

高中物理 对应思考与 同步训练

(与课本下册对应)

黑龙江教育出版社

高中物理
对应思考与同步训练
(与课本下册对应)

许亚平 万木春 主编

黑龙江教育出版社

1989年·哈尔滨

高中物理
对应思考与同步训练
(与课本下册对应)

许亚平 万木春 主编

责任编辑: 张天栋 未然

封面设计: 林晓菲

黑龙江教育出版社出版 (哈尔滨市道里森林街42号)
黑龙江新华附属印刷厂印刷·黑龙江省新华书店发行
开本787×1092毫米1/32·印张7.5·字数153千
1989年8月第1版·1989年8月第1次印刷
印数: 1—10,000

ISBN 7—5316—0861—8/G·661定价: 2.40元

前 言

《高中物理对应思考与同步训练》分上、下两册，是按照国家教委新制订的全日制中学物理教学大纲规定的范围，与新修订的教材紧密配合，为落实新教学大纲提出的基本教学要求服务。

该书的重要特色是与教材对应和与教学同步。章目与教材一致，每章按知识结构分为若干单元，除少数常识性知识外，每单元均分为“知识提要”、“对应思考”、“同步练习”三个层次；同时，每章配有“综合题分析”和“学习水平检测”。因而，这套学习参考书具有很强的适应性。既适合各年级平时学习参考，又适合于毕业与升学的系统复习。

这套书参加编写和研讨的有：梁淡之、张跃华、南冲、雷作春、屈宝珊、宁鹏南、曾昭纬、彭卓尔、程流锁、贺庚云、朱世雄、吕刚、杨焕清、陆波、陈伯英、钱瑞生、何群、袁成吉、卢惠林、许文彬、梁军、王培文等同志。

· 编 者 ·

1988年9月

目 录

第 一 章	电场	1
第 二 章	稳恒电流	26
第 三 章	磁场	59
第 四 章	电磁感应	81
第 五 章	交流电	106
第 六 章	电磁振荡和电磁波	123
第 七 章	电子技术初步知识	133
第 八 章	光的反射和折射	138
第 九 章	光的本性	170
第 十 章	原子和原子核	182
第十一章	总复习指导	198
附 录	各章练习参考答案	224

第一章 电 场

一、库仑定律

〔知识提要〕

电荷间相互作用的引力或斥力（称为静电力或库仑力）不仅跟它们所带的电量有关，还跟电荷间的距离有关。库仑通过精确的实验总结出了著名的库仑定律。表达式是：

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

（1）该定律只适用于真空中的点电荷。

真空是一种理想空间，绝对的真空是不存在的，当所研究的空间中气体极其稀薄时即可当成真空。

点电荷如同力学中的质点，是一个只考虑带电量而不计大小、形状的理想模型。实际中真正的点电荷并不存在，但如果带电体间的距离比带电体本身的尺寸大得多时，即可将带电体视为点电荷。因此，一个带电体究竟能否被视为点电荷，并非看它是否微小，而是要把它的本身尺寸与另一个带电体的距离作比较。

（2）两电荷间的相互作用力符合牛顿第三定律，力的方向在两点电荷的连线上，具体指向可由吸引或排斥来确定。因此，在计算时可以不把电量的符号代入上式中。

〔对应思考〕

1. 真空中有相距 r 的两个点电荷, $Q_1 = 5$ 库, $Q_2 = 10$ 库。能否认为 Q_2 受的库仑力比 Q_1 大? 为什么?

2. 在库仑定律表达式中, 当“ $r \rightarrow \infty$, $F \rightarrow 0$ ”时, 具有什么意义? 当“ $r \rightarrow 0$, 公式无意义”应作何解释?

3. 真空中有 A 、 B 、 C 三个点电荷, 你怎样计算其中一个点电荷 (比如 A) 受到的库仑力? (三电荷的相互位置关系自行假设)

4. 若上题中的三个电荷处在同一直线上, 并且 A 与 B 和 B 与 C 等距, 如图1—1所示.

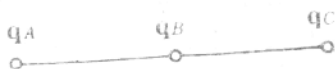


图 1—1

当满足什么条件时, 这三个电荷能在库仑力作用下保持相对静止?

二、电场 电场强度

〔知识提要〕

1. 电场和电场力

电荷周围存在着电场, 电荷之间的相互作用就是通过电场发生的。电场的基本性质就是对放入其中的电荷有力的作用。电场对电荷的作用力叫电场力。

2. 电场强度

电场强度是表示电场强弱的一个物理量。电场强弱可以通过检验电荷在电场中某点的受力情况来说明。检验电荷是

一个带正电的点电荷。检验电荷在电场中某点受到的电场力 F 与检验电荷的电量 q 的比值，定义为该点的电场强度：

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

(1) 电场强度是矢量。电场某点的场强方向是正电荷在该点的受力方向。

(2) 电场强度是电场本身的性质，它与检验电荷无关。如同“工兵探地雷”那样：地下有无地雷，可以通过工兵探测，但决不因为有了工兵地下就有地雷，没有工兵地下就无地雷；地下有无地雷与工兵无关。同样，电场的有无或强弱是客观存在的，与检验电荷无关。

(3) 由定义式和库仑定律可以导出点电荷周围电场强度的表达式为：

$$E = K \frac{Q}{r^2}$$

由于电场强度是矢量，所以当空间有几个点电荷同时存在时，它们的电场相互叠加，形成合电场。某点的场强，是各个点电荷在该点的场强的矢量和。

3. 电力线

电力线是用来形象地描绘电场情况的假想曲线。电力线的疏密表示电场强度的大小，电力线上任意一点的切线方向表示该点的电场强度方向。

4. 匀强电场

若电场中各点场强的大小和方向都相同，这样的电场称为匀强电场。匀强电场中的电力线是一组疏密均匀的平行直线。

5. 电场中的导体

(1) 静电感应：导体在电场作用下电荷重新分布的现象叫做静电感应。

(2) 静电平衡：导体中（包括表面）没有电荷定向移动的状态叫做静电平衡状态。导体处于静电平衡状态时具有如下特点：

①内部的场强处处为零；

②表面上任何一点的场强方向跟该点的表面（切平面）垂直；

③净电荷只分布在导体的表面上。

〔对应思考〕

1. 由 $E = \frac{F}{q}$ 和 $E = K \frac{Q}{r^2}$ 看，前者 E 和 q 成反比，后者 E 与 Q 成正比，这不是自相矛盾吗？你的看法如何？

2. 你能证明“导体处于静电平衡时，表面上任何一点的电力线方向跟该点的表面垂直”这一结论吗？

3. 不论是单个带电体产生的电场还是多个带电体产生的合电场，空间某点的电场强度是唯一的。你能根据这一结论，证明电力线不可能相交吗？

4. 库仑力属于电场力吗？为什么？

5. 在图 1—2 电场中，取中间一条电力线上的 A 、 B 两点：

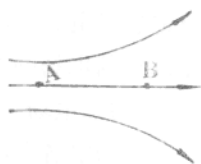


图 1—2

①试比较 A 、 B 两点的场强大小和方向。依据是什么？

②若在 A 、 B 两点放入同一电荷，试比较电荷在 A 、 B 两点受力的大小，说明理由。

6. 如图 1—3 有两个等量异种点电荷 $+Q$ 和 $-Q$ ，试比较它们的连线上 A 、 B 两点的电

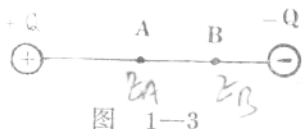


图 1—3

场强度的大小。（提示：最好根据电力线的分布来判断）。

7. 当导体在电场中处于静电平衡时，导体内部场强为零的原因是什么？有人说是由于外电场不能进入导体。你同意这种说法吗？

8. 某导体处在电场强度 $E = 10$ 牛/库的匀强电场中处于静电平衡状态。你能知道导体上感应电荷在导体中产生的电场强度的大小和方向吗？将你的想法告诉老师，看对不对。

〔同步练习〕

1. 在图 1—4 中，长度相同的细线上挂着质量均为 m 、带同种电量的点电荷 q_1 和 q_2 ，若 $q_1 > q_2$ ，则两细线与竖直方向的夹角 θ_1 与 θ_2 的关系是：（ ）

- ① $\theta_1 > \theta_2$ ； ② $\theta_1 < \theta_2$ ； ③ $\theta_1 = \theta_2$ ；
④ 无法确定。

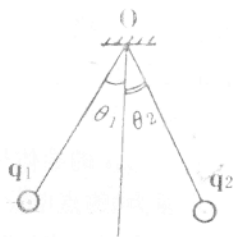


图 1—4

2. 在真空中有两个固定小球，相距 10 厘米。 A 球带电 $+1.2 \times 10^{-8}$ 库， B 球带电 -3×10^{-9} 库。

① 现有一带 $+3 \times 10^{-9}$ 库的第三个小球 C ，放在 AB 的延长线上 C 处（位置顺序是 A 、 B 、 C ）， BC 相距 20 厘米，求

C球受的库仑力；

②小球C应放在什么位置，恰好会处于平衡状态？

3. 一绝缘小球A放在悬挂着的通草球B前30厘米处，两者均带正电荷且位于同一水平高度上，如图1—5所示。当另一带负电的绝缘小球C放在AB连线上距B20厘米处时，悬吊B球的悬线恰在铅直线上。那么：

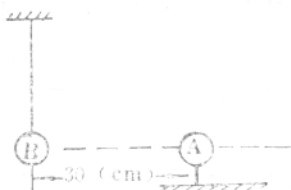


图 1—5

①小球A和C的电量之比 q_A ：

q_B 为何值？

②此时C球位于B球的哪一侧？

③B处的电场强度 E_B 为何值？

4. 空心金属球B放在绝缘支座上，用丝线悬挂一带电的通草球A，并将它放入B的空腔中，如图1—6所示。此时B的外表面所带的是何种电荷？若用手接触一下B的外表面，再将A取出远移B，则B的外表面是否带电？如带，是何种电荷？

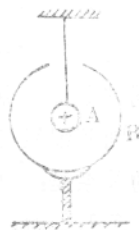


图 1—6

5. 长为 l 的导体棒原来不带电，现将一带电量为 q 的点电荷放在距棒左端 R 处，

如图1—7所示。当达到静电平衡后，棒上感应的电荷在棒内



图 1—7

中点处产生的场强的大小为何值？

三、电势能 电势 电势差

〔知识提要〕

(一) 电势能与电场力做功

1. 电荷在电场中由于受电场力而具有的势能叫电势能。
2. 电荷在电场中某点的电势能与所选的零势能点有关，只有先规定某点的电势能为零，才能确定电荷在其它各点的电势能。势能零点的选择是任意的。
3. 电势能与重力势能很类似。电场力对电荷做功与电势能的变化关系也与重力做功和重力势能的变化关系相当类似。电场力对电荷做正功，电势能减少；电场力对电荷做负功，电势能增加；电势能的变化量等于电场力对电荷所做的功。

(二) 电势与电势差

1. 电势。电场中某点电荷的电势能跟它的电量的比值，叫做这一点的电势。用 U 表示电势，用 $\mathcal{E}$ 表示电荷 q 的电势能，那么

$$U = \frac{\mathcal{E}}{q}$$

- ① 电势是标量，其正负表示相对零势点的高低；
- ② 电势也是电场的性质，与是否放入检验电荷（或别的电荷）无关；
- ③ 电势与电力线有联系：顺着电力线的方向电势降低

(思考：在图1—2和1—3中， AB 两点哪一点的电势高？)。

2. 等势面。电场中电势相同的点构成的面叫等势面。等势面有如下特点：

①不同电势值的等势面不相交，相邻等势面之间的电势差相等；

②在等势面上任意两点移动电荷，电场力对电荷不做功，电荷的电势能不变；

③等势面跟电力线（即电场强度方向）垂直。

3. 电势差。电场中任意两点的电势的差值叫电势差（又称电压）。电势差跟电场力做功和电场强度有下列关系：

①在电场中 A 、 B 两点间移动电荷时，电场力做的功等于电荷电量 q 跟这两点的电势差 U_{AB} 的乘积：

$$W = q(U_A - U_B) = qU_{AB}.$$

②电势差跟电场强度的关系。

方向：场强的方向就是电势降落陡度最大的方向；

大小：在匀强电场中

$$E = \frac{U_{AB}}{d}$$

式中 d 是沿电力线方向的 A 、 B 两点间的距离（非匀强电场上式不成立）。

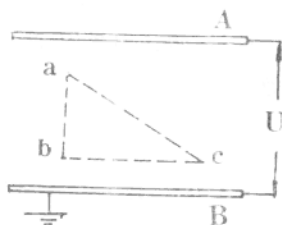


图 1—8

例：在图 1—8 中， A 、 B 两金属板间接有电压 $U = 2$ 伏特的电源，使 A 、 B 间形成一匀强电场，取 a 、 b 、 c 三点构成一个直角三角形， bc 平行 B 板， $\overline{ab} = 3$ 厘米， $\overline{aA} = 1$ 厘米， $\overline{bB} = 1$ 厘米。 B 板接地视为电势能、

电势的零点。求：

①一个电子在 a 点所具有的电势能。

② ab 两点间的电势差、 bc 间的电势差和 ca 间的电势差。

③用 $W = FS \cos \theta$ 公式计算一个电子从 a 点沿斜边移到 c 点或沿直角边移到 c 点时，电场力所做的功。

解：①先求 A 、 B 间的电场强度 E

$$E = \frac{U}{d} = \frac{2}{5 \times 10^{-2}} = 40 \text{ (伏/米)}$$

因 B 板电势为零，故 a 点的电势为

$$\begin{aligned} U_a &= -E \cdot (\overline{ab} + \overline{bB}) = -40 \times 4 \times 10^{-2} \\ &= -1.6 \text{ (伏)} \end{aligned}$$

a 点的电势能为

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_a &= U_a \cdot e = -1.6 \times (-1.6 \times 10^{-19}) \\ &= 2.56 \times 10^{-19} \text{ (焦)} \end{aligned}$$

$$\textcircled{2} U_{ab} = -E \cdot \overline{ab} = -40 \times 3 \times 10^{-2} = -1.2 \text{ (伏)}$$

③电子 a 沿斜边到 c 点：

$$\begin{aligned} W &= eE \cdot \frac{\overline{ab}}{\overline{ac}} \cdot \overline{ac} = eE \cdot \overline{ab} \\ &= 1.6 \times 10^{-19} \times 40 \times 3 \times 10^{-2} = 1.92 \times 10^{-19} \text{ (焦)} \end{aligned}$$

由 a 沿直角边到 c 点：

$$W = e\overline{E} \cdot \overline{ab} = 1.92 \times 10^{-19} \text{ (焦)}$$

顺便指出：在电场中电场力移动电荷做功与路径无关，只与起点和终点的位置有关。这与重力做功与路径无关是一样的。

〔对应思考〕

1. 为什么说在电场中处于静电平衡的导体是一个等势体?

2. 本书中说: “电场中任意两点的电势的差值叫电势差。”而教材中说: “电荷在电场中两点间移动时, 电势能的改变量跟电荷电量的比值, 叫做这两点间的电势差。”你能说明这两种说法是一致的吗?

3. 为什么说“等势面一定跟电力线垂直, 即跟电场强度的方向垂直。”?

4. 为什么说“电场中的等势面不能相交。”?

5. 如图1—9所示, A 、 B 两导体支在绝缘架上。用起电机使 A 带正电, 由静电感应会使 B 导体两端出现等量异种电荷。

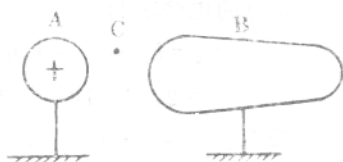


图 1—9

① A 导体内部的场强为何值? B 导体内部的场强为何值?

② 在 A 、 B 之间的 C 点, 场强方向是指向 A 还是指向 B ?

③ C 点的电势比导体 A 的电势高还是低? 比导体 B 的电势高还是低。

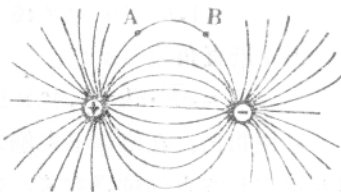


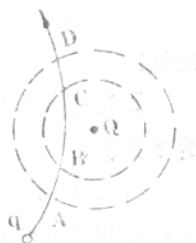
图 1—10

④ 由于静电平衡时导体 A 和 B 都是等势体, 所以, A 和 B 的电势相等。这种说法对吗?

6. 图1—10画出了两个等量异种点电荷的电力线分布。现就图中A、B两点回答下列问题：

- ① A、B两点哪点的电势高？
- ② 电子在A点时所具有的电势能比在B点时大还是小？
- ③ 质子在A点时所具有的电势能比在B点时大还是小？

7. 在点电荷Q形成的电场中，有一带正电q的粒子通过，其运动轨迹如图1—11所示。图中虚线圆表示两个等势面。粒子径迹与等势面有A、B、C、D四个交点。

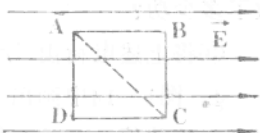


试分析：①各点电势的高低；②各点电场强度的大小；③在这四点，有没有电场强度相等的情况；④比较q在这四点时势能的大小。

图 1—11

〔同步练习〕

1. 如1—12为一匀强电场， $E = 4.0 \times 10^5$ 伏/米，电荷 $q = -3.2 \times 10^{-6}$ 库，沿边长为2.5厘米的正方形ABCD的边移动，其中AB、DC与电力线平行。问：



① 电荷自A经B到C的过程中，电场力做了多少功？是正功还是负功？

图 1—12

② 电荷自A经B、C到D的过程中，电场力做了多少功？由A直接到D电场力做了多少功？

③ A、C两点间的电势差是多少？若电荷由A沿对角线AC

运动到C, 电场力做了多少功? 如果沿AC的运动是匀速的, 则需加多大的外力? 方向如何?

2. 在一个电场中, 把电量 $q = +2.0 \times 10^{-9}$ 库的点电荷从A点移到B点, 电场力做正功 1.5×10^{-7} 焦; 再把该电荷从B点移到C点要克服电场力做功 4.0×10^{-7} 焦。

① A、B、C 三点中, 哪一点的电势最高? 哪一点的电势最低?

② 若选A点为零势点, 即 $U_A = 0$ 则B点和C点的电势各为多少伏?

3. 在图1—13的匀强电场中, 已知B、C两点相距5厘米, BC与电力线平行, $U_{BC} = 300$ 伏; A、B连线与电场方向成 60° 角, $AB = 12$ 厘米。

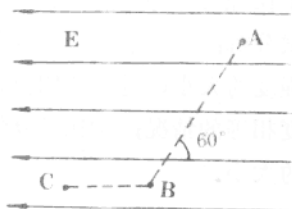


图 1—13

① AB两点的电压 $U_{AB} = ?$

② 将一个带 10^{-8} 库的负电荷由A点移到B点克服电场力做了多少功?

③ 将上述电荷由A点移到C点克服电场力做了多少功?

4. 图1—14中画出了某点电荷周围的等势线, 各等势线上的电势值已在图中标出。

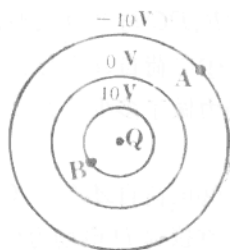


图 1—14

① 场源是正电荷还是负电荷?

② 图中A、B两点的电势差 $U_{AB} = ?$

③ A、B 两点, 哪一点的电场强