

主编 徐宏杰

分册主编 黄淑丽

普通高中课程标准

实验探究报告册

高三分册

物理选修

3-1



华文出版社

普通高中课程标准

实验探究报告册

高三分册 物理 选修 3-1

分册主编 张 焱 黄淑丽

华文出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

普通高中课程标准实验探究报告册. 高三分册. 物理. 选修 3-1.
徐宏杰主编; 张焱, 黄淑丽分册主编. —北京: 华文出版社,
2008. 2

ISBN 978-7-5075-2135-1/G · 387

I. 普… II. ①徐…②张…③黄… III. 物理课—高中—
实验报告 IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 184214 号

华文出版社出版

(邮编 100055 北京市宣武区广安门外大街 305 号 8 区 2 号楼)

网络实名名称: 华文出版社

电子信箱: hwcbs@263.net

电话: 010-58336270 58336202

新华书店经销

大厂回族自治县彩虹印刷有限公司印刷

开本: 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张: 56 字数: 800 千字

2008 年 2 月第 1 版 2008 年 2 月第 1 次印刷

定价: 61.20 元

前言

随着我国新一轮课程改革的实施,科学探究已作为科学课程的一个重要理念写入课程标准。物理、化学、生物学科是普通高中科学教育领域的重要组成部分,是科学探究的重要载体。它肩负着提高学生的科学素养、人文精神、创新意识和实践能力,促进学生的全面发展,培养符合时代需要的高素质人才的重任。

物理、化学、生物均是以实验为基础的学科,实验是教学活动的重要内容。普通高中课程标准在必修和选修模块中对实验都提出了明确要求。学生实验是探究并获取知识与应用知识过程中的一个有机组成部分。完成一个实验是对学生的能力、心理、意志品质的全面锻炼,在完成实验探究和解决问题的过程中取得的实践经验和亲身体会,包括克服困难、交流合作、预测实验结果、检验信息的科学性、反思和评估过程、总结和分析实验结论,有利于培养学生正确的物质观、宇宙观和崇尚科学、崇尚理性、崇尚实践、追求真理的辩证唯物主义世界观。

《实验探究报告册》丛书遵循新课程标准,以进一步提高学生科学素养和终身学习能力为宗旨,立足于课程内容和课程资源的创新。栏目版块设置贴近学生、贴近生活,不拘泥于必修课、选修课相关教材体系的约束,精选了富有典型性、时代性、趣味性的探究活动,有利于学生发现问题、提出问题和解决问题,并为师生留有一定的个性化开发、选择及创造的空间;凸显了学生学习方式的转变,把已有知识作为工具和手段,引导学生围绕知识资源进行实验探究、调查访问、查阅资料、交流讨论,让学生体验科学探索的曲折和艰辛,汲取前辈科学家的思维和研究方法,体验知识原创过程、感受知识生成的激动和欢欣,在真实的探究活动过程中,形成科学的价值观和实事求是的科学态度,掌握科学的研究方法,增强学生的合作精神、创新能力、实践能力和综合素质;着眼于 STS 教育的基础性、综合性、开放性、动态性、实践性以及与人文的融合特征,注重开发学生的多元智能,增强学生的社会责任感,达到学以致用目的。

《实验探究报告册》丛书与普通高中课程标准实验教科书配套使用。各学科的编写在纵向结构上力求做到与节(课)、章(单元)、学期、学年教学同步;在横向结构上根据不同学科内容的需要安排了实验目的、实验原理、实验步骤、材料用具、活动提示、实验结论、交流与分析、活动与探究、实验习题、兴趣资料、背景知识、学以致用、探究评价、巩固与提高等栏目版块。

科学探究活动对于教师和学生来说,是一件新事物;对于编者来说也不是一件轻松的事情,它是对必修和选修课模块内容深度、广度的一个延展过程。因此本套丛书呈现给大

家的只是打开科学探究活动的一扇门；希望广大教师根据学生的具体情况和教学需要做出适当的裁剪和补充。

本套丛书编者殚精竭虑，力求完美体现上述编写初衷，但由于编写时间仓促，资料短缺，不足之处，恳请广大师生、读者使用时提出批评、建议和意见，以便修订再版时改正。

本套丛书出版过程中，得到人民教育出版社、中国人民大学附属中学、北京市一零一中学和黑龙江省牡丹江市第一高级中学、第二高级中学等单位的专家、教师的指导和帮助，谨借本套丛书出版之际深表谢意。

编者

2008年1月

《实验探究报告册》编委会

总 主 编：徐宏杰

编 委：黄淑丽 王 慧 姜 丽 董淑梅

物理分册

主 编：张 焱 黄淑丽

编 者：于秀琴 王佳斌 王海林 刘 营 孙 颖

单新宇 隋海霞 黄淑丽 冯秀云

策 划：北京中育书情文化工作室

目 录

探究活动一	电荷 库仑定律	(1)
探究活动二	电场 电场强度	(7)
探究活动三	电势能与电势、电势差	(12)
探究活动四	电势差与电场强度的关系	(17)
探究活动五	电容器与电容	(22)
探究活动六	带电粒子在电场中的运动	(27)
探究活动七	示波器的原理及使用	(32)
探究活动八	导体中的电场和电流	(36)
探究活动九	电源电动势	(40)
探究活动十	欧姆定律	(44)
探究活动十一	串并联电路的规律	(48)
探究活动十二	焦耳定律	(53)
探究活动十三	电阻定律	(58)
探究活动十四	闭合电路欧姆定律	(62)
探究活动十五	多用电表的使用	(66)
探究活动十六	磁现象和磁场	(69)
探究活动十七	磁感应强度	(73)
探究活动十八	磁场对通电导线的作用力	(78)
探究活动十九	带电粒子在磁场中的运动	(82)
探究活动二十	带电粒子在复合场中的运动	(86)
参考答案		(91)

探究活动一 电荷 库仑定律

【目标培养】

1. 知识目标：知道两种电荷及其相互作用，知道电荷量的概念；知道可以用摩擦的方法和用静电感应的方法使物体带电；知道电荷守恒定律，知道什么是元电荷，理解点电荷的物理意义；理解库仑定律的含义及其公式表达，并能进行有关的计算。

2. 能力目标：培养由实际问题进行简化抽象建立物理模型的能力，控制变量的科学研究方法。

3. 情感目标：渗透物质无限可分的辩证唯物主义观点。

【知识导航】

1. 用丝绸摩擦过的玻璃棒靠近包有铝箔的小球，你会看到_____，而当铝箔与带电玻璃棒接触后，你又会看到_____。这是由于_____。

2. 当一个带电体靠近导体时，导体中的自由电荷会趋向或远离带电体，使导体靠近带电体的一端带_____，远离的一端带_____。这种现象叫做_____。

3. 如果带电体间的距离比它们的大小大得多，以致带电体的_____可忽略不计，这样的带电体可以看成点电荷。点电荷是_____，实际不存在。

4. 在真空中两个点电荷间的作用力跟_____成正比，跟_____成反比，作用力的方向在_____。

5. 静电常量 k 是由公式 $F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ 中_____决定的，在国际单位制中， $k =$ _____， k 的物理意义是_____。

6. 两个带有异种电荷的导体，接触后先发生正负电荷的_____，然后再进行电荷的_____，若不受外界影响，两个外形完全相同的导体接触后所带电荷量_____。

【互动课堂】

1. 材料和用具

酸式滴定管、蒸馏水、丝绸、玻璃棒、毛皮、橡胶棒、不带电的绝缘金属导体、金属验电箱、带负电的绝缘金属球。

2. 活动过程

实验一：在酸式滴定管中注入适当蒸馏水，打开活塞，让水慢慢如线状流下，把用丝绸摩擦过的玻璃棒接近水流。

实验二：如图 1-1 所示，原来不带电的绝缘金属导体 MN，在其两端下面都悬挂着金属验电箔，使带负电的绝缘金属球 A 靠近导体的 M 端。

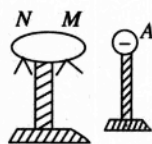


图 1-1

3. 讨论与交流

(1) 通过实验一判断水分子是极性分子，还是非极性分子？如果是极性分子，带什么电？分析原因。

(2) 在实验二中，你都看到了什么现象？分析原因。

4. 变式与创新

(1) 在实验一中，如果将用毛皮摩擦过的橡胶棒接近水流，将会发生什么现象？为什么？

(2) 在实验二中，如果用手摸一下导体的 M 端，会发生什么现象？分析原因。

【演练平台】

1. 定和求积原理在库仑定律中的应用

例 1：两点电荷置于空气中，电荷量均为 $+Q$ ，当它们相距为 r 时，其相互作用力为 F ；先把其中一个电荷的电荷量取出部分给予另一个电荷，再使它们的距离变为 $2r$ ，它们的相互作用力为 F' 。则 ()

- A. $F = \frac{F}{2}$ B. $F' > \frac{F}{2}$ C. $F' > \frac{F}{4}$ D. $F' < \frac{F}{4}$

解析：原来库仑力为

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \quad ①$$

某电荷取出部分电荷量后变为 Q_1 ，另一电荷的电荷量增加到 Q_2 ，则 $Q_1 < Q_2$ ，

$$Q_1 + Q_2 = 2Q$$

变化后的库仑力为

$$F' = \frac{k Q_1 Q_2}{(2r)^2} \quad ②$$

因两个数的和一定，当两个数相等时它们的积有最大值，故有

$$Q_1 Q_2 < Q Q \quad ③$$

由以上三式可知

$$F' < \frac{F}{4}$$

答案：D

规律总结：两个点电荷的电荷量的和一定，当这两个点电荷的电荷量 _____ 时，它们的乘积最大，在两个点电荷距离一定时，库仑力 _____。

2. 三个点电荷静电平衡的条件

例 2：如图 1-2 所示， q_1 、 q_2 、 q_3 分别表示在一条直线上的三个点电荷，已知 q_1 与 q_2 之间的距离为 L_1 ， q_2 与 q_3 之间的距离为 L_2 ，且每个电荷都处于平衡状态。

(1) 如 q_2 为正电荷，则 q_1 为 _____ 电荷， q_3 为 _____ 电荷。

(2) q_1 、 q_2 、 q_3 三者电荷量大小之比是 _____ : _____ : _____。

解析：(1) 如 q_2 为正电荷，且使每个电荷都处于平衡状态，由电荷间相互作用规律及力学平衡条件可知， q_1 、 q_3 只能带负电荷。

(2) 因三个电荷所处的场强均为零，故

$$\frac{k q_2}{L_1^2} = \frac{k q_3}{(L_1 + L_2)^2} \quad ①$$

$$\frac{k q_1}{L_1^2} = \frac{k q_3}{L_2^2} \quad ②$$

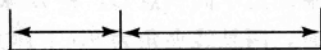


图 1-2

由①②得： $q_1 : q_2 : q_3 = \left(\frac{L_1 + L_2}{L_2}\right)^2 : 1 : \left(\frac{L_1 + L_2}{L_1}\right)^2$

规律总结：三个点电荷静电平衡的条件是：三个电荷在同一条直线上，位于中间的电荷带电量 _____，且与两侧的电荷 _____，并靠近两侧电荷中电量较小的那一个。可以概括为：三点共线，两同夹异，两大夹小，近小远大。

【学以致用】

1. A、B 两点电荷间的距离恒定，当其他电荷移到 A、B 附近时，A、B 间相互作用的库仑力将 ()

- A. 可能变大 B. 可能变小 C. 一定不变 D. 不能确定

2. 将两个半径极小的带电小球 (可视点电荷)，置于一个绝缘的光滑水平面上，从静止开始释放，那么下列叙述中正确的是 (忽略两球之间的万有引力作用) ()

- A. 它们的加速度一定在同一直线上，而且方向可能相同

- B. 它们的加速度方向一定相反
 C. 它们的加速度可能为零
 D. 它们的加速度大小一定越来越小

3. 真空中有两个相同的带电金属小球 A 和 B, 相距为 r , 带电量均为 q , 它们之间相互作用力的大小为 F , 有一个不带电的金属球 C, 大小跟 A、B 相同, 当 C 跟 A、B 小球各接触一次后拿开, 再将 A、B 间距离变为 $2r$, 那么 A、B 间的作用力的大小可为 ()

- A. $\frac{3F}{64}$ B. 0 C. $\frac{3F}{32}$ D. $\frac{3F}{16}$

4. 关于元电荷的理解, 下列说法正确的是 ()

- A. 元电荷就是电子
 B. 元电荷是表示跟电子所带电量数值相等的电量
 C. 元电荷就是原子
 D. 物体所带的电量只能是元电荷的整数倍

5. 关于点电荷的说法, 正确的是 ()

- A. 只有体积很小的带电体才能看成点电荷
 B. 体积很大的带电体一定不能看成点电荷

C. 当两个带电体的大小及形状对它们之间的相互作用力的影响可以忽略时, 这两个带电体可看成点电荷

D. 一切带电体都可以看成点电荷

6. 等长丝线分别悬挂两个质量、电量都相同的带电小球 A 和 B, 两线上端固定于同一点 O, 将 B 球固定在 O 点正下方, 如图 1-3 所示, 当 A 球静止时, 两悬线夹角为 θ , 下述方法中能使 θ 保持不变的有 ()

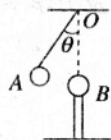


图 1-3

- A. 同时使 A 球的质量和电量都减半, 其他条件不变
 B. 同时使 A、B 两球的质量和电量都减半, 其他条件不变
 C. 同时使两悬线长度减半, 其他条件不变
 D. 同时使两悬线长度和两球电量都减半, 其他条件不变

7. 两个小球 A 和 B 带有同种电荷, 放在光滑的水平面上且相距较近, $m_A = 3 m_B$, $q_B = 3q_A$, 把两个小球从静止释放, 1 s 末它们的加速度大小之比 $a_A : a_B =$ _____; 动量大小之比 $p_A : p_B =$ _____; 动能大小之比 $E_{kA} : E_{kB} =$ _____; 速度大小之比 $v_A : v_B =$ _____。

8. 如果认为氢原子的核外电子围绕原子核做匀速圆周运动, 其轨道半径为 r , 电子的质量为 m , 元电荷为 e , 试推导电子绕核运动的角速度 ω , 动能 E_k 和频率 f 的表达式。

9. 地面为 300 m 高处, 有一个带电为 $q_1 = 1 \text{ C}$ 的物体, 如图 1-4 所示, 问它能吸起多重的在地面上带电荷量为 $q_2 = -1 \text{ C}$ 的物体?

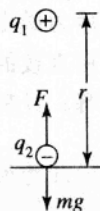


图 1-4

10. 真空中有 A、B 两个点电荷, A 带 $9q$ 正电, B 带 $4q$ 负电, 它们相距 r , 问将另一个点电荷 C 放在何处才能使 A、B、C 每个电荷都平衡? C 带电荷量及电性如何?

11. 在光滑绝缘的水平面上的 A、B 两点分别放置质量为 m 和 $2m$ 的两个点电荷 Q_A 和 Q_B 。将两个点电荷同时释放, 已知刚释放时 Q_A 的加速度为 a , 经过一段时间后 (两球未相遇), Q_B 的加速度也为 a , 且此时 Q_B 的速度大小为 v , 求:

- (1) 此时 Q_A 的速度和加速度各多大?
- (2) 这段时间内 Q_A 和 Q_B 构成系统增加的动能。

【科学漫谈】

平方反比关系的提出

1766 年, 富兰克林在写给他在德国的朋友普利斯特利 (Priestley, 1733—1804) 的信中, 介绍了他在实验中发现的放在金属杯中的软木球完全不受金属杯电性的影响的现象。富兰克林请普利斯特利帮他重复做一下这个实验, 并加以解释。1766 年 12 月 21 日, 普利斯特利从一系列实验中证明: 当中空的金属容器带电时, 除了靠近开口的地方外, 金属容器的内表面上没有任何电荷, 在内部也没有任何电力。由此, 普利斯特利提出了一个

卓越的猜测：“我们可否认为电的吸引力遵从与万有引力相同的规律，即与距离的平方成反比的类似的规律呢？因为容易证明，假若地球为一球壳，则置于其中的物体受到一侧的引力将不会大于另一侧的引力。”但是，普利斯特利没有做进一步的研究，也没有对电的斥力做出猜测。1769年，英国爱丁堡大学的约翰·罗宾森（John Robison, 1739—1805）用直接的实验推测了平方反比关系，他确定了同种电荷的斥力反比于电荷间距的 2.06 次幂；异种电荷的吸引力反比于电荷间距的小于 2 的次幂。

探究活动二 电场 电场强度

【目标培养】

1. 知识目标：了解电场的概念，理解电场强度和电场线的概念；掌握电场强度的定义式，加对比值定义物理量意义的理解。

2. 能力目标：用比值定义物理量，类比方法的重要研究方法的介绍，培养学生的科学研究能力；用电场线描述电场的性质，帮助理解电场强度的抽象概念，以达到运用形象思维上升到抽象思维的境界。

3. 情感目标：使学生初步了解“场”是一种客观存在的物质，培养学生对物质的认识观。

【知识导航】

1. 电场是带电体周围存在的一种 _____，是电荷间 _____ 的媒体，它是一种看不见的 _____，它具有 _____ 和能的性质。

2. 电场最基本的性质是 _____。

3. 放入电场中某点的电荷所受 _____ 跟它的 _____ 的比值，叫做该点的 _____。

4. 电场强度是 _____。大小与试探电荷 _____ 无关。电场强度是由 _____ 决定的，即由 _____ 决定的。

5. 电场强度的方向与 _____。因此，在点电荷的电场中，如果场源是正电荷，则电场中任意一点的场强方向都是 _____；如果场源是负电荷，则电场中任意一点的场强方向都是 _____。

6. 电场强度的计算公式主要有 _____ 两个，适用范围分别是 _____。

7. 如果场源电荷不只是一个点电荷，则电场中某点的电场强度为 _____。

8. 电场线是为了形象地描述 _____ 假想出来的、实际不存在的 _____。

它起源于 _____，终止于 _____，是 _____。电场线的 _____ 表示电场的强弱，_____ 表示该点的场强方向。但是电场线并不是电荷在电场中的运动轨迹。

9. 匀强电场的电场线是 _____。

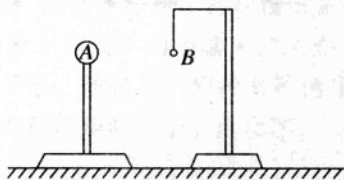
【互动课堂】

1. 材料和用具

起电机、金属小球两个、验电羽、混有发屑的充满蓖麻油的密封透明塑料扁盒。

2. 活动过程

实验一：让起电机的暗线与球 A 相连，开始时使 A 不带电，结果带电小球 B 不偏离，然后摇动起电机的手柄使 A 带电，结果带电小球 B 偏离了原来的位置。



实验二：分别用验电羽与悬浮有头发屑的蓖麻油模拟点电荷、等量异种点电荷、等量同种点电荷的电场线。

3. 讨论与交流

(1) 实验一说明了什么问题？你认为电场有哪些特征？

(2) 试画出实验二所模拟的各种电场的电场线。

4. 变式与创新

试制作一个表格将电场力和电场强度加以对比分析。

【演练平台】

例 1：A、B 两点各放有电量为 $+Q$ 和 $+2Q$ 的点电荷，A、B、C、D 四点在同一直线上，且 $AC=CD=DB$ 。如图 2-1 所示，将一正电荷从 C 点沿直线移到 D 点，则（ ）

- A. 电场力一直做正功
- B. 电场力先做正功再做负功
- C. 电场力一直做负功
- D. 电场力先做负功再做正功

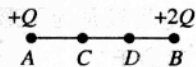


图 2-1

解析：由点电荷的电场强度公式可知：

$$A \text{ 点电荷在 } C \text{ 点的场强 } E_1 = k \frac{Q}{(AC)^2} \text{ (向右)}$$

$$B \text{ 点电荷在 } C \text{ 点的场强 } E_2 = k \frac{2Q}{(CB)^2} = k \frac{Q}{2(AC)^2} \text{ (向左)}$$

因为 $E_1 > E_2$, 故 C 点场强向右。

在 CD 连线中点以及 D 点右侧各点, A 、 B 点电荷的合场强显然向左。综上分析, 正电荷从 C 点移到 D 点, 电场力先做正功再做负功。

答案: B

规律总结: 电荷在电场中移动做功首先弄清各点的电场方向分布, 进而弄清电场力, 再应用功与位移的关系判断。

例 2: 如图 2-2 所示, 一电子沿等量异种电荷的中垂线由 $A \rightarrow O \rightarrow B$ 匀速飞过, 电子所受另一个力的大小和方向变化情况是 ()

- A. 先变大后变小, 方向水平向左
- B. 先变大后变小, 方向水平向右
- C. 先变小后变大, 方向水平向左
- D. 先变小后变大, 方向水平向右

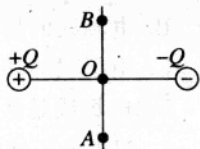


图 2-2

解析: 由等量异种电荷电场线的分布可以看出, 从 A 到 O , 电场线由疏到密; 从 O 到 B , 电场线由密到疏, 所以从 $A \rightarrow O \rightarrow B$, 电场强度应由小变大, 再由大变小, 而电场强度方向沿电场线切线方向, 为水平向右, 由于电子处于平衡状态, 所受合外力必为零, 故另一个力应与电子所受电场力大小相等方向相反。电子受的电场力与场强方向相反, 即水平向左, 电子从 $A \rightarrow O \rightarrow B$ 过程中, 电场力由小变大, 再由大变小, 故另一个力的方向应水平向右, 其大小应先变大后变小。

答案: B

规律总结: 应用点电荷电场公式和电场叠加理论, 并记住几种典型电场线的分布特点就能分析问题。

【学以致用】

1. A 为已知电场中的一固定点, 在 A 点放一电量为 q 的电荷, 所受电场力为 F , A 点的场强为 E , 则 ()

- A. 若在 A 点换上电荷 $-q$, A 点场强方向发生变化
- B. 若在 A 点换上电量为 $2q$ 的电荷, A 点的场强将变为 $2E$
- C. 若在 A 点移去电荷 q , A 点的场强变为零
- D. A 点场强的大小、方向与 q 的大小、正负、有无均无关

2. 判断图 2-3 中 A , B , C 各点的场强方向以及放上点电荷 $+Q$ 或 $-Q$ 所受电场力的方向, 并判断点电荷在谁点受的电场力最大, 谁点受的电场力最小。

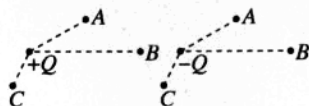


图 2-3

3. 如图 2-4 所示, 一个电场中 a, b, c, d 四点分别引入检验电荷时, 测得检验电荷所受电场力与电量间的函数关系图象, 那么下列说法中正确的是 ()

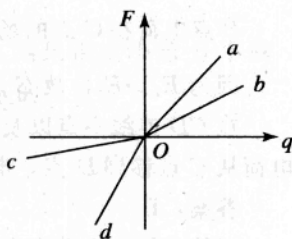


图 2-4

- A. 电场是匀强电场
 - B. 这四点场强的大小关系是 $E_d > E_a > E_b > E_c$
 - C. 这四点场强的大小关系是 $E_a > E_b > E_c > E_d$
 - D. 无法比较这四点场强大小关系
4. 下面关于电场线的说法中正确的是 ()

- A. 在静电场中释放的点电荷, 在电场力作用下一定沿电场线运动
- B. 电场线的切线方向一定与此处的正电荷运动方向相同
- C. 电场线的切线方向一定与该点的正电荷的加速度方向相同
- D. 电场线是从正电荷出发到负电荷中止

5. 四种电场的电场线如图 2-5 所示, 一正电荷 q 仅在电场力作用下由 M 点向 N 点做加速运动, 且加速度越来越大。则该电荷所在的电场是图中的 ()

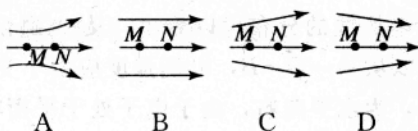


图 2-5

6. 在 x 轴上有两个点电荷, 一个带正电荷 Q_1 , 另一个带负电荷 Q_2 , 且 $Q_1 = 2Q_2$, 用 E_1, E_2 表示这两个点电荷所产生的场强的大小, 则在 x 轴上, $E_1 = E_2$ 的点共有 _____ 处, 其中 _____ 处的合场强为零, _____ 处的合场强为 $2E_2$ 。

7. 如图 2-6 所示, 有一水平方向的匀强电场, 场强为 $9 \times 10^3 \text{ N/C}$ 。在电场内的竖直平面内作半径为 1 m 的圆, 圆心处放置电量为 $1 \times 10^{-6} \text{ C}$ 的正点电荷, 则圆周上 C 点处的场强大小为 _____ $\frac{\text{N}}{\text{C}}$, 方向 _____。

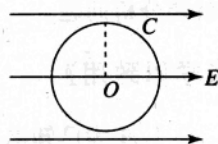


图 2-6

8. 如图 2-7 所示, A, B 为体积可忽略的带电小球, $Q_A = 2 \times 10^{-8} \text{ C}$, $Q_B = -2 \times 10^{-8} \text{ C}$, A, B 相距 3 cm 。在水平外电场作用下, A, B 保持静止, 悬线都沿竖直方向。试求:

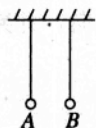


图 2-7

- (1) 外电场的场强大小和方向?

- (2) AB 中点处的场强大小和方向。