



总主编◎李朝东

教材解析

JIAOCAIJIEXI

人教国标

高中物理

选修 3-1



中国少年儿童新闻出版总社
中国少年儿童出版社



总主编◎李朝东

教材

JIAOCAIJIEXI

解析

本册主编：代松波

人教国标

高中物理

选修 3-1

 中国少年儿童新闻出版总社
中国少年儿童出版社

图书在版编目(CIP)数据

经纶学典·教材解析. 物理. 3-1; 选修/ 李朝东主编; 代松波
编写. —北京: 中国少年儿童出版社, 2007.5

ISBN 978-7-5007-8593-4

I. 经… II. ①李…②代… III. 物理课—高中—教学
参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 055720 号

经纶学典·教材解析
物 理 选修 3-1
(人教国标)

出版发行: 中国少年儿童新闻出版总社
中国少年儿童出版社

出 版 人: 李学谦
执行出版人: 赵恒峰

总 主 编: 李朝东
责任编辑: 赵海力 梁丽贤

封面设计: 杭永鸿
责任印务: 栾永生

地 址: 北京东四十二条 21 号

邮政编码: 100708

电 话: 010-62006940

传 真: 010-62006941

E-mail: dakaiming@sina.com

印刷: 合肥瑞丰印务有限公司

经销: 新华书店

开本: 880×1230 1/16 印张: 120

本次印数: 10000 册

2007 年 8 月第 1 版

2007 年 8 月安徽第 1 次印刷

ISBN 978-7-5007-8593-4/G·6380

定价: 168.00 元(共十册)

图书若有印装问题,请随时向承印厂退换。

版权所有,侵权必究。



当一道道疑似难题摆在你面前时，是胸有成竹，还是

找不着头绪？如果是前者，那恭喜你，你已经跨越了教材与考试之间的差距；如果是后者，那你也别急，《经纶学典·教材解析》在教材与考试间为你搭建一个沟通平台。

不少同学有这样的感觉：教材都熟悉了，课堂上也听懂了，但考试却取不到好成绩。原因在于教材内容与考试要求有差距，课堂教学与选拔性考试有差别。这就需要在教材之上、课堂之外能够得到补充、提升，直至达到高考的选拔要求。本书就是从以下两个方面填补这种差距。

首先是对教材的深度挖掘。教材内容通俗易懂，但里面包含着丰富的信息，我们把教材所包含的信息挖掘出来，并进行系统整理，让知识内涵和外延、知识间的联系充分展现。

第二是对课堂教学的补充和拓展。本书不是对课堂教学的重复，而是在课堂教学基础上，对课堂教学进行补充、提高，挖掘那些学生难以理解、难以掌握的内容，进行归纳和总结，为学生穿起一条规律性的“线”。物理侧重物理现象的过程分析，各种问题的专题归纳，解题模型的建立，物理实验的设计评价等。这些由于课堂教学时间限制或教师水平发挥的问题，在课堂上并没有全部传授给学生，而这些恰恰就是考试中要考查的，学生拉开差距的所在。

正是本着上述编写理念，本丛书以学生为中心，用最易理解的表现形式呈现学习中难以理解的部分。希望本书为你的成长助力，有更好的想法和意见请登录：www.jing-lun.cn。

读者反馈表

尊敬的读者：

您好！感谢您使用《经纶学典·教材解析》！

为了不断提高图书质量，恳请您写下使用本书的体会与感受，我们将真诚地吸纳。在修订时将刊登您的意见，并予以一定的奖励，以表达我们诚挚的谢意。

读者简介	姓 名		性 别		出生年月	
	所在学校			通讯地址		
	联系方式	(H): 手机:		(O): E-mail:		
本书情况		学科		版本		年级
您对本书栏目的评价： 1. 教材梳理： 全面 ☐ 一般 ☐ 不全面 ☐ 2. 教材拓展： 难 ☐ 合理 ☐ 易 ☐ 3. 典型题解： 全面 ☐ 不全面 ☐ 4. 针对性练习： 难 ☐ 合理 ☐ 易 ☐ 5. 拓展阅读： 需要 ☐ 不需要 ☐ 6. 五年高考回放： 需要 ☐ 不需要 ☐		您对本书体例形式的评价： 1. 栏目设置： 过多 ☐ 适中 ☐ 过少 ☐ 2. 题空： 过大 ☐ 正好 ☐ 过小 ☐ 3. 版式： 美观 ☐ 一般 ☐ 不美观 ☐ 4. 封面： 美观 ☐ 一般 ☐ 不美观 ☐		您的购买行为： 1. 您购买本书的途径： 广 告 ☐ 教师推荐 ☐ 家长购买 ☐ 学校统一购买 ☐ 自己购买 ☐ 同学推荐 ☐ 2. 您购买本书的主要原因(可多选)： 广告宣传 ☐ 包装形式 ☐ 内 容 ☐ 图书价格 ☐ 封面设计 ☐ 书 名 ☐		
您对本书的其他意见： 						

欢迎登录：www.jing-lun.cn

通信地址：南京红狐教育传播研究所(南京市租用16-02#信箱)

邮编：210016



目录

M U I U

第一章 静电场

1 电荷及其守恒定律	1
2 库仑定律	6
3 电场强度	14
4 电势能和电势	24
5 电势差	33
6 电势差与电场强度的关系	41
7 电容器和电容	48
8 带电粒子在电场中的运动	56
本章总结	67

第二章 恒定电流

1 导体中的电场和电流	75
2 电动势	81
3 欧姆定律	86
4 串联电路和并联电路	94
5 焦耳定律	103
6 电阻定律	111
7 闭合电路的欧姆定律	119
8 多用电表	128
9 实验:测定电池的电动势和内阻	138
10 简单的逻辑电路	148
本章总结	156

第三章 磁场

1 磁现象和磁场	165
2 磁感应强度	170
3 几种常见的磁场	175
4 磁场对通电导线的作用力	182
5 磁场对运动电荷的作用力	190
6 带电粒子在匀强磁场中的运动	198
本章总结	210

第 1 章 静 电 场

1 电荷及其守恒定律

A 教材梳理

知识点一 电荷

1. 两种电荷:(1)自然界中只有正、负两种电荷。

(2)基本特点:①同种电荷相互排斥、异种电荷相互吸引;②任何带电体都可吸引轻小物体。

2. 起电的三种方式:摩擦起电、感应起电和接触带电

(1)摩擦起电

①定义:当两个物体互相摩擦时,一些束缚得不紧的电子往往从一个物体转移到另一个物体,于是原来电中性的物体由于得到电子而带负电,失去电子的物体则带正电。

②例如:用毛皮摩擦橡胶棒,橡胶棒带负电,用丝绸摩擦玻璃棒,玻璃棒带正电。

说明:摩擦起电时,电荷并没有凭空产生,其本质是发生了电子转移。

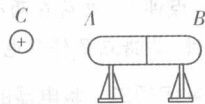
(2)感应起电

①静电感应:当一个带电体靠近导体时,由于电荷间相互吸引或排斥,导体中的自由电荷便会趋向或远离带电体,使导体靠近带电体的一端带异号电荷,远离的一端带同号电荷,这种现象叫做静电感应。

②感应起电:利用静电感应使金属导体带电的过程。

③起电步骤:

a. 使带电体 C (假设带正电) 靠近相互接触的两导体 A 、 B , A 为近端,如右图所示。



b. 保持 C 不动,用绝缘工具分开 A 、 B 。

c. 移走 C ,则 A 带负电, B 带正电。

说明:(1)感应起电应在干燥的环境中进行,且操作步骤应正确。如上述操作中若先移走 C 再分开 AB ,则 A 、 B 不带电。因为 A 、 B 感应出来的异号电荷会立即全部中和。

(2)靠近带电体的导体端与带电体带异号电荷。

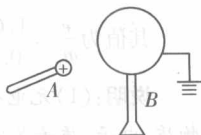
(3)远离带电体的导体端与带电体带同号电荷。

④感应起电也可按下面步骤进行,如图所示:

a. 将一个带电体 A 靠近导体球 B 。

b. 用手接触一下导体球 B (相当于将 B 球接地),再将手拿开。

c. 移去带电体 A ,则这时 B 带上了和带电体 A 异号的电荷。



(3)接触带电

定义:一个导体带电时,电荷之间会相互排斥,如果接触另一个导体,电荷就会转移到这个导体上,使导体带电。

说明:(1)验电器和带电体接触时,因为接触带电,带电体的一部分电荷转移到验电器上,同种电荷相互排斥,使验电器的金属箔片张开。

(2)接触带电时,两个物体最终电荷量分配很复杂,但两个完全相同的导体球相互接触后,总电荷量平均分配。

例如:设两个完全相同的小球的带电荷量分别为 q_1 和 q_2 ,则接触后每个小球带电荷量为 $\frac{q_1 + q_2}{2}$, q_1 、 q_2 包含了电荷的电性。

3. 起电的本质

(1)物体由原子组成,原子由原子核和核外电子组成,电子带负电,原子核带正电,整个原子对外显示电中性。

(2)物体失去电子带正电,得到电子带负电。

物体带电的实质就是电子的得与失。

(3)在物体内部,原子核是相对固定的,内部的质子更不能脱离原子核而移动,所以起电过程中转移的都是核外的电子。

知识点二 电荷守恒定律

电荷守恒定律:(1)电荷既不能创造,也不能消灭,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;在转移过程中,电荷的总量保持不变。

(2)另一种表述:一个与外界没有电荷交换的系统,电荷的代数和总是保持不变的。



说明:(1)电荷守恒定律是自然界最重要的基本规律之一。

(2)在一定条件下,电荷是可以产生和湮没的,但电荷的代数和不变,如一对正、负电子可同时湮没,转化为光子。

知识点三 元电荷

1. 电荷量:电荷的多少叫电荷量,常用符号 Q 或 q 表示,其国际单位是库仑,简称库,用符号 C 表示。

2. 元电荷:把 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ 叫做元电荷。

3. 比荷:带电体的带电荷量 q 与其质量 m 之比叫做比荷。比荷一般是针对电子而言的。

$$\text{其值为 } \frac{e}{m_e} = \frac{1.60 \times 10^{-19} \text{ C}}{0.91 \times 10^{-30} \text{ kg}} = 1.76 \times 10^{11} \text{ C/kg}.$$

说明:(1)元电荷只是一个电荷量单位,没有正、负,不是物质,电子、质子是实实在在的粒子,不是元电荷,虽然其带电荷量为一个元电荷。

(2)元电荷是自然界中最小的电荷量,电荷量是不能连续变化的物理量,因为任何带电体的电荷量都是元电荷的整数倍。

B

教材拓展

拓展点一 三种起电方式

1. 摩擦起电和接触带电的实质是电荷的转移,而感应起电的实质是电荷的重新分布。

2. 摩擦起电的材料是绝缘体,而感应起电和接触带电的材料则是导体。

3. 摩擦起电和接触带电必须直接接触,而感应起电只需靠近。

拓展点二 验电器的工作原理及作用

1. 原理:验电器是根据同种电荷相同排斥、异种电荷相互吸引的规律设计的。运用时,要区别并掌握其起电的方式是接触还是感应。且要理解起电的本质:在验电器的金属小球和金属箔间能转移的电荷只能是电子。

2. 作用:验电器既可以用来判断物体是否带电,又可以演示静电感应现象。

拓展点三 电荷的中和与净电荷

电荷的中和是正、负电荷相互抵消,使得净电荷减少或为零,但正、负电荷本身依然存在,并不是正、负电荷的消失。正、负电荷都是物质,是既不能被消灭,也不能被创造出来的,所以电荷守恒是物质守恒的体现。可见电荷的中和是“净电荷”的减少。我们通常讲一个物体带多少电,实质上指的是带多少净电荷,只是习惯上将“净”字省略掉而已。

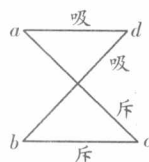
C

典型题解

►问题一 两种电荷、电荷的性质

【例题 1】如图所示, a 、 b 、 c 、 d 为四个带电小球,两球之间的作用分别为 a 吸 d , c 斥 a , b 斥 c , d 吸 b , 则 ()

- A. 仅有两个小球带同种电荷
- B. 仅有三个小球带同种电荷
- C. c 、 d 小球带同种电荷
- D. c 、 d 小球带异种电荷



【解析】本题考查电荷的性质。由 d 吸 a , d 吸 b 可知 a 与 b 带同种电荷,且与 d 带异种电荷;由 c 斥 a , c 斥 b 可知 c 与 a 、 b 带同种电荷, c 与 d 带异种电荷, A 错, B 对, C 错, D 对。

【答案】BD

【点评】应据电荷性质:同种电荷相互排斥,异种电荷相互吸引,由题给条件判断出各电荷电性关系。

【例题 2】有两个完全相同的带电绝缘金属小球 A 、 B , 分别带有电荷量 $Q_A = 6.4 \times 10^{-9} \text{ C}$ 、 $Q_B = -3.2 \times 10^{-9} \text{ C}$, 让两绝缘金属小球接触,在接触过程中,电子如何转移? 转移了多少?

【解析】当两小球接触时,带电荷量少的负电荷先被中和,剩余的正电荷再重新分配。由于两小球完全相同,剩余正电荷均分,即接触后两小球带电荷量 $Q_A' = Q_B' = \frac{Q_A + Q_B}{2} =$

$$\frac{6.4 \times 10^{-9} - 3.2 \times 10^{-9}}{2} \text{ C} = 1.6 \times 10^{-9} \text{ C}.$$

在接触过程中,电子由 B 球转移到 A 球,不仅将自身电荷中和,且继续转移,使 B 球带 Q_B' 的正电。这样,共转移的电子电荷量为 $\Delta Q_B = Q_B' - Q_B = (1.6 \times 10^{-9} + 3.2 \times 10^{-9}) \text{ C} = 4.8 \times 10^{-9} \text{ C}.$

$$\text{转移的电子数为 } n = \frac{\Delta Q_B}{e} = \frac{4.8 \times 10^{-9}}{1.6 \times 10^{-19}} = 3.0 \times 10^{10} \text{ 个}.$$

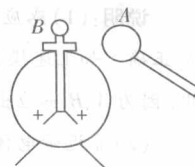
【答案】电子由 B 球转移到 A 球,转移了 3.0×10^{10} 个电子。

【点评】电荷在两小球接触时,先中和后均分是求解本题关键,易错点是转移电子电荷量的求解。

►问题二 验电器的使用

【例题 3】如图所示是一个带正电的验电器,当一个金属球 A 靠近验电器上的金属小球 B 时,验电器中金属箔片的张角减小,则 ()

- A. 金属球 A 可能不带电
- B. 金属球 A 一定带正电
- C. 金属球 A 可能带负电
- D. 金属球 A 一定带负电



[解析] 验电器上的金属箔片和金属球都带有正电荷,金属箔片之所以张开,是由于箔片上的正电荷互相排斥造成的.当验电器金属箔片的张角减小时,说明箔片上的正电荷一定比原来减少了.由于金属球A只是靠近验电器而没有与验电器上的金属球B发生接触,要考虑感应起电的影响.当金属球A靠近时,验电器的金属球B、金属杆包括金属箔片整体相当于一个导体,金属球A距金属球B较近,而距金属箔片较远.如果金属球A带正电,验电器上的正电一定向远处移动,则金属箔片上的正电荷量不会减少,所以选项B是错误的.如果金属球A带负电,验电器上的正电荷会由于静电力作用向近端移动,造成金属箔片上的正电荷量减少,所以选项C是正确的.如果金属球A不带电,由于受到金属球B上正电荷的影响,金属球A上靠近金属球B的部分也会由于静电力的作用出现负电荷,而这些负电荷反过来会使得验电器上的正电荷向金属球B移动,效果与金属球A带负电荷一样,所以选项A也是正确的,选项D是错误的.

[答案] AC

[点评] 验电器不但可以判断物体是否带电,还能演示静电感应现象.本题既要考虑静电感应的作用,又要区别与接触带电的不同.

►问题三 元电荷

例题 4 关于元电荷的下列说法中正确的是 ()

- A. 元电荷实质上是指电子和质子本身
- B. 所有带电体的电荷一定等于元电荷的整数倍
- C. 元电荷的值通常取 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$
- D. 电荷量 e 的数值最早是由美国科学家密立根用实验测得的

[解析] 实验得出,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,电荷是不能连续变化的物理量,电荷量 e 的数值最早是由美国物理学家密立根测得的,由以上可知答案为 B、C、D.

[答案] BCD

[点评] 理解元电荷的概念,区别其与电子、质子的不同.物理学习也要注意课外阅读,开阔视野,了解有关的物理学史.

例题 5 目前普遍认为,质子和中子都是由被称为 u 夸克和 d 夸克的两类夸克组成. u 夸克带电荷量为 $\frac{2}{3}e$, d 夸克带电荷量为 $-\frac{1}{3}e$, e 为元电荷.下列论断可能正确的是 ()

- A. 质子由 1 个 u 夸克和 2 个 d 夸克组成,中子由 1 个 u 夸克和 2 个 d 夸克组成
- B. 质子由 2 个 u 夸克和 1 个 d 夸克组成,中子由 1 个 u 夸克和 2 个 d 夸克组成

- C. 质子由 1 个 u 夸克和 2 个 d 夸克组成,中子由 2 个 u 夸克和 1 个 d 夸克组成
- D. 质子由 2 个 u 夸克和 1 个 d 夸克组成,中子由 2 个 u 夸克和 1 个 d 夸克组成

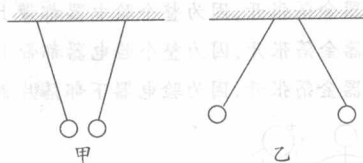
[解析] 本题主要考查组成原子核的质子和中子的性质及电荷守恒定律,对质子 ${}^1_1\text{H}$:带电荷量为 $2 \times \frac{2}{3}e + 1 \times (-\frac{1}{3}e) = e$,故由 2 个 u 夸克和 1 个 d 夸克组成;对中子 ${}^1_0\text{n}$:带电荷量为 $1 \times \frac{2}{3}e + 2 \times (-\frac{1}{3}e) = 0$,故由 1 个 u 夸克和 2 个 d 夸克组成.故 B 选项正确.

[答案] B

[点评] 近代物理学夸克理论的出现,打破了元电荷 e 的界线,而电荷守恒定律是自然界最基本的规律之一,仍然是成立的.

D 针对性练习

1. 毛皮与橡胶棒摩擦后,毛皮带正电,橡胶棒带负电,这是因为 ()
 - A. 空气中的正电荷转移到了毛皮上
 - B. 空气中的负电荷转移到了橡胶棒上
 - C. 毛皮上的电子转移到了橡胶棒上
 - D. 橡胶棒上的电子转移到了毛皮上
2. 如图所示,挂在绝缘细线下的小轻质带电小球,由于电荷的相互作用而靠近或远离,所以 ()



(第2题)

- A. 甲图中两球一定带异种电荷
 - B. 乙图中两球一定带同种电荷
 - C. 甲图中两球至少有一个带电
 - D. 乙图中两球至少有一个带电
3. 一带负电绝缘金属小球被放在潮湿的空气中,经过一段时间后,发现该小球上净电荷几乎不存在,这说明 ()
 - A. 小球上原有的负电荷逐渐消失了
 - B. 在此现象中,电荷不守恒
 - C. 小球上负电荷减少的主要原因是潮湿的空气将电荷导走了
 - D. 该现象是由于电子的转移引起,仍然遵循电荷守恒定律
 4. 用毛皮摩擦橡胶棒时,橡胶棒带 _____ 电荷,毛皮带 _____ 电荷.若橡胶棒带电荷量为 $2.7 \times 10^{-9} \text{ C}$,则毛皮



所带电荷量是 C.

5. 如图所示,不带电的枕形导体的A、B两端各贴有一对金箔.当枕形导体的A端靠近一带电导体C时() (第5题)



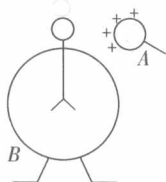
- A. A端金箔张开,B端金箔闭合
B. 用手触枕形导体后,A端金箔仍张开,B端金箔闭合
C. 用手触枕形导体后,将手和C都移走,两对金箔均张开
D. 选项A中两对金箔分别带异种电荷,选项C中两对金箔带同种电荷
6. 某一验电器金属小球和金属箔均带负电,金属箔处于张开状态.现用绝缘柄将带有少量负电荷的硬橡胶棒向验电器的金属小球稍许移近,则验电器金属箔 ()
- A. 张角稍许增大
B. 张角稍许减小
C. 硬橡胶棒的稍许靠近,致使小球上的电子向金属箔移动
D. 硬橡胶棒的稍许靠近,致使金属箔上的质子向金属小球移动

7. 下列说法正确的是 ()

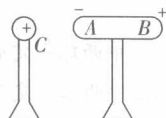
- A. 电子和质子都是元电荷
B. 一个带电体的带电荷量为元电荷的205.5倍
C. 元电荷是最小的电荷量单位
D. 元电荷没有正、负之分

8. 如图所示,用起电机使金属球A带正电,靠近验电器B,则 ()

- A. 验电器金箔张不开,因为球A没有和B接触
B. 验电器金箔张开,因为整个验电器都带上了正电
C. 验电器金箔张开,因为整个验电器都带上了负电
D. 验电器金箔张开,因为验电器下部箔片都带上了正电



(第8题)



(第9题)

9. 如图所示,导体AB与地面绝缘,将带正电的物体C靠近AB,用手接触一下B端,放开手再移去C,则此时AB带 电;若用手接触一下A端,放开手再移去C,则此时AB带 电.

10. 有两个完全相同的绝缘金属球A、B,A球所带电荷量为 q ,B球所带电荷量为 $-q$,现要使A、B所带电荷量都为 $-\frac{q}{4}$,应该怎么办?

11. 现有一个带负电的物体A,另有一不能拆开的导体B,而再也找不到其他的导体可供利用,你如何能使导体B带上正电?

12. 一个 α 粒子(${}^4_2\text{He}$)所带电荷量是多少库仑?一个带正电荷量为 $0.32\mu\text{C}$ 的灰尘粒子是得到还是失去电子?失去电子个数是多少?

13. 如果A、B是两个完全相同的带有绝缘支柱的导体球,那么怎样才能使A、B带上等量的同种电荷或异种电荷?

[参考答案]

1. C 解析:摩擦起电的实质是电子从一个物体转移到另一个物体.电中性的物体若失去了电子就带正电,得到了电子就带负电.由于毛皮的原子核束缚电子的能力比橡胶棒弱,在摩擦的过程中毛皮上的一些电子转移到橡胶棒上,失去了电子的毛皮带正电,所以C正确.
2. BC 解析:两球相互吸引的可能有两个:一是带异种电荷;二是一个带电,另一个被感应带电后吸引,因此A错,C对.两球相斥一定是带同种电荷,故B正确,D错误.
3. CD 解析:绝缘小球上电荷减少是由于电子通过空气导电转移到外界,小球上电荷量减少,但是这些电子并没有消失.就小球和整个外界组成的系统而言,其电荷的总量保持不变,仍遵循电荷守恒定律.
4. 负 正 2.7×10^{-9} 解析:橡胶棒与毛皮摩擦,橡胶棒因得电子而带负电荷,毛皮因失电子而带正电荷,两者失去电子数目相同,故带电荷量值相等.
5. BCD 解析:根据静电感应现象,带正电的导体C放在枕形导体附近,在A端出现了负电,在B端出现了正电,这样的带电并不是导体中有新的电荷产生,只是电荷的重新分布,金箔上带同种电荷相斥而张开,选项A错误.

用手触枕形导体后,B端不是最远端了,人是导体,人的脚部甚至地球是最远端,这样B端不再有电荷,金箔闭合,选项B正确.

用手触枕形导体时,只有A端带负电,先后将手和C移走后,不再有静电感应,A端所带负电荷分布在枕形导体上,A、B端均带有负电荷,两对金箔均张开,选项C正确.

6. AC 解析:硬橡胶棒稍许靠近金属小球时,负电荷间产生排斥力,致使小球上电子向金属箔上移动,而金属箔上电子即使受到吸引力也无法移动.金属小球上电子向金属箔上聚集,金属箔上负电荷增多,两箔片间排斥力增大,故两箔片间张角增大.
7. CD 解析:元电荷是最小的电荷量单位,带电体的带电量均为元电荷的整数倍;元电荷只是电荷量的单位,不是带电粒子,没有正、负之分,故 C、D 正确.
8. D 解析:因球带正电,靠近验电器 B,根据同种电荷相斥、异种电荷相吸的原理,验电器金属箔中的电子就会被金属球 A 中正电荷吸引到验电器的上端小球上,所以下端的验电箔片就会带上了正电.因为同种电荷相互排斥,故箔片张开,所以答案 D 正确.
9. 负 负 解析:不论手接触 A 端还是 B 端,导体 AB 与人体、大地都构成同一导体.无论手接触 A 端还是 B 端,导体 AB 都是带电体,导体是近端,地球无穷远处才是远端,在带电体 C 的作用下发生静电感应而使 AB 带电.
10. 先用手接触一下 A 球,使 A 球带电传入大地,再将 A、B 接触一下,分开 A、B,再用手接触一下 A 球,再将 A、B 接触一下再分开,这时 A、B 所带电荷量都是 $-\frac{q}{4}$.
11. 因为 A 带负电,要使 B 带正电,必须用感应起电的方法才可以,因为接触带电只能使 B 带负电.根据感应起电的原理可知,要使 B 带电还需另外一块导体,但现在这块导体没有.其实人体就是一块很好的导体,只要把 A 靠近 B,用手摸一下 B,再拿开手,通过静电感应, B 就带上了正电荷.
12. $3.2 \times 10^{-19} \text{ C}$ 失去电子 2×10^{12} 个 解析: ${}^4_2\text{He}$ 带有两个元电荷的正电,所以带电荷量为 $2 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} = 3.2 \times 10^{-19} \text{ C}$.因灰尘带正电,故是失去电子.又因为带电体电荷量总是元电荷的整数倍,而电子恰好带一个元电荷的电荷量,故失去电子个数为 $n = \frac{q}{e} = \frac{0.32 \times 10^{-6} \text{ C}}{1.6 \times 10^{-19} \text{ C}} = 2 \times 10^{12}$ 个.
13. 要使 A、B 带等量的同种电荷,首先让 A、B 接触,再用另一个带电体 C 接触一下 A 或 B 并拿开,最后将 A、B 分开,则 A、B 就带上了等量同种电荷.要 A、B 带等量的异种电荷,首先让 A、B 接触,再让另一个带电体 C 靠近 A 球,先将 A、B 分开,再移走带电体 C,则 A、B 就带上了等量异种电荷. 解析:本题考查了物体如何起电,应据题意从学习的三种起电方式中寻找方法.

E 课后答案点拨

1. 在天气干燥的时候,脱掉外衣时,由于摩擦,外衣和身体都带了电,用手去摸金属门把手,身体放电,于是产生电击的感觉.

2. 由于 A、B 是金属导体,可移动的电荷是自由电子,又 A 带负电荷,所以是电子由 B 转移到 A, A 得到的电子数为 $n = \frac{10^{-8}}{1.6 \times 10^{-19}} = 6.25 \times 10^{10}$ 个,与 B 失去的电子数相等.

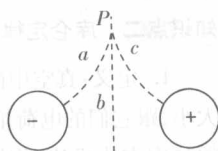
3. (1) A 球带正电, B 球为不带电的导体. 当 B 球放在 A 球附近时,由于静电感应,靠近 A 球的那端带负电,远离 A 球的那端带等量的正电,即 A 球与负电荷的吸引力大于 A 球与正电荷的排斥力,故 A、B 之间是吸引力. (2) 当把 B 放在 A 附近并将 B 靠近 A 的那端接地时,由于静电感应,此时 B 球带负电,而 A 球带正电,故 A、B 之间还是吸引力.

4. 此现象并不能说明制造出了永动机,也没有违背能量守恒定律,因为在把 A、B 分开的过程,要克服 A、B 之间的库仑力做功,是把机械能转化为电能的过程.

F 五年高考回放

- 1 (2006 · 广东) 静电在各种产业和日常生活中有着重要的应用,如静电除尘、静电复印等,所依据的基本原理几乎都是让带电的物质微粒在电场作用下奔向并吸附到电极上. 现有三个粒子 a、b、c, 从 P 点向下射入由正、负电极产生的电场中, 它们的运动轨迹如图所示, 则 ()

- A. a 带负电荷, b 带正电荷, c 不带电荷
B. a 带正电荷, b 不带电荷, c 带负电荷
C. a 带负电荷, b 不带电荷, c 带正电荷
D. a 带正电荷, b 带负电荷, c 不带电荷

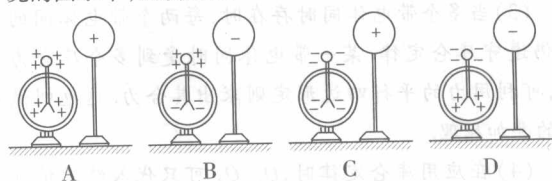


(第1题)

[解析] 由电荷的基本性质: 同种电荷相互排斥、异种电荷相互吸引和 a、b、c 三个粒子轨迹的弯曲情况可知 B 正确.

[答案] B

- 2 (2006 · 北京) 使带电的金属球靠近不带电的验电器, 验电器的箔片张开. 下列表示验电器上感应电荷的分布情况的图示中, 正确的是 ()



[解析] 验电器原来不带电, 由于静电感应, 带电金属球与验电器的金属球带异种电荷, 验电器的金属球与箔片也应带异种电荷, 故 B 正确.

[答案] B



2 库仑定律

A

教材梳理

知识点一 点电荷

定义:当带电体间的距离比它们自身的大小大得多,以至带电体的形状、大小及电荷分布状况对它们之间相互作用力的影响可以忽略不计时,就可被看做点电荷。

说明:(1)点电荷是一个理想化模型,实际不存在。

(2)实际带电体能否看做点电荷决定于自身几何形状的大小与带电体之间距离的比较,与带电体的大小无关、与其带电荷量的多少、性质无关。

例如:一个半径 10 cm 的带电圆盘,如果考虑它和 10 m 处某个电子的作用力,就完全可以把它看做点电荷;而在这个电子离圆盘只有 1 mm,那么这一带电圆盘又相当于一个无限大的带电平面。

知识点二 库仑定律

1. 定义:真空中两个静止点电荷之间的相互作用力 F 的大小,跟它们的电荷量 Q_1 、 Q_2 的乘积成正比,跟它们的距离 r 的二次方成反比,作用力的方向沿着它们的连线。电荷间的这种相互作用力称为静电力或库仑力。

2. 公式(大小): $F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ 。

其中 $k = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ 叫静电力常量。

3. 方向在两点电荷的连线上,同种电荷相斥,异种电荷相吸。

说明:(1)定律的适用范围:真空中的点电荷。

(2)库仑力具有力的一切性质:矢量性、相互性等。两点电荷间的库仑力是相互作用的,大小相等,方向相反。

(3)当多个带电体同时存在时,每两个带电体间的库仑力仍遵守库仑定律。某一带电体同时受到多个库仑力作用时,可利用力的平行四边形定则求出其合力。这也叫做库仑力的叠加原理。

(4)在应用库仑定律时, Q_1 、 Q_2 可只代入绝对值算出库仑力的大小,再由同种电荷相互排斥、异种电荷相互吸引来判断方向。

(5)库仑力也叫静电力,是“性质力”不是“效果力”,它与重力、弹力、摩擦力一样具有自己的特性,同样遵循牛顿第

三定律,不要认为电荷量大的对电荷量小的电荷作用力大。在实际应用时,与其他力一样,受力分析时不能漏掉。

知识点三 库仑的实验

1. 库仑扭秤实验:库仑做实验用的装置叫做库仑扭秤。该实验是通过悬丝扭转的角度比较静电力 F 大小的。

2. 完全相同的带电体接触后再分开时电荷分配规律:

(1)同种电荷,电荷总量平分。

(2)异种电荷,电荷先中和后平分。

3. 实验的结果:

(1)静电力 F 与距离 r 的二次方成反比。

(2)静电力 F 与 q_1 和 q_2 的乘积成正比。

B

教材拓展

拓展点一 三个电荷在同一直线上只受库仑力处于平衡状态的规律

1. 三个电荷的位置关系是“同性在两边,异性在中间”或记为“两同夹一异”。

2. 三个电荷中,中间电荷的电荷量最小,两边同性电荷中哪个的电荷量小,中间异性电荷距哪个近一些,或可记为“两大夹一小,近小远大”。

3. 三个点电荷的电荷量满足 q_1 q_2 q_3

足: $\sqrt{q_1 q_3} = \sqrt{q_1 q_2} + \sqrt{q_2 q_3}$ 。

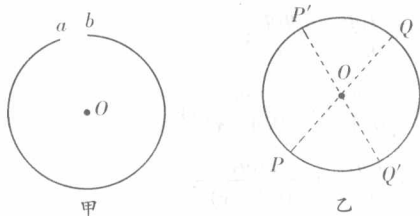
拓展点二 根据“对称性”用“等效的思想”处理非点电荷的库仑力

1. 有人根据公式 $F = k Q_1 Q_2 / r^2$, 设想当 $r \rightarrow 0$ 时得出 $F \rightarrow \infty$ 的结论。从数学角度分析是正确的,但从物理角度分析这一结论是错误的,其原因是:当 $r \rightarrow 0$ 时两电荷已失去了作为点电荷的前提条件,公式不再适用。

2. $F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ 中的 r 是指两个点电荷之间的距离,对于不能视为点电荷的问题,可根据带电体的对称性,运用微元法,割补法等,运用等效的思想去处理,化非点荷为点电荷,这样难点得以突破,公式得以运用,从而使问题迎刃而解。

例如:如图所示,一个半径为 R 的圆环均匀带电, ab 为一极小的缺口,缺口长为 $L (L \ll R)$, 圆环的带电荷量为 Q_L (正电荷),在圆心处放置一带电荷量为 q 的负点电荷,试求负点电

荷受到的库仑力。



本题的带电圆环不能当做点电荷,初学者往往找不到方法,让我们先来讨论一个封闭圆环的情况。

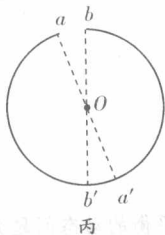
如图所示,在环上任取对称的两点(两小段) P 、 Q , P 对 O 点处的负电荷产生吸引力 F_P ,同样 Q 对 O 点处的负电荷产生吸引力 F_Q ,这两个力大小相同,方向相反,合力为零。同理还可取 P' 、 Q' 等等相互对称的点,都具有相同的结论。而圆环正是由无数这样的点组成的,不难发现,在这样的圆环中心处的点电荷受力为零。

再回到题图,只有与 ab 缺口相对称的一小段没有与之相对称的对象存在。因此处于 O 点处的点电荷受到的力就是与 ab 缺口相对称的一小段 $a'b'$ (如图丙所示)对它产生的吸引力,由于 $a'b'$ 很短($L \ll R$),可将其视为点电荷,其带电荷量为

$$Q' = \frac{Q_L}{2\pi R - L} \cdot L, \text{ 由库仑定律可得}$$

$$F = k \frac{Q'q}{R^2} = k \frac{LQ_Lq}{(2\pi R - L)R^2}.$$

受力方向指向 $a'b'$ 。



可见本题很好地应用了“当多个带电体同时存在时,每一带电体间的库仑力仍遵守库仑定律,并且可应用叠加原理”。再结合对称性,通过割补的方法变非点电荷为点电荷,是求解本题的关键。

拓展点三 库仑定律与力学结合的问题

1. 带电物体的“平衡”指的是物体所受合外力为零,属“静力学”的范畴。与力学中相比就多了一个电场力,故只需考虑其是一种新的性质力,同样遵循所有的力学规律。若平衡,列力的平衡方程求解;若不平衡,列牛顿第二定律方程求解。

2. 带电体组成的系统在库仑力作用下的问题分析,要注意有系统的观点,看系统的动量、能量的守恒及变化。

C 典型题解

► 问题一 对点电荷的理解

【例题 1】下面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是点电荷
- B. 体积很大的带电体一定不能看成是点电荷
- C. 当两个带电体的大小远小于它们间的距离时,可将这两个带电体看成是点电荷
- D. 一切带电体都可以看成是点电荷

【解析】 本题考查对点电荷的理解。带电体能否看做点电荷,和带电体的体积无关,主要看带电体的体积对所研究的问题是否可以忽略,如果能够忽略,则带电体可以看成是点电荷,否则就不能。

【答案】 C

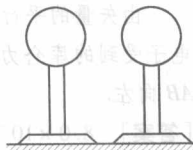
【点评】 (1)一个带电体能否看做点电荷取决于其自身的何形状、大小与带电体之间距离的比较,与带电体大小无关。

(2)点电荷与质点的概念类似,它们都是理想化的模型,突出问题的主要因素,这为我们研究问题带来了方便。

► 问题二 库仑定律的适用条件和库仑力的求解

【例题 2】如图所示,两个半径均为 r 的金属球放在绝缘支架上,两球面最近距离为 r ,带等量异种电荷,电荷量为 Q ,两球之间的静电力为 ()

- A. 等于 $k \frac{Q^2}{9r^2}$
- B. 大于 $k \frac{Q^2}{9r^2}$
- C. 小于 $k \frac{Q^2}{9r^2}$
- D. 等于 $k \frac{Q^2}{r^2}$



【解析】 本题考查库仑定律及其适用条件,求解本题的关键是根据库仑力的特点及库仑定律作定性分析。两球间的距离和球本身的大小差不多,不符合简化成点电荷的条件,因为库仑定律的公式计算只适用于点电荷,所以不能直接用公式去计算。我们可以根据电荷间的相互作用规律来作一个定性分析,由于两带电体带等量异种电荷,电荷间相互吸引,因此电荷在两球上的分布不均匀,会向正对的一面集中,电荷间的距离就要比 $3r$ 小,根据库仑定律,静电力一定大于 $k \frac{Q^2}{9r^2}$ 。电荷的吸引不会使电荷全部集中在相距为 r 的两点上,所以说静电力也不等于 $k \frac{Q^2}{r^2}$ 。

【答案】 B



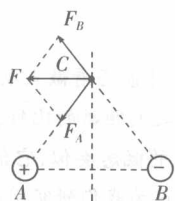
[点评] (1) 库仑定律 $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ 只适用于真空中的点电荷。

当电荷间距离与带电体的线度相比不大时,便不能将带电体视为点电荷。

(2) 掌握公式虽然不能定量计算应用但仍然可用之定性分析的思维方法。

例题 3 如图所示,分别在 A, B 两点放置点电荷 $Q_1 = +2 \times 10^{-14} \text{ C}$ 和 $Q_2 = -2 \times 10^{-14} \text{ C}$,在 AB 的垂直平分线上有一点 C ,且 $AB = AC = BC = 6 \times 10^{-2} \text{ m}$ 。如果有一个电子静止在 C 点,它所受的库仑力的大小和方向如何?

[解析] 本题是考查多个带电体同时存在的库仑力的叠加原理。求解关键是正确使用平行四边形法则合成。



电子在 C 点同时受 A, B 点电荷的作用力 F_A, F_B , 如图所示,由库仑定律 $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ 得 $F_A = F_B = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} = 9.0 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-14} \times 1.6 \times 10^{-19}}{(6 \times 10^{-2})^2} \text{ N} = 8.0 \times 10^{-21} \text{ N}$ 。

由矢量的平行四边形法则和几何知识得:静止在 C 点的电子受到的库仑力 $F = F_A = F_B = 8.0 \times 10^{-21} \text{ N}$,方向平行于 AB 向左。

[答案] $8.0 \times 10^{-21} \text{ N}$ 方向平行于 AB 向左

[点评] 当多个带电体同时存在时,每两个带电体间的库仑力都遵守库仑定律。某一带电体同时受到多个库仑力作用时,可利用力的平行四边形法则求出其合力。这就是库仑力的叠加原理。

► 问题三 三个电荷的平衡问题

例题 4 a, b 两个点电荷,相距 40 cm ,电荷量分别为 q_1 和 q_2 ,且 $q_1 = 9q_2$,都是正电荷;现引入点电荷 c ,这时 a, b, c 三个电荷都恰好处平衡状态。试问:点电荷 c 的带电性质是什么? 电荷量多大? 它放在什么地方?

[解析] 本题考查了库仑定律在三个电荷平衡问题中的应用。由于每一个点电荷都受另外两个点电荷的作用,三个点电荷只有处在同一条直线上,且 c 在 a, b 之间并带负电荷才有可能都平衡。

否则三个正电荷相互排斥,永远不可能平衡。

设 c 与 a 相距 $x \text{ cm}$,则 c, b 相距 $(0.4 - x) \text{ cm}$,设点电荷 c

的电荷量为 q_3 ,根据二力平衡原理可列平衡方程:

$$a \text{ 平衡: } k \frac{q_1 q_2}{0.4^2} = k \frac{q_1 q_3}{x^2};$$

$$b \text{ 平衡: } k \frac{q_1 q_2}{0.4^2} = k \frac{q_2 q_3}{(0.4 - x)^2};$$

$$c \text{ 平衡: } k \frac{q_1 q_3}{x^2} = k \frac{q_2 q_3}{(0.4 - x)^2}.$$

显见,上述三个方程实际上只有两个独立的,解这些方程,可得有意义的解:

$x = 30 \text{ cm}$ (c 在 a, b 连线上,与 a 相距 30 cm ,与 b 相距 10 cm). $q_3 = \frac{9}{16} q_2 = \frac{1}{16} q_1$. (q_1, q_2 为正电荷, q_3 为负电荷)

[答案] 负电荷 $\frac{1}{16} q_1$ 在 a, b 连线上,与 a 相距 30 cm ,与 b 相距 10 cm

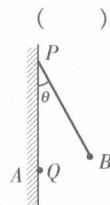
[点评] 三个电荷平衡规律可总结为:

(1) 同种电荷放中间,异种电荷放两边,且靠近电荷量小的一边。

(2) 三电荷在同一直线上,且有“两同夹一异,两大夹一小”的特点。

例题 5 竖直绝缘墙壁上的 Q 点固定有质点 A ,在 Q 的正上方的 P 点用细线悬挂另一质点 B , A, B 两质点因为带电而相互排斥,致使悬线与竖直方向成 θ 角,如图所示,由于漏电使 A, B 两质点的电荷量逐渐减少,在电荷漏完之前悬线对悬点 P 的拉力大小

- A. 逐渐减少
- B. 逐渐增大
- C. 保持不变
- D. 先变大后变小



[解析] 本题是物体平衡的动态问题分析,正确使用库仑定律、物体平衡条件和灵活运用三角形的相似知识是求解问题的关键。

对 B 受力分析, B 受重力 mg 、绳的拉力 T 、库仑斥力 F ,由于 B 处于平衡状态,所以 B 受的三个力合力为零,平衡后能组成一个三角形。由于重力竖直向下,与 PA 平行,拉力 T 沿细线方向,库仑力沿 A, B 线方向,所以三个力组成的三角形与 $\triangle PAB$ 相似。根据对应边成比例,有 $\frac{mg}{PA} = \frac{T}{PB}$,所以 T 大小不变。答案应选 C。

[答案] C

[点评] 一个看似非常复杂的物理问题,用到了非常简单的相似三角形知识,就迎刃而解。可见用数学知识求解物理问题的能力培养的重要性。

►问题四 库仑力作用下的带电体的动力学问题

例题 6 如图所示,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(两电荷未相遇), 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 构成的系统增加的动能.



[解析] 本题是力电结合的综合题.题目虽未说明电荷的电性,但可以肯定的是两点电荷间的作用力总是等大反向的(牛顿第三定律).两点电荷的运动是变速运动(加速度增大).对 Q_A 和 Q_B 构成的系统来说,库仑力是内力,系统水平方向动量是守恒的.

(1)刚释放时它们之间的作用力大小为 F_1 ,则 $F_1 = ma$.当 Q_B 的加速度为 a 时,作用力大小为 F_2 ,则 $F_2 = 2ma$.

此时 Q_A 的加速度 $a' = \frac{F_2}{m} = \frac{2ma}{m} = 2a$.方向与 a 相同,设此时 Q_A 的速度大小为 v_A ,根据动量守恒定律有 $mv_A = 2mv$,解得 $v_A = 2v$,方向与 v 相反.

(2)系统增加的动能

$$\Delta E_k = \Delta E_{kA} + \Delta E_{kB} = \frac{1}{2}mv_A^2 + \frac{1}{2} \times 2mv^2 = 3mv^2.$$

[答案] (1) $2v$ 方向与 v 相反 $2a$ 方向与 a 相同
(2) $3mv^2$

[点评] 力电综合题,可以归纳为“电学问题,力学方法”只是把库仑力当作一个服从库仑定律的普通力就可以了,其在效果上,和重力、弹力、摩擦力等一样遵循力学规律.

D 针对性练习

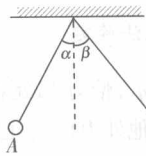
- 下列说法中正确的是 ()
A. 点电荷就是体积很小的带电体
B. 点电荷就是体积和带电荷量都很小的带电体
C. 据 $F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$ 可知,当 $r \rightarrow 0$ 时 $F \rightarrow \infty$
D. 静电力常量的数值是由实验得出的
- 如图所示,半径相同的两个金属小球A、B带有电荷量相等的电荷(可视做点电荷),相隔一定距离,两球之间的相互吸引力的大小是 F ,现让第三个半径相同的不带电的金属小球先后与A、B两球接触后移开,这时A、B两球之间的相互作用力为 ()

- 吸引力, $\frac{1}{8}F$
- 吸引力, $\frac{1}{4}F$
- 排斥力, $\frac{3}{8}F$
- 排斥力, $\frac{3}{4}F$



(第2题)

- 真空中有两个点电荷 Q 和 q ,它们之间的库仑力为 F ,下面可以使它们之间的库仑力变为 $1.5F$ 的是 ()
A. 使 Q 的电荷量变为 $2Q$, q 的电荷量变为 $3q$,同时使它们的距离变为原来的2倍
B. 使每个电荷的电荷量都变为原来的1.5倍,距离也变为原来的1.5倍
C. 使其中一个电荷的电荷量变为原来的1.5倍,距离变为原来的1.5倍
D. 保持电荷量不变,使距离变为原来的 $2/3$ 倍
- 如图所示,大小可以忽略不计的带有同种电荷的小球A和B相互排斥,静止时绝缘细线与竖直方向的夹角分别为 α 和 β ,且 $\alpha < \beta$,两小球在同一水平线上,由此可知 ()
A. B球受到的库仑力较大,电荷量较大
B. B球的质量较大
C. B球受到的拉力较大
D. 两球接触后,再处于静止状态时,悬线的偏角 α' 、 β' 仍满足 $\alpha' < \beta'$



(第4题)

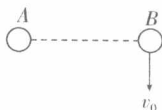


(第5题)

- 如图所示,完全相同的两个金属小球A和B带有等量电荷,系在一个轻质绝缘弹簧两端,放在光滑绝缘水平面上,由于电荷间的相互作用,弹簧比原来缩短了 x_0 ,现将与A、B完全相同的不带电的金属球C先与A球接触一下,再与B球接触一下,然后拿走,重新平衡后弹簧的压缩量变为 ()
A. $\frac{1}{4}x_0$
B. $\frac{1}{8}x_0$
C. 大于 $\frac{1}{8}x_0$
D. 小于 $\frac{1}{8}x_0$



6. 如图所示,把一个带电小球 A 固定在光滑的水平绝缘桌面上,在桌面的另一处放置带电小球 B ,现给 B 一个垂直 AB 方向的速度 v_0 , B 球将 ()



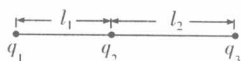
(第6题)

- A. 若 A 、 B 为异种电荷, B 球一定做圆周运动
B. 若 A 、 B 为异种电荷, B 球可能做加速度、速度均变小的曲线运动
C. 若 A 、 B 为同种电荷, B 球一定做远离 A 的变加速曲线运动
D. 若 A 、 B 为同种电荷, B 球的动能一定会减小
7. 设星球带负电,一电子粉尘悬浮在距星球表面 1 000 km 的地方,又若将同样的电子粉尘带到距星球表面 2 000 km 的地方相对于该星球无初速度释放,则此电子粉尘 ()

- A. 向星球下落 B. 仍在原处悬浮
C. 推向太空 D. 无法判断
8. 有一带电荷量为 q 的金属圆环,圆环的半径为 R ,如果在圆环的圆心上放置一个带电荷量为 Q 的点电荷,则 Q 受到圆环的作用力为 ()

- A. 0 B. $k \frac{Qq}{R^2}$
C. $k \frac{Qq}{4R^2}$ D. 无法确定
9. 同一直线上的三个点电荷 q_1 、 q_2 、 q_3 ,恰好都处在平衡状态,除相互作用的静电力外不受其他外力作用. 已知 q_1 、 q_2 间的距离是 q_2 、 q_3 间距离的 2 倍. 下列说法可能正确的是 ()

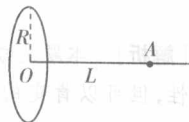
- A. q_1 、 q_2 为正电荷, q_3 为负电荷
B. q_1 、 q_3 为负电荷, q_2 为正电荷
C. $q_1:q_2:q_3=36:4:9$
D. $q_1:q_2:q_3=9:4:36$
10. 如图所示, q_1 、 q_2 、 q_3 分别表示在一条直线上的三个点电荷,已知 q_1 与 q_2 之间的距离为 l_1 , q_2 与 q_3 之间的距离为 l_2 ,且每个电荷都处于平衡状态.



(第10题)

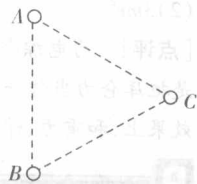
- (1) 如果 q_2 为正电荷,则 q_1 为 _____ 电荷, q_3 为 _____ 电荷.
(2) q_1 、 q_2 、 q_3 三者电荷量大小之比是 _____ :

11. 真空中 A 、 B 两个点电荷相距 L ,质量分别为 m 和 $2m$,它们由静止开始运动(不计重力及其他作用力),开始时 A 的加速度大小为 a ,经过一段时间 B 的加速度大小也为 a ,且速度大小为 v ,那么此时 A 、 B 两点电荷间的距离为 _____,点电荷 A 的速度大小为 _____.
12. 如图所示,一个半径为 R 的带电圆环,带电荷量为 Q ,带电圆环的中心为 O ,在通过 O 点与圆面垂直的直线上有一点 A ,距离 O 点为 L , A 点有一带电荷量为 q 的点电荷,求该点电荷受到的电场力.



(第12题)

13. 如图所示,光滑绝缘水平面上固定着 A 、 B 、 C 三个带电小球,它们的质量均为 m ,间距均为 r , A 、 B 带正电,电荷量均为 q . 现对 C 施一水平力 F 的同时放开三个小球,欲使三小球在运动过程中保持间距 r 不变,求:
- (1) C 球的电性和电荷量.
(2) 水平力 F 的大小.



(第13题)

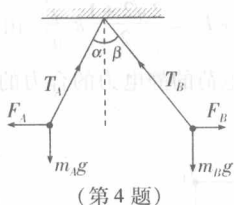
[参考答案]

1. D
2. A 解析:因 A 、 B 间有吸引力,故 A 、 B 带异种电荷,设 A 的电荷量 $q_A = +Q$,则 B 的电荷量 $q_B = -Q$,又 C 不带电,它

与 A 接触后, $q_C = q_A' = \frac{Q}{2}$, 再与 B 接触, $q_C = \frac{-Q + \frac{Q}{2}}{2} = -\frac{Q}{4} = q_B'$, 根据库仑定律 $F = k \frac{q_A q_B}{r^2} = k \frac{Q^2}{r^2}$, $F' = k \frac{\frac{Q}{2} \cdot \frac{Q}{4}}{r^2} = k \frac{Q^2}{8r^2}$, 所以 $F' = \frac{1}{8} F$, 为吸引力.

3. A 解析: 设原来两点电荷间距离为 r , 则根据库仑定律原来两电荷间的库仑力大小为 $F = kQq/r^2$. 当电荷量或距离变化时, 根据库仑定律, 对选项 A, 有 $F_A = \frac{k \cdot 2Q \cdot 3q}{(2r)^2} = 3F/2$, 可见符合要求. 对 B, 有 $F_B = \frac{k \cdot (1.5Q) \cdot (1.5q)}{(1.5r)^2} = F$, 不合要求. 对 C, 有 $F_C = \frac{k \cdot (1.5) \cdot Qq}{(1.5r)^2} = 2F/3$, 不合要求. 对 D, 有 $F_D = k \cdot Qq/(2r/3)^2 = 9F/4$, 不合要求. 综上所述, 选项 A 是正确的.

4. D 解析: 分别以 A、B 球为研究对象, 其受力情况如图所示, 由共点力的平衡条件得 $m_A g = F_A / \tan \alpha$, $T_A = F_A / \sin \alpha$, $m_B g = F_B / \tan \beta$, $T_B = F_B / \sin \beta$, 而 $F_A = F_B$, 由此可见, 因为 $\alpha < \beta$, 所以 $m_A > m_B$, $T_A > T_B$. 两球接触后, 每个小球的电荷量可能都发生变化, 但相互间的静电力仍满足牛顿第三定律, 因此仍有上述关系, 正确选项为 D.



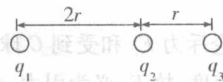
5. D 解析: 本题综合了弹力的计算、库仑定律、物体的平衡等知识, 思维含量较高, 综合性强. 需根据题目情景适当做出假设再分析推理. 因为原来弹簧处于压缩状态, A、B 两球带的肯定是等量异种电荷. 将与 A、B 完全相同的不带电的金属球 C 先与 A 接触后, A 的电荷量将分一半给 C, 当 C 再与 B 接触时, C、B 的异种电荷先中和, 然后 B、C 平分, 这样 B 带的电荷量将为原来的 $\frac{1}{4}$. 此时如果仅根据库仑定律 $F = k \frac{q_A q_B}{r^2}$ 得出库仑力变为原来的 $\frac{1}{8}$, 弹簧弹力也要减小为原来的 $\frac{1}{8}$ 才能平衡, 因而弹簧压缩量将变为原来的 $\frac{1}{8}$, 将错选 B. 实际上, 当弹簧压缩量减小后, 长度变大, 综合考虑这些因素, 弹簧弹力应小于原来的 $\frac{1}{8}$ 才能平衡, 因而正确选项为 D.

6. BC 解析: 带电小球之间的相互作用力大小满足库仑定律, 但是斥力还是引力, 取决于两电荷的电性, 为此分下列两种情况讨论: (1) 若两个小球的电荷为异种电荷, 则 B 受到 A 的引力, 方向指向 A. 又 $v_0 \perp AB$, 此时的情况类似于万有引力定律应用于人造卫星, 当 B 受到 A 的库仑力恰好等于向心力, 即 $k \frac{q_1 q_2}{r^2} = m \frac{v_0^2}{r}$, $v_0 = \sqrt{\frac{kq_1 q_2}{mr}}$ 时, B 球才能做匀速圆周运动, 类比于人造卫星的情况可以得到, 当 $v > v_0$, B 球将做库仑力、加速度、速度都变小的离心运动. 当 $v < v_0$ 时, B 球将做库仑力、加速度、速度逐渐增大的向心运动. (2) 若两个小球的电荷为同种电荷, B 因受 A 的库仑斥力而做远离 A 的变加速曲线运动 (因为 A、B 距离增大, 故斥力变小, 加速度变小, 速度增加), 正确答案为 B、C.

7. B 解析: 设粉尘距球心距离为 r , 粉尘质量为 m , 星球质量为 M , 粉尘电荷量为 q , 星球电荷量为 Q , 则有 $\frac{kQq}{r^2} = G \frac{Mm}{r^2}$. 由等式可看出 r 再大, 等式仍成立, 故选 B.

8. A 解析: 由于带电圆环的对称性, 圆环上的各点的电荷与其关于圆心对称的点的电荷对点电荷 Q 的作用力大小相等, 方向相反, 故 Q 受到圆环的作用力为零.

9. ABC 解析: 三个点电荷都处于平衡状态, 根据库仑定律: q_1 平衡, $k \frac{q_2 q_1}{(2r)^2} = k \frac{q_3 q_1}{(3r)^2}$, 得 $q_2 : q_3 = 4 : 9$; q_2 平衡, $k \frac{q_1 q_2}{(2r)^2} = k \frac{q_3 q_2}{r^2}$, 得 $q_1 : q_3 = 4 : 1$; q_3 平衡, $k \frac{q_1 q_3}{(3r)^2} = k \frac{q_2 q_3}{r^2}$, 得 $q_1 : q_2 = 9 : 1$. 综合上述结果, 可知 $q_1 : q_2 : q_3 = 36 : 4 : 9$. 显然 A、B、C 正确.



(第9题)

10. (1) 负 (2) $\left(\frac{l_1 + l_2}{l_2}\right)^2 : 1 : \left(\frac{l_1 + l_2}{l_1}\right)^2$ 解析: (1) 若 q_2 为正电荷, 对 q_1 而言, 要让其平衡, q_3 为负电荷, 但对 q_2 而言, q_1 和 q_3 为同性电荷, 所以 q_1 与 q_3 都为负电荷. (2) 由库仑定律和平衡条件知, 对 q_1 : $k \frac{q_1 q_2}{l_1^2} = k \frac{q_1 q_3}{(l_1 + l_2)^2}$ ①; 对 q_3 : $k \frac{q_1 q_3}{(l_1 + l_2)^2} = k \frac{q_2 q_3}{l_2^2}$ ②. 由②式得 $\frac{q_1}{q_2} = \left(\frac{l_1 + l_2}{l_2}\right)^2$ ③, 由①式得 $\frac{q_2}{q_3} = \left(\frac{l_1}{l_1 + l_2}\right)^2$ ④, 由③④两式得 $q_1 : q_2 : q_3 = \left(\frac{l_1 + l_2}{l_2}\right)^2 : 1 : \left(\frac{l_1}{l_1 + l_2}\right)^2$.

11. $\frac{\sqrt{2}}{2} L$ 2v 解析: 设 A、B 两个点电荷的电荷量分别为 q_A 、