

易错点 08 不会处理电场力、电场能及粒子运动的特点

目 录

01 易错陷阱

易错点一：错误地理解电场线及带电粒子运动与电场线的关系

易错点二：不能明确各类电场图像中斜率、面积等含义

易错点三：分析带电粒子在电场中运动问题出现错误

02 易错知识点

知识点一、库仑力作用下的平衡问题

知识点二、电场线、等势线(面)及带电粒子的运动轨迹模型

知识点三、图像的物理意义及应用

知识点四、带电粒子(或带电体)在电场中的直线运动

知识点五、带电粒子在电场中的偏转

知识点六、“等效”重力场

03 举一反三——易错题型

题型一：粒子运动轨迹与电场线的联系

题型二：电场中的图像分析

题型三：“等效”重力场

题型四：带电粒子在电场中的运动问题

04 易错题通关

01 易错陷阱

易错点一：错误地理解电场线及带电粒子运动与电场线的关系

1、电场线的理解

(1) 任意两条电场线不相交不相切；

(2) 电场线的疏密表示电场的强弱，电场线越密，电场强度越大，电场线越稀，电场强度越小；

(3) 电场线上任意一点的场强方向即为该点的切线方向。正电荷受力方向与该点电场方向相同；负电荷受力方向与该点电场方向相反；

(4) 两条电场线间的空白区域，也存在电场；

2. 带电粒子做曲线运动时，合力指向轨迹曲线的内侧，速度方向沿轨迹的切线方向。

3. 方法

(1) 根据带电粒子运动轨迹的弯曲方向，判断带电粒子所受静电力的方向。

(2) 把电场线方向、静电力方向与电性相联系进行分析。

(3) 把电场线的疏密和静电力大小、加速度大小相联系进行分析。

(4) 把静电力做的功与能量的变化相联系进行分析。

易错点二：不能明确各类电场图像中斜率、面积等含义

$v-t$ 图象	根据 $v-t$ 图象中速度变化、斜率确定电荷所受合力的方向与合力大小变化，确定电场的方向、电势高低及电势能变化
$\varphi-x$ 图象	(1) 电场强度的大小等于 $\varphi-x$ 图线的斜率大小，电场强度为零处， $\varphi-x$ 图线存在极值，其切线的斜率为零； (2) 在 $\varphi-x$ 图象中可以直接判断各点电势的高低，并可根据电势高低关系确定电场强度的方向； (3) 在 $\varphi-x$ 图象中分析电荷移动时电势能的变化，可用 $W_{AB}=qU_{AB}$ ，进而分析 W_{AB} 的正负，然后做出判断
$E-x$ 图象	(1) 反映了电场强度随位移变化的规律； (2) $E>0$ 表示场强沿 x 轴正方向， $E<0$ 表示场强沿 x 轴负方向； (3) 图线与 x 轴围成的“面积”表示电势差，“面积”大小表示电势差大小，两点的电势高低根据电场方向判定
E_p-x 图象	(1) 反映了电势能随位移变化的规律； (2) 图线的切线斜率大小等于电场力大小； (3) 进一步判断场强、动能、加速度等随位移的变化情况

易错点三：分析带电粒子在电场中运动问题出现错误

解决带电粒子在电场中运动问题的一般思路

(1) 选取研究对象；

(2) 分析研究对象受力情况；

(3) 分析运动状态和运动过程(初始状态及条件，直线运动还是曲线运动等)；

(4) 建立正确的物理模型，恰当选用规律或其他手段(如图线等)找出物理量间的关系，建立方程组解题。

(5)讨论所得结果.

02 易错知识点

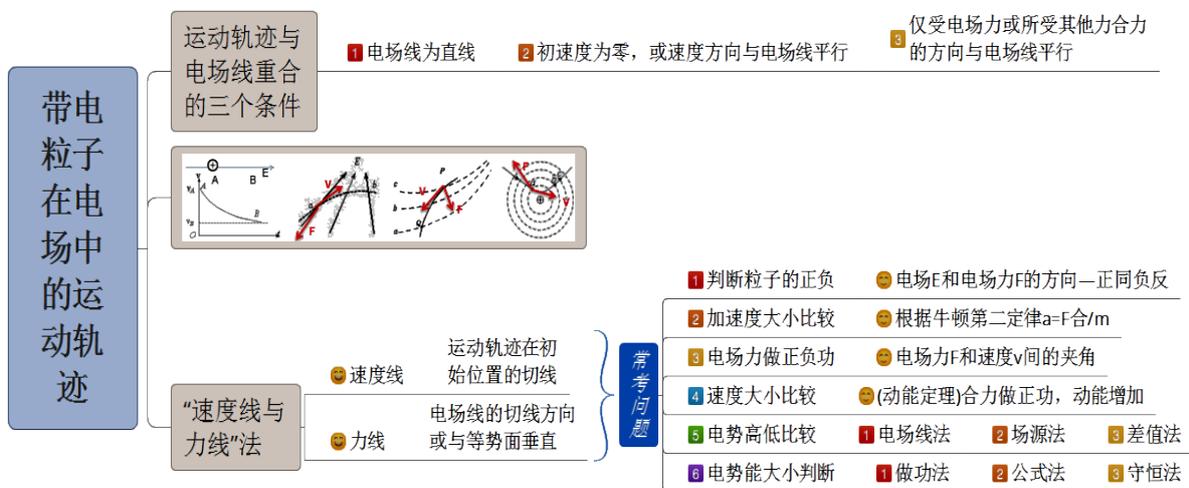
知识点一、库仑力作用下的平衡问题

1.求解带电体平衡问题的方法

分析带电体平衡问题的方法与力学中分析物体受力平衡问题的方法相同。

- (1)当两个力在同一直线上使带电体处于平衡状态时，根据二力平衡的条件求解；
- (2)在三个力作用下带电体处于平衡状态时，一般运用勾股定理、三角函数关系以及矢量三角形等知识求解；
- (3)在三个以上的力作用下带电体处于平衡状态时，一般用正交分解法求解。

知识点二、电场线、等势线(面)及带电粒子的运动轨迹模型



根据运动轨迹判断粒子的受力及运动情况

①确定受力方向的依据

- a. 曲线运动的受力特征：带电粒子受力总指向曲线的凹侧；
- b. 电场力方向与场强方向的关系：正电荷的受力方向与场强方向相同，负电荷则相反；
- c. 场强方向与电场线或等势面的关系：电场线的切线方向或等势面的法线方向为电场强度的方向。

②比较加速度大小的依据：电场线或等差等势面越密 $\Rightarrow E$ 越大 $\Rightarrow F=qE$ 越大 $\Rightarrow a=\frac{qE}{m}$ 越大。

③判断加速或减速的依据：电场力与速度成锐角(钝角)，电场力做正功(负功)，速度增加(减小)。

知识点三、图像的物理意义及应用

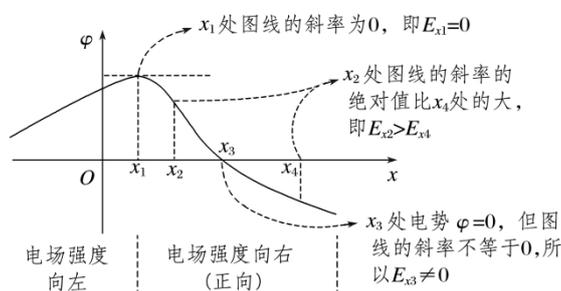
(1) $v-t$ 图像:

根据电荷在电场中运动的 $v-t$ 图像的速度变化、斜率变化(即加速度变化), 确定电荷所受静电力的方向与静电力的大小变化情况, 进而确定电场强度的方向、电势的高低及电势能的变化。

(2) $\varphi-x$ 图像:

① 电场强度的大小等于 $\varphi-x$ 图线的斜率的绝对值, 电场强度为零处 $\varphi-x$ 图线存在极值, 其切线的斜率为零。

② 在 $\varphi-x$ 图象中可以直接判断各点电势的大小, 并可根据电势大小关系确定电场强度的方向。



③ 在 $\varphi-x$ 图象中分析电荷移动时电势能的变化, 可用 $W_{AB}=qU_{AB}$, 进而分析 W_{AB} 的正负, 然后作出判断。

④ 在 $\varphi-x$ 图象中可以判断电场类型, 如下图所示, 如果图线是曲线, 则表示电场强度的大小是变化的, 电场为非匀强电场; 如果图线是倾斜的直线, 则表示电场强度的大小是不变的, 电场为匀强电场。

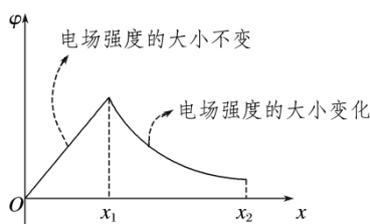


图 8

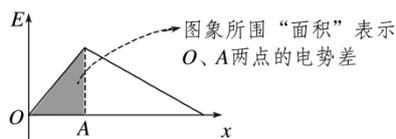
⑤ 在 $\varphi-x$ 图象中可知电场强度的方向, 进而可以判断电荷在电场中的受力方向。

(3) $E-x$ 图像:

① $E-x$ 图象反映了电场强度随位移变化的规律, $E>0$ 表示电场强度沿 x 轴正方向; $E<0$ 表示电场强度沿 x 轴负方向。

② 在给定了电场的 $E-x$ 图象后, 可以由图线确定电场强度、电势的变化情况, $E-x$ 图线与 x 轴所围图形“面积”表示电势差, 两点的电势高低根据电场方向判定。图线与 x 轴围成的“面积”表示电势差, “面积”大小表示电势差大小, “面积”的正负表示始末两点电势的高低。

在与粒子运动相结合的题目中, 可进一步确定粒子的电性、动能变化、电势能变化等情况。



③在这类题目中，还可以由 $E-x$ 图象画出对应的电场，利用这种已知电场的电场线分布、等势面分布或场源电荷来处理相关问题。

(4) E_p-x 图像：

①由 E_p-x 图像可以判断某一位置电势能的大小，进而确定电势能的变化情况，根据电势能的变化可以判断静电力做功情况，结合带电粒子的运动可以确定静电力的方向。

② E_p-x 图像的斜率 $k = \frac{E_{p2} - E_{p1}}{x_2 - x_1} = \frac{\Delta E_p}{\Delta x} = \frac{-W_{\text{静电}}}{\Delta x} = -F_{\text{静电}}$ ，即图像的斜率绝对值和正负分别表示静电力的大小和方向。

知识点四、带电粒子(或带电体)在电场中的直线运动

1. 做直线运动的条件

(1)粒子所受合外力 $F_{\text{合}}=0$ ，粒子或静止，或做匀速直线运动。

(2)粒子所受合外力 $F_{\text{合}} \neq 0$ ，且与初速度方向在同一条直线上，带电粒子将做匀加速直线运动或匀减速直线运动。

2. 用功能观点分析

$$a = \frac{F_{\text{合}}}{m}, \quad E = \frac{U}{d}, \quad v^2 - v_0^2 = 2ad.$$

3. 用功能观点分析

$$\text{匀强电场中: } W = Eqd = qU = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\text{非匀强电场中: } W = qU = E_{k2} - E_{k1}$$

知识点五、带电粒子在电场中的偏转

1. 带电粒子在电场中的偏转

(1)条件分析：带电粒子垂直于电场线方向进入匀强电场。

(2)运动性质：匀变速曲线运动。

(3)处理方法：分解成相互垂直的两个方向上的直线运动，类似于平抛运动。

(4)运动规律：

①沿初速度方向做匀速直线运动，运动时间

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{a. 能飞出电容器: } t = \frac{l}{v_0} \\ \text{b. 不能飞出电容器: } y = \frac{1}{2}at^2 = \frac{qU}{2md}t^2, \quad t = \sqrt{\frac{2mdy}{qU}} \end{array} \right.$$

②沿电场力方向, 做匀加速直线运动

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{加速度: } a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = \frac{qU}{md} \\ \text{离开电场时的偏移量: } y = \frac{1}{2}at^2 = \frac{qUl^2}{2mdv_0^2} \\ \text{离开电场时的偏转角: } \tan \theta = \frac{v_y}{v_0} = \frac{qUl}{mdv_0^2} \end{array} \right.$$

2. 带电粒子在匀强电场中偏转时的两个结论

(1)不同的带电粒子从静止开始经过同一电场加速后再从同一偏转电场射出时, 偏移量和偏转角总是相同的.

$$\text{证明: 由 } qU_0 = \frac{1}{2}mv_0^2 \quad y = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{qU_1}{md} \cdot \left(\frac{l}{v_0}\right)^2 \quad \tan \theta = \frac{qUl}{mdv_0^2}$$

$$\text{得: } y = \frac{U_1 l^2}{4U_0 d}, \quad \tan \theta = \frac{U_1 l}{2U_0 d}$$

(2)粒子经电场偏转后, 合速度的反向延长线与初速度延长线的交点 O 为粒子水平位移的中点, 即 O

到偏转电场边缘的距离为 $\frac{l}{2}$.

3. 带电粒子在匀强电场中偏转的功能关系

当讨论带电粒子的末速度 v 时也可以从能量的角度进行求解: $qU_y = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$, 其中 $U_y = \frac{U}{d}y$, 指初、末位置间的电势差.

知识点六、“等效”重力场

1. 各种性质的场(物质)与实际物体的根本区别之一是场具有叠加性, 即几个场可以同时占据同一空间, 从而形成叠加场.

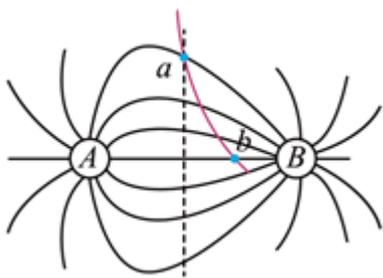
2. 将叠加场等效为一个简单场, 其具体步骤是: 先求出重力与电场力的合力, 将这个合力视为一个

“等效重力”, 将 $a = \frac{F_{\text{合}}}{m}$ 视为“等效重力加速度”. 再将物体在重力场中做圆周运动的规律迁移到等效

重力场中分析求解即可.

题型一：粒子运动轨迹与电场线的联系

【例 1】 (2023·台州模拟) A、B 两个点电荷周围产生的电场线分布如图所示，一个离子从两点电荷连线的中垂线上的一点 a 射入，轨迹如图中的 ab 所示，b 为两点电荷连线上的一个点，忽略离子的重力，则可以判断 ()



- A. 射入的离子带正电荷
- B. A、B 两小球带等量异种电荷
- C. 在 a 点时，A、B 对离子的作用力大小相等
- D. 离子在 a 点的电势能一定大于在 b 点的电势能

【解答】解：A、不知道电场线的方向，所以不能判断粒子的电性，故 A 错误；

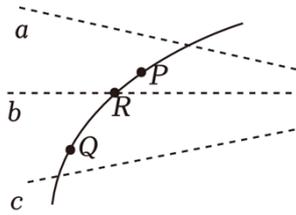
B、等量异种点电荷的电场线是关于它们连线的垂直平分线对称的，该图中 B 处的电场线密，可知 B 处的电荷量大，故 B 错误；

C、A、B 到 a 的距离是相等的，B 处的电荷量大，根据库仑定律可知，B 处点电荷对离子的作用力大，故 C 错误；

D、根据曲线运动的特点可知，该离子受到的电场力的方向向右，则从 a 到 b 的过程中电场力对离子做正功，离子的电势能减小，所以离子在 a 点的电势能一定大于在 b 点的电势能，故 D 正确。

故选：D。

【变式 1-1】 (2024·盐城三模) 如图所示，虚线 a、b、c 为电场中的三条等差等势线，实线为一带电的粒子仅在静电力作用下通过该区域时的运动轨迹，P、R、Q 是这条轨迹上的三点，由此可知 ()



- A. 带电粒子在 P 点时的加速度小于在 Q 点时的加速度
- B. P 点的电势一定高于 Q 点的电势
- C. 带电粒子在 R 点时的电势能大于 Q 点时的电势能
- D. 带电粒子在 P 点时的动能大于在 Q 点时的动能

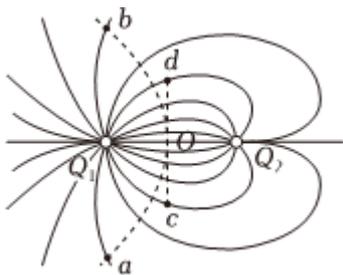
【解答】解：A、由图可知，R 点附近的等差等势线比 Q 点附近的等差等势线密集，所以 R 点处的电场强度大，则带电粒子在 R 点受到的电场力大于在 Q 点时受到的电场力，结合牛顿第二定律可知带电粒子在 R 点时的加速度大于在 Q 点时的加速度，故 A 错误；

B、根据题给条件无法判断 P、Q 两点的电势高低，故 B 错误；

CD、粒子所受电场力一定指向轨迹的凹侧，可知粒子受到的电场力的方向大致向下，若粒子由 P 向 Q 运动，则电场力与粒子速度方向夹角始终小于 90° ，电场力对粒子做正功，粒子动能增大，电势能减小，因此带电粒子在 P 点时的电势能比在 Q 点时的电势能大，在 P 点时的动能小于在 Q 点时的动能，故 C 正确，D 错误。

故选：C。

【变式 1-2】（多选）（2024•武清区校级一模）如图所示，实线为两个点电荷 Q_1 和 Q_2 产生的电场中的电场线（方向未标出），c、d 是关于两个点电荷连线对称的两点，一个电子沿虚线 aob 从 a 点运动到 b 点，下列说法正确的是（ ）



- A. 电子的加速度先减小后增大
- B. Q_1 的电荷量大于 Q_2 的电荷量
- C. c、d 两点在同一等势面上，两点场强相同
- D. 电子在 a 点的电势能大于在 O 点的电势能

【解答】解：A、由图可知，O点附近的电场线比a点、b点附近的电场线密，说明电场强度大，电子受到的电场力大，由牛顿第二定律可知，加速度也大，故电子沿虚线aob从a点运动到b点的过程中加速度先增大后减小，故A错误；

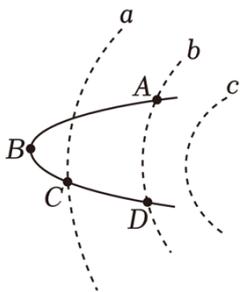
B、 Q_1 周围的电场线比 Q_2 周围的电场线密，说明 Q_1 的电荷量大于 Q_2 的电荷量，故B正确；

C、根据电场线的分布情况可知 Q_1 和 Q_2 为异种电荷，根据曲线运动的合力方向指向凹处可知， Q_1 为正电荷， Q_2 为负电荷，电场线的方向由 Q_1 沿电场线方向指向 Q_2 ，根据对称性可知c、d两点的电势相等，场强大小相等，但方向不同，故C错误；

D、由图可知，电子从a点运动到O点的过程中电场力方向与速度方向的夹角小于 90° ，电场力做正功，电势能逐渐减小，即电子在O点时的电势能小于在a点时的电势能，故D正确。

故选：BD。

【变式 1-3】（多选）（2024·拉萨一模）如图，虚线 a、b、c 为静电场中的等势线，实线为一带电粒子在静电场中的运动轨迹，B 点是曲线运动的拐点，不计粒子的重力，下列说法正确的是（ ）



- A. 粒子从 A 点运动到 B 点的过程，加速度减小、速度增大
- B. 粒子从 A 点运动到 B 点的过程，电势能增大，动能减小
- C. 粒子从 A 点运动到 B 点电场力做功的绝对值大于从 A 点到 C 点电场力做功的绝对值
- D. 粒子运动到 A 点时的动能大于 D 点时的动能

【解答】解：AB. 因 A 点等势面密集，则电场线密集，则 A 点电场强度大，粒子从 A 点运动到 B 点的过程受到的电场力减小，由牛顿第二定律可知加速度减小；根据曲线的弯曲方向可知粒子的受力方向大致向右，则粒子从 A 点运动到 B 点的过程电场力做负功，动能减小，速度减小，电势能增大，故 A 错误，B 正确；

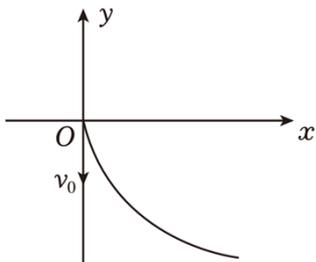
C. A、B 点间的电势差比 A、C 点间的电势差大，根据 $W=qU$ 可知粒子从 A 点运动到 B 点电场力做功的绝对值大于从 A 点到 C 点电场力做功的绝对值，故 C 正确；

D. A 点和 D 点在同一等势面上，粒子运动到 A 点的动能等于 D 点时运动，故 D 错误。

故选：BC。

题型二：电场中的图像分析

【例 2】 (2024·陕西一模) 有一匀强电场平行于直角坐标系 xoy 所在的竖直平面，现将一质量为 m ，带电量为 $+q$ 的小球从坐标原点 O 处沿 y 轴负向以 2m/s 的初速度向下抛出，其带电小球运动的轨迹方程为 $x = \frac{5}{4}y^2$ ，重力加速度取 $g = 10\text{m/s}^2$ ，则下列说法中正确的是 ()



- A. 电场强度大小为 $\frac{\sqrt{2}mg}{q}$ ，方向与 x 轴正向夹角 45°
- B. 电场强度大小为 $\frac{\sqrt{3}mg}{q}$ ，方向与 x 轴正向夹角 30°
- C. 电场强度大小为 $\frac{2mg}{q}$ ，方向与 x 轴负向夹角 45°
- D. 电场强度大小为 $\frac{mg}{q}$ ，方向与 x 轴正向夹角 30°

【解答】 解：由带电小球运动的轨迹方程为： $x = \frac{5}{4}y^2$

根据题意可知，小球在 y 轴方向做匀速直线运动，在 x 方向上做匀加速直线运动，

x 方向上： $y = v_0 t$

在 x 方向上： $x = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}a \times \left(\frac{y}{v_0}\right)^2 = \frac{a}{2v_0^2} \cdot y^2$

对比可得： $\frac{a}{2v_0^2} = \frac{5}{4}$

可知带电小球的加速度 $a = 10\text{m/s}^2$ ，小球做类平抛运动可得，小球受到的电场力竖直向上分力与重力平衡，水平向右的分力为合外力，则

$$F_{\text{电}} = qE = \sqrt{(ma)^2 + (mg)^2}$$

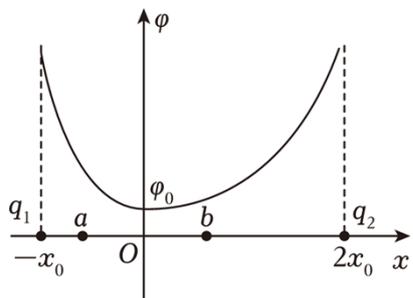
$$\text{解得：} E = \frac{\sqrt{2}mg}{q}$$

方向与 x 轴正方向夹角为 θ ，则有： $\tan\theta = \frac{mg}{ma} = 1$ ，解得 $\theta = 45^\circ$ ，故 BCD 错误，A 正确。

故选：A。

【变式 2-1】 (2024·聊城二模) x 轴上有两个不等量点电荷 q_1 、 q_2

，两电荷连线上各点电势随位置坐标变化的 $\varphi - x$ 图像如图所示，图线与 φ 轴正交，交点处的纵坐标为 φ_0 ，a、b 为 x 轴上关于原点 O 对称的两个点。正电子的质量为 m ，电荷量为 e ，取无穷远处电势为 0，下列说法正确的是（ ）



A. q_1 、 q_2 带异种电荷

B. 两电荷电量之比 $\frac{q_1}{q_2} = \frac{1}{2}$

C. 将一正电子从 a 点由静止释放，若经过 O 点时速度为 v_0 ，则 a 点电势 $\varphi_a = \varphi_0 + \frac{mv_0^2}{2e}$

D. 将一正电子从 b 点由静止释放，则电场力先做正功后做负功，正电子经过 O 点后可以达到 a

点

【解答】解 A、由图可知， x 轴上的 $-x_0$ 和 $2x_0$ 之间的电势都大于零，说明两个点电荷一定都是正电荷，故 A 错误；

B、在 $x=0$ 处图像切线的斜率为零，则该点处的电场强度为零，说明两个点电荷在 $x=0$ 处场强大小相等，方向相反，则有

$$k\frac{q_1}{x_0^2} = k\frac{q_2}{(2x_0)^2}$$

解得： $\frac{q_1}{q_2} = \frac{1}{4}$ ，故 B 错误；

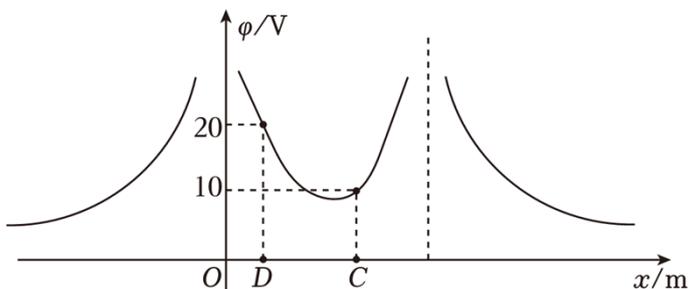
C、正电子从 a 点静止释放到 O 点，由动能定理可得

$$e(\varphi_a - \varphi_0) = \frac{1}{2}mv_0^2, \text{ 解得: } \varphi_a = \varphi_0 + \frac{mv_0^2}{2e}, \text{ 故 C 正确;}$$

D、将一正电子从 b 点由静止释放，初始动能为零，电场力先做正功后做负功，由于 a 点电势大于 b 点，正电子在 a 点电势能大于 b 点，根据能量守恒可知，不可能到达 a 点，故 D 错误。

故选：C。

【变式 2-2】（2024·枣强县校级模拟）某区域存在一电场，该区域内 x 轴上各点电势 φ 随位置 x 变化的关系如图所示。 α 粒子从 D 点由静止释放，仅在电场力作用下沿 x 轴通过 C 点，下列说法中正确的是（ ）



- A. 由 D 点到 C 点电场强度的方向始终沿 x 轴正方向
- C. α 粒子从 D 点到 C 点运动的过程中其电势能减小 10eV
- B. α 粒子从 D 点到 C 点运动的过程中所受电场力先增大后减小
- D. α 粒子从 D 点到 C 点运动的过程中其动能先增大后减小

【解答】解：A、沿电场线方向电势逐渐降低，从 D 到 C 电势先降低后升高，则电场强度的方向先沿 x 轴正方向，再沿 x 轴负方向，故 A 错误；

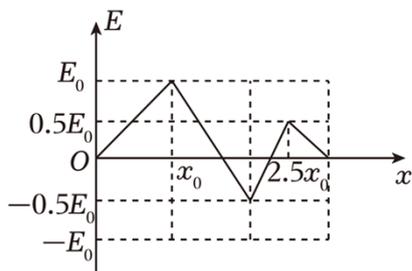
B、 α 粒子在 D 和 C 点的电势能为 $E_{pD}=2e \times 20V=40eV$ ， $E_{pC}=2e \times 10V=20eV$ ，则 $\Delta E_p=E_{pD}-E_{pC}=40eV-20eV=20eV$ ，所以 α 粒子从 D 到 C 的过程中其电势能减小 20eV，故 B 错误；

C、 $\phi-x$ 图像的斜率为电场强度 E，从 D 到 c 的过程中 E 先减小后增大，所以 α 粒子从 D 到 c 的过程中所受电场力先减小后增大，故 C 错误；

D、从质子从 D 到 C 的过程中电势能先减小后增大，由能量守恒得，动能先增加后减小，故 D 正确。

故选：D。

【变式 2-3】（多选）（2024·辽宁二模）某静电场的电场线沿 x 轴，其电场强度 E 随 x 的变化规律如图所示，设 x 轴正方向为静电场的正方向，在坐标原点有一电荷量为 q 的带电粒子仅在电场力作用下由静止开始沿 x 轴正向运动，则下列说法正确的是（ ）



- A. 粒子带正电
- B. 粒子运动到 x_0 处速度最大
- C. 粒子不可能运动到 $3x_0$ 处
- D. 在 $0 \sim 3x_0$ 区域内，粒子获得的最大动能为 $\frac{7}{8}qE_0x_0$

【解答】解：A、带电粒子仅在电场力作用下由静止从坐标原点 O 开始沿 x 轴正向运动，开始时电场方向为正方向，与开始时电场强度的方向是相同的，所以粒子带正电，故 A 正确；

BCD、由几何关系可知在 $0 \sim \frac{5}{3}x_0$ 、 $\frac{9}{4}x_0 \sim 3x_0$ 之间电场强度的方向为正，粒子在其中运动时电场力做正功，在 $\frac{5}{3}x_0 \sim \frac{9}{4}x_0$ 之间电场强度的方向为负，粒子在其中运动时电场力做负功，结合 $U = Ex$

可知，E - x 图像中，图线与 x 轴之间的面积可以表示电势差，则三段电势差分别为： $U_1 = \frac{\frac{5}{3}E_0x_0}{2} = \frac{5}{6}E_0x_0$ ， $U_2 = -\frac{(\frac{9}{4}x_0 - \frac{5}{3}x_0) \cdot \frac{E_0}{2}}{2} = -\frac{7}{48}E_0x_0$ ， $U_3 = \frac{(3x_0 - \frac{9}{4}x_0) \cdot \frac{E_0}{2}}{2} = \frac{3}{16}E_0x_0$

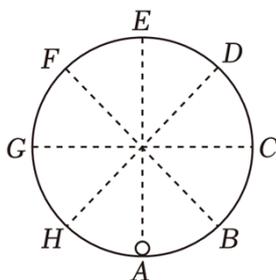
由于 $|U_2| < U_3$ ，可知粒子到达 $3x_0$ 处时电场力做的功最多，则粒子运动到 $3x_0$ 处速度最大。

只有电场力做功，则在 $0 \sim 3x_0$ 区域内，粒子获得的最大动能为 $E_m = q(U_1 + U_2 + U_3) = q(\frac{5}{6}E_0x_0 - \frac{7}{48}E_0x_0 + \frac{3}{16}E_0x_0) = \frac{7}{8}qE_0x_0$ ，故 BC 错误，D 正确。

故选：AD。

题型三：“等效”重力场

【例 3】（2024·庐阳区校级四模）如图所示，A、B、C、D、E、F、G、H 是竖直光滑绝缘圆轨道的八等分点，AE 竖直，空间存在平行于圆轨道面的匀强电场，从 A 点静止释放一质量为 m 的带电小球，小球沿圆弧恰好能到达 C 点。若在 A 点给带电小球一个水平向右的冲量，让小球沿轨道做完整的圆周运动，则小球在运动过程中（ ）



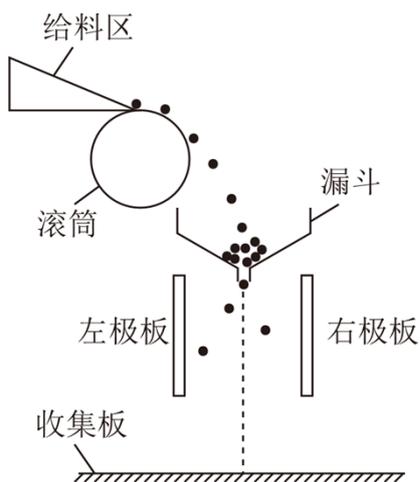
- A. E 点的动量最小
B. B 点的电势能最大
C. C 点的机械能最大
D. F 点的机械能最小

【解答】解：A、从 A 点静止释放带电小球，小球沿圆弧恰好能到达 C 点，则知电场力和重力的合力方向沿 FB 方向斜向下，B 点为“等效最低点”，F 点为“等效最高点”，所以小球在 F 点速度最小，动量最小，故 A 错误；

BCD、由力的合成可知，小球受到的电场力水平向右，可知小球在 G 点电势能最大，在 C 点电势能最小，因小球的电势能与机械能之和守恒，则知在 C 点机械能最大，在 G 点机械能最小，故 BD 错误，C 正确。

故选：C。

【变式 3-1】（多选）（2024·东莞市三模）随着环保理念的深入，废弃塑料分选再循环利用可减少资源的浪费。其中静电分选装置如图所示，两极板带上等量异种电荷仅在板间形成匀强电场，漏斗出口与极板上边缘等高，到极板间距相等，a、b 两类塑料颗粒离开漏斗出口时分别带上正、负电荷，经过分选电场后 a 类颗粒汇集在收集板的右端，已知极板间距为 d ，板长为 L ，极板下边缘与收集板的距离为 H ，两种颗粒的荷质比均为 k ，重力加速度为 g ，颗粒进入电场时的初速度为零且可视为质点，不考虑颗粒间的相互作用和空气阻力，在颗粒离开电场区域时不接触极板但有最大偏转量，则（ ）



- A. 右极板带负电
- B. 颗粒离开漏斗口在电场中做匀变速曲线运动
- C. 两极板间的电压值为 $\frac{gd^2}{2kL}$
- D. 颗粒落到收集板时的速度大小为 $\sqrt{2g(L + H) + \frac{gd^2}{2L}}$

【解答】解：A、根据题意可知，a 类塑料带正电荷所受电场力水平向右，则电场方向水平向右，可知，右极板带负电，故 A 正确；

B、由于颗粒进入电场时的初速度为零，在电场中受电场力和重力的合力保持不变，则颗粒离开漏斗口在电场中做匀变速直线运动，故 B 错误；

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要
下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/906031052041011010>