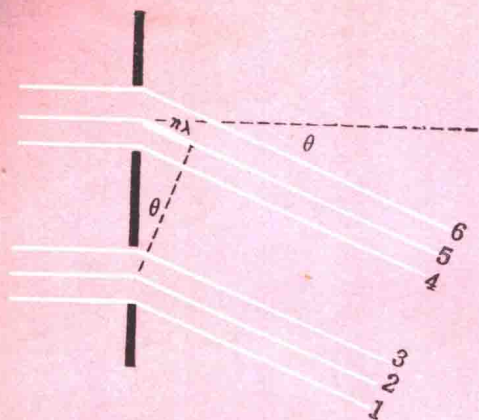




高中物理习题集

下 册

福建教育学院物理组编

人民教育出版社

中物理习题集

下 册

福建教育学院物理组编

人民教育出版社

《高中物理习题集》下册是依据全日制十年制学校《中学物理教学大纲(试行草案)》的基本精神和十年制学校高中课本物理下册的知识内容、体系和教学要求编写的。每章都有解题要点、例题和练习题。练习题以基本练习题为主,但也有少数较难的题目(标有*号),供程度较好的学生选作。书末附有练习题的答案。

本书可供高中物理教师和高中学生使用,也可供知识青年参考。

高中物理习题集

下 册

福建教育学院物理组编

人民教育出版社

新华书店北京发行所发行

北京新华印刷厂印装

开本 787/1092 1/32 印张 7.75 字数 159,000

1981年8月第1版 1982年2月第1次印刷

印数 1—220,000

书号 7012·0458 定价 0.58 元

编者的话

为了帮助中学生学好物理,我们依据《中学物理教学大纲(试行草案)》的基本精神,并按照中小学通用教材物理编写组编写的各册物理课本的知识内容、体系和教学要求,编写了一套中学物理习题集。这套习题集各章的编排次序与通用物理课本一样。各章内容一般包括解题要点、例题和练习题。

解题要点指出了应用本章基础知识和基本技能解题时,要掌握的一些带有规律性的方法和应注意的地方。例题是解题要点的具体化,对理解 and 应用知识起示范作用。练习题供学生独立练习时选用,以帮助他们巩固掌握物理知识、加深对知识的理解和培养分析问题、解决问题的能力。练习题主要是基本练习性的题目,也有一部分综合题。练习题的类型有思考题、实验题、说理题、选择题和计算题,其中少数较难的标上了*号。

书末附有练习题答案和附录,供学生查阅。本册供高中二年级学生使用,也可供任课教师 and 知识青年参考。

负责本书编辑的有邱金章、吴景辉、陈荫慈、林如松、林金庸、廖纪梧、康锦堂、郑景云、李维良、林火明、黄协堪、周碧连、杨玛罗、李再明、龚贵祺等十五位老师。最后由邱金章、吴景辉负责整理加工定稿。

本书编写时间较短,且限于编者水平,不免存在着缺点错误,诚恳希望读者提出改进意见,以便再版时修订。

目 录

第一章	电场.....	(1)
第二章	稳恒电流.....	(56)
第三章	磁场.....	(112)
第四章	电磁感应.....	(137)
第五章	交流电.....	(173)
第六章	电磁振荡和电磁波.....	(193)
第七章	电子技术基础.....	(198)
第八章	光的本性.....	(204)
第九章	原子结构.....	(219)
第十章	原子核.....	(226)
练习题答案		(234)
附录		(243)

第一章 电场

一、电场强度 电场力

解题要点

1. 真空中的库仑定律 $F = \frac{kQ_1Q_2}{r^2}$, 只适用于点电荷之间的相互作用。为了方便起见, 应用库仑定律时, 可以只用电荷 Q_1 和 Q_2 的绝对值代入公式算出力 F 的大小, 其方向则按“同种电荷相斥, 异种电荷相吸”来确定。

2. 电场强度(场强)和电场力不同: 电场中某一点的场强 $E = \frac{F}{q}$ = 恒量, 它的大小和方向由电场本身所决定, 与放置在电场中的电荷 q 的大小、有无和正负都没有关系; 电场力 $F = qE$, 它的大小和方向是由置于电场中的电荷 q 和所在点的场强 E 共同决定的。

3. 场强的定义式 $E = \frac{F}{q}$, 对任何电场都适用。场强的计算式 $E = \frac{kQ}{r^2}$, 只适用于点电荷在真空中的电场。应用这两个公式时, 式中各量都取绝对值, 但应该判定场强 E 和电场力 F 的方向。

4. 场强和电场力(电荷间的作用力也是电场力)都是矢量。解题时, 通常要画出草图, 标明它们的方向。求合场强或

合电场力时,要按矢量合成法则

5. 应用本章所有的公式解题时,都要使用国际单位制.

例题

例一 在边长为 10 厘米的等边三角形 ABC 的 A 点上,有电荷 $Q_1 = 5 \times 10^{-8}$ 库仑, B 点上有电荷 $Q_2 = -5 \times 10^{-8}$ 库仑, C 点上有电荷 $Q_3 = -2 \times 10^{-9}$ 库仑,求 Q_3 所受的力.

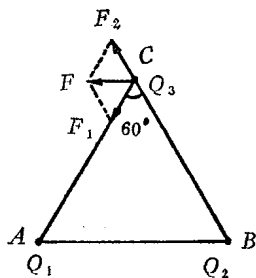


图 1-1

解: 按题意画出草图如图 1-1.

先求 Q_1 对 Q_3 的作用力

$$F_1 = \frac{kQ_1Q_3}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-8} \times 2 \times 10^{-9}}{0.1^2} = 9 \times 10^{-5} \text{ (牛顿)}.$$

因为 Q_1 和 Q_3 为异种电荷,它们互相吸引,所以 F_1 指向 A 点.

再求 Q_2 和 Q_3 的作用力

$$F_2 = \frac{kQ_2Q_3}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-8} \times 2 \times 10^{-9}}{0.1^2} = 9 \times 10^{-5} \text{ (牛顿)}.$$

因为 Q_2 和 Q_3 为同种电荷,它们互相排斥,所以 F_2 背离 B 点.

Q_3 所受的力 F 为 F_1 和 F_2 的合力,应该按平行四边形法则来求. 因为 $F_1 = F_2$ 如图 1-1 所示,应用几何知识可知, Q_3 所受的合力

$$F = F_1 = 9 \times 10^{-5} (\text{牛顿}).$$

方向平行于 BA .

思考题: 如果 Q_2 为正, 那么 Q_3 所受的力又如何?

例二 一个小球带有电量 Q , 在距离球心 30 厘米处的 A 点放了一个电荷 $q = -10^{-10}$ 库仑, q 受到电场力为 10^{-8} 牛顿, 方向指向球心. 求(1) A 点的场强等于多少?(2) 如果从 A 点取走 q , A 点的场强有无变化?(3) 把 q 放在距球心 60 厘米处的 B 点, 所受的电场力等于多少?(4) 带电小球的电量 Q 是正的还是负的? 等于多少?

解: (1) 按场强的定义, A 点的场强为

$$E_A = \frac{F_A}{q} = \frac{10^{-8}}{10^{-10}} = 100 (\text{牛顿/库仑}), \text{方向背离 } Q.$$

(2) 场强是电场本身的特性, 与电荷 q 的有无没有关系, 所以取走 q 后 A 点场强不变.

(3) 根据 $E = \frac{kQ}{r^2}$, 在 Q 的电场中 E 与 r^2 成反比, 有

$$\frac{E_B}{E_A} = \frac{r_A^2}{r_B^2} = \frac{30^2}{60^2} = \frac{1}{4},$$

$\therefore E_B = \frac{1}{4} E_A = \frac{1}{4} \times 100 = 25 (\text{牛顿/库仑}), E_B$ 的方向也是背离 Q .

q 在 B 点所受的电场力为

$F_B = qE_B = 10^{-10} \times 25 = 2.5 \times 10^{-9} (\text{牛顿}),$ 方向与 E_B 相反, 即指向 Q .

(4) 如图 1-2, 因为 E_A 的方向背离 Q , 所以 Q 必为正电荷, 它的大小可以应用 $E_A = \frac{kQ}{r_A^2}$ 来求, 即

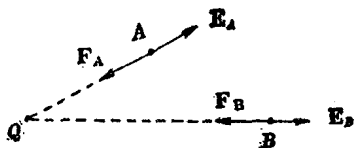


图 1-2

$$Q = \frac{E_A r_A^2}{k} = \frac{100 \times 0.3^2}{9 \times 10^9} = 10^{-9} (\text{库伦}).$$

思考题: (1) 本题如果先解(4)求得 Q 后, 再解(3)可以吗? 这时要用什么公式, 怎样求? (2) 在解(3)中, 求 E_B 时, r_A 和 r_B 没有采用国际单位制, 为什么可以这样处理呢?

练 习 题

1. 一个点电荷在空气中, 受到另一个点电荷的吸引, 引力是 2×10^{-4} 牛顿, 其中一个电荷的电量是 3×10^{-9} 库伦, 两电荷相距 5 毫米. 求另一个电荷的电量.

2. 真空中有两个带同种电荷的小球, 一个小球所带的电量是另一个小球所带电量的 4 倍. 在它们相距 5 厘米时, 相互排斥力是 1.6×10^{-4} 牛顿. 问在它们相距 10 厘米时, 相互排斥力是多少? 小球所带的电量各是多少?

3. 点电荷 C 距点电荷 A 3 厘米, 距点电荷 B 20 厘米, 如果 C 对 A 的作用力与 C 对 B 的作用力大小相等. 求 A 、 B 两电荷电量的比.

4. 当两个很小的带电体相距为 d 时, 互相排斥力为 F , 当排斥力为 $16F$ 时, 相距应为多少?

5. 两个大小完全相同的带电金属小球. 已知其中一个的电量是另一个的 3 倍, 当它们相距为 r 时其作用力为 F ,

问：(1) 当它们带有同种电荷，并将它们相碰后放在相距为 $2r$ 的位置时，其作用力为多大？(2) 当它们带有异种电荷，并将它们相碰后放在相距为 $2r$ 的位置时，其作用力为多大？[提示：两个大小相同的金属球相碰后平分它们所带的电量。]

6. 两个固定不动的带正电的点电荷 Q 和 $9Q$ ，它们之间相距 12 厘米。现在要在它们之间放一个电荷 q ，使它正好处在平衡状态，求 q 的位置。

7. 在一正方形四个角顶上各放有电量相等的电荷 $-q$ ，问在正方形的中心应该放置多大电量的异种电荷 Q 才能使作用在每一电荷上的合力等于零。

8. 图 1-3 是某区域的电力线图， A 、 B 、 C 、 D 和 E 是电场中五个点。(1) 比较各点场强的大小。(2) 画出各点场强的方向。(3) 画出 $+q$ 在 A 、 B 两点所受电场力的方向和 $-q$ 在 C 、 D 和 E 三点所受电场力的方向。

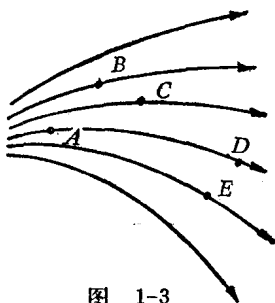


图 1-3

9. 有一个电量为 5×10^{-9} 库仑的检验正电荷，放在电场中 A 点，测得该点的电场强度为 4×10^4 牛顿/库仑。(1) 如果把检验电荷的电量减少为原来的一半， A 点电场强度是多大？为什么？(2) 移去检验电荷后， A 点的电场强度又是多大？为什么？(3) 在 A 点放一个电量为 10^{-8} 库仑的负电荷，它所受的电场力如何？

10. 如图 1-4 所示，上下两平行板间为匀强电场，将 $q_1 = -2 \times 10^{-7}$ 库仑的检验电荷置于 M 点，它受到竖直向上的

电场力 $F=4 \times 10^{-3}$ 牛顿。(1) 在图上标出两平行板各带何种电荷。(2) 画出电力线。(3) 将 $q_2=10^{-6}$ 库仑的电荷放在 N 点, 求它所受电场力的大小和方向。

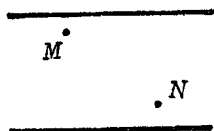


图 1-4

11. 电量为 $3\frac{1}{3} \times 10^{-6}$ 库仑的检验电荷, 距形成电场的点电荷 6 厘米, 受到的排斥力是 2.5×10^{-5} 牛顿, 求检验电荷所在点的电场强度及形成电场的电荷的电量。

12. 一个电量为 2×10^{-9} 库仑的正电荷, 放在电场中 B 点所受的电场力为 10^{-4} 牛顿。(1) 求 B 点的电场强度的大小。(2) 如果这个电场是由放在 A 点的点电荷形成的, 求在电场中另一点 C 的电场强度, 设 $CA=3BA$ 。(3) 若把 $q_1=-10^{-8}$ 微库的负电荷放在 C 点, 它所受电场力多大?

13. 两个点电荷: $Q_1=-2 \times 10^{-2}$ 微库, $Q_2=8 \times 10^{-2}$ 微库, 两者相距 15 厘米。问 Q_1 和 Q_2 所形成的合电场中, 哪一点的场强为零?

14. 如图 1-5, 在真空中有两个点电荷 $Q_1=Q_2=10^{-8}$ 微库。(1) 求 C 处的场强的大小。(2) 把电荷 $q=-2 \times 10^{-8}$ 微库放在 C 处, 求它所受电场力的大小和方向。

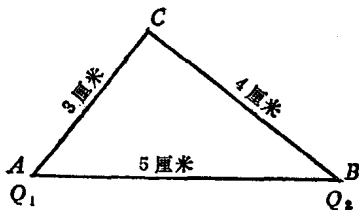


图 1-5

二、电势、电势差、电势差与电场强度的关系

解题要点

1. 电势跟电势能不同: 电场中某一点 A 的电势 $U_A = \frac{\mathcal{E}_A}{q}$ 是恒量, 它的大小由电场本身所决定, 与电荷 q 的大小、有正和正负都没有关系; 电势能 $\mathcal{E}_A = qU_A$, 它的大小由电荷 q 和电势 U_A 两者共同决定. 电势和电势能的大小和正负与零电势(能)点的选择有关. 电势和电势能都有正负, 正值表示比零大, 负值表示比零小. 例如 -5 伏特比 5 伏特低了 10 伏特. 因此, 电势和电势能决不可只考虑它们的绝对值. 这一点与矢量不同, 矢量的正负仅表示方向相反. 例如 -5 牛顿和 5 牛顿, 取它们的绝对值时, 并不影响它们的大小.

2. 电势差 $U_{AB} = U_A - U_B$, 它有正负, 正值表示 $U_A > U_B$, 负值表示 $U_A < U_B$, 例如, 电场中 A 点电势比 B 点高了 5 伏特, 则 $U_{AB} = 5$ 伏特, 而 B 点电势比 A 点低了 5 伏特, 则 $U_{BA} = -5$ 伏特. 有时为了方便, 电势差可以只考虑它的绝对值, 我们用 U 表示 U_{AB} 或 U_{BA} 的绝对值.

3. 在电场中移动电荷时, 电场力所做的功只跟电荷的起始位置和终止位置有关, 跟电荷所经路径无关. 电场力对电荷做正功, 电荷的电势能减少; 电场力对电荷做负功(或者说电荷反抗电场力做功), 电荷的电势能增加, 这跟在重力场中重力做功与物体的重力势能改变相似.

4. 电场中各物理量比较抽象,解题时常借助于电力线和等势面,形象地去思考它们的关系.为此要注意以下三点:

(1) 确定场强的方向:电力线上任一点的切线方向都跟该点的场强方向一致.等势面总是跟电力线垂直,即跟场强垂直,所以也可以用它来确定场强的方向.

(2) 比较场强的大小:电力线或等势面间距较密的地方,场强就较大.

(3) 判别电势的高低:等势面容易看出两点电势的高低,而电力线则沿着它的方向电势是逐点降低的.

以上三点很重要,例如确定了场强方向,就可以根据电荷的正负推知它所受电场力的方向,再根据电荷移动方向推知电场力做功的正负,进而根据解题要点第3点来确定电荷的电势能的增减或比较移动前后电荷的电势能的大小.又例如确定了两点电势的高低,就可以根据电荷的正负比较电荷在这两点电势能的大小,判定电荷的电势能的增减,进而根据上述第3点来推知电场力做功的正负.

5. 电势的定义式 $U_A = \frac{\phi_A}{q}$ 和电势差的定义式 $U_{AB} = U_A - U_B$, 适用于任何电场.应用时各量都要考虑它们的正负.

6. 应用 $U = \frac{W}{q}$ 或 $W = qU$ 时,各量都取绝对值,但对算出的结果,应判定两点电势 U_A 和 U_B 的高低或电场力做功 W 的正负.这两个公式对任何电场都适用.

7. 应用 $U = Ed$ 或 $E = \frac{U}{d}$ 时,场强的方向就是电势降落陡度最大的方向,距离 d 就是两点连线在这个方向上的投影.

这两个公式只适用于匀强电场, 不适用于非匀强电场的定量计算, 但可作为定性分析的依据.

例题

例三 图 1-6 是点电荷 Q 形成的电场的电力线分布情况, 回答下列问题:

(1) 电荷 Q 是正的还是负的?

(2) A 、 B 、 C 三点的场强方向是怎样的?

(3) A 、 B 、 C 三点哪一点场强较大?

(4) 把 $-q$ 放在 C 点所受电场力的方向如何?

(5) 把 $-q$ 从 A 移到 B 电场力做什么功? 电势能怎样改变?

(6) 比较 A 、 B 两点电势的高低.

(7) 把 $-q$ 放在 A 和 B 点, 在哪一点它的电势能较大?

解: (1) 因电力线终止于负电荷, 所以形成电场的电荷 Q 为负电荷.

(2) 将检验正电荷 q 放在 A 、 B 、 C 三点, 所受的电场力方向都是指向 Q , 按场强方向的规定, 故 A 、 B 、 C 三点的场强方向都是指向 Q . 如图 1-7.

另外, 根据电力线的定义也可以判定 A 、 B 、 C 三点场强

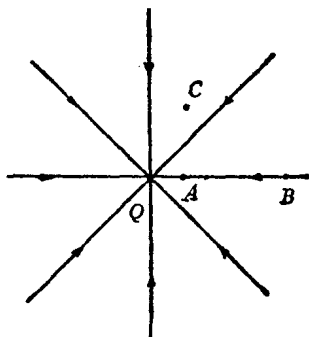


图 1-6

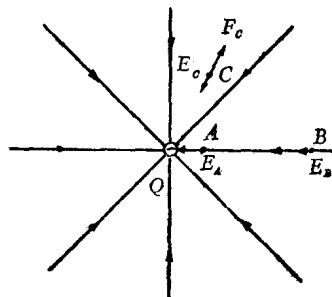


图 1-7

的方向。

(3) 从图 1-6 可知 A 处电力线最密, C 处次之, B 处再次之。其场强大小的顺序是 $E_A > E_C > E_B$ 。

(4) 因 E_C 是指向 Q , 所以把 $-q$ 放在 C 点所受电场力的方向与 E_C 方向相反, 如图 1-7 中的 F_C 。

(5) $-q$ 在 A 点所受电场力方向是由 A 指向 B , 与移动方向一致, 所以电场力对它做正功, 电势能是减少的。

(6) 正电荷从 B 移到 A 电场力对它做正功, 电荷是由电势高处移到低处, 所以 B 点电势比 A 点电势高。

另外, 从电势是沿着电力线方向降落来看, 也可以判定 B 点电势高于 A 点电势。

(7) 按负电荷放在电势较高的点有较小的电势能, 所以 $-q$ 放在 A 点时电势能较大。这与(5)所得的结果是一致的。

例四 电场中某一电力线——直线上有 A 、 B 和 C 三点。一个电荷 $q_1 = 10^{-8}$ 库仑, 它从 B 点移到 A 点电场力做了 10^{-7} 焦耳的功, 另一电荷 $q_2 = -10^{-8}$ 库仑, 它在 B 点的电势能比它在 C 点的电势能大 10^{-7} 焦耳。问: (1) A 、 B 和 C 哪一点电势最高, 哪一点电势最低? 这三点在电力线上是怎样排列的? (2) A 和 C 两点的电势差 U_{AC} 等于多少? (3) 设 B 点的电势为零, 那么电荷 q_2 在 A 点的电势能等于多少?

解: (1) q_1 从 B 点移到 A 点, 电场力做正功可见电场力方向与移动方向一致, 即由 B 指向 A 。且 q_1 为正电荷, 它在电场中所受电场力方向与场强方向一致, 所以 B 和 A 两点间的场强方向是由 B 指向 A 。电势是沿场强方向而降落的, 故 $U_B > U_A$ 。

q_2 在 B 和 C 两点的电势能是 $\mathcal{E}_B > \mathcal{E}_C$, 根据 $U_B = \frac{\mathcal{E}_B}{q_2}$ 和 $U_C = \frac{\mathcal{E}_C}{q_2}$, 且因 q_2 为负电荷, 所以 $U_B < U_C$.

因此, A 、 B 和 C 三点的电势是 $U_A < U_B < U_C$, 它们排列顺序如图 1-8 所示.

(2) 先求 A 、 B 两点的电势差 U_{AB} 和 B 、 C 两点的电势差 U_{BC} :



图 1-8

$$U = \frac{W_{AB}}{q_1} = \frac{10^{-7}}{10^{-8}} = 10 \text{ (伏特)}.$$

因为 U_A 比 U_B 低, 所以 $U_{AB} = -10$ 伏特.

$$\begin{aligned} U_{BC} &= U_B - U_C = \frac{\mathcal{E}_B}{q_2} - \frac{\mathcal{E}_C}{q_2} = \frac{\mathcal{E}_B - \mathcal{E}_C}{q_2} = \frac{10^{-7}}{-10^{-8}} \\ &= -10 \text{ (伏特)}. \end{aligned}$$

负号表示 U_B 比 U_C 低.

再求 A 、 C 两点的电势差: 根据图 1-8 有

$$U_{AC} = U_{AB} + U_{BC} = -10 + (-10) = -20 \text{ (伏特)}.$$

负号表示 U_A 比 U_C 低.

(3) 先求 A 点的电势 U_A :

$$U_{AB} = U_A - U_B, \quad U_B = 0,$$

$\therefore U_A = U_{AB} = -10$ (伏特). 负号表示 A 点电势比零电势 (B 点) 低 10 伏特.

再求 q_2 在 A 点时的电势能

$$\mathcal{E}_A = q_2 U_A = -10^{-8} \times (-10) = 10^{-7} \text{ (焦耳)}.$$

例五 如图 1-9, 两平行板的电势差 U 为 12 伏特, 板间距离 d 是 1.2 厘米. A 点距负极板和 B 、 C 两点距正极板都为

0.2 厘米, AB 连线在电力线上. 问:

(1) 两平行板间的场强等于多少?

(2) A 、 B 两点哪一点电势高?

把电荷 $q_1 = -2 \times 10^{-8}$ 库仑, 从 A 点移到 B 点, 电场力对它做什么功? 做了多少功? 这时它的电势能是增加还是减少? 改变了多少?

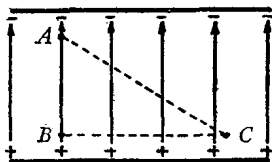


图 1-9

(3) 如果 A 、 C 两点的距离为 1.6 厘米, 求 A 、 C 两点的电势差. 把电荷 $q_2 = 10^{-8}$ 库仑, 从 A 点移到 C 点, 电场力对它做正功还是做负功? 做了多少功?

(4) 如果使正极板接地, 求 A 点的电势和电荷 q_1 在 A 点的电势能.

解: (1) 因为两平行板间的电场是匀强电场, 所以两板间的场强为

$$E = \frac{U}{d} = \frac{12}{1.2 \times 10^{-2}} = 1000 \text{ (伏特/米)}.$$

(2) 因由 B 到 A 是顺电力线方向, 所以 B 点电势比 A 点的高. q_1 为负电荷, 它所受电场力的方向由 A 指向 B , 这个方向与它移动方向一致, 所以电场力是做正功. 功的大小计算如下:

$$d_{AB} = (1.2 - 2 \times 0.2) \times 10^{-2} \text{ 米} = 0.8 \times 10^{-2} \text{ 米}.$$

$$W = Fd_{AB} = q_1 E d_{AB}$$

$$= 2 \times 10^{-8} \times 1000 \times 8 \times 10^{-3} = 1.6 \times 10^{-7} \text{ (焦耳)}.$$

电场力做正功, 电荷 q_1 的电势能减少, 减少了 1.6×10^{-7} 焦耳.