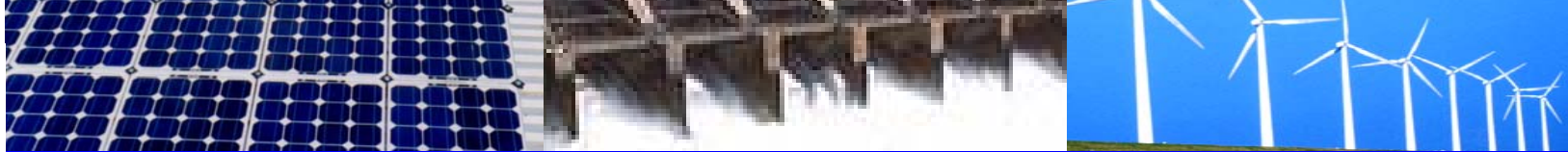


FI33A ELECTROMAGNETISMO

Clase 3

LUIS S. VARGAS
Area de Energía
Departamento de Ingeniería Eléctrica
Universidad de Chile

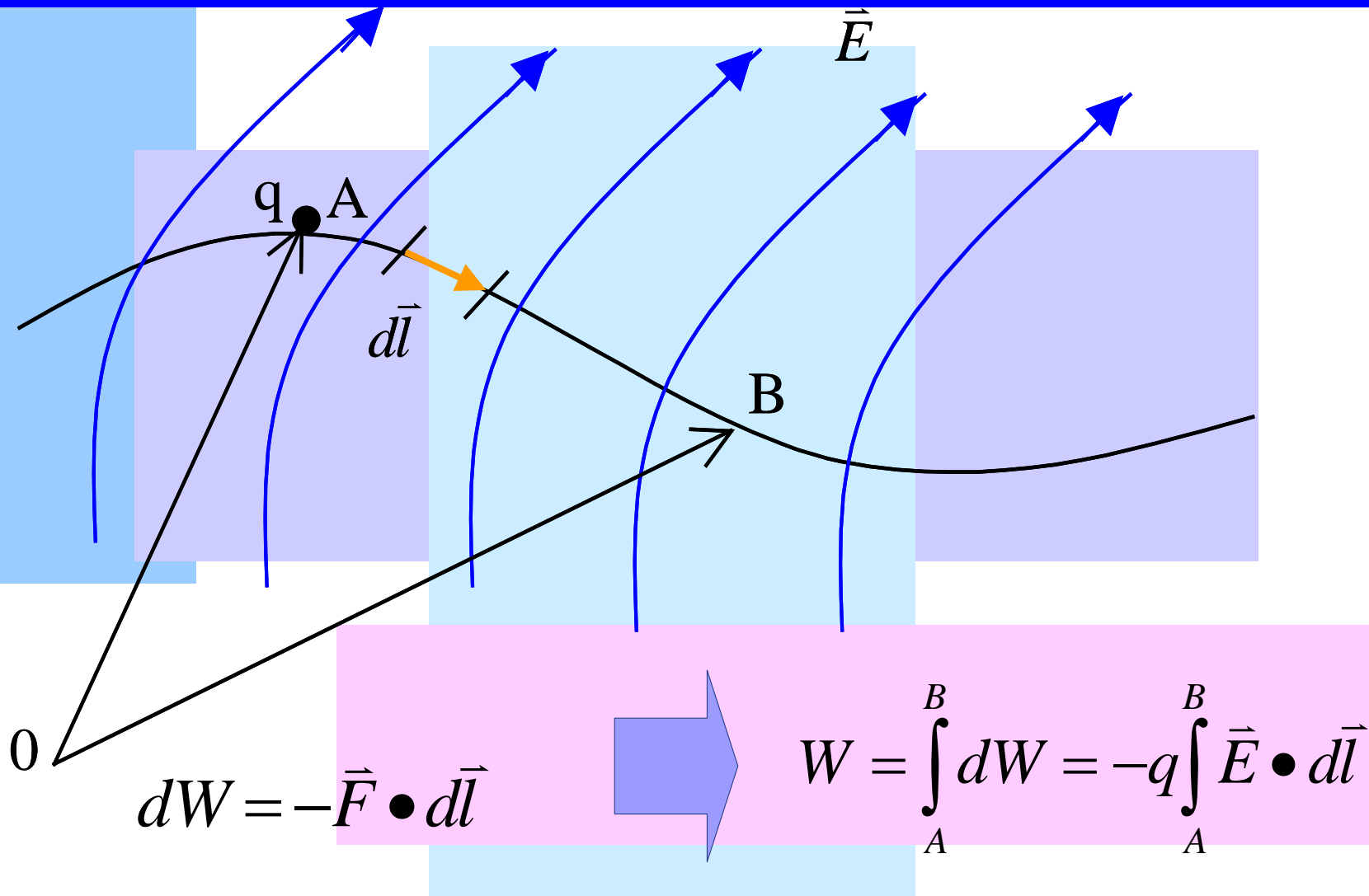


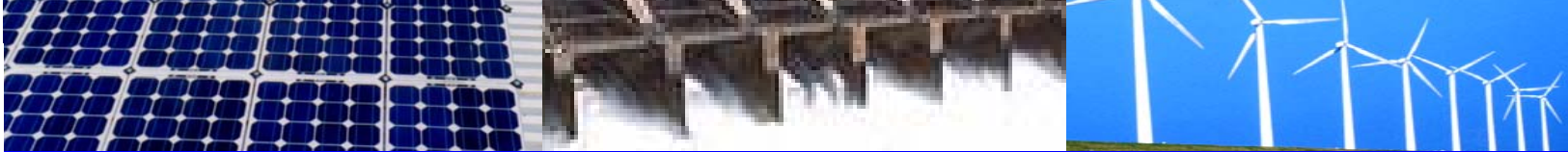
INDICE

- Trabajo de campo eléctrico,
- Definición del potencial,
- Relación entre campo eléctrico y potencial



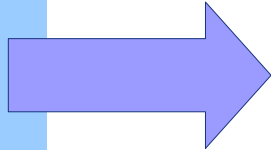
Trabajo de un Campo Eléctrico





Definición de potencial

Si $W > 0$

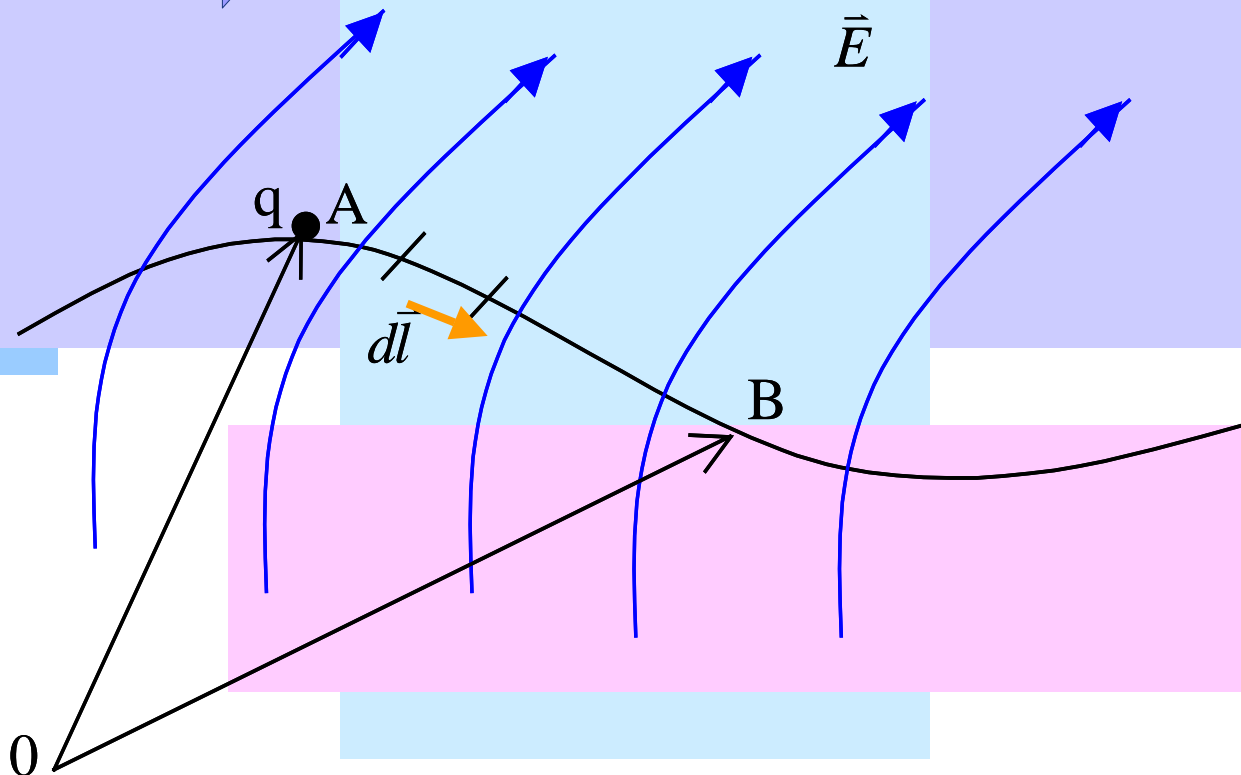


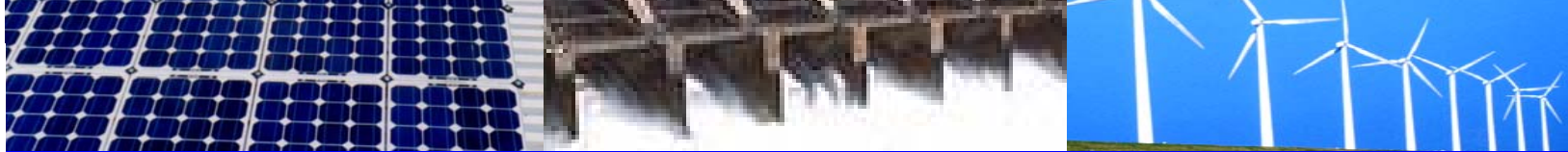
Trabajo lo realiza agente externo

Si $W < 0$

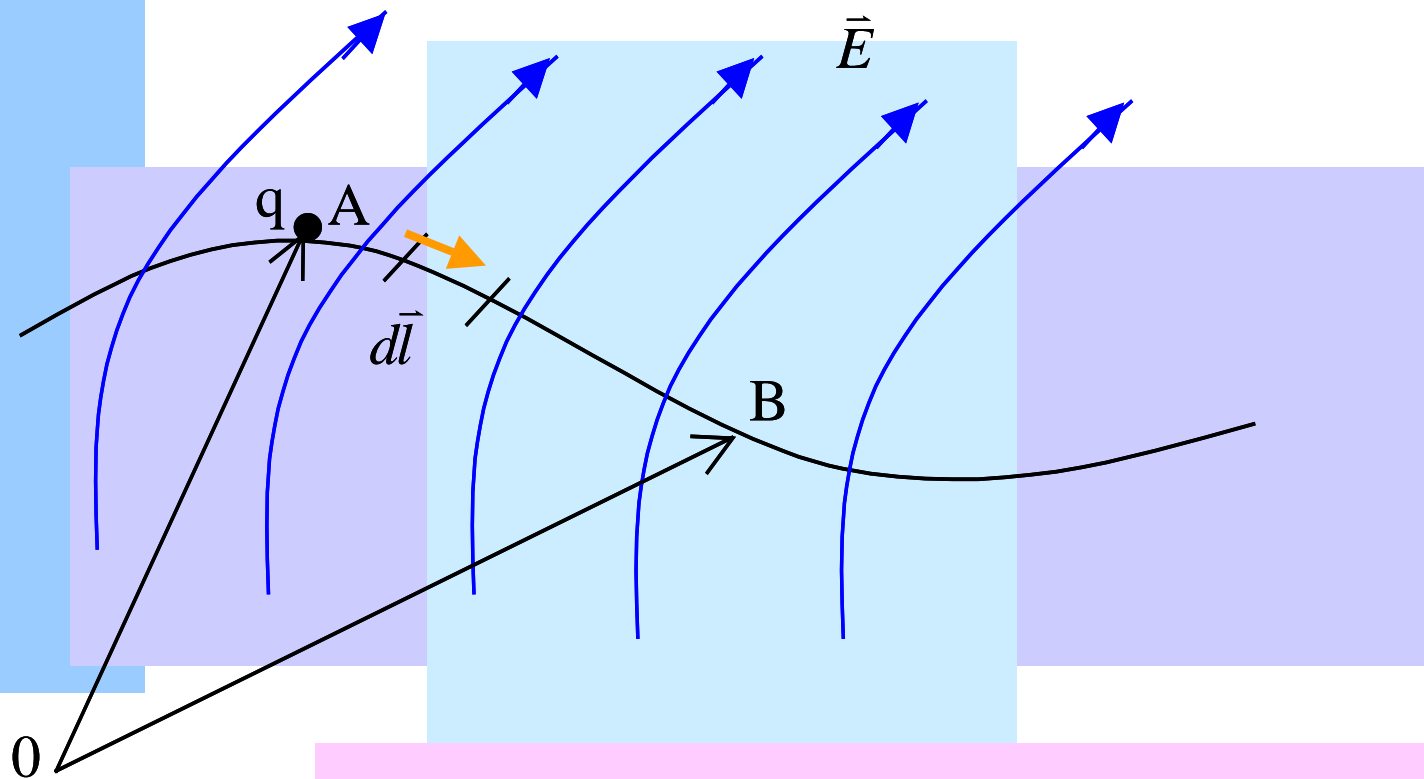


Trabajo lo realiza campo eléctrico





Definición de potencial

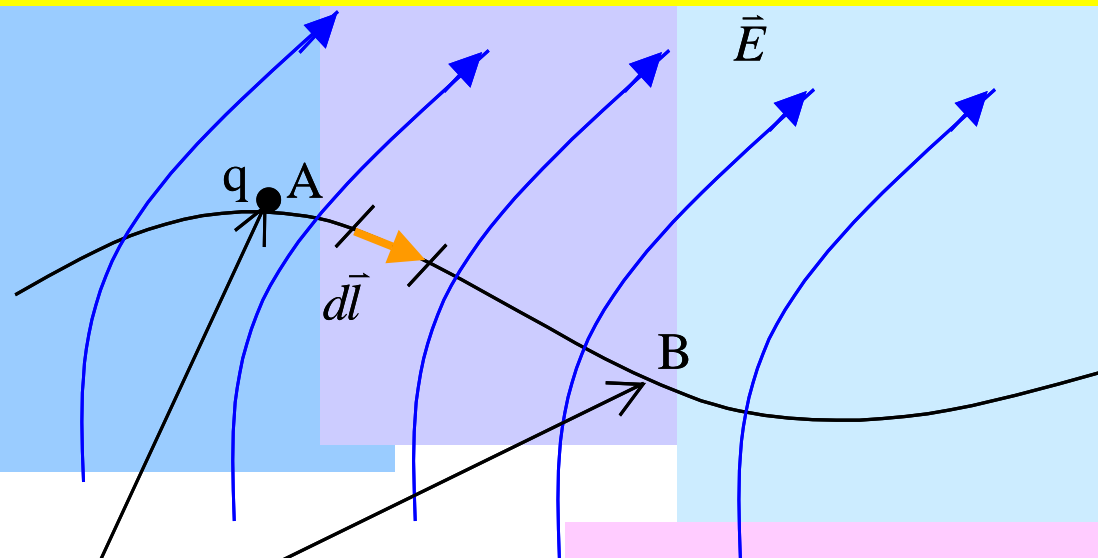


Se define la diferencia de potencial entre los puntos A y B , denominada V_{AB} , como el trabajo por unidad de carga o, equivalentemente, la energía por unidad de carga.



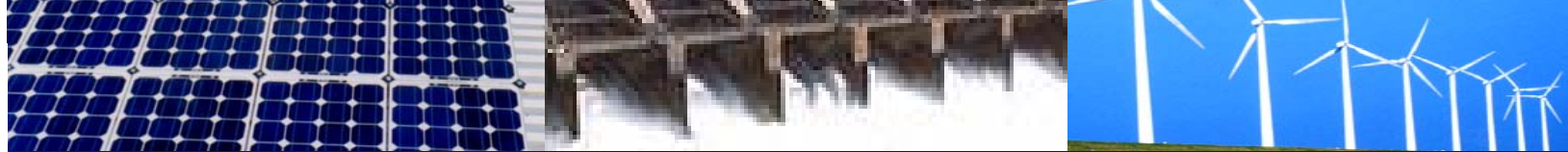
Definición de potencial

Se define la diferencia de potencial entre los puntos A y B, denominada V_{AB} , como el trabajo por unidad de carga o, equivalentemente, la energía por unidad de carga.



$$V_{AB} = \frac{W}{q} = - \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l} \quad (1.52)$$

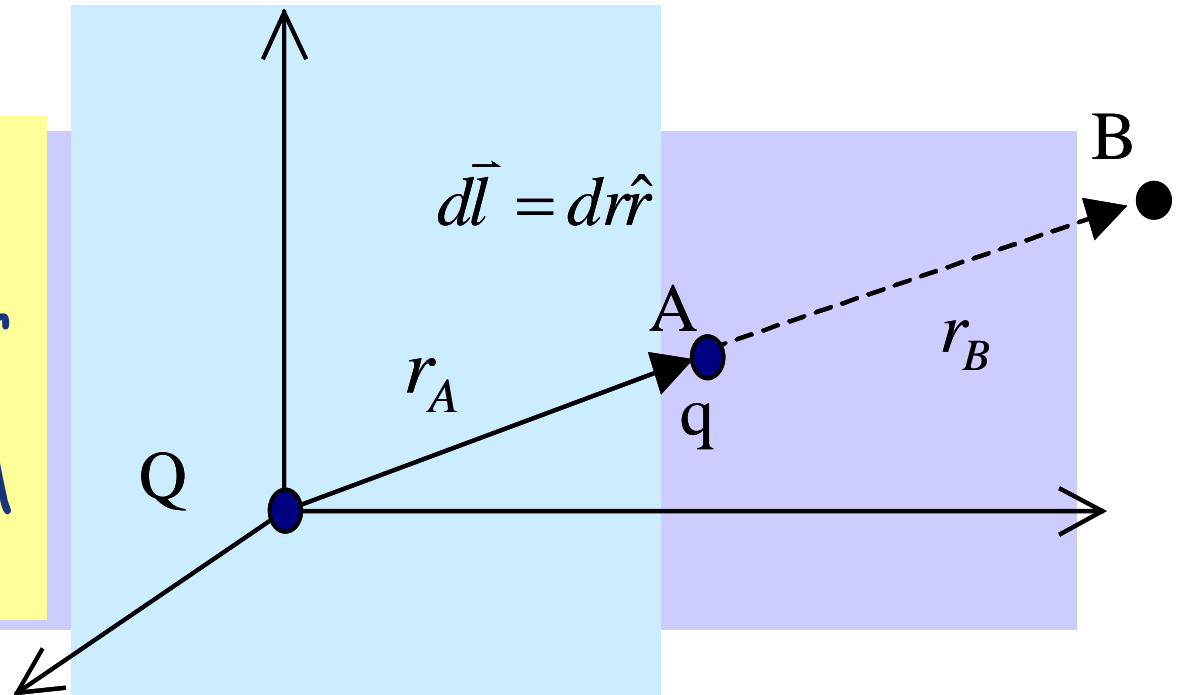
Unidades de [J/C], lo cual se denomina Volt [V]. Por ello es común expresar el campo eléctrico en [V/m]



Definición de potencial

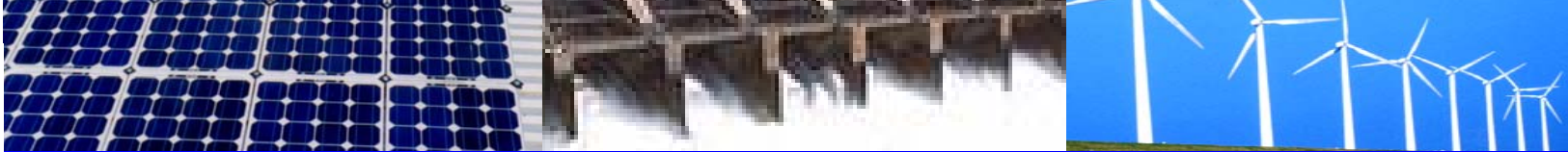
Ejemplo 10.

Calcular campo E producido por Q , el trabajo para ir de A a B y el potencial entre A y B .



Solⁿ

$$\vec{E} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{r}$$



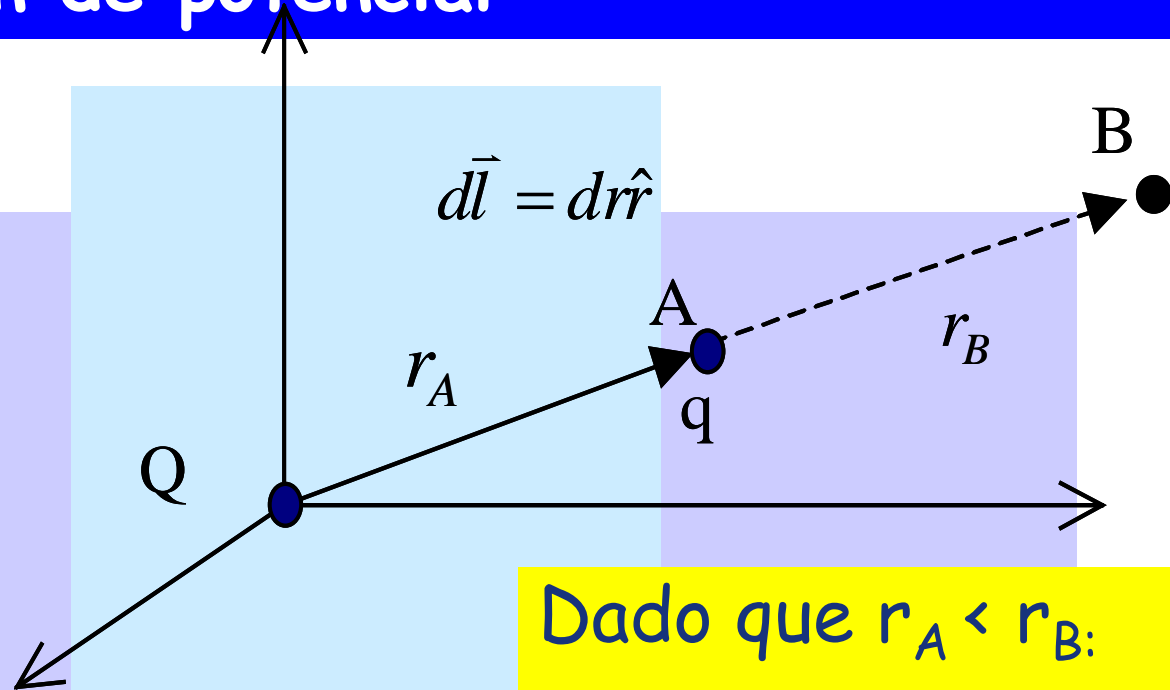
Definición de potencial

Ejemplo 10.

$$W = -q \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$W = -q \int_{r_A}^{r_B} \frac{Q dr}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{r} \cdot \hat{r} = -q \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int_{r_A}^{r_B} \frac{dr}{r^2}$$

$$W = -q \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[-\frac{1}{r} \right]_{r_A}^{r_B} = q \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_A} \right]$$



Dado que $r_A < r_B$:

- Si q y Q del mismo signo W negativo
- Otro caso W positivo

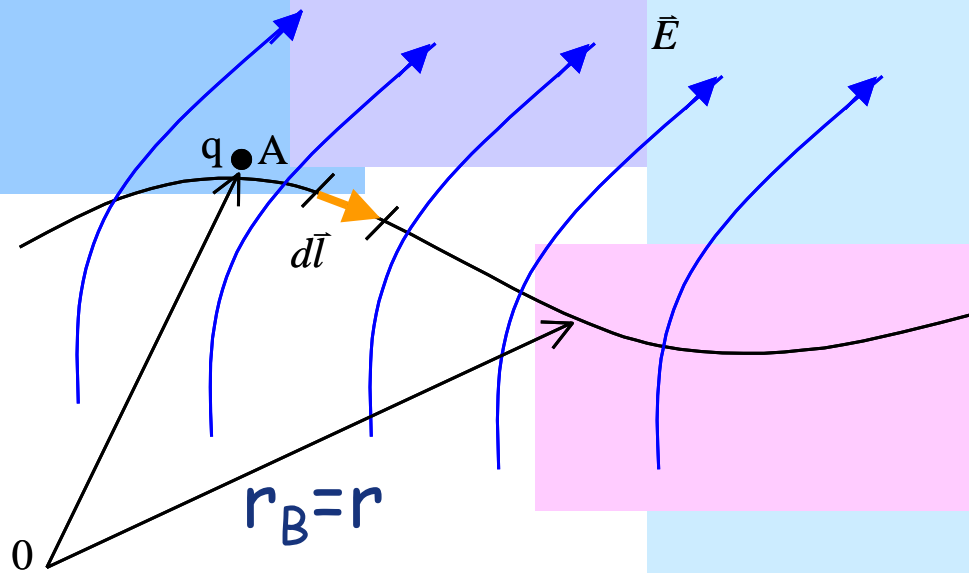


Definición de potencial

Notar que la expresión para la diferencia de potencial V_{AB} no depende de q

$$V_{AB} = \frac{W}{q} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_A} \right]$$

Si tomamos $r_B = r$ variable, obtenemos una función potencial en todo el espacio.



$$V_A(\vec{r}) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{1}{\|\vec{r}\|} - \frac{1}{r_A} \right]$$

Trabajo por unidad de carga para ir desde r_A a r



Definición de potencial

Haciendo tender $r_A \rightarrow \infty$, obtenemos

$$V(\vec{r}) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{1}{r} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 \|\vec{r}\|}$$

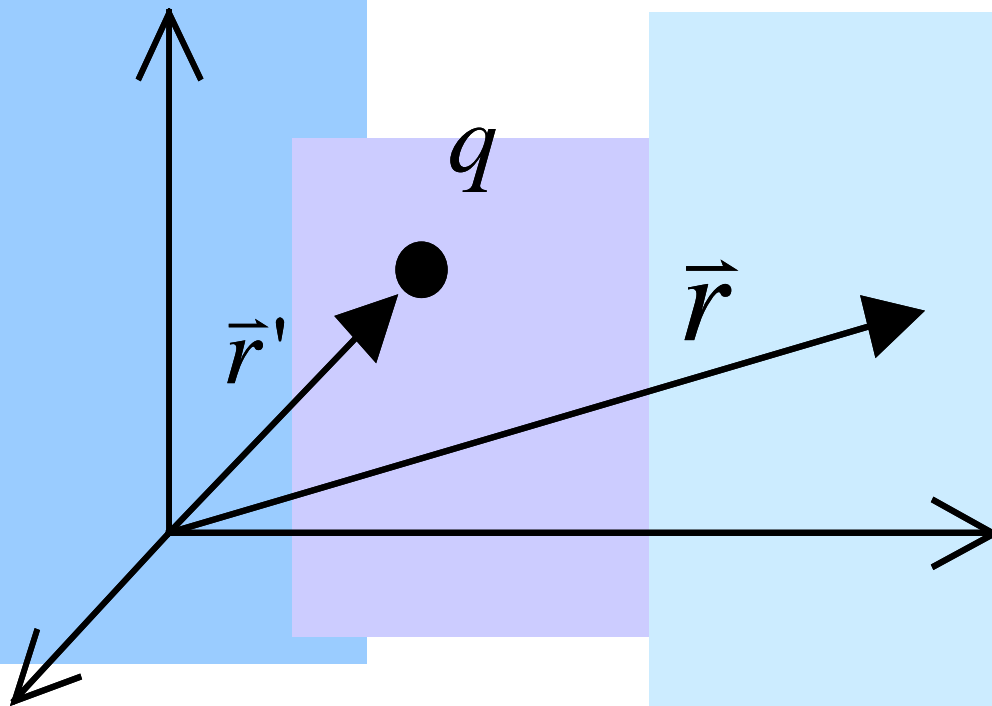
Trabajo por unidad de carga para venir desde el infinito a r

Función potencial eléctrico es un campo escalar

Función potencial eléctrico requiere de una referencia para su definición $V(r=r_A) = 0$

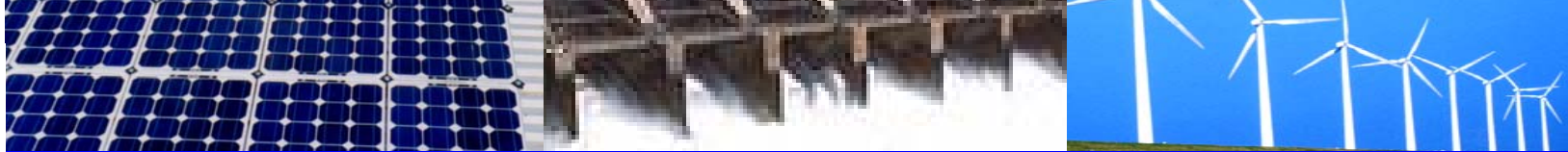


Definición de potencial



$$V(\vec{r}) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{\|\vec{r} - \vec{r}'\|}$$

En un sistema de referencia cualquiera
 V es una función lineal con la carga, luego
se cumple superposición



Definición de potencial

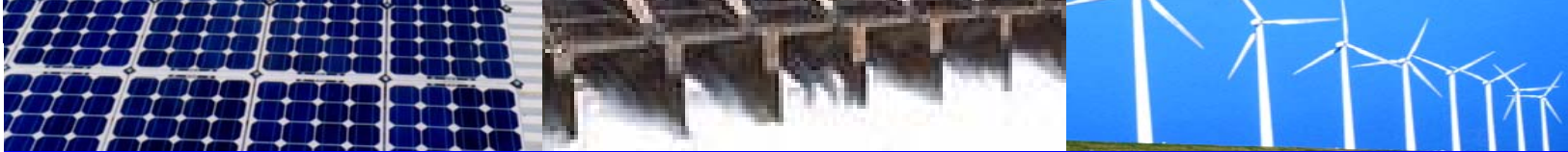
Para sistema de cargas

$$V(\vec{r}) = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 \|\vec{r} - \vec{r}_1\|} + \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 \|\vec{r} - \vec{r}_2\|} + \dots + \frac{q_n}{4\pi\epsilon_0 \|\vec{r} - \vec{r}_n\|}$$

$$\Rightarrow V(\vec{r}) = \sum \frac{q_k}{4\pi\epsilon_0 \|\vec{r} - \vec{r}_k\|}$$

Para distribuciones continuas de cargas

$$V(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \iiint_V \frac{dq'}{\|\vec{r} - \vec{r}'\|}$$



Relaciones entre campo eléctrico y potencial

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

Tomando A como
referencia y haciendo B
variable

$$V(\vec{r}) = - \int_{ref}^r \vec{E} \cdot d\vec{l} + V_{ref}$$

Luego

$$\nabla V(\vec{r}) = -\vec{E}(\vec{r})$$