全品
— SINCE 1992 —

教育图书 功能学具 学生之家

基础教育行业专研品牌

30+年专注教育行业

全品学练考

主编 肖德好

导学案

高中物理

必修第三册 YJ

天津出版传媒集团
天津人民出版社

目录 Contents

01 第一章　静电场的描述
PART ONE

第一节　静电现象　导 117

第二节　库仑定律　导 120

第 1 课时　库仑定律　导 120

第 2 课时　有库仑力参与的力学问题　导 121

第三节　电场　电场强度　导 123

第 1 课时　电场　点电荷的电场　导 123

第 2 课时　电场线　导 125

习题课：电场的力的性质　导 127

第四节　电势能与电势　导 129

第 1 课时　电势能与电势　导 129

第 2 课时　等势面及其应用　导 132

第五节　电势差及其与电场强度的关系　导 134

习题课：电场的能的性质　导 136

02 第二章　静电场的应用
PART TWO

第一节　电容器与电容　导 139

第 1 课时　电容器与电容　实验：观察电容器的充放电现象　导 139

第 2 课时　平行板电容器的电容　导 143

第二节　带电粒子在电场中的运动　导 145

第 1 课时　带电粒子在电场中的运动（一）　导 145

第 2 课时　带电粒子在电场中的运动（二）　导 147

※习题课：带电粒子在电场与重力场中的运动　导 150

第三节　静电的利用与防护　导 152

03 第三章　恒定电流
PART THREE

第一节　导体的伏安特性曲线　导 155

第二节　决定导体电阻大小的因素　导 157

第三节　测量金属丝的电阻率　导 159
第 1 课时　测量工具的使用及实验电路的基础设计　导 159
第 2 课时　实验：用伏安法测定金属丝的电阻率　导 162
第四节　电阻的串联和并联　导 164
※专题课：测量电阻的其他方法　导 167

04 第四章　闭合电路
PART FOUR

第一节　常见的电路元器件　导 171
第二节　闭合电路的欧姆定律　导 173
※习题课：闭合电路欧姆定律的应用　导 175
第三节　测量电源的电动势和内阻　导 176
第 1 课时　伏安法测电源的电动势和内阻　导 176
第 2 课时　安阻法和伏阻法测电源的电动势和内阻　导 178
第四节　练习使用多用电表　导 181
第 1 课时　多用电表的原理及使用　导 181
第 2 课时　多用电表的读数　利用多用电表测“黑箱”内的元件和常见电路故障检测　导 183
第五节　家庭电路与安全用电　导 185

05 第五章　电能与能源的可持续发展
PART FIVE

第一节　电路中的能量　导 187
第 1 课时　电功和电热　导 187
第 2 课时　闭合电路的功率及电源效率问题　两种 U-I 图像的综合应用　导 189
第二节　能源的利用方式　导 190
第三节　能量的转化与守恒　导 190
第四节　能源与环境　导 190

06 第六章　电磁现象与电磁波
PART SIX

第一节　磁现象与磁场　导 193
第二节　磁感应强度　导 196
第三节　电磁感应现象　导 198
第四节　电磁波及其应用　导 200
第五节　量子化现象　导 203

◆ 参考答案　导 205

第一章　静电场的描述

第一节　静电现象

学习任务一　各种起电方式

[教材链接] 阅读教材，完成下列填空：

1. 电荷：物体有了吸引轻小物体的性质，就说它带了电，或者说带了电荷.

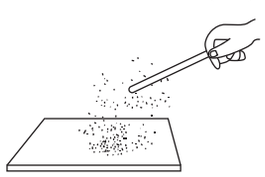
2. 物体的三种起电方式

(1)摩擦起电：经摩擦后的塑料直尺会吸引碎纸屑，这是因为经过摩擦的塑料直尺带上了电而对碎纸屑有了吸引力，这种用摩擦的方法使物体带电的过程叫作_____. 相互摩擦的两个物体一般选择不同的材料，比如丝绸和玻璃棒、毛皮和硬橡胶棒等.

(2)传导起电：带电物体与不带电物体通过电荷_____，使原来不带电物体带上电荷.

(3)静电感应：由于电荷间相互吸引或排斥，导体靠近带电体的一端带_____，远离带电体的一端带_____，这种由于受附近带电体影响而引起导体中正负电荷重新分布的现象叫作_____. 利用静电感应使金属导体带电的过程叫作感应起电.

例 1 [2024·深圳期末] 如图所示，在某次实验中老师用丝绸摩擦过的玻璃棒(带正电)去吸引细碎的锡箔屑，发现锡箔屑被吸引到玻璃棒上后又迅速向空中散开，下列说法正确的是 (　　)



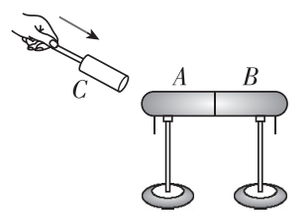
A. 锡箔屑被吸引后会因为获得电子而带负电

B. 散开时锡箔屑带负电

C. 最后锡箔屑散开主要是因为碰撞

D. 散开时锡箔屑带正电

例 2 [2024·北大附中月考] 如图所示，两个不带电的导体 A 和 B，用一对绝缘柱支撑使它们彼此接触. 把一带正电荷的物体 C 置于 A 附近，贴在 A、B 下部的金属箔都张开 (　　)



A. 此时 A 带正电，B 带负电

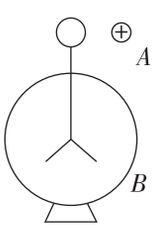
B. 此时 A 带正电，B 带正电

C. 移去 C，贴在 A、B 下部的金属箔都闭合

D. 先把 A 和 B 分开，然后移去 C，贴在 A、B 下部的金属箔都闭合

[反思感悟]

变式 1 [2024·广州期末] 如图所示，用起电机使金属球 A 带上正电荷，并靠近验电器 B，则 (　　)



A. 验电器金属箔不张开，因为金属球 A 没有和验电器上的金属小球接触

B. 验电器金属箔张开，因为整个验电器都感应出了正电荷

C. 验电器金属箔张开，因为整个验电器都感应出了负电荷

D. 验电器金属箔张开，因为验电器的金属箔上感应出了正电荷

[反思感悟]

学习任务二　元电荷

[教材链接] 阅读教材，完成下列填空：

1. 电荷量

(1)定义：物体所带电荷数量的多少叫作_____，简称电量，常用符号 Q 或 q 表示.

(2)单位：在国际单位制中，电荷量的单位是_____，简称库，符号是 C.

(3)两种电荷

自然界中存在两种电荷：_____. 我们把用丝绸摩擦过的玻璃棒所带的电荷叫作_____，用毛皮摩擦过的硬橡胶棒所带的电荷叫作_____. 电子带有最少的负电荷，质子带有最少的正电荷，它们的电量的绝对值相等.

2. 元电荷

(1)定义:电子的电量最早是由美国物理学家密立根通过油滴实验测定的,实验还发现,任何油滴所带的电量都等于电子或质子所带电量的整数倍,因此,人们把一个电子(或质子)所带电量的绝对值叫作元电荷,用 e 表示,在科学研究中,常常用元电荷作为电量的单位.

(2)取值:元电荷的精确值 $e=1.602\ 176\ 462(83)\times10^{-19}$ C.在通常的计算中,可取 $e=1.60\times10^{-19}$ C.

3. 比荷:电子的电量 e 与电子的质量 m 之比,叫作电子的比荷.电子的质量 $m_e=9.11\times10^{-31}$ kg,因此,电子的比荷 $\frac{e}{m}=1.76\times10^{11}$ C/kg.

例 3 [2024·珠海实验中学月考] 关于元电荷,下列说法中不正确的是 (　　)

A. 元电荷实质上是指电子和质子本身

B. 所有带电体的电荷量一定等于元电荷的整数倍

C. 元电荷的值通常取 $e=1.60\times10^{-19}$ C

D. 电荷量 e 的数值最早是由物理学家密立根用实验测得的

例 4 [2024·佛山期末] 现代理论认为,反质子的质量与质子相同,约为电子质量的 1836 倍.若 $m_e=0.91\times10^{-30}$ kg,$e=1.6\times10^{-19}$ C,求反质子的比荷.

【要点总结】

(1)元电荷是最小的电荷量,而不是实物粒子,元电荷无正、负之分.

(2)虽然质子、电子的电荷量等于元电荷,但不能说质子、电子是元电荷.

(3)元电荷是电荷量的最小单位,所有带电体所带电荷量的绝对值,都是元电荷的整数倍.

(4)e 表示的是电荷量的绝对值,所以电子所带电荷量表示为 $-e$.

学习任务三　电荷守恒定律　静电现象的解释

[教材链接] 阅读教材,完成下列填空:

1. 原子的结构与起电本质

(1)原子的结构:原子由原子核和绕核运动的电子组成.原子核带_____,核外电子带_____.原子核的正电荷数与核外电子的负电荷数相等,所以整个原子呈电中性.

(2)物体起电的本质:物体带电的过程实际上就是_____的过程,从而使物体内的正电荷数与负电荷数不再相等,这时物体就带电了.

2. 电荷守恒定律

内容:电荷既不能被创造,也不能被消灭,它们只能从一个物体_____到其他物体,或者从物体的一部分转移到另一部分,在任何转移的过程中,电荷的总量保持不变.这个规律叫作_____.

3. 三种起电方式的比较

(续表)

起电方式	起电原因	科学本质
摩擦起电	不同物质的原子核束缚电子的能力不同,失去电子的带正电,得到电子的带负电,两个相互摩擦的物体分别带上等量异种电荷	不同材料的物体间的电子转移
传导起电	导体通过接触,传导带电体中的电荷,平衡后,各接触物上带同种电荷	不同导体间的电荷转移
感应起电	原中性的导体靠近带电体时,由于同种电荷相互排斥,异种电荷相互吸引,导体内跟带电体同性的电荷受排斥作用移到远离的一端,异性的电荷受吸引作用移到靠近的一端,导体中的正负电荷分开	同一导体不同部分间的电荷转移

例 5 [2024·广州期末] 下列说法正确的是 (　　)

A. 静电感应是电子从一个物体转移到另一个物体或从物体的一部分转移到另一部分

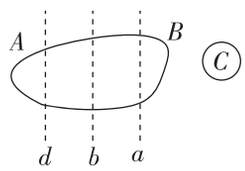
B. 两个带异种电荷的导体接触后可能仍带异种电荷

C. 摩擦使不带电的物体带电了,因此该过程创造了电荷

D. 带电体所带电荷量可以是任意值

例 6 有三个相同的金属小球 A、B、C，其中 A 小球带有 3×10^{-3} C 的正电荷，B 小球带有 2×10^{-3} C 的负电荷，小球 C 不带电. 先让小球 C 与小球 A 接触后分开，再让小球 B 与小球 A 接触后分开，最后让小球 B 与小球 C 接触后分开，试求这时三个小球的带电荷量分别为多少.

变式 2 [2024·吉林长春期中] 如图所示，左边是一个原来不带电的导体，右边 C 是后来靠近的带正电的导体球，若用绝缘工具沿图示某条虚线将导体切开，分导体为 A、B 两部分，这两部分所带电荷量的数值分别为 Q_A、Q_B，则下列结论正确的是 (　)



A. 沿虚线 d 切开，A 带负电，B 带正电，且 $Q_A>Q_B$

B. 只有沿虚线 b 切开，才有 A 带正电，B 带负电，且 $Q_A=Q_B$

C. 沿虚线 a 切开，A 带正电，B 带负电，且 $Q_A<Q_B$

D. 沿任意一条虚线切开，都有 A 带正电，B 带负电，而 Q_A、Q_B 的关系与所切的位置无关

【要点总结】

1. 电荷的分配规律

(1)在两小球接触时，电荷先中和后分配.

(2)两个完全相同的金属球接触后再分开，电荷的分配规律：

①若两球带同种电荷，电荷量分别为 Q_1 和 Q_2，则接触后两球的电荷量相等. $Q_1'=Q_2'=\dfrac{Q_1+Q_2}{2}$.

②若两球带异种电荷，电荷量分别为 Q_1 和 $-Q_2$，则接触后两球的电荷量相等. $Q_1'=Q_2'=\dfrac{Q_1-Q_2}{2}$.

随堂巩固

1. (起电方式)[2024·珠海期末] 在物理课堂上老师用易拉罐和气球演示静电现象，如图所示，充气后的气球在头发上摩擦后带负电，再靠近不带电的空易拉罐，在气球未接触空易拉罐的情况下，可观察到空易拉罐会朝气球方向滚动，关于这一现象，下列说法正确的是 (　)



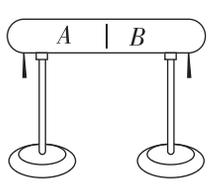
A. 上述过程经历了摩擦起电、感应起电两个过程

B. 空易拉罐远离气球的一侧带正电

C. 空易拉罐在气球靠近后整体带正电，所以被带负电的气球吸引

D. 气球对空易拉罐远、近两侧的作用力大小相等

2. (感应起电)[2024·上海浦东期末] 如图所示，不带电的枕形导体的 A、B 两端各连有一对金属箔，当带正电的小球 C 靠近 A 端时 (　)



A. A 端聚集负电荷，A 端的金属箔张开

B. B 端聚集负电荷，B 端的金属箔张开

C. 用手触摸枕形导体后，移走 C，导体带上正电荷

D. 用手触摸枕形导体后，移走 C，导体依然不带电

3. (对元电荷的理解)[2024·深圳期末] 保护知识产权，抵制盗版，是我们每个公民的责任与义务. 盗版书籍影响我们的学习效率，甚至会给我们的学习带来隐患. 小华同学有一次不小心购买了盗版的物理参考书，做练习时，他发现有一个带电粒子的电荷量数字看不清，他只能看清是 6._____$\times10^{-18}$ C，拿去问老师，如果你是老师，你认为该带电粒子的电荷量可能是 (　)

A. 6.2×10^{-18} C　　B. 6.4×10^{-18} C

C. 6.6×10^{-18} C　　D. 6.8×10^{-18} C

4. (电荷守恒定律)东汉王充在《论衡·乱龙篇》中有“顿牟掇芥，磁石引针”的描述，显示了中国古人对电磁的正确认知. “顿牟掇芥”意思是玳瑁的壳经摩擦后会产生静电，可以吸引芥一类的轻小物体. 下列说法正确的是 (　)

A. 玳瑁壳摩擦后创造了电荷

B. 玳瑁壳摩擦后转移了电荷

C. 玳瑁壳摩擦后一定带正电

D. 轻小物体原本一定也带电

第二节　库仑定律

第1课时　库仑定律

学习任务一　点电荷

[教材链接] 阅读教材，完成下列填空：

1. 静电力：静止电荷之间的相互作用力称为_____.

2. 点电荷

(1)点电荷：如果一个带电体本身的几何大小比它与其他带电体的距离_____，那么在研究它与其他带电体的相互作用时，电荷在带电体上的_____可以忽略，即可以把带电体抽象成一个点，这个_____称为点电荷. 点电荷是一种_____物理模型.

(2)带电体看成点电荷的条件：带电体本身的大小是否比它们之间的距离_____.

例1 [2024·福建宁德期中] 关于点电荷的说法正确的是 (　　)

A. 点电荷是理想化的物理模型

B. 实际存在的电荷都是点电荷

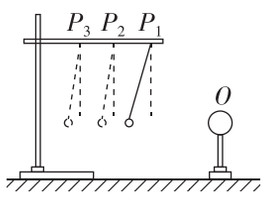
C. 小的带电体一定是点电荷

D. 大的带电体不能看成是点电荷

[反思感悟]

学习任务二　影响静电力的因素

例2 (多选)如图所示，O 是一个带电的物体，若把系在丝线上的带电小球先后挂在横杆上的 P_1、P_2、P_3 位置，可以比较小球在不同位置所受带电物体的作用力的大小，这个力的大小可以通过丝线偏离竖直方向的角度 θ 显示出来(小球与物体 O 在同一水平线上). 若物体 O 的电荷量用 Q 表示，小球的电荷量用 q 表示，物体与小球间的距离用 d 表示，物体和小球之间的作用力大小用 F 表示. 则下列对该实验的判断正确的是 (　　)



A. 可用控制变量法，探究 F 与 Q、q、d 的关系

B. 保持 Q、q 不变，减小 d，则 θ 变大，说明 F 与 d 成反比

C. 保持 Q、d 不变，减小 q，则 θ 变小，说明 F 与 q 有关

D. 保持 q、d 不变，减小 Q，则 θ 变小，说明 F 与 Q 成正比

学习任务三　库仑定律的理解及应用

[教材链接] 阅读教材，完成下列填空：

1. 库仑定律

(1)定义：_____通过_____研究得到：在真空中两个静止点电荷之间的相互作用力，其大小与它们的电量 q_1、q_2 的乘积成正比，与它们之间距离 r 的二次方成反比. 作用力的方向在它们的连线上，这个规律称为_____，电荷之间的这种相互作用力称为_____，也称为_____.

(2)公式：$F=k\dfrac{q_1q_2}{r^2}$，其中 k 是一个常量，叫_____，国际单位制中，取值 $k=9.0\times10^9\ \mathrm{N\cdot m^2/C^2}$，$k$ 值的物理意义：表示真空中静止的两个相距为 1 m、电量都为 1 C 的点电荷的静电力大小为 9.0×10^9 N.

(3)适用范围：_____、_____.

例3 [2024·汕头期末] 真空中两个固定的带电金属小球 A 和 B 可视为点电荷，两小球之间的静电力大小为 F. 现使 A 和 B 的电荷量都增大到原来的 2 倍，则它们之间的静电力大小变为 (　　)

A. F　　B. $4F$　　C. $8F$　　D. $16F$

[反思感悟]

变式1 两个半径均为 R 的金属球所带电荷量分别为 Q_1 和 Q_2，当两球球心距离为 $3R$ 时，相互作用的库仑力为 F，则 (　　)

A. $F=k\dfrac{Q_1Q_2}{(3R)^2}$　　B. $F>k\dfrac{Q_1Q_2}{(3R)^2}$

C. $F<k\dfrac{Q_1Q_2}{(3R)^2}$　　D. 无法确定 F 的大小

【要点总结】

应用库仑定律需要注意的几个问题

(1)真空中两个静止的点电荷,在空气中的作用与真空中相差很小,因此在空气中也可使用库仑定律.

(2)应用库仑定律公式计算库仑力时不必将表示电荷性质的正、负号代入公式中,只将其电荷量的绝对值代入公式中算出力的大小即可,力的方向根据"同种电荷相互排斥,异种电荷相互吸引"的原则另行判断.

(3)库仑定律表达式 $F=k\frac{q_1q_2}{r^2}$ 适用于点电荷,当 $r\to0$ 时,带电体不能看作点电荷,库仑定律及其表达式不再适用.

(4)库仑定性研究得出库仑定律,但是没有精确测出静电力常量.静电力常量是一个无误差常数,是根据麦克斯韦的相关理论计算出来的.

学习任务四　静电力的叠加

[教材链接]阅读教材,完成下列填空:

与其他力一样,静电力也是_____,它既有大小又有方向,库仑定律仅仅给出了静电力的大小.为了确定静电力的方向,就需要利用电荷之间"_____互相排斥,_____互相吸引"的特点加以判断,两个或两个以上点电荷对某一点电荷的作用力,等于各点电荷单独对这个电荷的作用力的_____.

例 4 [2024·深圳期中]在边长为 a 的正方形的每个顶点都放置一个电荷量为 $+q$ 的点电荷.如果保持它们的位置不变,每个电荷受到其他三个点电荷的静电力的合力大小为　(　)

A. $2\sqrt{2}k\frac{q^2}{a^2}$　　B. $\frac{(2\sqrt{2}+1)kq^2}{2a^2}$

C. $3k\frac{q^2}{a^2}$　　D. $\frac{17kq^2}{2a^2}$

变式 2 [2024·广州期中]三个带电小球 a、b 和 c 被固定在等边三角形的三个顶点上,小球 c 所受库仑力的合力方向平行于 a、b 的连线.设小球 a、b 所带电荷量的比值的绝对值为 k,则　(　)

A. a、b 的电荷同号,$k=\frac{3}{2}$

B. a、b 的电荷异号,$k=\frac{\sqrt{3}}{2}$

C. a、b 的电荷同号,$k=\frac{\sqrt{3}}{2}$

D. a、b 的电荷异号,$k=1$

[反思感悟]

随堂巩固

1. (点电荷)(多选)[2024·北京人大附中月考]下列关于点电荷和元电荷的说法中错误的是　(　)

A. 只有很小的球形带电体才可以看成点电荷

B. 电荷量为 1.60×10^{-19} C 的带电体叫作元电荷

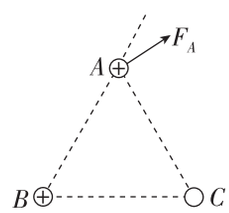
C. 任何带电体的电荷量都是元电荷的整数倍

D. 带电体间的距离比它们本身的大小大得多,以致带电体的形状、大小及电荷分布状况对它们之间的作用力的影响可以忽略不计时,带电体就可以视为点电荷

2. (库仑定律的应用)[2024·珠海期末]真空中两个点电荷相距为 r,所带的电荷量分别为 $2q$ 和 $3q$.已知静电力常量为 k,则这两个点电荷间的静电力的大小为　(　)

A. $k\frac{q}{r^2}$　　B. $k\frac{6q^2}{r}$　　C. $k\frac{5q}{r^2}$　　D. $k\frac{6q^2}{r^2}$

3. (静电力的叠加)如图所示,有三个点电荷 A、B、C 位于一个等边三角形的三个顶点上,已知 A、B 都带正电荷,A 所受 B、C 两个电荷的静电力合力如图中 F_A 所示,则可以判定点电荷 C 的电性　(　)



A. 一定是正

B. 一定是负

C. 可能是正,也可能是负

D. 无法判断

第 2 课时　有库仑力参与的力学问题

学习任务一　三个共线点电荷的平衡问题

[物理观念](1)条件:每个点电荷受到的两个库仑力大小相等,方向相反.

(2)规律:

①"三点共线"——三个点电荷分布在同一直线上;

②"两同夹异"——正、负电荷相互间隔;

③"两大夹小"——中间电荷的电荷量最小;

④"近小远大"——中间电荷靠近电荷量较小的电荷.

(3)注意:若两个点电荷固定,让新引入的一个自由点电荷平衡,则只能确定其位置,对其电性和电荷量无要求.

例 1 [2024·中山期末] 如图所示，相距为 L 的点电荷 A、B 带电荷量分别为 $+4Q$ 和 $-Q$. 今引入第三个点电荷 C，使三个点电荷都处于平衡状态，则 C 的电荷量和放置的位置是 ( )



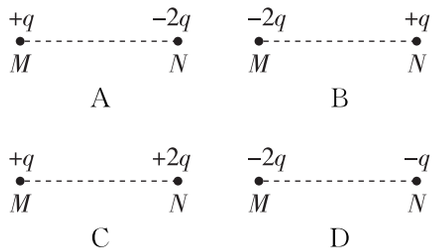
A. $-Q$，在 A 左侧距 A 为 L 处

B. $-2Q$，在 A 左侧距 A 为 $\frac{L}{2}$ 处

C. $+2Q$，在 B 右侧距 B 为 $\frac{3L}{2}$ 处

D. $+4Q$，在 B 右侧距 B 为 L 处

变式 1 [2024·佛山期末] 光滑水平面上(俯视) M、N 两点处固定有点电荷，在两点电荷连线上 M 点左侧附近放一个带负电的小球，小球可能处于静止状态的是 ( )



学习任务二　含库仑力的平衡问题

[科学思维] 分析静电力作用下点电荷的平衡问题时，方法仍然与力学中分析物体的平衡方法一样，具体步骤如下：

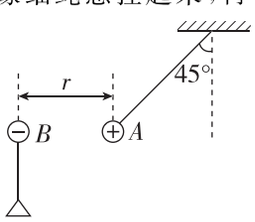
(1)确定研究对象：如果有几个物体相互作用时，要依据题意，适当选取“整体法”或“隔离法”.

(2)对研究对象进行受力分析，此时多了静电力($F=\frac{kq_1q_2}{r^2}$).

(3)根据 $F_{合}=0$ 列方程，若采用正交分解，则有 $F_x=0$，$F_y=0$.

(4)求解方程.

例 2 [2024·河南郑州期末] 如图所示，把质量为 2 g 的带正电的小球 A 用绝缘细绳悬挂起来，再将带电荷量为 $Q_B=2\times10^{-6}$ C 的带负电的小球 B 靠近 A，当两个带电小球在同一高度并且相距 $r=0.3$ m 时，小球 A、B 均静止，且均可视为质点，绳与竖直方向成 45° 角. 重力加速度大小 g 取 10 m/s^2，静电力常量为 $k=9.0\times10^9$ N·m^2/C^2，则小球 A 所带的电荷量为 ( )

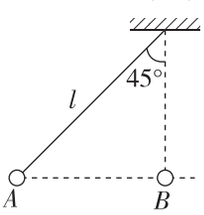


A. 1×10^{-7} C　　B. 5×10^{-7} C

C. 1×10^{-9} C　　D. 5×10^{-9} C

[反思感悟]

变式 2 [2024·四川凉山期中] 如图所示，一质量为 m、电荷量为 Q 的小球 A 系在长为 l 的绝缘轻绳下端，另一电荷量也为 Q 的小球 B 固定在悬挂点正下方，A、B 均视为点电荷，轻绳与竖直方向成 45° 角，小球 A、B 静止于同一高度. 已知重力加速度为 g，静电力常量为 k，则两球间的静电力大小为 ( )



A. $\frac{2kQ^2}{l^2}$

B. $\frac{\sqrt{2}kQ^2}{l^2}$

C. $\sqrt{2}mg$

D. $\sqrt{3}mg$

学习任务三　含库仑力的动力学问题

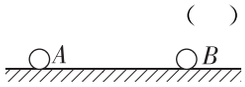
[科学思维] 静电力作用下的加速问题可以归纳为“电学问题、力学方法”. 遵循力学规律和力的运算法则. 在分析具体问题时应注意：

(1)受力分析：除分析重力、弹力、摩擦力等之外，还要分析静电力的作用.

(2)状态分析：通过分析确定带电体运动状态.

(3)根据问题情境和提供的条件选取适当的物理规律列方程求解.

例 3 [2024·梅州期末] 如图所示，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 A、B，同时从静止释放，则两个球的加速度大小和速度大小随时间变化的情况是 ( )



A. 速度变大，加速度变大

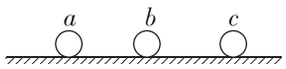
B. 速度变大，加速度变小

C. 速度变小，加速度变大

D. 速度变小，加速度变小

随堂巩固

1.（三个共线电荷的平衡问题）（多选）如图所示，光滑绝缘水平面上有三个带电小球 a、b、c（可视为点电荷），三球沿一条直线摆放，仅在它们之间的静电力作用下静止，则以下判断正确的是（　　）



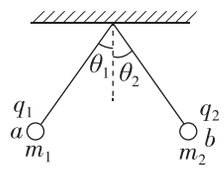
A. a 对 b 的静电力一定是引力

B. a 对 b 的静电力可能是斥力

C. a 的电荷量可能比 b 的少

D. a 的电荷量一定比 b 的多

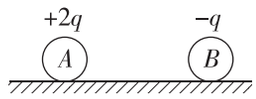
2.（含库仑力的平衡问题）（多选）两个质量分别是 m_1、m_2 的小球 a、b 各用丝线悬挂在同一点，当两球带同种电荷且电荷量分别为 q_1、q_2 时，两丝线张开一定的角度 θ_1、θ_2，如图所示，此时两个小球处于同一水平面上. 下列说法正确的是（　　）



A. 若 $m_1>m_2$，则 $\theta_1>\theta_2$　B. 若 $m_1=m_2$，则 $\theta_1=\theta_2$

C. 若 $m_1<m_2$，则 $\theta_1>\theta_2$　D. 若 $q_1>q_2$，则 $\theta_1=\theta_2$

3.（静电力作用下的动力学问题）[2024·河南郑州期末] 如图所示，光滑绝缘水平桌面上有 A、B 两个带电小球（可以看成点电荷），A 球带电荷量为 $+2q$，B 球带电荷量为 $-q$；由静止开始释放两球，释放瞬间 A 球加速度大小为 B 球的两倍，不计空气阻力，下列说法正确的是（　　）



A. A、B 球相互靠近过程中加速度都增大，且 A 球加速度总是 B 球的两倍

B. A 球的质量和 B 球质量相等

C. A 球受到的静电力与 B 球受到的静电力是一对平衡力

D. A 球受到的静电力是 B 球受到静电力的 2 倍

第三节　电场　电场强度

第 1 课时　电场　点电荷的电场

学习任务一　电场　电场强度（含匀强电场）

[教材链接] 阅读教材，完成下列填空：

1. 电场

(1)电场：凡是有电荷的地方，周围就存在_____，电荷之间的相互作用是通过电场发生的.

(2)场源电荷：产生_____的电荷.

电场力：_____对电荷的作用力.

(3)静电场：_____场源电荷在其周围产生的电场.

2. 电场强度

(1)试探电荷：放入电场中探测_____的电荷.

特点：电量足够_____，_____足够小.

(2)电场强度

①定义：放入电场某点处的试探电荷受到的_____与它的_____之比，叫作电场在该点的电场强度.

②定义式：$E=$_____.

③单位：_____，符号为_____.

④方向：电场强度是矢量，电场中某点的电场强度的方向与正电荷在该点受到的电场力的方向_____，与负电荷在该点受到的电场力的方向_____.

⑤电场强度反映了电场的力的性质，但与试探电荷受到的静电力大小_____（选填“有关”或“无关”).

⑥电场中某点的电场强度 E 是唯一的，是由电场本身的特性（形成电场的电荷及空间位置）决定的，与是否放入试探电荷_____（选填“有关”或“无关”).

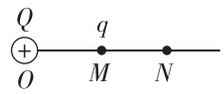
(3)匀强电场：各点场强的_____和_____都相同的电场.

例 1 [2024·珠海一中月考] 在真空中 O 点放一个点电荷，电荷量为 $Q=+1.0\times10^{-9}$ C，直线 MN 通过 O 点，O、M 的距离为 $r=30$ cm，M 点放一个电荷量为 $q=-1.0\times10^{-10}$ C 的试探电荷，如图所示. 已知静电力常量 $k=9.0\times10^{9}$ N·m^2/C^2，求：

(1)试探电荷在 M 点受到的作用力；

(2)M 点的电场强度；

(3)拿走试探电荷后 M 点的电场强度.



变式 1 [2024·中山期末] 当在电场中某点放入电荷量为 q 的正试探电荷时其所受电场力为 F，并由此得出该点场强为 E；若在同一点放入电荷量为 $q'=2q$ 的负试探电荷时，则下列描述正确的是（　）

A. 该点场强大小为 $2E$，方向与 E 相同

B. 该点场强大小仍为 E，但方向与 E 相反

C. 负试探电荷在该点所受电场力大小为 $2F$，方向与 E 相反

D. 负试探电荷在该点所受电场力大小仍为 F，方向与 E 相同

【要点总结】

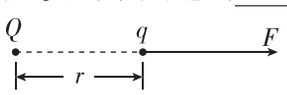
正确理解公式 $E=\dfrac{F}{q}$

(1)公式 $E=\dfrac{F}{q}$ 是电场强度的定义式，适用于一切电场. 该式给出了测量电场中某一点的电场强度的方法，应当注意，电场中某一点的电场强度与是否测量及如何测量无关.

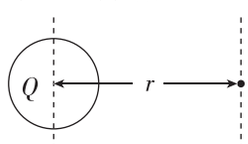
(2)公式 $E=\dfrac{F}{q}$ 仅定义了电场强度的大小，其方向需另外规定. 物理学上规定电场强度的方向是放在该处的正电荷所受静电力的方向.

学习任务二　点电荷的电场

[科学推理] (1)场源电荷 Q 与试探电荷 q 相距为 r（场源电荷为点电荷），请你推导出试探电荷所在位置的电场强度为_____；若 Q 为正电荷，电场强度方向沿 Q 和该点的连线_____ Q；若 Q 为负电荷，电场强度方向沿 Q 和该点的连线_____.



(2)如图所示，均匀带电球体（或球壳）外某点的电场强度 $E=k\dfrac{Q}{r^2}$，式中 r 是球心到该点的距离（$r\gg R$），Q 为整个球体所带的电荷量.



[教材链接] 阅读教材，完成下列填空：

1. 点电荷的电场

(1)真空中的点电荷 Q 在其距离为 r 处产生的场强为 $E=k\dfrac{Q}{r^2}$.

(2)适用范围：_____的点电荷.

例 2 [2024·河南驻马店期末] 地球是一个带电体，且电荷均匀分布于地球表面. 若地球所带电荷量为 Q、半径为 R，认为地球所带电荷量集中于地球中心，静电力常量为 k，则地球表面附近的电场强度大小为（　）

A. $\dfrac{kQ}{R}$　　B. $\dfrac{2kQ}{R}$　　C. $\dfrac{kQ}{R^2}$　　D. $\dfrac{2kQ}{R^2}$

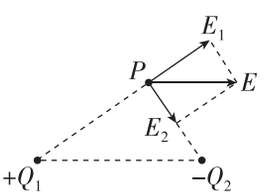
[反思感悟]

变式 2 [2024·深圳期末] 真空中某处固定一带电荷量为 $+Q$ 的点电荷，在距离该点电荷 R 处，电场强度大小为 E，则距离该点电荷 $3R$ 处，电场强度大小为（　）

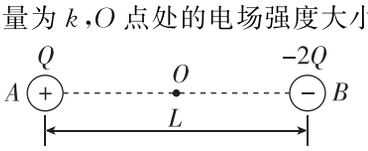
A. $\dfrac{1}{3}E$　　B. $9E$　　C. $3E$　　D. $\dfrac{1}{9}E$

学习任务三　电场强度的叠加

[物理观念] 如果在空间中同时存在多个点电荷，这时在空间中某一点的场强等于各点电荷单独存在时在该点产生的场强的矢量和，这叫作电场强度叠加原理. 电场强度是矢量，电场强度的叠加本质是矢量叠加，所以要用平行四边形定则.



例 3 [2024·广州期末] 如图所示，A、B 是两个电荷量分别为 Q、$-2Q$ 的点电荷，距离为 L，其连线中点为 O，静电力常量为 k，O 点处的电场强度大小为（　）



A. $12k\dfrac{Q}{L^2}$　　B. $8k\dfrac{Q}{L^2}$

C. $4k\dfrac{Q}{L^2}$　　D. $k\dfrac{Q}{L^2}$

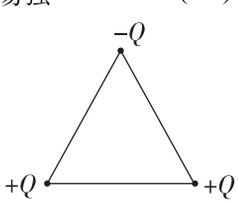
例 4 (多选)[2024·东莞期末] 如图所示，正三角形的三个顶点上固定有电荷量大小都为 Q 的点电荷，其中两个带正电、一个带负电，若带负电的点电荷在正三角形中心处产生的场强大小为 E，则三个电荷在正三角形中心处产生的合场强（　）

A. 大小为零

B. 大小为 $2E$

C. 方向竖直向下

D. 方向竖直向上



【要点总结】

计算电场强度的几种方法

(1)利用定义式 $E=\frac{F}{q}$ 和决定式 $E=k\frac{Q}{r^2}$ 求解.

(2)利用场的叠加原理求解:若在空间中同时存在多个点电荷,则这时在空间某一点的电场强度等于各个点电荷单独存在时在该点产生的电场强度的矢量和,利用场的叠加原理——平行四边形定则求解.在叠加时,还可以使用三角形定则、正交分解法等进行求解.

(3)巧妙而合适地假设放置额外电荷,或将电荷巧妙地分割,使问题简化而求得未知的电场强度.

随堂巩固

1. (电场强度的理解)[2024·潮州期末] 法拉第是19世纪最伟大的实验物理学家之一,他在电磁学研究方面的卓越贡献如同伽利略、牛顿在力学方面的贡献一样,具有划时代的意义,正是他提出了电场的概念.关于静电场场强的概念,下列说法正确的是 (　　)

A. 由 $E=\frac{F}{q}$ 可知,某电场的场强 E 与 q 成反比,与 F 成正比

B. 电场中某点不放试探电荷时,该点场强等于零

C. 电场中某一点的场强与放入该点的试探电荷的正负无关

D. 正、负试探电荷在电场中同一点受到的电场力方向相反,所以某一点场强方向与放入试探电荷的正负有关

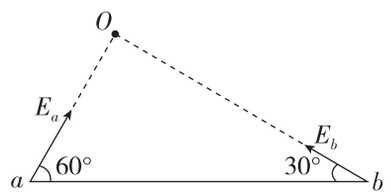
2. (点电荷的电场)[2024·湛江期末] 如图所示,真空中 O 点有一点电荷,在它产生的电场中有 a、b 两点,a 点的场强大小为 E_a,方向与 ab 连线成 $60°$ 角,b 点的场强大小为 E_b,方向与 ab 连线成 $30°$ 角.关于 a、b 两点场强大小 E_a、E_b 的关系,以下结论正确的是 (　　)

A. $E_a=\frac{E_b}{3}$

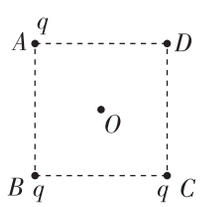
B. $E_a=\sqrt{3}E_b$

C. $E_a=\frac{\sqrt{3}}{3}E_b$

D. $E_a=3E_b$



3. (电场强度的叠加)[2024·东莞期中] 如图所示,在边长为 a 的正方形 $ABCD$ 的 A、B、C 三个顶点上各放置一个带电荷量为 $+q$ 的点电荷,已知静电力常量为 k,则正方形中心点 O 处的电场强度大小为 (　　)



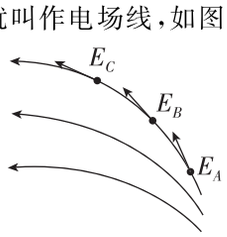
A. $\frac{2\sqrt{5}kq}{a^2}$　　B. $\frac{3kq}{a^2}$

C. $\frac{2kq}{a^2}$　　D. $\frac{kq}{a^2}$

第2课时　电场线

学习任务一　电场线

1. 电场线: 在电场中画出一系列有方向的曲线,使曲线上每一点的切线方向都和该处的场强方向一致,这样的曲线就叫作电场线,如图所示.



2. 电场的方向: 某点沿电场线方向的切线,表示该点的场强方向.

3. 电场的强弱: 同一个电场中,电场线越密,电场强度越大.

例1 [2024·珠海期末] 关于电场线,下述说法中正确的是 (　　)

A. 电场线是客观存在的

B. 电场线与电荷运动的轨迹是一致的

C. 电场线上某点的切线方向与电荷在该点的受力方向可以不相同

D. 沿电场线方向,场强一定越来越大

变式1 如图所示为电场中的一条电场线,在该电场线上有 a、b 两点,用 E_a、E_b 分别表示两点电场强度的大小,则 (　　)



A. a、b 两点的场强方向不一定相同

B. 因为电场线由 a 指向 b,所以 $E_a>E_b$

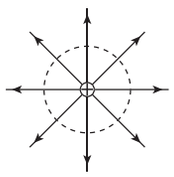
C. 因为电场线是直线,所以 $E_a=E_b$

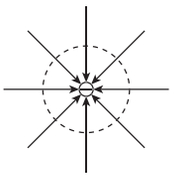
D. E_a、E_b 的大小关系不能确定

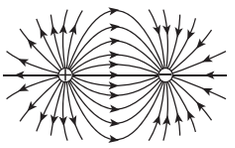
学习任务二　几种常见电场的电场线

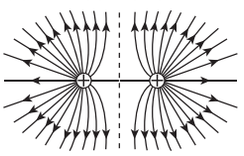
[教材链接] 阅读教材，完成下列填空：

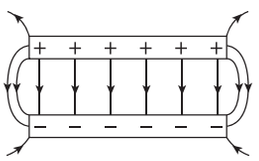
1. 几种常见电场的电场线分布如图所示


正点电荷的电场


负点电荷的电场


等量异种点电荷的电场


等量同种点电荷的电场
（负点电荷则方向相反）


匀强电场

2. 电场线有以下几个特点：

(1)电场线从正电荷或无限远出发，终止于无限远或_____.

(2)同一幅图中，场强越大的地方，电场线越_____，场强越小的地方，电场线越_____，电场线的疏密程度反映了场强的相对大小.

(3)任意两条电场线都不_____，这是因为电场中每一点处的场强只能有一个确定的方向.

(4)匀强电场的电场线是_____的平行直线.两块相同、正对放置的平行金属板，若板间距离很小，当它们分别带有等量的异种电荷时，板间的电场(除边缘附近)就是匀强电场.

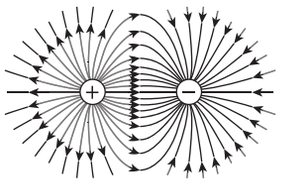
例 2 (多选)用电场线能很直观、很方便地比较电场中各点的电场强弱.如图甲所示是等量异种点电荷形成的电场的电场线，图乙中给出了场中的一些点，O 是电荷连线的中点，E、F 是连线中垂线上关于 O 对称的两点，B、C 和 A、D 是连线上关于 O 对称的两组点，则 (　　)

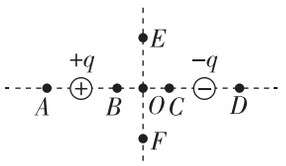
A. B、C 两点的电场强度大小相等，方向相同

B. A、D 两点的电场强度大小相等，方向相反

C. E、O、F 三点比较，O 点的电场强度最大

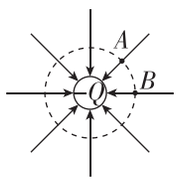
D. B、O、C 三点比较，O 点的电场强度最大


甲

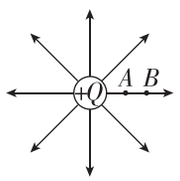


乙

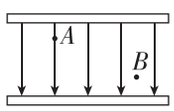
变式 2 [2024·中山期末] 在图中各电场里，A、B 两点电场强度相同的是 (　　)



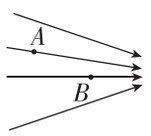
A



B



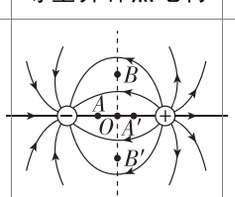
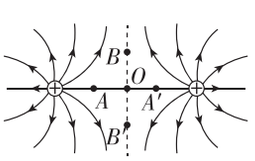
C



D

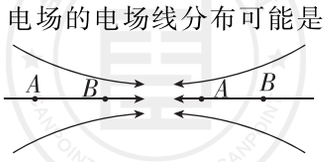
【要点总结】

1. 两种等量点电荷的电场线的比较

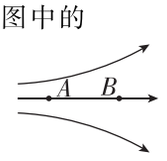
	等量异种点电荷	等量同种点电荷
电场线分布		
中垂线上的电场强度	O 点最大，向外逐渐减小；方向相同	O 点为零，向外先变大后变小；O 点两侧方向相反
连线上的电场强度	沿连线先变小后变大，中点 O 处的电场强度最小，不为零；方向始终相同	沿连线先变小后变大，中点 O 处的电场强度为零；O 点两侧方向相反

随堂巩固

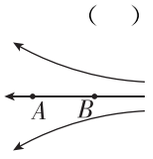
1. (电场线的理解)[2024·甘肃白银期末] A、B 是一条电场线上的两个点，一带正电的粒子仅在电场力的作用下以一定的初速度从 A 点沿电场线运动到 B 点，已知粒子做加速度越来越大的减速运动，则电场的电场线分布可能是图中的 (　　)



A



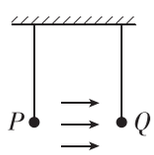
B



C

D

2. (匀强电场中受力分析)如图所示，空间存在一方向水平向右的匀强电场，两个带电小球 P 和 Q 用相同的绝缘细绳悬挂在水平天花板下，两细绳都恰好与天花板垂直，则 (　　)



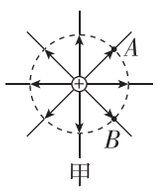
A. P 和 Q 都带正电荷

B. P 和 Q 都带负电荷

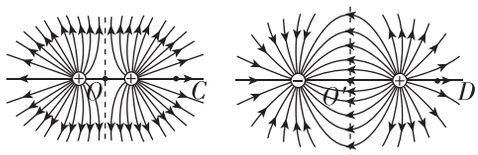
C. P 带正电荷，Q 带负电荷

D. P 带负电荷，Q 带正电荷

3. （常见的电场线）[2024·珠海期末] 在如图所示的电场中，各点电荷带电荷量大小都是 Q，甲图中的 A、B 到场源电荷的距离相等，乙、丙两图中点电荷间距都为 L，虚线是两点电荷连线的中垂线，两点电荷连线上的 O、C 和 O'、D 间距也是 L，下列说法正确的是 （ ）



甲



乙　　丙

A. 图甲中 A、B 两点电场强度相同

B. O 点的电场强度大小等于 O' 点

C. 从 O 点沿虚线向上的场强变大，从 O' 点沿虚线向上的场强变小

D. 图乙中 C 点的电场强度大于图丙中 D 点

习题课：电场的力的性质

学习任务一　电场线与轨迹综合问题

[科学思维] 仅受静电力的带电粒子运动问题的解题技巧

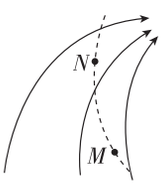
(1)解题时首先根据带电粒子轨迹弯曲的方向判断出受力的方向，带电粒子所受的静电力方向沿电场线指向轨迹的凹侧. 注意：若电性未知，则不能根据受力方向判断电场强度的方向.

(2)根据电场线的疏密判断出受力大小关系和加速度大小关系.

(3)带电粒子的轨迹的切线方向为该处的速度方向.

(4)根据静电力的方向与速度方向的夹角是锐角还是钝角判断速度大小变化，从而确定静电力的做功情况.

例 1 [2024·山东师大附中月考] 某电场线分布如图所示，一带电粒子沿图中虚线所示途径运动，先后通过 M 点和 N 点，以下说法正确的是 （ ）



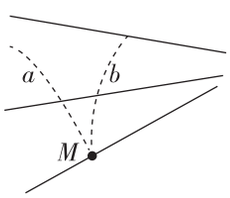
A. M、N 点的场强 $E_M>E_N$

B. 粒子在 M、N 点的加速度 $a_M>a_N$

C. 粒子在 M、N 点的速度 $v_M>v_N$

D. 粒子带正电

变式 [2024·广州期末] 如图所示，实线为不知方向的三条电场线，从电场中 M 点以相同速度垂直于电场线方向飞出 a、b 两个带电粒子，仅在静电力作用下的运动轨迹如图中虚线所示，则 （ ）



A. a 一定带正电，b 一定带负电

B. a 的速度将减小，b 的速度将增大

C. a 的加速度将减小，b 的加速度将增大

D. 两个粒子的动能，一个增大一个减小

学习任务二　带电体在静电场中的受力和运动分析

[科学思维]

1. 带电体在静电力作用下的受力分析与必修第一册所学的力学受力分析思路相同，只是受力分析中多了静电力.

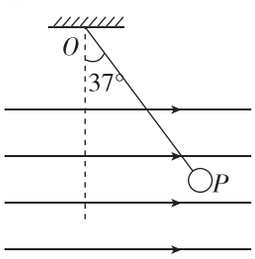
2. 根据受力情况确定带电体是处于平衡状态还是处于加速状态，分别用共点力平衡条件或者牛顿第二定律进行运动分析.

例 2 [2024·安徽亳州期末] 如图所示，用 30 cm 的细线将质量为 $m=4\times10^{-3}$ kg 的带电小球 P 悬挂在 O 点正下方，当空中有方向为水平向右、大小为 $E=2\times10^{4}$ N/C 的匀强电场时，小球偏转 37°角后处在静止状态. （g 取 10 m/s^2，sin 37°=0.6，cos 37°=0.8）

(1)分析小球带何种电荷；

(2)求小球所带电荷量 q；

(3)求剪断细线后带电小球的加速度 a.



※学习任务三　求解电场强度的特殊方法

[科学思维] (1)等效法:在保证效果相同的前提下,将复杂的电场情景变换为简单的或熟悉的电场情景.

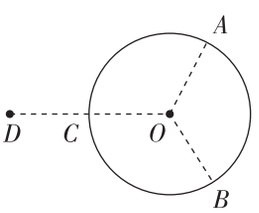
(2)对称法:利用空间上对称分布的电荷形成的电场具有对称性的特点,可使复杂电场的叠加计算大大简化.

(3)补偿法:将有缺口的带电圆环或圆板补全为圆环或圆板,或将半球面补全为球面,从而化难为易、事半功倍.

(4)微元法:将带电体分成许多微元电荷,每个微元电荷看成点电荷,先根据库仑定律求出每个微元电荷产生的电场强度,再结合对称性和电场强度叠加原理求出合电场强度.

(5)极限法:对于从给出的较为复杂的电场强度表达式中选出合理的表达式这一类题目,当采用其他方法不能计算出时,一般采用极限法,将表达式中的距离推向极端值(一般是推向零,或者无穷大,或者题中的其他长度值),从而定性判断出结果正误.用极限法进行某些物理过程分析时,具有化难为易、化繁为简的效果.

例 3 (对称法)[2022·山东卷] 半径为 R 的绝缘细圆环固定在如图所示位置,圆心位于 O 点,环上均匀分布着电荷量为 Q 的正电荷.点 A、B、C 将圆环三等分,取走 A、B 处两段弧长均为 ΔL 的小圆弧上的电荷.将一点电荷 q 置于 OC 延长线上距 O 点为 $2R$ 的 D 点,O 点的电场强度刚好为零.圆环上剩余电荷分布不变,q 为 (　　)



A. 正电荷,$q=\dfrac{Q\Delta L}{\pi R}$

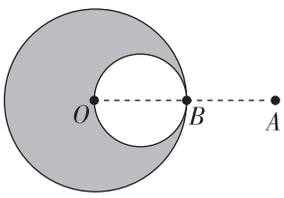
B. 正电荷,$q=\dfrac{\sqrt{3}Q\Delta L}{\pi R}$

C. 负电荷,$q=\dfrac{2Q\Delta L}{\pi R}$

D. 负电荷,$q=\dfrac{2\sqrt{3}Q\Delta L}{\pi R}$

[反思感悟]

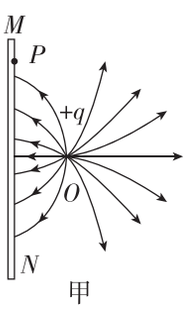
例 4 (补偿法)[2024·潮州期末] 已知均匀带电球体在球的外部产生的电场与一个位于球心、电荷量相等的点电荷产生的电场相同.如图所示,半径为 R 的球体上均匀分布着电荷量为 Q 的电荷,在过球心 O 的直线上有 A、B 两个点,O 和 B、B 和 A 间的距离均为 R.现以 OB 为直径在球内挖一球形空腔,若静电力常量为 k,球的体积公式为 $V=\dfrac{4}{3}\pi r^3$,则 A 点处的电场强度大小为 (　　)



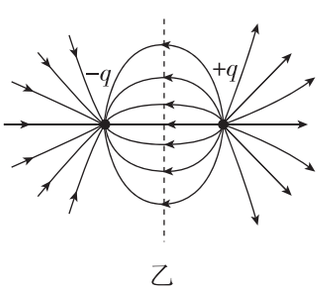
A. $\dfrac{5kQ}{36R^2}$　　B. $\dfrac{7kQ}{36R^2}$　　C. $\dfrac{7kQ}{32R^2}$　　D. $\dfrac{3kQ}{16R^2}$

[反思感悟]

例 5 (等效法)MN 为足够大的不带电的金属板,在其右侧距离为 d 的位置放一个电荷量为 $+q$ 的点电荷 O,金属板右侧空间的电场分布如图甲所示,P 是金属板表面上与点电荷 O 距离为 r 的一点.几位同学想求出 P 点的电场强度大小,但发现很难,经过研究,他们发现图甲的电场分布与图乙中虚线右侧的电场分布是一样的.图乙为等量异种点电荷周围的电场线分布图,两点电荷的电荷量大小均为 q,它们之间的距离为 $2d$,虚线是两点电荷连线的中垂线,静电力常量为 k.由此他们分别对甲图中 P 点的电场强度方向和大小作出以下判断,其中正确的是 (　　)



甲



乙

A. 方向沿 P 点和点电荷的连线向左,大小为 $\dfrac{2kqd}{r^3}$

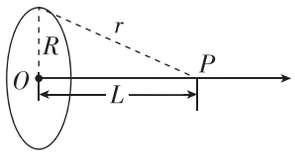
B. 方向沿 P 点和点电荷的连线向左,大小为 $\dfrac{2kq\sqrt{r^2-d^2}}{r^3}$

C. 方向垂直于金属板向左,大小为 $\dfrac{2kqd}{r^3}$

D. 方向垂直于金属板向左,大小为 $\dfrac{2kq\sqrt{r^2-d^2}}{r^3}$

[反思感悟]

例 6（微元法）[2024·深圳期末] 一半径为 R 的圆环上均匀地带有电荷量为 Q 的电荷，在垂直于圆环平面过圆环圆心的对称轴上有一点 P，它与环心 O 的距离为 $OP=L$. 设静电力常量为 k，关于 P 点的电场强度 E，下列四个表达式中只有一个是正确的，请你根据所学的物理知识，通过一定的分析，判断正确的表达式是（　）



A. $\dfrac{kQ}{R^2+L^2}$

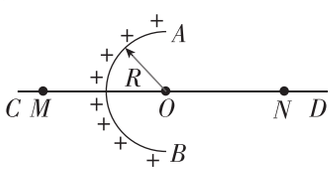
B. $\dfrac{kQL}{R^2+L^2}$

C. $\dfrac{kQR}{\sqrt{(R^2+L^2)^3}}$

D. $\dfrac{kQL}{\sqrt{(R^2+L^2)^3}}$

随堂巩固

1.（电场的叠加）[2024·广州期末] 均匀带电的球壳在球外空间产生的电场等效于电荷集中于球心处产生的电场. 如图所示，正电荷在半球面 AB 上均匀分布，总电荷量为 q，球面半径为 R，CD 为通过半球面顶点与球心 O 的轴线，在轴线上有 M、N 两点，$OM=ON=2R$. 已知 M 点的电场强度大小为 E，则 N 点的电场强度大小为（　）



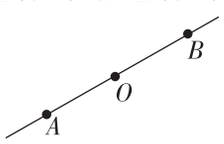
A. $\dfrac{kq}{2R^2}-E$

B. $\dfrac{kq}{4R^2}$

C. $\dfrac{kq}{4R^2}-E$

D. $\dfrac{kq}{4R^2}+E$

2.（电场线与轨迹结合问题）如图所示，AB 是某个点电荷产生的电场中的一根电场线，在电场线上由 O 点静止释放一个负电荷，它仅在静电力作用下沿电场线向 B 运动，下列判断一定正确的是（　）



A. 电场线方向由 B 点指向 A 点，该电荷做加速运动，加速度越来越小

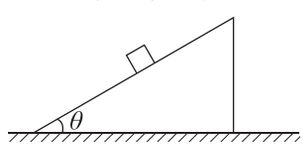
B. 电场线方向由 B 点指向 A 点，该电荷做加速运动，其加速度大小变化情况由题设条件不能确定

C. 电场线方向由 A 点指向 B 点，该电荷做匀加速运动

D. 电场线方向由 B 点指向 A 点，该电荷做加速运动，加速度越来越大

3.（带电体在静电场中的受力和运动分析）（多选）[2024·山东淄博期中] 绝缘且光滑的斜面固定于水平地面上，倾角为 θ，斜面处于匀强电场中，质量为 m、带正电且电荷量为 q 的小滑块在斜面上处于静止状态，重力加速度为 g. 下列判断正确的是（　）

A. 电场强度的方向可能垂直于斜面向上



B. 若物体对斜面压力为零，则电场强度为 $E=\dfrac{mg}{q}$

C. 若电场方向水平，则电场强度 $E=\dfrac{mg\tan\theta}{q}$

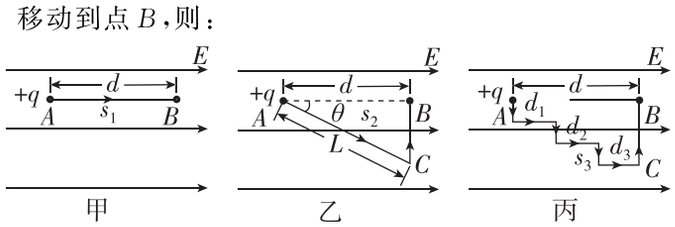
D. 电场强度最小值为 $E=\dfrac{mg\sin\theta}{q}$

第四节　电势能与电势

第 1 课时　电势能与电势

学习任务一　电场力做功

[科学论证] 如图所示，在电场强度为 E 的匀强电场中，电荷量为 $+q$ 的试探电荷沿三种不同路径从点 A 移动到点 B，则：



(1)沿 $s_1(AB)$ 路径的电场力做功是_____；

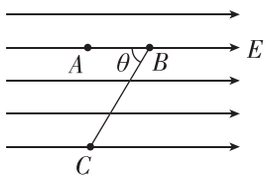
(2)沿 $s_2(ACB)$ 路径的电场力做功是_____；

(3)沿 $s_3(ACB)$ 路径的电场力做功是_____；

三种情况电场力做的功_____（选填“相同”或“不相同”）；

结论：电场力对某一电荷做功只与起点和终点的位置_____，与路径_____.（均选填“有关”或“无关”）

例 1 [2024·广州期末] 如图所示，匀强电场的场强为 $E=4.0\times10^4$ N/C，一带电荷量为 $q=+2.0\times10^{-8}$ C 的点电荷先从 A 点移至 B 点，再从 B 点移至 C 点，A、B 两点间的距离为 $x_1=0.20$ m，B、C 两点间的距离为 $x_2=0.40$ m，AB 与 BC 之间的夹角为 $\theta=60°$，则 （ ）



A. 电荷所受电场力大小为 8.0×10^4 N

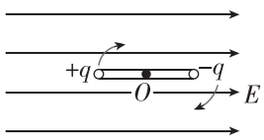
B. 电荷从 A 点到 B 点电场力所做的功为 -1.6×10^{-4} J

C. 电荷从 B 点到 C 点电场力所做的功为 -3.2×10^{-4} J

D. 电荷从 A 点到 C 点电场力所做的功为 0

[反思感悟]

变式 1 [2024·广州期末] 有两个带电小球，电荷量分别为 $+q$ 和 $-q$，固定在一长度为 l 的绝缘细杆的两端，置于电场强度为 E 的匀强电场中，杆与电场方向平行，其位置如图所示. 若此杆绕过 O 点垂直于杆的轴转过 180°，则在此转动过程中静电力做的功为 （ ）



A. 0

B. qEl

C. $2qEl$

D. πqEl

【要点总结】

1. 静电力做功的特点：静电力做的功与电荷的起始位置和终止位置有关，但与具体路径无关. 这与重力做功的特点相似.

2. 静电力做功的特点不受物理条件限制，不管静电力是否变化、是否是匀强电场、是直线运动还是曲线运动，静电力做功的特点都不变.

学习任务二　电势能

[教材链接] 阅读教材，完成下列填空：

1. 电势能：电荷在静电场中的_____具有的势能，用符号 E_p 表示.

2. 电场力做功与电势能的关系：电荷从点 A 移动到点 B，电场力做功 W_{AB} 等于始点的电势能 E_{pA} 减去终点的电势能 E_{pB}，即 $W_{AB}=$_____.

3. 电场力做功的正负与电势能变化的关系

(1) 若 $W_{AB}>0$，表示电场力做_____，有 $E_{pA}>E_{pB}$，则从点 A 移动到点 B，电荷的电势能_____；

(2) 若 $W_{AB}<0$，表示电场力做负功，有 $E_{pA}<E_{pB}$，则从点 A 移动到点 B，电荷的电势能_____.

4. 单位：在国际单位制中，电势能的单位是_____，简称焦，符号是 J.

5. 电势能的特点

(1) 系统性：电势能是电荷在_____中具有的势能，它是电荷和电场这一系统共有的.

(2) 相对性：电势能的大小是相对的，与选定的_____的参考点有关，一般把电荷在离场源电荷_____处或者在_____表面处的电势能规定为零. 电荷在电场中某点的电势能等于把它从该点移到_____时静电力做的功.

(3) 标量性：电势能是标量，电势能虽然有正负，但是其正负不表示方向，只表示其值比_____大还是小.

例 2 [2024·中山期末] 将电荷量为 6×10^{-6} C 的负电荷从电场中的 A 点移到 B 点，克服静电力做了 3×10^{-5} J 的功，再从 B 点移到 C 点，静电力做了 1.2×10^{-5} J 的功.

(1) 该电荷从 A 点移到 B 点，再从 B 点移到 C 点的过程中，电势能共改变了多少？

(2) 若规定 A 点的电势能为零，则该电荷在 B 点和 C 点的电势能分别为多少？

(3) 若规定 B 点的电势能为零，则该电荷在 A 点和 C 点的电势能分别为多少？

变式 2 [2024·上海浦东期中] 在电场中，把点电荷从 A 点移动到 B 点，克服电场力做功为 6×10^{8} J，下列说法正确的是 (　　)

A. 该电荷在 B 点具有的电势能为 6×10^{8} J

B. 该电荷在 B 点具有的电势能为 -6×10^{8} J

C. 该电荷的电势能增加了 6×10^{8} J

D. 该电荷的电势能减少了 6×10^{8} J

【要点总结】

判断电势能大小的方法

(1)做功判定法：无论是哪种电荷，只要是静电力做了正功，电荷的电势能一定是减少的；只要是静电力做了负功(克服静电力做功)，电荷的电势能一定是增加的.

(2)电场线法：正电荷顺着电场线的方向移动，电势能一定减少；逆着电场线的方向移动，电势能一定增加. 负电荷顺着电场线的方向移动，电势能一定增加；逆着电场线的方向移动，电势能一定减少.

学习任务三　电势

[教材链接] 阅读教材，完成下列填空：

(1)定义：电荷在电场中某一点的_____与它的_____之比，叫作这一点的电势.

(2)定义式：$\varphi_A=\dfrac{E_{pA}}{q}$，$E_{pA}$ 表示电荷 q 在点 A 的电势能，用 φ_A 表示点 A 的电势，

(3)单位：在国际单位制中，电势的单位是_____，简称伏，符号是 V.

(4)物理意义：在电场中某一点，电量为 1 C 的电荷在该点的电势能为 1 J，这一点的电势就是 1 V，即 1 V=1 J/C.

例 3 [2024·武汉二中月考] 把电荷量 $q=1.0\times10^{-8}$ C 的正电荷从无限远处移到电场中的 A 点，需要克服静电力做功 $W=1.2\times10^{-4}$ J，若以无限远处的电势为零，则：

(1)该正电荷在 A 点的电势能和 A 点的电势各是多少？

(2)该正电荷移入电场前，A 点的电势是多少？

变式 3 [2024·潮州期末] 在点电荷 Q 形成的电场中有一点 A，当一个 $-q$ 的试探电荷从电场的无限远处被移到电场中的 A 点时，电场力做的功为 W，则试探电荷在 A 点的电势能及电场中 A 点的电势分别为(规定无限远处电势能为 0) (　　)

A. $E_A=-W$，$\varphi_A=\dfrac{W}{q}$

B. $E_A=W$，$\varphi_A=-\dfrac{W}{q}$

C. $E_A=W$，$\varphi_A=\dfrac{W}{q}$

D. $E_A=-W$，$\varphi_A=-\dfrac{W}{q}$

【要点总结】

1. 电势的相对性：电场中某点的电势是相对的，它的大小和零电势点的选取有关. 在物理学中，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. 电势的固有性：电势 φ 是表示电场的能的性质的物理量，电场中某点的电势 φ 取决于电场本身，而与在该点是否放有电荷、电荷的电性及电荷量均无关.

3. 电势的标量性：电势虽然有正负，但电势是标量. 电势为正值表示该点电势高于零电势，电势为负值表示该点电势低于零电势，正、负号不表示方向.

4. 电势的定义式：$\varphi=\dfrac{E_p}{q}$，公式中的 E_p、q 在运算时均需代入正、负号.

5. 电势高低的判断方法：

(1)电场线法：沿着电场线方向电势逐渐降低.

(2)公式法：根据 $\varphi=\dfrac{E_p}{q}$ 可知，对于同一正电荷来说，电势能越大，所在位置的电势越高；对于同一负电荷来说，电势能越大，所在位置的电势越低.

随堂巩固

1.（电场力做功）（多选）下列说法正确的是　（　）

A. 电荷从电场中的 A 点运动到 B 点，路径不同，则静电力做功的大小就可能不同

B. 电荷从电场中的某点出发，运动一段时间后，又回到了该点，则静电力做功为零

C. 正电荷沿着电场线运动，则静电力对正电荷做正功；负电荷逆着电场线运动，则静电力对负电荷做正功

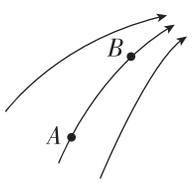
D. 电荷在电场中运动，因为静电力可能对电荷做功，所以能量守恒定律在电场中并不成立

2.（电势与电势能）［2024·辽宁沈阳期中］如图所示的电场中有 A、B 两点，下列判断正确的是　（　）

A. 电势 $\varphi_A<\varphi_B$，场强 $E_A>E_B$

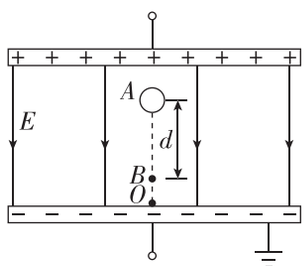
B. 电势 $\varphi_A<\varphi_B$，场强 $E_A<E_B$

C. 将正电荷从 A 点移到 B 点，电场力做正功，电势能减少



D. 将同一负电荷分别放在 A、B 两点，电荷具有的电势能 $E_{pA}>E_{pB}$

3.（电势能）［2024·深圳期末］如图所示，两个平行金属极板构成的匀强电场的电场强度为 E，沿电场线方向有 A、B、O 三点，A、B 的距离为 d，一个电荷量为 $+q$ 的试探电荷在 A 点，下极板接地且电势为零，以下说法不正确的是　（　）



A. 试探电荷受到的电场力大小为 qE

B. 试探电荷在 A 点具有的电势能为 qEd

C. 试探电荷从 A 点移到 B 点减小的电势能为 qEd

D. 试探电荷在 A 点的电势能一定大于在 B 点的电势能

第 2 课时　等势面及其应用

学习任务一　等势面

［教材链接］阅读教材，完成下列填空：

1. 等势面：电场中_____相同的各点构成的面.

2. 等势面的特点

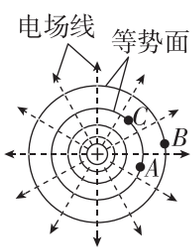
(1)在同一等势面上移动电荷时电场力_____（选填“做功”或“不做功”）.

(2)等势面一定与电场线_____，即与场强的方向_____.

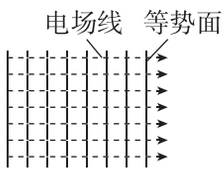
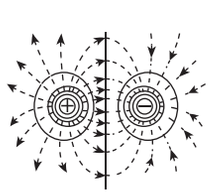
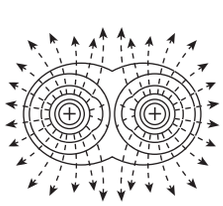
(3)电场线由_____的等势面指向_____的等势面.

(4)在空间中两等势面不相交.

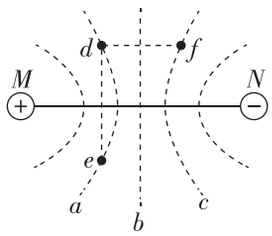
3. 几种常见电场的电场线和等势面分布图

电场	等势面（实线）	特征描述
点电荷的电场		以点电荷为球心的一簇球面，离点电荷越近，等差等势面越密集

（续表）

电场	等势面（实线）	特征描述
匀强电场		垂直于电场线的一簇等间距平面
等量异种点电荷的电场		点电荷的连线上，从正电荷到负电荷电势越来越低，两点电荷连线的中垂线是一条等势线，电势为零
等量同种正点电荷的电场		点电荷的连线上，中点电势最低，而在中垂线上，中点电势最高（等量同种负点电荷的电场则反之）. 关于中点左右对称或上下对称的点电势相等

例 1（多选）如图所示，真空中 M、N 两处放置两等量异种点电荷，a、b、c 表示电场中的 3 条等势线，d 点和 e 点位于 a 等势线上，f 点位于 c 等势线上，df 平行于 MN. 以下说法正确的是 （ ）



A. d 点的电势高于 f 点的电势

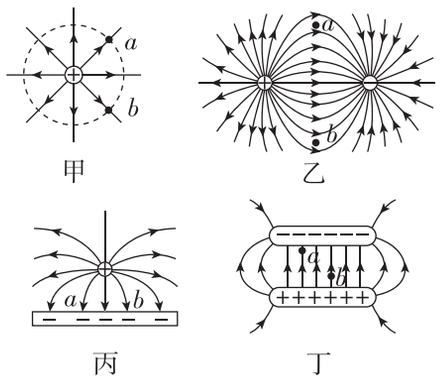
B. d 点的电势与 e 点的电势相等

C. 若将一负试探电荷沿直线由 d 点移动到 f 点，则静电力先做正功，后做负功

D. 若将一正试探电荷沿直线由 d 点移动到 e 点，则试探电荷的电势能增加

[反思感悟]

变式 1 [2024·佛山期末] 在如图所示的四种电场中，分别标记有 a、b 两点. 其中 a、b 两点的电势相等，电场强度相等的是 （ ）



A. 甲图：与点电荷等距的 a、b 两点

B. 乙图：两等量异种点电荷连线的中垂线上与连线等距的 a、b 两点

C. 丙图：点电荷与带电平板形成的电场中平板上表面的 a、b 两点

D. 丁图：匀强电场中的 a、b 两点

学习任务二　电场线、等势面与轨迹的综合问题

[科学思维] 解决带电粒子在电场中运动轨迹问题的分析方法：

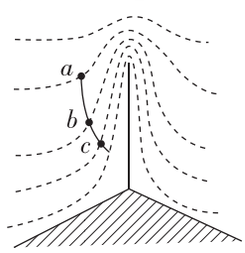
1. 判断速度方向：带电粒子运动轨迹上某点的切线方向为粒子在该点处的速度方向.

2. 判断静电力（或电场强度）的方向：仅受静电力作用时，带电粒子所受静电力方向指向轨迹曲线的凹侧，再根据粒子的正负判断该点处电场强度的方向.

3. 判断静电力做功的正负及电势能的增减：若静电力与速度方向成锐角，则静电力做正功，电势能减少；若静电力与速度方向成钝角，则静电力做负功，电势能增加.

4. 判断粒子动能的增减：可以根据动能定理或能量守恒定律判断动能的变化情况.

例 2 [2024·东莞期末] 中国古代屋脊有仰起的龙头，龙口吐出伸向天空的金属舌头，舌头连接一根直通地下的细铁丝，起到避雷的作用. 当雷云放电接近房屋时，舌头顶端由于聚集着大量正电荷而形成局部电场集中的空间. 图中虚线表示某时刻舌头周围的等差等势面分布情况，一带电粒子（不计重力）在该电场中的运动轨迹如图所示. 下列说法正确的是 （ ）



A. 该粒子带正电

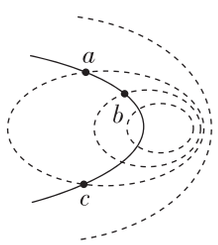
B. a 点的电势比 c 点的低

C. a 点的场强比 c 点的场强大

D. 该粒子在 b 点的电势能比在 c 点的电势能小

[反思感悟]

变式 2 如图所示，图中虚线为某静电场中的等差等势线，实线为某带电粒子在该静电场中的运动轨迹，a、b、c 为粒子的运动轨迹和等势线的交点，粒子只受静电力作用，以下说法正确的是 （ ）



A. a 点的电场强度大于 b 点的电场强度

B. 粒子在 a 点的动能比在 b 点的动能小

C. 粒子在 a 点和 c 点的速度相同

D. 粒子在 b 点的电势能比在 c 点的电势能大

[反思感悟]