A$ , 两板长、宽均相等。在积为  $S$ , 移近后距离为  $d$  ( $d \ll \sqrt{S}$ ), 边缘效应可忽略, 求两板的电位差, 若将 B 接地, 结果又如何?

2. 3. 15 在 3.4 节例 3 (2) 的基础上, 撤去 A 的接地线, 改用导线连接 A 与 B, 如图所示求三板六个面上的电荷面密度。

2. 3. 16 三个平行板 A, B, C 组成一平行板导体组, 如图所示, 已知:  $q_A = 10$  (微库),  $q_B = -4$  (微库),  $q_C = 0$ , 平板的面积均为  $S=1.0$  (米<sup>2</sup>)。试求:

(1) 六个面上的电荷密度  $\sigma$ ;

(2) 用导线连接 C、B 两板, 待达到静电平衡后又撤去连线, 再求六个面上的电荷面密度  $\sigma$ ;

(3) 在 (2) 的基础上再用导线连接 A, B 两板, 再求六个面上的电荷面密度, 忽略边缘效应。

2. 5. 1 三个点电荷位置如图所示, 计算:

(1) 各对电荷之间的相互作用能;

(2) 这电荷系统的相互作用能。

2. 5. 2 求一均匀带电球体 (非导体) 的静电能。设半径为  $R$ , 带总电为  $Q$ 。

2. 5. 3 求带电导体球的静电能, 设其半径为  $R$ , 所带总电量为  $Q$ 。

2. 5. 4 半径为 2.0 厘米的导体球外套有一个与它同心的导体球壳，壳的内外半径分别为 4.0 厘米和 5.0 厘米，球与壳间是空气，壳外也是空气，当内球带电荷为  $3.0 \times 10^{-8}$  库仑时，试求：

(1) 这个系统的静电能；

(2) 如果用导线把壳与球联在一起，结果如何？

2. 5. 5 两个电容器的电容之比为  $C_1 : C_2 = 1 : 2$ ，把它们串联后接到电源上充电，它们的电能之比是多少？如果并联充电，电能之比是多少？

## 第二章 有导体时的静电场自测题三

1) 无限大均匀带电平面两侧的场强为  $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ ，这个公式对于靠近有限大小带电面的

地方也适用，这就是说，根据这个结果，导体表面元  $\Delta S$  上的电荷在紧靠它的地方产生的场强也应是  $\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ ，但是，我们知道，在静电平衡状态下，导体表面之处附近空间的场强  $\vec{E}$  与

该处导体表面电荷密度  $\sigma$  的关系为  $E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$ ，前者比后者小半，这是为什么？

该题涉及下列知识点：无限大带电板产生的场强公式，导体静电平衡条件，场强叠加原理等。

(2) 若一带电导体表面上某点附近电荷面密度为  $\sigma_e$  这时该点外侧附近场强为  $E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$ ，

如果将另一带电体移近，该点场强是否改变？公式  $E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$  是否仍成立？

该题涉及下列知识点：静电平衡时导体表面外附近的场强分布，静电感应，场强叠加原理，导体表面电荷分布等。

(3) 把一个带电体移近一个导体壳，带电体单独在导体空腔内产生的电场是否等于零？静电屏蔽效应是怎样体现的？

该题涉及下列知识点：场强叠加原理，导体静电平衡条件，静电屏蔽等。

(4) 将一个带正电的导体 A 移近一个不带电的绝缘导体 B 时，导体 B 的电位升高还是降低？为什么？

该题涉及下列知识点：静电感应，静电平衡时导体的电位分布，电位零点的选择等。

(5) 将一个带正电的导体移近一个接地的导体 B 时，导体 B 是否维持零电位？其上是否带电？

该题涉及下列知识点：静电感应，导体静电平衡时的电位分布，电位零点的选择等。

(6) 一个封闭的金属壳内有一个电量为  $q$  的金属物体，试证明：要想使这金属物体的电位与金属壳的电位相等，唯一的办法是使  $q=0$ 。这个结论与金属壳是否带电有没有关系？

该题涉及下列知识点：静电感应，静电平衡时导体的电势分布，静电屏蔽，静电平衡条件等。

(7) 两导体上分别带有电量 $-Q$ 和 $2Q$ ，都放在同一个封闭的金属壳内。证明：电荷为 $2Q$ 的导体的电位等于金属壳的电位。

该题涉及的知识点为：导体静电平衡条件，静电平衡时导体的电位分布，高斯定理，电力线性质等。

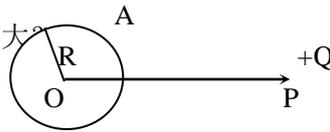
(8) 在两个同心导体球B、C的内球上带电 $Q$ ， $Q$ 在其表面上的分布是否均匀？当我们从外边把另一带电导体球移近这一对同心球时，内球上的电荷分布是否均匀？为什么？

该题涉及下列知识点：静电平衡时的电场分布，静电屏蔽等。

(9) 在一个孤立导体球壳中心放一个点电荷，球壳内外表面上的电荷分布是否均匀？如果电荷偏离球心，情况如何？

该题涉及下列知识点：静电平衡条件，静电平衡时导体上的电荷分布等。

(10) 中性的金属球A，半径为 $R$ ，它离地球很远。在与球心O相距为 $b$ 处，有一正电荷 $Q$ 。试问球内各点的电势多大？在题中的条件下，导体表面有电荷吗？球上有静电荷吗？如果把球A接地，则球上静电荷又为多大？



该题涉及下列知识点：静电平衡时导体的电势分布，电荷分布，点电荷的电场中的电位公式及电位叠加原理等。

(11) 两导体球A、B相距很远（因此它们都可看成是孤立的），其中A原来带电，B不带电。现用一根细长导线将两球连接。电荷将按怎样的比例在两球上分配？

该题涉及下列知识点：孤立导体的电容，静电平衡导体的电位分布等。

(12) 封闭金属壳内有两个带电导体A和B，已知 $-Q_A=Q_B$ 。问金属壳内壁各点 $\sigma$ 是否为零？若用导线连接A和B，结论又如何？

该题涉及以下知识点：导体静电平衡条件，电场叠加原理及电荷守恒定律等。

(13) 将一电容器充电后断开电源，当增大电容器两板间的距离时，问：电容器上的电量是否会变化？电容器的电容是否会变化？电容器两板间的电场强度是否会变化？

该题涉及以下知识点：平行板电容器的电容，电荷守恒定律，两无限大带电平行板间的场强分布等。

(14) 将一电容器充电后，不断开电源而把两板间距离拉大，问：电容器上的电量是否会变

化？电容器的电容是否会变化？电容器两板间的电场强度是否会变化？

该题涉及以下知识点：平行板电容器的电容，电荷守恒定律，两无限大带点平板间的场强分布等。

(15) 两个半径相同的金属球，其中一个是空心的，另一个是实心的，电容是否相同？

该题涉及以下知识点：电容的定义，孤立导体球的电容公式，静电平衡时导体的电荷分布等。

(16) 两个同样的金属球，带有等量同号的电荷，问在下述两种情况下，两球电容之和是否相同？如果不同，在哪种情况中较大？

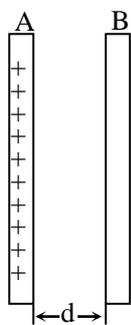
- ① 两个球分别孤立时（距离很远）。
- ② 两个球距离较近时。

该题涉及下列知识点：孤立导体的电容，电位定义及电位叠加原理等。

(17) 在一平板电容器中放入一块金属板，金属板与两极板平行，电容器电容会不会改变？放入金属板后的电容与金属板的位置有没有关系？ **B**

该题涉及下列知识点：平行板电容器的电容，带电电容器两板间电位差的计算或电容器的串并联等。

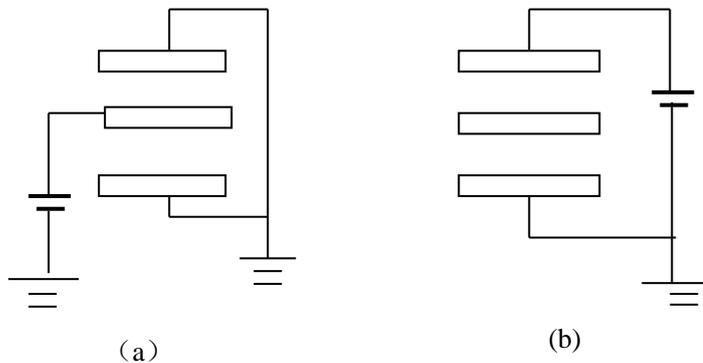
(18) 把一块原来不带电的金属板 **B** 移近一块已带正电的金属板 **A**，这样便组成了一个平



行板电容器，问：当 **B** 板接地与不接地时，两板间的电位差是否一样？电容器的电容是否一样？

该题涉及下列知识点：平行板电容器的电容，静电感应，电位差的计算和电容的计算等。

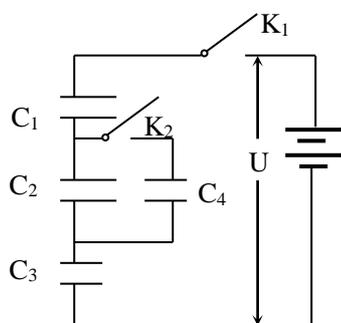
(19) 图中三块平行金属板构成两个电容器，试判断图 **a** 和 **b** 哪种接法是串联，哪种接法是并联。



该题涉及的知识点是：电容器的串并联等。

(20) 图中四个电容器大小相同 ( $C_1=C_2=C_3=C_4$ )，电源端电压为  $U$ ，下列情况下每个电容器上的电压为多少？①起先电键  $K_2$  断开，接通  $K_1$ ，再接通  $K_2$ ，然后断开  $K_1$ ；

②起先  $K_2$  断开，接通  $K_1$ ，断开  $K_1$ ，然后接通  $K_2$ 。



该题涉及下列知识点：电容的串并联，电容器电容的计算，电荷守恒定律等。

(21) 一平行板空气电容器的极板面积为  $S$ ，间距为  $d$ ，用电源充电后，两板上带电分别为  $\pm Q$ ，断开电源后，再把两板的距离拉开到  $2d$ ，则外力克服两极板相互吸引力所做的功和两极板间的相互吸引力为多少？

该题涉及下列知识点：电容器储能，能量守恒，恒力的功等。