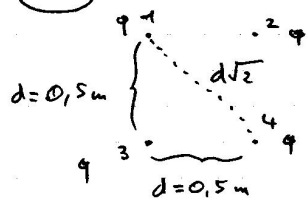


9.16.



1). Pour amener la 1^{re} : $W(1) = 0$

• Potentiel dû à cette charge en 2 et 3 : $V_{12} = k \frac{q}{d}$

• Potentiel dû à cette charge en 4 : $V_{14} = k \frac{q}{d\sqrt{2}}$

2). Pour amener la 2^e :

$$W_{\text{Ext} \text{ nc}} = \Delta E_{\text{mec}} = \Delta E_{\text{pot}} = q V_{\text{final}} - \underbrace{q V_{\text{init}}}_{\text{vitesse constante}} = q \cdot V_{\text{final}} \quad (\text{théorème de l'énergie mécanique})$$

$= 0, \text{ car } V_{\text{init}} = V_{\text{fin}} = 0$

$$W(2) = q \cdot (V_{12}) = k \frac{q^2}{d}$$

⇒ • potentiel dû à cette charge en 3 : $V_{23} = k \frac{q}{d\sqrt{2}}$

• potentiel dû à cette charge en 4 : $V_{24} = k \cdot \frac{q}{d}$

3). Pour amener la 3^e :

$$W(3) = q \cdot (V_{13}) + q \cdot (V_{23}) = q \cdot \left(k \frac{q}{d} + k \frac{q}{d\sqrt{2}} \right) \quad (\text{selon } n=2).$$

• potentiel dû à cette charge en 4 : $V_{34} = k \frac{q}{d}$

4). Pour amener la 4^e :

$$W(4) = q \cdot (V_{14}) + q \cdot (V_{24}) + q \cdot (V_{34}) = q \left(k \frac{q}{d\sqrt{2}} + k \frac{q}{d} + k \frac{q}{d} \right)$$

$$\text{Travail total à réaliser : } W = W(1) + W(2) + W(3) + W(4) = q \left(k \frac{q}{d} + k \frac{q}{d} + k \frac{q}{d\sqrt{2}} + k \frac{q}{d\sqrt{2}} + 2k \frac{q}{d} \right)$$

$$= k \frac{q^2}{d} \left(4 + \frac{2}{\sqrt{2}} \right) = 9,10^9 \cdot \frac{(5 \cdot 10^{-6})^2}{0,5} \cdot \left(4 + \frac{2}{\sqrt{2}} \right)$$

$$\approx \underline{\underline{2,43 \text{ J}}}$$

En général, on voit que $W = q \left(V_{12} + V_{13} + V_{14} + V_{23} + V_{24} + V_{34} \right) = q \sum_{i < j} V_{ij}$