



upcomillas *es*

upcomillas *es*

## Fundamentos Físicos de las Comunicaciones

### TEMA 6

### ELECTROSTÁTICA

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

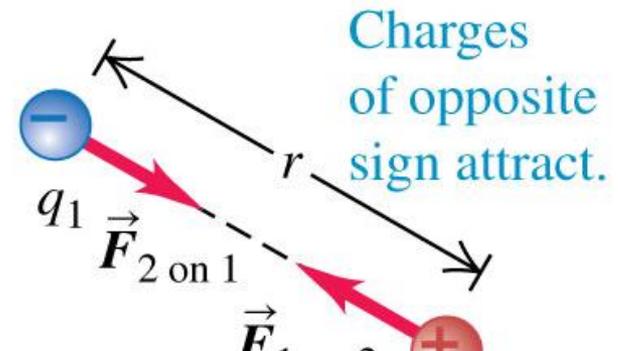
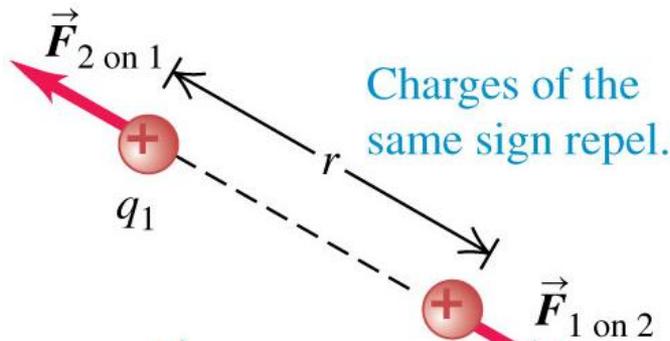
Cartagena99

# 1 Ley de Coulomb

**Ley de Coulomb:** La magnitud de la fuerza eléctrica entre dos cargas puntuales es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2$$



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

COMILLAS  
M A D R I D

# 1 Ley de Coulomb

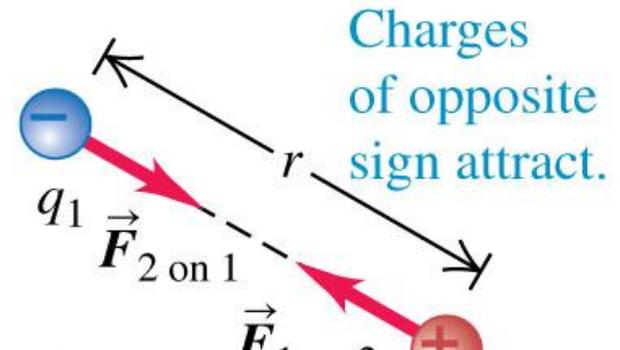
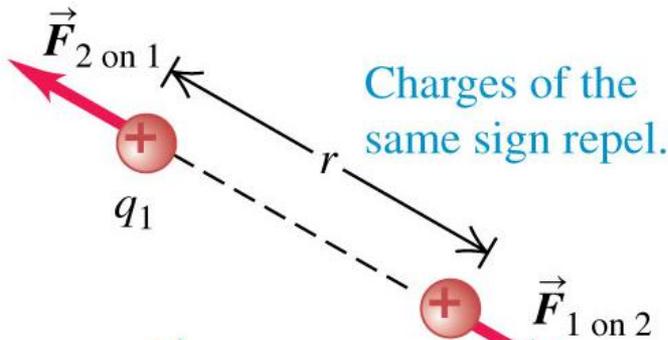
**Ley de Coulomb:** La magnitud de la fuerza eléctrica entre dos cargas puntuales es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 \cdot q_2}{|\vec{r}|^2} \vec{r}$$



$$\vec{F}_g = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2$$



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 1 Ley de Coulomb

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 1 Ley de Coulomb

## Ejemplo 21.4

## Suma vectorial de fuerzas eléctricas

Dos cargas puntuales iguales y positivas,  $q_1 = q_2 = 2.0 \mu\text{C}$  se localizan en  $x = 0, y = 0.30 \text{ m}$  y  $x = 0, y = -0.30 \text{ m}$ , respectivamente. ¿Cuáles son la magnitud y la dirección de la fuerza eléctrica total (neta) que ejercen estas cargas sobre una tercera carga, también puntual,  $Q = 4.0 \mu\text{C}$  en  $x = 0.40 \text{ m}, y = 0$ ?

Cartagena99

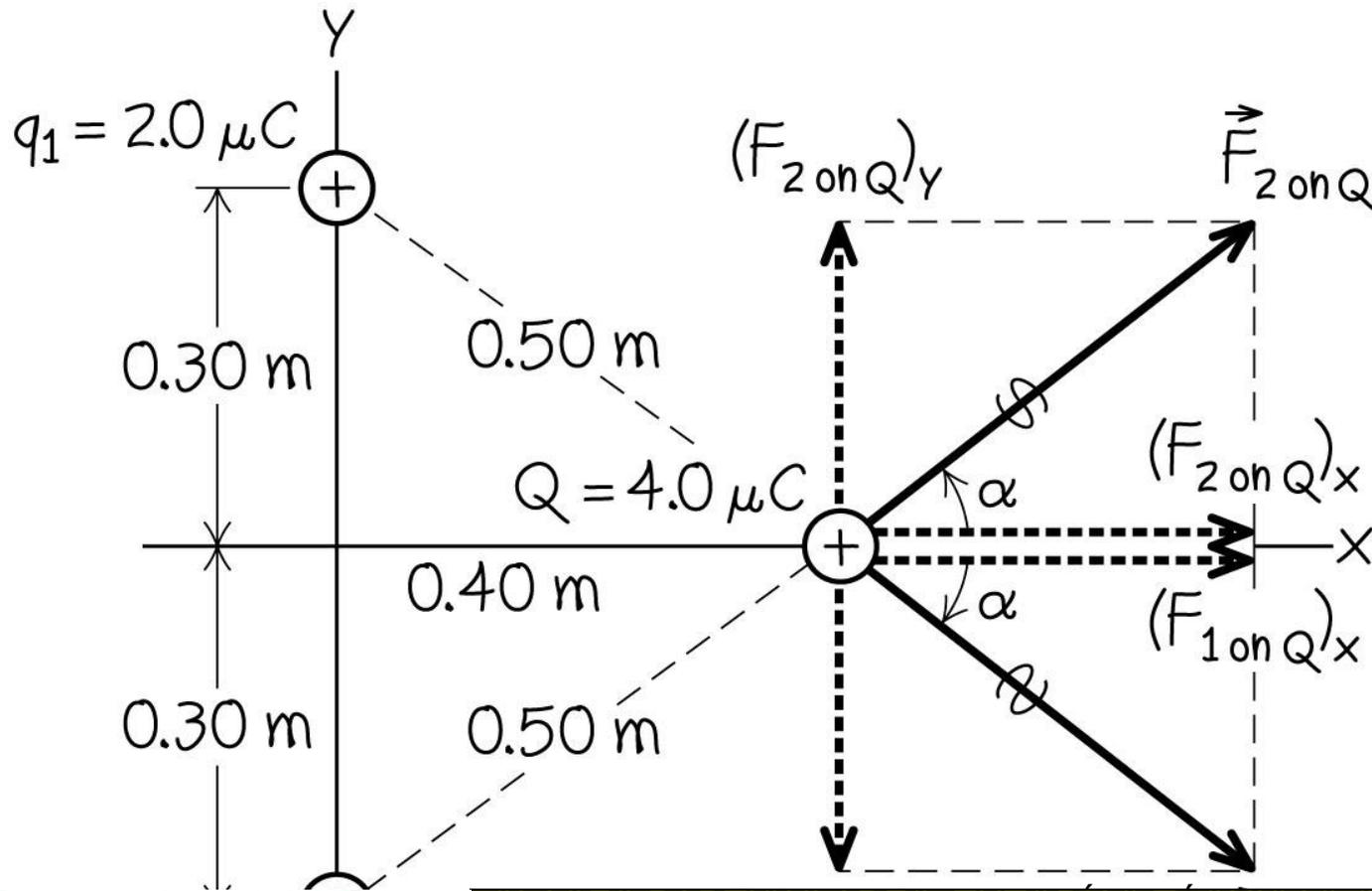
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

COMILLAS  
M A D R I D

# 1 Ley de Coulomb



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

COMILLAS  
M A D R I D

# 1 Ley de Coulomb

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 2 Campo Eléctrico

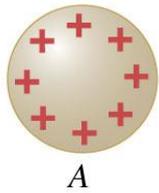
(a) *A* and *B* exert electric forces on each other.



$$\vec{F} = Q \cdot \vec{E}$$

*La fuerza eléctrica sobre un cuerpo cargado es producida por el campo eléctrico de otro cuerpo*

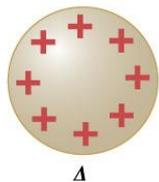
(b) Remove body *B* ...



... and label its former position as *P*.

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{r_i^2} \vec{r}_i$$

(c) Body *A* sets up an electric field  $\vec{E}$  at point *P*.



Test charge  $q_0$

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_0}{q_0}$$

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{1}{r^2} \vec{r} \cdot dq$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



# 2 Campo Eléctrico

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

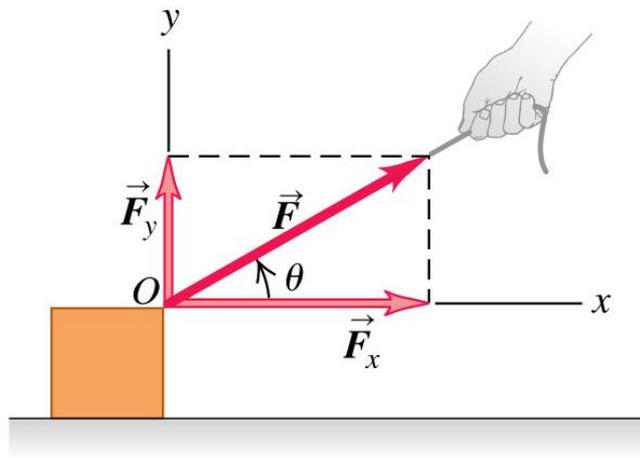
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

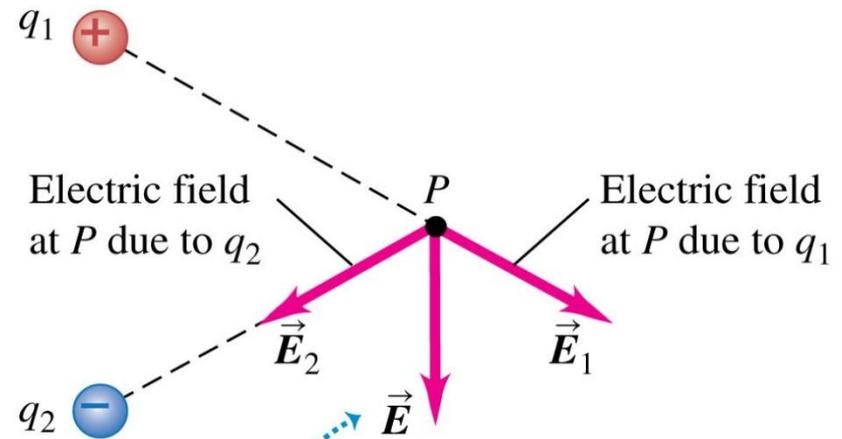
# 2 Campo Eléctrico

$$\vec{F} = Q \cdot \vec{E} \longrightarrow \vec{E} = \frac{\vec{F}}{Q}$$

$$\vec{F}_g = m \cdot \vec{g} \longrightarrow \vec{g} = \frac{\vec{F}_g}{m}$$



© 2012 Pearson Education, Inc.



The total electric field  $\vec{E}$  at point  $P$  is the vector sum of  $\vec{E}_1$  and  $\vec{E}_2$ .

© 2012 Pearson Education, Inc.

$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$   
**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# 2 Campo Eléctrico

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 2 Campo Eléctrico

## Ejemplo 21.8

Dos cargas puntuales  $q_1$  y  $q_2$  de  $+12 \text{ nC}$  y  $-12 \text{ nC}$ , respectivamente, están separadas por una distancia de  $0.10 \text{ m}$  (figura 21.23). Esta combinación de dos cargas de igual magnitud y signos opuestos se denomina *dipolo eléctrico*. (Tales combinaciones ocurren con frecuencia en la naturaleza. Por ejemplo, en las figuras 21.8b y 21.8c, cada molécula en el aislante neutro es un dipolo eléctrico. En la sección 21.7 estudiaremos los dipolos con más detalle.) Calcule el campo eléctrico causado por  $q_1$ , el campo causado por  $q_2$ , y el campo total: *a*) en el punto *a*; *b*) en el punto *b*; y *c*) en el punto *c*.

Cartagena99

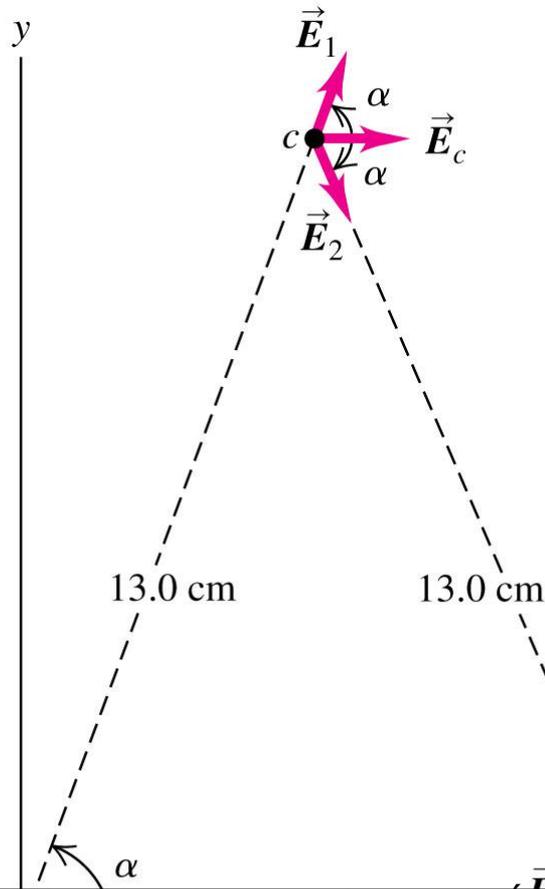
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

COMILLAS  
M A D R I D

# 2 Campo Eléctrico



$\vec{E}$   
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

COMILLAS  
M A D R I D

# 2 Campo Eléctrico

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

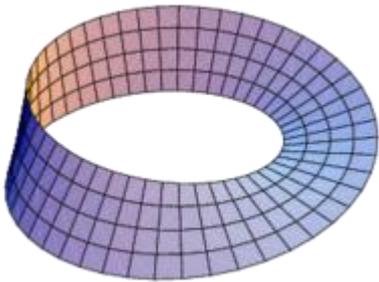
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 2 Campo Eléctrico

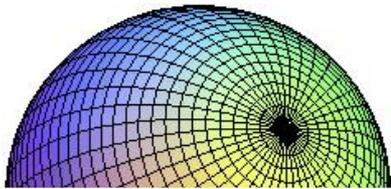
## Tipos de Carga



→ Densidad Lineal →  $C/m$   
 $\lambda$



→ Densidad Superficial →  $C/m^2$   
 $\sigma$



Densidad Volumétrica →  $C/m^3$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# 2 Campo Eléctrico

Cartagena99

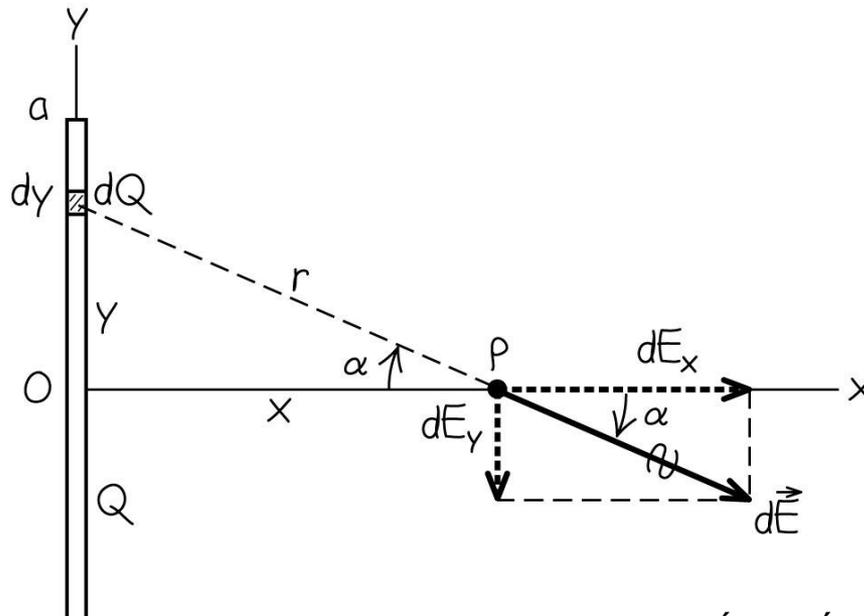
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 2 Campo Eléctrico

Una carga eléctrica  $Q$ , positiva esta distribuida uniformemente a lo largo de una línea con longitud  $2a$  que se ubica sobre el eje  $y$ , entre  $y = -a$  e  $y = +a$ . Calcule el campo eléctrico en el punto  $P$  sobre el eje  $x$  a una distancia  $b$  del origen.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

COMILLAS  
M A D R I D

# 2 Campo Eléctrico

Cartagena99

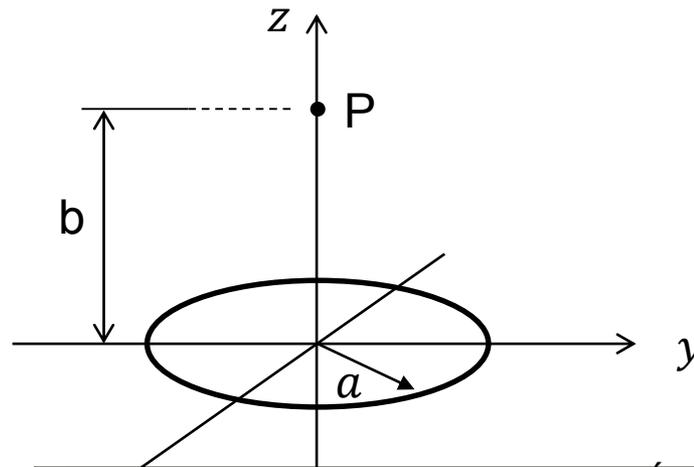
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 2 Campo Eléctrico

Un conductor en forma de anillo con radio  $a$ , tiene una carga total  $Q$  distribuida de manera uniforme en todo su perímetro. Encuentre el campo eléctrico en el punto  $P$  que se localiza sobre el eje del anillo a una distancia  $b$  del centro.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 2 Campo Eléctrico

Cartagena99

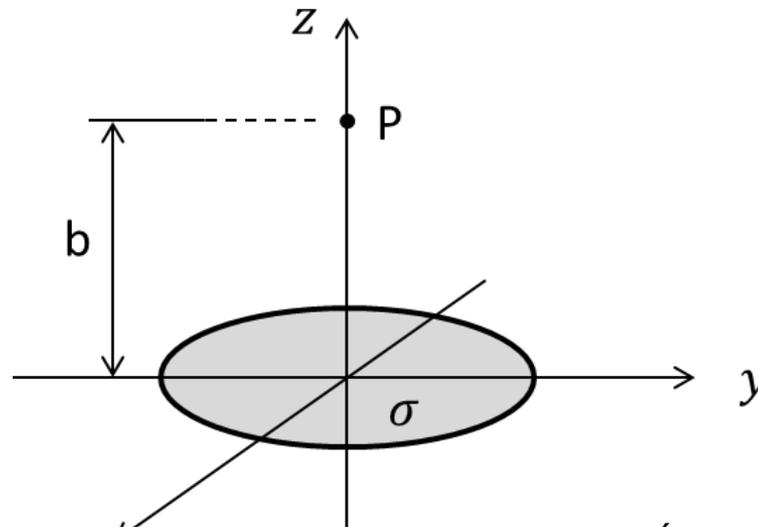
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 2 Campo Eléctrico

Encuentre el campo eléctrico que genera un disco de radio  $R$  con densidad superficial de carga positiva y uniforme  $\sigma$ , en un punto a lo largo del eje del disco a una distancia  $b$  de su centro. Suponga que  $b$  es positiva.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 2 Campo Eléctrico

Cartagena99

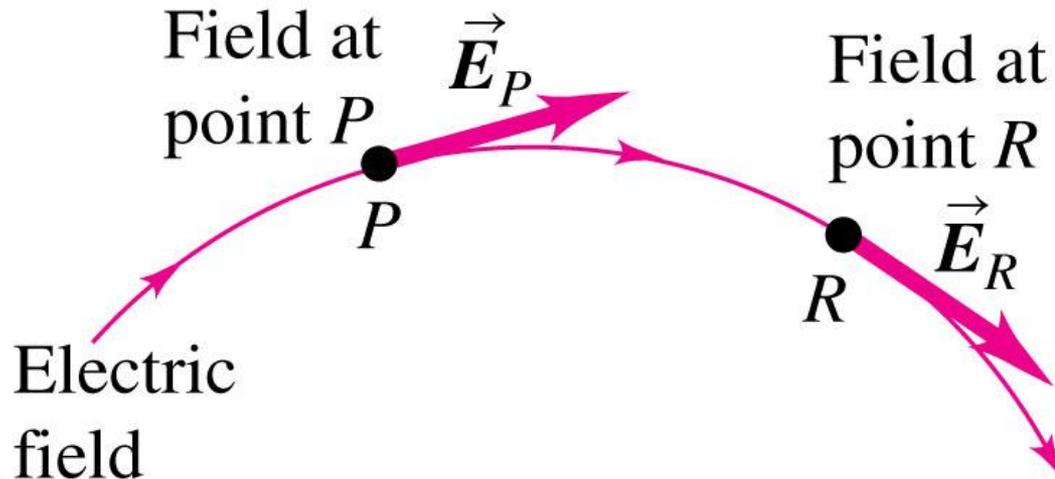
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 3 Líneas de Campo Eléctrico

- Son siempre tangentes al vector de campo eléctrico
- En cada punto del espacio existe una única línea de campo.
- Debido a lo anterior las líneas de campo no se cruzan.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

COMILLAS  
M A D R I D

# 3 Líneas de Campo Eléctrico

Cartagena99

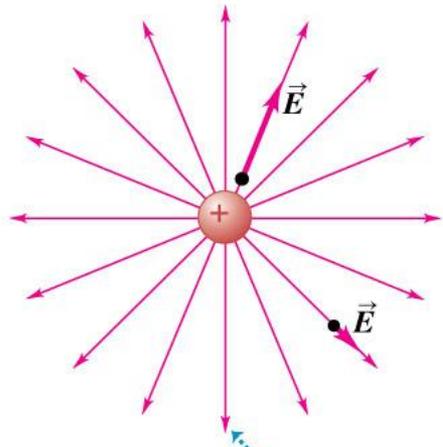
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

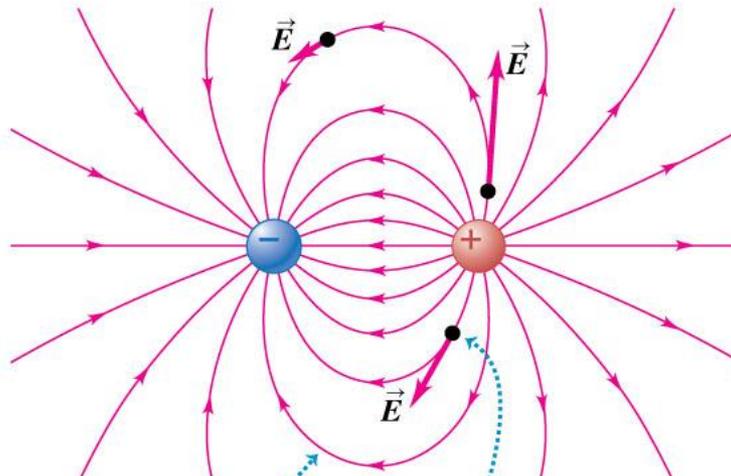
# 3 Líneas de Campo Eléctrico

(a) A single positive charge



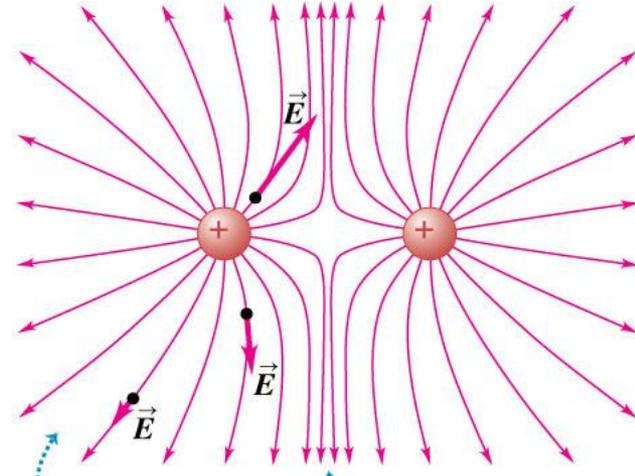
Field lines always point away from (+) charges and toward (-) charges.

(b) Two equal and opposite charges (a dipole)



At each point in space, the electric field vector is *tangent* to the field line passing through that point.

(c) Two equal positive charges



Field lines are close together where the field is strong, farther apart where it is weaker.

© 2012 Pearson Education, Inc.

# Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

COMILLAS  
M A D R I D

# 3 Líneas de Campo Eléctrico

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 4 Cálculo del Flujo Eléctrico

**Flujo Eléctrico:** Se define el flujo eléctrico como el campo eléctrico por el área que atraviesa

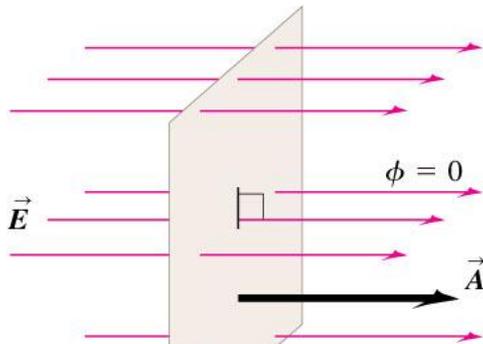
$$\Phi_E = \vec{E} \cdot \vec{A}$$

$$\Phi_E = \int \vec{E} \cdot d\vec{A}$$

$$\Phi_E = \frac{N}{C} \cdot m^2$$

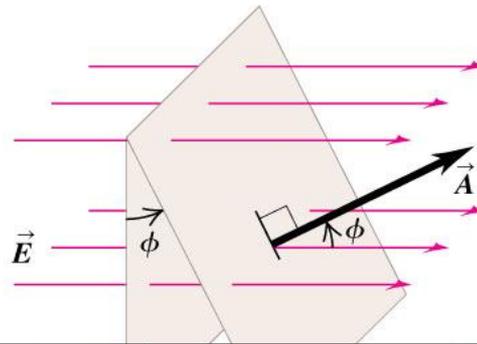
(a) Surface is face-on to electric field:

- $\vec{E}$  and  $\vec{A}$  are parallel (the angle between  $\vec{E}$  and  $\vec{A}$  is  $\phi = 0$ ).
- The flux  $\Phi_E = \vec{E} \cdot \vec{A} = EA$ .



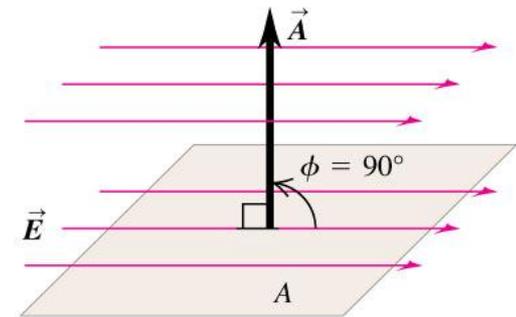
(b) Surface is tilted from a face-on orientation by an angle  $\phi$ :

- The angle between  $\vec{E}$  and  $\vec{A}$  is  $\phi$ .
- The flux  $\Phi_E = \vec{E} \cdot \vec{A} = EA \cos \phi$ .



(c) Surface is edge-on to electric field:

- $\vec{E}$  and  $\vec{A}$  are perpendicular (the angle between  $\vec{E}$  and  $\vec{A}$  is  $\phi = 90^\circ$ ).
- The flux  $\Phi_E = \vec{E} \cdot \vec{A} = EA \cos 90^\circ = 0$ .



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

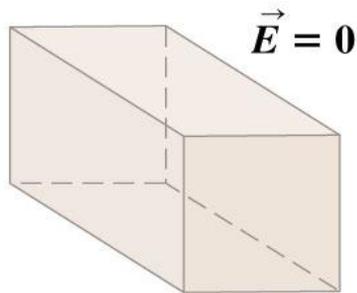
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

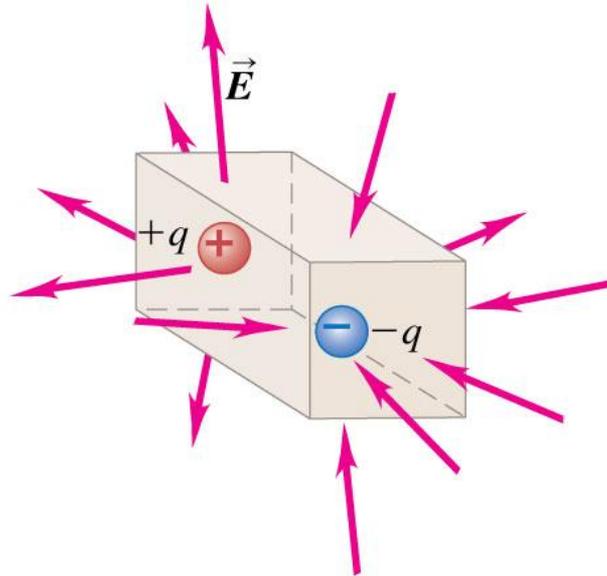
Cartagena99

# 5 Flujo Eléctrico y Carga Encerrada

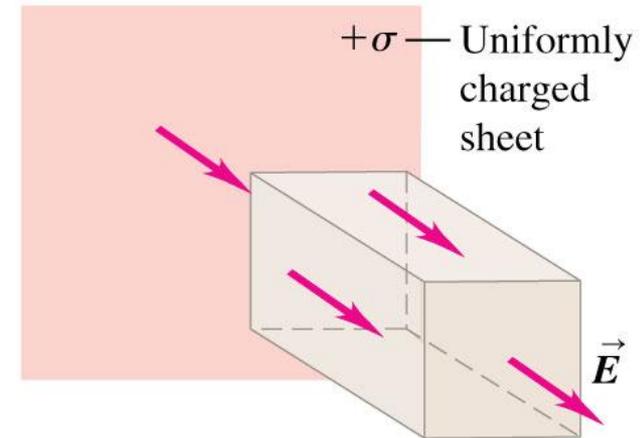
(a) No charge inside box, zero flux



(b) Zero net charge inside box, inward flux cancels outward flux.



(c) No charge inside box, inward flux cancels outward flux.



© 2012 Pearson Education, Inc.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

COMILLAS  
M A D R I D

# 5 Flujo Eléctrico y Carga Encerrada

Cartagena99

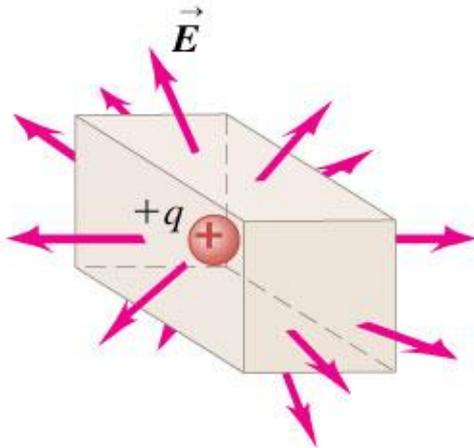
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

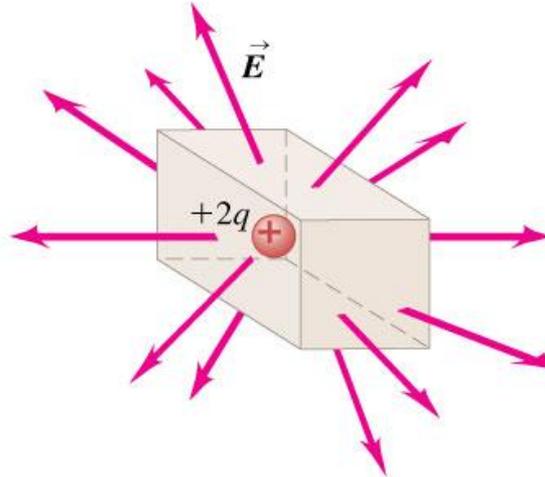
# 5 Flujo Eléctrico y Carga Encerrada

(a) A box containing a charge



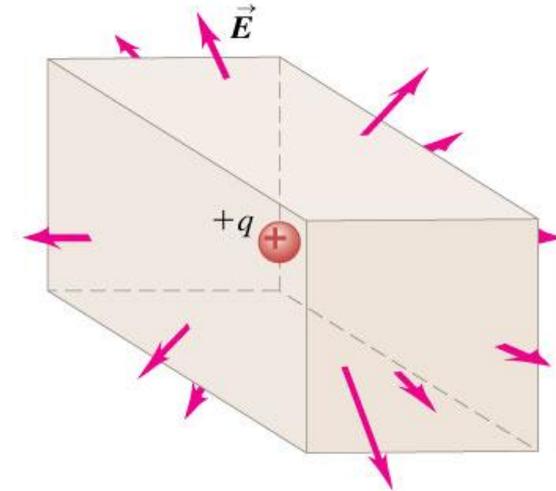
© 2012 Pearson Education, Inc.

(b) Doubling the enclosed charge doubles the flux.



© 2012 Pearson Education, Inc.

(c) Doubling the box dimensions does not change the flux.



© 2012 Pearson Education, Inc.

1. El hecho de que el flujo sea hacia dentro o hacia fuera depende del signo de la carga encerrada.
2. Las cargas que se encuentran fuera de superficie cerrada no producen flujo neto.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# 5 Cálculo del Flujo Eléctrico

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 6 Ley de Gauss

**Ley de Gauss:** El flujo neto de campo eléctrico a través de una superficie es igual a la carga encerrada entre  $\epsilon_0$



$$\Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{enc}}{\epsilon_0}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 6 Ley de Gauss

Cartagena99

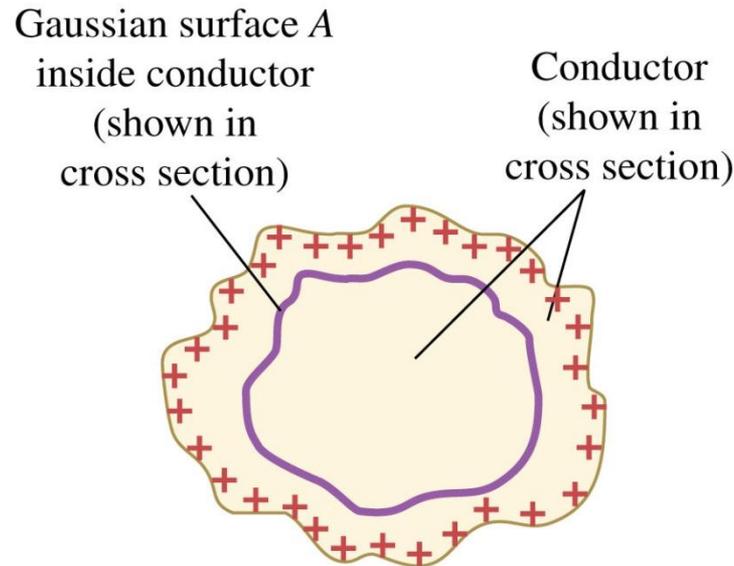
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 7 Aplicaciones de la Ley de Gauss

1. Si se conoce la distribución de carga y es suficientemente simétrica se puede llegar a conocer como es el campo eléctrico.
2. Si se conoce el campo, es posible utilizar la ley de Gauss para averiguar como es la carga



Cartagena99

CLASES PARTICULÁRES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 7 Aplicaciones de la Ley de Gauss

Cartagena99

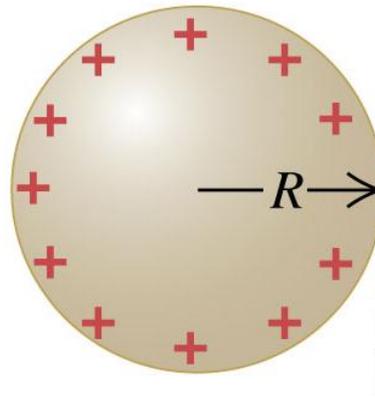
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 7 Aplicaciones de la Ley de Gauss

Se coloca una carga positiva  $q$  en una esfera conductora sólida de radio  $R$ .  
Determine  $\vec{E}$  en cualquier punto en el interior o en el exterior de la esfera



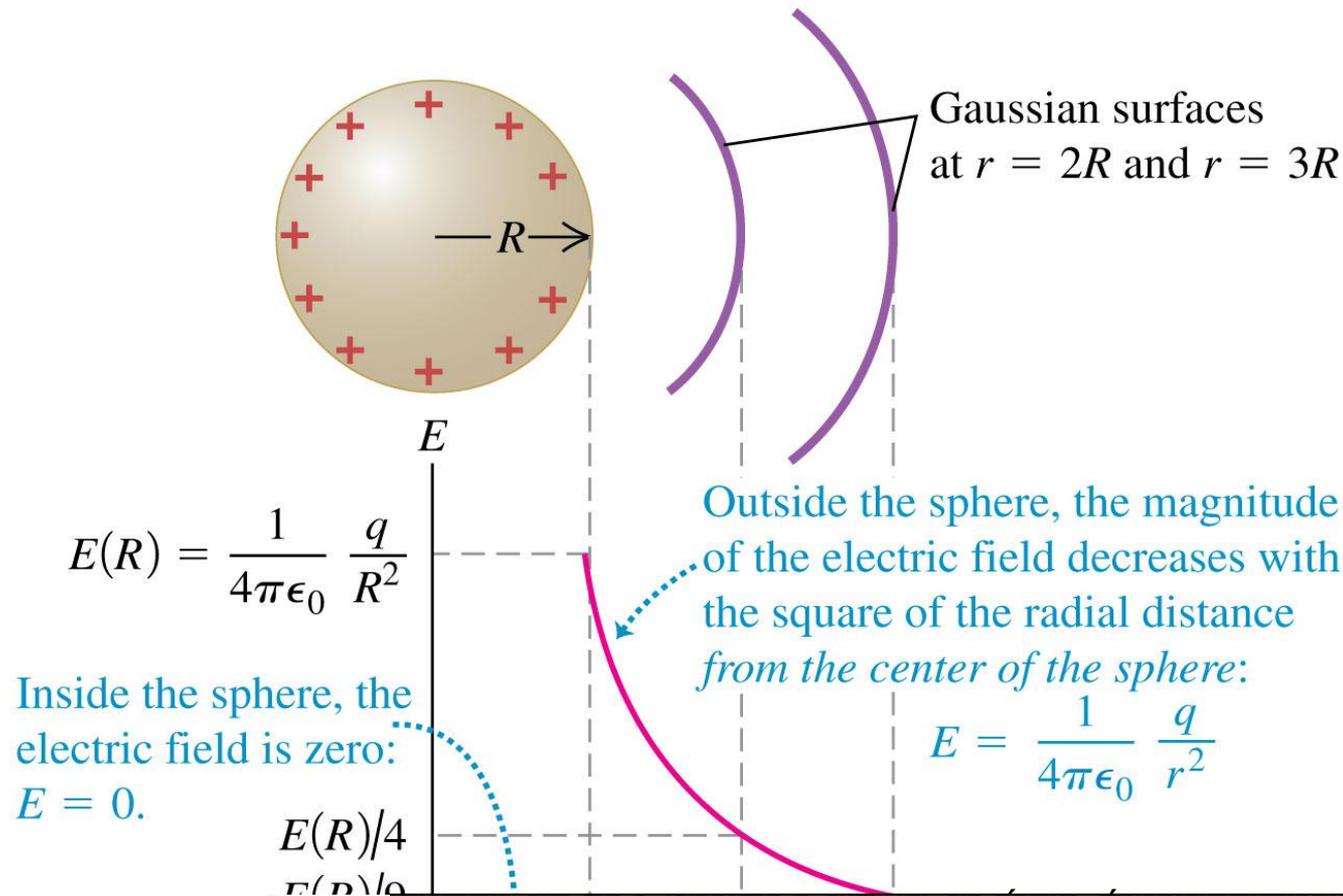
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# 7 Aplicaciones de la Ley de Gauss



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# 7 Aplicaciones de la Ley de Gauss

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 7 Aplicaciones de la Ley de Gauss

Una carga eléctrica está distribuida de manera uniforme a lo largo de un alambre delgado de longitud infinita. La carga por unidad de longitud es  $\lambda$  (positiva). Se trata de encontrar el campo eléctrico

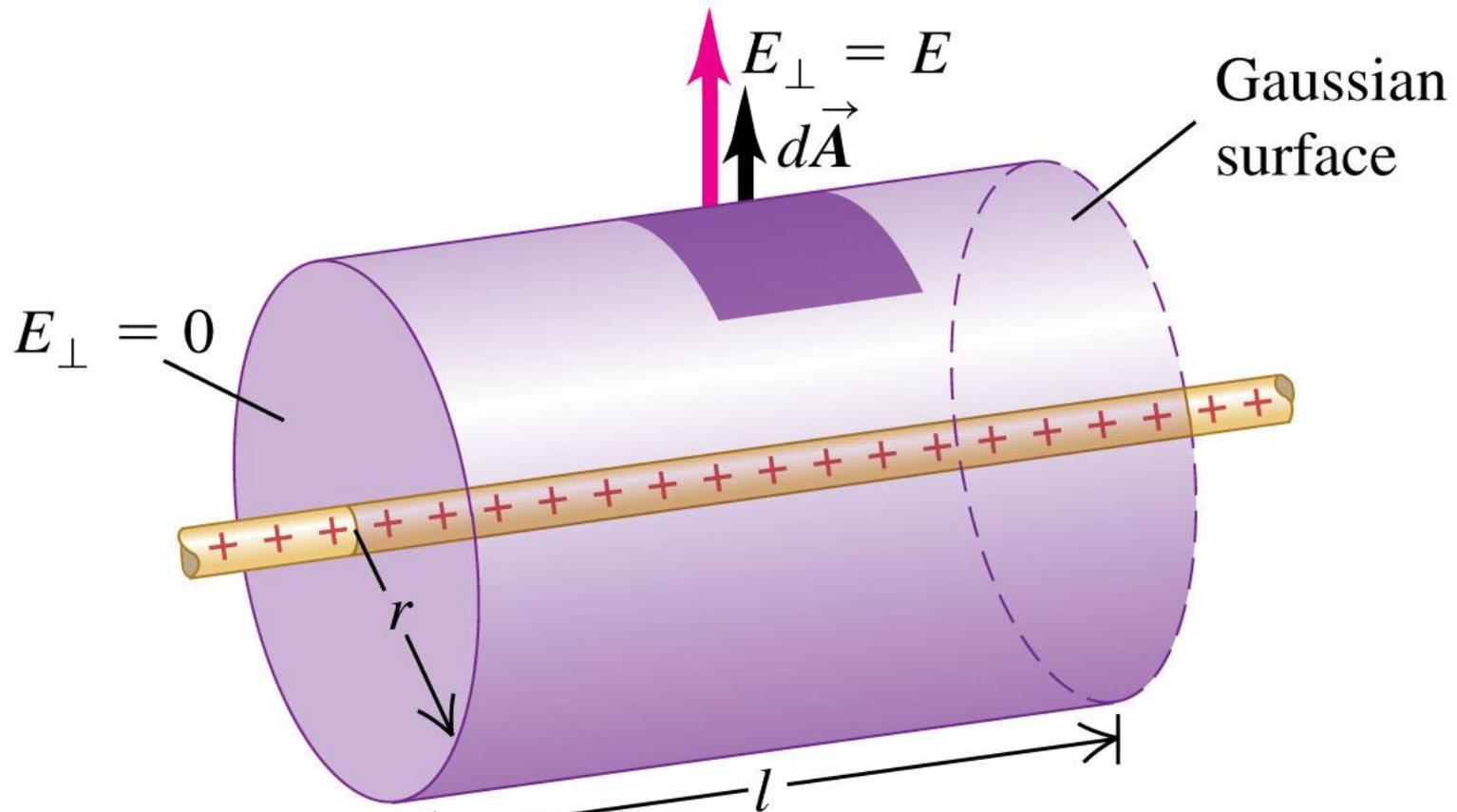
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 7 Aplicaciones de la Ley de Gauss



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

COMILLAS  
M A D R I D

# 7 Aplicaciones de la Ley de Gauss

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 7 Aplicaciones de la Ley de Gauss

Encuentre el campo eléctrico que genera una lamina delgada, plana e infinita, en la que hay una carga uniforme positiva por unidad de área  $\sigma$

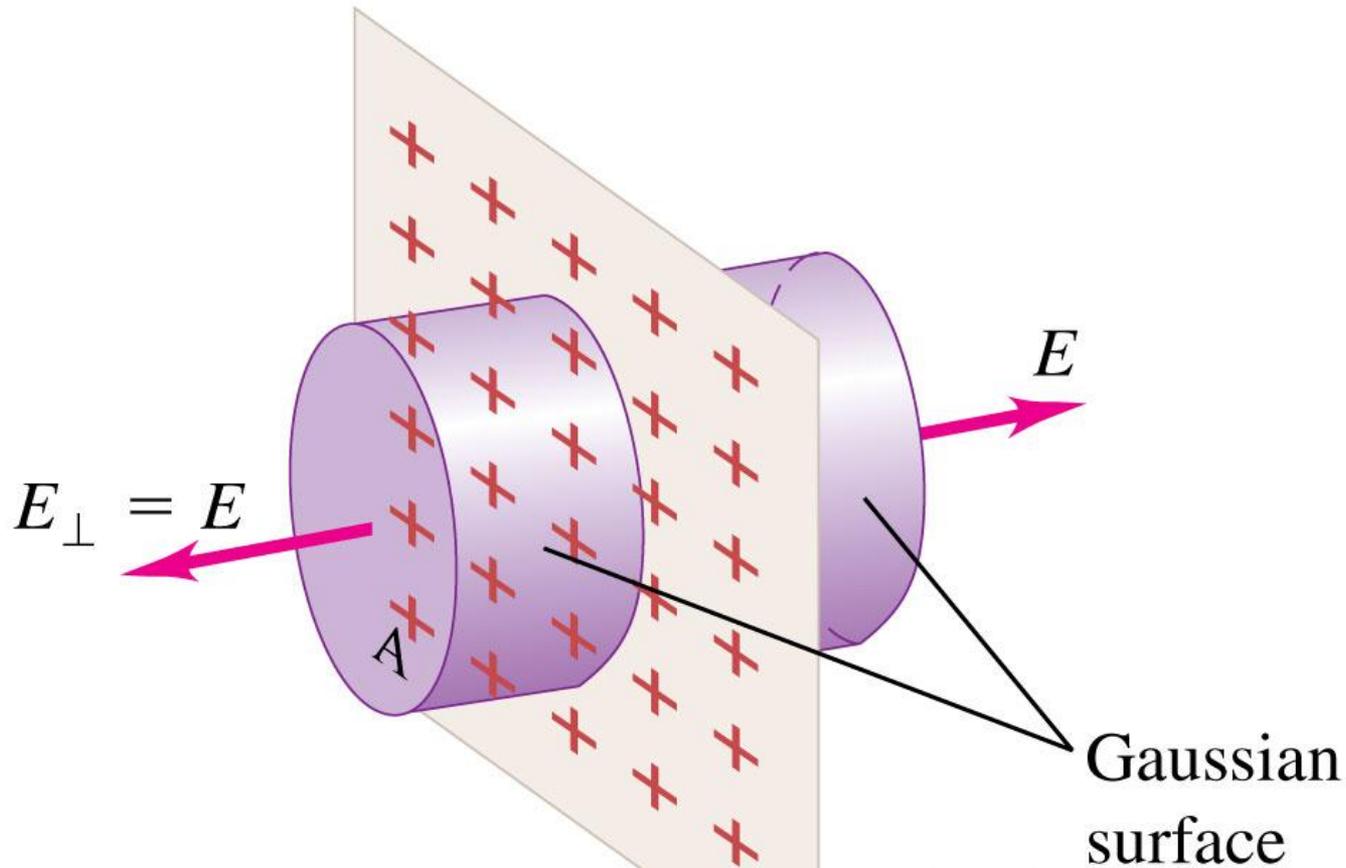
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 7 Aplicaciones de la Ley de Gauss



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# 7 Aplicaciones de la Ley de Gauss

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 7 Aplicaciones de la Ley de Gauss

**Dos placas conductoras paralelas, grandes y planas tienen cargas de igual magnitud pero con signo contrario; la carga por unidad de área es  $+\sigma$  para una y  $-\sigma$  para otra. Determine el campo eléctrico en la región entre las placas.**

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

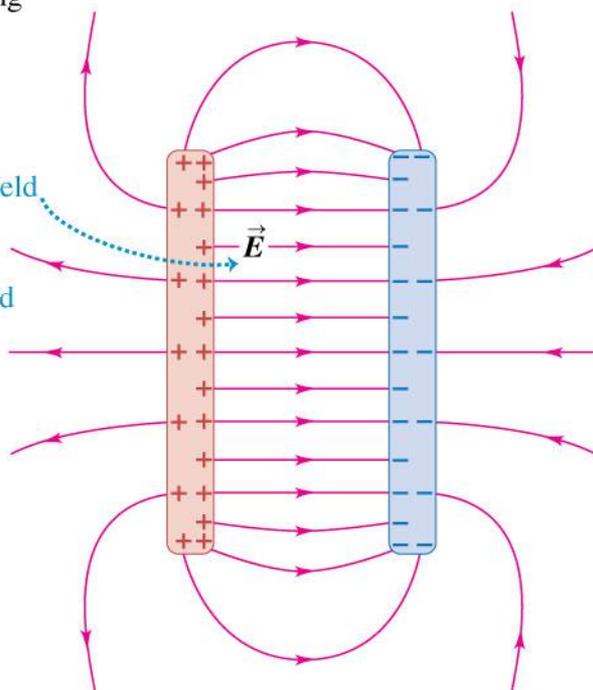
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

COMILLAS  
M A D R I D

# 7 Aplicaciones de la Ley de Gauss

(a) Realistic drawing

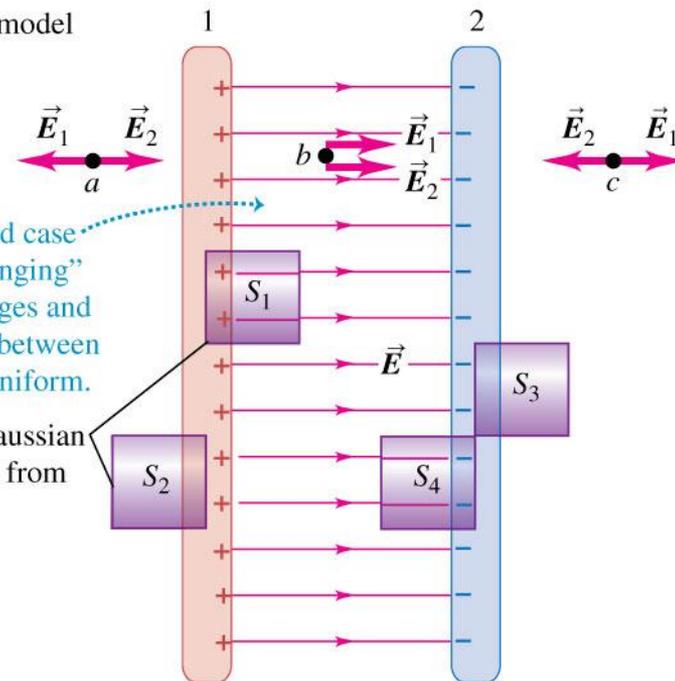
Between the two plates the electric field is nearly uniform, pointing from the positive plate toward the negative one.



(b) Idealized model

In the idealized case we ignore "fringing" at the plate edges and treat the field between the plates as uniform.

Cylindrical Gaussian surfaces (seen from the side)



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# 7 Aplicaciones de la Ley de Gauss

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 7 Aplicaciones de la Ley de Gauss

**Una carga eléctrica positiva  $Q$  está distribuida de manera uniforme en todo el volumen de una esfera aislante con radio  $R$ . Encuentre la magnitud del campo eléctrico a cualquier distancia  $r$  del centro de la esfera.**

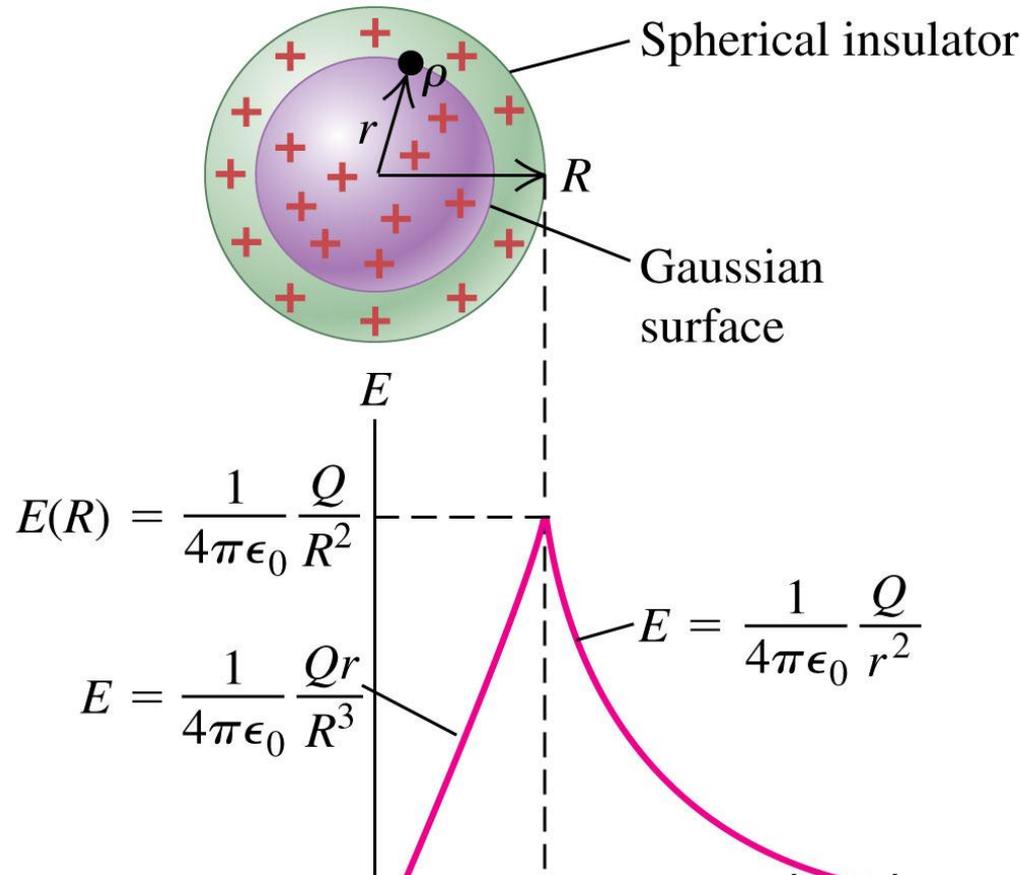
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 7 Aplicaciones de la Ley de Gauss



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

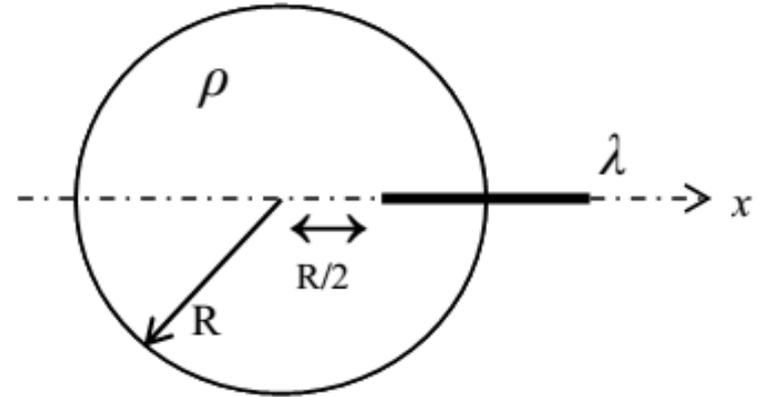
# 7 Aplicaciones de la Ley de Gauss

**Problema:** Una esfera de radio  $R$  cargada con densidad de carga volumétrica uniforme  $\rho$ , se encuentra centrada en el origen de coordenadas.

Además, se tiene una barra delgada de longitud  $R$  situada en el semieje  $x$  positivo, cargada con densidad de carga lineal uniforme  $\lambda$ , según muestra el dibujo. La mitad de la barra se encuentra dentro de la esfera, estado su extremo izquierdo a una distancia  $R/2$  del centro de la esfera.

Calcular la fuerza total que la esfera ejerce sobre la barra.

Datos:  $\rho, \lambda, R, L, \epsilon_0$



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 7 Aplicaciones de la Ley de Gauss

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 7 Aplicaciones de la Ley de Gauss

**Problema (F\_2011\_12):** Una esfera maciza conductora de radio  $R_1$ , se rodea de una superficie esférica no conductora concéntrica de radio  $R_S$  y cargada con una carga  $Q_S$ . Ambas están a su vez rodeadas de una corteza esférica conductora con espesor no despreciable, de radio interno  $R_2$  y externo  $R_3$ .

$$R_1 < R_S < R_2 < R_3$$

- Se carga la esfera conductora con una carga  $Q$  y la corteza conductora con  $-Q$ . Calcular el campo eléctrico en todos los puntos del espacio.
- Partiendo de la distribución indicada en el apartado anterior, se conectan eléctricamente la esfera y la corteza (se conectan ambos conductores mediante un cable que pasa por un pequeño orificio practicado en la superficie no conductora y que no altera la simetría del problema). ¿Cuál es la nueva distribución de cargas? Justifica tu respuesta.

Cartagena99

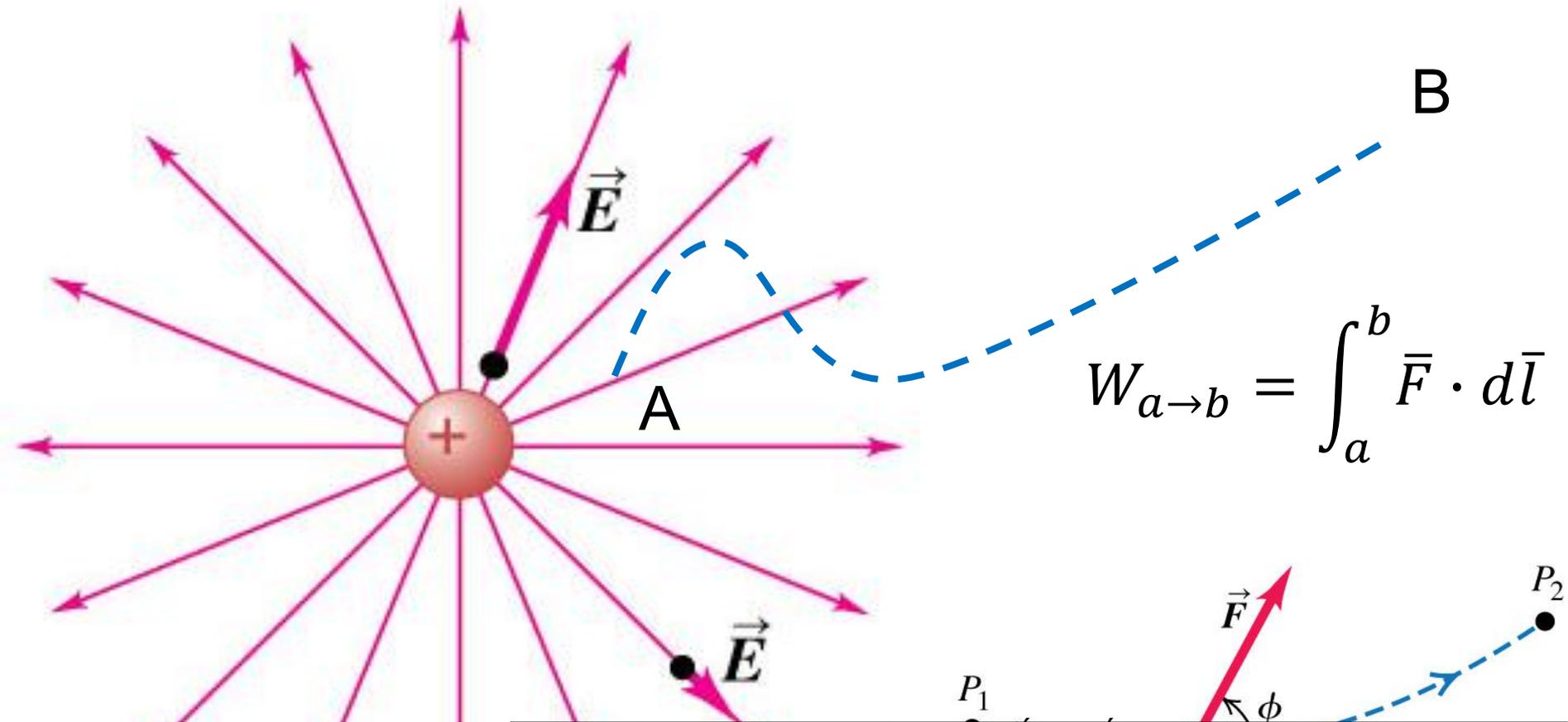
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

COMILLAS  
M A D R I D

# 8 Energía Potencial Eléctrica



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# 8 Energía Potencial Eléctrica

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 8 Energía Potencial Eléctrica

$$\begin{aligned} (1) \quad W_{a \rightarrow b} &= \int_a^b \vec{F} \cdot d\vec{l} = \int_a^b \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qq_0}{r^2} \hat{r} \cdot d\vec{l} = \\ &= \int_a^b \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qq_0}{r^2} |\hat{r}| \cdot |d\vec{l}| \cdot \cos\phi = \int_a^b \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qq_0}{r^2} |d\vec{r}| = \\ &= \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r_a} - \frac{1}{r_b} \right) \end{aligned}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# 8 Energía Potencial Eléctrica

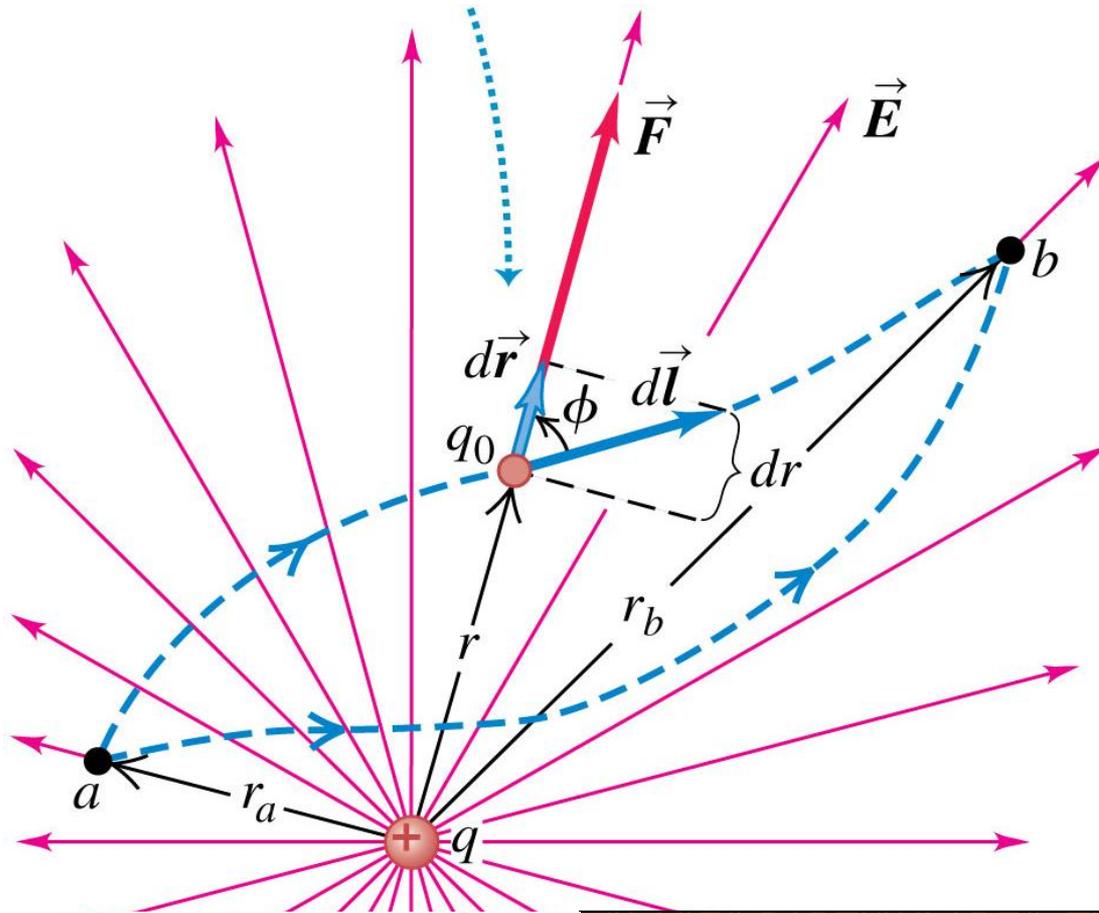
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 8 Energía Potencial Eléctrica



**E es un  
Campo Conservativo**

$$W = \oint \vec{F} \cdot d\vec{l} = 0$$

**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

COMILLAS  
M A D R I D

# 8 Energía Potencial Eléctrica

Cartagena99

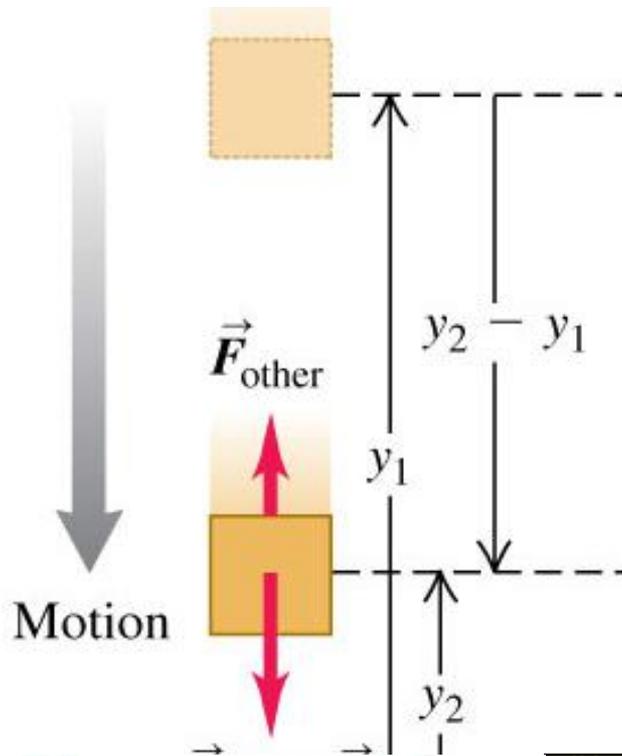
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 8 Energía Potencial Eléctrica

## Consecuencia de que una Fuerza sea Conservativa



$$W_{grav} = -(E_{P2} - E_{P1}) = -\Delta E_p$$

$$Si W > 0 \Rightarrow \Delta E_p < 0$$

$$Si W < 0 \Rightarrow \Delta E_p > 0$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

# 8 Energía Potencial Eléctrica

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

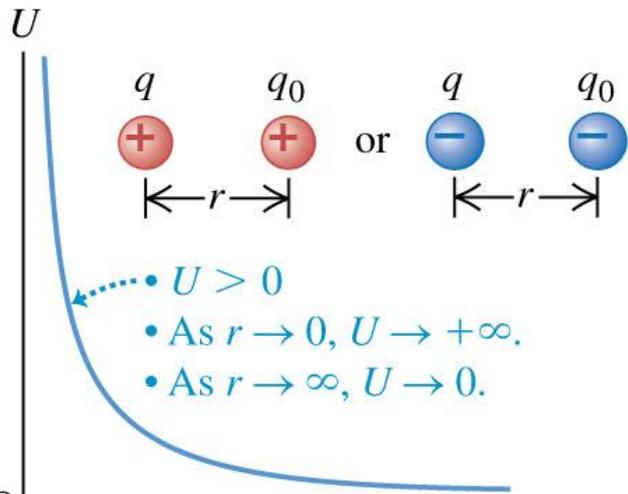
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

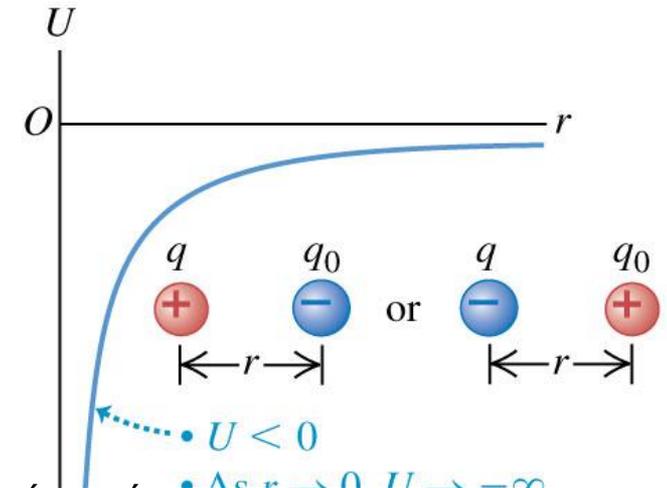
# 8 Energía Potencial Eléctrica

$$U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qq_0}{r}$$

(a)  $q$  and  $q_0$  have the same sign.



(b)  $q$  and  $q_0$  have opposite signs.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

COMILLAS  
 MADRID

# 8 Energía Potencial Eléctrica

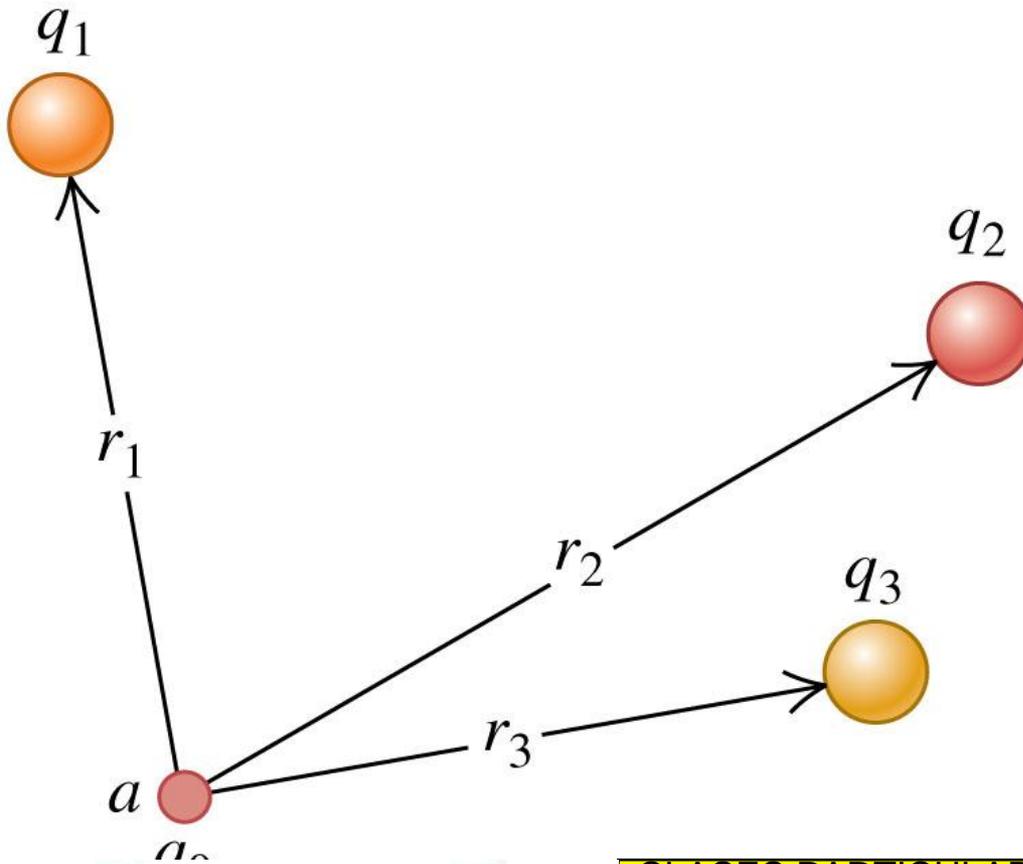
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 8 Energía Potencial Eléctrica



Energía para acercar una Carga

$$U = \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^N \frac{q_i}{r_i}$$

Energía para acercar un Conjunto de Cargas

$$U = \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i,j} \frac{q_i q_j}{r_{ij}}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

# 8 Energía Potencial Eléctrica

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 9 Potencial Eléctrico

Campo Eléctrico

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



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

Potencial Eléctrico

$$U = q \cdot V$$



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

*Energía* *I*

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

# 8 Energía Potencial Eléctrica

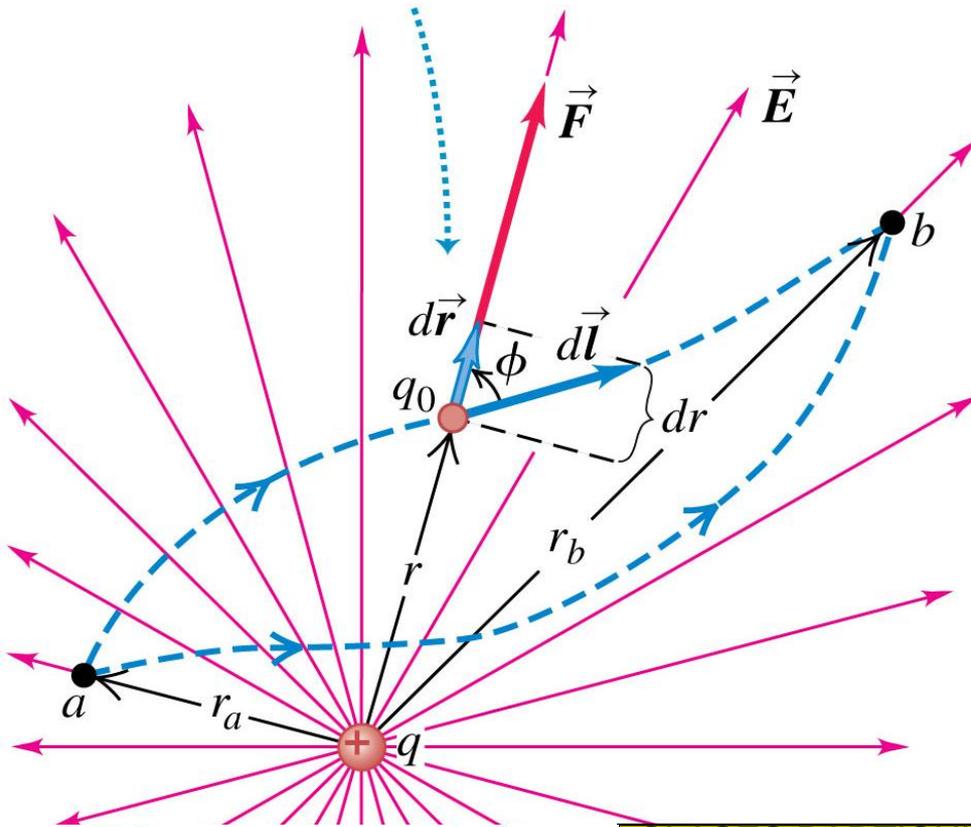
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

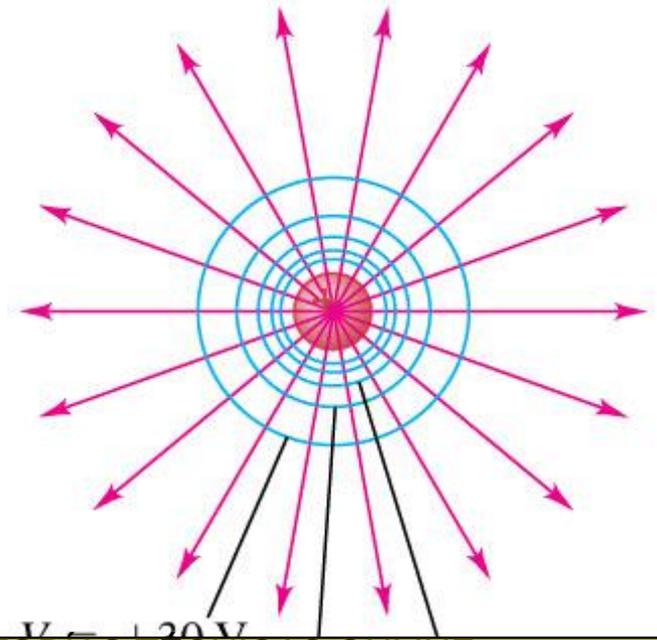
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 9 Potencial Eléctrico



$$\frac{W_{A \rightarrow B}}{q_0} = \frac{U_A}{q_0} - \frac{U_B}{q_0} = V_A - V_B$$



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# 8 Energía Potencial Eléctrica

Cartagena99

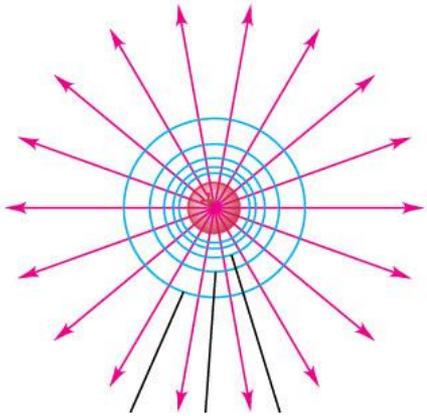
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

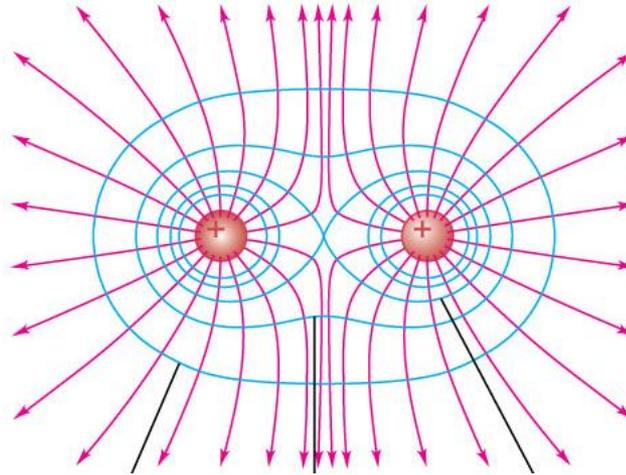
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 9 Potencial Eléctrico

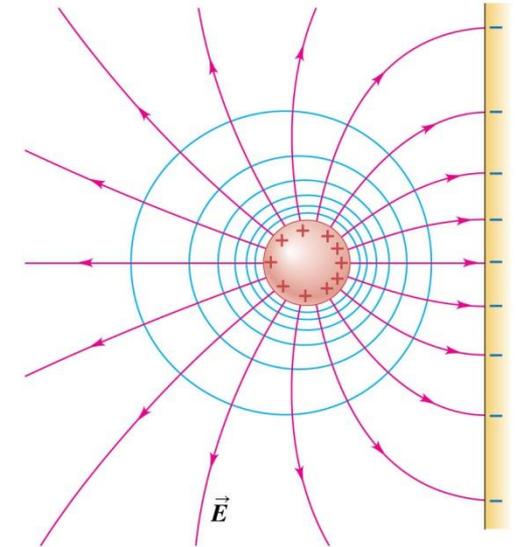
Carga Puntual



Conjunto Cargas Puntuales



Carga Distribuida



1  $q$

1  $\sum_{i=1}^N q_i$

1  $\int \rho da$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

COMILLAS  
M A D R I D

# 8 Energía Potencial Eléctrica

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 10 Potencial Eléctrico a Partir del Campo Eléctrico

$$W_{a \rightarrow b} = \int_a^b \vec{F} \cdot d\vec{l} = \int_a^b q \cdot \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$V_a - V_b = \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

COMILLAS  
M A D R I D

# 8 Energía Potencial Eléctrica

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 11. Calculo del Potencial Eléctrico

## ESFERA CONDUCTORA CON CARGA

Una esfera sólida conductora de radio  $R$  tiene una carga total  $q$ . encuentre el potencial en todos los lugares, tanto fuera como dentro de la esfera.

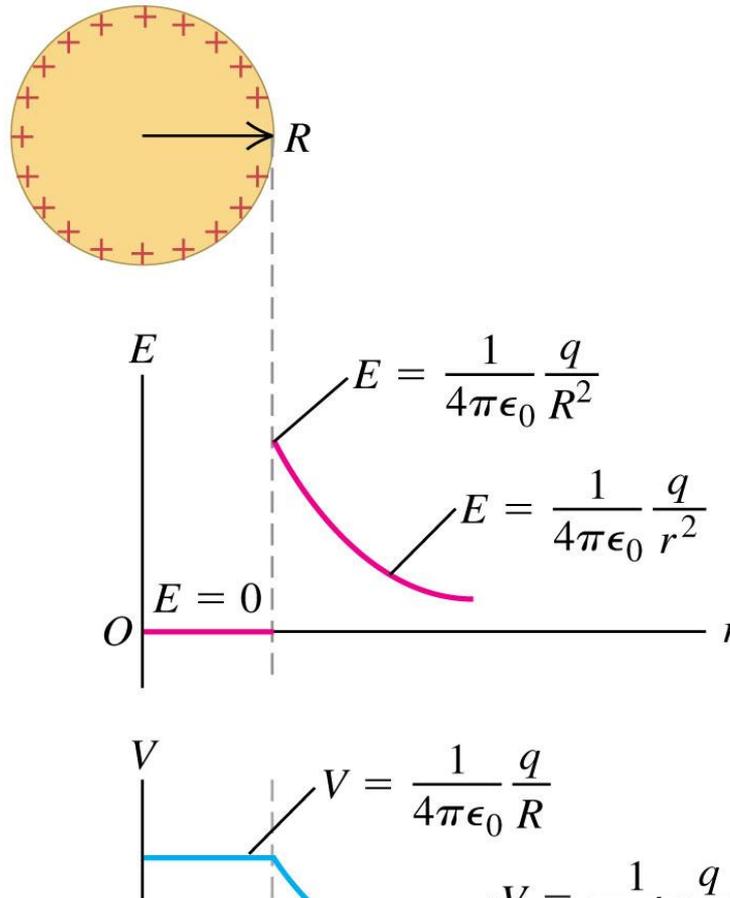
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 11. Calculo del Potencial Eléctrico



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

COMILLAS  
M A D R I D

# 11. Calculo del Potencial Eléctrico

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 11. Calculo del Potencial Eléctrico

## Potencial Línea de Carga Infinita

Encuentre el potencial a la distancia  $r$  de una línea muy larga cuya carga está repartida uniformemente en toda su longitud, siendo su densidad lineal de carga  $\lambda$ .

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 11. Calculo del Potencial Eléctrico

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

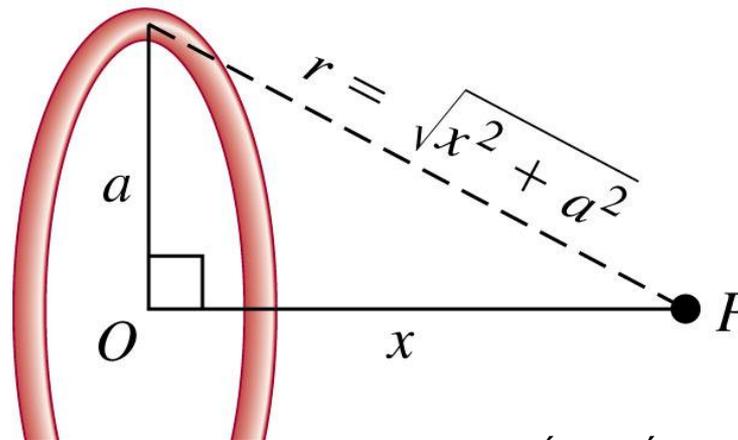
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 11. Calculo del Potencial Eléctrico

## Anillo de Carga

Una carga eléctrica está distribuida de manera uniforme alrededor de un anillo delgado de radio  $a$  con carga total  $Q$ . Determine el potencial en un punto  $P$  sobre el eje del anillo a una distancia  $x$  del centro del anillo.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# 11. Calculo del Potencial Eléctrico

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 11. Calculo del Potencial Eléctrico

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

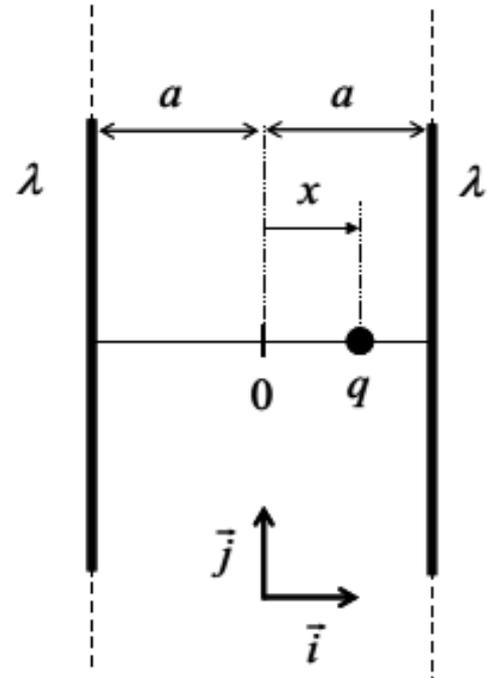
# 11. Calculo del Potencial Eléctrico

**Problema (C\_2010\_11):** Dos hilos rectos muy largos están dispuestos paralelamente y separados por una distancia  $2a$ . Los hilos están cargados uniformemente con densidad lineal de carga  $\lambda$ .

Una carga puntual  $q$  se libera desde el reposo en la posición que se indica en la figura, a una distancia  $x$  del origen de coordenadas (punto medio entre los hilos). Calcular la energía cinética de dicha carga cuando pasa por el origen O.

Datos:  $\lambda, q, a, x, \epsilon_0$

**Solución:** 
$$K = -\frac{q\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln\left(1 - \frac{x^2}{a^2}\right)$$



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

COMILLAS  
M A D R I D

# 10 Campo Eléctrico a Partir del Potencial

$$V_a - V_b = \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$\int_b^a dV = \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$-\int_a^b dV = \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$-dV = \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$-dV = (E_x dx + E_y dy + E_z dz)$$

Me muevo en la recta x

$$dy = dz = 0$$

$$-dV = (E_x dx)_{(y,z \text{ constantes})}$$

$$-\frac{dV}{dx} = E_x$$

$$-\frac{\partial V}{\partial x} = E_x$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

# 10 Campo Eléctrico a Partir del Potencial

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

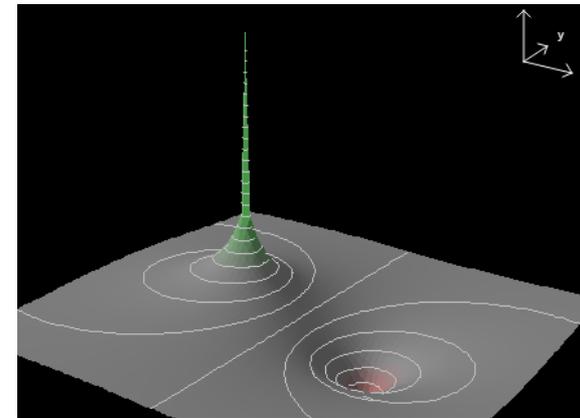
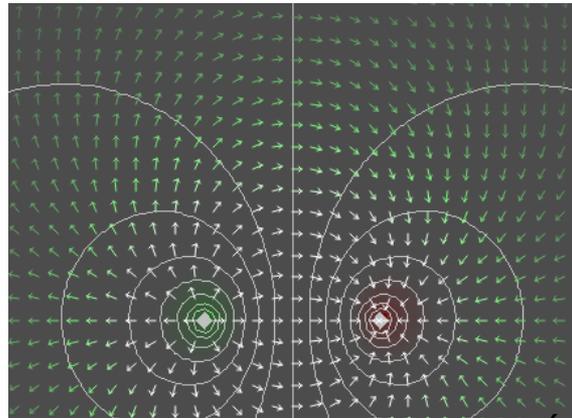
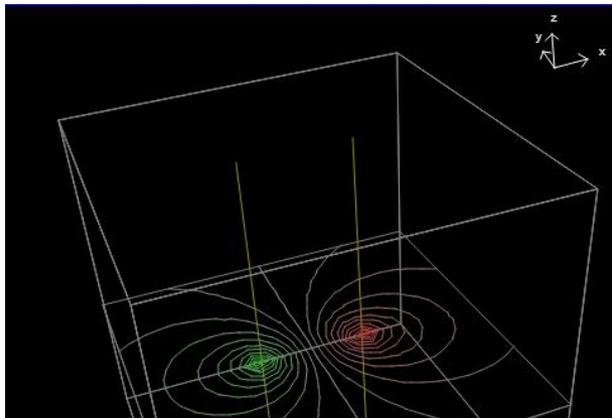
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 10 Campo Eléctrico a Partir del Potencial

$$-\left(\frac{\partial V}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial V}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial V}{\partial z}\hat{k}\right) = \bar{E} \quad \boxed{-\bar{\nabla}V = \bar{E}}$$

En cada punto el gradiente indica el punto en el cual más disminuye el potencial y siempre es perpendicular a la superficie equipotencial



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 10 Campo Eléctrico a Partir del Potencial

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70