



FI 2002 ELECTROMAGNETISMO

Clase 1: Introducción

Luis Vargas
AREA DE ENERGIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA
FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS



Temas

- Administración
- Introducción
- Fuerza Eléctrica
- Campo Eléctrico



Piet Mondrian, “Molino al Sol”



Administración

Prof.

Luis Vargas

lvargasd@ing.uchile.cl

Of. 407, Depto. Ing. Eléctrica (2978 4203)

Prof. Auxiliares
Por definir



Administración

Reglas de las Evaluaciones

1. Ejercicios duran 1 hora y se realizan en la primera parte del horario de la clase auxiliar.
2. El día viernes anterior a cada control se publicará en la web (ucursos) una tarea, la cual debe entregarse en forma obligatoria antes del comienzo del control. La revisión de esta tarea se hace considerando sólo dos problemas escogidos en forma aleatoria (el sorteo se hace en la sala y son los mismos para todo el curso). La nota de esta tarea (promedio de las dos preguntas escogidas) corresponde a la pregunta número 4 del control respectivo.



Administración

3. Tanto el promedio de ejercicios (NE) como el de controles (NC) debe ser superior o igual a 4 para aprobación. $NC = 0.6 * \langle NC \rangle + 0.4 NE_x$
4. Nota Final se calcula como $NF = (2 * NC + NE) / 3$
5. Se otorgará un bono discrecional (que el profesor evaluará en cada caso) a aquellos alumnos que hagan aportes escritos, en formato word, a los apuntes del curso, ya sea: (a) corrigiendo errores, (b) proponiendo ejercicios resueltos, (c) proponiendo temas o aplicaciones novedosas. Aportes se envían al auxiliar con copia al profesor.
6. Fraude (copia, torpedos, etc.) es penalizado con **R** en forma inmediata y se solicitará al Director de la Escuela un sumario para el infractor. Esta regla será aplicada con rigor.



HORARIO

Cátedra

- Lunes y Jueves, Sala B204
- Lunes clases comienzan a las 14:30 hrs.
- Jueves clases comienzan a las 15:00 hrs.
- Atrasados cuentan chiste

Auxiliar

- Martes de 16:15-17:45 hrs.
- Sala B204



Introducción: Principios Físicos

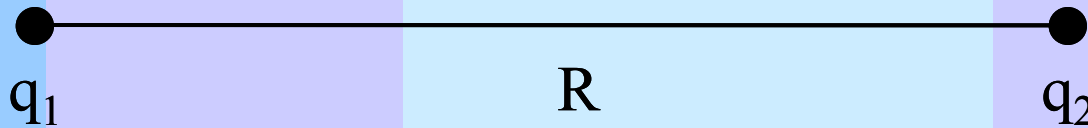
Desde el punto de vista de la descripción del fenómeno partiremos adoptando las siguientes propiedades básicas de la carga eléctrica:

- La carga eléctrica es una propiedad fundamental de la materia, como la masa, la vida media o la capacidad calórica.
- En la naturaleza la carga eléctrica se da en dos formas:
 - Electrón (e) con una masa de $9.1066\text{E}-31[\text{kg}]$, la cual se define como carga negativa.
 - Protón (p) con una masa de $1.67248\text{E}-27[\text{kg}]$, la cual se define como carga positiva.
 - Ambas partículas poseen carga de igual magnitud pero de signo opuesto.



Fuerza entre cargas

Fuerza de Coulomb



$$|F_{q1/q2}| = \frac{kq_1q_2}{R^2} [N] = |F_{q2/q1}|$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = cte$$

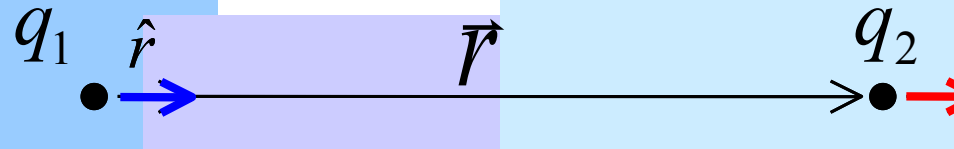
Además, dirección de la fuerza de Coulomb:

- Radial (línea que comunica ambas cargas)
- Cargas iguales se repelen
- Cargas diferentes se atraen

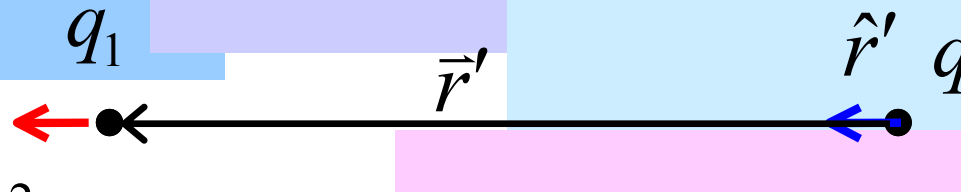


Fuerza entre cargas

Fuerza que siente q_2 debido a q_1


$$\vec{F}_{q2/q1} = q_2 \cdot \frac{q_1 \hat{r}}{4\pi\epsilon_0 |\vec{r}|^2}$$

Fuerza que siente q_1 debido a q_2 :


$$\vec{F}_{q1/q2} = q_1 \cdot \frac{q_2 \hat{r}'}{4\pi\epsilon_0 |\vec{r}'|^2}$$

Notar que $F_{q1/q2} = -F_{q2/q1}$



Fuerza entre cargas

Unidades de la Fuerza de Coulomb

$$|F_{q1/q2}| = \frac{kq_1q_2}{R^2} [N] = |F_{q2/q1}|$$

En MKS:

$$1N = 1 \text{ Kg} \cdot m / \text{seg}^2 \Rightarrow [kq_1q_2] = [FR^2] = \text{Kg} \times m^3 / \text{seg}^2$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ m} / F$$

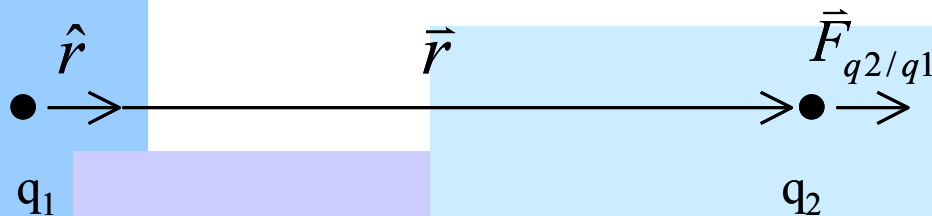
$$\epsilon_0 = \frac{10^{-9}}{36\pi} F / m$$

Se define la unidad 1 Coulomb (C) para las cargas y corresponde a la carga de 6×10^{18} electrones. Luego, la carga de un electrón es

$$\Rightarrow [q_e] = -1.6030 \times 10^{-19} [C] \approx -1.6 \times 10^{-19} [C]$$



Campo Eléctrico

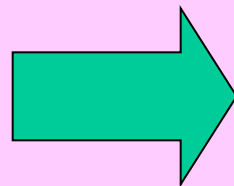


Fuerza que siente q_2 debido a q_1

$$\vec{F}_{q2/q1} = q_2 \cdot \frac{q_1 \hat{r}}{4\pi\epsilon_0 |\vec{r}|^2} = q_2 \cdot \frac{q_1 (\vec{r} / |\vec{r}|)}{4\pi\epsilon_0 |\vec{r}|^2} = q_2 \cdot \frac{q_1 \vec{r}}{4\pi\epsilon_0 |\vec{r}|^3}$$

Se define el Campo Eléctrico asociado a la carga q_1 como

$$\vec{E} = \frac{q_1 \vec{r}}{4\pi\epsilon_0 |\vec{r}|^3}$$



$$\vec{F}_{q2/q1} = q_2 \vec{E}$$



Visualizando el Campo Eléctrico

¿Cómo es el campo eléctrico?

q ●

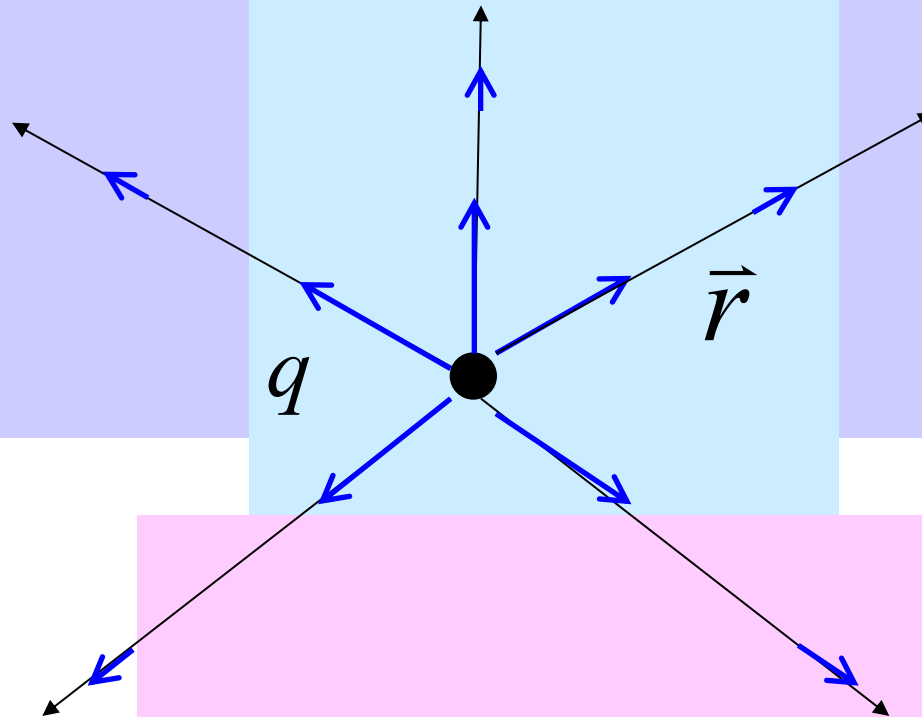
$$\vec{E} = \frac{q_1 \vec{r}}{4\pi\epsilon_0 r^3} = \frac{q_1 \hat{r}}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$



Visualizando el Campo Eléctrico

¿Cómo es el campo eléctrico?

$$E = \frac{q_1 \hat{r}}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$



Campo vectorial radial que varía inversamente con el cuadrado de $\|\vec{r}\|$



Visualizando el Campo Eléctrico

Cambio de sistema de referencia

q



$\vec{r}$

$$\vec{E} = \frac{q_1 \vec{r}}{4\pi\epsilon_0 r^3} = \frac{q_1 \hat{r}}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

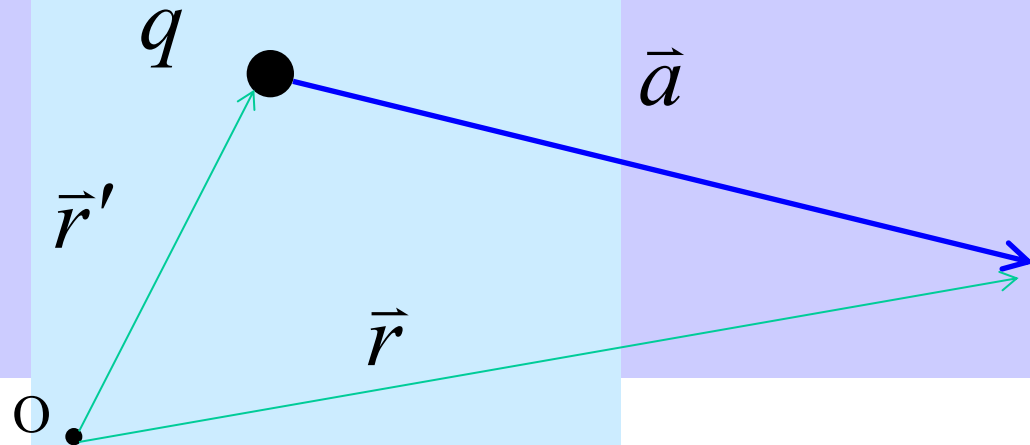


Visualizando el Campo Eléctrico

Sistema de referencia en q



$$\vec{E} = \frac{q_1 \vec{a}}{4\pi\epsilon_0 a^3} = \frac{q_1 \hat{a}}{4\pi\epsilon_0 a^2}$$

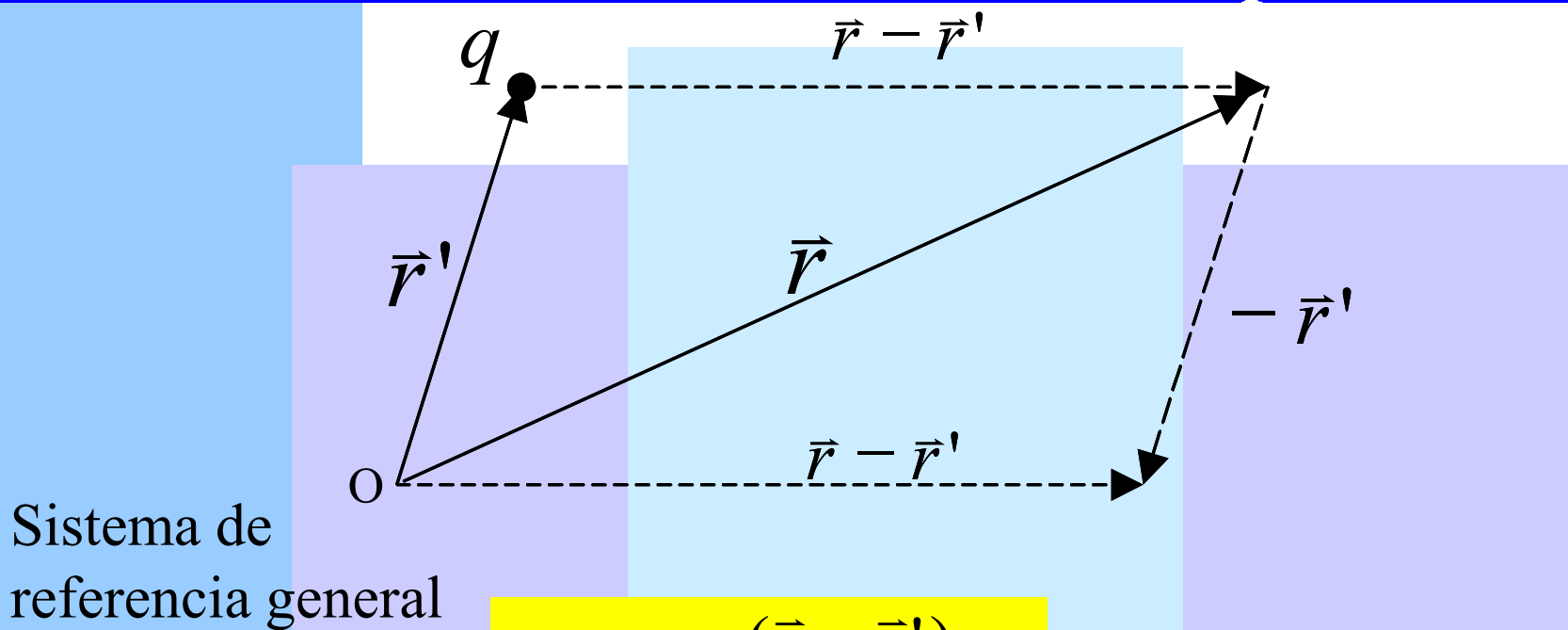


Sistema de referencia
general centrado en O
cualquiera

$$\vec{a} = \vec{r} - \vec{r}'$$



Definición General de Campo Eléctrico



Sistema de
referencia general

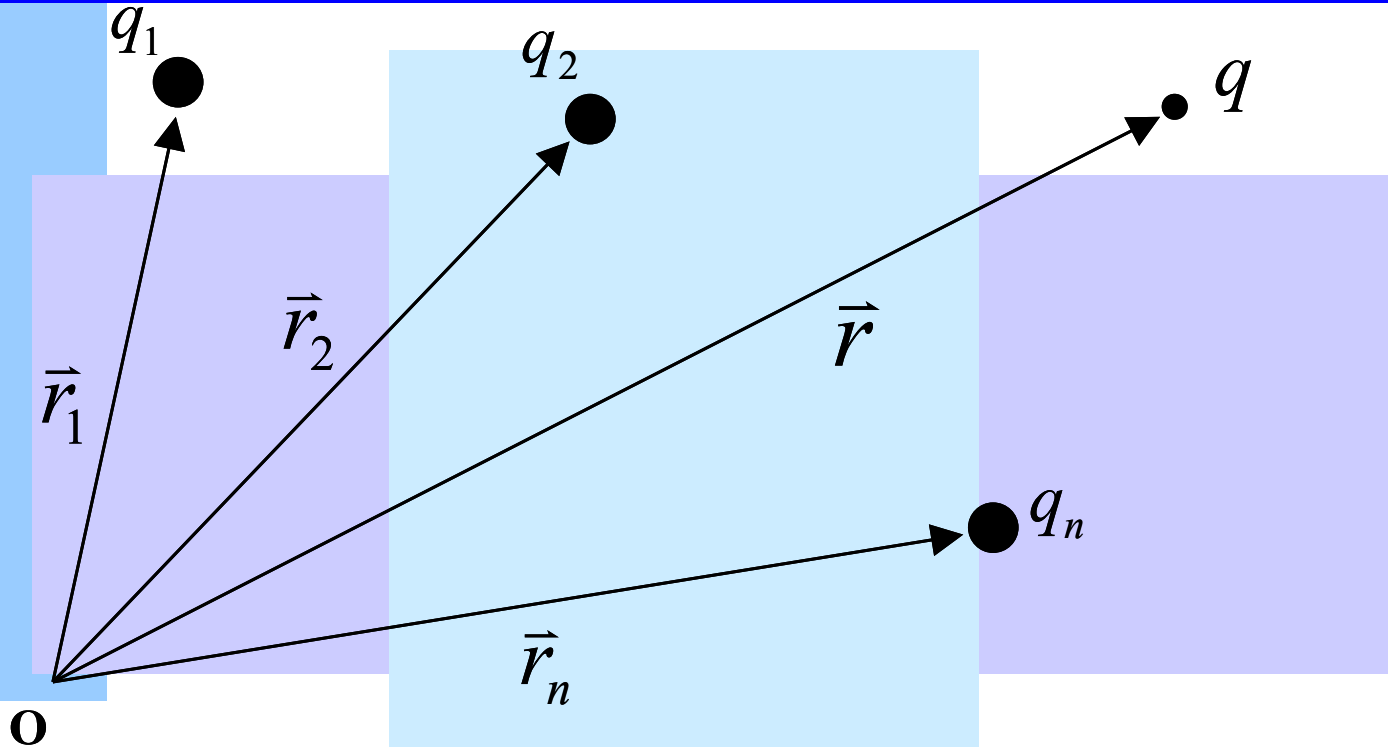
$$\vec{E} = \frac{q(\vec{r} - \vec{r}')}{4\pi\epsilon_0 \|\vec{r} - \vec{r}'\|^3}$$

$\vec{r}'$ Vector que indica donde está la carga que produce campo

$\vec{r}$ Vector que indica la posición donde se calcula el campo



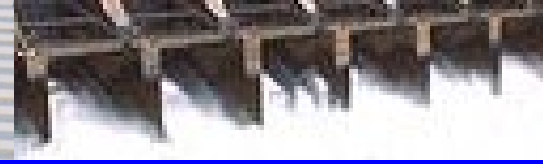
Sistema de Cargas



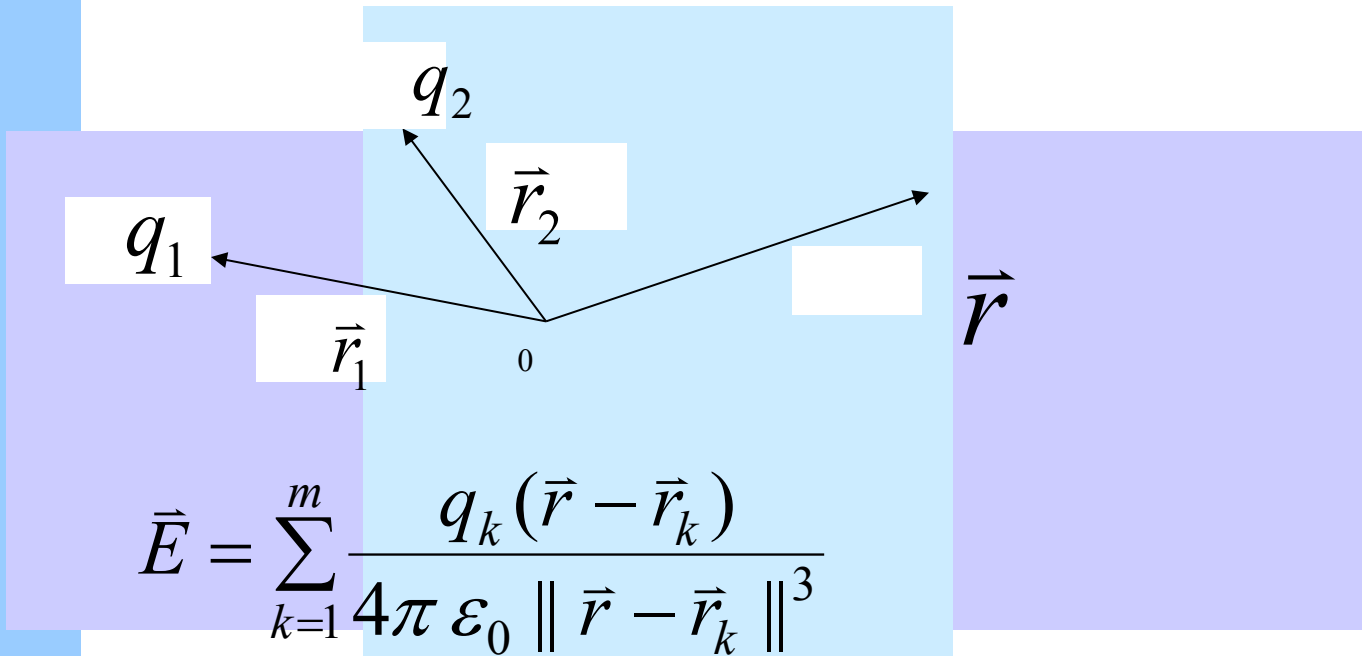
$$\vec{F}_q = q \cdot \vec{E}_1 + q \cdot \vec{E}_2 + \dots + q \cdot \vec{E}_n = q \sum_k \vec{E}_k$$

$$\vec{F}_q = q \cdot \vec{E} = q \sum_k \vec{E}_k \Rightarrow \vec{E} = \sum_k \vec{E}_k$$

Campos cumplen principio de superposición



Campo Eléctrico de un Sistema de Cargas



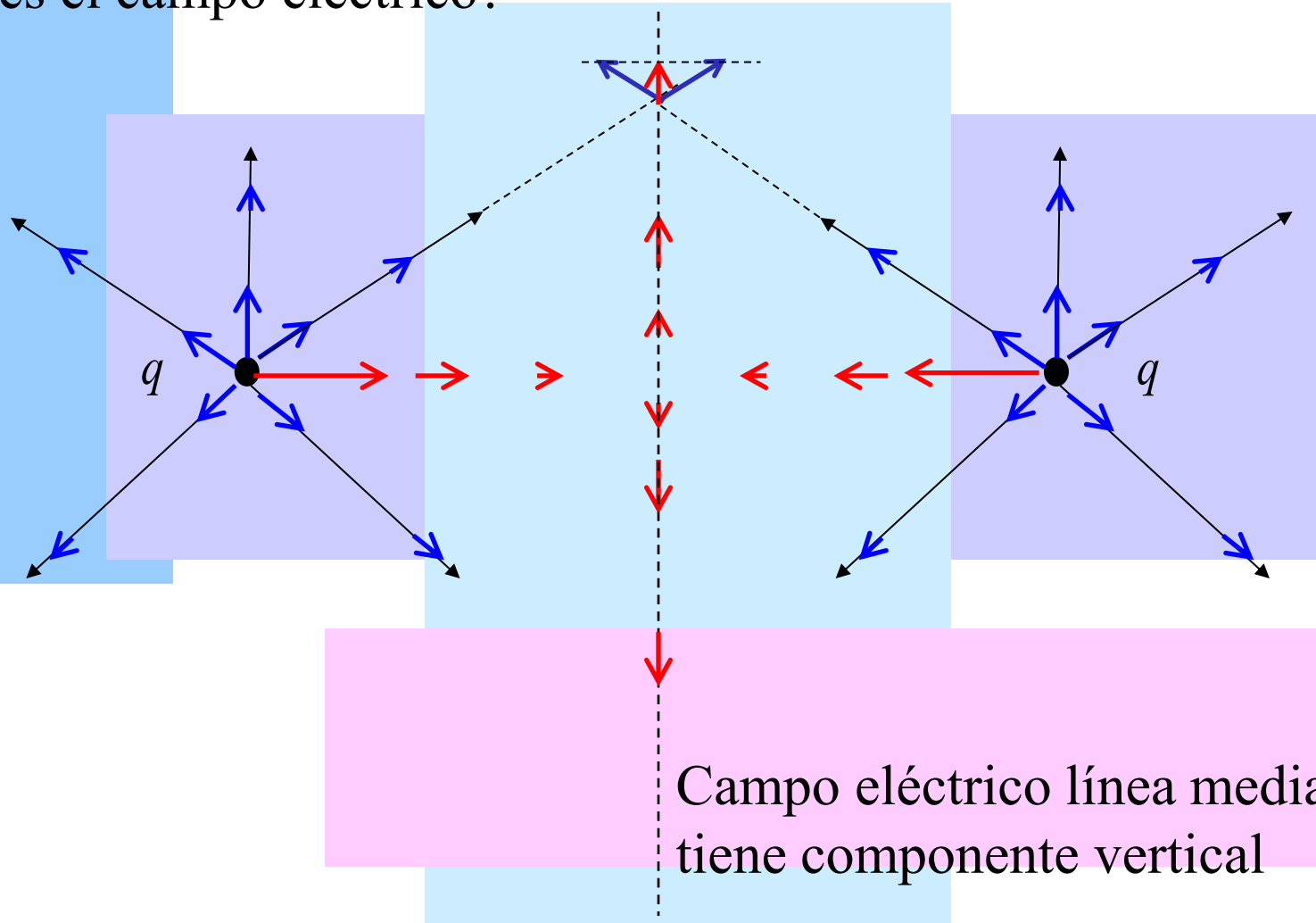
Notar que el campo eléctrico cumple Principio de Superposición

$$\vec{E}(q_1 + \alpha \times q_2) = \vec{E}(q_1) + \alpha \times \vec{E}(q_2)$$



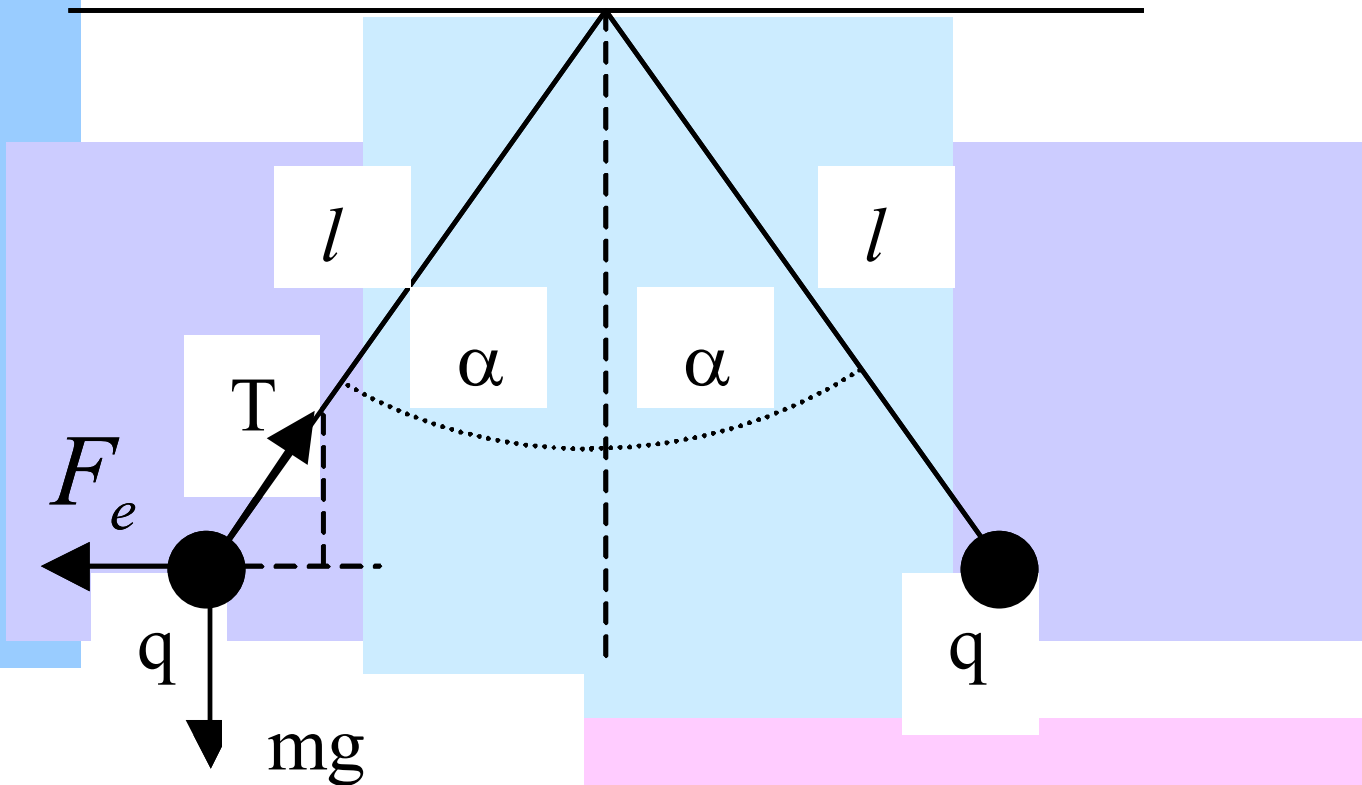
Visualizando el Campo Eléctrico

¿Cómo es el campo eléctrico?





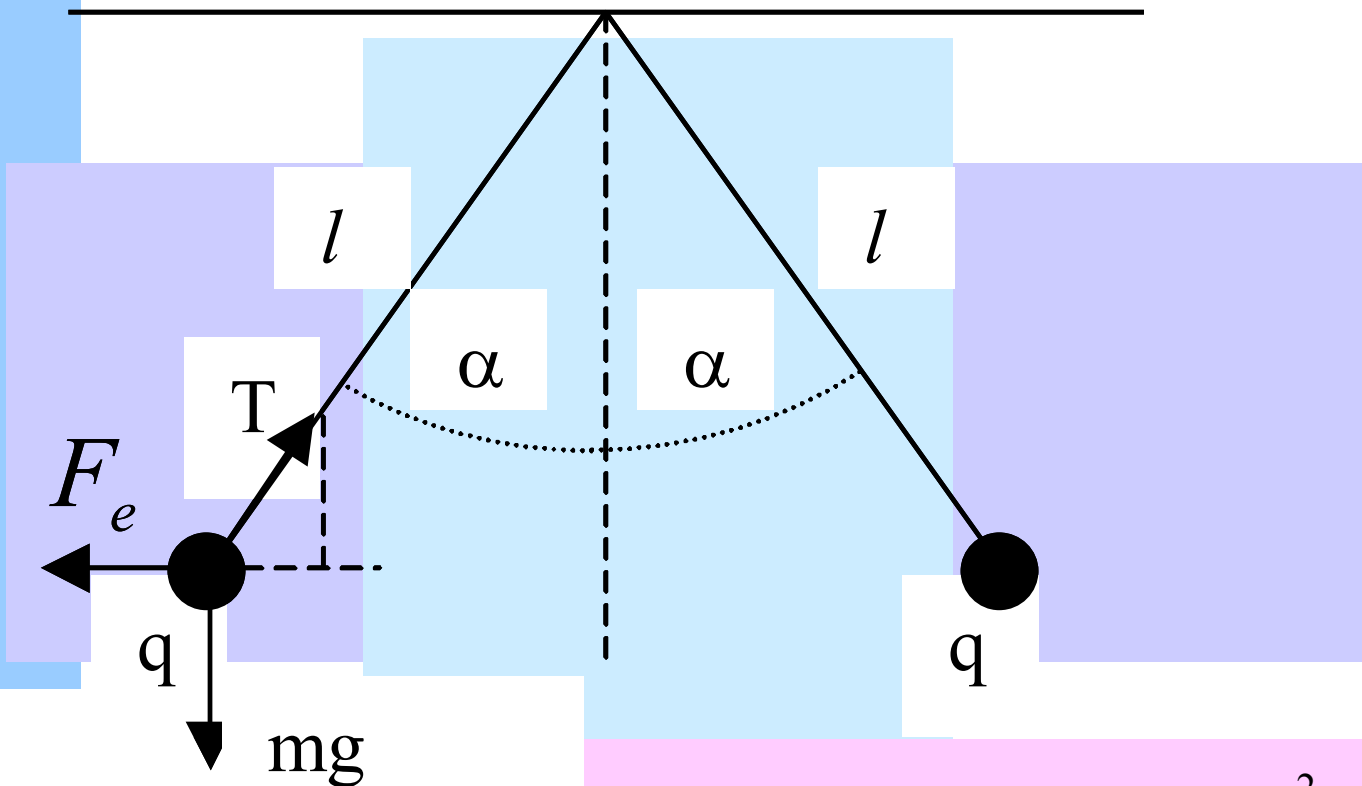
Ejemplo 1



Determinar condición sobre ángulo α en situación de equilibrio



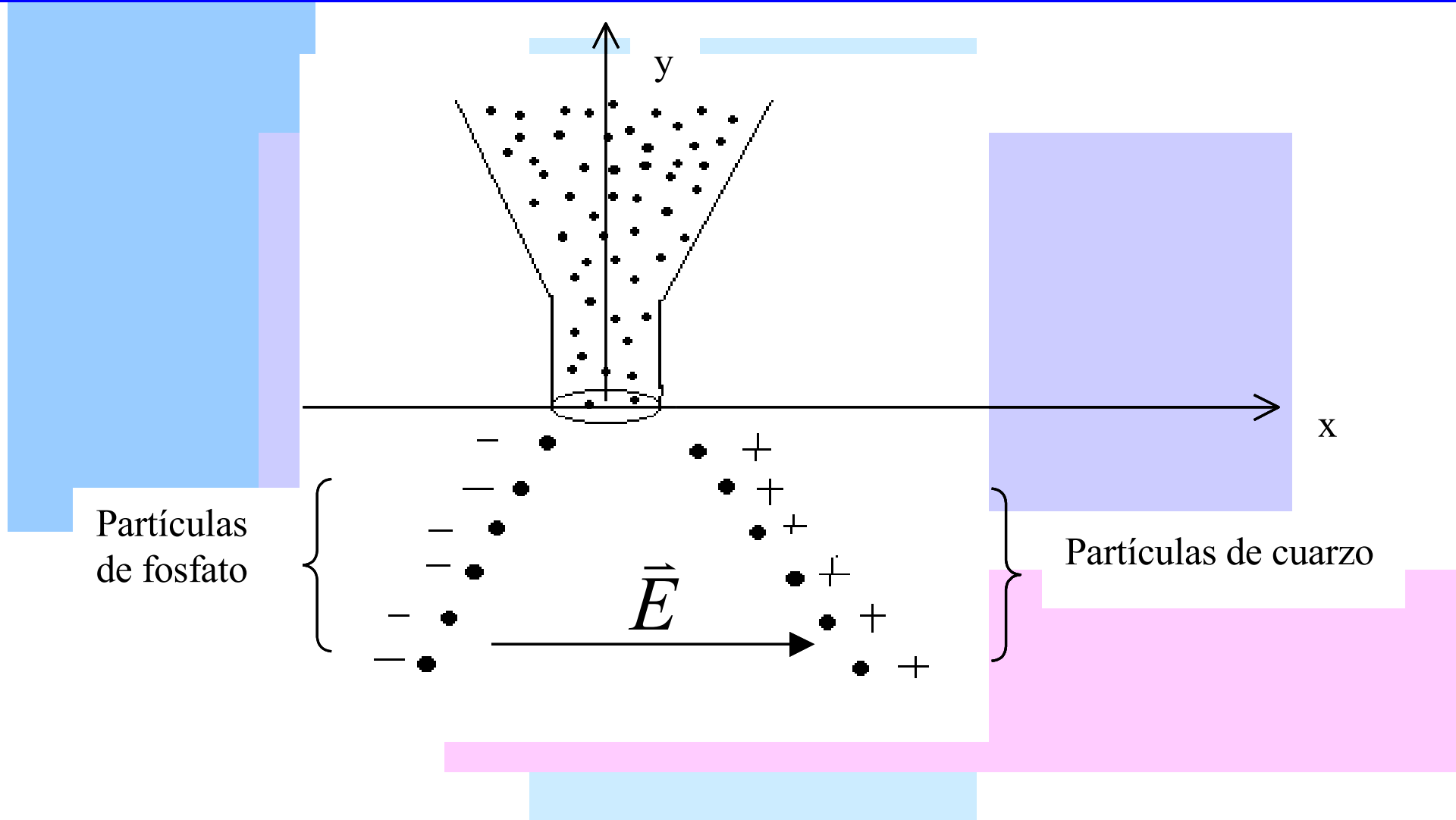
Ejemplo 1



$$\left. \begin{array}{l} F_e = T \sin \alpha \\ mg = T \cos \alpha \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{F_e}{mg} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{F_e}{mg} = \frac{\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 (2l \sin \alpha)^2}}{mg}$$

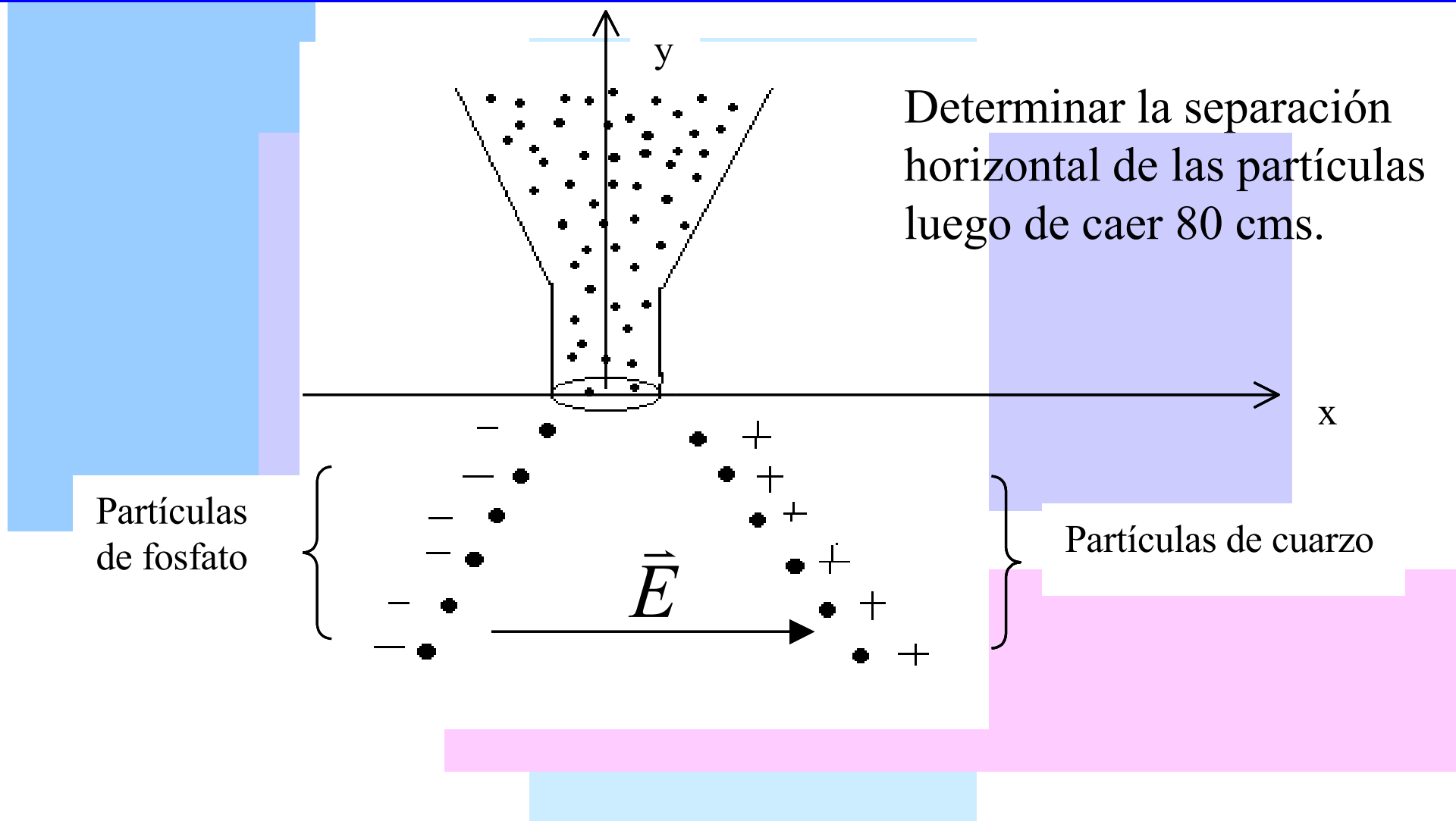


Ejemplo 2





Ejemplo 2

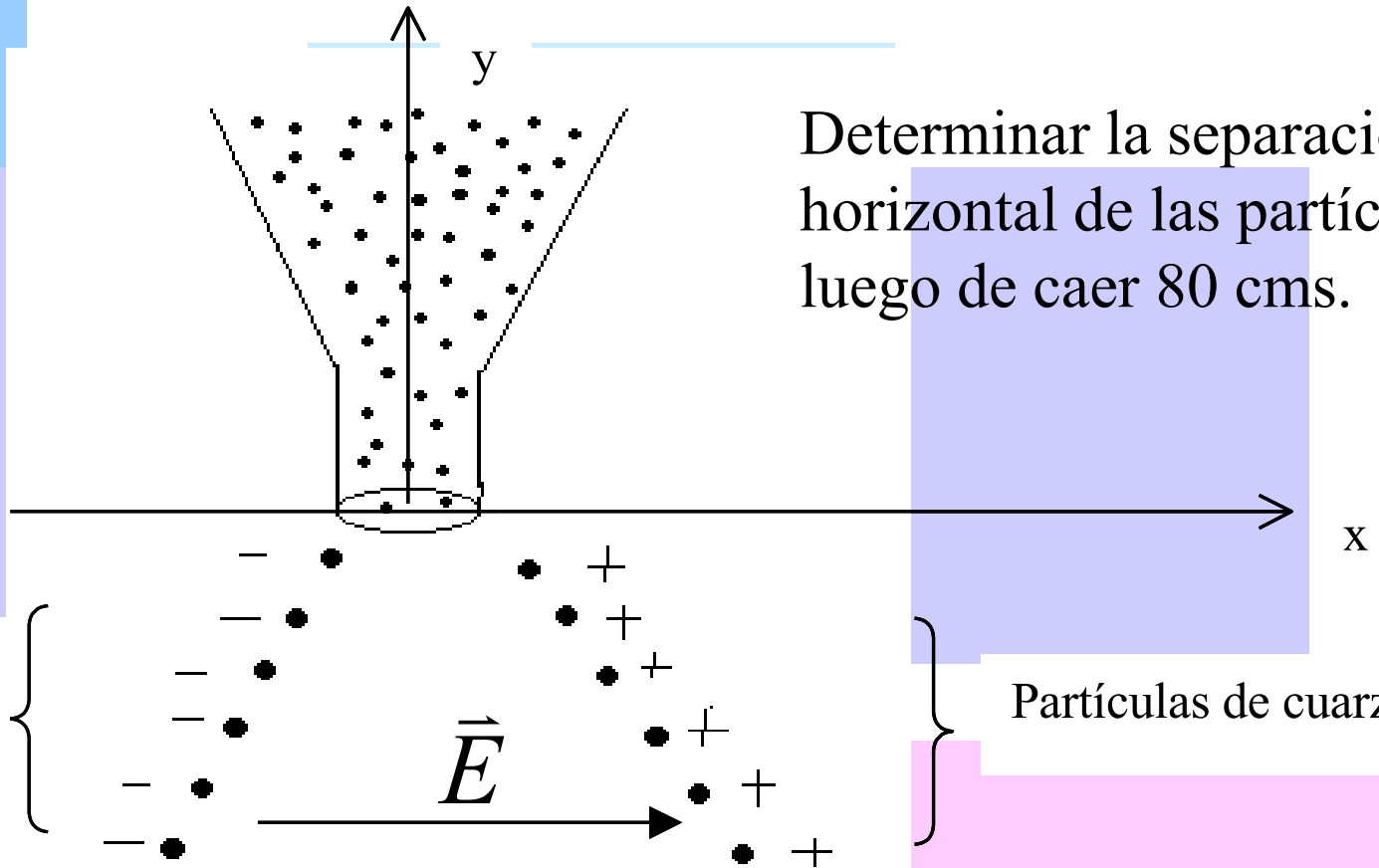




Ejemplo 2

Determinar la separación horizontal de las partículas luego de caer 80 cms.

Partículas de fosfato



Partículas de cuarzo

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \vec{F} = F_e \hat{x} + \vec{F}_g \hat{y} \Rightarrow q \cdot \vec{E} = m \frac{d^2 x}{dt^2}, \quad -mg = m \frac{d^2 y}{dt^2}$$