



普通高中课程标准实验教科书（人教版）

高中 新课程导学

《高中新课程导学》编写组 编著

物 理 选修3-1



知识扫描



释疑导思



典例剖析



分层演练

（理 工 方 向）



普通高中课程标准实验教科书（人教版）

高中

新课程导学

《高中新课程导学》编写组 编著

物理 选修3-1

（理工方向）

图书在版编目(CIP)数据

高中新课程导学:人教版.物理:选修.3-1.理工方向 /《高中新课程导学》编写组编著. —重庆:重庆出版社,2011.7(2013.7 重印)
ISBN 978-7-229-04339-1

I. ①高… II. ①高… III. ①中学物理课—高中—教学参考资料
IV. ①G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 139128 号

高中新课程导学

物理·选修 3-1 理工方向(人教版)

《高中新课程导学》编写组 编著

出版人:罗小卫

责任编辑:黎云 何容

装帧设计:重庆出版集团艺术设计有限公司



重庆出版集团 出版、发行
重庆出版社

重庆长江二路 205 号 邮政编码:400016 <http://www.cqph.com>

重庆出版集团艺术设计有限公司制版

重庆升光电力印务有限公司印刷

开本:890mm×1 240mm 1/16 印张:9 字数:350 千

2013 年 7 月第 2 版第 3 次印刷

ISBN 978-7-229-04339-1

定价:18.00 元

版权所有 侵权必究

第一章 静电场 1

第 1 节 电荷及其守恒定律/ 1

第 2 节 库仑定律/ 3

第 3 节 电场强度/ 5

第 4 节 电势能和电势/ 8

第 5 节 电势差/ 11

第 6 节 电势差与电场强度的关系/ 14

第 7 节 静电现象的应用/ 16

第 8 节 电容器的电容/ 18

第 9 节 带电粒子在电场中的运动/ 20

本章总结/ 22

第一章 检测题(活页)/ 119

第二章 恒定电流 24

第 1 节 电源和电流/ 24

第 2 节 电动势/ 26

第 3 节 欧姆定律/ 28

第 1 课时 欧姆定律的初步探究/ 28

第 2 课时 实验:测绘小灯泡的伏安特性曲线/ 30

第 4 节 串联电路和并联电路/ 32

第 5 节 焦耳定律/ 35

LIANGDIANJIANJIE

亮点简介

自主探究:针对本节内容的关键点、重点或易混易错点,精心设计精悍短小问题进行设问激思,引导学生自主思考,提升对知识点的理解.

一、电势差与电场强度的关系

1. 关系式: $U_{AB} =$ _____.

2. 适用条件:匀强电场, d 是两点间沿电场方向的距离.

3. 物理意义

匀强电场中两点间的电势差等于_____与这两点_____的乘积.

【自主探究 1】雷电是伴有闪电和雷鸣的一种雄伟壮观又有点令人敬畏的放电现象,你知道雷电是怎么形成的吗?

二、电场强度的另一种求法

1. 表达式: $E = \frac{U_{AB}}{d}$.

2. 物理意义

在匀强电场中,电场强度的大小等于两点间的_____与两点沿电场强度方向距离的比值.也就是说,电场强度在数值上等于沿电场方向_____上降低的电势.

3. 场强的另一个单位:伏特每米,符号_____, $1 \text{ N/C} = 1 \text{ V/m}$.

【自主探究 2】当 $d = 1 \text{ m}$ 时, E 和 U_{AB} 在数值上相等,是否可以理解为场强和电势差是一回事?

亮点简介

情景导学:针对该节中的重要规律或方法,精选典型物理情景,采用问题形式进行探究,引导学生在思考中学习,从而通过与实际联系让学生加深理解提升认识。

知识点一:对公式 $B = \frac{F}{IL}$ 的正确理解

【情景导学】

人们在研究磁场时,类似于电场的研究,依据磁场对通电导线的作用力,定义磁感应强度 $B = \frac{F}{IL}$,从而确定磁场的强弱和方向.请探究以下几个问题:

探究 1:对通电导线的放置有怎样的要求?不放通电导线则磁感应强度就为零吗?

探究 2:磁感应强度的方向是垂直于磁场方向放入的通电导线的受力方向吗?

探究 3:如何确定磁场中某一点的磁感应强度?

第 6 节 导体的电阻/ 37

第 1 课时 导体的电阻的初步探究/ 37

第 2 课时 实验:测定金属的电阻率/ 39

第 7 节 闭合电路的欧姆定律/ 40

第 8 节 多用电表的原理/ 43

第 9 节 实验:练习使用多用电表/ 45

第 10 节 实验:测定电池的电动势和内阻/ 48

第 11 节 简单的逻辑电路/ 50

本章总结/ 52

第二章 检测试题(活页)/ 121

第三章 磁场 55

第 1 节 磁现象和磁场/ 55

第 2 节 磁感应强度/ 57

第 3 节 几种常见的磁场/ 58

第 4 节 通电导线在磁场中受到的力/ 62

第 5 节 运动电荷在磁场中受到的力/ 65

第 6 节 带电粒子在匀强磁场中的运动/ 67

本章总结/ 70

第三章 检测试题(活页)/ 123

模块检测(活页)/ 125

听课讲义答案(课前学习区、课堂互动区、网络构建、专题指导)/ 73

课时训练(87~116)

检测试题(119~128)

检测试题及课时训练答案(129~140)



第一章 静电场

第1节

电荷及其守恒定律

课前学习区

【目标导航】

预习 导学	历史上对电荷及物质构成的研究 引入 四个概念——电荷、电荷量、元电荷、比荷 区分 三种起电方式——摩擦、感应、接触起电 起电本质 应用 计算电荷分配 电荷守恒定律的两种表达
	四个概念 三种起电 一条定律
预习 提示	重点:起电的实质与电荷守恒定律的理解及应用 难点:感应起电过程、电荷守恒定律的理解及应用

【自主学习】

一 电荷

1. 物质的结构

(1)原子核及原子的组成:①原子核由带正电的_____和带正电的_____构成.②原子由带_____的原子核和带_____的电子组成,电子绕原子核高速旋转.③原子核的正电荷的数量与电子的负电荷的数量_____,所以整个原子对外界较远位置表现为_____.

(2)自由电子和离子:金属中离原子核最远的电子往往会脱离原子核的束缚而在金属中自由活动,这种电子叫做_____,失去这种电子的原子便成为带正电的_____.

2. 三种起电方式

(1)摩擦起电:当两个物体互相摩擦时,一些束缚得不紧的_____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_____电,失去电子的物体则带_____电.

(2)感应起电: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_____电荷,远离带电体的一端带_____电荷,这种现象叫做_____,利用静电感应使金属导体带电的过程叫做_____.

(3)接触起电:不带电的物体与带电的物体接触,能使不带电的物体带上同种电荷.两个完全相同的物体接触后,会使电荷量相等.

3. 两种电荷:用丝绸摩擦过的玻璃棒带_____,这是因为玻璃棒上的部分电子转移到了丝绸上;用毛皮摩擦过的橡胶棒带_____,这是因为毛皮上的部分电子转移到了橡胶棒上.

电荷守恒定律

一个与外界没有_____交换的系统,电荷的_____保持不变.

元电荷

1. 电荷量:电荷的_____叫电荷量.国际单位是库仑,简称库,用_____表示.正电荷的电荷量为_____值,负电荷的电荷量为_____值.

2. 元电荷:人们把_____的电荷量叫做元电荷,用_____表示.所有带电体的电荷量或者等于 e ,或者是 e 的整数倍,其中 $e=_____$.这就是说电荷量是不能_____的物理量,电荷量 e 的数值最早是由美国物理学家_____通过实验测得的.

3. 电子的比荷:电子的_____与电子的质量 m_e 的比值.电子的比荷为 $\frac{e}{m_e}=1.76 \times 10^{11} \text{ C/kg}$.

【自主探究】有人说质子或电子是元电荷,对吗?质子或电子的比荷相同吗?

课堂互动区

【要点例析】

知识点一 三种起电方式

1. 感应起电的操作步骤

①使带电体C(如带正电)靠近接触的两导体A、B



续表

②保持C不动,用绝缘工具分开A、B	
③移走C,则A带负电,B带正电	

2. 三种起电方式的比较

	摩擦起电	感应起电	接触起电
产生条件	两不同绝缘体摩擦时	导体靠近带电体时	导体与带电导体接触时
现象	两物体带上等量异种电荷	导体两端出现等量异种电荷,且电性与原带电体“近异远同”	导体上带上与带电体相同电性的电荷
原因	不同物质的原子核对核外电子的束缚能力不同而发生电子得失	导体中的自由电子受带正(负)电物体吸引(排斥)而靠近(远离)	电荷之间的相互排斥
实质	均为电荷在物体之间或物体内部的转移		

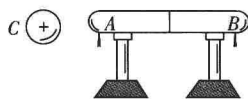
特别提示 (1)感应起电只适用于导体,绝缘体的电子因不能自由移动而不会感应起电。

(2)摩擦起电与感应起电的产生条件有两个主要不同点。

①材料不同:前者是绝缘体,后者是导体;②方式不同:前者必须接触,后者是靠近。

【典例研习1】

(2011 武汉调考)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,下列说法错误的是 ()



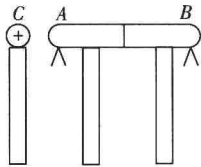
- A. A端金箔张开,B端金箔闭合
 B. 用手触摸枕形导体后,A端金箔仍张开,B端金箔闭合
 C. 用手触摸枕形导体后,将手和C都移走,两对金箔均张开
 D. 选项A中两对金箔分别带异种电荷,选项C中两对金箔带同种电荷

思路点拨: (1)感应起电并不是导体A、B中有新的电荷产生,而只是内部电荷的重新分布。

(2)人是导体,触摸时,A、B、人体和地球组成一个导体,A为近端物体,带异种电荷,地球则为远端,带同种电荷。

试解: _____。(做后再看答案,效果更好。)

【针对训练1-1】(2012 贵州湄潭中学高二测试)如图所示,A、B为相互接触的绝缘支柱支持的金属导体,开始它们不带电,在它们的下部贴有金属箔片,C是带正电的小球,下列说法中不正确的是 ()



- A. 把C移近导体A时,A、B上的金属箔片都张开
 B. 把C移近导体A,先把A、B分开,然后移去C,A、B上的金属箔片仍张开
 C. 先把C移走,再把A、B分开,A、B上的金属箔片仍张开
 D. 先把C移近导体A,用手接触B后,再移开C,则箔片仍张开

【知识点2】电荷守恒定律的理解

1. “中性”、“中和”的本质

电中性的物体是有电荷存在的,只是代数和为0,对外不显电性;电荷的中和是指电荷的种类异号、数量达到等量时,正负电荷代数和为0。

2. “总量”含义:指电荷的代数和。

3. 起电过程中电荷变化

不论哪一种起电过程都没有创造电荷,也没有消灭电荷。本质都是电荷发生了转移,即物体所带电荷的重新分配。

4. 守恒的广泛性

电荷守恒定律同能量守恒定律一样,是自然界中最基本的规律,任何电现象都不违背电荷守恒定律。

5. 金属导体内电荷的转移问题

金属导体内能自由移动的电荷是电子,所以两个金属导体接触起电的过程中电子转移的规律如下:

- (1)带正电荷的金属导体与带负电荷的金属导体接触,电子由带负电荷的金属导体转移到带正电荷的金属导体上;
 (2)带正电荷的金属导体与不带电的中性金属导体接触,电子由中性金属导体转移到带正电荷的金属导体上;
 (3)带负电荷的金属导体与不带电的中性金属导体接触,电子由带负电荷的金属导体转移到不带电的金属导体上。

特别提示 (1)相同的金属球带同种电荷,接触时总电荷量平分。

(2)相同的金属球带异种电荷,接触时先中和后将剩余电荷量平分。

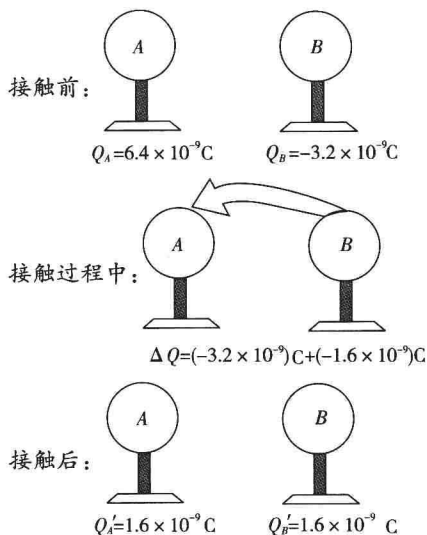
【典例研习2】

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?

审题:(1)两个完全相同的带电金属小球,接触后的带电情况应相同。

(2) $Q_A=6.4\times 10^{-9}\text{ C}$, $Q_B=-3.2\times 10^{-9}\text{ C}$,接触过程中电荷量少的小球B上的负电荷转移到A先与A球上的 $+3.2\times 10^{-9}\text{ C}$ 电荷中和,再从B上转移 $-1.6\times 10^{-9}\text{ C}$ 的电荷到A上,使两球带等量同种电荷。

画图:



自主解析:

误区警示 异种电荷的电荷量分配与同种电荷不同,应

用 $q_1'=q_2'=\frac{q_1+q_2}{2}$, 要注意代入的值有“+”、“-”号。

【针对训练 2-1】M、N 是两个原来都不带电的物体,它们相互摩擦后 M 带正电荷 $1.60\times 10^{-10}\text{ C}$,且它们与外界无电荷的转移,则下列判断中正确的是 ()

- A. 在摩擦前 M 和 N 的内部均无任何电荷
- B. 摩擦过程中电子从 M 转移到 N
- C. N 在摩擦后不一定带负电荷 $1.60\times 10^{-10}\text{ C}$
- D. M 在摩擦的过程中共失去 1.60×10^{-10} 个电子

温馨提示

学习至此, 敬请使用课时训练

第 2 节

库仑定律

课前学习区

【目标导航】

预习 导学	引入	演示实验:影响电荷间相互作用的因素
	掌握	- 适用条件:真空中点电荷 - 内容及表达式 - 库仑力方向的规定
预习 提示	应用	- 库仑定律 - 求多个点电荷间的库仑力 - 几个点电荷的动力学问题
	重点:库仑定律的理解和应用	难点:与静电力有关的动力学问题

【自主学习】

一 探究影响电荷间相互作用力的因素

实验原理	如图所示, $F=mg\tan\theta$, θ 变大, F 变大; θ 变小, F 变小
------	--

续表

方法(控制变量法)	探究电荷间作用力与距离的关系	探究电荷间作用力与电荷量的关系
实验操作	保持电荷量不变,改变悬点位置,从而改变两小球间距 r , 观察夹角 θ 的变化情况	使小球处于同一位置,改变小球带电荷量 q , 观察夹角 θ 的变化情况
实验现象	r 变大, θ _____ r 变小, θ _____	q 变大, θ _____ q 变小, θ _____
实验结论	电荷间的作用力与 _____ 有关,与 _____ 有关	

【自主探究 1】用软纸在两张透明塑料片上摩擦,然后把它们相互靠近,会发现两张塑料片相互排斥。

反复实验几次,说明它们相互排斥的原因以及它们之间的作用力可能跟哪些因素有关?

二 静电力与点电荷

1. 静电力: _____ 间的相互作用力叫静电力,也叫库仑力。

2. 点电荷的特点

- (1) 带电体间的距离比它们自身的大小 _____;
- (2) 带电体的形状、大小及电荷分布状况对电荷之间的 _____ 的影响可以忽略。

库仑定律

1. 内容

适用条件	真空中两个静止的_____
库仑力大小	与它们的电荷量的_____成正比 与它们的距离的_____成反比
库仑力方向	在它们的_____上,吸引或排斥

2. 表达式: $F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$, 式中 k 叫做静电力常量, k 的数值是_____.

【自主探究2】有人根据 $F = k \frac{q_1q_2}{r^2}$ 推出, 当 $r \rightarrow 0$ 时, $F \rightarrow \infty$, 这个结论对吗?

叠加原理

如果存在两个以上的点电荷, 两个点电荷之间的作用力不受其他点电荷的影响, 因此, 两个或两个以上点电荷对某一个点电荷的作用力, 等于各点电荷单独对这个电荷的作用力的_____.

课堂互动区

【要点例析】

知识点一 点电荷的理解

1. 点电荷是理想模型: 只有电荷量, 没有大小、形状的理想化模型, 类似于力学中的质点, 实际并不存在, 是一种科学的抽象, 其建立过程反映了一种分析处理问题的思维方式.
2. 带电体看成点电荷的条件: 带电体的形状和大小对所研究的问题有无影响, 若没有影响, 或影响可以忽略不计, 则带电体就可以看做点电荷.
3. 概念辨析

概念		
点电荷	带电体	元电荷
理想化模型, 没有大小、形状, 只带有电荷量, 当受到其他电荷的作用时不会引起电荷的分布变化, 相互作用规律遵从库仑定律	有一定体积、形状, 带有电荷的物体, 如果受到其他电荷的作用时, 一般会引起电荷在物体上的重新分布	是最小的电荷量, 不是带电体, $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$

知识点二 库仑定律的理解

1. 库仑定律的适用条件: 库仑定律只适用于真空中两个点电荷的相互作用, 在空气中也近似成立. 两个均匀带电球体相距较远时也可视为点电荷, r 应指两球体的球心距离.

2. 库仑力与万有引力的比较

力的名称 比较点	库仑力	万有引力
公式	$F = k \frac{q_1q_2}{r^2}$	$F = G \frac{m_1m_2}{r^2}$
不同点	存在于电荷间, 对于不同的电荷间有的是吸引力有的是排斥力	只要有质量就有引力, 因此称为万有引力
	库仑力与它们电荷量的乘积成正比	万有引力与它们质量的乘积成正比
	适用于真空中的点电荷	适用于质点
相似点	(1) 与距离的平方成反比 (2) 都遵从牛顿第三定律	

特别提示 对于微观粒子, 相互之间的静电力远远大于万有引力, 因此, 在研究微观粒子间的相互作用时, 万有引力可以忽略不计.

【典例研习1】

如图所示, 两个质量均为 m 的完全相同的金属球壳 a 和 b , 其壳层的厚度和质量分布均匀, 将它们固定于绝缘支柱上, 两球心间的距离 l 为球半径的 3 倍. 若使它们带上等量异种电荷, 使其电荷量的绝对值均为 Q , 那么关于 a 、 b 两球之间的万有引力 $F_{\text{引}}$ 和库仑力 $F_{\text{库}}$ 的表达式正确的是 ()

- A. $F_{\text{引}} = G \frac{m^2}{l^2}$, $F_{\text{库}} = k \frac{Q^2}{l^2}$ B. $F_{\text{引}} \neq G \frac{m^2}{l^2}$, $F_{\text{库}} \neq k \frac{Q^2}{l^2}$
C. $F_{\text{引}} \neq G \frac{m^2}{l^2}$, $F_{\text{库}} = k \frac{Q^2}{l^2}$ D. $F_{\text{引}} = G \frac{m^2}{l^2}$, $F_{\text{库}} \neq k \frac{Q^2}{l^2}$

【思路探究】(1) 两金属球能否看做质点?

(2) 两带电金属球能否看做点电荷?

试解: _____ (做后再看答案, 效果更好.)

思维总结 如果 a 、 b 为质量分布均匀的两个绝缘球体, 当上面带有均匀分布的电荷时, 两球既可做质点又可看做点电荷, 位于球心处.

【针对训练1-1】某星球带负电荷, 一电子粉尘悬浮在距星球表面 1 000 km 的地方, 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

知识点三 库仑定律的综合应用

1. 关于库仑力的计算

- (1) 明确研究对象 q_1 、 q_2 , 特别是电性和电荷量的关系;
- (2) 明确 q_1 、 q_2 之间的距离 r ;
- (3) 根据库仑定律 $F = k \frac{q_1q_2}{r^2}$ 列方程;
- (4) 根据同种电荷相斥, 异种电荷相吸确定力的方向.

2. 与库仑力相关的学科内综合问题

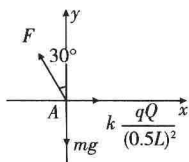
库仑定律给出了两个点电荷作用力的大小及方向,库仑力也是一种力,同样遵循力的合成与分解法则、共点力的平衡条件、牛顿运动定律等力学基本规律.因此,处理库仑力问题实际就是力学规律方法的合理迁移.

特别提示 三个电荷在库仑力作用下处于平衡状态时,三个电荷一定在同一直线上,且中间电荷的电性一定和两边电荷的电性相反.满足“三者共线,两大夹小,两同夹异,近小远大”.

【典例研习 2】

(2012 黄冈高二检测)如图所示,带电小球 A 用长为 L 的绝缘细线系于墙上一点 O ,A 受固定于墙上的另一带电小球 B 的排斥作用,使细线和墙面夹角成 30° ,小球 A、B 在同一水平面内,若小球 A 的质量为 m ,小球 B 的带电荷量为 $+Q$,则小球 A 的带电荷量是多少,电性怎样?(重力加速度为 g)

解析:由于 A、B 两球相互排斥,所以带有同种电荷——A 球带正电.根据 A 球受力建立坐标系如图所示.



A 球静止不动,所受合力为零

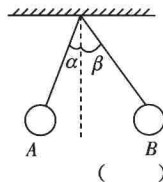
$$\text{在 } x \text{ 轴方向: } k \frac{qQ}{(\frac{1}{2}L)^2} = F \cdot \sin 30^\circ \quad ①$$

$$\text{在 } y \text{ 轴方向: } mg = F \cos 30^\circ \quad ②$$

$$\text{解 } ①② \text{ 式得: } q = \frac{mgL^2}{4\sqrt{3}kQ}$$

答案: $\frac{mgL^2}{4\sqrt{3}kQ}$ 正电

【针对训练 2-1】如图所示,大小可以不计的带有同种电荷的小球 A 和 B 互相排斥,静止时两球位于同一水平面,绝缘细线与竖直方向的夹角分别为 α 和 β ,且 $\alpha < \beta$,由此可知



- A. B 球带的电荷量较多
B. B 球质量较大
C. B 球受的拉力较大
D. 两球接触后,再静止下来,两绝缘细线与竖直方向的夹角变为 α' 、 β' ,则仍有 $\alpha' < \beta'$

温馨提示

学习至此, 敬请使用课时训练

第 3 节

电场强度

课前学习区

【目标导航】

预习 导学	从万有引力、库仑定律的相似思考超距力 引入 电场 应用 叠加原理 求场强 电场线描述 电场 理解 了解 掌握 掌握 电场强度 点电荷的电场 电场强度的叠加 电场线 场源电荷、试探电荷 定义、定义式、单位、方向 特点 几种情况
	重点: 电场强度及定义式、点电荷的电场、电场强度的叠加、电场线、匀强电场 难点: 电场强度的叠加

【自主学习】

一 电场

1. 概念: 电荷周围存在的一种特殊物质. 带电体间的相互作用是通过周围的电场发生的.

2. 本质: 场和分子、原子组成的实物一样具有能量和动量, 因而场与实物是物质存在的两种不同形式.

3. 静电场: _____ 的电荷产生的电场.

4. 基本性质: 对放入其中的电荷有 _____ 的作用.

二 电场强度

1. 试探电荷(检验电荷): 用来检验电场 _____ 及其强弱分布情况的电荷, 是研究电场的工具.

2. 场源电荷: 激发或产生我们正在研究的电场的电荷, 是电场的来源.

3. 电场强度

- (1) 概念: 放入电场中某一点的检验电荷受到的静电力跟它的电荷量的比值, 叫做该点的电场强度.

- (2) 物理意义: 表示电场的强弱和方向.

- (3) 公式: $E = \frac{F}{q}$.

- (4) 单位: 牛每库, 符号 _____, 另一个单位是伏每米, 符号 V/m , 有 $1 V/m = 1 N/C$.

- (5) 方向: 电场强度是矢量, 规定某点电场强度的方向与 _____ 在该点所受的静电力的方向相同. 负电荷在电场中某点所受的静电力的方向与该点的电场强度的方向 _____.

【自主探究1】在物理学中,常常用比值定义物理量,电场强度 $E = \frac{F}{q}$,有的同学认为电场强度 E 跟 F 成正比,跟 q 成反比,这种说法对吗?

三 点电荷的电场 电场强度的叠加

1. 真空中点电荷的电场强度

(1)大小计算式: $E = \frac{F}{q}$.

(2)方向:以 Q 为中心, r 为半径作一球面,则球面上各点的电场强度大小_____,当 Q 为正电荷时, E 的方向_____,当 Q 为负电荷时, E 的方向_____.

同一球面上的场强只是大小相等,方向并不相同.

2. 电场强度的叠加:如果场源是多个点电荷,则电场中某点的电场强度为各个点电荷单独在该点产生的电场强度的_____.

四 电场线

1. 概念:电场线是画在电场中的一条条有方向的曲线,曲线上每点的_____表示该点的电场强度方向. 电场线不是实际存在的线,而是为了形象地描述电场而_____的线.

2. 电场线的特点

(1)电场线从_____或_____出发,终止于_____或_____;

(2)电场线在电场中_____;

(3)在同一电场里,电场线_____的地方场强大.

【自主探究2】哪位科学家首先提出用电场线形象生动地描绘电场,电场线在电场中客观存在吗?

五 匀强电场

1. 概念:各点电场强度的大小_____,方向_____的电场.

2. 特点:匀强电场的电场线是_____的平行线.

课堂互动区

【要点例析】

知识点一 电场强度的理解

1. 试探电荷与场源电荷的比较

比较项 名称	定义	大小要求
试探电荷	用来检验电场是否存在及其强弱分布情况的电荷	尺寸必须充分小,放入电场后,不影响原电场
场源电荷	产生电场的电荷	无要求,可大可小

2. 两个场强公式 $E = \frac{F}{q}$ 与 $E = k \frac{Q}{r^2}$ 的比较

区别 公式	物理含义	引入过程	适用范围
$E = \frac{F}{q}$	是电场强度大小的定义式	$F \propto q$, 但 E 与 F 、 q 无关, E 反映某点处电场的性质	适用于一切电场
$E = k \frac{Q}{r^2}$	是真空中点电荷场强的决定式	由 $E = \frac{F}{q}$ 和库仑定律导出, E 由 Q 、 r 决定	在真空中,场源电荷 Q 是点电荷

【特别提示】电场中某点的电场强度仅与场源电荷及其在电场中的位置有关,与试探电荷的电荷量、电性及所受静电力 F 的大小无关,所以不能说 $E \propto F$, $E \propto \frac{1}{q}$.

【典例研习1】

点电荷 Q 产生的电场中有一点 A , 现在在 A 点放上一电荷量为 $q = 2 \times 10^{-8} \text{ C}$ 的试探电荷, 它受到的静电力为 $7.2 \times 10^{-5} \text{ N}$, 方向水平向左, 则:

(1)点电荷 Q 在 A 点产生的场强大小为 $E = \underline{\hspace{2cm}}$, 方向_____.

(2)若在 A 点换上另一电荷量为 $q' = -4 \times 10^{-8} \text{ C}$ 的试探电荷, 此时点电荷 Q 在 A 点产生的场强大小为 $E = \underline{\hspace{2cm}}$. 该试探电荷受到的静电力大小为_____, 方向_____.

【思路探究】(1)电场强度定义式怎样描述? 场强方向是如何规定的?

(2)电场中某处的场强大小和方向与试探电荷有关系吗? 它是由谁决定的?

试解:_____. (做后开看答案, 效果更好.)

【思维总结】电场中某点的电场强度由场源电荷 Q 决定, 与试探电荷 q 无关, 即无论有无试探电荷, 该点的电场强度固定不变.

【针对训练1-1】(2012 莆田一中高二上学期段考)关于电场, 下列说法中正确的是 ()

A. $E = F/q$, 若 q 减半, 则该处电场强度为原来的2倍

B. $E = k \frac{Q}{r^2}$ 中, E 与 Q 成正比, 与 r^2 成反比

C. 在以一点电荷为球心, r 为半径的球面上, 各处的场强相同

D. 电场中某点场强的方向就是该点所放电荷受到的静电力的方向

知识点二 电场强度的叠加

计算电场强度的几种方法:

1. 用定义式 $E = \frac{F}{q}$ 求解, 常用于涉及试探电荷或带电体的受力情况.

2. 用 $E=k\frac{Q}{r^2}$ 求解, 仅适用于真空中的点电荷产生的电场。
3. 利用叠加原理求解, 常用于涉及空间中存在几部分电荷的情景。
4. 根据对称性原理, 灵活利用假设法、分割法求解。

特别提示 场的叠加是一种解决问题的方法, 相当于等效替代。该点的实际电场强度等于几个场源单独存在时产生的电场强度的矢量和。

【典例研习 2】

如图所示, 真空中带电荷量分别为 $+Q$ 和 $-Q$ 的点电荷 A 、 B 相距 r , 求:

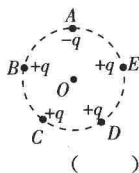
- (1) 两点电荷连线的中点 O 处的场强;
- (2) 在两点电荷连线的中垂线上距 A 、 B 两点都为 r 的 O' 点处的场强。

【思路探究】(1) O 点在 A 、 B 连线的中点处, 两场源电荷各自在 O 点处产生的场强有什么特点? 如何求合场强?

(2) O' 点处, 两场源电荷产生的场强是否相同? 如何求合场强?

自主解析:

【针对训练 2-1】如图所示, A 、 B 、 C 、 D 、 E 是半径为 r 的圆周上等间距的五个点, 在这些点上各固定一个点电荷, 除 A 点处的电荷量为 $-q$ 外, 其余各点处的电荷量均为 $+q$, 则圆心 O 处



- 场强大小为 $k\frac{q}{r^2}$, 方向沿 OA 方向
- 场强大小为 $k\frac{q}{r^2}$, 方向沿 AO 方向
- 场强大小为 $k\frac{2q}{r^2}$, 方向沿 OA 方向
- 场强大小为 $k\frac{2q}{r^2}$, 方向沿 AO 方向

知识点三 电场线的理解

1. 电场线与带电粒子在电场中的运动轨迹的比较

两线内容	电场线	运动轨迹
客观性	实际并不存在, 是为研究电场方便而人为引入的	粒子在电场中的运动轨迹是客观存在的
切线意义	曲线上各点的切线方向即为该点的场强方向, 同时也是正电荷在该点的受力方向, 即正电荷在该点产生加速度的方向	轨迹上每一点的切线方向即为粒子在该点的速度方向, 但加速度的方向与速度的方向不一定相同

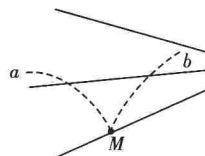
2. 几种常见电场线的比较

类型	图形	特点
点电荷的电场线		(1) 离点电荷越近, 电场线越密集, 场强越强。方向由点电荷指向无穷远, 或由无穷远指向点电荷 (2) 若以点电荷为球心作一个球面, 电场线处处与球面垂直, 在此球面上场强大小处处相等, 方向各不相同
等量异号点电荷形成的电场线		(1) 两点电荷连线上各点处, 电场线方向从正电荷指向负电荷, 中点场强最小, 越靠近点电荷场强越强 (2) 两点电荷连线的中垂面(中垂线)上, 电场线的方向均相同, 即场强方向均相同, 且总与中垂面(线)垂直 (3) 沿中垂线从 O 点到无穷远, 场强逐渐减弱
等量同号点电荷形成的电场线		(1) 两点电荷连线的中点 O 处场强为零, 此处无电场线, 中点 O 处附近的电场线非常稀疏, 但场强并不为零 (2) 两点电荷连线的中垂面(中垂线)上, 场强方向总沿面(线)远离 O (等量正电荷)或指向 O (等量负电荷) (3) 在中垂面(线)上从 O 点到无穷远处, 场强先变强后变弱

特别提示 (1) 带电粒子运动轨迹为曲线时, 带电粒子所受静电力沿电场线方向或反方向, 运动轨迹向所受静电力方向弯曲, 即带电粒子的运动轨迹总夹在力与速度之间。
(2) 仅在静电力作用下, 带电粒子运动轨迹和电场线重合的条件是: 电场线是直线; 带电粒子的初速度为零或初速度不为零但速度方向和电场线平行。

【典例研习 3】

实线为三条未知方向的电场线, 从电场中的 M 点以相同的速度飞出 a 、 b 两个带电粒子, a 、 b 的运动轨迹如图中的虚线所示(a 、 b 只受静电力作用), 则

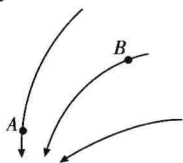


- a 一定带正电, b 一定带负电
- 电场力对 a 做正功, 对 b 做负功
- a 的速度将减小, b 的速度将增大
- a 的加速度将减小, b 的加速度将增大

试解: _____。(做后再看答案, 效果更好。)

思维总结 根据物体做曲线运动的特点,轨迹弯向所受合力方向的一侧,所以对电荷的运动问题,由轨迹的弯曲方向判断静电力的方向,由电场线的疏密判断加速度的大小,由静电力做功的情况判断速度的变化情况。

针对训练 3-1 如图所示是静电场的一部分电场线分布,下列说法中正确的是 ()



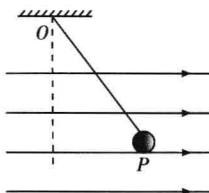
- A. 这个电场可能是负点电荷的电场
- B. 点电荷 q 在 A 点处受到的静电力比在 B 点处受到的静电力大
- C. 点电荷 q 在 A 点处的瞬时加速度比在 B 点处的瞬时加速度小(不计重力)
- D. 负电荷在 B 点处受到的静电力的方向沿 B 点切线方向

知识点四 静电场和力学知识的综合问题

涉及静电场和力学综合问题的解题思路同解力学问题的方法完全一样,只不过受力分析时多了静电力。可以用牛顿运动定律求解加速度,用动能定理求解速度,用运动学公式求位移、时间等,静电力作为一种力完全可以融入到力学的基本规律中去。

典例研习 4

如图所示,用 30 cm 的细线将质量为 4×10^{-3} kg 的带电小球 P 悬挂在 O 点下,当空中有方向为水平向右、大小为 1×10^4 N/C 的匀强电场时,小球偏转 37° 后处于静止状态。(sin $37^\circ = 0.6$, cos $37^\circ = 0.8$, g 取 10 m/s^2)



- (1) 分析小球的带电性质;
- (2) 求小球的带电荷量;
- (3) 分析若把细线剪断,小球做什么性质的运动。

思路点拨 对小球先受力分析及运动分析,然后根据平衡条件及牛顿第二定律列方程求解。

解析: (1) 对小球受力分析如图。所受静电力 F 与电场强度方向相同,所以小球带正电。

(2) 由平衡条件知 $F = Eq = mg \tan 37^\circ$

代入数据解得 $q = 3 \times 10^{-6} \text{ C}$

(3) 由受力分析可知静电力恒定、重力恒定,故其合力亦恒定, $F_{\text{合}} =$

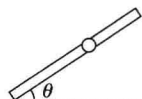
$mg / \cos 37^\circ = \frac{5}{4} mg$, 剪断细线后, 小球将做初速度为零的匀

加速直线运动, 加速度大小为 $a = \frac{F_{\text{合}}}{m} = \frac{5}{4} g = 12.5 \text{ m/s}^2$

答案: 见解析

针对训练 4-1 (2013 嘉兴一中高二月考) 光

滑绝缘细杆与水平面成 θ 角且固定不动, 杆上套有一带正电的小球, 质量为 m , 带电荷量为 q , 为使小球静止在杆上, 可加一匀强电场, 所加电场的场强满足什么条件时, 小球可在杆上保持静止 ()



- A. 垂直于杆斜向下, 场强大小为 $\frac{mg \cos \theta}{q}$
- B. 竖直向上, 场强大小为 $\frac{mg}{q}$
- C. 垂直于杆斜向下, 场强大小为 $\frac{mg \sin \theta}{q}$
- D. 水平向右, 场强大小为 $\frac{mg \cot \theta}{q}$

温馨提示

学习至此, 敬请使用课时训练

第 4 节

电势能和电势

自主学习

一 静电力做功的特点

静电力做的功只与电荷的_____位置和_____位置有关, 与电荷经过的_____无关, 可见静电力做功与重力做功相似。

二 电势能

1. 概念: 电荷在电场中具有的电势能。静电力做的功等于电势能的_____, 用公式表示 $W_{AB} =$ _____。
2. 与静电力做功的关系: 电荷在某点的电势能, 等于把它从这点移动到_____位置时静电力做的功。
3. 相对性: 电势能是相对的。通常把电荷在离场源电荷_____的电势能规定为 0, 或把电荷在_____上的电势能规定为 0。

课前学习区

目标导航

预习 导学	引入	如何从能量角度来描述电场?
	一条规律 三个概念	说明 静电力做功特点 会 电势能 定义、定义式 会 电势 定义、定义式 列举 常见电场的等势面
	应用	$\varphi = \frac{E_p}{q}$ 比较电势高低 等势面确定 电场线分布
预习 提示	重点:	静电力做功的特点及其与电势能变化的关系、电势的概念、等势面与电场线
	难点:	电势的相对性

【自主探究 1】电荷只在静电力作用下运动,电势能一定降低吗?

三 电势

1. 定义:电荷在电场中某一点的_____与它的电荷量的比值,叫做这一点的电势.
2. 定义式: $\varphi = \frac{E_p}{q}$.
3. 单位:_____,符号是 V.
4. 特点:
 - (1) 相对性:电场中各点电势的高低,与所选取的电势零点的位置有关.
 - (2) 标量性:电势是标量,只有大小,没有方向,但有正、负.
5. 与电场线的关系:沿电场线方向电势逐渐_____.

四 等势面

1. 定义:电场中_____的各点构成的面.
 2. 等势面的特点
 - (1) 在同一等势面上移动电荷时静电力_____.
 - (2) 电场线跟等势面_____,并且由电势_____的等势面指向电势_____的等势面.
- 【自主探究 2】等势面是怎样形象地描述电场的?

课堂互动区

【要点例析】

知识点一 静电力做功与电势能

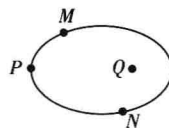
1. 静电力做功与电势能变化的关系 $W_{AB} = E_{pA} - E_{pB}$
 - (1) 静电力对电荷做了多少正功,电势能就减少多少.
 - (2) 静电力做了多少负功(电荷克服静电力做了多少功),电势能就增加多少.
2. 电势能与重力势能的类比

势能 比较内容	电势能	重力势能
系统	电荷和电场	物体和地球
大小的 相对性	电荷在某点的电势能等于把电荷从该点移到零势能位置时静电力做的功	物体在某点的重力势能等于把物体从该点移到零势能位置时重力做的功
变化大小 的量度	静电力的功是电势能变化大小的量度,静电力做的功等于电势能的减少量	重力的功是重力势能变化大小的量度,重力做的功等于重力势能的减少量
做功特点	做功多少只与始末位置有关,与经过的路径无关,且功等于势能的减少量	

特别提示 地球产生的重力场只会对物体产生引力,但电场中的电荷既可产生引力,也可产生斥力,所以计算静电力的功时要注意电荷的电性、移动的方向、电场强度的方向等,以便确定功的正负和电势能的变化情况.

【典例研习 1】

如图所示,带正电的点电荷固定于 Q 点,电子在库仑力作用下,以 Q 点为焦点做椭圆运动. M, N, P 为椭圆上的三点, P 点离 Q 点最远. 电子在从 M 点经 P 点到达 N 点的过程中



- 速率先增大后减小
- 动能先减小后增大
- 电势能先减小后增大
- 库仑力先做正功后做负功

试解:_____. (做后再看答案,效果更好.)

思维总结 静电力做正(负)功,电势能减少(增加),即 $W_{电} = E_{p1} - E_{p2}$.

【针对训练 1-1】如图所示, a, b 为某电场线 _____ 上的两点,那么以下结论正确的是 _____

- 把正电荷从 a 移到 b, 静电力做正功, 电荷的电势能减小
- 把负电荷从 a 移到 b, 静电力做负功, 电荷的电势能减小
- 把负电荷从 a 移到 b, 静电力做正功, 电荷的电势能增加
- 不论正电荷还是负电荷, 从 a 到 b 电势能逐渐降低

知识点二 电势的理解

1. 对电势的理解

- (1) 电势的相对性:电势是相对的,由公式 $\varphi = \frac{E_p}{q}$ 可知,由于同一电荷在电场中同一位置的电势能 E_p 具有相对性,因而电场中某点的电势也具有相对性,也就是说电场中某点的电势跟电势(能)零点位置的选取有关. 在物理学的理论研究中常取离场源电荷无限远处的电势为零,在实际应用中常取大地的电势为零.
- (2) 电势是标量:电势的正值表示该点的电势高于电势零点;负值表示该点的电势低于电势零点. 显然,电势的正、负号只表示大小,不表示方向. 当规定无限远处为电势零点后,正电荷产生的电场中各点的电势均为正值,负电荷产生的电场中各点的电势均为负值,且越靠近正电荷的地方电势越高,越靠近负电荷的地方电势越低.
- (3) 电势的固有性:电势是表征电场能的性质的物理量,仅与电场中某点有关,与静电力做功的值及试探电荷的电荷量、电性无关,定义式 $\varphi = \frac{E_p}{q}$ 类似于电场强度定义式 $E = \frac{F}{q}$,也是比值定义式.

2. 概念辨析

(1) 电势与电势能

	电势 φ	电势能 E_p
物理意义	反映电场能的性质的物理量	电荷在电场中某点所具有的势能
相关因素	电场中某一点的电势 φ 的大小, 只跟电场本身有关, 跟点电荷 q 无关	电势能大小是由点电荷 q 和该点电势 φ 共同决定的
大小	电势沿电场线逐渐下降, 取定电势零点后, 某点的电势高于零者, 为正值; 某点的电势低于零者, 为负值	正点电荷 ($+q$): 电势能的正负跟电势的正负相同. 负点电荷 ($-q$): 电势能的正负跟电势的正负相反
单位	伏特, V	焦耳, J
联系	$E_p = q\varphi$	

(2) 电势与电场强度

	电势 φ	电场强度 E
物理意义	描述电场能的性质	描述静电力的性质
定义	① 电场中某点的电势等于放在该点的电荷具有的电势能与它所带电荷量的比值 ② $\varphi = \frac{E_p}{q}$, φ 在数值上等于单位正电荷在电场中该点具有的电势能	① 电场中某点的场强等于放在该点的点电荷所受的静电力 F 跟点电荷电荷量 q 的比值 ② $E = \frac{F}{q}$, E 在数值上等于单位正电荷在该点所受到的静电力
矢标性	标量	矢量
单位	V	N/C
联系	① 沿着电场强度的方向电势降落最快 ② 大小之间不存在任何关系. 电势为零的点, 场强不一定为零; 电势高的地方, 场强不一定大; 场强为零的地方, 电势不一定为零; 场强大的地方, 电势不一定高	

特别提示 当涉及 φ 、 E_p 、 q 三者关系的时候, 一定要考虑三者的正负号问题.

【典例研习 2】

(2013 汕头市潮阳区城郊中学期中) 带电荷量为 1.0×10^{-2} C 的粒子, 在电场中先后飞过 A、B 两点, 飞过 A 点时的动能为 10 J, 飞过 B 点时的动能为 40 J. 已知 A 点的电势为 -700 V, (不计粒子的重力). 求:

- (1) 电荷从 A 到 B 静电力做多少功?
- (2) 带电粒子在 A 点的电势能是多少?
- (3) B 点的电势是多少?

【思路探究】(1) 粒子在电场中先后飞过 A、B 两点过程中有哪些力在做功? 如何应用粒子在 A、B 两点的动能这个条件?

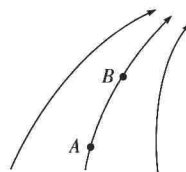
(2) 如何求解 A、B 点的电势能?

自主解析:

思维总结 在利用 $W_{AB} = E_{pA} - E_{pB}$, $E_p = q\varphi$ 计算时, 往往将各物理量的正负符号一并带入计算.

【针对训练 2-1】(2013 揭阳一中高二上学期段考) 如图所示的电场中有 A、B 两点, 下列判断正确的是 ()

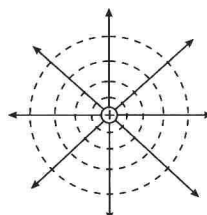
- 电势 $\varphi_A > \varphi_B$, 场强 $E_A > E_B$
- 电势 $\varphi_A > \varphi_B$, 场强 $E_A < E_B$
- 将电荷量为 q 的正电荷从 A 点移到 B 点, 静电力做正功, 电势能增加
- 将电荷量为 q 的负电荷分别放在 A、B 两点, 电荷具有的电势能 $E_{pA} > E_{pB}$



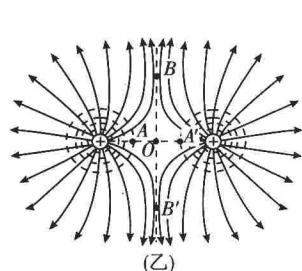
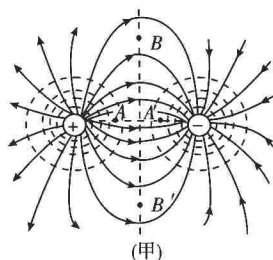
知识点三 等势面与电场线

1. 几种常见电场的等势面

(1) 点电荷电场: 等势面是以点电荷为球心的一簇球面, 越向外越稀疏, 如图所示.

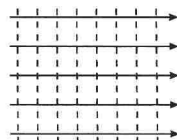


(2) 等量异种点电荷的电场: 是两簇对称曲面, 两点电荷连线的中垂面是一个等势面, 如图(甲)所示. 在从正电荷到负电荷的连线上电势逐渐降低 $\varphi_A > \varphi_{A'}$, 在中垂线上 $\varphi_B = \varphi_{B'}$.



(3) 等量同种点电荷的电场: 是两簇对称曲面, 如图(乙)所示, 在 AA' 线上 O 点电势最低; 在中垂线上, O 点电势最高, 向两侧电势逐渐降低, A、A' 和 B、B' 对称等势.

(4) 匀强电场: 等势面是与电场线垂直、间隔相等、相互平行的一簇平面, 如图所示.



2. 等势面与电场线的区别与联系

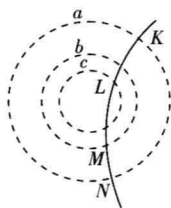
	电场线	等势面
物理意义	形象描述电场强度的强弱	形象描述电场中各点电势的高低
来源	从正电荷发出,终止于负电荷	电场中电势相同的各点构成的面
图线特点	带箭头的不闭合的曲线,两电场线不相交	可以闭合,也可以不闭合,不同等势面不相交
描述电场	曲线上某一点的切线方向为场强方向,疏密表示场强大小	等势面的垂线方向为场强方向,等差等势面的疏密表示场强大小
做功情况	电荷沿电场线移动时静电力必做功	电荷沿等势面移动时静电力不做功
联系	(1)沿电场线方向电势降低 (2)电场线与等势面垂直	

特别提示 (1)已知等势面的情况时,可作等势面的垂线来确定电场线,并由“电势降低”的方向确定电场线方向。
(2)已知电场线时,可作电场线的垂线来确定等势面,并由“沿电场线方向电势降低”确定等势面的电势高低。

【典例研习 3】

如图所示,虚线同心圆是一簇某静电场中的等势面,其电势分别是 φ_a 、 φ_b 和 φ_c ,一带正电粒子射入电场中,运动轨迹如图中实线 KLMN 所示。由图可知 ()

A. 粒子从 K 到 L 的过程中,静电力做正功,电势能减小



B. 粒子从 L 到 M 的过程中,静电力做负功,电势能增加

C. $\varphi_a > \varphi_b > \varphi_c$

D. $\varphi_a < \varphi_b < \varphi_c$

【思路探究】(1)能否判断出场源电荷的带电性质? 如何判断?

(2)沿电场线方向电势如何变化?

试解: (做后再看答案,效果更好。)

思维总结 粒子在同一等势面上的电势能是相等的,从同一等势面上的不同点移动电荷到某一点,静电力做功是相同的。

【针对训练 3-1】孤立点电荷电场中的一簇等

势面如图中虚线所示,其电势分别为 φ_1 、 φ_2 、 φ_3 ,其中 A、B、C 是某电场线与这簇等势面的交点,且 $AB=BC$ 。现将一负电荷由 A 移

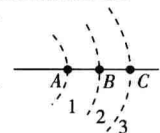
到 B,静电力做正功 W_1 ;再由 B 移至 C,静电力做正功 W_2 ,则 ()

A. $W_1=W_2$, $\varphi_1 < \varphi_2 < \varphi_3$

B. $W_1=W_2$, $\varphi_1 > \varphi_2 > \varphi_3$

C. $W_1 > W_2$, $\varphi_1 < \varphi_2 < \varphi_3$

D. $W_1 < W_2$, $\varphi_1 > \varphi_2 > \varphi_3$



>>> 温馨提示

学习至此, 敬请使用课时训练

>>>>>>>>

第 5 节

电势差

【自主学习】

一 电势差

- 定义: 电场中两点间 _____ 的差值。
- 定义式: $U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q}$ 。
- 单位: 与电势单位相同, 国际单位是伏特, 符号为 V。
- 标矢性: 电势差是标量, 但有正、负值, $U_{AB} > 0$ 时表示 A 点电势比 B 点电势 _____。

【自主探究 1】计算电势的变化量——电势差时, 是不是也是用末状态的值减去初状态的值?

二 电势差与静电力做功的关系

- 推导: $W_{AB} = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l}$, $E_{pA} = \int_A^\infty \vec{E} \cdot d\vec{l}$, $E_{pB} = \int_B^\infty \vec{E} \cdot d\vec{l}$ } $\Rightarrow W_{AB} = E_{pA} - E_{pB} \Rightarrow U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q}$ 。

课前学习区

【目标导航】

预习 导学	引入: 由高度、高度差类比思考: 电势与电势的差值 说出: 概念 会: 公式 应用: 两个公式 正、负值含义 静电力做功、电势、电势差之间的分析和计算
预习 提示	重点: 电势差与静电力做功的关系、公式 $U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q}$ 的理解和应用 难点: 电势差与电势的比较

2. 结论: 静电力做功与路径无关, 只与初、末位置的电势差有关.

【自主探究 2】重力场中高度差与重力做功的关系是怎样的?

课堂互动区

要点例析

知识点一 电势差的理解

1. 电势差

(1) 公式: $U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B$, $U_{BA} = \varphi_B - \varphi_A$, $U_{AB} = -U_{BA}$.

(2) 标矢性: 电势差是标量, 但电势差有正、负值. 电势差的正、负值表示电场中两点电势的高低, 如 $U_{AB} = -6 \text{ V}$, 表示 A 点的电势比 B 点的电势低 6 V.

2. 电势差与电势的比较

	电势	电势差
定义	电势能与电荷量比值: $\varphi = \frac{E_p}{q}$	静电力做功与电荷量比值: $U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q} = \varphi_A - \varphi_B$
决定因素	由电场和在电场中的位置决定	由电场和场内两点位置决定
相对性	有, 与势能零点选取有关	无, 与势能零点选取无关
数值关系	$U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B$, 当 $\varphi_B = 0$ 时, $U_{AB} = \varphi_A$	
标矢性	都是标量, 但均具有正、负	
物理意义	均是描述电场能的性质的物理量	

【特别提示】电场中两点间的电势差, 由电场本身及两点间的位置决定, 对于确定的电场, 即便不放入电荷, 任何两点间的电势差都是确定的.

【典例研习 1】

(2012 临沂一中高二检测) 一带电荷量 $q = -3 \times 10^{-6} \text{ C}$ 的点电荷, 从电场中的 A 点移到 B 点时, 克服静电力做功 $6 \times 10^{-4} \text{ J}$, 从 B 点移到 C 点时静电力做功 $9 \times 10^{-4} \text{ J}$. 求:

(1) AB、BC、CA 间电势差各为多少?

(2) 如果 B 点电势为零, 则 A、C 两点的电势各为多少? 电荷在 A、C 两点的电势能各为多少?

【思路探究】(1) 克服静电力做功, 说明静电力做正功还是负功?

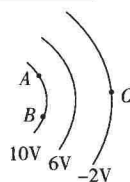
(2) 利用公式 $U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q}$ 时各物理量的正、负号需要代入吗?

(3) U_{AB} 与 U_{BA} 是否相同?

自主解析:

【思维总结】对电势差要注意角标的排序, 如: $U_{AB} = -U_{BA}$, $U_{AB} + U_{BC} + U_{CA} = U_{AD}$.

【针对训练 1-1】如图所示, 某电场的等势面用实线表示, 各等势面的电势分别为 10 V、6 V 和 -2 V, 则 $U_{AB} =$ _____, $U_{BC} =$ _____, $U_{CA} =$ _____.



知识点二 电势差与静电力做功关系的理解及应用

正确理解和应用电势差公式 $U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q}$

1. $U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q}$ 中, W_{AB} 为 q 从初位置 A 移动到末位置 B 时静电力做的功, W_{AB} 可为正值, 也可为负值, q 为电荷所带电荷量, 正电荷取正值, 负电荷取负值.

2. 公式 $U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q}$ 不能认为 U_{AB} 与 W_{AB} 成正比、与 q 成反比, 只是可以利用 W_{AB} 、 q 来测量 A、B 两点间电势差 U_{AB} .

3. 由 $U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q}$ 可以看出, U_{AB} 在数值上等于单位正电荷由 A 点移到 B 点时静电力所做的功 W_{AB} . 若移动单位正电荷做正功, 则 U_{AB} 为正值; 若移动单位正电荷做负功, 则 U_{AB} 为负值.

4. 公式 $W_{AB} = qU_{AB}$ 适用于任何电场, U_{AB} 为电场中 A、B 两点间的电势差, W_{AB} 仅是静电力做的功, 式中各量均有正负, 计算中 W 与 U 的角标要对应, 即: $W_{AB} = qU_{AB}$, $W_{BA} = qU_{BA}$.

【特别提示】(1) 用 $W_{AB} = qU_{AB}$ 求静电力做功时, 不便考虑静电力的大小和电荷移动的路径, 只与初末位置和移动的电荷有关.

(2) 若系统中只有静电力做功的情况下, 电势能和动能相互转化过程中总量保持不变.

【典例研习 2】

(2012 烟台一中高二检测) 如图所示, 匀强电场中 A、B、C 三点构成一个直角三角形, 把电荷量 $q = -2 \times 10^{-10} \text{ C}$ 的点电荷由 A 点移到 B 点, 静电力做功 $4.8 \times 10^{-8} \text{ J}$, 再由 B 点移到 C 点, 电荷克服静电力做功 $4.8 \times 10^{-8} \text{ J}$, 取 B 点的电势为零, 求 A、C 两点的电势.