

[人教课标版]

导学诱思

焦点突破

融会贯通

新教材

佳占

高中物理(选修3-1)

安徽教育出版社

[人教课标版]

新教材

必修3

高中物理

(选修3-1)

总策划：安星

编者：陈兆金 周勇 张勋贵

安徽教育出版社

责任编辑:王冰平

新教材焦点(人教课标版)

高中物理

(选修3-1)

安徽教育出版社出版发行

(合肥市回龙桥路1号)

新华书店经销 合肥华丰印务有限公司印刷

安徽飞腾彩色制版有限责任公司照排

*

开本 880×1230 1/16 印张 10 字数 280 000

2007年7月第1版 2007年7月第1次印刷

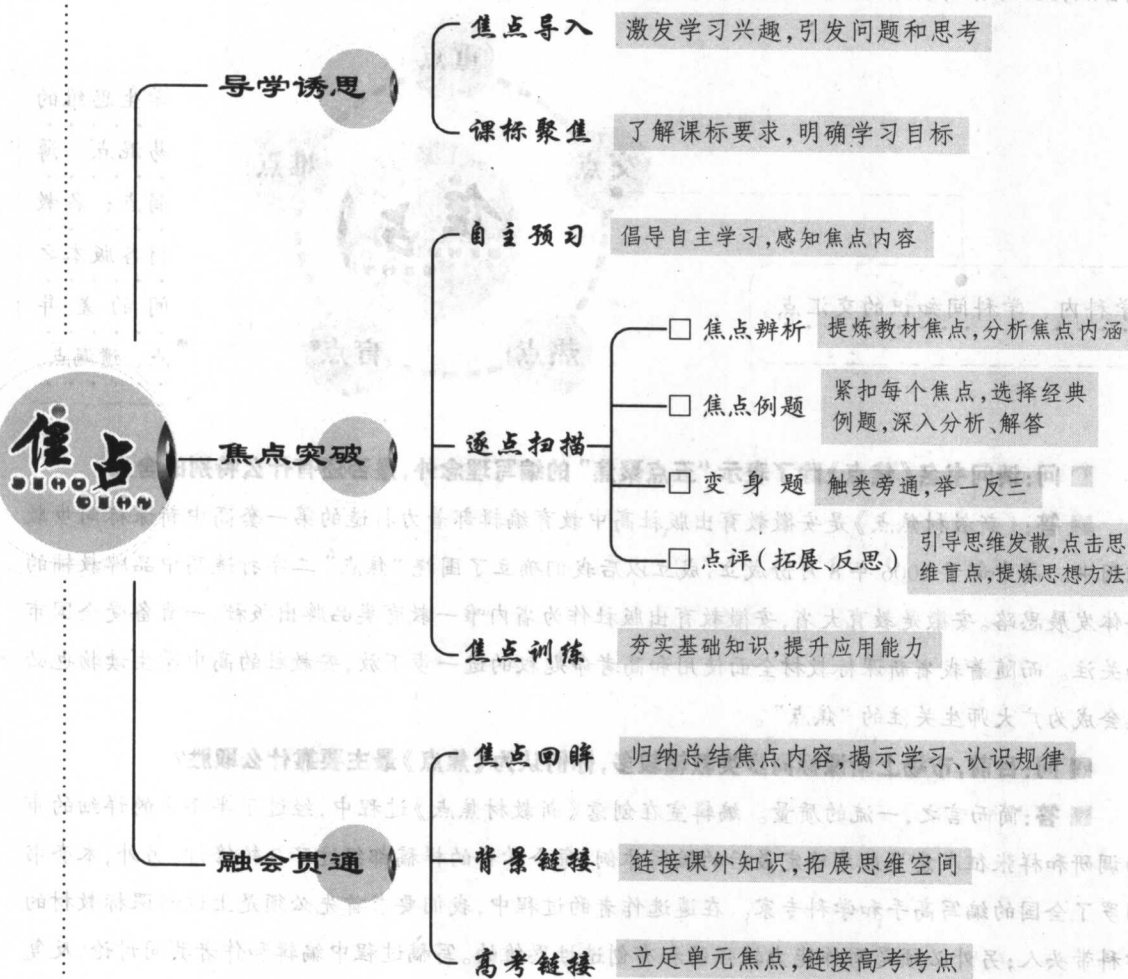
ISBN 978-7-5336-4660-8

定价:15.00 元

发现印装质量问题,影响阅读,请与我社出版科联系调换

电话:(0551)2823297 2846176

内容导读

我学习  我快乐

单元验收卷 (便于拆卸)

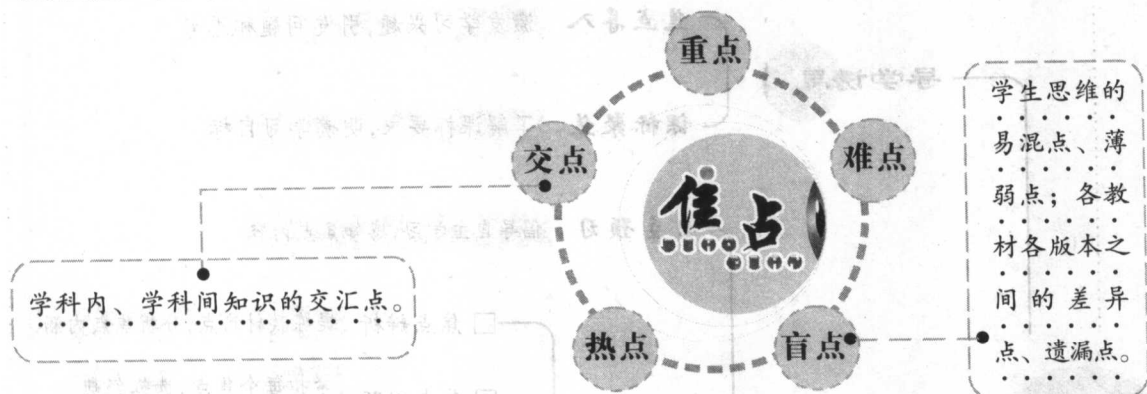
模块综合验收卷 (便于拆卸)

参考答案与简析 (详解,另册装订)

《焦点》访谈

■ 问:《新教材焦点》书名比较独特,请问其主要含义是什么?

■ 答:本套书根据新课标要求和新教材特点,对新教材内容逐点扫描:直击重点,剖析难点,补遗盲点,关注热点,演练交点。五点聚焦,是大家关注的焦点,也是本套书的焦点。请看下列图示:



■ 问:请问书名《焦点》除了表示“五点聚焦”的编写理念外,是否还有什么特别的含义?

■ 答:《新教材焦点》是安徽教育出版社高中教育编辑部着力打造的第一套高中新课标同步教辅用书。高中部于2006年8月份成立,成立以后我们确立了围绕“焦点”二字打造高中品牌教辅的整体发展思路。安徽是教育大省,安徽教育出版社作为省内唯一教育类品牌出版社,一直备受全国市场关注。而随着我省新课标教材全面使用和高考命题权的进一步下放,安教社的高中学生读物也必然会成为广大师生关注的“焦点”。

■ 问:目前,市场上新课标同步类教辅较多,你们认为《焦点》最主要靠什么取胜?

■ 答:简而言之,一流的质量。编辑室在创意《新教材焦点》过程中,经过了半年多的详细的市场调研和样张征求意见后才确定最后的编写体例,每个学科的样稿都经过了3轮修订。另外,本套书网罗了全国的编写高手和学科专家。在遴选作者的过程中,我们要求首先必须是上过新课标教材的学科带头人;另外必须是写作能力较强的和有创造性思维的。写稿过程中编辑和作者共同讨论,反复推敲,不放过稿件中的每一点瑕疵。很多作者都感叹这次编稿是他们编得最辛苦的一次,也是收获最大的一次。有了这样一个创作团体,《焦点》的质量得到了有力的保证。

■ 问:确实,《焦点》制作精美,整体设计也很有特色。在内容安排上主要遵循怎样的原则?

■ 答:总原则是依据课标、紧扣教材、充分拓展。具体来说:激发学习兴趣、引导自主学习、强调基础夯实、注重能力提升,这些都是新课标所倡导的,在本套书中都通过具体栏目得以落实。实际上,

《焦点》访谈

新课标的这些理念渗透在本套书的每个栏目、每点讲解,甚至每道试题、每次点评中。另外在栏目顺序安排上也遵循新课标的要求:先兴趣导入,再自主学习,再总结归纳和思维拓展,而且每个栏目内容都充分考虑到其实用性,以方便学生自学和自测。

■ 问:《焦点》立足于同步辅导,却提出了“放眼新课标高考”的口号,请问有何重要的意义?

■ 答:宏伟的大厦是一砖一瓦垒砌起来的,优异的高考成绩是平常一点一滴积累起来的。安教社焦点工作室着眼平常知识的积累,放眼未来的新课标高考,融高考的焦点于平常学习之中,在一点一滴的学习中,走近高考,体验高考。2009年新课标高考面临重大改革,安教社作为专业的教育类出版社,帮助学生从容应对新高考责无旁贷。《新教材焦点》将传达最新的高考信息,把握最新高考动向。《焦点》全体工作人员坚信:《焦点》一定会帮助学子成就精彩的人生,见证他们的每一点成长。

■ 问:《新教材焦点》内容特色明显,质量一流,它无疑是高中学生新课标同步学习辅导的首选用书。请问学生如何使用才能达到最好的效果?

■ 答:《焦点》在编排时充分考虑到学生使用和课堂教学的方便,学生可以在老师指导下按编排顺序使用本书:

先浏览第一板块的“焦点导入”和“课标聚焦”,然后带着问题预习章节内容。第二板块的“自主预习”引导学生认真阅读课本,初步了解将要学习的内容;“逐点扫描”讲练紧密结合,讲解详细、透彻,变身题触类旁通;“焦点训练”梯度分明,分层训练,可以和课堂教学配套使用。第三板块功能是:归纳、总结、拓展、提高,可以在章节的课堂学习结束后使用。“单元验收卷”和“模块综合验收卷”附在本书最后,便于拆卸,学生可以在老师指导下使用,也可以用于自测。答案详解并另册装订。

另外,“我学习,我快乐”为学生在紧张学习之余提供了轻松、愉快的园地。

总之,只要像《焦点》所倡导的那样快乐、自主、自信地学习,就一定会事半功倍,梦想成真!

目录《五上》



第一章 静电场

第一节 电荷及其守恒定律	1
第二节 库仑定律	4
第三节 电场强度	8
第四节 电势能和电势	11
第五节 电势差	15
第六节 电势差与电场强度的关系	18
第七节 电容器和电容	22
第八节 带电粒子在电场中的运动	26

第二章 恒定电流

第一节 导体中的电场和电流	37
第二节 电动势	40
第三节 欧姆定律	43
第四节 串联电路和并联电路	46
第五节 焦耳定律	49
第六节 电阻定律	52
第七节 闭合电路的欧姆定律	56
第八节 多用电表	62
第九节 实验:测定电池的电动势和内阻	65

第十节 简单的逻辑电路	70
-------------	----

第三章 磁 场

第一节 磁现象和磁场	84
第二节 磁感应强度	87
第三节 几种常见的磁场	90
第四节 磁场对通电导线的作用力	94
第五节 磁场对运动电荷的作用力	99
第六节 带电粒子在匀强磁场中的运动	104

第一章验收卷(A)	119
-----------	-----

第一章验收卷(B)	121
-----------	-----

第二章验收卷(A)	123
-----------	-----

第二章验收卷(B)	125
-----------	-----

第三章验收卷(A)	127
-----------	-----

第三章验收卷(B)	129
-----------	-----

模块综合验收卷(A)	131
------------	-----

模块综合验收卷(B)	135
------------	-----

参考答案与简析

第一章 静电场

导学诱思

焦点导入

在沙特阿拉伯腹地的哈迪岩村,居住着牧羊人拉西德·马特利一家.1986年开斋节的一天中午,他家的一间毛毡房突然起火,火被妻子和女儿及时扑灭.第二天,他家的一间内室又突然起火.地方政府派人调查,未找到起火原因,只是建议他搬家.于是他迁到离哈迪岩村30 km的哈斯渥,在那里支起了两座帐篷.不料有一天,他的妻子、女儿居住的帐篷又起火了,而且他放在汽车里的一件羊皮衣服也无缘无故地自燃起来.一时间人心惶惶,流言纷纷.

这无名之火是哪里来的?学完本章的知识,也许你自己就能找到答案了.

课标聚焦

1. 了解静电场现象及其在生活和生产中的应用,能用原子结构和电荷守恒定律等知识分析静电现象;知道点电荷概念、体会科学研究中的理想模型方法,知道两个点电荷间相互作用的规律.
2. 通过静电力与万有引力的对比,体会自然规律的多样性与统一性;了解静电场,初步了解场是物质存在的形式之一.
3. 理解电场强度概念,会用电场线描述电场;知道电势能、电势,理解电势差,了解电势差与电场强度的关系;通过观察常见电容器的构造,了解电容器的电容,并能举例说明电容器在技术中的应用.

焦点突破

第一节 电荷及其守恒定律

自主预习

1. 把捆东西用的塑料绳一端分成细丝,然后用一只手拿着没有分开的一端,另一只手套上尼龙手套并从绳的上端向下捋一下,可以看到塑料丝张开

成伞状,如图1-1-1所示.请做这个实验并完成下列填空:尼龙手套与塑料丝摩擦,使塑料丝带_____,由于同种电荷相互_____,使塑料丝张开成伞状.



2. 一个电子的电量为 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$, _____ 个电子的电量和为 1 C .

图 1-1-1

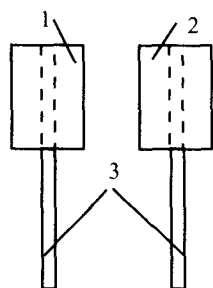
逐点扫描

焦点一 电荷守恒定律

电荷既不能被创造,也不能被消灭,只能从一个物体转移到另一个物体,或者从物体的一个部分转移到另一个部分,在转移过程中,电荷总量不变.这就是电荷守恒定律.电荷守恒定律是自然界中普遍适用的规律,它不仅在一切实宏观过程中成立,在微观过程中也成立.

✧ 例 1

参考图 1-1-2 和图 1-1-3 进行实验.手持起电板柄,用力将两块起电板快速摩擦后分开,将其中一块板插入箔片验电器上端的空心金属球(不要接触金属球),接着抽出这块板,再将两块板同时插入空心金属球.在这一系列实验中,你观察到哪些现象?请你解释所发生的现象.这个实验能证明电荷守恒定律吗?



1. 有机玻璃板
2. 塑料板
3. 有机玻璃棒

图 1-1-2

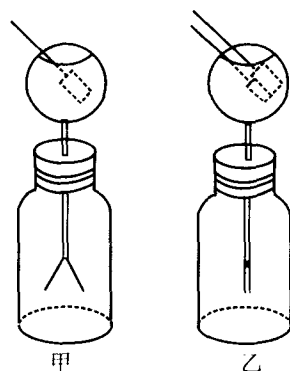


图 1-1-3

【精析】 将其中一块板插入箔片验电器上端的空心金属球且不与金属球接触时,由于静电感应,使验电器箔片带上与这块板同号的电荷,箔片在斥力作用下张开.当将两块板同时插入空心金属球时,验电器箔片将不带电,故而不张开,这说明摩擦后两块板带等量的异种电荷.这个实验能证明电荷守恒定律.

【点评】 这个实验的精彩之处,在于不必测量每块板的带电量,而是通过验电器的箔片不张开,间接证明摩擦后两块板带等量的异种电荷,从而证明了电荷守恒定律.

● 变身题

1. 应用电荷守恒定律和物质电结构的特征,解释摩擦起电和感应起电的原因,比较它们的异同.

2. 请利用电荷守恒定律解释:在静电感应现象中,原来不带电的导体两端所带的异种电荷的数量总是相等的.

焦点二 元电荷

元电荷是迄今为止通过科学实验能检测到的最小电荷量,这个最小电荷量就是电子所带的电量.人们把这个最小电荷量叫做元电荷,用 e 表示.科学实验还表明,所有带电体的电荷量或者等于 e ,或者是 e 的整数倍.这就是说,带电体的电荷量是不连续的.

✧ 例 2

控制电子枪产生的电子束到每秒只通过几个电子,所产生的单个闪烁现象可用光电管探测,闪烁的次数可通过计数器得出,如图 1-1-4 甲所示;然后在探测器位置处放置收集电子的金属瓶,如图 1-1-4 乙所示,经过一定时间,金属瓶将获得足以测量出的电荷,从而可以确定每秒射入的电量,进而进一步测得一个电子的电量.请你针对这两个装置,叙述测定电子电量的步骤,并给出计算公式.

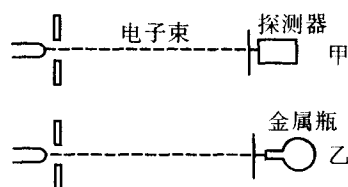


图 1-1-4

【精析】 ①利用图 1-1-4 甲装置,通过光电管探测器,测出时间 t 内通过的电子个数 N .

②利用图乙装置,测在相同时间 t 内金属瓶积聚的电量 Q .

③利用公式计算电子的电量 $e = \frac{Q}{N}$.

【拓展】微小粒子的带电量不是连续变化的.电荷的电量总是元电荷的整数倍,电荷量遵循量子变化规律.1964年盖尔曼等人提出的夸克模型认为,质子和中子等分别由具有 $\frac{1}{3}e$ 和 $\frac{2}{3}e$ 的夸克组成,这表明,电荷可以是 e 的 $\frac{1}{3}$ 或 $\frac{2}{3}$,这里电荷量仍是量子化的.

● 变身题

3. 对元电荷的理解,下列说法正确的是().

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

4. 请你计算下面的问题:如果每1 mm排100个电子,1 C电子能排多长的距离?假设北京到上海的距离为 1.45×10^6 m,这个距离是北京到上海距离的多少倍?通过以上计算,你对电子大小有何认识?对电量的单位“C”有何认识?

D. 电视机工作时,屏表面有静电而吸附灰尘

2. 在下列措施中,可将产生的静电尽快导走的是().

- A. 飞机轮上装搭地线
- B. 印染车间保持适当湿度
- C. 复印图片
- D. 电工钳柄上装有绝缘套

3. 电扇的风叶经常布满灰尘,你能说出其中的原因吗?

4. 人们在晚上脱衣服时,有时会看到火花四溅,并伴有“啪啪”声,这是因为().

- A. 衣服由于摩擦而产生静电
- B. 人体本身带电
- C. 空气带电,在衣服上放电所致
- D. 以上说法均不正确

5. 阅读下面的材料:

[材料一]印刷厂里,纸页之间的摩擦会使纸页黏在一起,难于分开,给印刷带来麻烦.

[材料二]印染厂里,棉纱、毛线、人造纤维因摩擦使印染质量下降.

[材料三]有时会发生这样的情况,在地毯上行走的人,当他伸手去拉金属门把手时,手与金属把手间会产生电火花放电,严重时会使入痉挛.

[材料四]专门用来装汽油或柴油等液体燃料的卡车,在灌油、运输的过程中,燃油与油罐摩擦、撞击而带电,如果没有把电荷及时导走,积累到一定程度,会产生电火花,引起爆炸.

回答下列问题:

- (1)为什么纸页会黏在一起,难于分开?
- (2)摩擦起电为什么会使印染质量下降?
- (3)针对材料一、二,提出一种消除静电的办法.
- (4)针对材料三、四,提出一种消除静电的办法.



焦点训练

例题秀场

1. 电视机的玻璃荧光屏表面经常有许多灰尘,这主要是因为().

- A. 灰尘的自然堆积
- B. 玻璃有极强的吸附灰尘的能力
- C. 电视机工作时,屏表面温度较高而吸附灰尘

能力提升

6. 如图 1-1-5 所示,带正电的金属圆环竖直放置,其中心处有一个电子.若电子某时刻以一定的初速度 v_0 从圆环中心处水平向右运动,此后电子将().

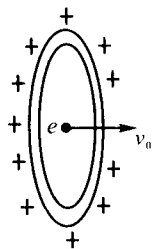


图 1-1-5

- A. 做匀速直线运动
- B. 做匀减速直线运动
- C. 以圆心为平衡位置做振动
- D. 以上答案都不对

7. 动手做一做:先让验电器带上少量的正电荷,然后拿一个带负电的带电体逐渐靠近验电器的金属球.

- (1)你观察到什么现象?
- (2)请你解释这个现象.

★9. 请设计一个实验,验证在静电感应中,导体两端所带的电荷性质相反、数量相等.这个实验能验证电荷守恒定律吗?

8. 在桌面上,用两本稍厚的书把一块洁净的玻璃板垫起来,使玻璃离开桌面 2~3 cm.在宽 0.5 cm 的纸条上画出各种舞姿的人形,用剪刀把它们剪下来做成纸人,把纸人放在玻璃下面.然后用一块硬泡沫塑料在玻璃上擦,注意手不要和玻璃接触.动手做一做,并回答下列问题:

- (1)你观察到什么现象?产生这种现象的原因是什么?
- (2)如果用打火机把玻璃下方烤一烤,实验效果会发生什么变化?
- (3)如果向玻璃下方哈一口气,实验效果会发生什么变化?从这里你能找到一种防止静电的方法吗?
- (4)找一根导线,一端粘在玻璃上,另一端接地,再用硬泡沫塑料擦玻璃,实验效果会发生什么变化?想想看,在这种情况下用接地的方法能防止静电的产生吗?

第二节 库仑定律

自主预习

1. 18 世纪中叶以前,研究带电体之间的“电力”遇到的三大困难之一是当时还没有量度电荷量的单位.为了控制带电体的电量,库仑利用了电荷在两个相同的金属球之间等量分配原理:取两个相同的金属球,让其中一个甲球带上电荷 q ,另一个乙球不带电,把它们接触后分开,于是甲球带的电荷量为_____,乙球带的电荷量为_____.若再利用第三个相同的金属球与甲球接触,则甲球带的电荷量为_____,依此类推.这样就可以保证实验中金属球的电荷量成倍变化.据此,库仑发现,电荷间的作用力 F 与电荷量 q_1, q_2 的关系为_____.

2. 库仑在前人研究的基础上通过实验确认:真空中两个静止的点电荷之间的相互作用力,与它们的电荷量的乘积成_____比,与它们的距离的二次

方成_____比,作用力的方向在它们的连线上.这一规律称为库仑定律,用公式可表示为 $F=k\frac{q_1q_2}{r^2}$,式中 k 是比例系数,叫做_____.在国际单位制中,公式中电荷的单位是_____,力的单位是_____,距离的单位是_____.公式中各物理量的单位被确定后, k 的数值就要由实验来测定,结果是 $k=9.0\times 10^9$ _____.



逐点扫描

焦点一 库仑定律

库仑定律揭示了电荷间的相互作用规律.真空中两个静止的点电荷之间的静电力 $F=k\frac{q_1q_2}{r^2}$.使用库仑定律时应特别注意只有点电荷才适用.一个带电物体可视为点电荷的要求是“其线度远小于研究范围的空间尺度”.

※ 例 1

两个半径为 r 的金属球中心相距为 $L(L>r)$,它们的带电量均为 q ,若它们之间的静电力为 F ,则().

- A. 带同种电荷时, $F < k\frac{q^2}{L^2}$
- B. 带异种电荷时, $F > k\frac{q^2}{L^2}$
- C. 不论带何种电荷时, $F = k\frac{q^2}{L^2}$
- D. 以上选项均不正确

【精析】 如果是两个带电量均为 q 、相距为 L 的点电荷,则不论它们是否为同种电荷,它们之间的静电力大小均为 $F=k\frac{q^2}{L^2}$.设想把这两个点电荷变为带电量相同的半径为 r 的金属球,两个金属球中心相距为 L .当两金属球带同种电荷时,由于同种电荷相互排斥,两个金属球上的电荷不再均匀分布,而是分别向与两个金属球相背离的一端移动,致使它们之间的斥力 $F < k\frac{q^2}{L^2}$;类似分析可知,当两金属球带异种电荷时,它们之间的引力 $F > k\frac{q^2}{L^2}$.故本题答案为 A、B.

【拓展】 本题的解答过程中采用了模型变换方法.

物理模型是一种理想化的形态,它摒弃了原型(研究对象和物理过程)中的各种次要因素的影响,通过简化处理,突出了决定事物状态、影响事物发展变化的本质联系,从而可以借助模型顺利地开展研究工作.

建立物理模型是物理学中的一种十分重要的研究方法,它不仅在形成正确理论的过程中起着重要作用,也渗透到对各种具体的物理问题的研究之中.

● 变身题

1. 有两个直径为 r 的带电小球,当它们间的距离为 $100r$ 时,相互作用力为 F ,当它们相距 r 时作用力变为().

- A. $\frac{F}{100}$
- B. $10^4 F$
- C. $100F$
- D. 以上结论都不对

2. 中子内有一个电荷量为 $+\frac{2}{3}e$ 的上夸克和两个电

荷量为 $-\frac{1}{3}e$ 的下夸克,一简

单模型是三个夸克都在半径为 r 的同一圆周上,如图 1-2-1 所示,图 1-2-2 给出

的四幅图中,能正确表示出各夸克所受的静电力的

是().

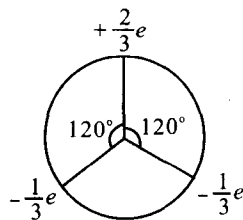


图 1-2-1

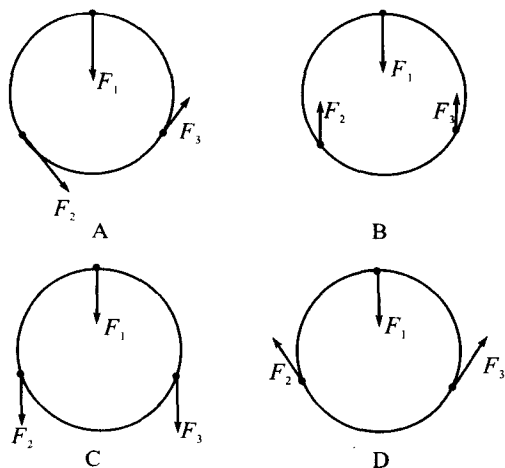


图 1-2-2

焦点二 带电体的平衡与非平衡问题

对于带电体在静电力及其他力的作用下处于平衡状态或非平衡状态问题,属于共点力平衡类问题的,可使用平衡条件 $\sum F=0$ 处理;对于非平衡类问题,一般可使用牛顿第二定律、动量定理(或动量守恒定律)、动能定理(或功能关系)处理.

✦ 例 2

如图 1-2-3 所示,质量均为 m 的两个带电小球 A 和 B 放置在光滑绝缘的水平面上,彼此相距 L ,A 球带电量为 $+Q$,B 球带电量为 $-Q$.若用一水平拉力拉动其中一个球,且使另一个球与前面的球始终保持 L 间距运动,假设两个带电小球可以看做点电荷,求拉力 F 的大小.

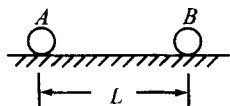


图 1-2-3

【精析】 为始终保持两个球间距为 L ,两球应该具有相同的加速度 a .若外力 F 作用在 B 球上,如图 1-2-4 所示,则依牛顿第二定律,对 A 球有

$$F_0 = ma,$$

对 B 球有

$$F - F_0 = ma,$$

其中,两球间的静电

引力

$$F_0 = k \frac{Q^2}{L^2}.$$

由以上三式解得

$$F = 2k \frac{Q^2}{L^2}.$$

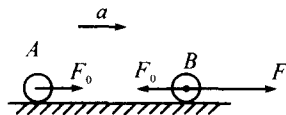


图 1-2-4

【拓展】 本题还可以用整体方法解答.处理涉及库仑定律的动力学问题,所使用的方法与处理力学中的一般动力学问题相同,只是在物体所受的外力中增加了静电力.

● 变身题

3. 真空中有两个质量都是 m 的塑料小球,分别系在长为 L 的两根丝线的一端,两丝线的另一端悬于同一点 O 处,如图 1-2-5 所示,让两个小球带上同种等量的电荷,当它们静止时,两根丝线的夹角为 90° ,求每个小球所带的电量.

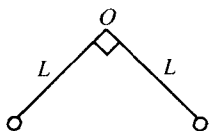


图 1-2-5

4. 在绝缘光滑的水平面上,相隔一定距离有两个带同种电荷的小球被同时从静止释放,则两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



焦点训练

基础夯实

1. 铁原子核里两个质子间相距 $4.0 \times 10^{-15} \text{ m}$,试计算:

- (1) 两个质子间的静电力;
- (2) 每个质子所受的重力;
- (3) 质子所受的静电力是质子所受重力的多少倍?

(4) 根据上面的计算,你认为在原子尺度内电荷间相互作用力是强还是弱?

2. 真空中放置两个点电荷,电量各为 q_1 与 q_2 ,它们相距 r 时静电力大小为 F .若将它们的电量分别减为 $\frac{q_1}{2}$ 和 $\frac{q_2}{2}$,距离也减为 $\frac{r}{2}$,则它们之间的静电力大小是().

- A. $\frac{F}{2}$
- B. F
- C. $2F$
- D. $4F$

3. 已经证实,质子、中子都是由上夸克和下夸克这两种夸克组成的,上夸克带电为 $+\frac{2}{3}e$,下夸克带电为 $-\frac{1}{3}e$, e 为电子所带电量的大小,如果质子是由三个夸克组成的,且各个夸克之间的距离都为 $l=1.5\times 10^{-15}\text{ m}$,试计算质子内相邻两个夸克之间的静电力.

4. 有三个完全相同的金属小球A、B、C,A带电 $7Q$,B带电 $-Q$,C不带电.将A、B固定起来,然后让C球反复与A、B球接触,最后移去C球,则A、B间的相互作用力变为原来的多少?

5. 图1-2-6所示是一个光滑绝缘的半圆柱形曲面.两个完全相同的金属小球带有等量的正电荷,置于曲面上的同一竖直面内,静止时两球在同一水平面上.

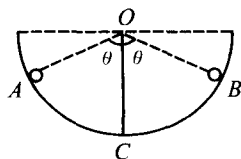


图1-2-6

已知两小球的质量均为 m ,半圆柱形曲面的半径为 R (小球的半径可忽略), $\angle AOC=\angle BOC=\theta$,则小球受到的静电力 $F=$ _____,每个小球所带的电量 $Q=$ _____.

能力提升

6. 如图1-2-7所示,三个完全相同的金属小球a、b、c位于等边三角形的三个顶点上,a和c带正电,b带负电,a所带的电量比b少.已知c受到a和b的静电力的合力可用图中四条有向线段中的一条表示,它应是().

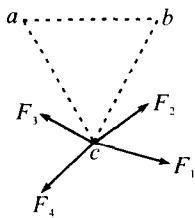


图1-2-7

A. F_1 B. F_2 C. F_3 D. F_4

7. A、B两个小球带有同种电荷,放在光滑的绝缘水平桌面上,A的质量为 m ,B的质量为 $2m$,它们相距为 d .同时由静止释放两球,当它们相距为 $2d$ 时,A的加速度为 a ,速度为 v ,则下列说法中正确的有().

①此时B的速度为 $\frac{v}{2}$;

②此时B的速度为 $\frac{v}{4}$;

③此时B的加速度为 $\frac{a}{2}$;

④此时B的加速度为 $\frac{a}{4}$.

A. ①④ B. ②③ C. ①③ D. ②④

8. 现有一定量的电荷 Q ,分配成两个点电荷 q_1 和 q_2 ,这两个点电荷相距为 r .为使它们相互间的作用力最大,则这两个点电荷的电量分别是多少?最大作用力是多少?

★9. 宇航员在探测某星球时,发现该星球均匀带电,且电性为负,电荷量为 Q ,表面无大气.在一次实验中,宇航员将一带电量为 $-q$ ($q \ll Q$)的粉尘置于该星球表面 h 高处,该粉尘恰处于悬浮状态.

(1)若宇航员将此粉尘带到距该星球表面 $2h$ 处,无初速释放,试确定此带电粉尘所处的运动状态.

(2)若不考虑其他星球的影响,宇航员将此粉尘带到距该星球表面任意高度处,无初速释放,试确定此带电粉尘所处的运动状态.

(3)宇航员的实验证实了静电力与万有引力表现出什么相同之处?

第三节 电场强度

自主预习

1. 放入电场中的电荷受到静电力作用. 电荷 A 对电荷 B 的作用力, 是通过电荷 A 的_____对电荷 B 发生作用的; 电荷 B 对电荷 A 的作用力, 是通过电荷 B 的_____对电荷 A 发生作用的.

场和实物是物质存在的两种不同形式. 静电场与分子、原子组成的实物一样具有能量、_____和_____.

2. 实验表明: 试探电荷在电场中所受的静电力 F 与其电量 q 的比值, 对于电场中的同一点是_____, 对于电场中的不同点一般是_____的. 因此, 这个比值由电荷 q 在电场中的_____决定, 与电荷 q 的电荷量大小无关, 它是反映电场_____性质的物理量.

逐点扫描

焦点一 电场强度的定义式与点电荷场强的计算式

$E = \frac{F}{q}$ 是电场强度的定义式, 适用于任何电场.

电场中的某点的场强具有确定的值, 其大小、方向与检验电荷的电量多少及放入与否无关. $E = k \frac{Q}{r^2}$ 是真空中点电荷场强的计算式, 其大小、方向由与场源电荷 Q 和某点到场源电荷的距离 r (位置) 有关, 只适用于点电荷形成的电场.

* 例 1

如图 1-3-1 所示, 在匀强电场中, 以 O 点为圆心, 以 r 为半径作一圆, 直径 ac 与场强方向相同, 直径 bd 与场强方向垂直. 现在圆心 O 处固定一个电量为 $+Q$ 的点电荷, 并把电量为 $-q$ 的检验电荷放在 a 、 b 处, 如果它在 a 点恰能平衡. 求:

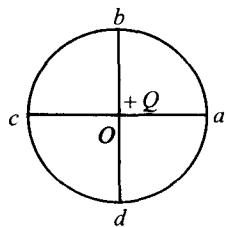


图 1-3-1

(1) 匀强电场的场强多大? 方向如何?

(2) 检验电荷在 b 点受到的静电力多大? 方向如何?

(3) $+Q$ 的点电荷与匀强电场在 b 点的合场强多大? 方向如何?

【精析】(1) 设点电荷 $+Q$ 在 a 的场强为 E_1 , 匀强电场的场强为 E_2 , 由于 $-q$ 检验电荷在 a 点恰受到的静电力为零, 故两电场在 a 点的合场强为零, 即 E_1 与 E_2 大小相等, 方向相反. 故 $E_2 = E_1 = k \frac{Q}{r^2}$, E_2 的方向由 a 指向 c , 如图 1-3-2 所示.

(2) 如图 1-3-2 所示, 设 $-q$ 检验电荷放在 b 点时, $+Q$ 对其引力为 F_1 , 匀强电场对其作用力为 F_2 , 由于

$$F_1 = k \frac{Qq}{r^2},$$

$$F_2 = E_2 q = k \frac{Qq}{r^2},$$

$$\text{两个力的合力 } F = \sqrt{2} k \frac{Qq}{r^2},$$

方向由 b 指向 a .

(3) 设 $+Q$ 的点电荷与匀强电场在 b 点的合场强为 E , 则

$$E = \frac{F}{q} = \sqrt{2} k \frac{Q}{r^2},$$

方向与力 F 相反, 由 a 指向 b .

或用下列方法解答:

如图 1-3-3 所示, $+Q$ 在 b 的场强 $E_3 = k \frac{Q}{r^2}$, 方向由 d 指向 b ;

$E_2 = k \frac{Q}{r^2}$, 方向沿 ac 方向. 合场强

$E = \sqrt{2} E_3 = \sqrt{2} k \frac{Q}{r^2}$, 方向由 a 指向 b .

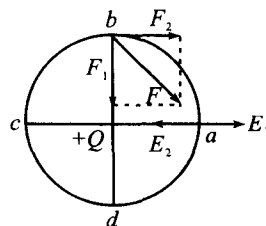


图 1-3-2

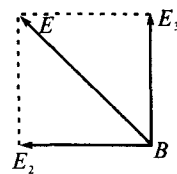


图 1-3-3

【点评】 电场具有叠加性. 从(2)(3)的解答可以看出, 由于力的合成遵循平行四边形定则, 因此电场强度的叠加也遵循平行四边形定则. 叠加后的合场强大小可以大于、小于或等于单独一个电场强度大小.

● 变身题

1. 下列关于电场强度的两个表达式 $E = \frac{F}{q}$ 和 $E = k \frac{Q}{r^2}$ 的叙述, 正确的是().

A. $E = \frac{F}{q}$ 是电场强度的定义式, F 是放入电场的电荷所受的力, q 是产生电场的电荷的电量

B. $E = \frac{F}{q}$ 是电场强度的定义式, F 是放入电场的电荷所受的力, q 是放入电场电荷的电量, 它适用于任何电场

C. $E = k \frac{Q}{r^2}$ 是点电荷场强的计算式, Q 是产生电场的电荷的电量, 它不适用于匀强电场

D. 从点电荷场强的计算式分析库仑定律的表达式 $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$, 式 $k \frac{q_2}{r^2}$ 是点电荷 q_2 产生的电场在点电荷 q_1 处的场强大小, 而 $k \frac{q_1}{r^2}$ 是点电荷 q_1 产生的电场在点电荷 q_2 处的场强大小

2. 在场强为 E 的匀强电场中, 有一直角坐标系, a 、 b 是 Ox 轴和 Oy 轴上两点, $Oa = Ob = L$, 今将一带电量为 q_1 的正电荷固定在坐标原点, 如图 1-3-4 所示, 当带电量为 q_2 的点电荷放在 a 点时, 发现 q_2 所受的静电力为零. 若将 q_2 放在 b 点, 则受到的静电力大小为().

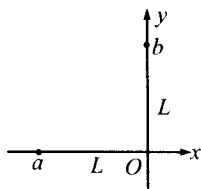


图 1-3-4

- A. 0 B. $k \frac{q_1 q_2}{L^2}$
C. $\sqrt{2} k \frac{q_1 q_2}{L^2}$ D. 无法确定

焦点二 电场线

在电场中画出一系列从正电荷出发到负电荷终止的曲线, 使曲线上每一点的切线方向跟该点的场强方向一致, 这样的曲线就是电场线. 曲线的疏密反映电场的强弱. 电场线在电场中不相交, 说明电场中某一点的电场强度是唯一的.

* 例 2

图 1-3-5 中实线是一簇未标明方向的由点电荷产生的电场线, 虚线是某一带电粒子通过该区域

时的运动轨迹, a 、 b 是轨迹上的两点. 若带电粒子由 a 向 b 的运动过程中只受静电力作用. 根据此图可作出判断的是().

A. 带电粒子所带电荷的符号

B. 带电粒子在 a 、 b 两点所受静电力的方向

C. 带电粒子在 a 、 b 两点何处速度较大

D. 带电粒子在 a 、 b 两点何处加速度较大

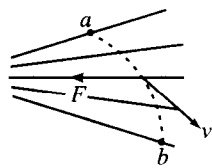


图 1-3-5

【精析】 由于粒子做曲线运动时所受的静电力指向曲线的凹侧, 又必须沿电场线的切线方向, 因此静电力只能沿电场线大致指向左侧, 如图 1-3-5 所示. 但是不能判断出粒子的带电性质. 由于 a 点附近的电场线比 b 点附近的电场线密集, 因此电荷在 a 点受到的静电力比在 b 点的静电力大, 在 a 点的加速度比在 b 点的加速度大. 粒子由 a 向 b 的运动过程中速度与静电力的夹角为钝角, 故静电力对粒子做负功, 因此粒子的动能减少, 故粒子在 a 点的动能大. 本题答案为 B、C、D.

【点评】 带电粒子在电场中的运动轨迹由带电粒子受到的合外力和初速度共同决定, 电场线不一定是带电粒子在电场中的运动轨迹. 电场线只能决定粒子在电场线上各点所受静电力方向.

● 变身题

3. 下列关于电场线的说法中正确的有().

- A. 沿电场线的方向, 电场强度必定越来越小
B. 在多个电荷产生的电场中, 电场线可以相交
C. 点电荷在电场中运动的轨迹一定跟电场线重合
D. 电场线越密的地方, 同一试探电荷所受的静电力越大

4. 某静电场中的电场线如图 1-3-6 所示, 带电粒子在电场中仅受静电力作用, 其运动轨迹如图所示, 则().

- A. 粒子必定带负电
B. 粒子在 M 点的加速度大于它在 N 点的加速度
C. 粒子在 M 点的动能小于它在 N 点的动能
D. 粒子在 M 点的动量大于它在 N 点的动量

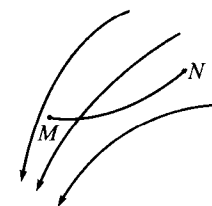


图 1-3-6

焦点训练

题图巧用

1. 地球表面存在电场,其电场线沿竖直方向.一带负电的微粒在此电场中受到一个竖直向上的静电力,表明地球表面电场强度的方向是_____.

2. 下列关于电场线的说法正确的是().

- A. 电场线从正电荷出发到负电荷终止
- B. 电场线就是带电粒子在电场中运动的轨迹
- C. 电场线一定是弯曲的一簇曲线
- D. 电场线是人们为了使电场形象化而假想的曲线或直线

3. 在以点电荷 $+Q$ 为中心的球面上有A、B两点,下列判断正确的是().

- A. A、B两点场强相同
- B. A、B两点场强大小相等,方向不同
- C. 同一电荷分别放在A、B两点所受的静电力相同
- D. 同一正电荷分别放在A、B两点所受的静电力方向都背离球面的中心

4. 如图1-3-7所示,该直线是某一电场中的一根电场线,在这根电场线上有A、B两点,用 E_A 和 E_B 分别表示A、B两点的场强,则().

A. A、B两点的场强方向相同

B. 因为电场线的方向从A指向B,所以有 $E_A > E_B$

C. 由于A、B在一直线上,一定有 $E_A = E_B$

D. 因为仅有一根电场线,所以 E_A 、 E_B 的大小关系无法确定

5. 图1-3-8所示为两个等量异种电荷P、Q,在其连线的中垂线上有M、N、O、E四点,已知 $\overline{OE} = \overline{ON}$,则().

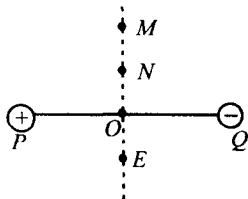


图 1-3-8

- A. 四点场强方向相同
- B. N、E两点的场强相同
- C. O点场强大小为零
- D. O点场强大小为最大

6. 图1-3-9所示是电场中某点的电场强度 E 与放在该点处的试探电荷 q 及所受静电力 F 之间的函数关系图象,其中正确的是().

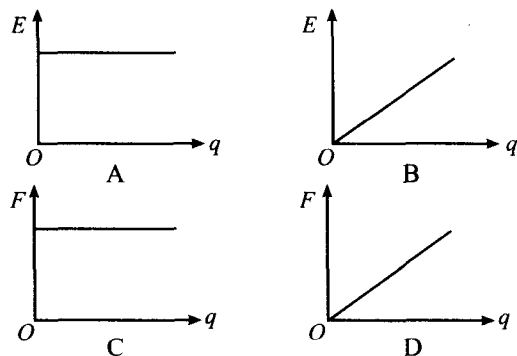


图 1-3-9

7. 如图1-3-10所示,真空中有四点A、B、C、D在一条直线上,且 $AB = BC = CD$,若只在A点放一电荷量为 $+Q$ 的点电荷时,B点的场强为 E ;若再将等量异号的点电荷 $-Q$ 放在D点,则().

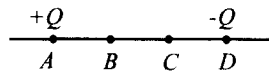


图 1-3-10

A. B点的场强为 $\frac{3E}{4}$,方向水平向右

B. B点的场强为 $\frac{5E}{4}$,方向水平向右

C. BC段的中点场强为零

D. B、C两点场强相同

8. 一带电的粒子在某一电场中由静止释放后,只在静电力作用下开始运动,其 $v-t$ 图象如图1-3-11所示.则该电场的电场线分布图可能是图1-3-12中的().

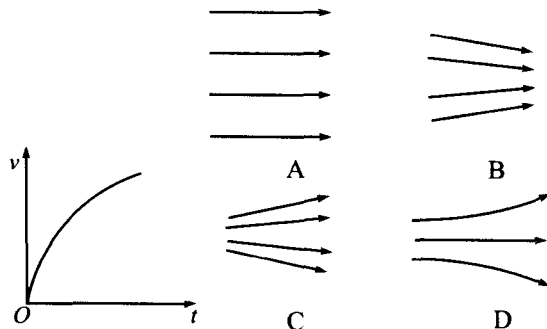


图 1-3-11

图 1-3-12