

中等专业学校工科参考书

物理习题解答

下 册

西安航空工业学校物理教研组

目 录

第三篇 电 学

第一章	静电场	(1)
第二章	直流电	(32)
第三章	磁场	(69)
第四章	电磁感应	(90)
第五章	电磁振荡和电磁波	(115)

第四篇 光 学

第一章	几何光学 光学仪器	(125)
第二章	物理光学基础知识	(167)

第五篇	原子核物理基础知识	(176)
-----	-----------	---------

第三篇 电 学

第一章 静电场

习题1—1

1. 电量为1库的电荷包含有多少个基本电荷?

解: 一个基本电荷含电量约为 1.602×10^{-19} 库, 所以电量为1库的电荷含有基本电荷数为

$$n = \frac{Q}{e} = \frac{1}{1.602 \times 10^{-19}} = 6.242 \times 10^{18} \text{ 个}$$

2. 由法拉第电解定律知, 析出1摩尔的一价金属银, 所需的电量为96500库。试由此导出一个基本电荷的电量?

解: 根据阿伏伽德罗常数知, 析出1摩尔的一价金属银需 6.023×10^{23} 个基本电荷的电量, 所以一个基本电荷的电量为

$$e = \frac{Q}{n} = \frac{96500}{6.023 \times 10^{23}} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ 库}$$

3. 有两个带着同种电荷的小球, 一个带的电量是 1×10^{-10} 库, 另一个带的电量是 5×10^{-10} 库, 它们间的距离是5厘米, 求电荷间的相互作用力是多少?

$$\text{解: } F = K \frac{q_1 q_2}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 10^{-10} \times 5 \times 10^{-10}}{0.05^2}$$

$$= 1.8 \times 10^{-7} \text{ 牛}$$

4. 在真空中, 一个点电荷 q 受到另一个点电荷 Q 的吸引力为 8.1×10^{-8} 牛, q 的电量是 2.7×10^{-9} 库, q 与 Q 间的距离为 0.1 米, 求 Q 的电量。

解: 由库仑定律得

$$Q = \frac{Fr^2}{Kq} = \frac{-8.1 \times 10^{-8} \times 0.1^2}{9 \times 10^9 \times 2.7 \times 10^{-9}} = -3.3 \times 10^{-8} \text{ 库}$$

5. 在真空中有两个带有同种电荷的小球, 一个小球所带电量是另一球的 3 倍, 在它们相距 5 厘米时, 互相排斥力为 3×10^{-5} 牛, 在它们相距 10 厘米时, 互相排斥力又是多少? 小球所带电量各是多少?

解: 由库仑定律得知 $F \propto \frac{1}{r^2}$, 所以当 $r' = 2r$ 时

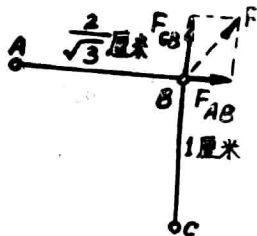
$$F' = \frac{F}{4} = \frac{3 \times 10^{-5}}{4} = 7.5 \times 10^{-6} \text{ 牛}$$

又 $F = K \frac{3q_1^2}{r^2}$, 则各小球带电量为

$$\begin{aligned} q_1 &= \pm \sqrt{\frac{Fr^2}{3K}} \\ &= \pm \sqrt{\frac{3 \times 10^{-5} \times 0.05^2}{3 \times 9 \times 10^9}} \\ &= \pm 1.67 \times 10^{-9} \text{ 库} \end{aligned}$$

$$q_2 = 3q_1 = 3 \times (\pm 1.67 \times 10^{-9}) = \pm 5 \times 10^{-9} \text{ 库}$$

6. 假设将三个带有等量同种电



题 6 图

荷的小球放在如图所示位置，球C作用于B的静电力是 4×10^{-6} 牛，问：

(1) A作用于B的力是多少？

(2) 作用于B的合力是多少？

解：(1) 球C作用于球B，球A作用于球B的静电力分别为

$$F_{CB} = K \frac{q^2}{r_{CB}^2} \quad (1)$$

$$F_{AB} = K \frac{q^2}{r_{AB}^2} \quad (2)$$

由(1)、(2)联立得

$$F_{AB} = \frac{F_{CB} r_{CB}^2}{r_{AB}^2} = \frac{4 \times 10^{-6} \times (1 \times 10^{-2})^2}{\left(\frac{2}{\sqrt{3}} \times 10^{-2}\right)^2} = 3 \times 10^{-6} \text{牛}$$

(2) 作用于B的合力为

$$F = \sqrt{F_{AB}^2 + F_{CB}^2} = \sqrt{(3 \times 10^{-6})^2 + (4 \times 10^{-6})^2} \\ = 5 \times 10^{-6} \text{牛}$$

7. 有两个完全相同的金属小球，各带 -9×10^{-7} 和 5×10^{-7} 库电量，接触一下，再放在相距10厘米处，求它们的作用力。

解：因两带电体是完全相同的金属小球，它们接触一下后，正负电荷部分中和，过剩电荷将均等分配，所以各带电体所带电量为

$$q = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{-9 \times 10^{-7} + 5 \times 10^{-7}}{2} = -2 \times 10^{-7} \text{库}$$

相互斥力为

$$F = K \frac{q^2}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{(-2 \times 10^{-7})^2}{0.1^2} = 3.6 \times 10^{-2} \text{ 牛}$$

8. 小球A和B各带正电荷 q ，放在相距10厘米处，第三小球C带电 $2q$ 。当(1)C球带正电，(2)C球带负电时，C球应放在何处才能使B球所受静电力平衡？

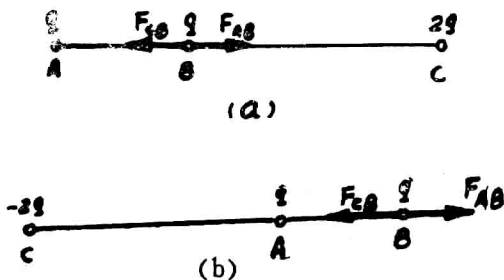
解：(1) 当C球带正电时，要使B球所受静电力平衡，C球一定在B球的右侧。如图a所示。设C球离B球距离为 γ_{BC} ，由平衡条件知

$$K \frac{q^2}{\gamma_{AB}^2} = K \frac{2q^2}{\gamma_{BC}^2}$$

所以

$$\gamma_{BC} = \sqrt{2\gamma_{AB}^2} = \sqrt{2 \times 0.1^2} = 1.4 \times 10^{-1} \text{ 米}$$

(2) 当C球带负电时，C球一定在A球的左侧。如图b所示。且离B球距离 $\gamma_{BC} = 1.4 \times 10^{-1}$ 米。



题 8 图

9. 边长为 a 的等边三角形ABC的A、B两顶点，有两个电量大小相等的正负电荷 $+Q$ 和 $-Q$ ，求顶点C上正点电荷 q 受的静电力。

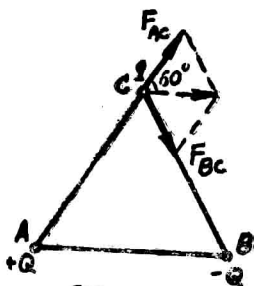
解：电荷 $+Q$ 、 $-Q$ 对正电荷 q 静电力大小相等，方向如图所示，数值为

$$F_{AC} = F_{BC} = K \frac{Qq}{a^2}$$

点电荷 q 受合力大小为

$$F = 2F_{AC} \cos 60^\circ = 2K \frac{Qq}{a^2} \times \frac{1}{2}$$

$$= K \frac{Qq}{a^2}$$



题9图

方向沿水平方向向右。

*10. 重力场中有两个质量各为 10^{-4} 千克的小球，分别系在长 L 均为25厘米的细线上（见附图），使小球带等量的电量之后分开一距离 γ 为 5×10^{-2} 米，求小球所带的电量。

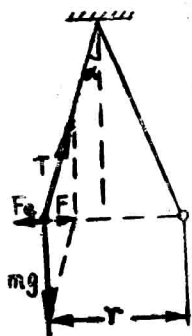
解：如图所示，左边小球在静电力 F_e 、重力 mg 、绳拉力 T 的作用下处于平衡状态，所以小球所受静电力应与重力、绳拉力的合力 F 大小相等，方向相反。

即

$$F_e = F = mgtg\alpha \approx mg \sin\alpha = mg \frac{\gamma}{2L} \quad (1)$$

$$\text{又 } F_e = K \frac{q^2}{r^2} \quad (2)$$

解(1)、(2)式得两小球带电量为



题10图

$$q = \pm \sqrt{\frac{mgr^3}{2KL}} = \pm \sqrt{\frac{10^{-4} \times 9.8 \times (5 \times 10^{-2})^3}{2 \times 9 \times 10^9 \times 0.25}}$$

$$= \pm 5.2 \times 10^{-9} \text{ 库}$$

习题 1 —— 2

1. 检验电荷在电场中某点所受的力，跟该点的电场强度有何联系与区别？

答：联系：电荷在电场中所受的电场力既与电荷的电量有关，又与电荷所处位置的场强有关，且检验电荷所受电场力的方向与场强的方向相同。

区别：电场强度是描述电场本身性质的物理量，它与检验电荷无关。所以电场力与场强是两个本质上不同的物理量。

2. 在电场中某点分别放置电量为 q_0 、 $2q_0$ 、 $3q_0$ 的检验电荷，该点的场强有否变化？为什么？移去检验电荷，该点的场强是否为零？

答：在电场中某点分别放置电量为 q_0 、 $2q_0$ 、 $3q_0$ 的检验电荷，该点的场强不会有任何变化，移去检验电荷该点场强仍保持不变，决不会为零。因为场强是由电场本身的性质决定，与有无检验电荷无关。

3. 在电场中做一条电力线，分别在线上的 a、b 点放置 q 和 $-q$ ，试画出电荷受力方向，并指出该点的场强方向。



题 3 图

答：a、b 点场强方向，及 q 、 $-q$ 在 a、b 点受力方向 分别如图所示。

4. 带电体在电场的作用下，是否一定沿着电力线运动？

为什么？在怎样的条件下才能沿电力线运动？

答：电力线并不代表带电体在电场中的运动轨迹，电力线上任一点的切线方向只能决定带电体在该点获得地加速度的方向。即使初速为零的带电体，其运动轨迹和电力线一般也不重合。只有当电力线为直线，带电体的初速度为零或初速度方向与电力线方向平行时，带电体才能沿着电力线运动。

5. 在氢核所形成的电场中，距核 5×10^{-11} 米处的场强是多少？核外电子在这里将受多大的力？

解：距氢核 5×10^{-11} 米处场强为

$$E = k \frac{Q}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1.6 \times 10^{-19}}{(5 \times 10^{-11})^2} = 5.8 \times 10^{11} \text{ 牛/库}$$

核外电子在该处所受静电力为

$$F = qE = 1.6 \times 10^{-19} \times 5.8 \times 10^{11} = 9.2 \times 10^{-8} \text{ 牛}$$

6. 在真空中带有 3×10^{-8} 库的点电荷，放在距场电荷6厘米处，所受的力是 2.7×10^{-3} 牛，求这一点的场强的大小以及形成电场的点电荷所带的电量。

解：距场源电荷 $r = 0.06$ 米处场强为

$$E = \frac{F}{q} = \frac{2.7 \times 10^{-3}}{3 \times 10^{-8}} = 9 \times 10^4 \text{ 牛/库}$$

由公式 $E = K \frac{Q}{r^2}$ 得场源电荷的电量为

$$Q = \frac{Er^2}{K} = \frac{9 \times 10^4 \times 0.06^2}{9 \times 10^9} = 3.6 \times 10^{-8} \text{ 库}$$

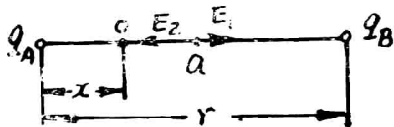
7. 在正方形的四个顶点上各放一个正电荷 Q ，求对角线

交点处的场强。

答：因正方形两对角线上的两个点电荷在对角线的交点产生的场强大小相等，方向相反，由场强迭加原理可知，在对角线交点处，四个点电荷产生的合场强为零。

8. 两个均匀带正电的球体A和B相距40厘米，它们分别带电 1×10^{-6} 库和 9×10^{-6} 库，求中性点（场强为零的点）的位置和A、B连线上中点的场强。

解：中性点只能在A、B连线上。设中性点O的位置距球A为X米处，如图所示。由于



题 8 图

q_A 、 q_B 在O点产生的场强大小相等，方向相反，故有

$$K \frac{q_A}{X^2} = K \frac{q_B}{(r-x)^2}$$

整理得

$$q_B X^2 - q_A X^2 + 2q_A r x - q_A r^2 = 0$$

代入数据解此方程得

$$X = 0.1 \text{ 米 } (X = -0.2 \text{ 米, 不合理舍去})$$

q_A 、 q_B 在中点a产生的场强 E_1 、 E_2 大小分别为

$$E_1 = K \frac{q_A}{\left(\frac{r}{2}\right)^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 10^{-6}}{0.2^2}$$

$$= 2.25 \times 10^6 \text{ 牛/库}$$

$$E_2 = K \frac{q_B}{\left(\frac{r}{2}\right)^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{9 \times 10^{-6}}{0.2^2}$$

$$= 2.025 \times 10^7 \text{ 牛/库}$$

方向如图所示。b点合场强大小为

$$E = E_2 - E_1 = 2.025 \times 10^7 - 2.25 \times 10^6$$

$$= 1.8 \times 10^7 \text{ 牛/库}$$

合场强方向与 E_2 方向同向。

9. 在水平放置的两块金属板间，有一场强为 9×10^4 牛/库的匀强电场，方向竖直向下。现有一质量为 1.47×10^{-15} 千克的带电油滴在电场中处于平衡状态，求油滴带的是何种电荷？电量是多少？

解： 带电油滴受重力和静电力作用处于平衡状态，重力方向向下，带电油滴受静电力方向向上，与场强方向相反，大小同重力相等，所以油滴带负电。其电量的绝对值由平衡条件。

$$qE = mg$$

可得

$$q = \frac{mg}{E} = \frac{1.47 \times 10^{-15} \times 9.8}{9 \times 10^4} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ 库}$$

习题 1—3

1. 在电场里，正电荷顺着或逆着电力线的方向运动，电场力分别对它作正功还是作负功？电势能如何变化？

答： 因正电荷在电场中某点受电场力的方向与过该点的电力线的切线方向相同，所以当正电荷顺着电力线运动时，电场力对正电荷做正功，电荷系电势能将减少。反之，正电荷逆着电力线方向运动时，电场力对它做负功，电荷系电势能增加。

2. 电荷在电场中的电势能是怎样来的？

答：电势能是电荷系建立过程中由其它形式的能量转换来的。例如，当正电荷从场外移入正电荷的场内时，则必有外力克服场力做功，将其它形式的能转换成电势能。

3. 在两平行的金属板上分别带等量异号电荷，若将负极板处定为零电势能，问：

(1) 处在两极板间电场里的电子的电势能是正的还是负的？为什么？

(2) 正电荷处在两极板间的电场里，电势能是正的还是负的？为什么？

本题如果将正极板处定为零电势能，则处在两极板间电场里的电子的电势能又怎样？

答：(1) 若负极板处定为零势能，则处在两极板间电场里的电子的电势能是负的。因为将电子由电场中某点移到负极板过程中，电子所受电场力的方向与电子运动方向相反，电场力做负功。电荷在电场中某点的电势能在数值上等于将电荷从该点移到零势能面时电场力所做的功，所以电子在电场中某点电势能为负。

也可以用电场力的功与电势能的变化关系解释：电场力做负功，电势能增加，因负极板处电势能定为零，所以电子在电场中电势能为负。

(2) 正电荷由电场中某点移到负极板时，电场力做正功，所以正电荷在电场中电势能为正。

若将正极板处定为零势能面，同理可证电子在电场中的电势能为正，正电荷在电场中的电势能为负。

4. 在正电荷的电场中，检验电荷的电势能的大小与它到场源电荷的距离有何关系？

答：在正点电荷形成的电场中，当规定无限远处电势能为零时，由公式 $E_p = K \frac{Qq_0}{r}$ 可知，检验电荷的电势能恒为正，且与它到场源电荷的距离成反比，即离场源电荷越近，电势能越大，反之越小。

习题 1—4

1. 在点电荷 $+Q$ 形成的电场中（图 1—11），a、b 两点的电势哪点高？电场中各点的电势是正的还是负的？

答：当规定无限远处为零电势时，由公式 $V = K \frac{Q}{r}$ 知，在正点电荷形成的

电场中，各点的电势为正，而各点电势大小与该点到场源电荷的距离成反比，

离场源电荷越近，电势越高。所以，书上《图 1—11》电场中 a 点电势比 b 点电势高。

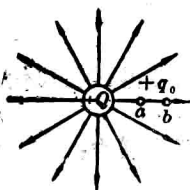


图 1—11

2. 正电荷在电场力的作用下，由高电势向低电势运动，还是由低电势向高电势运动？

答：正电荷在电场力作用下，由高电势向低电势运动。

3. 检查电子线路工作是否正常，常常检查线路中一些点的电势值是否正常，办法是用电压表量一量各点和接地机壳间的电压值，你知道这是什么道理吗？

答：由于某点电势数值上等于该点与零电势点间的电势差，即 $V_a = V_a - 0 = U_{a0}$ ，因此当选择接地机壳电势为零时，要检查线路中各点的电势值是否正常，只需用电压表量

一量各点和接地机壳间的电压值。

4. 在电量为 $\frac{1}{9} \times 10^{-9}$ 库的点电荷电场中，试从 $r = 20$ 厘米的地方画出第一个等势面，以后每隔 1 伏画一个等势面，问到无限远共可画几个等势面？这些等势面间距离如何变化？

$$\text{解： } V = K \frac{Q}{r} = \frac{9 \times 10^9 \times \frac{1}{9} \times 10^{-9}}{0.20} = 5 \text{ 伏}$$

同理可得 4 伏、3 伏、2 伏、1 伏、0 伏各等势面到场源电荷的

距离分别为： $r_4 = 0.25$ 米、 $r_3 = \frac{1}{3}$ 米、 $r_2 = \frac{1}{2}$ 米、 $r_1 =$

1 米、 $r_0 \rightarrow \infty$ 。可见，到无限远处共可画六个等势面，这些等势面间距离逐渐增大。

5. 电量分别为 $q_1 = 1.6 \times 10^{-10}$ 库和 $q_2 = -1.6 \times 10^{-10}$ 库的两个电荷，处在电场中的 a、b 两点，它们的电势能分别为 4.8×10^{-18} 焦耳和 -1.2×10^{-18} 焦耳，问 a、b 两点的电势差 U_{ab} 是多少？b、a 两点电势差 U_{ba} 又是多少？

$$\text{解： } V_a = \frac{E_{pa}}{q_1} = \frac{4.8 \times 10^{-18}}{1.6 \times 10^{-10}} = 30 \text{ 伏}$$

$$V_b = \frac{E_{pb}}{q_2} = \frac{-1.2 \times 10^{-18}}{-1.6 \times 10^{-10}} = 7.5 \times 10^2 \text{ 伏}$$

所以，a、b 和 b、a 两点间电势差分别为

$$U_{ab} = V_a - V_b = 30 - 7.5 \times 10^2 = -7.2 \times 10^2 \text{ 伏}$$

$$U_{ba} = V_b - V_a = 7.5 \times 10^2 - 30 = 7.2 \times 10^2 \text{ 伏}$$

6. 把一个 -10^{-6} 库的电荷从电场中的 a 点移到 b 点，反抗电场力所作的功是 6×10^{-5} 焦耳，求这两点间的电势差，哪一点电势高？

解：因电场力做功

$$A_{ab} = -A_{反} = -6 \times 10^{-5} \text{ 焦耳}$$

所以 a、b 两点间电势差为

$$U_{ab} = \frac{A_{ab}}{q} = \frac{-6 \times 10^{-5}}{-10^{-6}} = 6 \text{ 伏}$$

因为

$$U_{ab} = V_a - V_b = 6 \text{ 伏}$$

所以，a 点电势高。

7. 在电量为 8×10^{-10} 库的点电荷的电场中，电子从距它 1.5 米的 a 点移到电势为 240 伏的 b 点，求电场力对它作了多少功？电子是加速运动，还是减速运动？电势能如何变化？

$$\text{解： } V_a = K \frac{Q}{r_a} = 9 \times 10^9 \times \frac{8 \times 10^{-10}}{1.5} = 4.8 \text{ 伏}$$

电子由 a 移到 b 电场力做的功

$$\begin{aligned} A_{ab} &= p(V_a - V_b) = -1.6 \times 10^{-19} \times (4.8 - 240) \\ &= 3.76 \times 10^{-17} \text{ 焦耳} \end{aligned}$$

因电场对电子作正功，所以电子将加速运动，电势能减少。

8. 两个点电荷，一正一负，电量均为 1.2×10^{-8} 库，它们相距 10 厘米（如附图所示），求 a、b、c 三点的电势和场强各是多少？

解：由电势的迭加原理可知，a 点电势为

$$V_a = K \frac{-q}{r_{a1}} + K \frac{+q}{r_{a2}} = 9 \times 10^9 \times \left(\frac{-1.2 \times 10^{-8}}{0.04} + \frac{1.2 \times 10^{-8}}{0.06} \right)$$

$$= -9 \times 10^2 \text{ 伏}$$

同理，b点、C点的电势分别为

$$V_b = 4.5 \times 10^3 \text{ V}$$

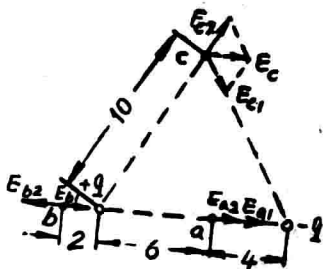
$$V_c = 0$$

-q、+q在a点产生的场强大小分别为

$$E_{a1} = K \frac{q}{r_{a1}^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1.2 \times 10^{-8}}{0.04^2}$$

$$\times \frac{1.2 \times 10^{-8}}{0.04^2} = 6.75 \times 10^4 \text{ 牛/库}$$

$$E_{a2} = K \frac{q}{r_{a2}^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1.2 \times 10^{-8}}{0.06^2} = 3 \times 10^4 \text{ 牛/库}$$



E_{a1} 、 E_{a2} 方向如图所示。由场强迭加原理，a点合场强大小为

$$E_a = E_{a1} + E_{a2} = 9.75 \times 10^4 \text{ 牛/库}$$

E_a 的方向为水平向右。同理 -q、+q在b、C点产生的场强和合场强分别为

$$E_{b1} = 7.5 \times 10^3 \text{ 牛/库}$$

$$E_{b2} = 2.7 \times 10^5 \text{ 牛/库}$$

$$E_b = E_{b2} - E_{b1} = 2.63 \times 10^5 \text{ 牛/库}$$

E_{b_1} 、 E_{b_2} 的方向如图所示， E_b 的方向水平向左。

$$E_{c_1} = E_{c_2} = 1.08 \times 10^4 \text{ 牛/库}$$

$$E_c = 2E_{c_1} \cos 60^\circ = 2 \times 1.08 \times 10^4 \times \frac{1}{2} = 1.08 \times 10^4$$

牛/库， E_{c_1} 、 E_{c_2} 的方向如图所示， E_c 的方向如图示为沿水平方向向右。

习题 1—5

1. 试证明 $1\text{eV} = 1.6 \times 10^{-19}$ 焦耳。

证明：因为

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ 库}$$

$$U = 1 \text{ 伏}$$

所以

$$1\text{eV} = 1.6 \times 10^{-19} \times 1 = 1.6 \times 10^{-19} \text{ 焦耳}$$

2. 在附图所示的匀强电场中

$AB = BC = CD = 4$ 毫米，负极板接地。

两极板间电势差为 120 伏。求：

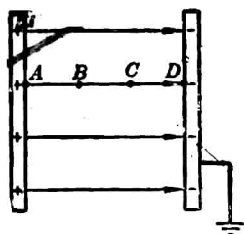
(1) 两极板间的电场强度是多少？

(2) A、B、C、D 四点的电势各为多少？

(3) 一个电子处在 B 点时电势能有多少？

(4) 一个电子由负极板出发到达正极板时所获得的动能是多少？电场力作了多少功？

解：(1) 两极板间场强为



题 2 图