

根据教育部推行的最新全日制普通中学教材编写

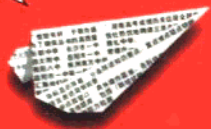
物理

高二

同步新课堂

主编 扈炳芳

素质型
创新型



湖南教育出版社
中南大学出版社



同步新课堂

主 编 扈炳芳
副主编 王 群
编 著 王 群 毛海明 罗振科



高二物理

湖南教育出版社
中南大学出版社

丛书主编: 刘建琼

丛书编委: 刘建琼 陈 峰 高 健 扈炳芳
姚建民 陈启同 皮访贫 黄仁寿
梁高显 方陆军 丑凯三 匡志成
林伟民 沈君仁 常立新 周哲雄

同步新课堂

高二物理

扈炳芳 主编

责任编辑: 周兴武

湖南教育出版社 出版发行
中南大学出版社

湖南省新华书店经销 长沙市银都教育印刷厂印刷

880×1230 32开 印张: 15 字数: 598500

2001年7月第1版 2001年7月第1次印刷

ISBN7-5355-3432-5/C·3427

定价: 16.50元

本书若有印刷、装订错误, 可向承印厂调换

(厂址: 长沙市远大一路马王堆 邮编: 410001)

领你走进《同步新课堂》

社会发展到今天,已经越来越突出地呈现出现代性。对教育而言,表现为对人的要求愈来愈高。正如对未来研究极富权威的“罗马俱乐部”总裁奥雷列奥·佩西在他的报告《未来一百年》中所说:“无论从哪个角度去提示未来,有一点必须首肯——未来是以个人素质全面发展为基础的社会。”在人民教育走过五十几个年头的时候,有识之士已经传来呼声:社会主义市场经济体制的建立和现代化的实现,最终取决于国民素质的提高和人才的培养;并且为之付诸实践。的确,一个国家的前途,不取决于它的国库之殷实,不取决于它的城堡之坚固,也不取决于它的公共设施之华丽,而在于它的公民的文明素养,即在于人们所受的教育,在于人们的远见卓识和品格的高下,简言之,在于人的素质。人的素质是国家、集体乃至个人在发展竞争中能否获得持久优势的关键。素质来自于教育,可以这样说:素质教育,是现代化的基石。

中学教育正在朝着素质教育方向不断发展,我们想,优秀素质的培养必须建立在対过去的积累温习,对现实的认识和对未来的设想上;必须通过一定形式来检测验证。所以必要的应试,恐怕是不能缺少的,但是必须科学规范,符合教育规律,符合社会需求,有利于社会发展。新大纲的颁发,新教材的使用,课堂新思路的探觅,尤其是 $3+x$ 高考模式的出现,都是这一改革形势的具体表现。我们理当充分重视这一切,迎着浪潮,做一个弄潮志士吧!《同步新课堂》就是见证。

《同步新课堂》是一套教师教学、学生自学、家长辅导的高质量的助学丛书。在通往大学殿堂的路上,有春致秋景的招引,但也留存崎岖坎坷。它需要有暴霜露、斩荆棘的胆与识,但好风凭借力,有成就的人无不是善假于物的智者。所以,选择科学有效的助学书籍,是中学生将理想变为现实的阶梯,是由此岸抵达彼岸的船桨。但是,这需要有一双慧眼。我们应以培养创新精神和综合素质的观念来挑选帮助自己解惑答疑、巩固强化

的教学资料,具体地说,选择助学书籍着眼点在于它写什么,即材料内容;写得怎样,即编写艺术;怎么写的,即编写方法。留心这三个方面,精心揣摩,才能明白其真谛,从而作出正确评价,选择到上乘的助学书。

《同步新课堂》编写了什么?

依据素质教育的要求,近年来中学教育有两件大事:一是新高考,一是新教材。新高考这根指挥棒在导向综合素质和创新精神,新教材则在提供综合素质和创新精神的途径手段。《同步新课堂》将新高考和新教材交融一块,产生了这个兼济彼此的产品。它涉及到初中和高中的语文、数学、英语、物理、化学、生物六个学科。它以基础和能力为主线,以新考纲和新教材为背景,编写了教学目标、点拨方法、疑难释解、名题讲析、学科文化视角、厚实新颖的练习和创新能力检测,真正做到了内容夯实、材料新颖、合纲合本、形神兼备。

《同步新课堂》编写得怎样?

一言以蔽之,既科学又艺术。这套丛书以独创电脑视窗模式为纵轴,以课堂节奏的律谱为横轴,将多媒体的流水线与课堂的学习节拍结合,纵横交错,网络密集,延伸得有章有法。它循纲而发,依本而行,同步教材而又不拘纲本;源于文本而又高于文本。它比较同类的“同步辅导书”,方法性、新颖性、可读性、效果性更强。它突出同种异类的比较,解题思路的激活,推理过程的活化,思维品质的提高。它选择启发性强又有新意的各类练习题进行思路方法训练,并按“基础、提高、创新”的梯度进行合理安排。在名题讲析中,它强调分析问题的思路及推理过程,注意典型错误的化解,帮助学生学会运用知识、掌握正确的学习方法和解题技巧,提高分析问题、解决问题的能力。它注意了不同的阅读方法和解题方法,多文比较,一题多解,题目变形、扩展和引申。它重视学生视野的开拓,学习兴趣的培养,学习原动力的激发。它以特别的栏目来作艺术的表现,像各学科在“导学点拨窗口”这个大栏目中,分别设有【风景剪辑】、【漫游物理世界】、【新视角揽胜】、【视野聚焦】等,显现出了新颖、有趣、可读的优势。

《同步新课堂》怎么编写?

“惟楚有材,于斯为盛。”湖湘文化的阳光是充足的,水分是充沛的,土

壤是肥沃的。她哺育的学子,从来就有一股不屈和奋进,流淌的血液里永远都活跃着争一流的基因。她的兴盛从来就潜在地向世人透着一种文化的智慧。这种智慧呈现于教育的长廊里,熠熠闪亮。《同步新课堂》就是这种智慧的最直接表现。它的撰写者是三湘名校——长郡中学、长沙市一中、湖南师大附中、雅礼中学、岳阳市一中、常德市一中、衡阳市八中、益阳市一中、石门县一中、株洲南方中学和省市教育科学研究所的一批特级高级教师、优秀教研员。它汇集了他们处理新教材的新理念,设计新课堂的新思路,以及训练测试的新模式;它是仰仗他们多年在教育一线上的教学科研能力,重新构建、整合而成的新生代。《同步新课堂》历经过严密的教育教学的观察实验和严格的逻辑推理;对其材料与方法、讲析与训练都做过去伪存真、去粗取精、由此及彼、由表及里的筛选工作;它准确地找到了素质与创新之间的相互关系和作用,对教与学的互化思路、因果变化,形成了规律性的教育认识。它的材料运用丰富全面,事例解说客观求实,训练实践举一反三,结论重复可比、逻辑严密。

《同步新课堂》的“导标显示屏幕”,是一张知识网络的交通图。通过屏幕告诉你学什么,考什么,这就是你教或学的一本谱。“导学点拨窗口”,各学科设栏同中有异,相当一位资深的导游——知识渊博,能力极强,可以领你进入知识宝库,获取知识的滋润。“能力演练题库”按“跟踪试题”、“提高试题”、“创新试题”三个档次拉开梯度,起点基础,路线正确,目标高远,为你提供了一个科学的训练基地。你从基础起步,尽最快的速度攀升,可直达能力发展的高峰。“创新能力检测”是为你设置的、以一个章节或单元为基本单位的、以高考或中考的试卷分值和新颖精典厚实的试题为手段的检验室。走过这个检验室,让你心中有数,胸有成竹。

读《同步新课堂》,可以让你尽情吸吮“新课堂”中的缤纷景致、甘泉琼浆,你一定会满载而归。请认准向你招手的丛书“卡通同龄”符号。祝愿你书到功成。

《同步新课堂》丛书编写组

2001年6月

第一章 电场	1
第1节 库仑定律	2
第2节 库仑定律习题课	6
第3节 电场 电场强度	12
第4节 电场 电场强度习题课	17
第5节 电势差 电势能	22
第6节 电势 等势面	27
第7节 电势差跟电场强度的关系	33
第8节 电场中的导体	37
第9节 电容器 电容	42
第10节 带电粒子在匀强电场中的运动	47
第11节 实验: 电场中等势线的描绘	53
第12节 全章总结	58
达标检测题	61
第二章 恒定电流	69
第1节 电流 欧姆定律	71
第2节 电阻定律	77
第3节 电功和电功率	81
第4节 串联电路	88
第5节 并联电路	94
第6节 串、并联电路的应用	102
第7节 电动势 闭合电路欧姆定律	109
第8节 闭合电路欧姆定律的应用	115
第9节 电池组 电阻的测量	122
第10节 带电粒子在匀强电场中的运动	129
第11节 测定金属的电阻率	135
第12节 测定电源的电动势和内阻	141
第13节 全章总结	149
达标检测题	155
第三章 磁场	163
第1节 磁场 磁现象的电本质	163
第2节 磁感强度 磁通量	171
第3节 磁场对电流的作用	180
第4节 习题课	190
第5节 磁场对运动电荷的作用	197
第6节 带电粒子的圆周运动	203
第7节 综合习题课	211
达标检测题	220
第四章 电磁感应	228
第1节 电磁感应现象	228
第2节 感应电流的方向楞次定律	235
第3节 感应电动势	243
第4节 法拉第电磁感应定律	250
第5节 自感现象	259
第6节 实验: 研究电磁感应现象	265
达标检测题	271

目录

目录

同步新课堂

第五章 交变电流	280
第1节 交变电流的产生	280
第2节 表征交变电流的物理量	287
第3节 三相交流电	294
第4节 变压器	300
第5节 远距离输电	309
达标检测题	315
第六章 电磁振荡和电磁波	323
第1节 电磁振荡	323
第2节 电磁振荡的周期和频率	330
第3节 电磁场和电磁波	336
达标检测题	342
第七章 光的反射和折射	347
第1节 光的直线传播、光速	348
第2节 光的反射、平面镜	355
第3节 光的折射	361
第4节 全反射	366
第5节 棱镜	372
第6节 透镜	379
第7节 透镜成像作图法	383
第8节 测定玻璃的折射率	388
第9节 测量凸透镜的焦距	391
达标检测题	395
第八章 光的波动性和微粒性	401
第1节 双缝干涉	402
第2节 薄膜干涉	408
第3节 光的衍射用卡尺观察光的衍射现象	412
第4节 光的电磁说、电磁波谱	416
第5节 光谱和光谱分析	420
第6节 光电效应	424
第7节 光的波粒二象性	431
达标检测题	435
第九章 原子和原子核	439
第1节 原子的核式结构的发现	440
第2节 玻尔的原子模型 能级	445
第3节 天然放射现象	450
第4节 原子核的人工转变 原子核的组成 放射性同位素	456
第5节 核能 重核的裂变 轻核的聚变	462
达标检测题	467

第一章 电场

【高考考标与要求】

高考知识	高考要求	
	能力要求	具体要求
两种电荷, 电荷守恒	A	知道内容及含义并在有关问题中识别它们, 直接使用
真空中库仑定律, 电量	B	能叙述、解释, 会正确运用
电场、电场强度电场线、点电荷电场、匀强电场、场强叠加	B	理解知识的确切含义及其与其他知识的联系, 在实际问题中分析、综合、推理、判断等过程中应用
电势能、电势差、电势、等势面	B	能和重力场对比理解这些概念, 在实际问题中的分析、综合、推理、判断等过程中运用
匀强电场中电势差与电场强度的关系	B	灵活应用
静电场中的导体、静电感应静电平衡	B	理解静电感应、静电平衡, 掌握静电平衡状态下导体的特点, 会在实际问题中进行正确的推理、判断等
带电粒子在匀强电场中的运动	B	根据带电粒子的初速度及其受力情况分析其运动类型(加速、偏转), 结合力学公式分析、综合处理问题。此为高考热点内容
电容器、电容平行板电容器电容、常用电容器	B	掌握平行极电容器充电后断开和不断开电源的特点, 熟练有关推理、判断
静电的防止和应用	A	了解生产生活中实际应用的情况及原理
等势面的描绘	实验	1. 弄清实验原理: 用稳恒电流的场模拟静电场 2. 知道实验步骤

第1节 库仑定律

导标显示屏幕

知识项目	知识目标	知识导航
重点概念	元电荷	与质子或电子电量绝对值相等的电量 $1e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$
	点电荷	一种理想化模型，带电体间距离远大于带电体大小
	两种电荷	正电、负电
基本定律	电荷守恒定律	电荷既不能创造，也不能被消灭，只能从一个物体转移到另一个物体，或者从物体的一部分转移到另一部分。也就是说，在任何物理（如起电）过程中，同一系统内电荷的代数和是不变的
	库仑定律	真空中两个点电荷间相互作用的电力跟它们电量的乘积成正比，跟它们间距离的平方成反比，作用力方向在它们的连线上。表达式为： $F = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ 在 SI 制中， $K = 9.0 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}$ 叫静电恒量，其意义是在真空中电量都为 1C 的两个点电荷相距 1m 时，它们相互作用的电力为 $9.0 \times 10^9 \text{ N}$

导学点拨窗口

【点击重点难点】

1. 同种电荷排斥，异种电荷吸引。它们间的电力是一对作用力和反作用力。
2. 物体带电的实质是得失电子，失去电子的物体带正电，得到电子的物体带负电，物体得失电子以后便带了电。所以物体所带电量一定是一个电子电量的整数倍。
3. 库仑定律的运用条件：真空中的两个点电荷之间的电力作用。注意：(1) 点电荷是理想模型，实际带电体的大小远小于它们之间距离时，以致带电体的形状和

大小对相互作用的电力影响可忽略不计时,可近似作点电荷处理;(2)电荷均匀分布的球(或球壳)可以当作电荷集中在(或球壳)球心的点电荷;(3)系统中有多点电荷时,任意两点电荷间的电力都遵守库仑定律,计算多个电荷对某一电荷的电力时,应计算每个电荷对它的电力,再求矢量和。

4. 两个完全相同的导体小球接触时电量分配规律:原带异种电荷的先中和后平分;原带同种电荷的总量平分。

【训练思维方法】

【例1】关于库仑定律,下列说法正确的是:

A. 库仑定律适用于点电荷,点电荷其实就是体积很小的球体;

B. 根据 $F = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ 当两电荷间的距离趋近于零时,电力将趋向无穷大;

C. 若点电荷 Q_1 的电量大于 Q_2 的电量,则 Q_1 对 Q_2 的电力大于 Q_2 对 Q_1 的电力;

D. 库仑定律和万有引力定律的表达式相似,都是平方反比定律。

【分析和解答】点电荷是理想模型,体积很小的带电体能否近似看成点电荷,这取决于带电体之间距离的大小,如果它们的距离不大,则小球体不能当作点电荷,故 A 错。同理,当两个“点电荷”之间的趋近于零时,这两个“点电荷”已相对变成很大的带电体,不能再当成点电荷,公式 $F = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ 已不能用于计算此时的电力,故 B 错。 Q_1 和 Q_2 之间的电力是一对相互作用力,它们的大小相等,故 C 错。库仑定律与 $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ 的表达式相似,研究和运用的方法也相似,都是平方反比定律,故 D 对。

【总结与提高】通过以上分析,我们在计算带电体之间的电力时要学会做到:(1)定律存在的条件分析;(2)类似表达式的对比分析。

【例2】真空中两个相同的带等量异种电荷的小球 A 和 B (A、B 可看成点电荷),分别固定在两处,两球间静电力为 F 。用一个不带电的同样的小球 C 先和 A 接触,再与 B 接触,然后移去 C,则 A、B 球间静电力应为 $\frac{1}{4} F$ 。若再使 A、B 球距离增大一倍,则它们的静电力为 $\frac{1}{16} F$ 。

【分析和解答】设 A、B 两球电量分别为 q 、 $-q$,相距为 r 。那么它们之间的静电力 $F = Kq^2/r^2$,且为引力。

用球 C 接触 A 球后, A、C 两球的电量均为 $q/2$ 。

再用球 C 接触 B 球后, B、C 两球的电量均为 $-q/4$ 。

移去 C 球后, A、B 球间的库仑力 $F_0 = \frac{(q/2)(q/4)}{r^2} = \frac{1}{8} \cdot \frac{Kq^2}{r^2} = \frac{1}{8} F$,为引力。

【点拨与提高】(1)相同导体球(或推广到形状相同、大小相同、接触处相同的导体)接触都具有对称平分电荷的特点;(2) F 与 r^2 成反比,而不是与 r 成反比。

【例3】试通过计算说明：在氢原子中，电子绕核做匀速圆周运动的向心力来源是什么？已知电子质量是 $m_e = 0.91 \times 10^{-30} \text{ kg}$ ，质子质量 $m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ 。

【分析与解答】氢原子由质子和电子组成，电子绕氢核做匀速圆周运动，用 r 表示电子做圆周运动的半径。

$$\text{质子对电子的库仑力为 } F_{\text{电}} = K \frac{e \cdot e}{r^2},$$

$$\text{质子对电子的万有引力为 } F_{\text{引}} = G \frac{m_e \cdot m_p}{r^2}.$$

$F_{\text{电}}$ 与 $F_{\text{引}}$ 的方向都指向质子，都是电子绕核做匀速圆周运动的向心力来源。

因为 $\frac{F_{\text{电}}}{F_{\text{引}}} = \frac{Ke \cdot e}{Gm_e \cdot m_p} = \frac{9.0 \times 10^9 \times (1.60 \times 10^{-19})^2}{6.67 \times 10^{-11} \times 1.67 \times 10^{-27} \times 0.91 \times 10^{-30}} = 2.3 \times 10^9$ ，即有 $F_{\text{电}} \gg F_{\text{引}}$ ，故电子绕氢核做圆周运动的向心力来源主要是库仑力，万有引力可忽略不计。

【总结与提高】 (1) 库仑定律和万有引力定律都是距离平方反比定律，都要求是“点”（质点和点电荷）；(2) 在研究微观带电粒子（如原子中电子和原子核间的）相互作用时，常把万有引力忽略不计。(3) 库仑定律除了对一对静止电荷适用外，还适应于一个电荷静止、另一个电荷运动的情况。

【漫游物理世界】

库仑定律的建立

同种电荷之间存在斥力，异种电荷之间存在引力，这种力究竟有多大？与哪些因素有关？这是早期电学研究的一个颇具魅力的课题。

18世纪50年代，科学家普利斯特利大胆猜测：“难道我们不能认为电吸引作用服从于与万有引力相同的定律，从而就是服从距离平方反比定律吗？”1769年罗宾孙采用实验证明电荷间吸引力反比于间距的小于2次幂，斥力反比于间距的2.06次幂。被称作“最富有的学者，最有学问的富翁”的卡文第什在研究电荷间相互作用力时，从实验得出结论：电荷间的相互作用力反比于它们之间距离的平方，指数偏差不大于0.02。

富兰克林、普利斯特利、罗宾孙、卡文第什等人的工作，为电学研究创造了条件。精确测定电荷间相互作用力，涉及到极小量的测量。库仑圆满地解决了这个难题，从而建立了以他名字命名的定律。当时库仑只证明了平方反比关系，而没有严格证明力与电荷之积成正比，那时没有电量的概念和单位。

无论如何，库仑定律的建立，标志着人们对电现象的研究从定性转入定量，从而使电学成为一门科学，数学从此进入电学领域。由于库仑定律处于电磁理论基础地位，时至今日，库仑定律的验证性研究仍未停止。实验结果表明，两点电荷间距离在 $10^{-15} \sim 10^9 \text{ cm}$ 范围内，库仑定律是极精确的。

能力演练题库

【跟踪试题】

1. 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数值相等的电量;
C. 元电荷就是质子; D. 带电体的电量只能是元电荷的整数倍。

2. 100 个元电荷是 _____ C, 1C 电量等于 _____ 个元电荷。

3. 真空中有 A 、 B 两个点电荷, 相距 0.10m , B 的电量是 A 的 5 倍。如果 A 电荷受到的静电力是 10^{-4}N , 那么 B 电荷受到的静电力是

- A. $5 \times 10^{-4}\text{N}$; B. $\frac{1}{5} \times 10^{-4}\text{N}$; C. 10^{-4}N ; D. $\frac{1}{10} \times 10^{-4}\text{N}$ 。

4. A 、 B 两点相距 r , 其质量为 $m_A = \alpha m_B$, 电量 $Q_A = 3Q_B$, 已知 B 受到的作用力为 F , 则 A 受到的作用力是

- A. $(\alpha + \beta)F$; B. $\alpha \cdot \beta F$; C. $(\alpha - \beta)F$; D. F 。

5. 两个相同的带等量同种电荷的导体小球 A 和 B (可看作点电荷), 分别把它们固定在真空中的两处, 两球间的静电力为 F 。现用一个不带电的同样的金属小球 C , 先和 B 接触, 再与 A 接触, 然后移开 C , 则 A 、 B 间的静电力变为

- A. $F/2$; B. $F/4$; C. $3F/8$; D. $F/16$ 。

6. 两个相同的金属小球 (可看作点电荷), 带电量之比 $1:7$, 在真空中相距 r , 两者相互接触后再放回原来位置, 则它们之间的库仑力可变为原来的多少倍?

【提高试题】

7. 在绝缘光滑水平面上, 相隔一定距离有两个带同种电荷的小球, 同时从静止释放, 则两个小球的加速度和速度大小随时间变化的情况是

- A. 速度变大, 加速度变大; B. 速度变小, 加速度变小;
C. 速度变大, 加速度变小; D. 速度变小, 加速度变大。

8. 在绝缘光滑水平面上, 相隔一定距离有两个带同种电荷的小球 P 和 Q , P 以 v_0 的速度冲向小球 Q 的同时释放小球 Q , 在以后的运动中 (两球不相碰), 以下说法正确的是

- A. P 、 Q 的加速度方向相同; B. P 减速运动, Q 加速运动;
C. P 、 Q 加速度都始终在减小; D. Q 的加速度始终在增大。

【创新试题】

9. 把一个电量为 Q 的电荷分成电量为 q 和 $(Q - q)$ 的两部分, 而后两者相隔一定距离, 则两者具有最大斥力时, q 与 Q 的关系怎样?

10. 有两个大小一样的导体小球 (可看成点电荷), 所带电量大小为 Q_1 和 Q_2 , 它们相距 r 时的库仑力是 F 。两球接触后放回原处, 这时它们的库仑力是 F' 。则关于 F' 和 F 大小可能是

- A. $F' > F$; B. $F' < F$; C. $F' = 0$; D. $F' = \frac{F}{2}$ 。

【参考答案】

1. 所考知识点：元电荷的概念。解题点拨：元电荷是指与质子或电子所带电量绝对值相等的电量，为 $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ，是带电体所带的最小电量，故 B 对，A、C 错。带电体所带电量是不连续的，其电量都是元电荷的整数倍，故 D 对。

3. 所考知识点：库仑定律的正确运用。解题点拨：两点电荷间的静电力是一对作用力和反作用力，两电荷受力大小相等，故 A、B、D 错，C 对。如果误认为带电量大的电荷受力大，将导致错解。注意：距离一定时，决定库仑力大小的是两点电荷电量的乘积，而不是某一点电荷的电量。

5. 所考知识点：电量分配规律和库仑定律。解题点拨：设 A、B 两球分别带电 q 、 q ，相距 r ，那么它们之间的静电力 $F = Kq^2/r^2$ ，且为斥力。用球 C 接触 A 球后，

A、C 均带电 $q/2$ ，再用 C 接触 B 球后，B、C 两球均带电 $\frac{\frac{q}{2} + q}{2} = \frac{3}{4}q$ ，移去 C

后，A、B 间电力 $F' = K \cdot \frac{q}{2} \cdot \frac{3}{4}q \cdot \frac{1}{r^2} = \frac{3}{8}K \frac{q^2}{r^2} = \frac{3}{8}F$ ，故 C 对。

7. 所考知识点：库仑定律及牛顿第二定律和运动学知识。解题点拨：设两小球质量为 m ，电量为 q ，相距为 r ，由库仑定律知两球受力均为 $F = K \frac{q^2}{r^2}$ 为斥力。由牛顿第二定律知加速度 $a = \frac{F}{m}$ ，两球将加速远离，距离 r 增大， F 减小， a 减小，速度增大，故 C 对。A、B、D 错。

9. 所考知识点：库仑定律、数学知识在物理上的应用。解题点拨： $q + (Q - q) = Q$ 为一定值，当 $q = Q - q$ 时， q 和 $Q - q$ 的乘积最大，因为它们间的距离一定，所以此时库仑力最大，所以斥力最大时， $q = \frac{Q}{2}$ 。解此题关键时：注意题目中 Q 为定值的条件。正确运用数学知识处理物理问题。

2. 1.6×10^{-17} ， 6.25×10^{18} 。 4. D。 6. $\frac{9}{7}$ 和 $\frac{16}{7}$ 。 8. B。 10. A B C D。

第 2 节 库仑定律习题课

导学点拨窗口

【点击重点难点】

1. 含有库仑力的共点力平衡问题的分析方法是：平衡条件 $F_{\text{合}} = 0$ 或

$$\begin{cases} F_{x\text{合}} = 0 \\ F_{y\text{合}} = 0 \end{cases} \quad (\text{正交分解法}).$$

2. 对于含有库仑力的力学问题应抓住分析运动和力的关系的处理方法为主线, 全面分析带电体所受到的各种力, 并找出这些力之间以及与运动的关系, 而库仑力应视具体情况根据库仑定律确定其大小、方向。库仑力具有力的共性。

【训练思维方法】

【例1】两个固定的点电荷 q_1 和 q_2 , 带电量分别为 Q 和 $4Q$, 相距为 d , 引入第三个点电荷 q_3 , 要 q_3 能处于平衡状态, 对 q_3 的位置、正负、电量有何要求?

【分析和解答】 q_1 和 q_2 的位置如图 1-1 所示, 要 q_3 平衡, 则要 q_1 对 q_3 的库仑力 F_{13} 与 q_2 对 q_3 的库仑力 F_{23} 大小相等方向相反。要 F_{13} 与 F_{23} 方向相反, 由图 1-1 可知 q_3 必在 q_1 、 q_2 的连线之间, 设 q_3 与 q_1 的距离为 x , 则 q_3 与 q_2 距离为 $(d-x)$,

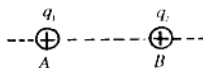


图 1-1

$$\text{由 } F_{13} = F_{23} \text{ 得: } K \frac{q_1 q_3}{x^2} = K \frac{q_2 q_3}{(d-x)^2}, \therefore x = \frac{1}{3} d.$$

对 q_3 电量的大小、电荷的正负均没有要求。

讨论 (1) 如果 q_1 、 q_2 为异种电荷, 结果怎样?

【分析和解答】要 F_{13} 和 F_{23} 的方向相反, 则图 1-1 可知 q_3 必在 q_1 、 q_2 连线左侧或右侧延长线上。

要 $F_{13} = F_{23}$, 因 $q_1 < q_2$, 故 q_3 到 q_1 的距离小, 所以 q_3 应在 q_1 、 q_2 连线左侧。设它和 q_1 距离 x' , 应有 $K \frac{q_1 q_3}{x'^2} = K \frac{q_2 q_3}{(d+x')^2}$, $\therefore x' = d$ 。对电量大小、正负均无要求。

【总结与提高】 一个自由电荷与两个固定电荷的平衡规律: (1) 三点共线——三个点电荷必定位于同一直线上。(2) 自由电荷的位置接近电量少的固定电荷, 且与自由电荷的电量和性质无关。(3) 自由电荷受到的静电力的合力一定为零, 而固定电荷受到的静电力的合力不一定为零。

讨论 (2) 如果 q_1 、 q_2 为自由电荷, 引入第三个电荷 q_3 后, 要使三个自由电荷均处于平衡状态, q_3 的位置、正负、电量如何?

【分析和解答】 如图 1-2 所示。由平衡条件考虑点电荷 C 的平衡, C 应置于 AB 连线上靠近 A 即只能放于 I、II 区域。另外, 由于 A 、 B 电性未知, 应分析两种情况: (1) A 、 B 为异号电荷; A 、 B 对 C 的作用力一为引力, 另一为斥力, 所以 C 不能置于 II 区域, 只能置于 I 区域, 设 C 离 A x 远处平衡, 对 C 电荷有:

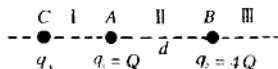


图 1-2

$$K \frac{q_1 q_3}{x^2} = K \frac{q_2 q_3}{(d+x)^2}, \quad x = d.$$

同时考虑到 A 、 B 也要平衡, 对 A 列平衡方程: $K \frac{q_1 q_3}{x^2} = K \frac{q_1 q_2}{d^2}$, $q_3 = 4Q$ 。电性应与 B 同。可证明, 当满足上述关系时, 电荷 B 自然处于平衡状态。(2) 当 A 、 B 为同种电荷时, 同理可分析知 C 应放在 II 区域, 应用平衡条件可求得该点距 A 为 $\frac{1}{3}d$, C 应为异种电荷, 所带电量 $q_3 = \frac{4}{9}Q$ 。

【总结与提高】 三个自由电荷的平衡规律: (1) “三点共线, 两多夹少, 两同夹异”。即三个点电荷 q_1 、 q_2 、 q_3 位于同一直线上, 且位于中间的电荷 q_2 电量最少, 并与两侧电荷 q_1 、 q_3 的性质相反。(2) 三个电荷的电量关系 $\sqrt{q_1 q_2} + \sqrt{q_2 q_3} = \sqrt{q_1 q_3}$ (此式对应的电荷 q_2 位于 q_1 、 q_3 之间) 请读者自证。

【例 2】 有甲、乙两点电荷, 已知乙的质量为 m , 两点电荷相距为 L , 在库仑力作用下它们由静止开始运动, 开始时甲的加速度为 a , 乙的加速度为 $4a$, 经过一段时间, 乙的加速度为 a , 那么, 这时两电荷相距是多少? 甲电荷加速度大小为多少?

【分析与解答】 由牛顿运动定律知

$$F = ma, \quad F_{\text{甲乙}} = F_{\text{乙甲}}$$

$$\text{得 } m_{\text{甲}} = 4m_{\text{乙}}$$

当乙的加速度由 $4a$ 变为 a 时,

$$F'_{\text{甲乙}} = m_{\text{乙}} a = \frac{1}{4} F_{\text{甲乙}} \text{ 而 } F_{\text{甲乙}} = \frac{Kq_{\text{甲}} q_{\text{乙}}}{L^2} \text{ 得 } L' = 2L$$

$$\text{因为 } F'_{\text{乙甲}} = \frac{1}{4} F_{\text{乙甲}}$$

$$\text{且 } F_{\text{乙甲}} = m_{\text{甲}} a_{\text{甲}}, \text{ 则 } a'_{\text{甲}} = \frac{1}{4} a$$

【总结与提高】 库仑力具有力的共性, 其解题思路与解题步骤与力学完全相同, 只不过在进行受力分析时, 要多分析一个性质的力——库仑力。

【漫游物理世界】

库伦 (Charles Augustin de Coulomb, 1736 ~ 1806)

法国物理学家、军事工程师。库伦的研究兴趣十分广泛, 在结构力学、梁的断裂、材料力学、扭力、摩擦理论等都取得过成就。1773 年法国科学院悬赏, 征求改进船用指南针方案。库伦在研究静磁力中, 把磁针的支托改为用头发丝或蚕丝悬挂, 以消除摩擦引起的误差, 从而获 1777 年法国科学院头等奖。他 1785 年根据实验提出了电学中的基本定律——库仑定律。1788 年, 他把同样的结果推广到两个磁极之间的相互作用, 它标志着电学和磁学研究从定性进入了定量。早在 1781 年, 他还提出过关于摩擦及滑动定律。他在多种实验基础上研究了许多实际静摩擦现象及其相关因素, 并提出了滑动摩擦力 $F_{\text{滑}} = \mu N_{\text{正压力}}$ 的著名公式。他还提出了在磁化

过程中, 分子被极化的假设。他还提出电荷沿表面分布及带电体因漏电而电量衰减定律。库仑著有《库仑论文集》(1884年)。为纪念他对物理学的重要贡献, 电量单位便以库仑命名。

能力演练题库

【跟踪试题】

1. 真空中有两个点电荷, 电量分别为 $q_1 = 8 \times 10^{-9} \text{ C}$ 和 $q_2 = -18 \times 10^{-9} \text{ C}$, 两者固定于相距 20 cm 的 a 、 b 两点上 (如图 1-3), 有一个点电荷 q_3 放在 a 、 b 连线 (或延长线) 上某点, 恰能静止不动, 则这点的位怎样?

2. 上题中, 如果 $q_2 = 18 \times 10^{-9} \text{ C}$, 则 q_3 的位置是离 a 点 _____ cm 处。

3. 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 并固定。问将另一个点电荷 C 放在何处才能使 A 、 B 、 C 每个电荷所受静电力的合力均为零? C 带电量及电性如何?



图 1-3

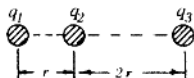


图 1-4

4. 如图 1-4 所示, 有三个点电荷 q_1 、 q_2 和 q_3 , 固定在同一直线上, q_2 与 q_3 的距离是 q_1 与 q_2 的距离的 2 倍。如果每个电荷受到的库仑力均为零, 则三者电量之比为

A. $\{-9\}:4:\{-36\}$; B. $9:4:36$; C. $\{-3\}:2:6$; D. $3:2:6$ 。

【提高试题】

5. 如图 1-5 所示, 两个质量均为 m 带同种电荷的小球 (可看作点电荷), 电量分别为 q_1 和 q_2 , 用长为 L 的两条细线悬于 O 点。静止时, 两悬线与竖直方向的夹角为 30° , 欲使悬线和竖直方向的夹角为 60° , 求: 若只改变 q_1 的电量, 则 q'_1 是 q_1 的多少倍?

6. 上题中, 若只改变两球的质量, 则 m' 是 m 的多少倍? 若只改变两摆的摆长, 由 L' 是 L 的多少倍?

【创新试题】

7. 两根等长的绝缘细线下各悬挂一个完全相同的金属小球, 悬于同一点 O 。使球固定于竖直位置, 且使两球带上等量同种电荷后, B 球被排斥到两球距离为 d 的位置, 如图 1-6 所示。若 B 球的质量减为原来的 $\frac{1}{8}$, 则 A 、 B 两球间的距离将变为多少?

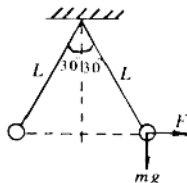


图 1-5