



fcfm

Ingeniería Eléctrica
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



FI 2002

ELECTROMAGNETISMO

Clase 1: Introducción

Luis Vargas
AREA DE ENERGIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA



Temas

- **Administración**
- **Introducción**
- **Fuerza Eléctrica**
- **Campo Eléctrico**



fcfm

Ingeniería Eléctrica
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



Administración

Prof.

Luis Vargas

lvargasd@ing.uchile.cl

Of. 407, Depto. Ing. Eléctrica (978 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 (sorteo se hace en la sala y son los mismos para todo el curso). Con ello se hace manejable el trabajo de los auxiliares y se vela por la completitud del desarrollo de la tarea por parte de los alumnos. 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.
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.
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

- **Lunes y Miércoles**
- **Clases comienzan a las 10:15 hrs.**
- **Atrasados cuentan chiste al intermedio de la clase**



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 o la capacidad calórica.
- En la naturaleza la carga eléctrica se da en dos formas:
 - Electrón (e) con una masa de $9.1066E-31$ [kg], la cual se define como carga negativa.
 - Protón (p) con una masa de $1.67248E-27$ [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



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

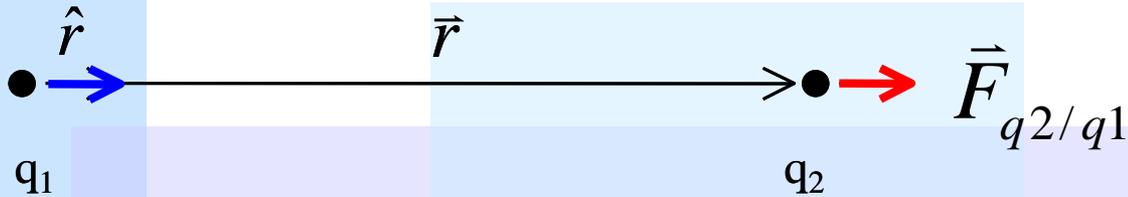
$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = cte$$

Dirección de la fuerza de Coulomb:

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

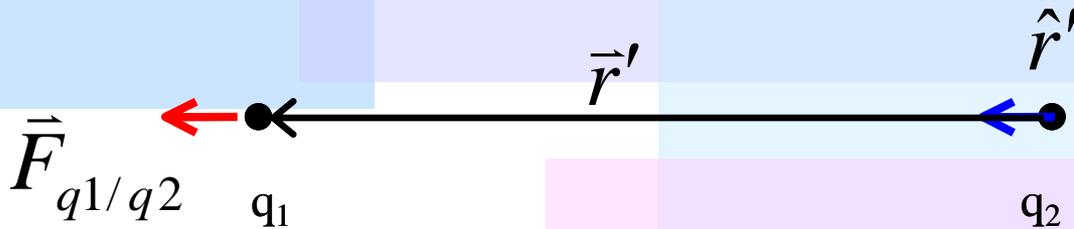


Fuerza entre cargas



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

fuerza que siente q_2 debido a q_1



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

fuerza que siente q_1 debido a q_2



Fuerza entre cargas

Unidades de la Fuerza de Coulomb

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

En MKS:

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

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

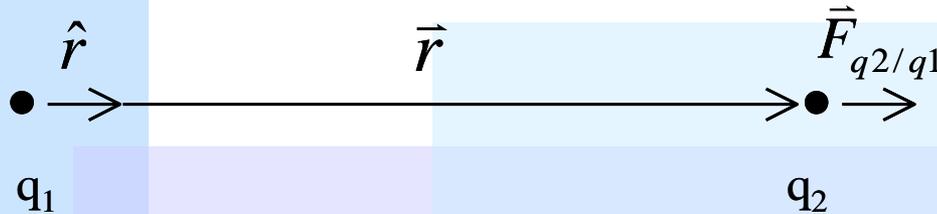
$$\epsilon_0 = \frac{10^{-9}}{36\pi} F / \text{m}$$

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

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



Campo Eléctrico



Fuerza que siente q_2 debido a q_1

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

Definiendo el Campo Eléctrico de q_1 como

$$\vec{E} = \frac{q_1 \vec{r}}{4\pi\epsilon_0 |\vec{r}|^3} \quad \rightarrow \quad \vec{F}_{q_2/q_1} = q_2 \vec{E}$$



Visualizando el Campo Eléctrico

¿Cómo es el campo eléctrico?

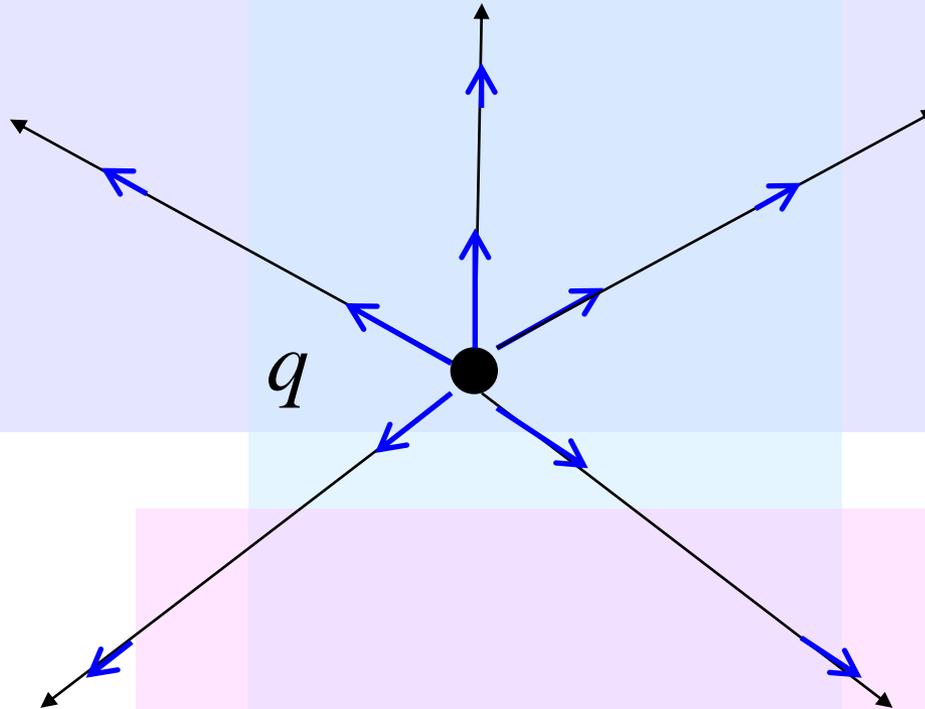
q ●

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



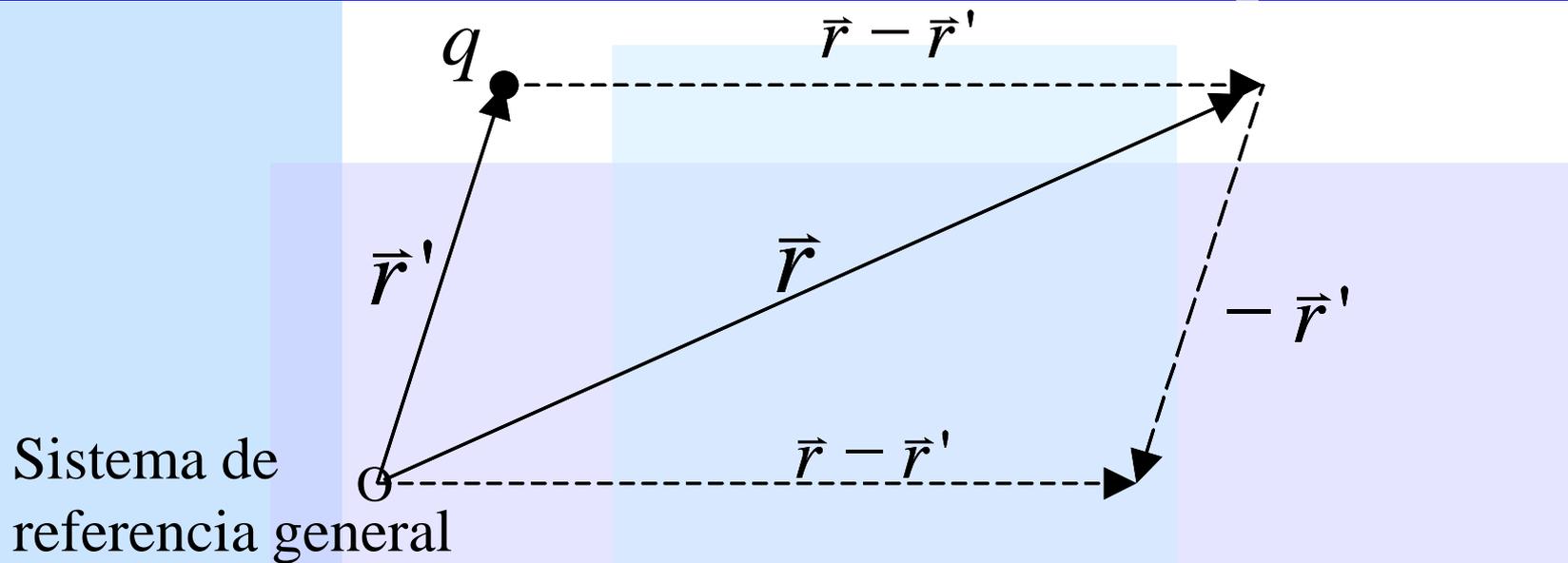
Visualizando el Campo Eléctrico

¿Cómo es el campo eléctrico?





Definición General de Campo Eléctrico



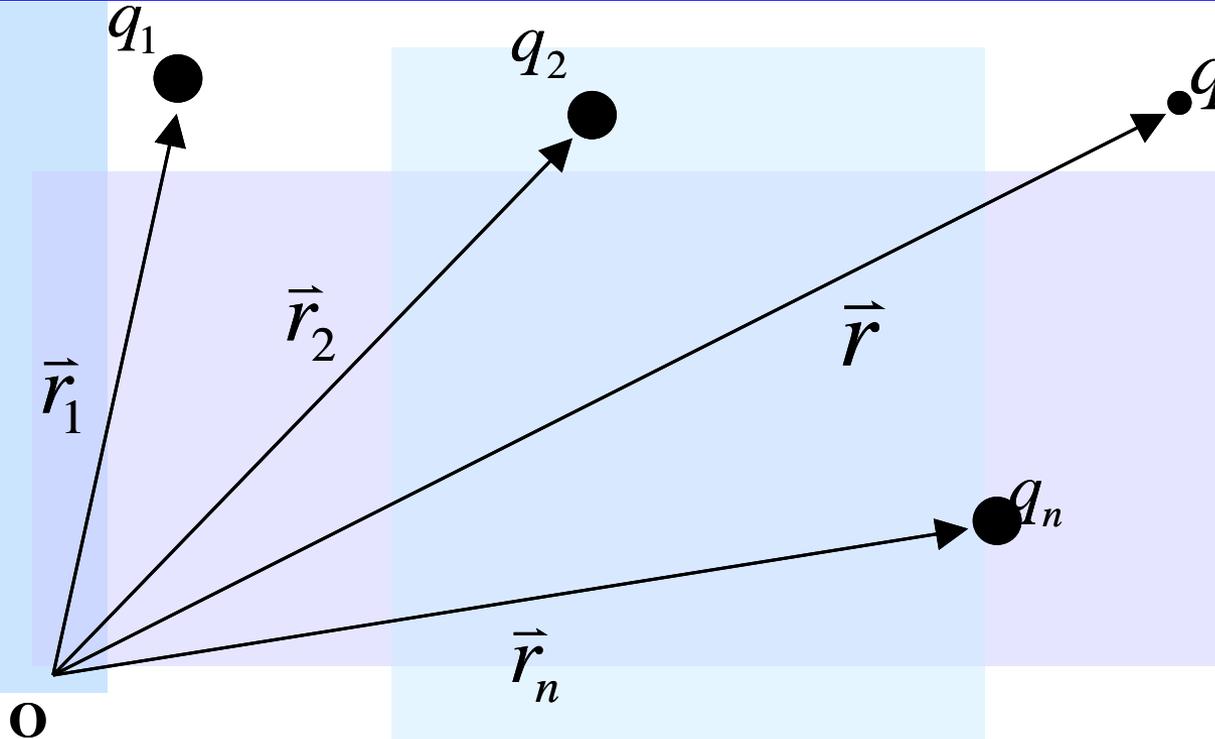
$$\vec{E} = \frac{q(\vec{r} - \vec{r}')}{4\pi\epsilon_0 \|\vec{r} - \vec{r}'\|^3}$$

\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



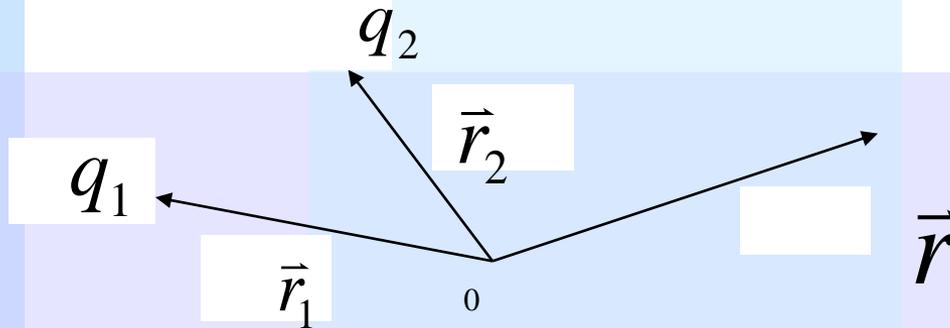
$$\vec{F}_q = q \cdot \vec{E}_1 + q \cdot \vec{E}_2 + \dots + q \cdot \vec{E}_n = q \sum_k \vec{E}_k$$

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

Campos cumplen principio de superposición



Campo Eléctrico de un Sistema de Cargas

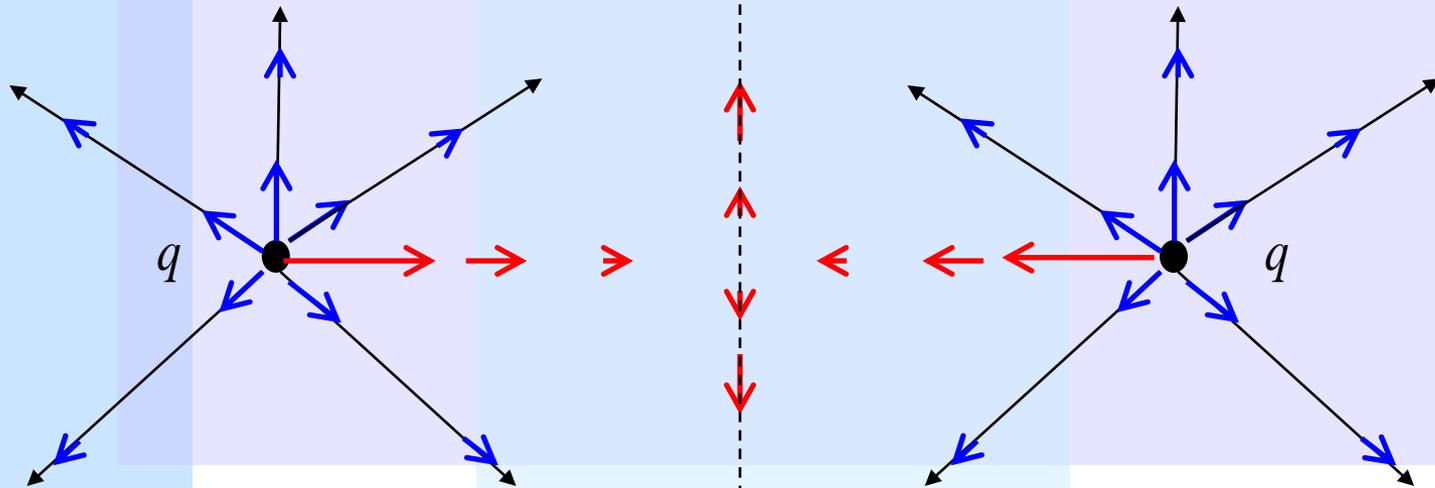


$$\vec{E} = \sum_{k=1}^m \frac{q_k (\vec{r} - \vec{r}_k)}{4\pi \epsilon_0 \|\vec{r} - \vec{r}_k\|^3}$$



Visualizando el Campo Eléctrico

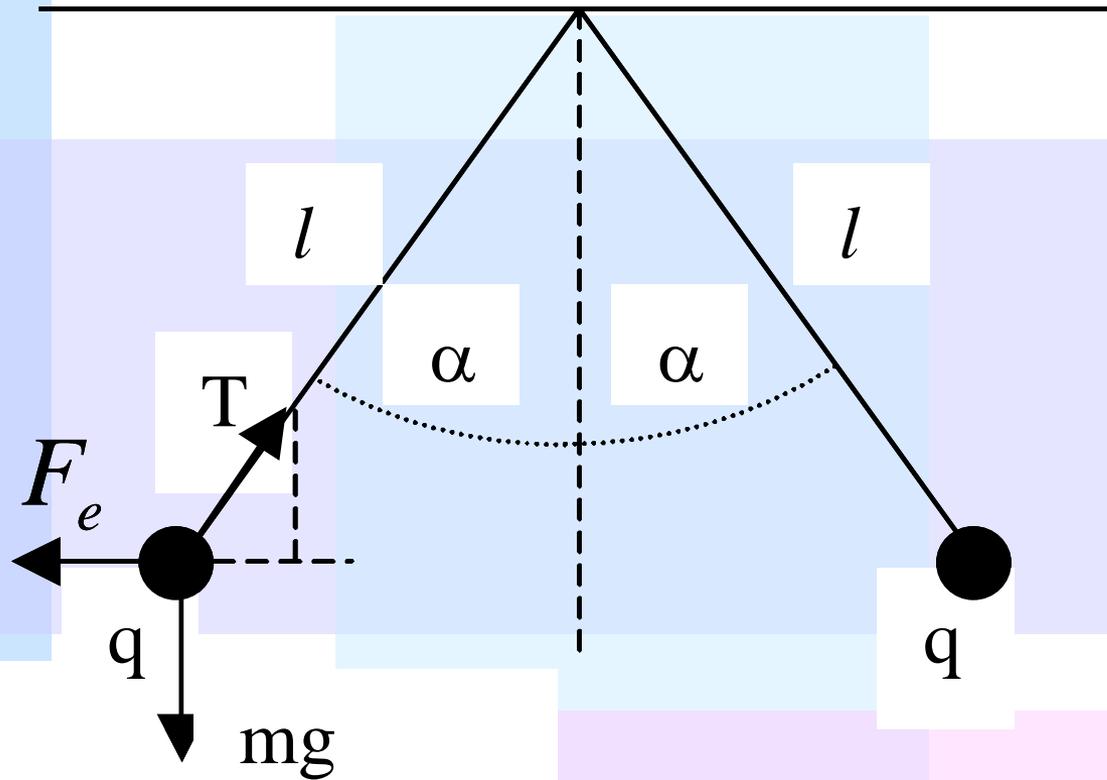
¿Cómo es el campo eléctrico?



Campo eléctrico en punto medio
sólo tiene componente vertical

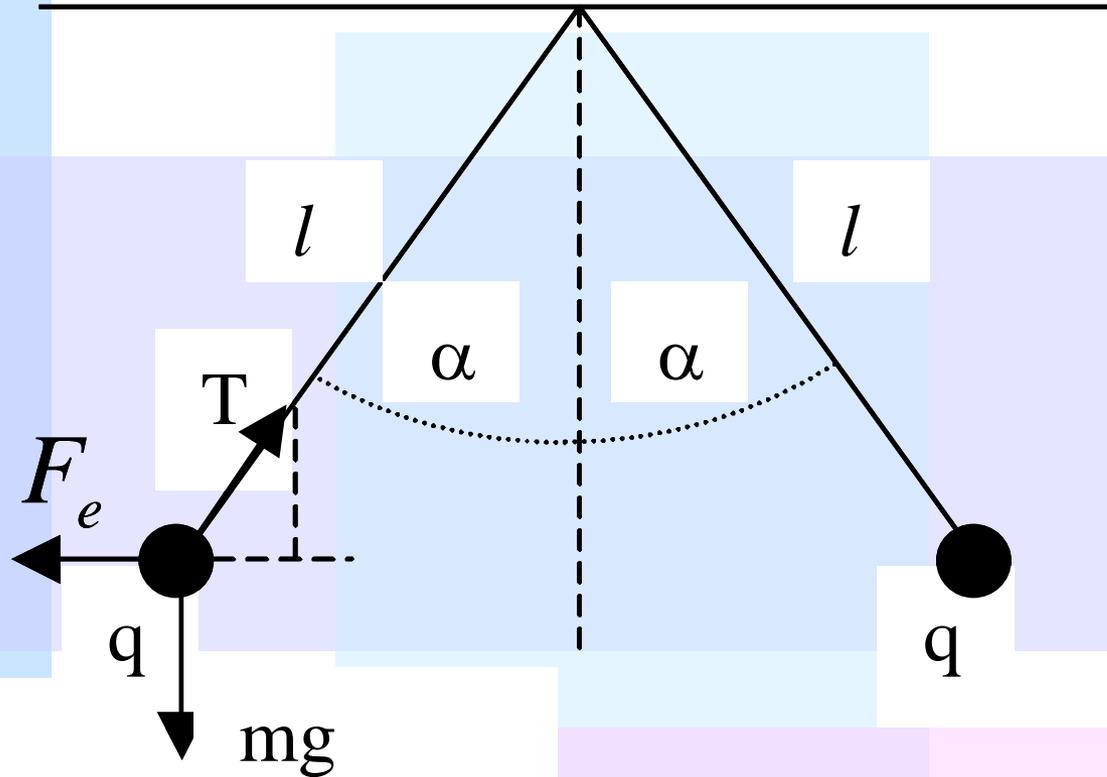


Ejemplo 1





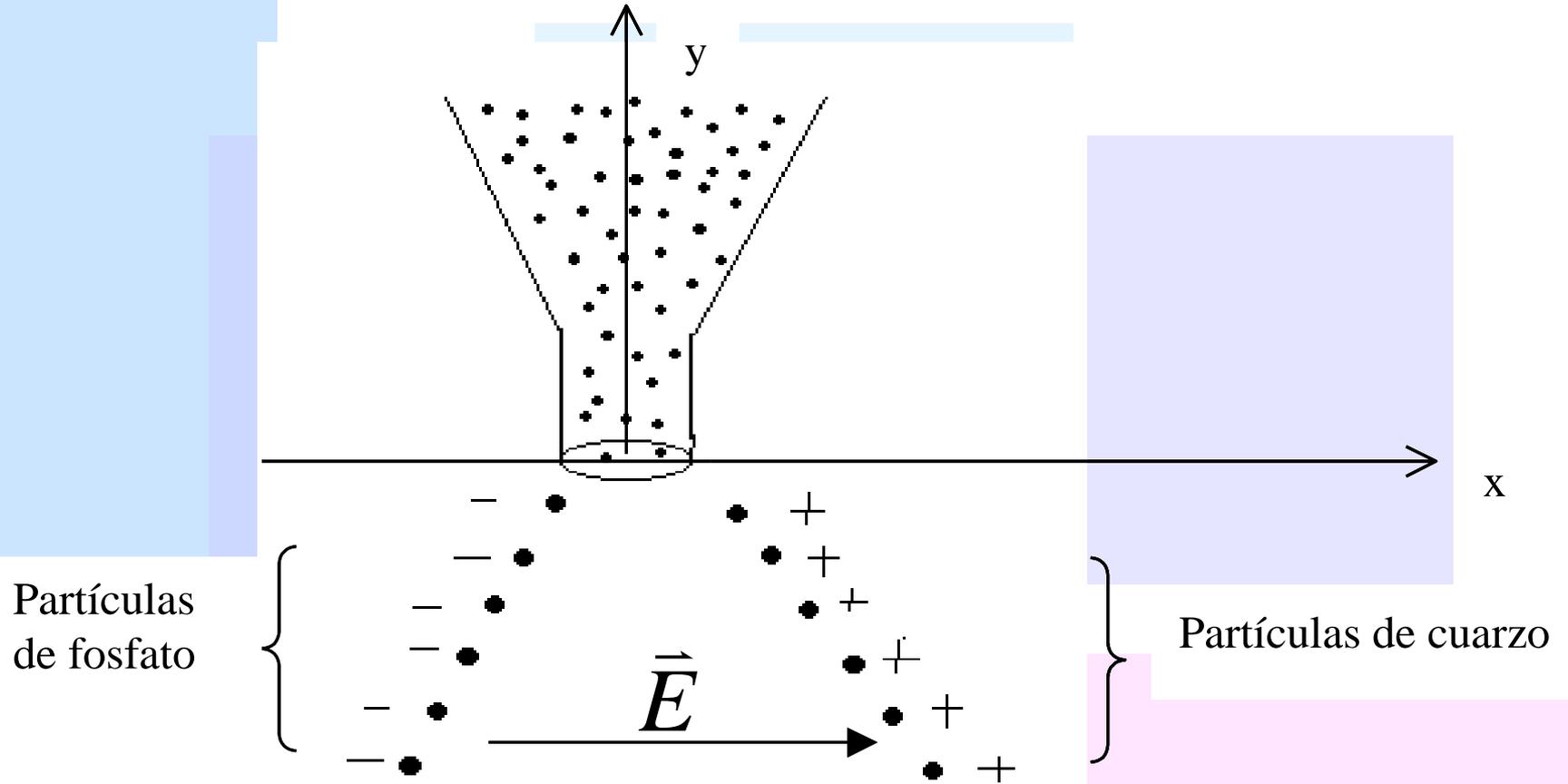
Ejemplo 1



$$\left. \begin{array}{l} F_e = T \sin \alpha \\ mg = T \cos \alpha \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{F_e}{mg} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$

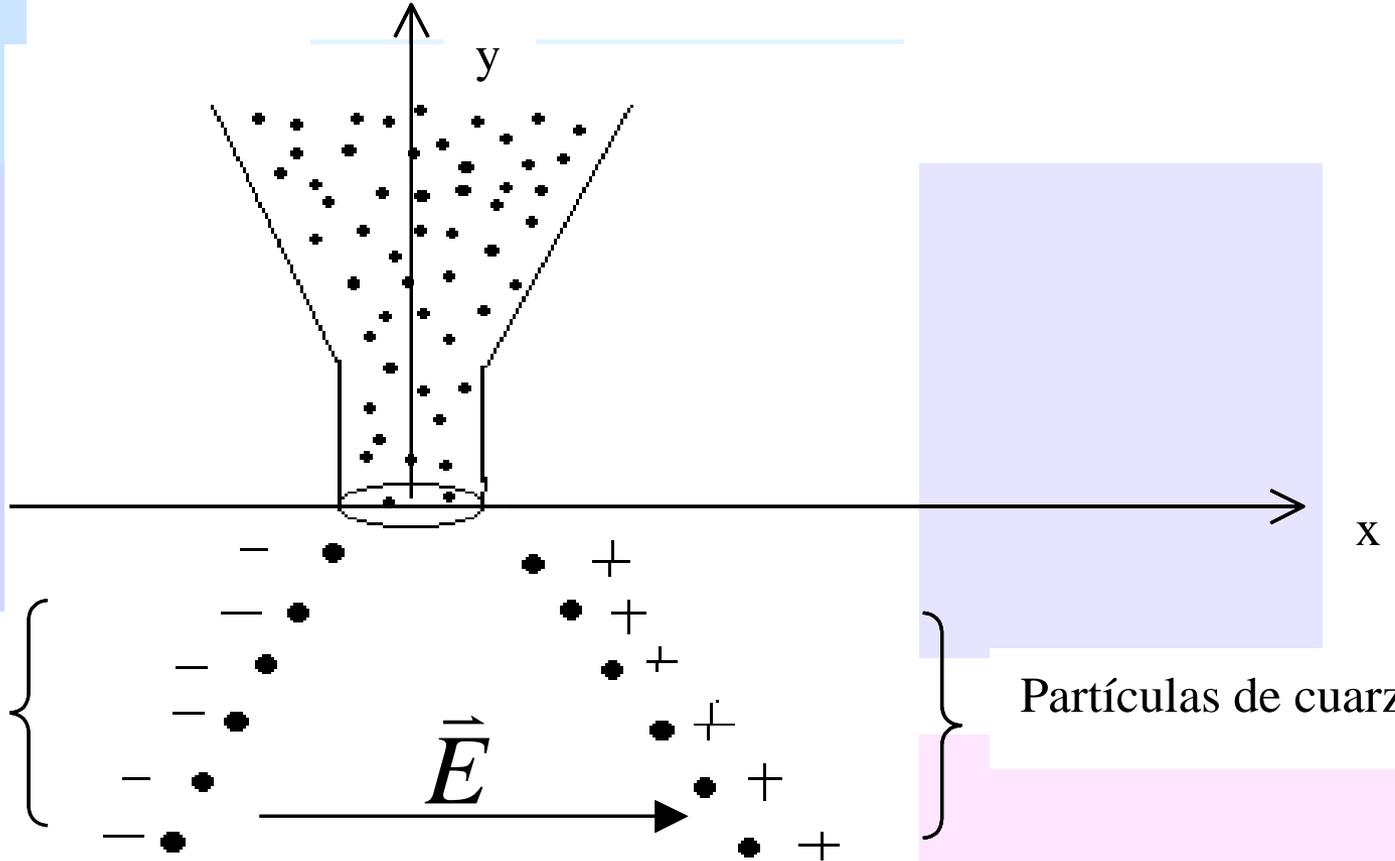


Ejemplo 2





Ejemplo 2



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