



中学物理复习资料

(下 册)

江苏省常熟县
文教局教研室 赠阅

苏州地区行政公署教育局

江南大学图书馆



91284167

下 册 目 录

第三编 电学.....(1)

第一章 电场.....(1)

一 库仑定律.....(1)

二 电场强度.....(5)

三 电势 电势差.....(9)

四 带电粒子在匀强电场中的运动.....(14)

五 电容器.....(17)

第二章 直流电.....(25)

一 电流 电压 电阻 部分电路欧姆定律

.....(25)

二 全电路欧姆定律.....(37)

三 电功 电功率.....(47)

四 电流的热效应 焦耳—楞次定律

.....(54)

第三章 电磁感应 交流电.....(68)

一 磁场.....(68)

二 磁感应强度 磁通量 磁场对电流的作用

.....(70)

三 电磁感应.....(77)

四 交流电 交流电路.....(90)

第四章 电子技术基础.....(107)

一	晶体二极管和整流电路	(107)
二	晶体三极管和放大电路	(109)
第五章	电磁振荡和电磁波	(113)
一	机械振动和波	(113)
二	电磁振荡和电磁波	(119)
第三编	复习题	(121)
第四编	光学	(136)
第一章	几何光学	(136)
一	光的反射	(136)
二	光的折射	(140)
三	光学仪器	(153)
第二章	物理光学	(156)
第五编	原子结构	(159)
物理实验		(167)
总复习题		(177)

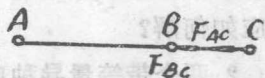
第三编 电 学

第一章 电 场

一、库仑定律

例题一 三个小球A、B、C放在同一直线上。已知它们的带电量分别为 5×10^{-9} 库仑， 3×10^{-8} 库仑， -2×10^{-8} 库仑，且 $AB = 20$ 厘米， $BC = 10$ 厘米，求C球所受作用力的大小和方向。如果把这三个小球浸在介电常数 $\epsilon = 2$ 的煤油中，C球将受到多大的作用力？

解：在解这类问题时，如果题中不提出小球的质量，那么小球受的重力可从忽略不计。C球既受到B球的引力 F_{BC} ， F_{BC} 的方向在BC的联线上，又受到A球的引力 F_{AC} ， F_{AC} 的方向也在AC的联线上，（ F_{AC} 的大小不因小球B的存在而受影响）， F_{AC} 和 F_{BC} 的方向是一致的。



把 $q_A = 5 \times 10^{-9}$ 库仑， $q_B = 3 \times 10^{-8}$ 库仑， $q_C = 2 \times 10^{-8}$ 库仑。 $r_{AC} = 30$ 厘米 $= 0.3$ 米， $r_{BC} = 10$ 厘米 $= 0.1$ 米，

代入库仑定律的公式 $F = K \frac{q_1 q_2}{r^2}$ 中

$$\text{得: } F_{AO} = K \frac{q_A \cdot q_O}{r_{AO}^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{5 \times 10^{-8} \times 2 \times 10^{-8}}{0.3^2}$$

$$= 10^{-4} (\text{牛顿})$$

$$F_{BO} = K \frac{q_B \cdot q_O}{r_{BO}^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{3 \times 10^{-8} \times 2 \times 10^{-8}}{0.1^2}$$

$$= 5.4 \times 10^{-4} (\text{牛顿})$$

C球受的力

$$F_C = F_{AO} + F_{BO} = 10^{-4} + 5.4 \times 10^{-4} = 6.4 \times 10^{-4} (\text{牛顿})$$

F_C 的方向指向B(和A)。

如果带电体放在电介质里, 电场力的相互作用将减小, 方向和真空中相同。

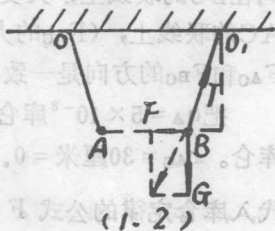
$$\therefore F_{AO}' = \frac{1}{\epsilon} F_{AO}, \quad F_{BO}' = \frac{1}{\epsilon} F_{BO}$$

$$\therefore F_C' = F_{AO}' + F_{BO}' = \frac{1}{\epsilon} F_C = 3.2 \times 10^{-4} (\text{牛顿})$$

想想看: 如果三个带电小球A、B、C不在同一直线上的时候应如何解?

2. 两个带等量异种电荷的小球各重0.0025牛顿, 各用 $\sqrt{101}$ 厘米长的细线分别挂在O和O'两点上, OO'相距4厘米, 两球因带异种电荷而吸引靠近, 在平衡状态下相距2厘米, 求每个小球所带的电量。

解: 带电小球A、B的受力情况是相同的, 我们可以就B球的受力情况来研究。B球所受的力有重力G、和电场力F、绳子拉力T。在这三个力作用下小球处于平衡。



从O'作直线O'C⊥AB

$$\text{则 } \frac{F}{G} = \frac{BC}{O'C}$$

$$\therefore F = K \frac{q^2}{r^2} = K \frac{q^2}{AB^2}$$

$$\therefore \frac{Kq^2}{AB^2 \cdot G} = \frac{BC}{O'C}$$

又BC=1厘米

$$O'C = \sqrt{O'B^2 - BC^2} = \sqrt{101 - 1} = 10(\text{厘米})$$

$$\therefore q = \sqrt{\frac{BC}{O'C} \cdot \frac{AB^2 \cdot G}{K}} = AB \cdot \sqrt{\frac{BC}{O'C} \cdot \frac{G}{K}}$$

$$= 0.02 \sqrt{\frac{1}{10} \times \frac{0.0025}{9 \times 10^9}} = 2 \times 10^{-2} \sqrt{\frac{25 \times 10^{-4}}{9 \times 10^{10}}}$$

$$\approx 3.3 \times 10^{-9}(\text{库伦})$$

(注: 图中O₁应为O')。

注意:

(1) 库仑定律只适用于点电荷。

(2) 用库仑定律计算电荷间作用力时, 可不考虑电量的正负号, 而用其绝对值, 计算出结果后再根据电量的符号判断是斥力还是引力?

(3) 计算两个以上的点电荷间的静电作用力时, 要依次算出每一个电荷所受的其它电荷对它的作用力, 再用矢量合成的方法计算出合力。

习题一

1. 三个绝缘导体，一个带正电，两个不带电。

(1) 如果要使原来不带电的两个导体都带正电用什么方法？(2) 如果要使它们都带负电，用什么方法？(3) 如果要使它们带等量的异种电荷，用什么方法？

2. 现有两个金属箔验电器。用什么方法可以检验一根棒是导电的还是绝缘的？

3. 怎样使用金属箔验电器来检验带电体所带的电荷是正的还是负的？

4. 石油车上装的接地铁链条有什么用途？

5. 两个电子相距 10^{-12} 米。它们间的静电斥力是多少？它们间的万有引力是多少？它们间的斥力是万有引力的多少倍？

6. 两个带着异种电荷的相同的绝缘小球，带电量分别为 $+10 \times 10^{-9}$ 库仑和 -2×10^{-9} 库仑，把它们相互接触然后放在介电常数为2的电介质中，求两球相距0.2米时的相互作用力。

7. 有两个带异种电荷的大小相同的小球，相距 2×10^{-2} 米。球的半径比距离小得多。两球间的引力是 4×10^{-5} 牛顿。把两小球接触一下后，放回原处，它们就相互排斥，斥力为 2.25×10^{-5} 牛顿。求这两个球所带的电量。

8. 两个带不同电量的点电荷，在空气中相距 r 米时相互作用力为 3.6×10^{-4} 牛顿。如果把它们移近 2×10^{-2} 米时，作用力便为 6.4×10^{-4} 牛顿。求原来它们之间的距离 r 。

9. 真空中有两个小球，它们所带电量分别是 $q_1 = 5 \times 10^{-8}$ 库仑和 $q_2 = -4.5 \times 10^{-7}$ 库仑，它们间相距15厘米。现在再引入第三个带正电的小球，应该把它放在哪一点，它才能处于

平衡状态?

10. 两个带等量同种电荷的小球各重 0.0001 千克, 分别用 0.04 米长的丝线悬挂在同一点上。由于电荷之间的斥力作用, 丝线间的张角正好是 90° 。试求小球的带电量。

11. 均匀带电球体A和B的位置是固定不动的, 它们彼此相距 0.15 米, A带正电荷 Q , B带负电荷 $4Q$ 。现在有另一个带电小球C, 问应当把它放在什么地方才能使它处于平衡状态? 又这个平衡位置与C球所带电荷的电量和正负有没有关系?

12. 如果前题中A和B同时带正电荷或同时带负电荷, 那么小球C的平衡位置应当在哪里?

13. 均匀带电球体A和B的电量分别为 $+q$ 和 $+4q$, 它们之间的距离为 1.5 米, 如果引进另一个带电球体C, 正好能使三个球体都处于平衡状态, 问C球所带的电荷应当与A和B同号还是反号? 为什么?

14. 前题中的C球应当放在什么地方? 所带电荷的电量应当是 q 的几倍?

15. 两个负电荷所带电量之和为 Q , 问它们各带电量为多少时, 相互间的作用力最大?

二、电场强度

例题二

1. 水平放置的两块平行金属板相距 5 厘米, 形成一个方向竖直向下的匀强电场, 它们之间的电势差为 6000 伏特, 电场中有一质量为 10^{-8} 克的带电微粒, 所受的电场力正好与重力平衡, 求微粒所带的电量。

解：根据题意，带电微粒在电场中受重力和电场力这两力作用，且处于平衡状态，微粒所受的
电场力一定是竖直向上的(如图1.3)，
即跟电场强度方向相反，微粒带负电。

$$\text{电场力 } F = qE$$

$$\text{重力 } G = mg$$

它们大小相等方向相反所以

$$qE = mg$$

$$\text{在匀强电场中 } E = \frac{U}{d}$$

代入上式中得：

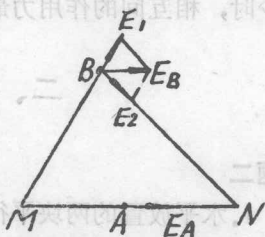
$$q = \frac{mg}{E} = \frac{mgd}{U}$$

$$q = \frac{10^{-11} \times 9.8 \times 0.05}{6000} = 8.16 \times 10^{-16} (\text{库伦})$$

2. 正负两点电荷M和N相距0.1米，它们的电量分别为 6×10^{-9} 库伦和 -6×10^{-9} 库伦，求：(1) 两点电荷连线中点A处的电场强度。

(2) 与两点电荷相距都是0.08米的B点的电场强。

解：现有两个点电荷同时存在，空间里就有两个点电荷的电场迭加在一起，任一点处的场强都应当是两个分场强的合成(如图1.4)



(1) 在A点处，电荷M的电场强度 E_1 向右，电荷N的电

场强度 E_2 也向右, 合电场强度 E_A 为

$$\begin{aligned} E_A &= E_1 + E_2 = 2E_1 = 2 \times K \frac{Q}{r_{MA}^2} \\ &= 2 \times 9 \times 10^9 \frac{6 \times 10^{-9}}{0.05^2} = 4.32 \times 10^4 (\text{牛顿/库仑}) \end{aligned}$$

合场强 E_A 的方向向右。

(2) 在B点处, 电荷M的电场强度 E_1' 向右斜上, 电荷N的电场强度 E_2' 向右斜下

(注: 图中B点的 E_1 和 E_2 应为 E_1' 和 E_2')。

$$\therefore \frac{E_B}{E_1'} = \frac{MN}{MB}$$

$$\begin{aligned} \therefore E_B &= \frac{MN}{MB} \cdot E_1' = \frac{MN}{MB} \cdot K \frac{Q}{r_{MB}^2} \\ &= \frac{0.1}{0.08} \times 9 \times 10^9 \times \frac{6 \times 10^{-9}}{0.08^2} \\ &= 1.05 \times 10^4 (\text{牛顿/库仑}) \end{aligned}$$

合场强 E_B 的方向是平行于MN向右。

注意:

(1) 公式 $E = K \frac{Q}{\epsilon r^2}$ 只能用来计算点电荷Q产生的电场中各点的电场强度而 $E = \frac{F}{q}$ 是计算电场强度的一般公式, 适用于任何电场。

(2) 在匀强电场里各点的电场强度都相同, 且 $E = \frac{U}{d}$, 其中U是两点间的电势差, d是这两点在电场方向上的距离。

(3) 电场强度是矢量, 因此, 在回答电场强度时, 不要忘了说明方向。

习题二

1. 什么是电场？怎样检查电场的存在？
2. 电场强度是矢量还是标量？它的方向是怎么规定的？
3. 什么是电力线？电力线有哪些特征？电力线能说明什么？

么？

4. 把一个 $q = 2 \times 10^{-9}$ 库仑的试验电荷放在电场中的A点，它所受电场力是 6×10^{-5} 牛顿，求该点的电场强度。

5. 在真空中有点电荷Q，它的电量是 2×10^{-7} 库仑，求在离它0.3米处的电场强度的大小。

6. 在煤油($\epsilon = 2$)中有一点电荷Q，在离它0.1米处的电场强度是1.8牛顿/库仑。求Q的电量。

7. 在电场中某一点放一个电量为 10^{-10} 库仑的检验电荷，它所受的电场力是 4×10^{-6} 牛顿，求该点的电场强度的大小。如果这是一个点电荷的电场，点电荷的电量 $Q = 4 \times 10^{-7}$ 库仑，问检验电荷离开点电荷Q有多远？

8. 在正方形的四个顶角上各放一个正电荷Q。求对角线交点处的电场强度。

9. 在正方形的三个顶角上各放一个正电荷Q。求(1) 第四个顶角处的电场强度；(2) 对角线交点处的电场强度。

10. 在等边三角形的两个顶点上分别放一个正电荷Q和负电荷Q。求第三个顶点处的场强。如果两个电荷Q都是正的，第三个顶点处的场强又是多少？

11. 有两个电量大小相等的正、负点电荷 $+q$ 和 $-q$ ，相隔的距离为L。求这两个点电荷连线的中垂线上任一点A的场强。

三、电势 电势差

例题三

1. 把电量是 2×10^{-8} 库仑的电荷, 从无限远处移到电场中 M 点, 外力反抗电场力所作的功是 10^{-5} 焦耳, 求 M 点的电势。如果把电量是 6×10^{-8} 库仑的负电荷从无限远处移到 M 点, 它的势能是多少?

解: 当电荷从电场外移到电场中 M 点时, 外力反抗电场力所作的功, 就等于此电荷在 M 点的电势能, 根据

$U = \frac{E_P}{q}$ 可以知道 M 点的电势,

$$U_M = \frac{E_P}{q} = \frac{10^{-5}}{2 \times 10^{-8}} = 5 \times 10^2 \text{ (伏特)}$$

电量是 6×10^{-8} 库仑的负电荷从无限远处移到 M 点, 它的势能也可根据 $U = \frac{E_P}{q}$ 算出

$$E_P = U_M \cdot q = 5 \times 10^2 \times (-6 \times 10^{-8}) = -3 \times 10^{-5} \text{ (焦耳)}$$

想一想, 势能是负值, 表示什么意思?

2. 在电场中有 M、N 两点, M 点的电势是 300 伏特, N 点的电势为 200 伏特, (1) 把电量是 10^{-8} 库仑的电荷从 M 点移到 N 点; (2) 把电量是 -10^{-7} 库仑的电荷从 M 点移到 N 点; (3) 把电量是 2×10^{-8} 库仑的电荷从 N 点移到 M 点; (4) 把电量是 5×10^{-8} 库仑的电荷从 N 点移到 M 点。上述四种情况各是什么力做功? 做了多少功?

解: 公式 $A = qU$ 中, 如果 U 是始点和终点的电势差, U

和 q 都带正负号运算, 则 W 是正值表示电场力做功, W 是负值表示外力(或电荷反抗电场力)做功。

$$(1) A = qU_{MN} = 10^{-8} \times (300 - 200) = 10^{-6} \text{ (焦耳)}$$

是电场力做功。

$$(2) A = qU_{MN} = -10^{-7} \times (300 - 200) = -10^{-5} \text{ (焦耳)}$$

负功表示是外力做功。

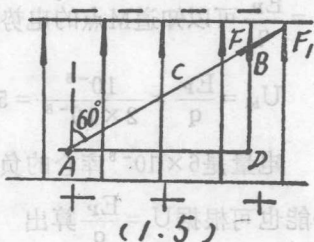
公式 $A = qU$ 中, 也可把 q 和 U 的绝对值代入, 再判断什么力做功, 结论应该和上面一致。以(3)和(4)为例自己用两种方法练习一下。

3. 有一匀强电场, 场强 $E = 10^9$ 牛顿/库仑, AB 两点间距离为 0.2 米, 其连接线与电力线成 60° 角, 用外力将 10^{-8} 库仑的正电荷由 B 点以不同路径匀

速移动到 A 点(如图 1.5) 试求:

(1) 沿直线 BCA 移动时, 外力所作的功。

(2) 沿折线 BDA 移动时, 外力所作的功。



比较这两种情况, 会得出什么结论?

解: (1) 正电荷在电场中 B 点受到的电场力 F 与电场强度 E 方向相同, 在 BCA 方向上的分力 $F_1 = F \cos 60^\circ$ 将正电荷从 B 点沿 BCA 方向移至 A 点是外力反抗电场力的分力 F_1 做功

$$W = F_1 S = F S \cos 60^\circ = q E A B \cos 60^\circ$$

$$= 10^{-8} \times 10^9 \times 0.2 \times 0.5 = 1 \text{ (焦耳)}$$

(2) 沿折线 BDA 移动时, 可以分为两部分计算, 从 B 点

移至D点，再从D点移至A点。从B点移至D点是外力反抗电场力作功。

$$W = F \cdot S = F \times BD = F \times (AB \sin 30^\circ)$$

$$= qE(AB \sin 30^\circ)$$

$$= 10^{-8} \times 10^9 \times 0.2 \times 0.5 = 1 \text{ (焦耳)}$$

从D点移至A点时，因为F在AD方向的分力为零，不作功，所以沿折线BDA移动时，外力所作功也是1焦耳，上述两种情况外力所作功相等，这表明在静电场中，移动电荷所作的功，与所取路径无关，只与起迄位置有关，也正因为静电场有这一重要特性， $U_{AB} = \frac{A}{q}$ 才有确定的数值，电场中某一点的电势才有确切的意義。

习题三

1. 用哪几个物理量描述电场的性质？它们都是怎样定义的呢？单位是什么？它们间有什么关系？

2. 电势是矢量还是标量？怎样理解电势是相对的？

3. 电势能和电势，电场力做的功和电势差有什么区别？有什么联系？

4. 怎样用电力线来表示电场中各点的电场强度的大小和方向？怎样判别一条电力线上各点电势的高低？等势面垂直于电场方向的原因是什么？

5. 怎样正确理解电场强度的三个公式： $E = \frac{F}{q}$ 、

$E = K \frac{Q}{r^2}$ 、 $E = \frac{U}{d}$ ？ $E = K \frac{Q}{r^2}$ 为什么只适用于点电荷的

电场? $E = \frac{U}{d}$ 为什么只适用于匀强电场? 电介质对电场强度的影响怎样?

6. 电荷在电场中某一点所具有的势能的大小跟哪些因素有关? 怎样从电荷在电场中电势能的变化来研究这个电荷在移动时的做功问题?

7. 怎样从能量转换来理解电场力做功和非电场力做功?

8. 匀强电场中场强处处相等, 电势是不是处处相等? 为什么?

9. 在匀强电场中移动正电荷, 在下列几种情况下, 做功的情况有什么不同? (1) 沿着电力线, (2) 逆着电力线, (3) 沿着与电力线垂直的方向移动。

10. 带电体在电荷平衡时, 导体上面的电荷是怎样分布的? 是否均匀? 导体上各点的电势是否相同?

11. 电路中一段导线通电时, 内部电场强度是否为0? 导线是不是等势体? 有人说 $E = 0$ 是等势体, 有人说 $E \neq 0$, 不是等势体, 哪个说法对? 为什么?

12. 什么叫空腔导体的屏蔽作用? 它有什么实际意义?

13. 比较下列几种情况A、B两点电势的高低。(1) 正电荷由A移到B外力做功。(2) 正电荷由A移到B, 电场力做功。(3) 负电荷由A移到B, 外力做功。(4) 负电荷由A移到B, 电场力做功。(5) 正电荷顺着电力线方向由A移到B。(6) 正电荷逆着电力线方向由A移到B。(7) 负电荷逆着电力线方向由A移到B。

14. 把 10^{-5} 库仑的电荷从电场外移到电场里的一点A所需的功是 6×10^{-5} 焦耳。求A点的电势和这电荷移入电场前A

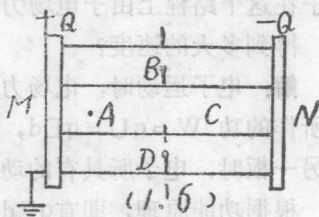
点的电势。如果把上述电荷从电场外移到B点时所需的功是0.02焦耳，求AB间电势差。如果把电量是 -0.2 库仑的带电体从A移到B时，对这带电体应做多少功？什么力做功？

15. 在电场强度为1600牛顿/库仑的匀强电场里(1)沿场强方向上相距6厘米的两点间的电势差是多少伏特？(2)和场强垂直方向上相距6厘米的两点间的电势差是多少伏特？(3)和场强成 60° 角的方向上相距6厘米的两点间的电势差为多少伏特？

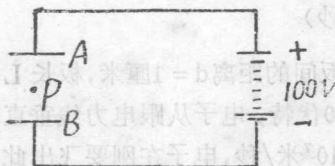
16. 在原子物理中常用1电子伏特作能量的单位，1电子伏特是一个电子在真空中通过1伏特电势差所获得的动能。

试证明1电子伏特 $=1.6 \times 10^{-19}$ 焦耳

17. 如图(1.6)，在匀强电场中有A、B、C、D四点，其中过B、D的直线与MN两板平行，问：(1)哪一点的电势最高？哪一点电势最低？哪两点电势相等？(2)设在C点有一电子，它在电场力作用下将怎样移动？在移动过程中，电子的电势能怎样变化？(3)哪一板的电势低？哪一板的电势为零？



18. 平行板电容器两板间的距离为1厘米，P点到A板的距离为0.4厘米，如图(1.7)所示，问：(1)两板间的电势差为多少？(2)A板的电势为多少？(3)B板的电势为多少？



(1.7)

18. 平行板电容器两板间的距离为1厘米，P点到A板的距离为0.4厘米，如图(1.7)所示，问：(1)两板间的电势差为多少？(2)A板的电势为多少？(3)B板的电势为多少？

电势为多少？(4)P点的电势为多少？(5)一电子放在P点具有的电势能为多少？(6)将电子从P匀速移到A板电场力作了多少功？电子移到A板时电子的静电势能有何变化？

四、带电粒子在匀强电场中的运动

例题四

1. 两块带电的平行板，两板间的距离 $d = 5$ 厘米，在它们当中有一场强 $E = 60000$ 伏特/米的匀强电场。有一个电子平行于某一条电力线从一板飞向另一板(如图1,8), 电子初速是零, 电子在这个路程上由于电场力做功, 得到多大的速度?

解: 电子运动时, 电场力对它所作的功 $W = qU = qEd$, 到达另一板时, 电子所具有的动能 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

根据功能原理, 即有 $qEd = \frac{1}{2}mv^2$

$$\begin{aligned} \therefore v &= \sqrt{\frac{2qU}{m}} = \sqrt{\frac{2eEd}{m}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 6 \times 10^4 \times 5 \times 10^{-2}}{9.1 \times 10^{-31}}} \\ &= 3.26 \times 10^7 \text{ (米/秒)} \end{aligned}$$

2. 水平放置的平行板, 两板间的距离 $d = 1$ 厘米, 板长 $L = 0.1$ 米, 两板间的电势差 $U = 90$ 伏特, 电子从跟电力线垂直的方向飞入电场, 速度 $V_0 = 5 \times 10^7$ 米/秒, 电子在刚要飞出此电场时, 击中下板左边边缘末端, 试求: (1) 上下板各带什么电