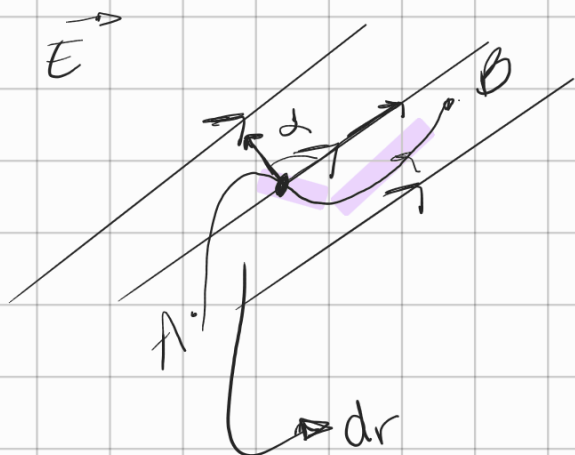


Cs/23/10/25

Cap 23

## Potencial Eléctrico



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

$$W_{A \rightarrow B} = \int_A^B \vec{F}_q \cdot d\vec{r}$$

$F_q$  es conservativa

$$= \int_A^B |F_q| dr \cos \alpha$$

(solo para conservativas)

$$W_{A \rightarrow B} = -\Delta U \rightarrow \text{Energía Potencial Eléctrica}$$

$$W_{A \rightarrow B} = -(U_B - U_A)$$

$$W_{A \rightarrow B} = U_A - U_B$$

$$W_{A \rightarrow B}^{TOTAL} = \Delta K \rightarrow \text{Para todas las fuerzas}$$

$$\Delta K = K_B - K_A$$

Sup que la única fuerza es  $F_q$

$$W_{A \rightarrow B}^{TOTAL} = W_{AB}$$

$$U_A - U_B = K_B - K_A$$

$$K_A + U_A = K_B + U_B$$

Definición de Potencial Eléctrico

$$\frac{W_{AB}}{q} = \frac{U_A}{q} - \frac{U_B}{q} \quad (J/C)$$

↳ voltio

$$\underbrace{\qquad \qquad \qquad}_{\substack{\rightarrow V_A \qquad \qquad \qquad \rightarrow V_B}}$$

Potencial  
Eléctrico C/punto

$$U = qV \rightarrow \text{Energía Potencial Eléctrica}$$

(Cuando hay un potencial eléctrico)

¿Cómo se obtiene  $V$ ?

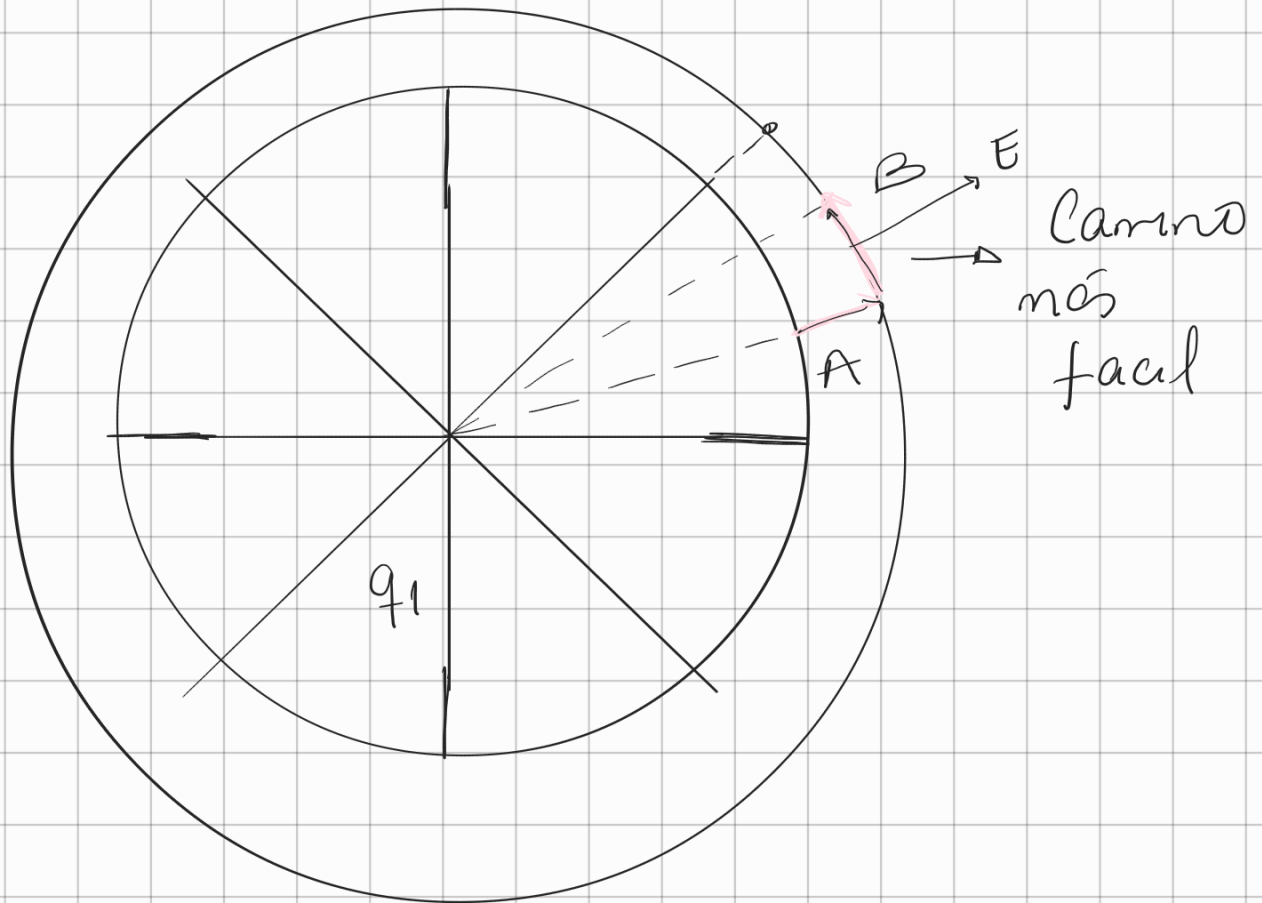
$$\frac{W_{AB}}{q} = \frac{\int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{r}}{q}$$

$$\frac{W_{AB}}{q} = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{r}$$

$$V_A - V_B = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{r}$$

Para encontrar  $V$  se necesita una referencia  $\rightarrow$  Un punto en el espacio donde el potencial valga 0

# Potencial Eléctrico producido por una carga puntual $q_1$



$$V_A - V_B = P$$

$$V_A - V_B = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{r}$$

$$E = K \frac{q_1}{r^2} \hat{r}$$

$$= \int_A^{B'} \vec{E} \cdot d\vec{r} + \int_{B'}^B \vec{E} \cdot d\vec{r}$$

$\cos 90^\circ = 0$

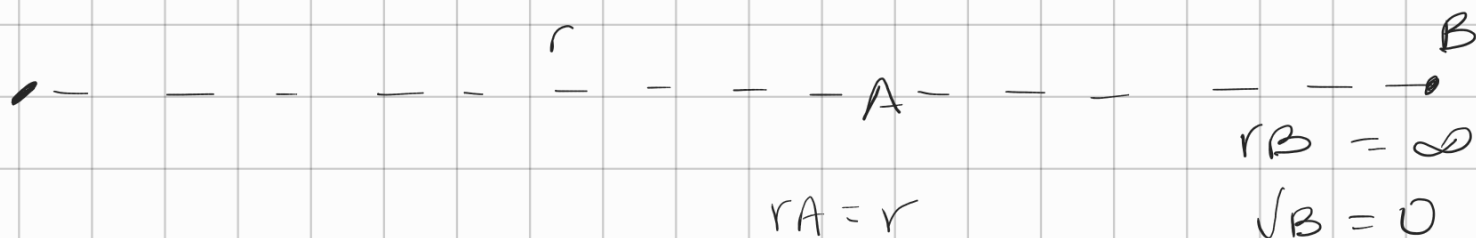
$$= \int_A^{B'} K \frac{q_1}{r^2} \cdot dr$$

$$= K q_1 \int_{r_A}^{r_B} \frac{dr}{r^2}$$

$$= K q_1 \left( -\frac{1}{r} \right) \Big|_{r_A}^{r_B}$$

$$V_A - V_B = K q_1 \left( \frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right) =$$

$$= \frac{K q_1}{r_A} - \frac{K q_1}{r_B}$$



$$\vec{V}_A = \vec{V}(r_A) = \vec{V}(r)$$

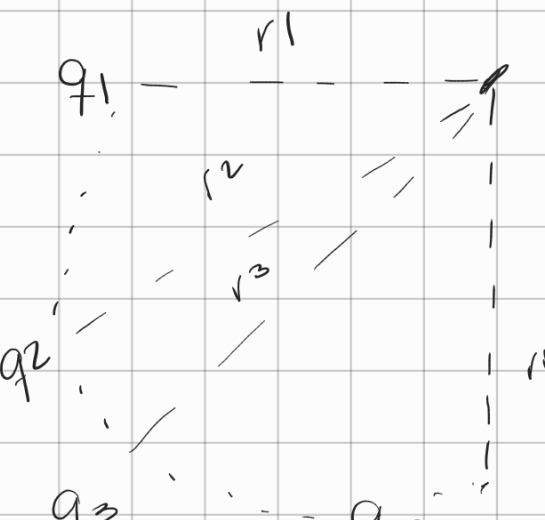
$$\vec{V}(r) - 0 = Kq_1 \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{\infty} \right)$$

$$\vec{V}(r) = \frac{Kq_1}{r} \rightarrow \text{Potencial Eléctrico}$$

Producido por una carga  $q_1$  en un pto. localizado a una distancia  $r$

Es un escalar

Pot elec producido por n cargas

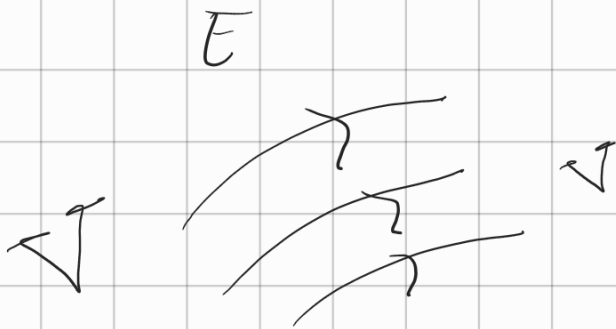


$$\vec{V} = \sum_{i=1}^n K \frac{q_i}{r_i}$$

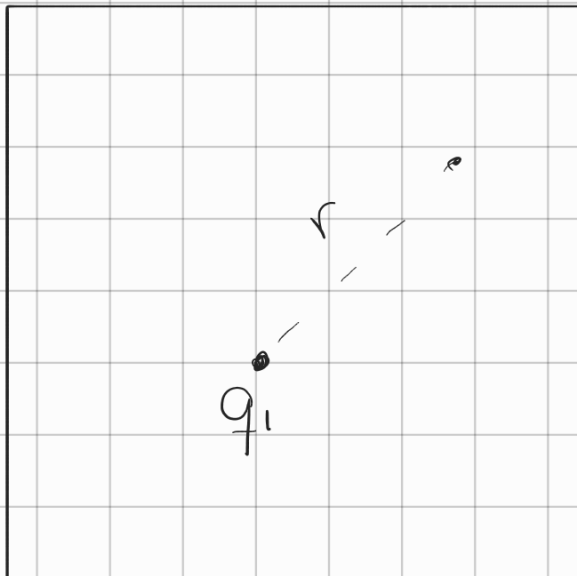
$$U = q\vec{V}$$

Si  $r$  es mayor  $\Rightarrow V$  es menor  
Si  $r$  es menor  $\Rightarrow V$  es mayor

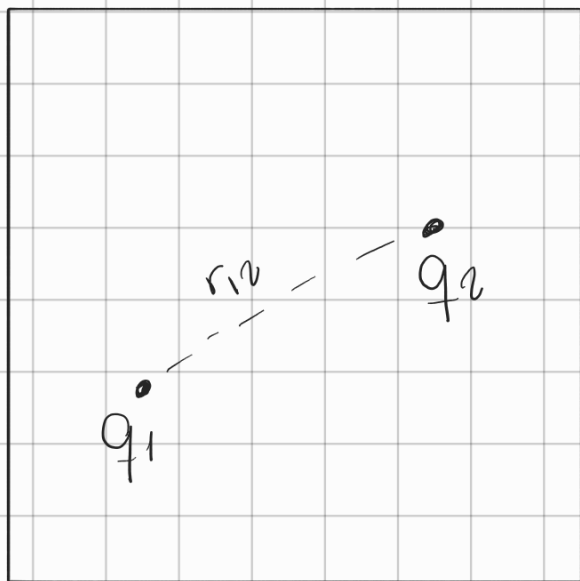
Son inversamente proporcional



Trabajo externo realizado para formar  
un sistema de cargas  $\{q_1, q_2\}$



$$V = K \frac{q_1}{r}$$



$$U = q_2 V = \frac{q_2 K q_1}{r_{12}}$$

$$U_{q_1 q_2} = \frac{K q_1 q_2}{r_{12}}$$

$$U_{q_1 q_2}^{\text{inicial}} = 0 \rightarrow q_2, \text{ estaba en el infinito} \\ r_{12} = \infty$$

$$U_{q_1 q_2}^{\text{final}} = \frac{K q_1 q_2}{r_{12}}$$

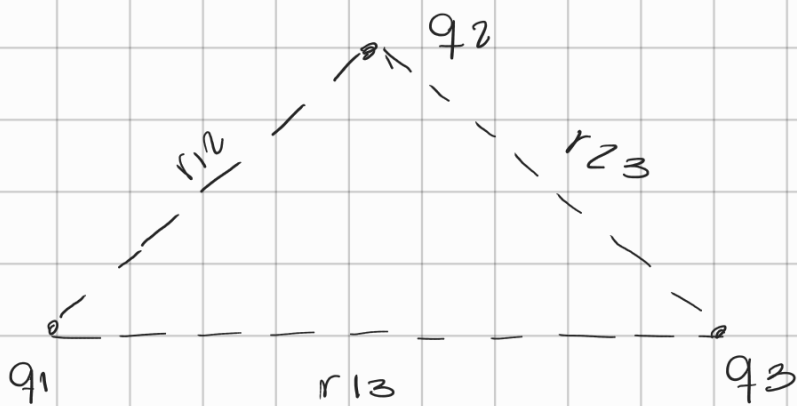
$$W_{A \rightarrow B} = -\Delta U = (U_{\text{final}} - U_{\text{inicial}})$$

$$W_{A \rightarrow B} = -U_{\text{final}}$$

$$-W_{A \rightarrow B} = \frac{K q_1 q_2}{r_{12}} \Rightarrow -W_{A \rightarrow B} = U_{A \rightarrow B} \\ \hookrightarrow W_{\text{ext}}$$

Trabajo "atractivo"

porque naturalmente las cargas se repelen y necesitamos juntarlas



$$U = q_3 \left( \frac{Kq_1}{r_{13}} + \frac{Kq_2}{r_{23}} \right)$$

$$U\{q_1, q_2, q_3\} = U\{q_1, q_2\} + q_3 \left( \frac{Kq_1}{r_{13}} + \frac{Kq_2}{r_{23}} \right)$$

$$= \frac{Kq_1q_2}{r_{12}} + \frac{Kq_1q_3}{r_{13}} + \frac{Kq_2q_3}{r_{23}}$$

$$U\{q_1, q_2, q_3\} = \frac{Kq_1q_2}{r_{12}} + \frac{Kq_1q_3}{r_{13}} + \frac{Kq_2q_3}{r_{23}}$$

$\hookrightarrow$  Energía Pot. Elec del sistema  
 $\{q_1, q_2, q_3\}$  = trabajo externo  
 realizado para formar el sistema

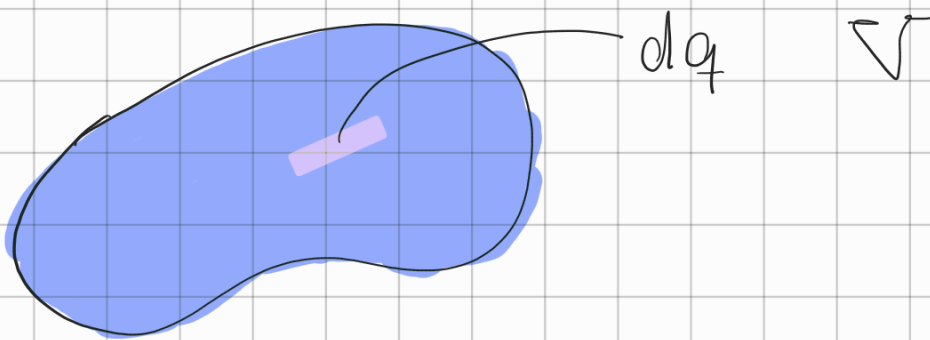
$$U\{q_1, q_2, q_3\} = \frac{1}{2} q_1 V_1 + \frac{1}{2} q_2 V_2 + \frac{1}{2} q_3 V_3$$

$$= \frac{1}{2} q_1 \left( \frac{Kq_2}{r_2} + \frac{Kq_3}{r_3} \right) + \frac{1}{2} q_2 \left( \frac{Kq_1}{r_1} + \frac{Kq_3}{r_3} \right) + \frac{1}{2} q_3 \left( \frac{Kq_1}{r_1} + \frac{Kq_2}{r_2} \right)$$

$$\left( \frac{Kq_1}{r_1} + \frac{Kq_2}{r_2} \right)$$

Generalización a sist de carga continua

$$U\{q_1, q_2, \dots, q_n\} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} q_i V_i$$



$$U = \int \frac{1}{2} dq V$$

↳ Se realiza en la región donde existe carga

Lineal:  $dq = \lambda dl$

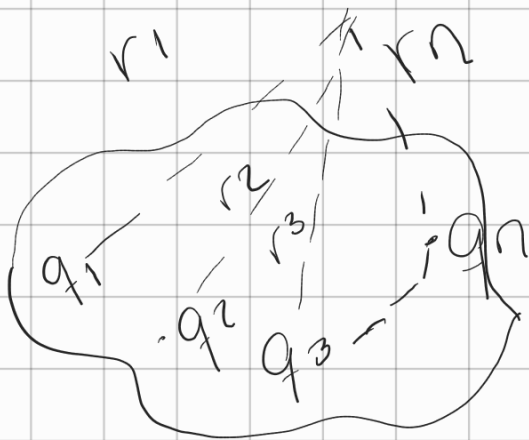
Superficial:  $dq = \sigma dA$

Volumétrico:  $dq = \rho dVol$

Potencial Eléctrico de una distribución de carga continua

Pot. Elect producido por  $q_1$

$$\Rightarrow V = K \frac{q_1}{r}$$

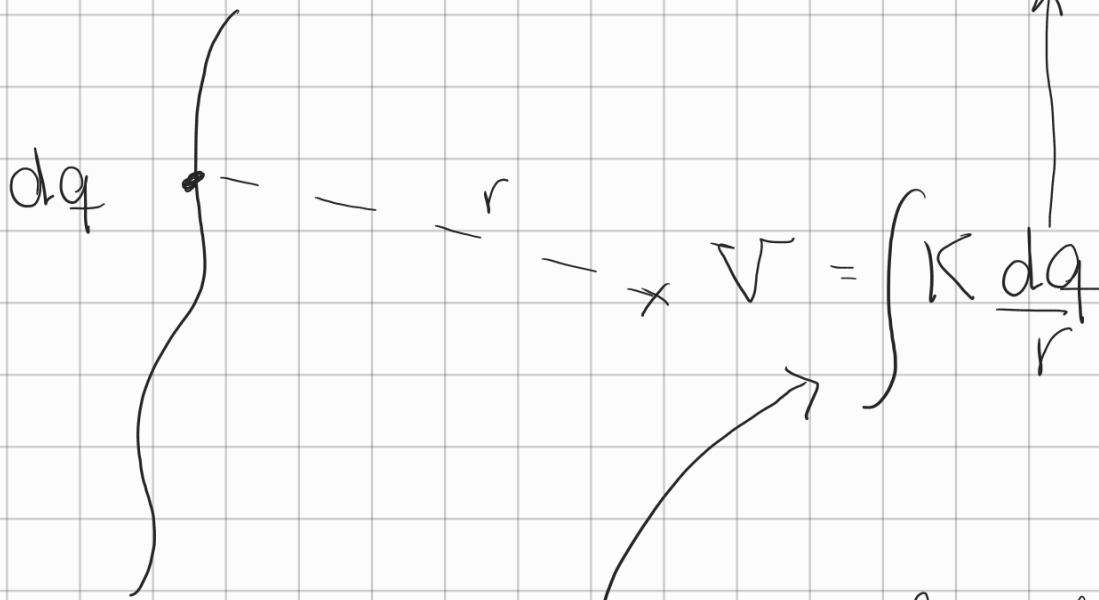


$$V = K \frac{q_1}{r_1} + K \frac{q_2}{r_2} + \dots + K \frac{q_n}{r_n}$$

$$V = \sum_{i=1}^n K \frac{q_i}{r_i}$$

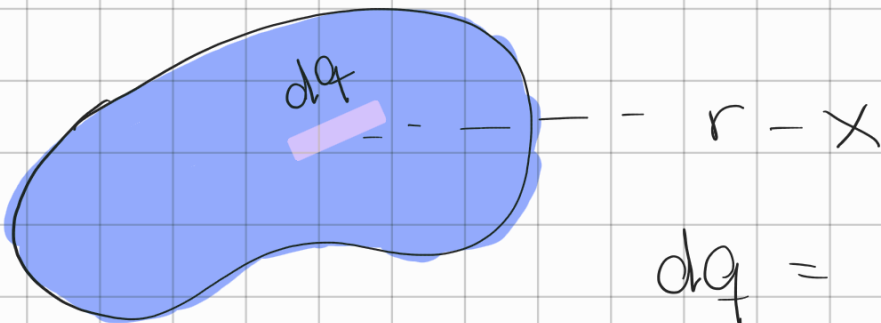
Lineal

$$dq = \lambda dl$$



Integral a lo  
largo de la  
distribución  
lineal de  
la carga

Superficial

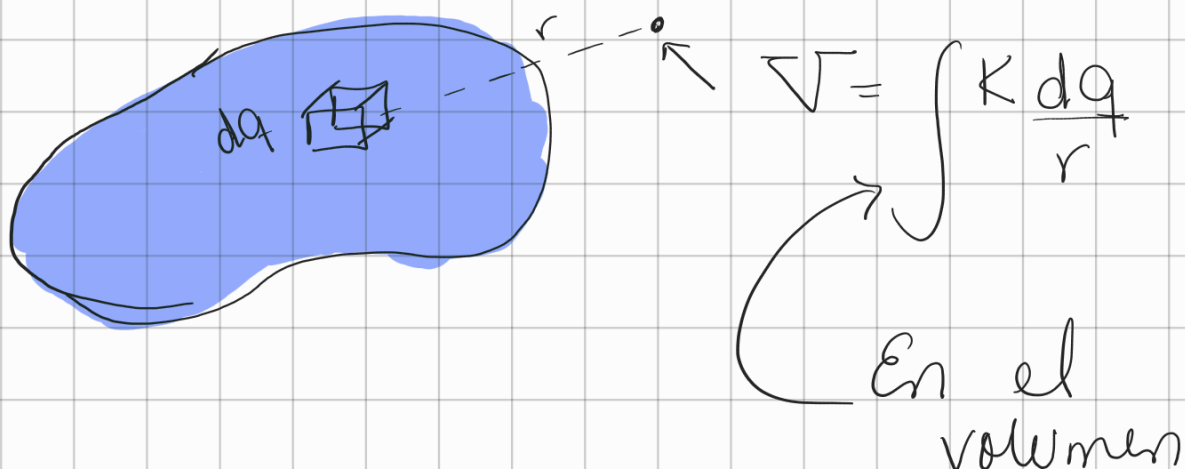


$$dq = \sigma dA$$

$$\int K \frac{dq}{r}$$

Integral en la superficie donde  
existe la carga

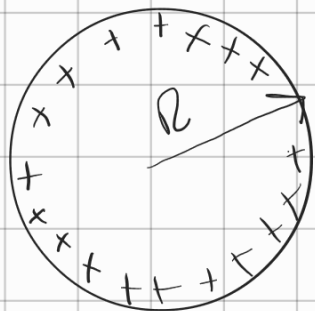
## Volumétrica



$$dq = \rho dV$$

## Problemas:

- 1) Potencial eléctrico producido por una esfera conductora, sólida de radio  $R$  y carga  $Q$  ( $Q > 0$ )



$V(2)$  en

$V(1)$  en

$R \leq r < \infty$   
(Fuera de la esfera)

$0 \leq r \leq R$   
(En la esfera)

## Sugerencia

- 1) E con Gauss (Simetría)

2) Comenzar con la región externa

$$V_A - V_B = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{r}$$

3) Seleccionamos B en el infinito  
A queda genérico

4) Mismo procedimiento en la  
región interna ( $V = \text{cte}$ )

② Determinar la energía potencial  
eléctrica ( $U$ ) de una esfera conductora  
de radio  $R$  y carga  $Q$

$$U = \int \frac{1}{2} dq V$$

$$V = \text{cte} \quad (\text{adentro})$$

$$\rightarrow U = \frac{V}{2} \int dq$$

$$U = \frac{V}{2} \cdot Q$$

