



10.3 电势差与电场强度的关系（专题训练）【四大题型】

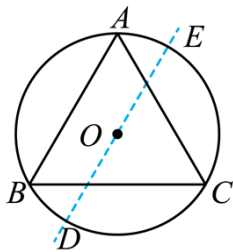
专项题型归纳

- 一. 匀强电场中电势差与电场强度的关系（共 12 小题）
- 二. 计算匀强电场中两点的电势差（共 8 小题）
- 三. 电场强度与电势的关系（共 7 小题）
- 四. 判断非匀强电场中等距的两点电势差大小（共 5 小题）

专项题型训练

一. 匀强电场中电势差与电场强度的关系（共 12 小题）

1. 如图所示，在匀强电场中，有边长为 8cm 的圆内接等边三角形 ABC ，三角形所在平面与匀强电场的电场线平行， O 点为该三角形的中心，三角形各顶点的电势分别为 $\varphi_A = 16\text{V}$, $\varphi_B = 4\text{V}$, $\varphi_C = 10\text{V}$ ， DE 是平行于 AB 过 O 点的直线， D 、 E 是直线与圆周的两个交点。下列说法正确的是（ ）



- A. O 点电势为 8V
- B. 匀强电场的场强大小为 150V/m，方向由 A 指向 C
- C. 在三角形 ABC 的外接圆上的 E 点电势最低
- D. 将电子由 D 点移到 E 点，电子的电势能减少了 $8\sqrt{3}\text{eV}$

【答案】D

【详解】A. 由题意， AB 中点电势为

$$\varphi = \frac{\varphi_A + \varphi_B}{2} = 10\text{V}$$

由几何关系可知， O 点电势为 10V，故 A 错误；

B. AB 与 CO 连线垂直，匀强电场的场强大小为

$$E = \frac{U}{d} = \frac{16 - 10}{0.04}\text{V/m} = 150\text{V/m}$$





电场线由高电势指向低电势，则电场方向由 A 指向 B ，故 **B** 错误；

C. D 点和 E 点是圆上沿电场线方向电势最低点和最高点，故 **C** 错误；

D. 由几何关系，圆形半径为

$$r = \frac{0.08}{\sqrt{3}} \text{ m}$$

D 点和 E 点的电势差为

$$U_{DE} = -E \times 2r = -8\sqrt{3}$$

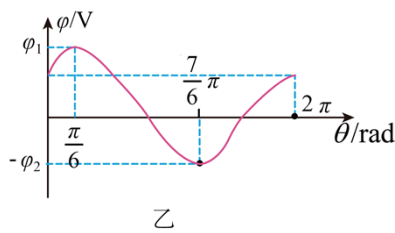
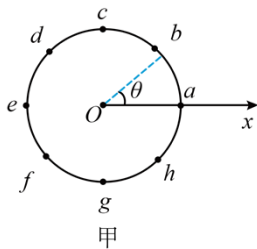
将电子由 D 点移到 E 点，电势升高，电子的电势能减少

$$\Delta E_p = eU_{DE} = 8\sqrt{3} \text{ eV}$$

故 **D** 正确。

故选 **D**。

2. 纸面内存在沿某方向的匀强电场，在电场中取 O 点为坐标原点建立 x 轴，以 O 为圆心、 R 为半径；从 x 轴上的 a 点开始沿逆时针方向作圆， $a \sim h$ 是圆周上的 8 个等分点，如图甲所示；测量圆上各点的电势 φ 及各点所在半径与 x 轴正方向的夹角 θ ，描绘的 $\varphi - \theta$ 图像如图乙所示，则 ()



A. 电场强度的大小为 $\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2R}$

B. O 点的电势为 $\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$

C. a 、 e 两点的电势差为 $\frac{\sqrt{3}(\varphi_1 + \varphi_2)}{2}$

D. 若将电子从 e 点沿圆弧逆时针搬运到 f 点，电势能先减小再增大

【答案】C

【详解】A. 由题图可知圆周上电势最高的点和电势最低的点所在的直径与 x 轴夹角为

$$\theta = \frac{\pi}{6}$$

且电势差的值为

$$U = \varphi_1 - (-\varphi_2) = \varphi_1 + \varphi_2$$

由匀强电场的电场强度和电势差的关系，可得电场强度的大小

$$E = \frac{U}{d} = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2R}$$





方向与 x 轴正方向夹角为 $\frac{5\pi}{6}$ ，故 A 错误；

D. 根据选项 A 分析，可画出如图所示电场线。根据沿着电场线方向电势逐渐降低，可知从 e 到 f ，电势先降低再升高，根据

$$E_p = q\varphi$$

电子的电势能应先增大再减小，故 D 错误；

B. 根据匀强电场电势分布特点， O 点的电势

$$\varphi_0 = \frac{\varphi_1 + (-\varphi_2)}{2} = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}$$

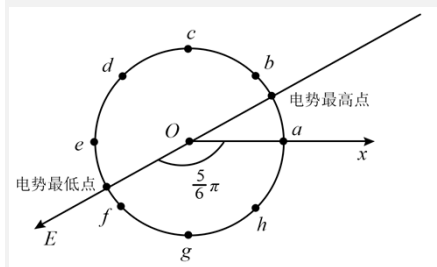
故 B 错误；

C. a 、 e 两点的电势差

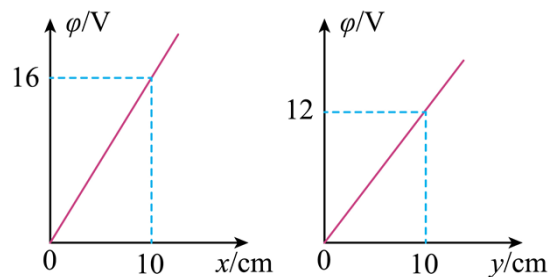
$$U_{ae} = E \cdot 2R \cos \frac{\pi}{6} = \frac{\sqrt{3}(\varphi_1 + \varphi_2)}{2}$$

故 C 正确。

故选 C。



3. 空间内有一与纸面平行的匀强电场，为研究该电场，在纸面内建立直角坐标系。规定坐标原点的电势为 0，测得 x 轴和 y 轴上各点的电势如图 1、2 所示。下列说法正确的是()



- A. 电场强度的大小为 160V/m
- B. 电场强度的方向与 x 轴负方向夹角的正切值为 $\frac{4}{3}$
- C. 点 (10cm, 10cm) 处的电势为 20V
- D. 纸面内距离坐标原点 10cm 的各点电势最高为 20V

【答案】D

【详解】A. 由图像斜率可知电场在 x 轴和 y 轴上的分电场分别为





$$E_x = \frac{16}{0.1} \text{V/m} = 160 \text{V/m}, \quad E_y = \frac{12}{0.1} \text{V/m} = 120 \text{V/m}$$

则电场大小为

$$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = 200 \text{V/m}$$

B. 电场强度的方向与 x 轴负方向夹角的正切值为

$$\tan \alpha = \frac{E_y}{E_x} = \frac{3}{4}$$

故 B 错误；

C. 规定坐标原点的电势为 0，点 (10cm, 10cm) 处的电势为

$$\varphi = Ed = 200 \times 10\sqrt{2} \cos(45^\circ - 37^\circ) \times 0.01 = 28 \text{V}$$

故 C 错误；

D. 纸面内距离坐标原点 10cm 的各点电势最高为

$$\varphi' = Ed' = 200 \times 10 \times 0.01 \text{V} = 20 \text{V}$$

沿着电场线方向电势逐渐降低，则点 (10cm, 10cm) 处的电势大于 20V，D 正确；

故选 D。

4. 细胞膜的厚度约等于 $8 \times 10^{-9} \text{m}$ ，当细胞膜的内外层之间的电压达到 40mV 时，一价钠离子 (Na^+) 可发生渗透通过细胞膜，若将细胞膜内的电场视为匀强电场。当钠离子刚好发生渗透时，下列说法正确的是 ()

- A. 细胞膜内电场强度的大小为 $3.2 \times 10^{-10} \text{V/m}$
- B. 细胞膜内电场强度的大小为 $2 \times 10^{-7} \text{V/m}$
- C. 一个钠离子发生渗透时电势能改变 0.04eV
- D. 一个钠离子发生渗透时电势能改变 $4.8 \times 10^{-22} \text{J}$

【答案】C

【详解】AB. 细胞膜内电场强度的大小

$$E = \frac{U}{d} = \frac{40 \times 10^{-3}}{8 \times 10^{-9}} \text{V/m} = 5 \times 10^6 \text{V/m}$$

故 AB 错误；

CD. 由电场力做功与电势差的关系得

$$W = qU = 40 \times 10^{-3} \text{eV} = 0.04 \text{eV}$$

电势能改变

$$\Delta E_p = W = 0.04 \text{eV}$$

故 C 正确，D 错误。

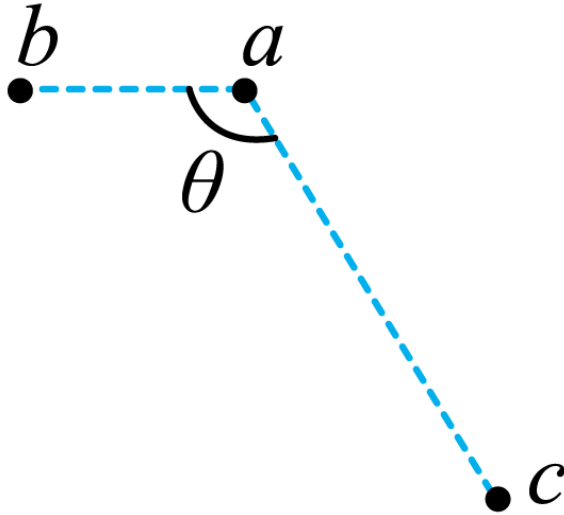
故选 C。

5. 如图所示， a 、 b 、 c 三点处在某一匀强电场中，该电场方向与 a 、 b 、 c 三点所在平面平行，





已知 ab 的长度为 5cm , ac 的长为 12cm , ab 与 ac 间的夹角 $\theta = 120^\circ$ 。现把带电荷量为 $q_1 = -4 \times 10^{-8}\text{C}$ 的点电荷从 a 点移到 b 点, 电场力做功为 $2 \times 10^{-7}\text{J}$, 把带电荷量为 $q_2 = -5 \times 10^{-8}\text{C}$ 的点电荷从 a 点移到 c 点, 电场力做功为 $-3 \times 10^{-7}\text{J}$ 。下列说法正确的是()



- A. c 点电势高于 a 点电势
- B. b 、 c 两点间的电势差 $U_{bc} = 1\text{V}$
- C. 电场强度的方向沿 ab 方向由 a 指向 b
- D. 电场强度的大小 100V/m

【答案】D

【详解】AB. 由题意得

$$U_{ab} = \varphi_a - \varphi_b = \frac{W_{ab}}{q_1} = -5\text{V}$$

$$U_{ac} = \varphi_a - \varphi_c = \frac{W_{ac}}{q_2} = 6\text{V}$$

解得

$$U_{bc} = 11\text{V}$$

所以 c 点电势低于 a 点电势, b 、 c 两点间的电势差 $U_{bc} = 11\text{V}$, **AB 错误;**

CD. 做 c 点在 ba 延长线上投影 c' , 由于 $\theta = 120^\circ$, 所以

$$ac' = ac \cos 60^\circ = 6\text{cm}$$

$$U_{ab} = -5\text{V}$$

则

$$U_{ac'} = 6\text{V}$$

可知 cc' 为等势线, 所以电场强度方向由 a 指向 c' , 则

$$E = \frac{U_{ac'}}{ac'} = \frac{6}{6 \times 10^{-2}} \text{V/m} = 100\text{V/m}$$





$$E = \frac{U_{ab}}{L \cos 37^\circ}$$

可知 a 、 b 两点的电势差可求，故 C 可以确定，符合题意；

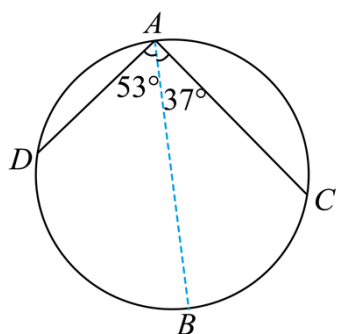
D. 根据功能关系有

$$qU_{ab} = \Delta E_p$$

电荷量未知，无法确定粒子在 a 、 b 两点的电势能之差，故 D 无法确定，不符合题意。

故选 ABC。

7. (多选) 如图所示，某平面内有一个圆， A 、 B 、 C 、 D 是圆上的四点，其中 AB 是直径，已知 $AB = 10\text{cm}$ ， $\angle DAB = 53^\circ$ ， $\angle BAC = 37^\circ$ ，在该平面内存在一匀强电场， A 、 C 、 D 三点电势为 $\varphi_A = 100\text{V}$ 、 $\varphi_C = 36\text{V}$ 、 $\varphi_D = 64\text{V}$ ，下列说法正确的是 ()



- A. 该电场的电场强度大小为 10V/cm
- B. A 点电势比 B 点电势高 100V
- C. 电子自 D 点移动到 B 点电势能增加 75eV
- D. 电子自 C 点移动到 B 点电势能减少 36eV

【答案】 AB

【详解】 AB. 设圆的半径为 R ，则

$$E_{AC} = \frac{U_{AC}}{2R \cos 37^\circ} = \frac{40\text{V}}{R}$$

$$E_{AD} = \frac{U_{AD}}{2R \cos 53^\circ} = \frac{30\text{V}}{R}$$

合场 E 为

$$E = \sqrt{E_{AC}^2 + E_{AD}^2}$$

设 E_{AC} 与 E 的夹角为 α

$$\cos \alpha = \frac{E_{AC}}{E}$$

解得

$$E = 10\text{V/cm}, \quad \alpha = 37^\circ$$

可知电场强度的方向由 A 指向 B ，则





$$U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B = 2RE = 100V$$

解得

$$\varphi_B = 0$$

故 AB 正确；

C. 电子自 D 点移动到 B 点电场力对其做的功为

$$W_{DB} = -eU_{DB} = -64eV$$

电场力对电子做负功，所以电子的电势能增加 64eV，故 C 错误；

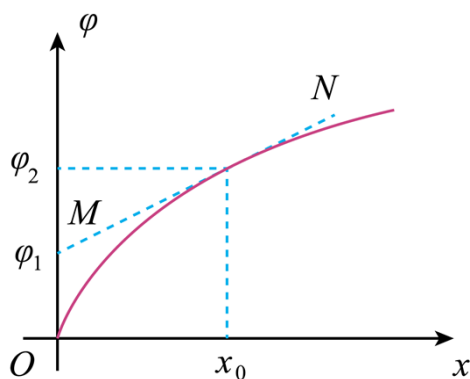
D. 电子自 C 点移动到 B 点电场力对其做的功为

$$W_{CB} = -eU_{CB} = -36eV$$

电场力对电子做负功，所以电子的电势能增加 36eV，故 D 错误。

故选 AB。

8. (多选) 一种电场的某条电场线正好与 x 轴重合，其电势 φ 与坐标 x 的关系如图所示，虚线 MN 是曲线在 x_0 处的切线，下列说法正确的是 ()



- A. 图像说明 x 越大场强越大
 B. 电场方向沿 x 轴的负方向
 C. x_0 处的场强大小为 $\frac{\varphi_2 - \varphi_1}{x_0}$
 D. 坐标原点 O 与 x_0 处的电势差为 φ_2

【答案】BC

【详解】AB. $\varphi-x$ 图线斜率的绝对值表示电场强度的大小，由图像看出 x 越大图线的斜率越小，则场强越小，随着 x 的增大，电势增大，由沿着电场方向，电势降低，逆着电场的方向，电势升高，可知图甲的电场方向沿 x 轴的负方向，A 错误、B 正确；

C. x_0 处图线斜率为

$$k = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{x_0}$$

则场强的大小为

$$E = k = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{x_0}$$

C 正确；





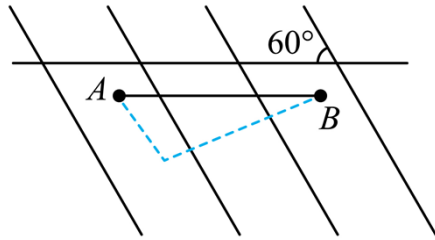
D. 坐标原点 O 与 x_0 处的电势差为

$$U = 0 - \varphi_2 = -\varphi_2$$

D 错误。

故选 BC。

9. 如图所示的匀强电场, 电场强度 $E = 2 \times 10^4 \text{ N/C}$ 。一电荷量 $q = +1 \times 10^{-8} \text{ C}$ 的电荷从电场中的 A 点移动到 B 点, A 、 B 之间的距离 $d = 0.1 \text{ m}$ 。



电荷所受电场力 $F = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$;

AB 之间的电势差大小 $U = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$;

电场力对电荷做功的大小 $W = \underline{\hspace{2cm}} \text{ J}$ 。

【答案】 2×10^{-4} $1000\sqrt{3}$ $\sqrt{3} \times 10^{-5}$

【详解】 [1] 电荷所受电场力为

$$F = qE = 1 \times 10^{-8} \times 2 \times 10^4 \text{ N} = 2 \times 10^{-4} \text{ N}$$

[2] AB 之间的电势差大小为

$$U = Ed \cos 30^\circ = 2 \times 10^4 \times 0.1 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ V} = 1000\sqrt{3} \text{ V}$$

[3] 电场力对电荷做功的大小为

$$W = qU = 1 \times 10^{-8} \times 1000\sqrt{3} \text{ J} = \sqrt{3} \times 10^{-5} \text{ J}$$

10. (1) 如图 1 所示, 在匀强电场中, 将电荷量 $q = -6 \times 10^{-8} \text{ C}$ 的点电荷从电场中的 A 点移到 B 点, 静电力做功 $W_{AB} = -2.4 \times 10^{-7} \text{ J}$, 再从 B 点移到 C 点, 静电力做功 $W_{BC} = 1.2 \times 10^{-7} \text{ J}$ 。已知电场的方向与 $\triangle ABC$ 所在的平面平行。

① 求 A 、 B 两点间的电势差 U_{AB} 和 B 、 C 两点间的电势差 U_{BC} ;

② 如果规定 B 点的电势为 0, 求 A 点和 C 点的电势;

③ 请在图中画出过 B 点的电场线方向, 并说明理由;

(2) 如图 2 所示, 电荷量为 q 的点电荷与均匀带电薄板相距 $2d$, 点电荷到带电薄板的垂线通过板的几何中心。已知静电力常量为 k , 若图中 A 点的电场强度为 0, 求 B 点的电场强度。



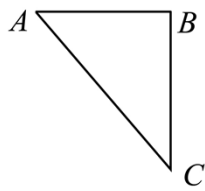


图1

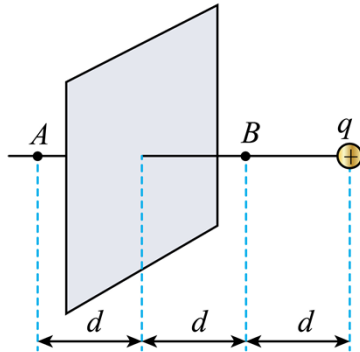


图2

【答案】(1) ① $U_{AB} = 4\text{V}$, $U_{BC} = -2\text{V}$, ② $\varphi_A = 4\text{V}$, $\varphi_C = 2\text{V}$, ③ 见解析; (2)

$$E_B = \frac{10kq}{9d^2}, \text{ 方向水平向左}$$

【详解】(1) ① 由静电力做功

$$W_{AB} = qU_{AB}, \quad W_{BC} = qU_{BC}$$

解得

$$U_{AB} = 4\text{V}, \quad U_{BC} = -2\text{V}$$

② 由

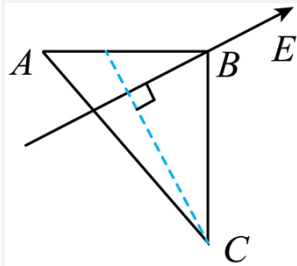
$$U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B$$

$$U_{BC} = \varphi_B - \varphi_C$$

解得

$$\varphi_A = 4\text{V}, \quad \varphi_C = 2\text{V}$$

③ 过 B 点的电场线方向如图中箭头所示



连接 AB 的中点与 C 点, 即为一条

$$\varphi = 2\text{V}$$

的等势线, 根据匀强电场中电场线与等势线垂直且从高电势指向低电势的特点, 过 B 点作等势线的垂线可得。

(2) A 点的电场强度为 0, 即点电荷 q 在 A 点的场强与带电板在 A 点的场强等大反向

$$E_q = E_{\text{侧}} = k \frac{q}{(3d)^2}$$

由对称性, 带电板在 B 点的场强与 A 点的场强等大反向, 则 B 点的电场强度



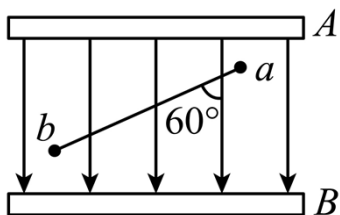


$$E_B = k \frac{q}{d^2} + k \frac{q}{(3d)^2} = \frac{10kq}{9d^2}$$

方向水平向左。

11. A 、 B 两平行金属板间的匀强电场的场强 $E = 2.0 \times 10^5 \text{ V/m}$ ，方向如图，电场中 a 、 b 两点相距 10 cm ， ab 连线与电场线成 60° 角，求

- (1) 电势差 U_{ab} ；
- (2) 用外力 F 把电荷量为 $1.0 \times 10^{-7} \text{ C}$ 的正电荷（不计重力）由 b 点匀速移动到 a 点，那么外力 F 做的功是多少？
- (3) 如果 a 点为零电势，该正电荷在 b 点具有的电势能是多少？



【答案】 (1) $1.0 \times 10^4 \text{ V}$ ；(2) $1.0 \times 10^{-3} \text{ J}$ ；(3) $-1.0 \times 10^{-3} \text{ J}$

【详解】 (1) 根据电势差与匀强电场的关系有

$$U_{ab} = Eab \cos 60^\circ = 1.0 \times 10^4 \text{ V}$$

(2) 根据功能关系可知

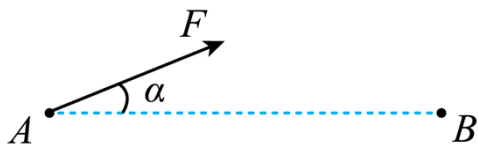
$$W_F = qU_{ab} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ J}$$

(3) 根据电势能与电场力做功的关系可知

$$E_{pb} = -qU_{ab} = -1.0 \times 10^{-3} \text{ J}$$

12. 如图所示，匀强电场中一带负电的点电荷在恒力 F 作用下，从 A 点沿水平方向匀速运动至 B 点。已知 $F = 1.6 \times 10^{-4} \text{ N}$ ， $\alpha = 37^\circ$ ，点电荷带的电荷量为 $q = -3.2 \times 10^{-5} \text{ C}$ ， A 、 B 之间的距离 $L = 0.5 \text{ m}$ ， A 点的电势 $\varphi_A = 1 \text{ V}$ ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ，不计点电荷的重力。求：

- (1) 匀强电场场强的大小和方向；
- (2) 从 A 到 B 的过程中，点电荷电势能的变化量；
- (3) A 、 B 间的电势差及 B 点的电势。



【答案】 (1) $E = 5 \text{ N/C}$ ，方向与 F 方向相同；(2) $6.4 \times 10^{-5} \text{ J}$ ；(3) 2 V ， -1 V

【详解】 (1) 由平衡条件知：负电荷所受电场力大小为

$$F' = F = 1.6 \times 10^{-4} \text{ N}$$





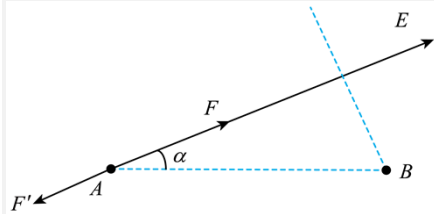
由场强定义

$$E = \frac{F'}{|q|}$$

代入数据解得，电场强度

$$E = 5\text{N/C}$$

场强方向与 F 方向相同，如图所示



(2) A 到 B 电场力做功为

$$W_{AB} = -F'L \cos 37^\circ = -1.6 \times 10^{-4} \times 0.5 \times 0.8\text{J} = -6.4 \times 10^{-5}\text{J}$$

电场力做负功，电势能增加，电势能增加 $6.4 \times 10^{-5}\text{J}$ ；

(3) AB 两点电势差

$$U_{AB} = EL \cos 37^\circ = 2\text{V}$$

因为

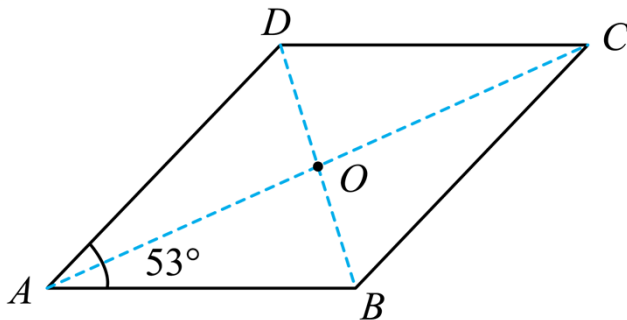
$$U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B$$

则有

$$\varphi_B = \varphi_A - U_{AB} = 1\text{V} - 2\text{V} = -1\text{V}$$

二. 计算匀强电场中两点的电势差 (共 8 小题)

13. 在匀强电场中有一菱形 $ABCD$ ，其所在平面与电场线平行。已知 $\angle A = 53^\circ$ ，菱形的边长 5cm ， A 、 B 、 D 三点的电势分别是 $\varphi_A = 0\text{V}$ ， $\varphi_B = 10\text{V}$ ， $\varphi_D = -2\text{V}$ ， $\sin 53^\circ = 0.8$ ， $\cos 53^\circ = 0.6$ 。下列说法中正确的是 ()



- A. 电场中 O 点的电势为 -4V
- B. 匀强电场的电场强度大小为 $200\sqrt{2}\text{V/m}$
- C. 电子在 B 点的电势能大于在 C 点的电势能
- D. 在 D 点由静止释放一电子，电子将沿直线由 D 向 B 运动





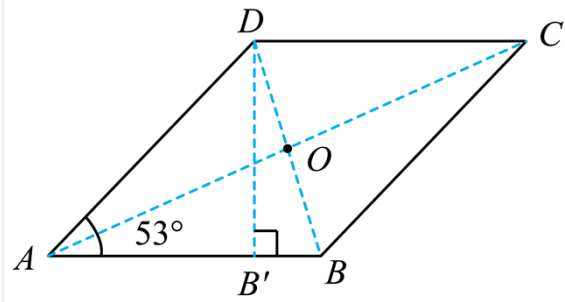
【答案】B

【详解】A. 由匀强电场及菱形的特点知，O点的电势为

$$\varphi_O = \frac{\varphi_B + \varphi_D}{2} = 4\text{V}$$

故A错误；

B. 过D点作AB的垂线交AB于B'点，如图所示



设菱形的边长 $a = 5\text{cm}$ ， $AB' = a\cos 53^\circ = 3\text{cm}$ 且有

$$\frac{\varphi_{B'}' - \varphi_A}{AB'} = \frac{\varphi_B - \varphi_A}{AB}$$

即有

$$\frac{\varphi_{B'}'}{AB'} = \frac{\varphi_B}{AB}$$

解得

$$\varphi_{B'}' = 6\text{V}$$

则沿 $B'A$ 方向有

$$E_x = \frac{\varphi_{B'}' - \varphi_A}{AB'} = 200\text{V/m}$$

沿 $B'D$ 方向有

$$E_y = \frac{\varphi_{B'}' - \varphi_D}{B'D} = 200\text{V/m}$$

故匀强电场的电场强度大小为

$$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = 200\sqrt{2}\text{V/m}$$

故B正确；

C. 因

$$\varphi_O = \frac{\varphi_A + \varphi_C}{2}$$

可求得

$$\varphi_C = 8\text{V} < \varphi_B$$

电子在电势高的位置电势能小，故C错误；

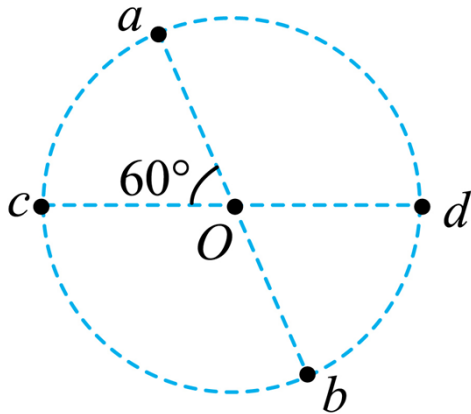




D. 由 B 项分析可知，电场方向与 DB 方向不平行，故电子在 D 点由静止释放时，不可能沿直线由 D 向 B 运动，故 D 错误。

故选 B。

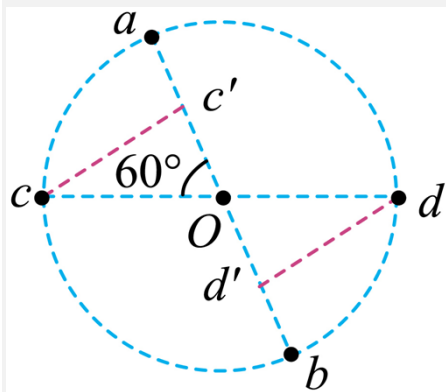
14. 如图，圆心为 O 的圆处于匀强电场中，电场方向与圆平面平行， ab 和 cd 均为该圆直径。将电荷量为 $q(q > 0)$ 的粒子从 a 点移动到 b 点，电场力做功为 $2W(W > 0)$ ；若将该粒子从 c 点移动到 d 点，电场力做功为 W 。下列说法正确的是 ()



- A. 该匀强电场的场强方向与 ad 平行 B. a 点电势低于 c 点电势
 C. 将该粒子从 d 点移动到 b 点，电场力做功为 $0.5W$ D. 若粒子从 d 点顺时针移动到 b 点，电场力做正功；从 d 点逆时针移动到 b 点，电场力做负功

【答案】C

【详解】A. 根据题意可知：粒子从 a 点移动到 b 点，电场力做功为 $2W$ ($W > 0$)；若将该粒子从 c 点移动到 d 点，电场力做功为 W ，移动距离 ab 在电场方向的投影 d_{ab} ，移动距离 cd 在电场方向的投影 d_{cd} ，根据电场力做功表达式： $W_{电} = qEd$ ，可知 d_{ab} 是 d_{cd} 的两倍，设圆形电场区域的半径为 R ，如图，



由几何关系得： cd 在 ab 方向的投影等于 R ，刚好满足 d_{ab} 是 d_{cd} 的两倍，所以电场线的方向由 a 指向 b ，场强方向与 ab 平行，故 A 错误；

B. 沿电场方向电势逐渐降落， a 点电势高于 c' 点电势， c 与 c' 为等势点，所以 a 点电势高于 c 点电势，故 B 错误；

C. 由 A 选项的结论可知



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/305022224103011333>