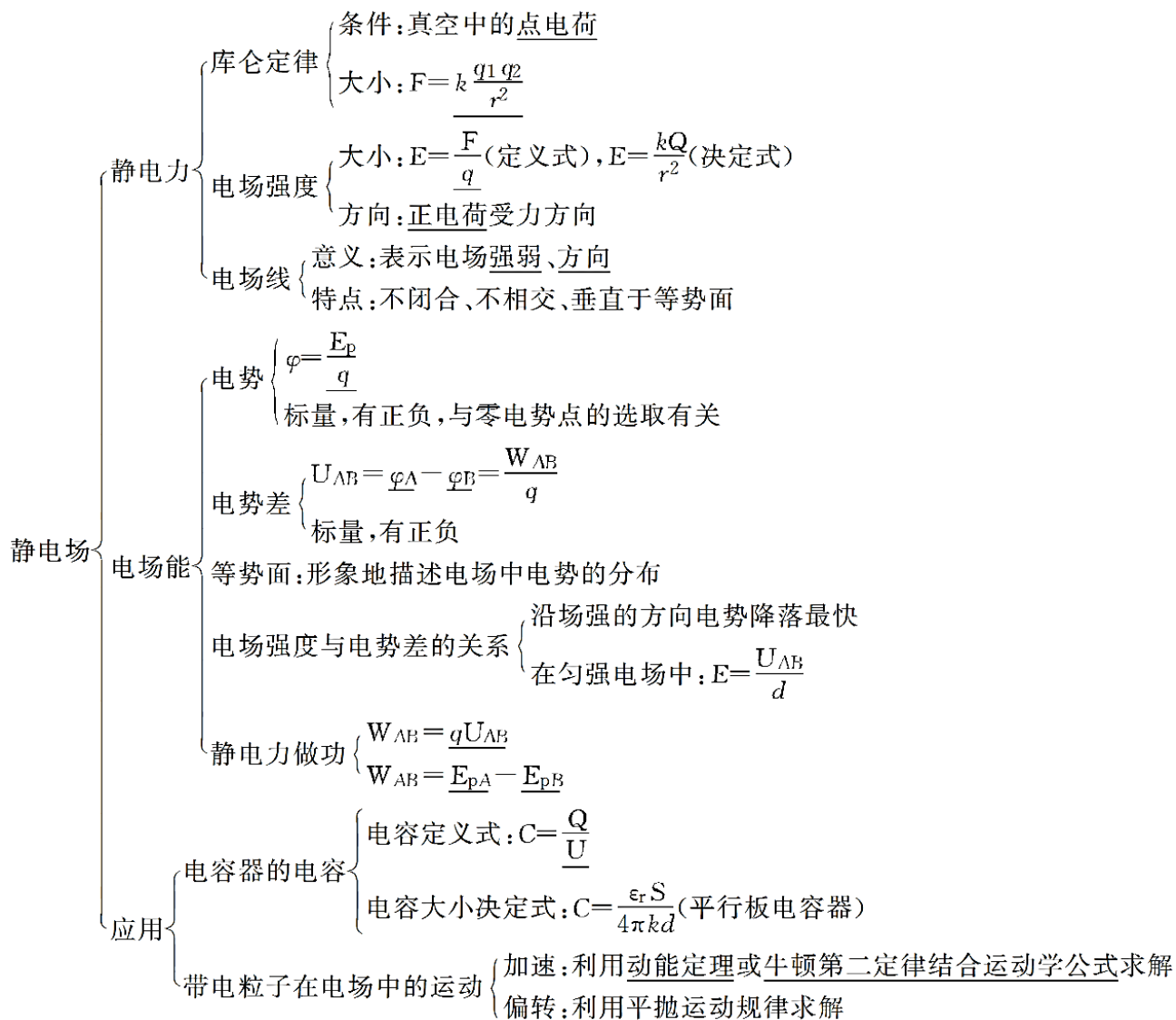


## 高二物理第十周课时A

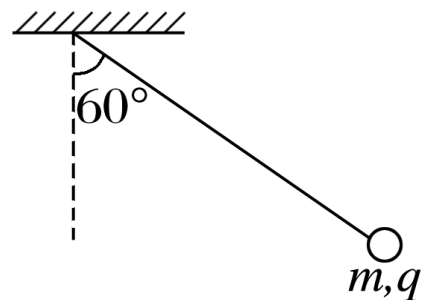
### 静电场部分复习



## 一、电场中的平衡问题

1. 库仑力实质上就是电场力，与重力、弹力一样，它也是一种基本力.带电粒子在电场中的平衡问题实际上属于力学平衡问题，只是多了一个电场力而已.
2. 求解这类问题时，需应用有关力的平衡知识，在正确的受力分析的基础上，运用平行四边形定则、三角形定则或建立平面直角坐标系，应用共点力作用下物体的平衡条件，灵活运用方法(如合成分解法、矢量图示法、相似三角形法、整体法等)去解决.

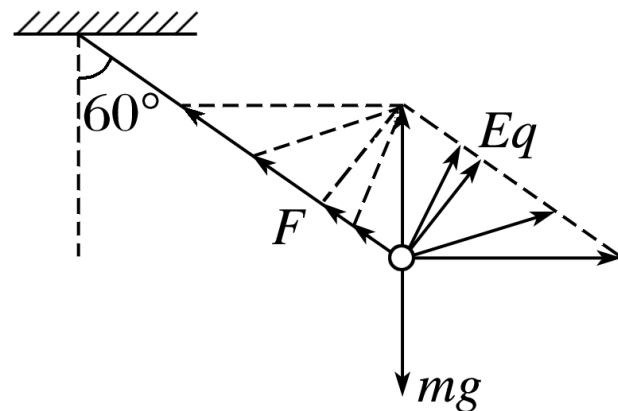
【例1】(多选)如图所示, 在一电场强度沿纸面方向的匀强电场中, 用一绝缘细线系一带电小球, 小球的质量为  $m$ , 电荷量为  $q$ . 为了保证当细线与竖直方向的夹角为  $60^\circ$  时, 小球处于平衡状态, 则匀强电场的场强大小可能为 ( **ACD** )



- A.  $\frac{mg \tan 60^\circ}{q}$       B.  $\frac{mg \cos 60^\circ}{q}$       C.  $\frac{mg \sin 60^\circ}{q}$       D.  $\frac{mg}{q}$

【解析】取小球为研究对象, 它受到重力  $mg$ 、细线的拉力  $F$  和电场力  $Eq$  的作用. 因小球处于平衡状态, 则它受到的合外力等于零, 由平衡条件知,  $F$  和  $Eq$  的合力与  $mg$  是一对平衡力. 根据力的平行四边形定则可知, 当电场力  $Eq$  的方向与细线拉力方向垂直时, 电场力最小, 如图所示, 则  $Eq = mg \sin 60^\circ$ , 得最小场强

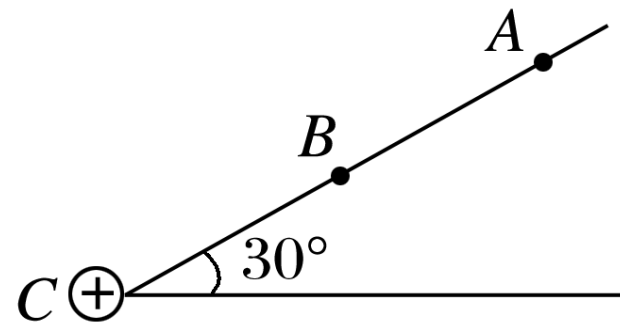
$E = \frac{mg \sin 60^\circ}{q}$ . 所以, 选项 A、C、D 正确.



## 二、电场中功能关系的应用

带电物体在电场中具有一定的电势能，同时还可能具有动能和重力势能等，因此涉及到电场有关的功和能的问题应优先考虑利用动能定理和能量守恒定律求解。

【例2】如图所示，带电荷量为 $Q$ 的正电荷固定在倾角为 $30^\circ$ 的光滑绝缘斜面底部的 $C$ 点，斜面上有 $A$ 、 $B$ 两点，且 $A$ 、 $B$ 和 $C$ 在同一直线上， $A$ 和 $C$ 相距为 $L$ ， $B$ 为 $AC$ 的中点。现将一带电小球从 $A$ 点由静止释放，当带电小球运动到 $B$ 点时速度正好又为零，已知带电小球在 $A$ 点处的加速度大小为 $\frac{g}{4}$ ，静电力常量为 $k$ ，求：  
(1) 小球运动到 $B$ 点时的加速度大小。(2)  $B$ 和 $A$ 两点间的电势差(用 $Q$ 和 $L$ 表示)。



【答案】(1)  $\frac{g}{2}$  (2)  $\frac{kQ}{L}$

【解析】(1) 带电小球在 $A$ 点时由牛顿第二定律得： $mg \sin 30^\circ - k \frac{Qq}{L^2} = ma_A$  ①

带电小球在 $B$ 点时由牛顿第二定律得： $k \frac{Qq}{\frac{L}{2}^2} - mg \sin 30^\circ = ma_B$  ②

取立①②式解得： $a_B = \frac{g}{2}$ ，方向沿斜面向上。 ③

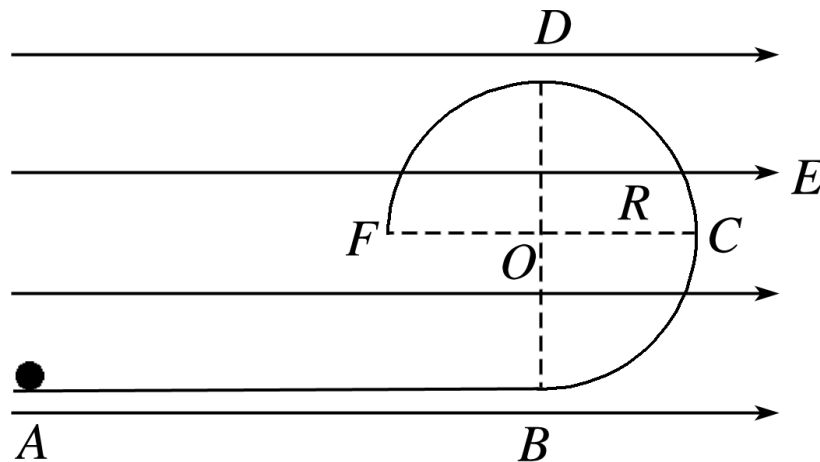
(2) 由 $A$ 点到 $B$ 点对小球运用动能定理得  $mg \sin 30^\circ \cdot \frac{L}{2} - qU_{BA} = 0$  ④

联立①④式解得  $U_{BA} = \frac{kQ}{L}$

### 三、带电体在复合场中的运动

1. 带电体在复合场中的运动是指带电体在运动过程中同时受到电场力及其他力的作用.较常见的是在运动过程中, 带电体同时受到重力和电场力的作用.
2. 由于带电体在电场和重力复合场中的运动是一个综合电场力、电势能的力学问题, 研究的方法与质点动力学的研究方法相同, 它同样遵循运动的合成与分解、力的独立作用原理、牛顿运动定律、动能定理、功能关系等力学规律.

**【例3】** 如图所示,  $ABCDF$  为竖直放在场强为  $E = 10^4 \text{ V/m}$  的水平匀强电场中的绝缘光滑轨道. 其中轨道的  $BCDF$  部分是半径为  $R = 0.2 \text{ m}$  的圆形轨道, 轨道的水平部分与圆相切于  $B$  点,  $A$  为水平轨道上的一点, 而且  $AB$  之间的距离  $s = 0.6 \text{ m}$ , 把一质量  $m = 0.1 \text{ kg}$ 、带电荷量  $q = +1 \times 10^{-4} \text{ C}$  的小球放在水平轨道的  $A$  点由静止开始释放, 小球在轨道的内侧运动. ( $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ ) 求:

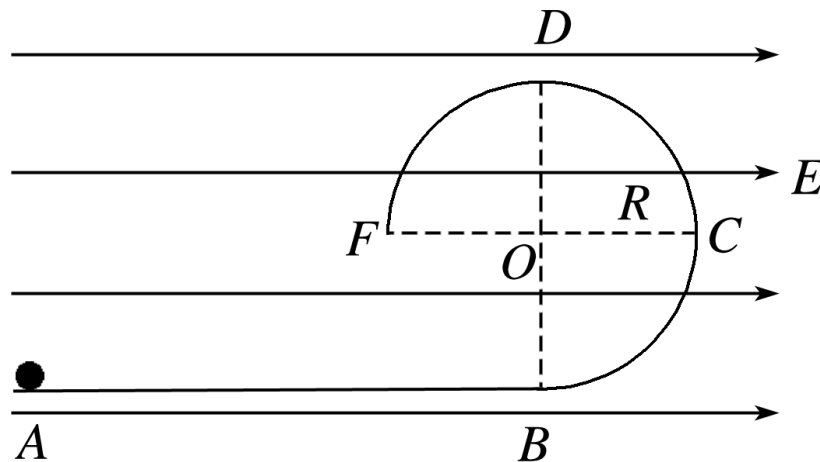


- (1) 小球到达  $B$  点时速度的大小; (2) 小球到达  $D$  点时对轨道的压力;  
 (3) 若让小球安全通过轨道, 开始释放点离  $B$  点的最小距离. (结果保留两位有效数字)

**【解析】** (1) 小球从  $A$  到  $B$ , 由动能定理有  $qEs = \frac{1}{2}mv_B^2 - 0$ , 解得  $v_B = 2\sqrt{3} \text{ m/s}$ .

**【答案】** (1)  $2\sqrt{3} \text{ m/s}$

**【例3】** 如图所示,  $ABCDF$  为竖直放在场强为  $E = 10^4 \text{ V/m}$  的水平匀强电场中的绝缘光滑轨道. 其中轨道的  $BCDF$  部分是半径为  $R = 0.2 \text{ m}$  的圆形轨道, 轨道的水平部分与圆相切于  $B$  点,  $A$  为水平轨道上的一点, 而且  $AB$  之间的距离  $s = 0.6 \text{ m}$ , 把一质量  $m = 0.1 \text{ kg}$ 、带电荷量  $q = +1 \times 10^{-4} \text{ C}$  的小球放在水平轨道的  $A$  点由静止开始释放, 小球在轨道的内侧运动. ( $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ ) 求:



- (1) 小球到达  $B$  点时速度的大小; (2) 小球到达  $D$  点时对轨道的压力;
- (3) 若让小球安全通过轨道, 开始释放点离  $B$  点的最小距离. (结果保留两位有效数字)

**【解析】** (2) 小球从  $A$  到  $D$ , 由动能定理有  $qEs - 2mgR = \frac{1}{2}mv_D^2 - 0$ , 解得  $v_D = 2 \text{ m/s}$ .

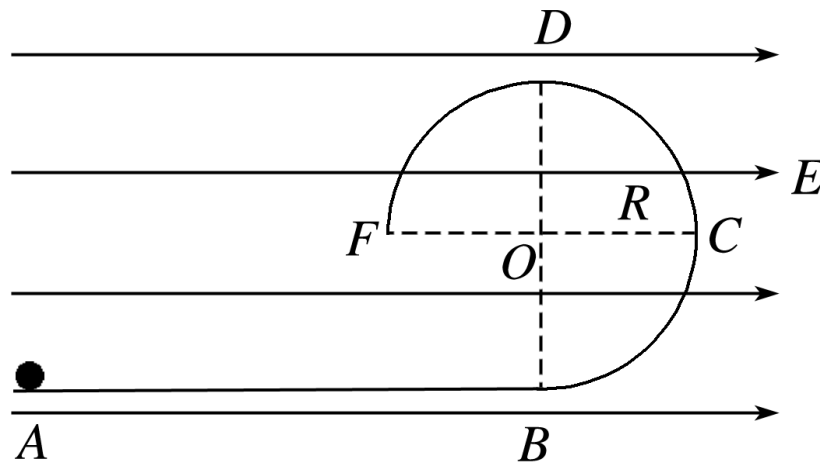
小球在  $D$  点, 由牛顿第二定律有  $mg + F_N = m\frac{v_D^2}{R}$ , 解得  $F_N = 1 \text{ N}$ ,

方向竖直向下, 由牛顿第三定律得小球对轨道的压力大小为  $1 \text{ N}$ , 方向竖直向上.

**【答案】** (2)  $1 \text{ N}$ , 方向竖直向上



**【例3】** 如图所示,  $ABCDF$  为竖直放在场强为  $E = 10^4 \text{ V/m}$  的水平匀强电场中的绝缘光滑轨道. 其中轨道的  $BCDF$  部分是半径为  $R = 0.2 \text{ m}$  的圆形轨道, 轨道的水平部分与圆相切于  $B$  点,  $A$  为水平轨道上的一点, 而且  $AB$  之间的距离  $s = 0.6 \text{ m}$ , 把一质量  $m = 0.1 \text{ kg}$ 、带电荷量  $q = +1 \times 10^{-4} \text{ C}$  的小球放在水平轨道的  $A$  点由静止开始释放, 小球在轨道的内侧运动. ( $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ ) 求:

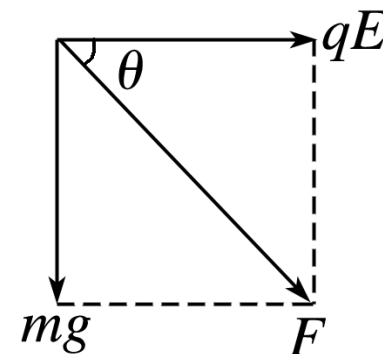


- (1) 小球到达  $B$  点时速度的大小; (2) 小球到达  $D$  点时对轨道的压力;  
 (3) 若让小球安全通过轨道, 开始释放点离  $B$  点的最小距离. (结果保留两位有效数字)

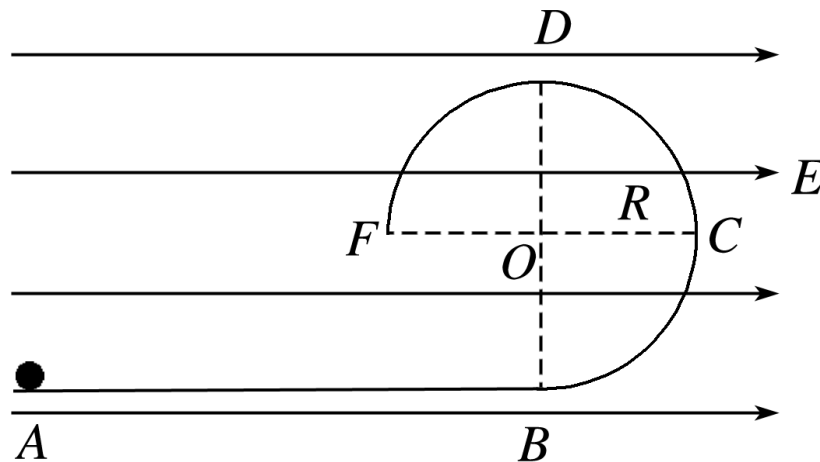
**【解析】** (3) 小球受到的竖直向下的重力和水平向右的电场力大小相等,

这两个力的合力为  $F = \sqrt{2mg} = \sqrt{2} \text{ N}$ , 与水平方向的夹角  $\theta = 45^\circ$ ,

如图所示.



**【例3】** 如图所示,  $ABCDF$  为竖直放在场强为  $E = 10^4 \text{ V/m}$  的水平匀强电场中的绝缘光滑轨道. 其中轨道的  $BCDF$  部分是半径为  $R = 0.2 \text{ m}$  的圆形轨道, 轨道的水平部分与圆相切于  $B$  点,  $A$  为水平轨道上的一点, 而且  $AB$  之间的距离  $s = 0.6 \text{ m}$ , 把一质量  $m = 0.1 \text{ kg}$ 、带电荷量  $q = +1 \times 10^{-4} \text{ C}$  的小球放在水平轨道的  $A$  点由静止开始释放, 小球在轨道的内侧运动. ( $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ ) 求:

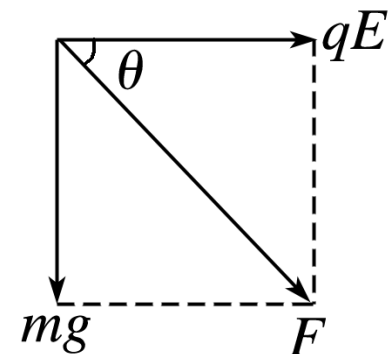


- (1) 小球到达  $B$  点时速度的大小; (2) 小球到达  $D$  点时对轨道的压力;
- (3) 若让小球安全通过轨道, 开始释放点离  $B$  点的最小距离. (结果保留两位有效数字)

**【解析】** 设小球在竖直平面内做圆周运动的等效最高点为  $G$  点,

小球在  $G$  点的最小速度为  $v_G$ , 由牛顿第二定律有  $F = m \frac{v_G^2}{R}$ , 小球从  $A$  到  $G$ ,

由动能定理有  $qE(s' - R \cos \theta) - mg(R + R \sin \theta) = \frac{1}{2} m v_G^2 - 0$ , 联立解得  $s' \approx 0.62 \text{ m}$ .



**【答案】** (3)  $0.62 \text{ m}$

## 四、电容器的充、放电问题

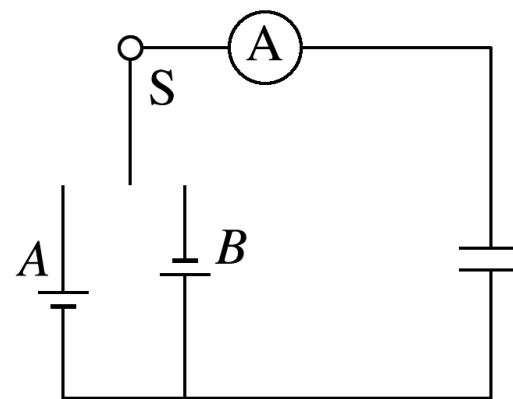
【例4】如图所示，电源A两端的电压恒为6 V，电源B两端的电压恒为8 V，当开关S从A扳到B时，通过电流计的电荷量为 $1.2 \times 10^{-5} \text{ C}$ ，则电容器的电容约为（ D ）

A.  $2 \times 10^{-5} \text{ F}$

B.  $1.5 \times 10^{-6} \text{ F}$

C.  $6 \times 10^{-6} \text{ F}$

D.  $8.6 \times 10^{-7} \text{ F}$



【解析】当开关S接A时，电容器上极板带正电，所带电荷量 $Q = CU_A$ ，当开关S扳到B时，电容器上极板带负电，所带电荷量 $Q' = CU_B$ ，该过程中通过电流计的电荷量 $\Delta Q = Q + Q' = C(U_A + U_B) = 1.2 \times 10^{-5} \text{ C}$ ，解得电容 $C \approx 8.6 \times 10^{-7} \text{ F}$ ，选项D正确。

## 五、电场强度与电势的关系

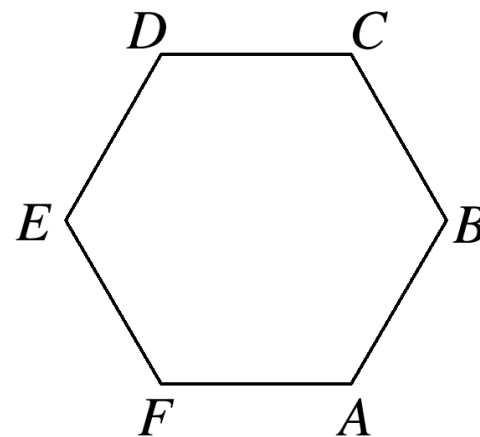
【例5】如图所示， $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ 、 $E$ 、 $F$ 为匀强电场中一个边长为10 cm的正六边形的六个顶点， $A$ 、 $C$ 、 $D$ 三点电势分别为1.0 V、2.0 V、3.0 V，正六边形所在平面与电场线平行。则（ **C** ）

A.  $E$ 点的电势与 $C$ 点的电势相等

B.  $U_{EF}$ 与 $U_{BC}$ 相同

C. 电场强度的大小为  $\frac{20\sqrt{3}}{3}$  V/m

D. 电场强度的大小为  $20\sqrt{3}$  V/m



【解析】 $A$ 、 $D$ 两点电势分别为1.0 V和3.0 V，则 $AD$ 中点 $O$ 的电势为2.0 V，

$C$ 点与 $O$ 点等势， $C$ 与 $E$ 不等势，A错误； $U_{EF}$ 和 $U_{BC}$ 大小相同，但正负不同，B错误；

电场强度  $E = \frac{U_{DC}}{DC \cdot \cos 30^\circ} = \frac{20\sqrt{3}}{3}$  V/m，C正确，D错误。

## 六、电场中的能量与图像结合问题

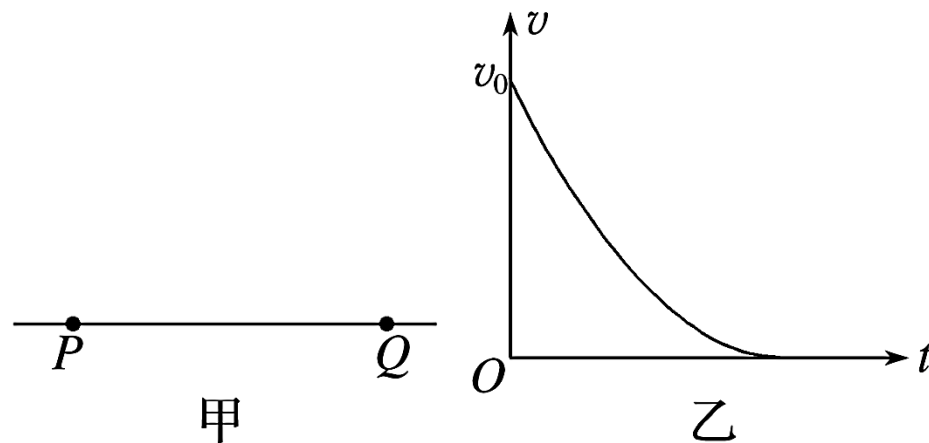
【例6】图甲中直线PQ表示电场中的一条电场线，质量为 $m$ 、电荷量为 $q$ 的带负电粒子仅在电场力作用下沿电场线向右运动，经过P点时速度为 $v_0$ ，到达Q点时速度减为零，粒子运动的 $v-t$ 图象如图乙所示.下列判断正确的是（ **ABC** ）

A. P点电势高于Q点电势

B. P点场强大于Q点场强

C. P、Q两点间的电势差为  $\frac{mv_0^2}{2q}$

D. 带负电的粒子在P点的电势能大于在Q点的电势能



【解析】由题图乙知带电粒子的速度减小，受到向左的电场力，故电场线方向向右，P点电势一定高于Q点电势，故A正确；由题图乙可知，P处的加速度大于Q处的加速度，故P处的场强大于Q处的场强，故B

正确；由动能定理知  $qU = \frac{1}{2}mv_0^2$ ，可求出PQ两点的电势差为  $\frac{mv_0^2}{2q}$ ，故C正确；负电荷在电势低的地方

电势能大，故带负电的粒子在P点的电势能一定小于在Q点的电势能，故D错误.



**本 讲 结 束**

**谢 谢 观 看**