

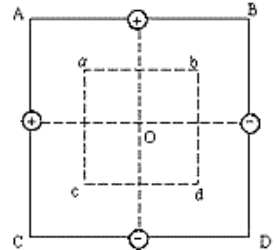
【高二物理 典题训练 05】

电势、电势差与等势面 答案详解

【题型 1】电势、电势高低的判断、电势差

【典例 1】现有两个边长不等的正方形，如图所示，且  $Aa$ 、 $Bb$ 、 $Cc$ 、 $Dd$  间距相等。在  $AB$ 、 $AC$ 、 $CD$ 、 $DB$  的中点分别放等量的正电荷或负电荷。则下列说法中正确的是 ( )

- A. O 点的电场强度和电势均为零
- B. 把一电荷从 b 点移到 c 点电场力做功为零
- C. 同一电荷在 a、d 两点所受电场力相同
- D. 若 a 点的电势为  $\varphi$ ，则 a、d 两点间的电势差为  $2\varphi$



【答案】BCD

【解析】A、根据点电荷的电场强度公式  $E=kq/r^2$  可得各个点电荷在 O 点的电场场强大小，再根据矢量合成，求出合场强不为零，但电势为零，故 A 错误。

B、由 A 可知合场强的方向由 O 指向 D，再根据电场线与等势面垂直可得 B、b、c、C 各点电势相等且为零，由电势能与电势的关系得  $E_b=E_c=q\varphi$ ，再根据电场力做功与电势能的关系  $W=E_b-E_c=0$ ，故 B 正确。

C、根据点电荷的电场强度公式  $E=kq/r^2$  可得各个点电荷在 a、d 两点的电场场强大小相等，再根据矢量合成，求出合场强大小也相等，方向相同，再根据  $F=qE$  求的同一电荷在 a、d 两点所受电场力相同，故 C 正确。

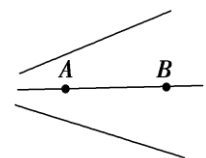
D、若 a 点的电势为  $\varphi$ ，根据对称性可知，a、d 两点间的电势差为  $2\varphi$ 。故 D 正确。

【考点】场强的叠加，点电荷的场强，电势能，电场力做功，电势，电势差。

【拓展】本题也可看作是二个等量异种电荷电场的叠加，则直线 BOC 为零势能面，直线上场强方向为 AD 方向，A 错误。同时根据等量异种电荷电场的对称性，可知该题中四个电荷产生的电场也具有对称性，由此解答 BCD 选项。

【典例 2】如图所示为一点电荷产生的电场中的三条电场线，已知电子在 A 点的电势能为  $-8\text{ eV}$  (无穷远处电势能为零)，则以下判断正确的是 ( )

- A. 电场线方向一定由 B 点指向 A 点
- B. 电子在 A 点所受的电场力一定小于在 B 点所受的电场力
- C. A 点的电势一定高于 B 点的电势
- D. A、B 两点间的电势差一定大于  $8\text{ V}$



【答案】AC

【解析】A、电场线密的地方电场的强度大，电场线疏的地方电场的强度小。所以场源电荷一定在左侧，以无穷远为零电势参考点，已知电子在 A 点的电势能为  $-8\text{ eV}$ ，所以 A 点的电势大于零，沿电场线的方向，电势降低，所以电场线方向一定由 A 点指向 B 点。故 A 正确。

B、电场线密的地方电场的强度大，电场线疏的地方电场的强度小。电子在 A 点所受的电场力一定大于在 B 点所受的电场力，故 B 错误；

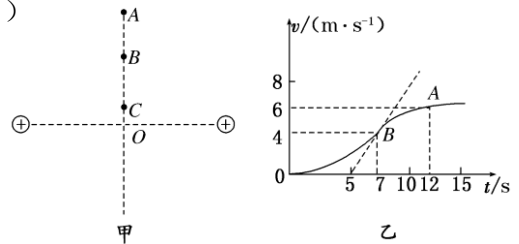
C、沿电场线的方向，电势降低，所以 A 点电势大于 B 点电势，故 C 正确。

D、沿电场线的方向，电势降低，所以 B 点电势 G 高于无穷远处的电势，AB 之间的电势差一定小于 8V，故 D 错误。

【考点】等差等势面与电场线的关系，电势高低的判断，电场线与场强。

【典例 3】两个等量同种电荷固定于光滑水平面上，其连线中垂线上有 A、B、C 三点，图甲所示一个电荷量为  $2C$ ，质量为  $1\text{ kg}$  的小物块从 C 点静止释放，其运动的  $v-t$  图像如图乙，其中 B 点处为整条图线切线斜率最大的位置(图中标出了该切线)。则下列说法正确的是 ( )

- A. B 点为中垂线上电场强度最大的点，电场强度  $E=2\text{ V/m}$
- B. 由 C 点到 A 点的过程中物块的电势能先减小后变大
- C. 由 C 点到 A 点的过程中，电势逐渐升高
- D. AB 两点电势差  $U_{AB}=-5\text{ V}$



【答案】AD

【解析】A、据  $v-t$  图的斜率等于加速度，可得物块在 B 点的加速度最大为  $a=4/(7-5)=2\text{ m/s}^2$ ，所受的电场力最大为  $F=ma=1\times 2\text{ N}=2\text{ N}$ ，则电场强度的最大值为  $E=F/q=2/2=1\text{ N/C}$ ，故 A 正确。

B、据  $v-t$  图可知物块的速度增大，电场力做正功，则电势能减小，故 B 错误。

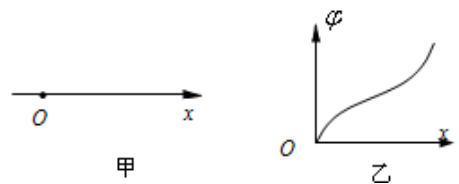
C、据两个等量的同种正电荷，其连线中垂线上电场强度方向由 O 点沿中垂线指向外侧，故由 C 点到 A 点的过程中电势逐渐减小，故 C 错误。

D、由  $v-t$  图可知 A、B 两点的速度分别为： $v_A=6\text{ m/s}$ ， $v_B=4\text{ m/s}$ ，物块在 A 到 B 过程，根据动能定理得： $qU_{AB}=1/2mv_B^2-1/2mv_A^2=1/2\times 1\times (4^2-6^2)\text{ J}=-10\text{ J}$ ，得： $U_{AB}=W_{AB}/q=-10/2\text{ V}=-5\text{ V}$ ，故 D 正确。

【考点】 $v-t$  图象，电势高低的判断，等量同种电荷的电场，电场力做功，动能定理。

【典例 4】如图甲所示，一条电场线与 Ox 轴重合，取 O 点电势为零，Ox 方向上各点的电势随 x 变化的情况如图乙所示。若在 O 点由静止释放一电子，电子仅受电场力的作用，则 ( )

- A. 电子将沿 Ox 方向运动
- B. 电子的电势能将增大
- C. 电子运动的加速度先减小后增大
- D. 该电场线可能是等量异种电荷产生的



【答案】ACD

【解析】A、由图看出，电势逐渐升高，则电场线方向沿 Ox 负方向，电子所受的电场力沿 Ox 正方向，则电子将沿 Ox 正方向运动。故 A 正确。

B、由静止释放后，电场力对电子做正功，电子的电势能减小。故 B 错误。

C、 $\phi-x$  图象的斜率大小等于电场强度，即  $\Delta\phi/\Delta x=E$ ，由几何知识得知，斜率先减小后增大，则电场强度先减小后增大，由  $F=qE$  知，电子所受的电场力先减小后增大，由牛顿第二定律得知，电子运动的加速度先减小后增大。故 C 正确。

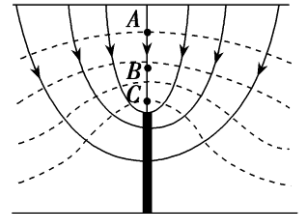
D、根据 C 选项分析得到的电子加速度先减小后增大，可知场强先减小后增大，结合等量异种电荷电场分布可知，D 正确。

【考点】 $\varphi-x$  图象，电势高低的判断，等量异种电荷的电场，电场力做功，电势能。

【题型 2】等势面、等差等势面与电场线的关系

[典例 5] 如图所示，实线为电场线，虚线为等势线，且  $AB=BC$ ，电场中的 A、B、C 三点的场强分别为  $E_A$ 、 $E_B$ 、 $E_C$ ，电势分别为  $\varphi_A$ 、 $\varphi_B$ 、 $\varphi_C$ ，AB、BC 间的电势差分别为  $U_{AB}$ 、 $U_{BC}$ ，则下列关系中正确的有（ ）

- A.  $\varphi_A > \varphi_B > \varphi_C$
- B.  $E_C > E_B > E_A$
- C.  $U_{AB} < U_{BC}$
- D.  $U_{AB} = U_{BC}$



【答案】ABC

【解析】A、考查静电场中的电场线、等势面的分布知识和规律。A、B、C 三点处在一根电场线上，沿着电场线的方向电势降落，故  $\varphi_A > \varphi_B > \varphi_C$ ，故 A 正确；

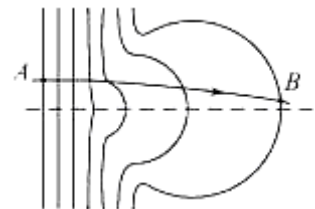
B、由电场线的密集程度可看出电场强度大小关系为  $E_C > E_B > E_A$ ，故 B 正确；

C、由等差等势面密度与场强大小的正相关关系，电场线密集的地方电势降落较快，故  $U_{BC} > U_{AB}$ ，故 C 正确，D 错误。

【考点】等势面，等差等势面与场强的关系，电势高低的判断。

[典例 6] 一质子从 A 点射入电场，从 B 点射出，电场的等差等势面和质子的运动轨迹如图所示，图中左侧前三个等势面彼此平行，不计质子的重力。下列说法正确的是（ ）

- A. A 点的电势高于 B 点的电势
- B. 质子的加速度先不变，后变小
- C. 质子的动能不断减小
- D. 质子的电势能先减小，后增大



【答案】BC

【解析】A、粒子带正电，电场力与电场强度方向相同，根据轨迹，得到曲线运动阶段，电场力向左下方；故图中从右侧往左侧来看，电场线（垂直于等势面）先向左下后向左，沿着电场线方向，电势降低，故 B 点电势大于 A 点电势，故 A 错误；

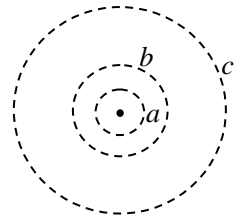
B、因为等势面先平行并且密，后变疏，说明电场强度先不变，后变小，则电场力先不变，后变小，所以加速度先不变，后变小，B 正确；

C、由于电场力与初速度方向相反，所以速度不断减小；或者说由于电势能不断增加，故动能不断减小，故 C 正确；

D、因为电场力一直做负功，故电势能一直增加，D 错误；

【考点】等势面，等差等势面与场强的关系，电势高低的判断，电势能，电场力做功。

**【典例 7】**如图所示， $a$ 、 $b$  和  $c$  分别表示点电荷的电场中的三个等势面，它们的电势分别为  $6\text{V}$ 、 $4\text{V}$  和  $1.5\text{V}$ 。一质子从等势面  $a$  上某处由静止释放，仅受电场力作用而运动，已知它经过等势面  $b$  时的速率为  $v$ ，则对质子的运动有下列判断，正确的是 ( )



- A. 质子从  $a$  等势面运动到  $c$  等势面电势能增加  $4.5\text{eV}$
- B. 质子从  $a$  等势面运动到  $c$  等势面动能减少  $4.5\text{eV}$
- C. 质子经过等势面  $c$  时的速率为  $2.25v$
- D. 质子经过等势面  $c$  时的速率为  $1.5v$

**【答案】** D

**【解析】** A、由  $a$  运动到  $c$  电场力做功： $W_1 = e(\varphi_a - \varphi_c) = e(6 - 1.5) = 4.5\text{eV}$ ；电场力做正功，粒子电势能减少。故 A 错误；

B、由  $\Delta E_1 = W_1$  粒子的动能增加  $4.5\text{eV}$ 。故 B 错误；

C、由  $a$  运动到  $b$  则电场力做功： $W_2 = e(\varphi_a - \varphi_b) = e(6 - 4) = 2\text{eV}$ ； $W_2 = \Delta E_2 = 1/2mv^2$ ； $W_1 = \Delta E_1 = 1/2mv'^2$ ；联立各式解得： $v' = 2.25v = 1.5v$ 。故 C 错误，D 正确；

**【考点】** 等势面，电势能，电场力做功，动能定理。

**【典例 8】**图中  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$  是匀强电场中一正方形的四个顶点，已知  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三点的电势分别为  $\varphi_A = 15\text{V}$ 、 $\varphi_B = 3\text{V}$ 、 $\varphi_C = -3\text{V}$ ，由此可得  $D$  点电势  $\varphi_D = \underline{\hspace{2cm}}\text{V}$



**【答案】** 9

**【解析】** (1)方法一，根据推论：在匀强电场中，相互平行且相等的线段两端点电势差相等，故  $\varphi_D - \varphi_C = \varphi_A - \varphi_B$ ，易得  $\varphi_D = 9\text{V}$ 。

(2)方法二，作图法，延长  $AB$  至点  $C'$ ，使得  $AC' = 1/2AB$ ，则此时  $\varphi_{C'} = -3\text{V}$ ，连接  $CC'$ ，得到匀强电场的一条等势面，过  $D$  点作的平行线交  $AB$  于点  $D'$ ，则根据几何特点可知， $D'$  为  $AB$  中点，故  $\varphi_D = \varphi_{D'} = 1/2(\varphi_A + \varphi_B) = 9\text{V}$ 。

**【考点】** 等势面，匀强电场。

