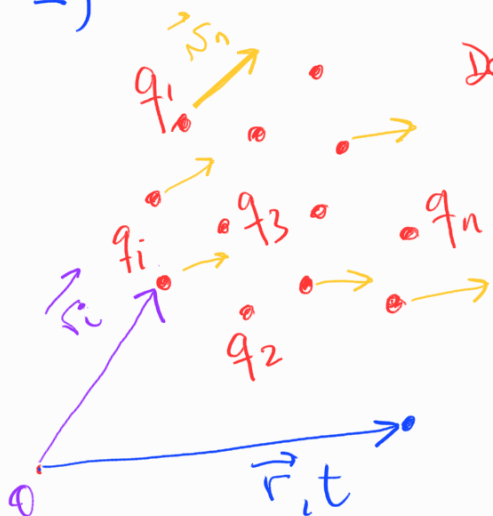


ECUACIONES DE MAXWELL (en el vacío)

1) LAS FUENTES DE LOS CAMPOS



Densidad de carga eléctrica

$$\rho(\vec{r}, t) = \sum_i q_i \delta^3(\vec{r} - \vec{r}_i)$$

Densidad de corriente eléctrica

$$\vec{J}(\vec{r}, t) = \sum_i q_i \vec{v}_i \delta^3(\vec{r} - \vec{r}_i)$$

$\rho(\vec{r}, t)$

$\vec{J}(\vec{r}, t)$

2) LAS ECUACIONES de MAXWELL

Gauss

$$\nabla \cdot \vec{E}(\vec{r}, t) = \frac{\rho(\vec{r}, t)}{\epsilon_0}$$

Faraday

$$\nabla \times \vec{E}(\vec{r}, t) = -\frac{\partial \vec{B}(\vec{r}, t)}{\partial t}$$

Gauss

$$\nabla \cdot \vec{B}(\vec{r}, t) = 0$$

Ampère

$$\nabla \times \vec{B}(\vec{r}, t) = \mu_0 \vec{J}(\vec{r}, t) + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}(\vec{r}, t)}{\partial t}$$

Con las ees. y la fuerza de Lorentz hacemos física:



generan

CAMPOS
 \vec{E} y \vec{B}

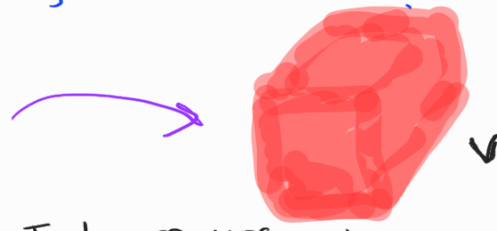
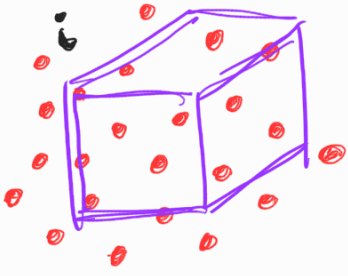
actúan sobre otras cargas



Fuerza de Lorentz

$$\vec{F}(t) = \int d^3\vec{r}' \left[\rho^*(\vec{r}', t) \vec{E}(\vec{r}', t) + \vec{J}^*(\vec{r}', t) \times \vec{B}(\vec{r}', t) \right]$$

Promedio macroscópico: ¿Cómo pasamos de distribuciones DISCRETAS a otras CONTINUAS?



Integramos o hacemos un promedio que sea LINEAL $\sum_i \rightarrow \int_V$

QUE ∂_t y $\partial_{\vec{r}}$ CONMUTEN!
CON EL PROMEDIO ESPACIAL

⇒ De forma que las ecuaciones de Maxwell tengan la MISMA FORMA escritas con variables microscópicas o macroscópicas.

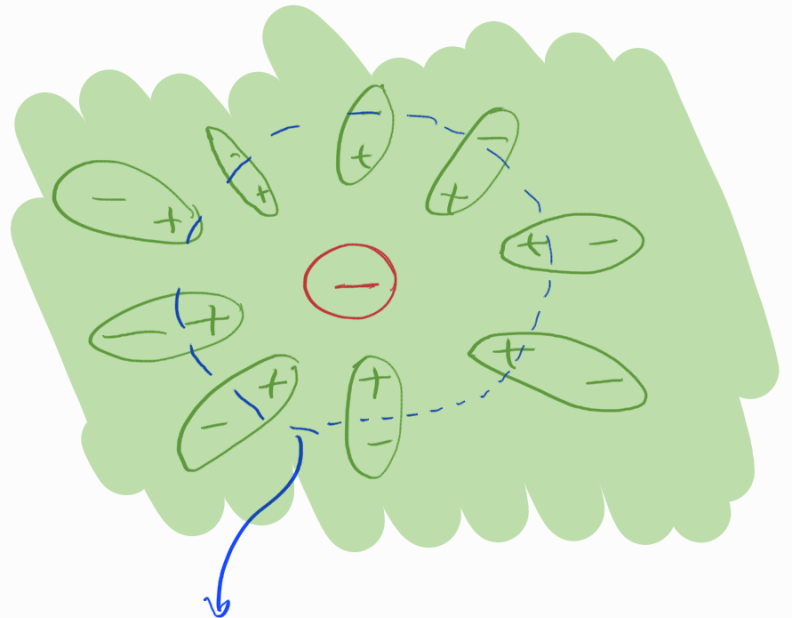
ECUACIONES DE MAXWELL en la MATERIA:



Medio con moléculas POLARES

Polarización:

$\vec{P}(\vec{r}, t)$ momento dipolar por unidad de volumen



$$\rho(\vec{r}, t) = \rho_{\text{libre}}(\vec{r}, t) - \nabla \cdot \vec{P}(\vec{r}, t)$$

EXTRÍNSECA carga ligada
INTRÍNSECA INTRÍNSECA



Magnetización: $\vec{M}(\vec{r}, t)$
 momento magnético
 por unidad de volumen

Medio con moléculas
 magnetizables
 \vec{m} momento magnético

$$\vec{J}(\vec{r}, t) = \vec{J}_{\text{libre}}(\vec{r}, t) + \nabla \times \vec{M}(\vec{r}, t) + \frac{\partial \vec{P}(\vec{r}, t)}{\partial t}$$

} IN-TRIN-SE-CAS

Se definen los CAMPOS útiles en la materia:

- $\vec{D}(\vec{r}, t) = \epsilon_0 \vec{E}(\vec{r}, t) + \vec{P}(\vec{r}, t)$

Desplazamiento eléctrico: campo inducido en la materia por las cargas EXTERNAS (Libres).

- $\vec{H}(\vec{r}, t) = \frac{\vec{B}(\vec{r}, t)}{\mu_0} - \vec{M}(\vec{r}, t)$

Inducción^{*} magnética: campo producido en el material por CORRIENTES EXTERNAS

Gauss $\nabla \cdot \vec{D}(\vec{r}, t) = \rho_{\text{libre}}(\vec{r}, t)$

Ampère $\nabla \times \vec{H}(\vec{r}, t) = \vec{J}_{\text{libre}}(\vec{r}, t) + \frac{\partial \vec{D}(\vec{r}, t)}{\partial t}$

Faraday y Gauss magnética no cambian (no tienen FUENTES...).

En cada material hay que conocer
las RELACIONES CONSTITUTIVAS

$$\vec{D}(\vec{E}, \vec{B}), \vec{H}(\vec{E}, \vec{B}), \vec{J}(\vec{E}, \vec{B})$$

en los materiales LINEALES:

$$\vec{D} = \epsilon \vec{E} \quad \text{y} \quad \mu \vec{H} = \vec{B}.$$