

Chapter 5

Electric

Potential

الشغل المبذول لنقل شحنة

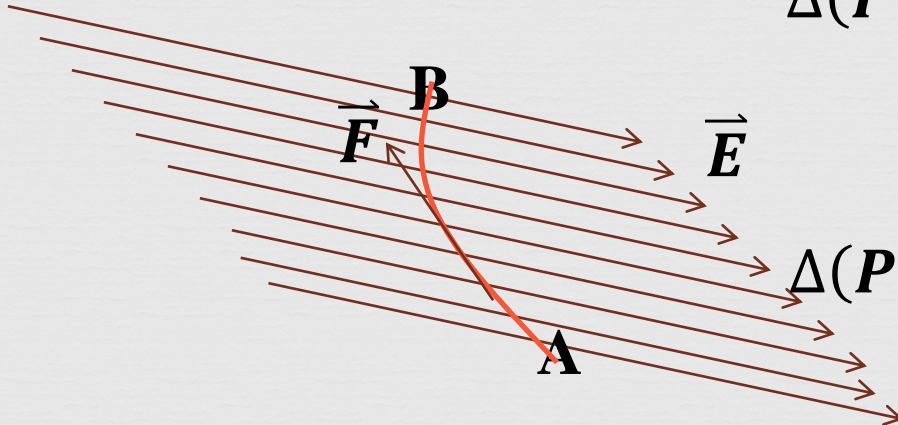


W (هو الشغل المبذول لنقل الشحنة من النقطة A الى النقطة B داخل المجال الكهربائي ويساوي التغير بالطاقة الكامنة $(\Delta(P.E))$)

$$\Delta(P.E) = \int dW = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{l}$$

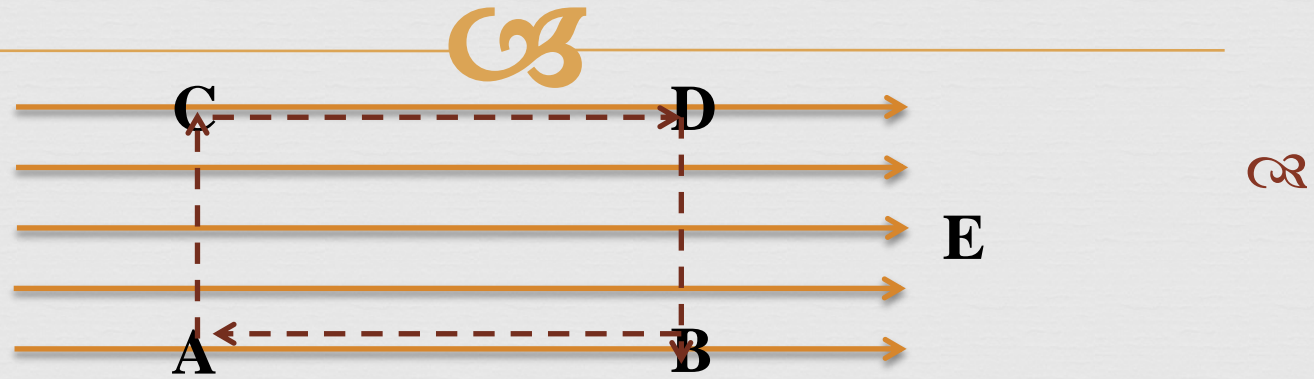
$$\vec{F} = q\vec{E}$$

$$\Delta(P.E) = W = q \int_A^B E dl \cos(\theta)$$



θ الزاوية المحصورة بين اتجاه الحركة والمجال

حساب الشغل الازم لتحريك الشحنة داخل مجال منتظم في المسار ACDB



$$W_{ACDB} = q \int_A^B E dl \cos(\theta)$$

$$= q \int_A^C E dl \cos(\pi/2) + q \int_C^D E dl \cos(0) + q \int_D^B E dl \cos(\pi/2)$$

$$= qEl \quad (l = CD)$$

$$W_{ACDBA} = !$$

الشغل المنجز يكون موجب اذا انجز مع المجال اي نقصان في الطاقة الكامنة
وسالب اذا انجز ضد المجال اي زيادة في الطاقة الكامنة

العلاقة بين فرق الجهد وشدة المجال الكهربائي



$$W = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{l} \quad \& \quad \vec{F} = -q\vec{E} \quad (\text{الشغل ضد المجال})$$

$$W = -q \int_A^B E dl \cos(\theta)$$

$$W/q = - \int_A^B E dl \cos(\theta)$$

$$V_B - V_A = V_{BA} = - \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

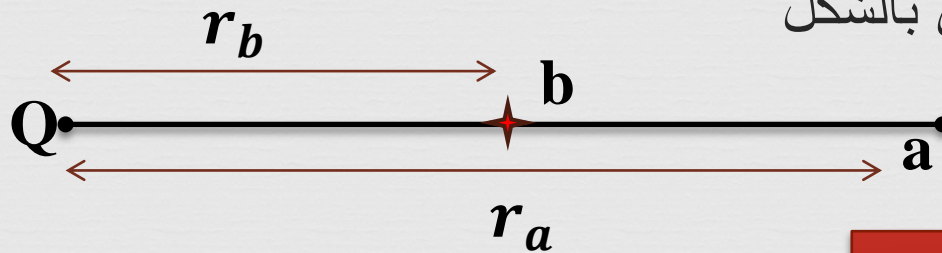
حيث ان V هو مقدار عددي ويقاس بالفولت

$$V_{BA} = V_B - V_A = W/q = J/c = \text{Volt}(v)$$

حساب الجهد لشحنة نقطية



لحساب الجهد لشحنة نقطية Q المؤثر على شحنة اختبارية لنقلها من الموقع a الى الموقع b كما مبين بالشكل



$$V_B - V_A = - \int_a^b E dl \cos(\theta)$$

$$E = K \frac{Q}{r^2}$$

$$V_B - V_A = - \int_{r_a}^{r_b} K \frac{Q}{r^2} dr$$

$$V_B - V_A = -QK \int_{r_a}^{r_b} \frac{dr}{r^2}$$

$$V_B - V_A = -QK \begin{bmatrix} 1 \\ -r \end{bmatrix} \begin{matrix} r_b \\ r_a \end{matrix}$$



$$V_B - V_A = QK \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ r_b & r_a \end{bmatrix}$$



$$V_B - V_A = \begin{bmatrix} QK & QK \\ r_b & r_a \end{bmatrix}$$

لحساب الجهد في نقطة b نفرض النقطة a في المالانهاية

$$V_B - V_A = \begin{bmatrix} QK & QK \\ r_b & \infty \end{bmatrix}$$

$$V_B = \frac{QK}{r_b}$$

لحساب الجهد في نقطة a نفرض النقطة b في المالانهاية

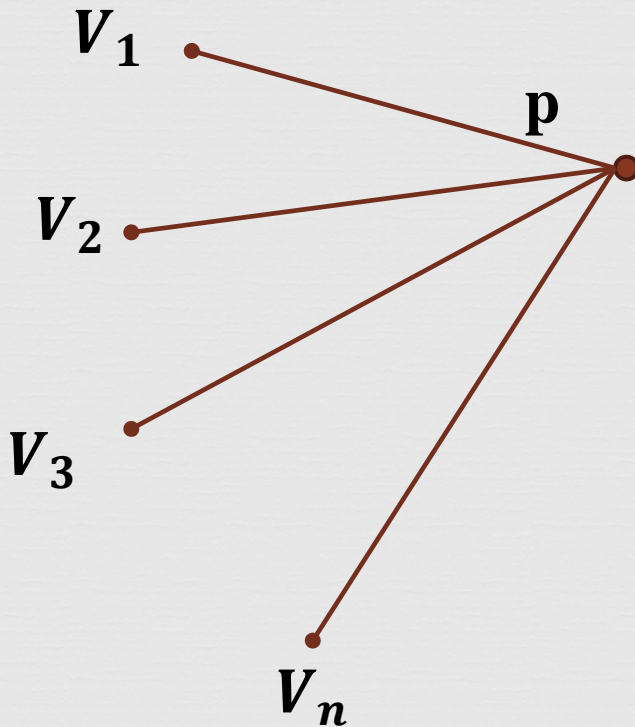


$$V_B - V_A = \left[\frac{QK}{\infty} - \frac{QK}{r_a} \right]$$

$$V_a = \frac{QK}{r_a}$$

$$V = K \frac{Q}{r}$$

الجهد الكهربائي لمجموعة من الشحنات



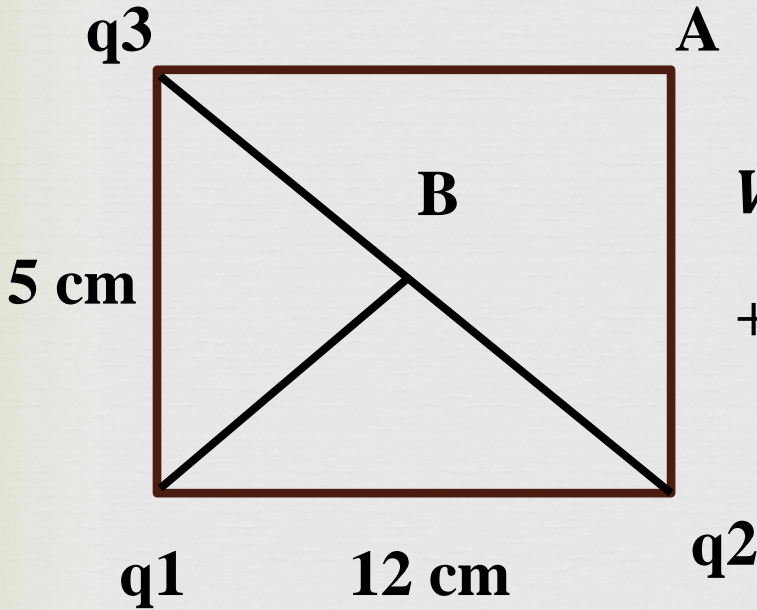
$$V_p = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$

$$V_p = k \frac{Q}{r_1} + k \frac{Q}{r_2} + k \frac{Q}{r_3} + \dots + k \frac{Q}{r_n}$$

$$V_p = k \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{r_i}$$



ثلاث شحنات نقطية ($q_1=56\mu c$ ، $q_2=-25\mu c$ ، $q_3=48\mu c$) وضعت كما في الشكل (1). اوجد الجهد الكهربائي في نقطة A (2) احسب الشغل الازم لنقل شحنة مقدارها $q_0 = 25\mu c$ من المالا نهاية الى النقطة B



$$V_A = k \frac{q_1}{r_1} + k \frac{q_2}{r_2} + k \frac{q_3}{r_3}$$



$$V_A = 9 * 10^9 \frac{56 * 10^{-6}}{0.13} - 9 * 10^9 \frac{25 * 10^{-6}}{0.05} + 9 * 10^9 \frac{48 * 10^{-6}}{0.12}$$

$$W = q_0 (V_B - V_\infty)$$

$$(V_\infty = 0) \text{ حيث } r = \infty$$

$$W = q_0 (V_B)$$

$$V_B = k \frac{q_1}{r} + k \frac{q_2}{r} + k \frac{q_3}{r}$$

$$r = 6.5$$

$$W = q_o (V_B) = k \frac{q_o q_1}{r} + k \frac{q_o q_2}{r} + k \frac{q_o q_3}{r}$$

الجهد الكهربائي لجسم مشحون



إذا كانت الشحنة موزعة بصورة منتظمة (خطيا ، سطحيا او حجميا) على الجسم فإن الجهد في نقطة خارج الجسم المشحون على بعد r تساوي .

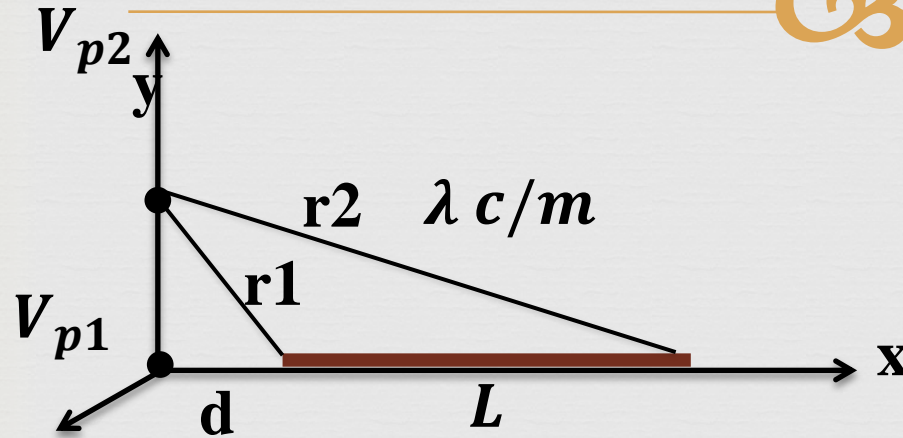
$$V_p = k \int \frac{dQ}{r}$$

$$dQ = \lambda dx$$

$$dQ = \sigma dA$$

$$dQ = \rho dV$$

سلك مشحون بشحنة طولية منتظمة طوله L وضع على المحور الأفقي على بعد مسافة d من نقطة الاصل احسب الجهد الكهربائي في نقطة الاصل وفي نقطة على بعد y على المحور العمودي



$$dq = \lambda dx$$

$$dV = k \frac{dq}{x} = k \frac{\lambda dx}{x}$$

$$V = \int_d^{l+d} k \frac{\lambda dx}{x}$$

$$V_{p1} = k\lambda [\ln(x)]_d^{d+l}$$

$$V_{p1} = k\lambda [\ln(d+l) - \ln(d)]$$

$$V_{p1} = k\lambda \ln\left(\frac{d+l}{d}\right)$$

$$V_{p2} = \int_{r1}^{r2} k \frac{\lambda dx}{x}$$

$$V_{p2} = k\lambda \ln\left(\frac{r2}{r1}\right)$$

$$r1 = \sqrt{y^2 + d^2}$$

$$r2 = \sqrt{y^2 + (d + l)^2}$$

انحدار الجهد الكهربائي وشدة المجال



من علاقة فرق الجهد والمجال

$$V_{BA} = - \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$V = - \int \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$dV = -\vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$\vec{E} = E_x \hat{i} + E_y \hat{j} + E_z \hat{k}$$

$$d\vec{l} = dx \hat{i} + dy \hat{j} + dz \hat{k}$$

$$dV_x = -E_x dx$$

$$E_x = -\frac{\partial V}{\partial x}$$

$$E_y = -\frac{\partial V}{\partial y}$$

$$E_z = -\frac{\partial V}{\partial z}$$

$$\vec{E} = -\vec{\nabla}V$$

$$\vec{\nabla} = \frac{\partial}{\partial x} \hat{i} + \frac{\partial}{\partial y} \hat{j} + \frac{\partial}{\partial z} \hat{k}$$

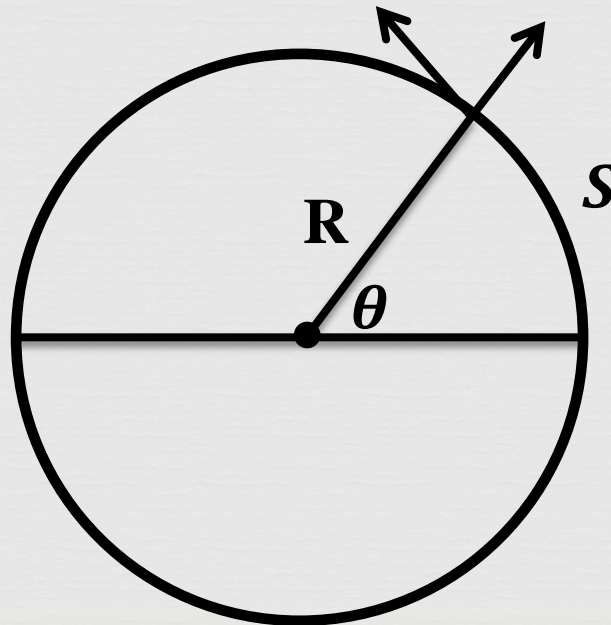
المحاور الكارتيزية



$$E_r = -\frac{\partial}{\partial r}$$

$$E_\theta = -\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial \theta}$$

المحاور الكروية



$$S = R \cdot \theta$$