



一、等量电荷问题

掌握并记准等量电荷的结论,且要会把二维平面上的结论推广到三维空间领域。

催化剂说明书

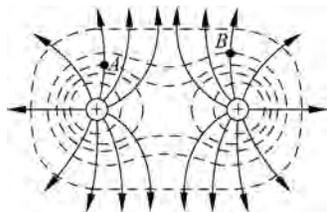
比较项目	等量异种点电荷	等量同种点电荷(正电荷为例)
电场线和等势线的分布图		
电势情况	(1) 两电荷连线的中垂面为等势面且电势为 0; (2) 中垂面有正电荷的一边电势都为正,有负电荷的一边电势都为负	(1) 在电荷连线上,中点电势最低; (2) 在中垂线上,中点电势最高
	离正电荷近则电势高,离负电荷近则电势低	
连线中点处的场强	连线上中点场强大小最小,方向指向负电荷	为 0
连线上的场强大小	(1) 电荷到无穷远,逐渐减小; (2) 电荷之间沿连线先变小,再变大	
中垂线由中点向外场强大小	中点最大,向外逐渐变小	中点最小,向外先变大后变小
特殊位置的场强与电势对比		
中垂线对称点(除连线外)	E 等大不同向,近正电荷电势高	E 等大不同向,电势相等
连线对称点(除中垂线外)	E 等大不同向,电势相等	E 等大不同向,电势相等
连线和中垂线上的对称点	E 相同,近正电荷 φ 高; $\varphi_A > 0 > \varphi_{A'}, \varphi_B = \varphi_{B'} = 0$	E 等大反向, φ 相同; $\varphi_A = \varphi_{A'} > 0, \varphi_B = \varphi_{B'} > 0$
中心对称点(C 与 C')	E 等大同向(场强相同), 近正电荷电势高; 电势 $\varphi_C > \varphi_{C'}$	E 等大反向,电势相等; 电势 $\varphi_C = \varphi_{C'} > 0$



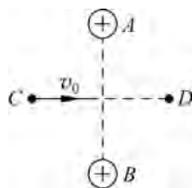
催化剂妙用

1. 一对等量正点电荷的电场线(实线)和等势线(虚线)如图所示,图中 A 、 B 两点电场强度分别是 E_A 、 E_B ,电势分别是 φ_A 、 φ_B ,负电荷 q 在 A 、 B 处时的电势能分别是 E_{pA} 、 E_{pB} ,下列判断正确的是()。

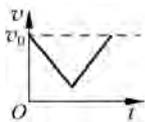
- A. $E_A > E_B, \varphi_A > \varphi_B, E_{pA} < E_{pB}$
- B. $E_A > E_B, \varphi_A < \varphi_B, E_{pA} < E_{pB}$
- C. $E_A < E_B, \varphi_A > \varphi_B, E_{pA} > E_{pB}$
- D. $E_A < E_B, \varphi_A < \varphi_B, E_{pA} > E_{pB}$



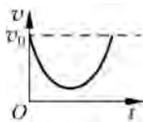
2. (多选题)如图所示, A 、 B 两点有等量同种正点电荷, AB 连线的中垂线上 C 、 D 两点关于 AB 对称, $t=0$ 时刻,一带正电的点电荷从 C 点以初速度 v_0 沿 CD 方向射入,点电荷只受电场力。下列点电荷由 C 到 D 运动的 $v-t$ 图像可能正确的是()。



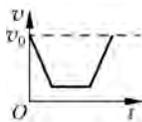
2



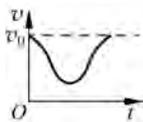
A.



B.



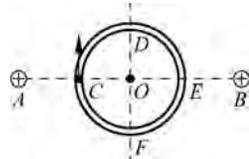
C.



D.

3. 如图所示,两个带等量正电的点电荷,分别固定在绝缘水平桌面上的 A 、 B 两点,一绝缘圆形细管水平固定在桌面 A 、 B 两点间,且圆形细管圆心 O 位于 A 、 B 连线的中点。细管与 A 、 B 连线及中垂线的交点分别为 C 、 E 、 D 、 F 。一个带负电的小球在细管中按顺时针方向做完整的圆周运动。不计一切摩擦,下列说法正确的是()。

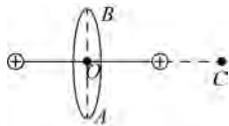
- A. 小球在 D 、 F 两点所受的电场力相同
- B. 小球从 C 运动到 D 的过程中,速度先减小后增大
- C. 小球在 C 、 E 两点的速度大小相等,有相同的电势能
- D. 在两个带正电的点电荷产生的电场中, C 点的电势比 F 点的电势低





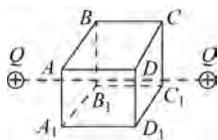
4. (多选题) 如图所示, 在两个电荷量相等的正点电荷的电场中, 两电荷连线的中垂面上有一以连线中点 O 为圆心的圆, A 、 B 为圆上对称的两点, 两点电荷连线的延长线上有一点 C , 下列说法正确的是()。

- A. A 、 B 两点的场强相同, 电势也相同
- B. 中垂线 AB 上 O 点的电势最高
- C. 电子在 C 点的电势能不可能等于在 A 点的电势能
- D. 仅在图中电场力的作用下, 电子可能沿图示做圆周运动



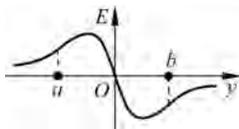
5. (多选题) 真空中电荷量均为 Q 的两同种点电荷连线和一绝缘正方体框架的两侧面 ABB_1A_1 和 DCC_1D_1 中心连线重合, 连线中心和立方体中心重合, 空间中除两同种电荷 Q 产生的电场外, 不计其他任何电场的影响, 则下列说法正确的是()。

- A. 正方体两顶点 A 、 C_1 电场强度相同
- B. 正方体两顶点 A 、 C_1 电势相同
- C. 两等量同种点电荷周围电场线和面 ABB_1A_1 总是垂直
- D. 把正试探电荷 q 从顶点 A 移到 C 电场力不做功

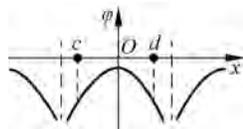


3

6. 一对等量点电荷位于平面直角坐标系 xOy 的一个轴上, 它们激发的电场沿 x 轴、 y 轴方向的场强和电势随坐标的变化情况如图甲、乙所示, 甲图为 y 轴上各点场强随坐标变化的 E - y 图像, 且沿 y 轴正向场强为正; 乙图为 x 轴上各点电势随坐标变化的 φ - x 图像, 且取无穷远处电势为 0。图中 a 、 b 、 c 、 d 为轴上关于原点 O 的对称点, 关于图像, 下列说法正确的是()。



甲



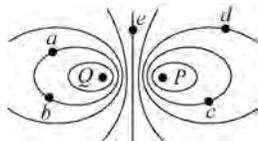
乙

- A. 是一对关于原点 O 对称的等量负点电荷所激发的电场, 电荷位于 y 轴上
- B. 是一对关于原点 O 对称的等量异种点电荷所激发的电场, 电荷位于 x 轴上
- C. 将一个 $+q$ 从 y 轴上 a 点由静止释放, 它会在 aOb 间往复运动
- D. 将一个 $+q$ 从 x 轴上 c 点由静止释放, 它会在 cOd 间往复运动



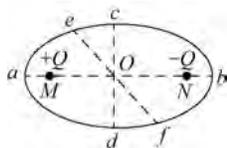
7. 空间 P 、 Q 两点处固定了电荷量绝对值相等的点电荷, 其中 Q 点处为正电荷, P 、 Q 两点附近电场的等势线分布如图所示, a 、 b 、 c 、 d 、 e 为电场中的五个点, 设无穷远处电势为 0, 则()。

- A. e 点的电势大于 0
- B. a 点和 b 点的电场强度相同
- C. b 点的电势低于 d 点的电势
- D. 负电荷从 a 点移动到 c 点时电势能增加



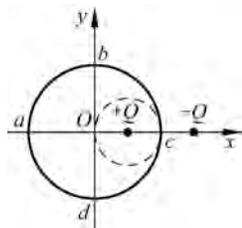
8. 如图所示, 真空中一椭圆的两焦点 M 、 N 处固定了两个等量异种电荷 $+Q$ 、 $-Q$, O 为椭圆中心, ab 、 cd 分别是椭圆长轴和短轴, e 、 f 是椭圆上关于 O 点对称的两个点, 则()。

- A. 椭圆上某点的场强方向为该点的切线方向
- B. a 、 b 两点场强相同, e 、 f 两点场强也相同
- C. 将一正电荷由 e 点沿椭圆移到 f 点, 电场力做功为 0
- D. 将一电荷由 O 点移到椭圆上任意一点时, 电势能的变化量相同



9. (多选题) 如图所示, 处于 x 轴上的两个等量异种电荷 $+Q$ 和 $-Q$ 的坐标分别为 $(L, 0)$ 和 $(3L, 0)$ 。以坐标原点 O 为圆心, 作半径为 $2L$ 的圆, 圆上有 a 、 b 、 c 、 d 四个点, 它们均处于两电荷形成的电场中, 则下列说法正确的是()。

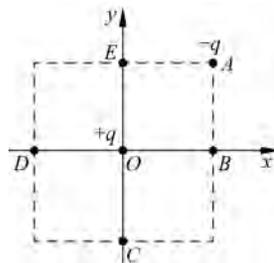
- A. O 点电势等于 b 点电势
- B. b 点和 d 点电场强度大小相等, 电势相同
- C. 将一正试探电荷从 c 点沿虚线圆周移到 O 点, 电场力不做功
- D. 将一正试探电荷从 b 点沿 y 轴移到 d 点, 电势能先增大后减小



10. (多选题) 如图所示, A 、 B 、 C 、 D 、 E 是直角坐标系 xOy 中的五个点, 其坐标分别为 $A(1, 1)$, $B(1, 0)$, $C(0, -1)$, $D(-1, 0)$, $E(0, 1)$ 。在坐标原点 O 和 A 点处分别放置一等量正、负点电荷, 关于这些点的场强和电势, 下列说法正确的是()。

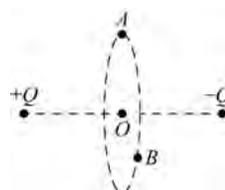


- A. C 点处的场强比 E 点处的场强大
- B. C 点处的场强与 D 点处的场强大小相等
- C. C 点处的电势比 B 点处的电势高
- D. C 点处的电势与 E 点处的电势相等



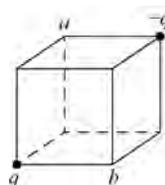
11. (多选题) 如图所示, 等量异种点电荷 $+Q$ 和 $-Q$ 固定放置, O 是两电荷连线的中点。以 O 为圆心, 在垂直于两电荷连线的平面内作圆, A 、 B 是圆上两点, 且 AB 连线不过圆心 O , 则下列说法正确的是()。

- A. A 、 B 两点的电场强度不同
- B. A 点的电势比 B 点的电势高
- C. 将一电荷沿圆弧从 A 点移到 B 点, 电场力不做功
- D. 将一电荷沿直线从 A 点移到 B 点, 电荷受到的电场力先增大后减小

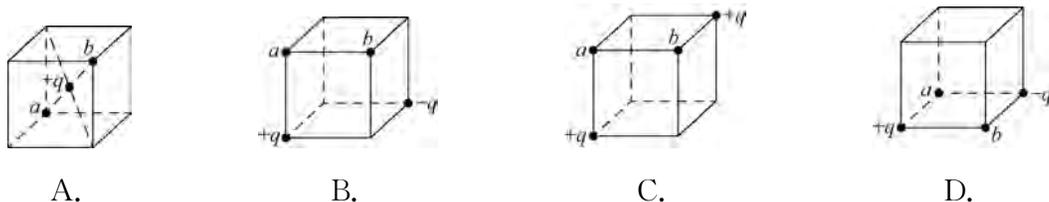


12. (多选题) 如图所示, 电荷量分别为 q 和 $-q$ ($q > 0$) 的点电荷固定在正方体的两个顶点上, a 、 b 是正方体的另外两个顶点, 则()。

- A. a 点和 b 点的电势相等
- B. a 点和 b 点的电场强度大小相等
- C. a 点和 b 点的电场强度方向相同
- D. 将负电荷从 a 点移到 b 点, 电势能增加



13. 如图所示, 处于真空的正方体中存在点电荷, 点电荷的电荷量及位置图中已标明, 则 a 、 b 两点处电场强度相同的图是()。



A.

B.

C.

D.



二、轨迹与图线组合问题

轨迹与图线的组合问题,是电场中常见的一类基础性问题,主要涉及的考点为曲线运动和电场的基本性质,解题过程中一定要确定好题中给定的图线是电场线还是等势线。

催化剂说明书

图 1 中实线 a 、 b 、 c 是电场中的三条电场线,图 2 中实线 a 、 b 、 c 是电场中的三个等差等势线,虚线为一个带负电的微粒仅在电场力作用下的运动轨迹, A 、 B 是轨迹上的两点。试求:

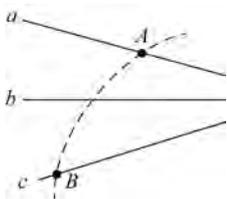


图 1

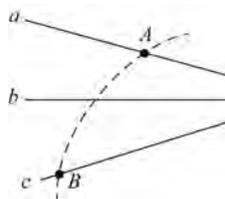


图 2

图 1 中:

① 电场的方向_____ (选填“向左”或“向右”);

② 加速度大小 a_A _____ a_B
(选填“>”“=”或“<”,下同);

③ 速度大小 v_A _____ v_B ;

④ 电势能 E_{pA} _____ E_{pB} ;

图 2 中:

⑤ 电势的高低 φ_a _____ φ_b _____ φ_c ;

⑥ 加速度大小 a_A _____ a_B ;

⑦ 速度大小 v_A _____ v_B ;

⑧ 电势能 E_{pA} _____ E_{pB} 。

带电粒子在电场中运动轨迹问题的解题思路:(设微粒从 A 向 B 运动)

1. 确定研究对象:以电场线和轨迹的交点为研究对象(图 3、图 4 中的点 P)。

2. 画切线:以交点为基准,画轨迹的切线和电场线的切线(若已知等势线先画等势线的垂直线即电场线)。

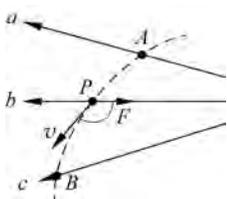


图 3

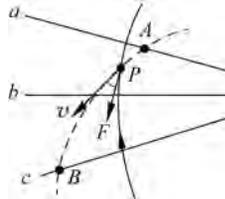


图 4



3. **确定方向**：速度的方向为轨迹的切线方向，电场力的方向沿电场线切线指向轨迹的内侧。

4. **判断参量变化情况**：

(1) 电场线(等差等势线)密集处电场强度大，电场力大，粒子的加速度大；

(2) 若电场力与速度方向成锐角，则电场力做正功，动能(速度)增大，电势能减少；若电场力与速度方向成钝角，则电场力做负功，动能(速度)减小，电势能增加。

结论：内向力，大角低速高能量。

(即电场力指向轨迹内侧，力与速度的夹角大于 90° ，速度减小，电势能增大。)

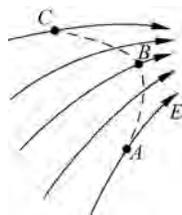
【参考答案】

① 向左；② $>$ ；③ $>$ ；④ $<$ ；⑤ $<$ ， $<$ ；⑥ $>$ ；⑦ $<$ ；⑧ $>$ 。

催化剂妙用

1. (多选题)如图所示，实线表示电场线，虚线 ABC 表示一带电粒子仅在电场力作用下的运动轨迹，其中过 B 点的切线与该处的电场线垂直。下列说法正确的是()。

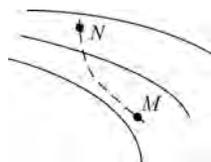
- A. 粒子带正电
- B. 粒子在 B 点的加速度大于它在 C 点的加速度
- C. 粒子在 B 点时电场力做功的功率为 0
- D. 粒子从 A 点运动到 C 点的过程中电势能先减小后增大



7

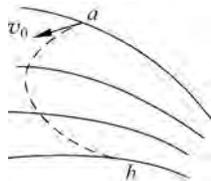
2. 如图所示，实线表示某电场的电场线(方向未标出)，虚线是一带负电的粒子只在电场力作用下的运动轨迹，设 M 点和 N 点的电势分别为 φ_M 、 φ_N ，粒子在 M 和 N 时加速度大小分别为 a_M 、 a_N ，速度大小分别为 v_M 、 v_N ，电势能分别为 E_{pM} 、 E_{pN} ，则()。

- A. $v_M < v_N$, $a_M < a_N$
- B. $v_M < v_N$, $\varphi_M < \varphi_N$
- C. $\varphi_M < \varphi_N$, $E_{pM} < E_{pN}$
- D. $a_M < a_N$, $E_{pM} < E_{pN}$



3. (多选题)带电粒子仅在电场力作用下，从电场中 a 点以初速度 v_0 进入电场并沿虚线所示的轨迹运动到 b 点，如图所示，实线是电场线，下列说法正确的是()。

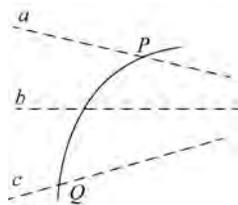
- A. 粒子在 a 点时的加速度比在 b 点时的加速度小
- B. 从 a 点到 b 点过程中，粒子的电势能一直减小
- C. 电场中 a 点的电势一定比 b 点的电势高
- D. 无论粒子带何种电荷，经 b 点时的速度总比经 a 点时的速度大





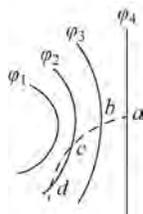
4. (多选题)如图所示,虚线 a 、 b 、 c 代表电场中的三个等势面,相邻等势面之间的电势差相同,实线为一带正电的质点仅在电场力作用下通过该区域时的运动轨迹, P 、 Q 是这条轨迹上的两点,由此可知()。

- A. 三个等势面中, c 等势面电势最高
- B. 带电质点通过 P 点时电势能较大
- C. 带电质点通过 Q 点时动能较大
- D. 带电质点通过 P 点时加速度较大



5. 如图所示,实线表示某电场中的四个等势面,它们的电势分别为 φ_1 、 φ_2 、 φ_3 和 φ_4 ,相邻等势面间的电势差相等。一带负电的粒子(重力不计)在该电场中运动的轨迹如虚线所示, a 、 b 、 c 、 d 是其运动轨迹与等势面的四个交点,则可以判断()。

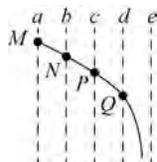
- A. φ_4 等势面上各点场强处处相等
- B. 四个等势面的电势关系是 $\varphi_1 < \varphi_2 < \varphi_3 < \varphi_4$
- C. 粒子从 a 运动到 d 的过程中静电力一直做负功
- D. 粒子在 a 、 b 、 c 、 d 四点的速度大小关系是 $v_a < v_b < v_c = v_d$



8

6. (多选题)如图所示,虚线 a 、 b 、 c 、 d 、 e 是电场中的一组平行等差等势线(等间距的平行直线),实线是一带负电粒子仅在电场力作用下的运动轨迹, M 、 N 、 P 、 Q 分别为运动轨迹与等势面的交点,下列判断正确的是()。

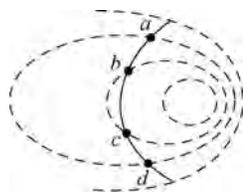
- A. 粒子在电场中做匀变速运动
- B. 图中等势面 a 的电势最高
- C. 粒子经过 Q 点时的动能大于经过 P 点时的动能
- D. 粒子在 M 点的电势能比在 Q 点的大





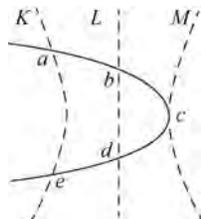
7. 如图所示,虚线为某静电场中的等差等势线(相邻两虚线间的电势差相等),实线为某带电粒子在该静电场中运动的轨迹, a 、 b 、 c 、 d 为粒子的运动轨迹与等势线的交点,除静电力外,粒子受到的其他力均可不计。下列说法正确的是()。

- A. 粒子在 a 、 c 两点的加速度大小一定相等
- B. 粒子在 b 、 c 两点的速度大小一定相等
- C. 粒子运动过程中速度一定先减小后增大
- D. 粒子在 b 点时的电势能一定比在 d 点时的电势能大



8. 图中 K 、 L 、 M 为静电场中的三个相距很近的等势面(K 、 M 之间无电荷)。一带电粒子射入此静电场中后,沿 $abcde$ 轨迹运动。已知电势 $\varphi_K < \varphi_L < \varphi_M$, 且粒子在 ab 段做减速运动。下列说法中正确的是()。

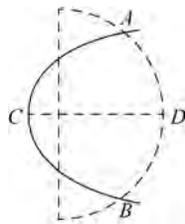
- A. 粒子带负电
- B. 粒子在 bc 段也做减速运动
- C. 粒子在 a 点的速率大于在 e 点的速率
- D. 粒子从 c 点到 d 点的过程中静电力做负功



9

9. 如图所示,虚线半圆弧为点电荷电场中的等势线,实线为某带电粒子仅在电场力作用下的运动轨迹,实线与虚线的交点分别为 A 、 B , 图中实线上与圆弧上相距最远的两点 C 、 D 间的距离大于圆弧的半径,由此可以判断()。

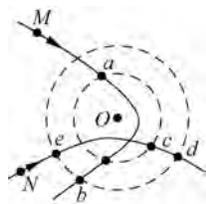
- A. A 点的电势比 C 点的电势低
- B. 带电粒子从 A 点运动到 C 点,电势能一定增大
- C. 从 A 点到 C 点,静电力对带电粒子做功的功率越来越大
- D. 带电粒子从 A 点运动到 B 点,动能先增大后减小





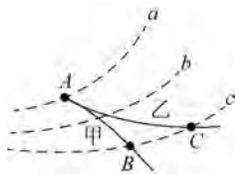
10. (多选题)如图所示,一带正电的点电荷固定于 O 点,两虚线圆均以 O 为圆心,两实线分别为带电粒子 M 和 N 先后在电场中运动的轨迹, a 、 b 、 c 、 d 、 e 为轨迹和虚线圆的交点,不计重力,下列说法正确的是()。

- A. M 带负电荷, N 带正电荷
- B. M 在 b 点的动能小于它在 a 点的动能
- C. N 在 d 点的电势能等于它在 e 点的电势能
- D. N 在从 c 点运动到 d 点的过程中克服电场力做功



11. (多选题)如图所示,虚线 a 、 b 、 c 为电场中的三条等势线,相邻两等势线之间的电势差相等。从等势线 a 上一点 A 处,分别射出甲、乙两个粒子,两粒子在电场中的运动轨迹分别交等势线 c 于 B 、 C 两点。甲粒子从 A 点到 B 点动能变化量的绝对值为 E ,乙粒子从 A 点到 C 点动能变化量的绝对值为 $\frac{1}{2}E$ 。不计粒子所受重力及两粒子间的相互作用,由此可判断()。

- A. 甲粒子一定带正电,乙粒子一定带负电
- B. 甲、乙两粒子的电荷量一定满足 $|q_{\text{甲}}| = 2|q_{\text{乙}}|$
- C. 甲粒子动能增加,乙粒子动能减少
- D. 甲粒子在 B 点的电势能绝对值一定是乙粒子在 C 点的 2 倍



12. 如图所示,实线为方向未知的三条电场线,虚线 1、2、3 分别为三条等势线,三条等势线与其中一条电场线的交点依次为 M 、 N 、 Q 点,已知 $MN = NQ$ 。电荷量相等的 a 、 b 两带电粒子从等势线 2 上的 O 点以相同的初速度飞出,仅在电场力作用下,两粒子的运动轨迹如图中虚线 a' 、 b' 所示,则()。

- A. a 粒子一定带正电, b 粒子一定带负电
- B. MN 两点电势差 $|U_{MN}|$ 等于 NQ 两点电势差 $|U_{NQ}|$
- C. a 粒子的加速度逐渐增大, b 粒子的加速度逐渐减小
- D. a 粒子从出发到等势线 3 过程的动能变化量比 b 粒子从出发到等势线 1 过程的动能变化量小

