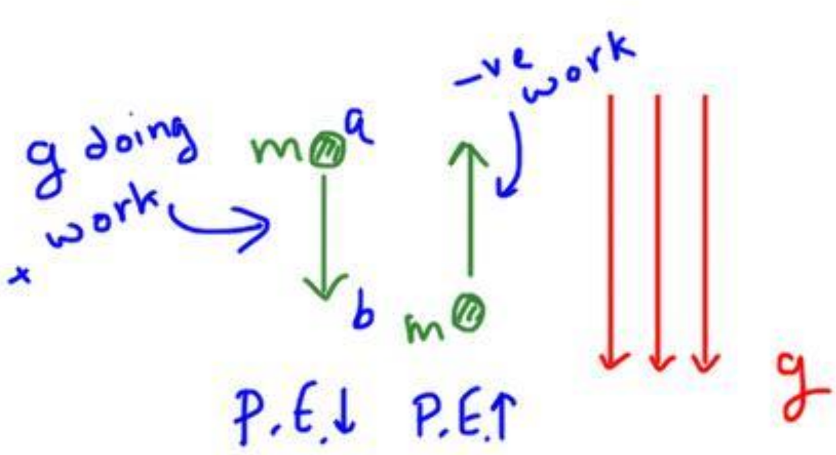
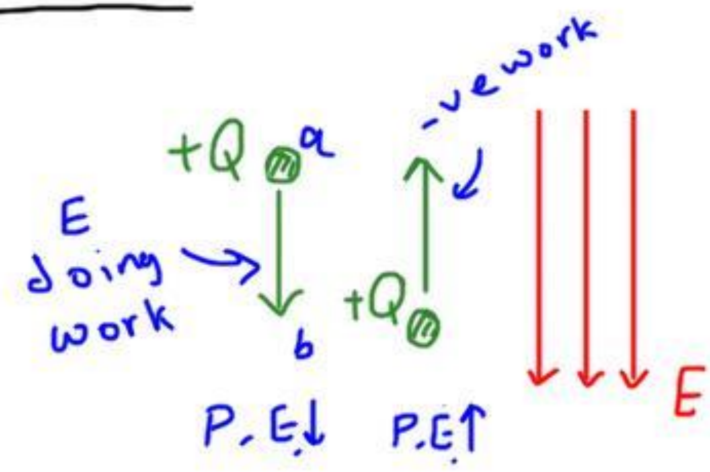
Electrostatic Potential



6



$\Delta P.E. = mgh$

$\Delta P.E. = qEh$

$\Delta U = U_b - U_a =$ الشغل المبذول لنقل شحنة عكس القوى الكهربية من a الى b

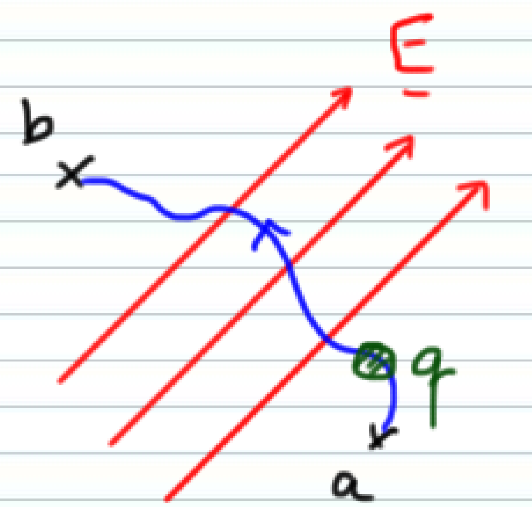
$$U_{ba} = -\int_a^b q\,\underline{E}\cdot d\underline{l}$$

Electrostatic Potential

الجهد الكهروستاتيكى

$V_b - V_a \equiv$ فرق الجهد بين a,b

$\equiv$ الشغل المبذول لنقل وحدة الشحنات عكس القوى الكهربية من النقطة a إلى النقطة b



شغل ضد القوة الكهربية

$$\boxed{V_b - V_a = -\int_a^b \underline{E}\cdot d\underline{l}}$$

$N\,m/C$

J/C

V

if $V_{ref} = V_\infty = \text{zero} \rightarrow V_p = V_p - V_\infty = -\int_\infty^p \underline{E}\cdot d\underline{l}$

لا اعتماد على المسار ولا الشحنة المنقولة

الاعتماد فقط على المجال وعلى موضع a و b

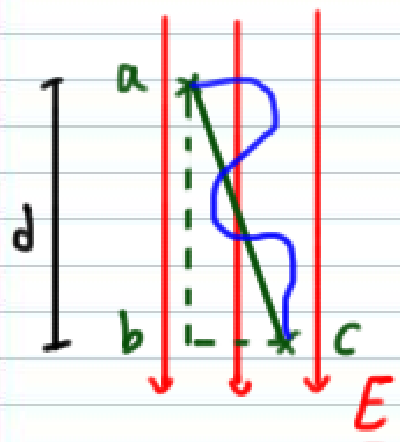
$V \rightarrow$ Scaler $\qquad \oint \underline{E} \cdot d\underline{l} = \text{zero}$

static

$W_{ab_{ext}} = Q(V_b - V_a) = QV_{ba} \quad CV$, Joule

$1\ eV = 1.6 \times 10^{-19}\ CV$ (Joule)

ΔV بين نقطتين في منطقة $\underline{E}$ منتظم

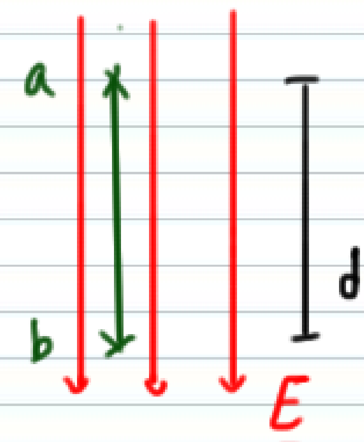


$$V_{ba} = -Ed$$

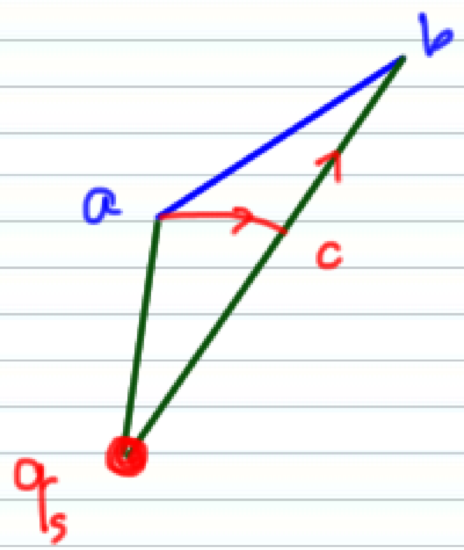
$$V_{ca} = V_{cb} + V_{ba}$$

$$= -\int_c^b E \cos 90\, dl - \int_b^a E \cos 0\, dl$$

$$= Ed$$



ΔV بين نقطتين في منطقة مجال شحنة نقطية



$$V_{ba} = V_b - V_a = (V_b - V_c) + \cancel{(V_c - V_a)}$$

zero

$$= -\int_b^a \frac{k q_s}{r^2} dr$$

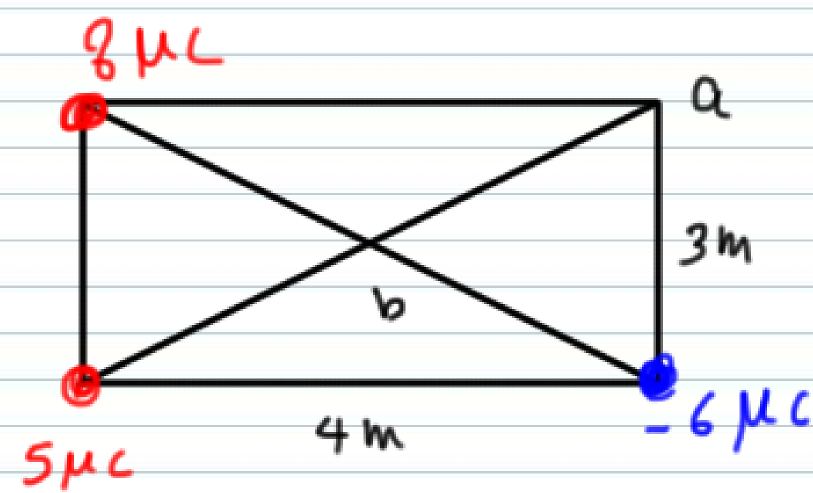
$$= k q_s \left(\frac{1}{b} - \frac{1}{a} \right)$$

$$V_a = V_a - V_\infty = \boxed{\frac{k q_s}{a}}$$

Ex

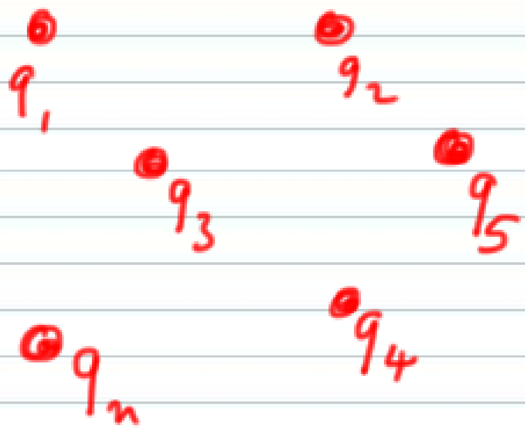
$$V_b - V_a = 1.62 \times 10^4 \ V$$

$$W_{ex} = 1 \times 10^{-6} (V_b - V_a)$$



طاقة الوضع الكهروستاتيكية المختزنة في مجموعة من الشحنات النقطية

$U \equiv$ الشغل المبذول ضد F_e لتجميع مجموعة شحنات فى وضعها النهائي



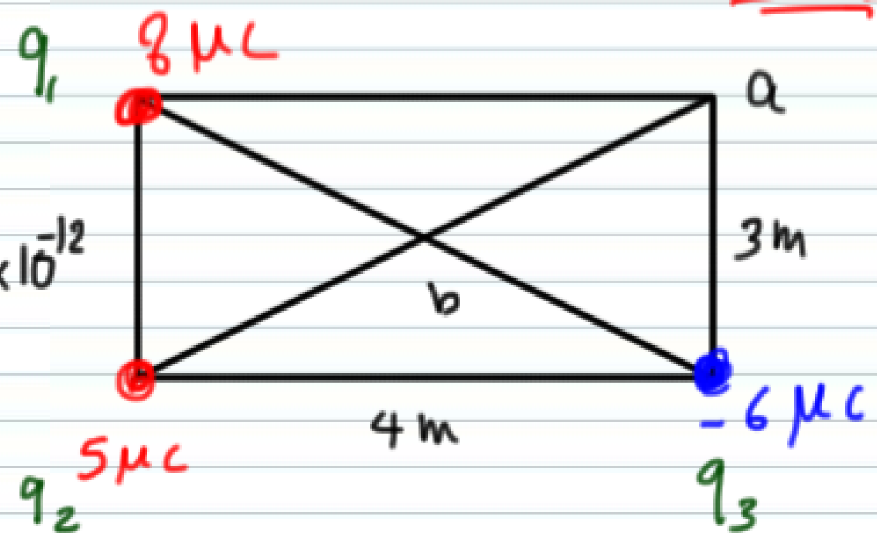
$$U_1 = \text{zero} \qquad U_2 = q_2 \frac{k q_1}{r_{12}}$$

$$U_3 = q_3 \left(\frac{k q_1}{r_{13}} + \frac{k q_2}{r_{23}} \right) \quad \ldots$$

$$U_{total} = k\left[\frac{q_1 q_2}{r_{12}} + \frac{q_1 q_3}{r_{13}} + \frac{q_2 q_3}{r_{23}} + \cdots \right]$$

$$= \frac{1}{2} \sum_{i \neq j}^{n} \frac{k q_i q_j}{r_{ij}}$$

مثال:



$$U = k\left(\frac{q_1 q_2}{r_{12}} + \frac{q_1 q_3}{r_{13}} + \frac{q_2 q_3}{r_{23}} \right)$$

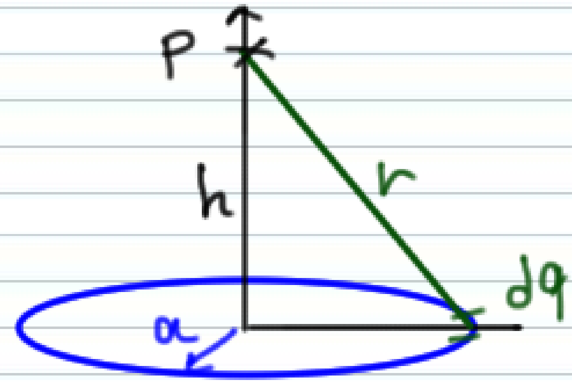
$$= 9\times10^{9} \left[\frac{8\times5}{3} - \frac{8\times6}{5} - \frac{5\times6}{4} \right] \times 10^{-12}$$

$$= -3.39 \times 10^{-2} \ \text{J}$$

مثال: جهد بسبب حلقة

$$V_P = ?$$

$$dq = \lambda \, dl$$



$$dV_P = k_e \frac{dq}{r}$$

$$V_P = \int_0^{2\pi a} k_e \frac{\lambda \, dl}{r} = \frac{k_e \lambda \, 2\pi a}{(a^2 + h^2)^{1/2}}$$

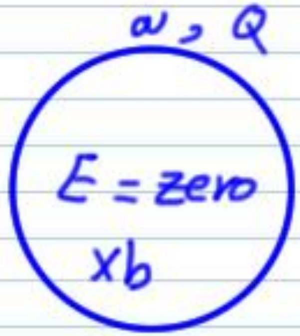
$$= k_e \frac{Q}{(a^2 + h^2)^{1/2}}$$

مثال: جهد بسبب قرص

$$dV_P = \frac{k_e \, \sigma \, 2\pi r \, dr}{(r^2 + h^2)^{1/2}}$$

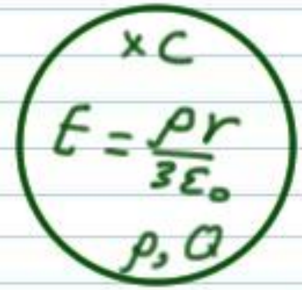
$$V_P = k_e \, \sigma \, 2\pi \int_0^R \frac{r \, dr}{(r^2 + h^2)^{1/2}} = k_e \, \sigma \, 2\pi \left(\sqrt{r^2 + h^2} \right)_0^R$$

مثال V بسبب سطح / مجسم كروي مشحون بـ σ / ρ



$E = \dfrac{kQ}{r^2}$

$\times a$



$E = k\dfrac{Q}{r^2}$

$\times a$

$r > R \qquad V_a = ?$

$$V_a = V_a - V_\infty = -\int_\infty^{r_a} \underline{E} \cdot d\underline{l} = -\int_\infty^{r_a} E\,dr = -\int_{-\infty}^{r_a} \frac{kQ}{r^2}\,dr = \frac{kQ}{r_a}$$

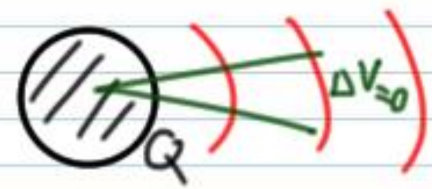
$r < R \qquad V_b = ?$

$$V_b = V_b - V_\infty = -\int_\infty^{r_b} \underline{E} \cdot d\underline{l} = -\int_\infty^{R} - \int_R^{b} = \frac{kQ}{R} - \text{zero}$$

$r < R \qquad V_c = ?$

$$V_c = \dots = \frac{kQ}{R} - \int_R^{r_c} \frac{\rho r}{3\varepsilon_0}\,dr = \frac{kQ}{R} - \frac{\rho}{3\varepsilon_0}\left[\frac{r_c^2}{2} - \frac{R^2}{2}\right]$$

Equipotential Srfc — الأسطح متساوية الجهد



اشتقاق المجال من الجهد

vector

scaler

$$E_x = -\frac{\partial V}{\partial x} \qquad E_y = -\frac{\partial V}{\partial y} \qquad E_z = -\frac{\partial V}{\partial z}$$

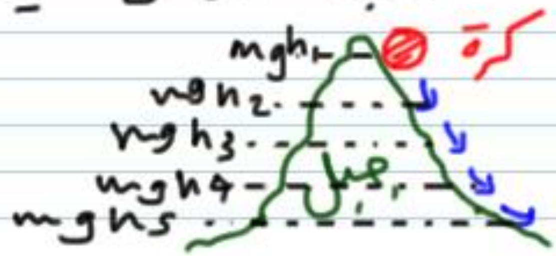
$$\underline{E} = -\frac{\partial V}{\partial x}\,\underline{\hat{i}} - \frac{\partial V}{\partial y}\,\underline{\hat{j}} - \frac{\partial V}{\partial x}\,\underline{\hat{k}}$$

$$= -\underline{\nabla} V \equiv \text{negative gradient } V$$

سالب تدرج ال V

متجه ال E يعبر عن نقصان ال V

التغير في ال V في اتجاه التناقص

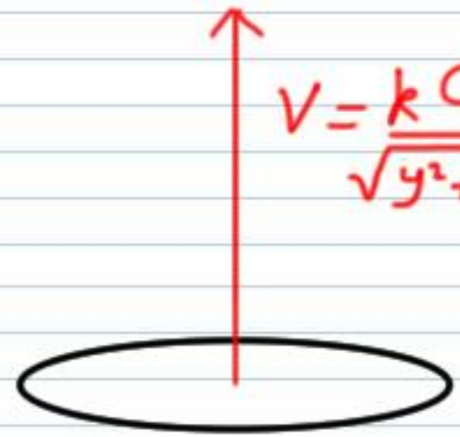


Example $V = 5x^2 + 3y \rightarrow \underline{E} = -10x\,\hat{i} - 3\,\hat{j}$

Note $\frac{dV}{dx} = 10x + 3\frac{dy}{dx}$

Example

$V = \frac{kQ}{\sqrt{y^2+R^2}}$



$\underline{E} = ?$

$\frac{\partial V}{\partial x} = \text{zero} \qquad \frac{\partial V}{\partial z} = \text{zero}$

$$\frac{\partial V}{\partial y} = kQ\left(-\frac{1}{\cancel{2}}\right)(y^2+R^2)^{-3/2}\,\cancel{2}y$$

$$= -kQ\frac{y}{(y^2+R^2)^{3/2}}$$

$$\therefore \underline{E} = +\frac{kQy}{(y^2+R^2)^{3/2}}\,\hat{j} \quad N/C$$

فقط على المحور

Example point charge $V = \frac{kq}{r}$

$$\frac{\partial V}{\partial r} = kq(-1)r^{-2} = -\frac{kq}{r^2} \rightarrow \underline{E} = \frac{kq}{r^2}\,\hat{r}$$