

有关“电场”类高考题的归类分析

◆黄必业

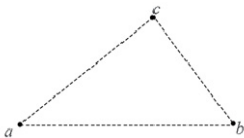
(广东省博罗县博师高级中学 广东惠州 516100)

“电场”一章的内容,是每年高考必考的重点知识之一,由于涉及的知识点多,又比较抽象,同时还跟运动学,动力学,功,能量和数学知识等相结合,使得解答这类问题时很易发生错误,现对近三年全国高考“电场”部分的试题进行归类分析:

(一)库仑定律与受力分析等相结合

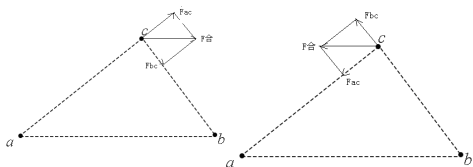
要熟悉库仑定律的内容,公式和适用条件;知道大小相同的带电体接触后电荷的分配原则;要掌握受力分析和三角函数及其矢量的运算规则(如平行四边形定则)等。

例1(2018·全国卷I)如图,三个固定的带电小球a、b和c,相互间的距离分别为 $ab=5\text{ cm}$, $bc=3\text{ cm}$, $ca=4\text{ cm}$ 。小球c所受库仑力的合力的方向平衡于a、b的连线。设小球a、b所带电荷量的绝对值的绝对值为k,则()



- A. a、b的电荷同号, $k = \frac{16}{9}$
- B. a、b的电荷异号, $k = \frac{16}{9}$
- C. a、b的电荷同号, $k = \frac{64}{27}$
- D. a、b的电荷异号, $k = \frac{64}{27}$

解析:画出c球的受力图如下两种情况:从力的方向可以判断:a、b球为异号电荷。



设小c球所带电荷量的绝对值为 q_c ,设小球b所带电荷量的绝对值为 q_b ,则小球a所带电荷量的绝对值为 q_a ,设ac与ab的夹角为 θ ,利用平行四边形定则和几何关系、库仑定律可得, $F_{ac}=k\frac{q_a q_c}{4^2}$, $F_{bc}=k\frac{q_b q_c}{3^2}$, $\tan\theta=3/4$, $\tan\theta=F_{bc}/F_{ac}$,ab电荷量的比值 $k=\frac{q_b}{q_a}$,联立解得: $k=64/27$,选项D正确

(二)库仑定律与功能关系相结合

电场力做正功,电荷的电势能减少;电场力做负功,电荷的电势能增加;结合动能定理,牛顿运动定律,物体作曲线运动的条件等知识去解决问题。

例2(2016全国2卷)如图,P是固定的点电荷,虚线是以P为圆心的两个圆.带电粒子Q在P的电场中运动,运动轨迹与两圆在同一平面内,a、b、c为轨迹上的三个点.若Q仅受P的电场力作用,其在a、b、c点的加速度大小分别为 a_a , a_b , a_c ,速度大小分别为 v_a , v_b , v_c ,则



- A. $a_a > a_b > a_c$, $v_a > v_b > v_c$
- B. $a_a > a_b > a_c$, $v_b > v_c > v_a$
- C. $a_b > a_c > a_a$, $v_b > v_c > v_a$
- D. $a_b > a_c > a_a$, $v_a > v_c > v_b$

解析:由库仑定律可知 $F=k\frac{qQ}{r^2}$,粒子在a、b、c三点受到的电场力的大小关系为 $F_b > F_c > F_a$,由 $a=\frac{F}{m}$,可知 $a_b > a_c > a_a$

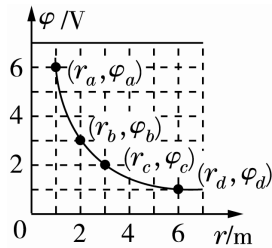
由题意结合运动轨迹可知,粒子Q的电性与P相同,二者之间受斥力作用;由a到b到c的过程中,库仑力先做负功然后做正功;且 W_{ab} 的绝对值大于 W_{bc} ,由动能定理可得 $v_a > v_c > v_b$ 。

【答案】D

(三) $\Phi-x$ 图像与功能关系问题

我们知道(1)电势高的地方,场强不一定大;(2)电势降落最快的方向就是场强的方向;(3)在 $\Phi-x$ 图像中,斜率为场强的大小,即 $E=\Delta\Phi/\Delta X=\tan\theta$;(4) $U=Ed$ 的定量计算只适用于匀强电场。(5)在移动电荷的过程中,电场力做的功与电势能的变化量大小相等

例3(2017全国卷I)在一静止点电荷的电场中,任一点的电势 Φ 与该点到点电荷的距离r的关系如图所示。电场中四个点a、b、c和d的电场强度大小分别为 E_a 、 E_b 、 E_c 和 E_d 。点a到点电荷的距离 r_a 与点a的电势 Φ_a 已在图中用坐标 (r_a, Φ_a) 标出,其余类推。现将一带正电的试探电荷由a点依次经b、c点移动到d点,在相邻两点间移动的过程中,电场力所做的功分别为 W_{ab} 、 W_{bc} 和 W_{cd} 。下列选项正确的是()



- A. $E_a : E_b = 4 : 1$
- B. $E_c : E_d = 2 : 1$
- C. $W_{ab} : W_{bc} = 3 : 1$
- D. $W_{bc} : W_{cd} = 1 : 3$

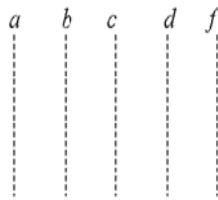
解析:由题图知,a、b、c、d四个点距点电荷的距离依次增大,且 $r_b = 2r_a$,由 $E = \frac{kQ}{r^2}$ 知, $E_a : E_b = 4 : 1$ 。B错: $r_d = 2r_c$,由 $E = \frac{kQ}{r^2}$ 知, $E_c : E_d = 4 : 1$;A对。在移动电荷的过程中,电场力做的功与电势能的变化量大小相等,则 $W_{ab} : W_{bc} = q(\Phi_a - \Phi_b) : q(\Phi_b - \Phi_c) = 3 : 1$,C对。 $W_{bc} : W_{cd} = q(\Phi_b - \Phi_c) : q(\Phi_c - \Phi_d) = 1 : 1$;D错:答案AC

(四)电场力做功,电势能与动能定理的结合

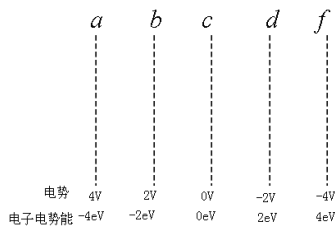
如果在匀强电场中,电场力做功可以用 $W=FL\cos\theta$ 分析;任意电场都可以用 $W_{AB}=q\Phi_A - q\Phi_B$ 分析;电场力做功与电势能变化的关系 $W_{AB}=q\Phi_A - q\Phi_B$;对于合外力做功,用动能定理 $W_{\text{电场力}} + W_{\text{其它力}} = \Delta E_k$ 加以分析。

例4(2018·全国卷I)图中虚线a、b、c、d、f代表匀强电场中间距相等的一组等势面,已知平面b上的电势为2V。一电子经过a时的动能为10eV,从a到d的过程中克服电场力所做的功为6eV。下列说法正确的是()

- A. 平面c上的电势为零
- B. 该电子可能到达不了平面f
- C. 该电子经过平面d时,其电势能为4eV
- D. 该电子经过平面b时的速率是经过d时的2倍



【解析】设相邻两条等势线之间的电势差为 U_0 ,根据从a到d的过程中克服电场力所做的功为6eV, $W = e \cdot 3U_0 = 6eV$,所以 $U_0 = 2V$ 并且电势从a向f逐渐降低。已知平面b上的电势为2V,所以平面c上的电势为零,A正确;因为从a到f,电势降低 $4U_0 = 8V$,所以电势能增大 $8eV$,动能减少 $8eV$,可能到达f;但如果



在a时速度方向在a平面内,

加速度方向向左,就可能到达不了平面f,所以B正确。

从上图可以看出,该电子经过平面d时,其电势能为 $2eV$,C错误;

该电子经过平面b时的动能是经过d时的2倍,所以速率是 $\sqrt{2}$ 倍。【答案】AB

(五)电容器的动态分析

电容器动态变化问题,要抓

住电容的定义式 $C = \frac{Q}{U}$;平行板电

容器电容的决定式: $C = \frac{\epsilon S}{4\pi kd}$;

匀强电场的场强公式 $E = U/d$;解

答时要分清“变量”与“定量”;

是保持“电压不变”还是“电量

不变”,然后结合上述公式分析。

例5(2018·北京卷)研究与平行板电容器电容有关因素的实验装置如图所示,下列说法正确的是()

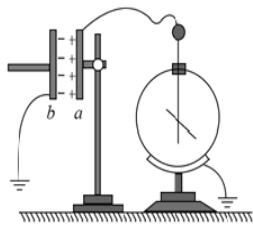
A. 实验前,只用带电玻璃棒与电容器a板接触,能使电容器带电

B. 实验中,只将电容器b板向上平移,静电计指针的张角变小

C. 实验中,只在极板间插入有机玻璃板,静电计指针的张角变大

D. 实验中,只增加极板带电量,静电计指针的张角变大,表明电容增大

解析: A、当用带电玻璃棒与电容器a板接触,由于静电感



应,从而在b板感应出等量的异种电荷,从而使电容器带电,故选项A正确;

B. 实验中,只将电容器b板向上平移,根据 $C = \frac{\epsilon S}{4\pi kd}$ 及 $U = \frac{Q}{C}$,S减小,C减小,U增大,静电计指针的张角变大,B错误;

C. 实验中,只在极板间插入有机玻璃板,根据 $C = \frac{\epsilon S}{4\pi kd}$ 及 $U = \frac{Q}{C}$, ϵ 变大,C变大,U减小,静电计指针的张角变小,C错误;

D、根据 $C = \frac{Q}{U}$ 可知,电量Q增大,则电压U也会增大,则电容C不变,故选项D错误。【答案】A

综上所述,通过对近三年全国高考“电场”部分试题的归类分析,能够帮助学生掌握电场中各种类型题的分析思路和方法,使之能够融会贯通;在学习中能够达到举一反三,触类旁通的目的。

参考文献:

[1]秦朝银《“电场”一章学习中的八个易错点辨析》《数理化学学习》(高一,二版)2014(08)P24-26

作者简介:黄必业(1978年-),男,广东博罗,大学本科,中学物理一级教师,从事高中物理教学、教研工作。