



El campo magnetostático

F II

El experimento de Oersted. Ley de Ampere

Fuerza de Lorentz. Campo magnético

Dinámica de partículas en campos magnéticos

El efecto Hall

Par sobre una espira. El dipolo magnético.

Materiales magnéticos. Imanación

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



Fuerzas magnéticas

F II Experiencias con imanes

W. Gilbert (1600)

Experiencias con corrientes

H. Oersted y A. Ampere (1820)

Acción de un campo sobre partícula cargada en movimiento

Cartagena99

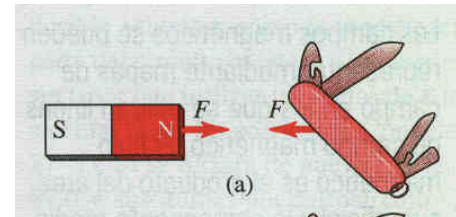
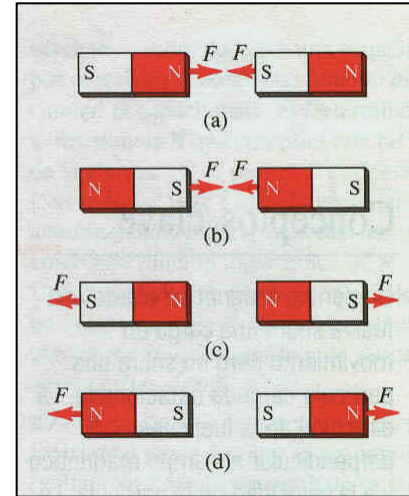
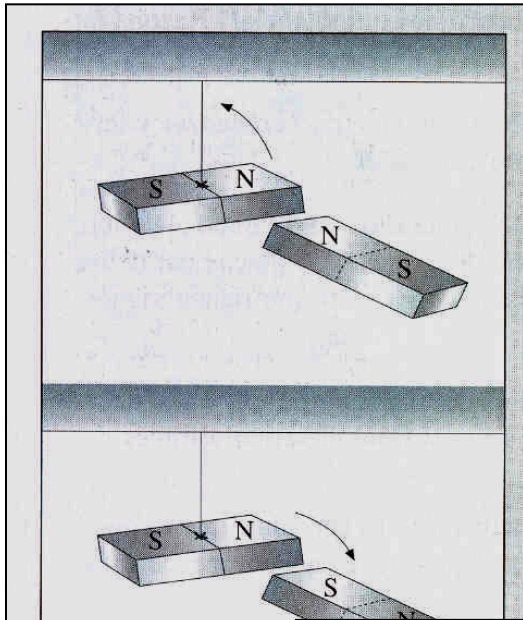
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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



Experiencias con imanes

F II



Cartagena99

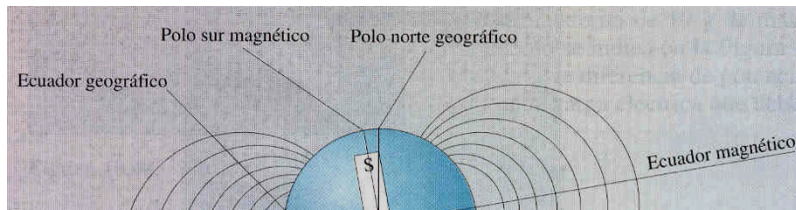
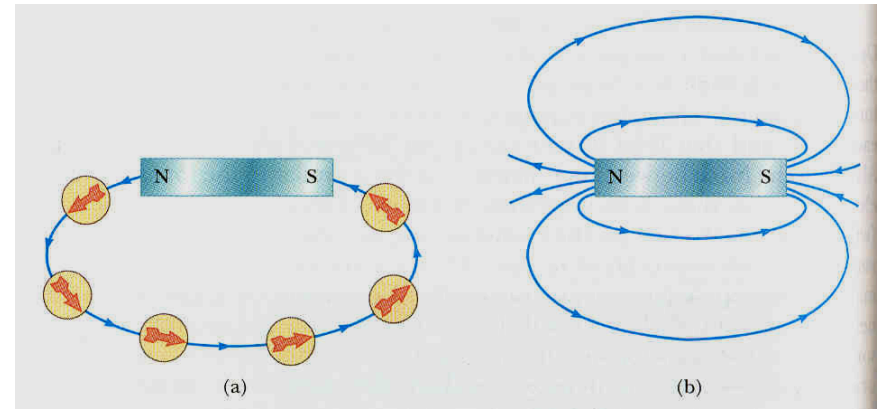
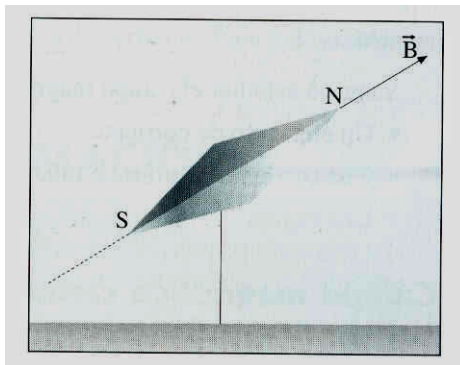
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

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



Campo magnético terrestre

F II



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

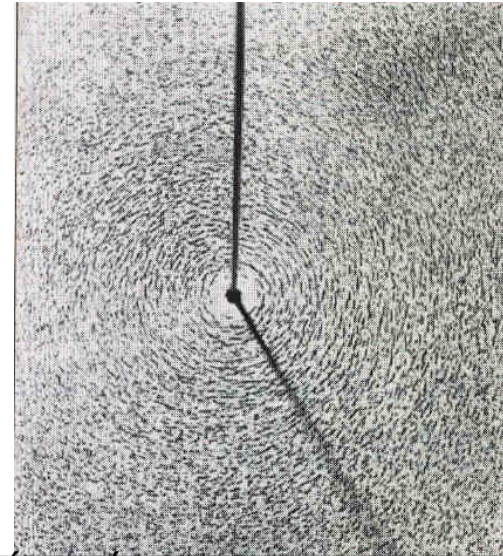
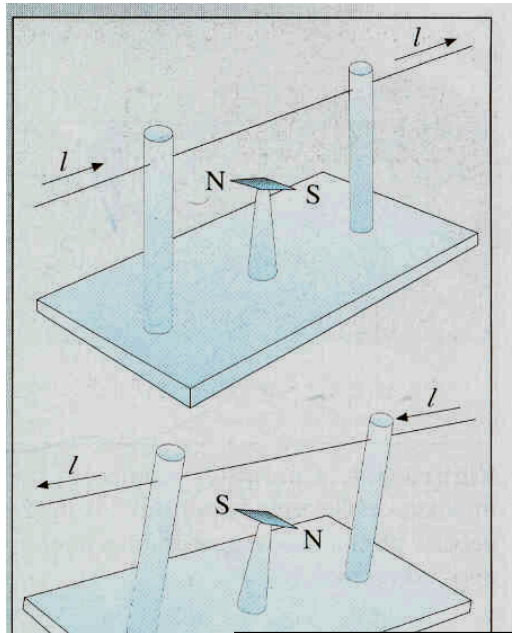
Polo sur geográfico

Polo norte magnético



Experiencias con corrientes

F II



Cartagena99

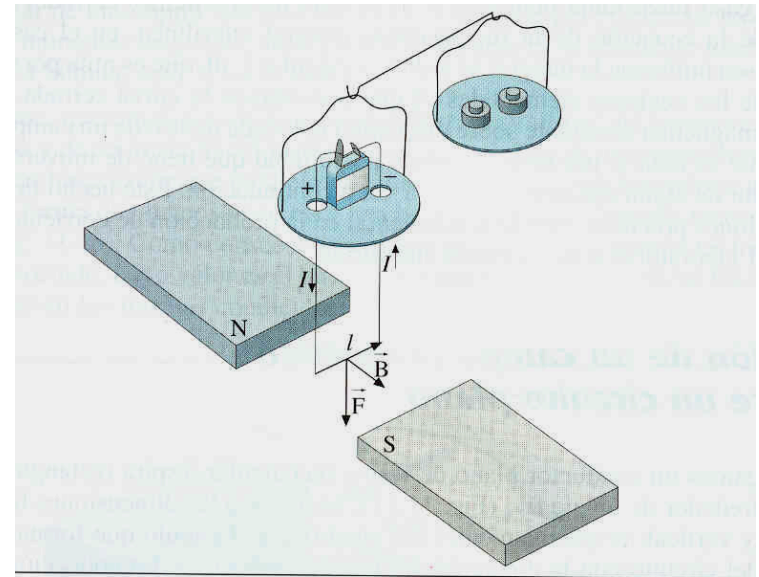
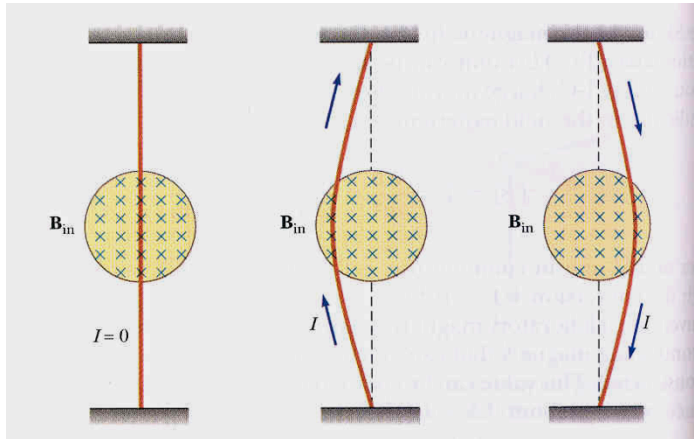
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

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



Acción campo-corriente

F II



Cartagena99

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

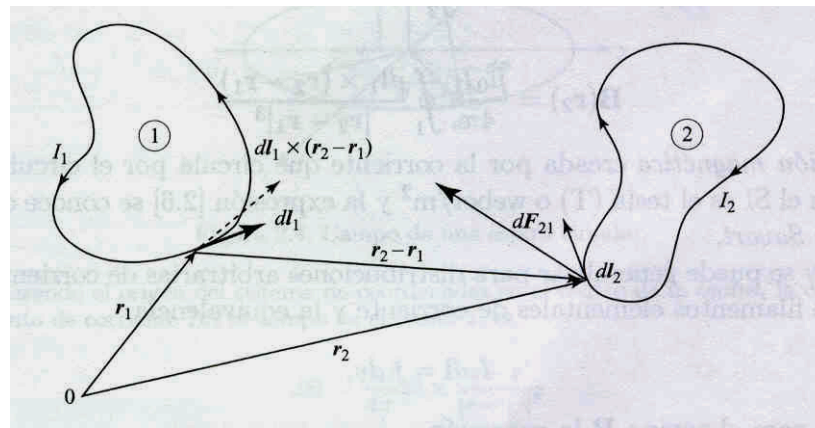
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Ley de Ampère

Paralelismo con la ley de Coulomb

F II



$$\mathbf{F} = \mu_0 I_2 I_1 \oint \oint d\mathbf{l}_2 \times [d\mathbf{l}_1 \times (\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1)]$$

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



Campo magnético. Ley de Biot-Savart

F II

Campo magnético

$$\mathbf{B}(\mathbf{r}) = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \oint_C \frac{d\mathbf{l} \times (\mathbf{r} - \mathbf{r}')}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|^3}$$

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



Fuerza de Lorentz y campo magnético

F II

Fuerza sobre carga q con velocidad v

$$\mathbf{F} = q(\mathbf{v} \times \mathbf{B})$$

Dificultad para determinar el campo

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



Relación Ampère-Lorentz

F II

$$d\mathbf{F} = I d\mathbf{l} \times \mathbf{B},$$

$$d\mathbf{F} = dq \mathbf{v} \times \mathbf{B}$$

$$I d\mathbf{l} = (\mathbf{j} \cdot d\mathbf{a}) d\mathbf{l} = nq \mathbf{v} d\tau = dq \mathbf{v}$$

I d\mathbf{l}

$$d\mathbf{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\mathbf{l} \times (\mathbf{r} - \mathbf{r}')}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|^3}$$

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



Determinación de campos

F II

Línea indefinida

P. Superposición/T. Ampère

Cartagena99

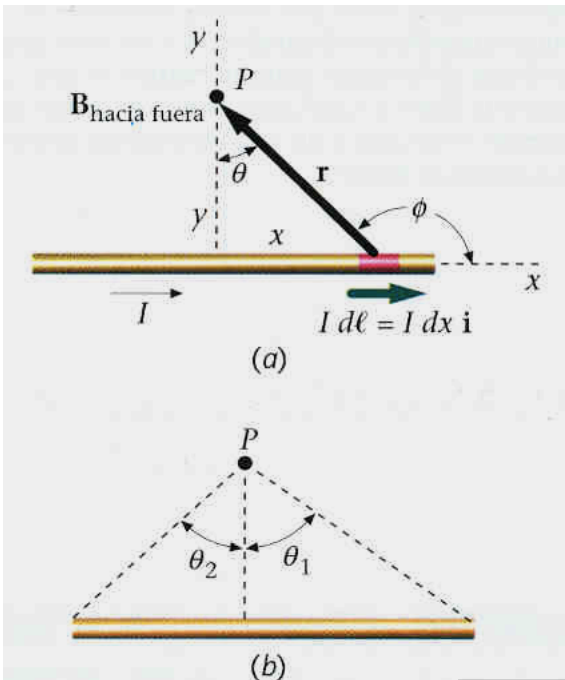
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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



F II

Línea indefinida I



$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I dx}{r^2} \text{sen } \phi = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I dx}{r^2} \cos \theta$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{R} (\text{sen } \theta_1 + \text{sen } \theta_2)$$

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

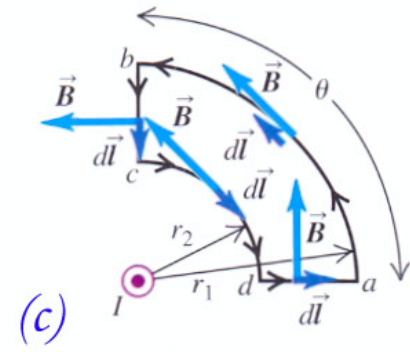
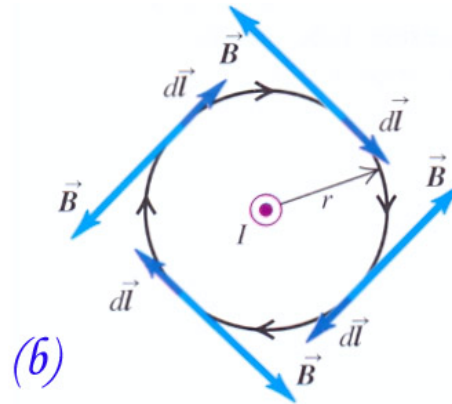
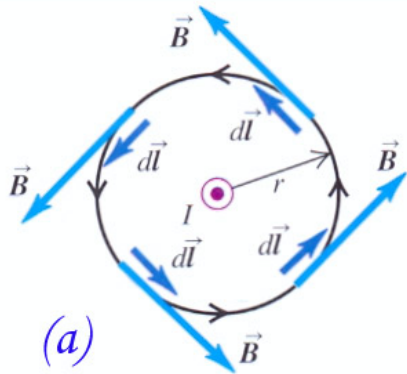
2001



Teorema de Ampère

F II

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I$$



Cartagena99

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

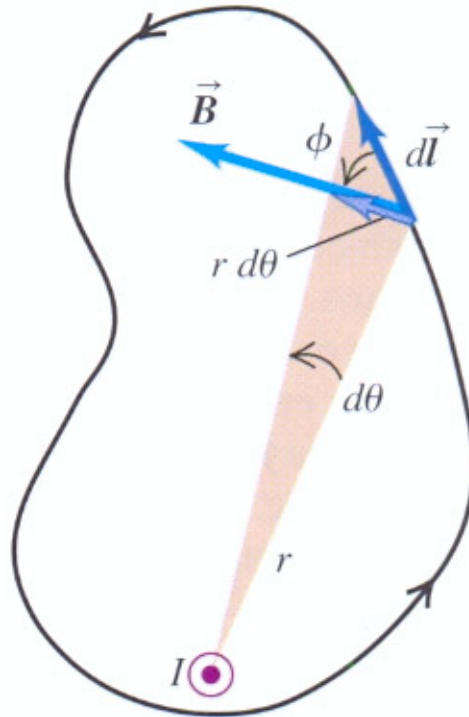
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



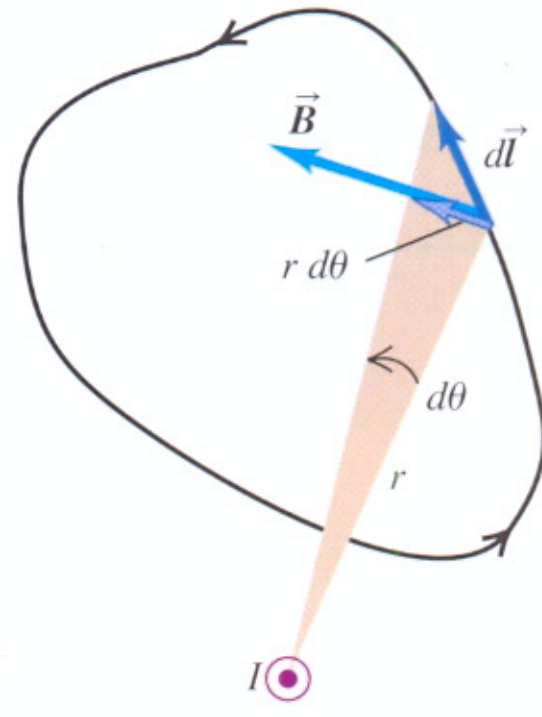
Teorema de Ampère

F II

a)



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

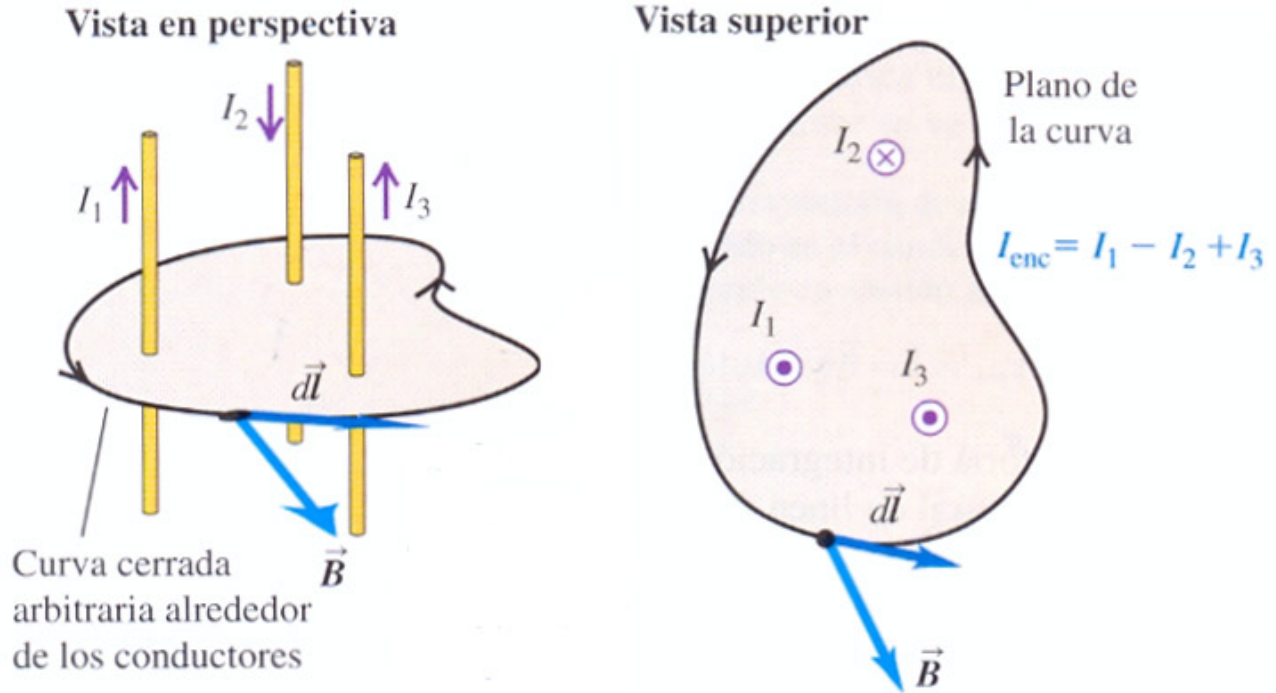
C

C



Teorema de Ampère

F II



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



Teorema de Ampère

F II

Ley circuital (integral curvilínea)

Equivalencia con teorema Gauss

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 I$$

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



Ecuaciones del campo magnético

F II

1ª Ecuación

Campo solenoidal

Inseparabilidad polos

$$\oint_S \mathbf{B} \cdot \mathbf{n} \, da = 0$$

2ª Ecuación

Cartagena99

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 I$$

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



Determinación de campos

F II

Línea indefinida

Teorema de Ampère

Espira en eje

P. Superposición

Solenoides

P. Superposición/T. Ampère

Toroide

T. Ampère

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

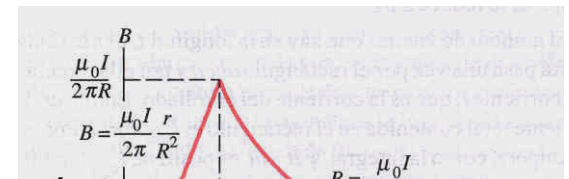
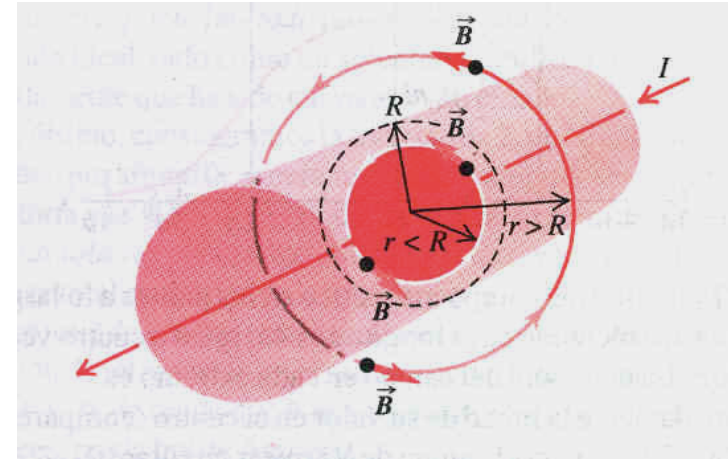


Línea indefinida II

F II

Corriente I , radio R

$$r < R \quad 2\pi r B = \mu_0 \frac{I}{\pi R^2} \pi r^2, \quad \mathbf{B} = \frac{I}{2\pi R^2} r \mathbf{u}_\varphi$$



Cartagena99

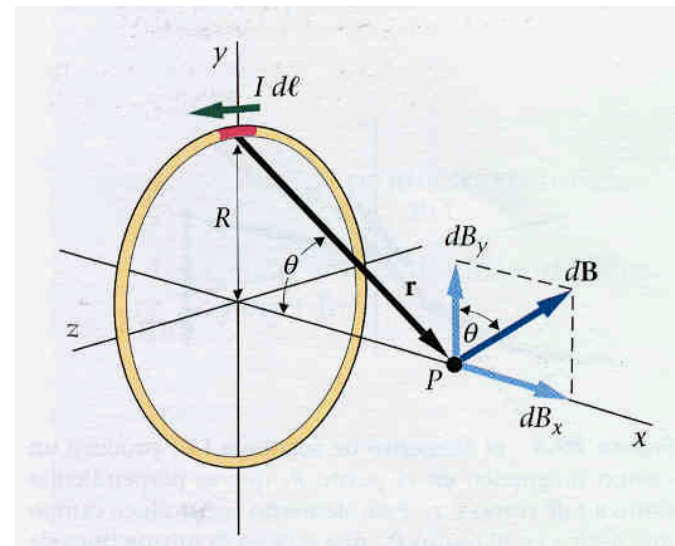
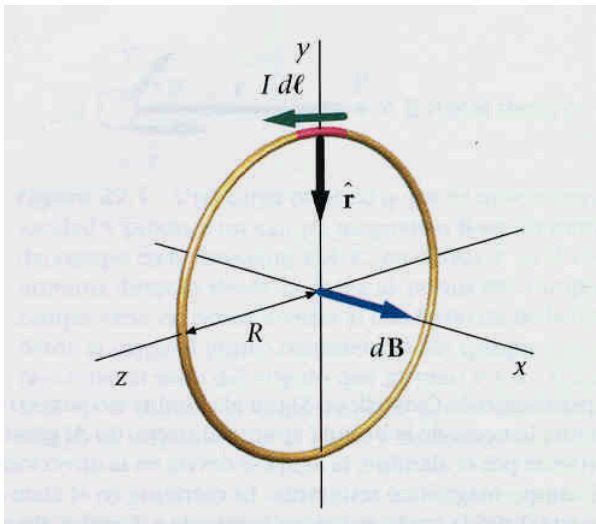
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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



Espira de radio R

F II



Cartagena99

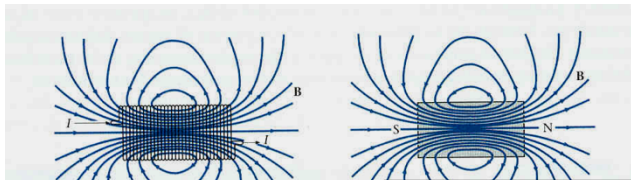
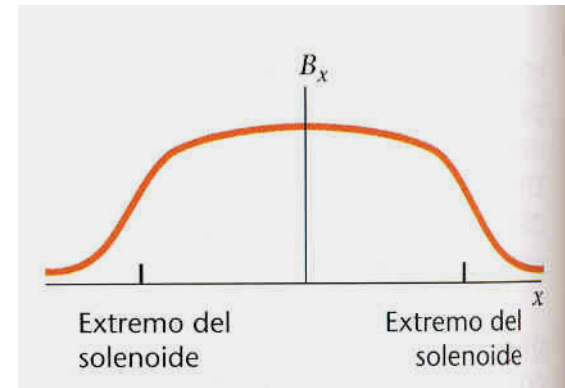
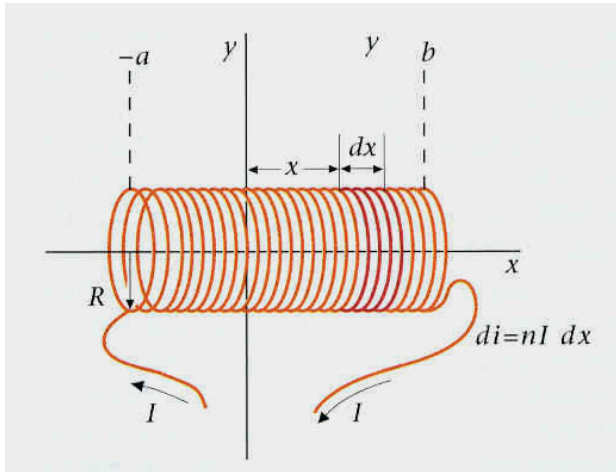
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

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



Solenoides

F II



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

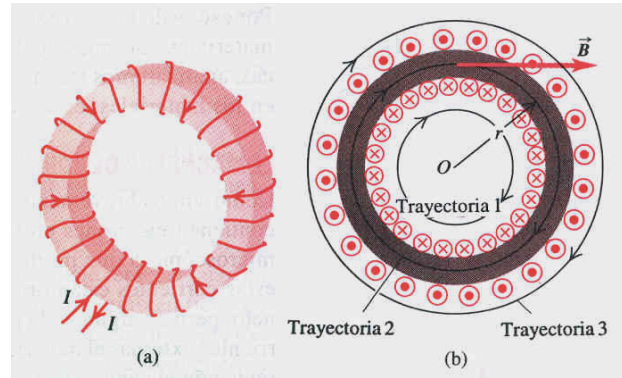
$$B_x = \mu_0 n I$$



F II

Otras geometrías

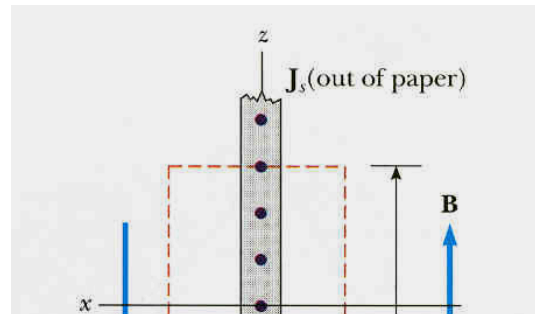
Toroide



$$B = \frac{\mu_0 NI}{2\pi R}$$

Plano indefinido

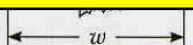
Cartagena99



$$B = \mu_0 K$$

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

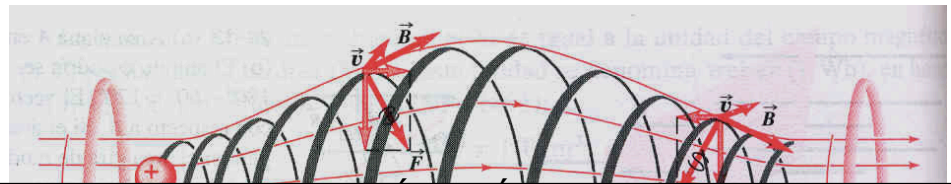
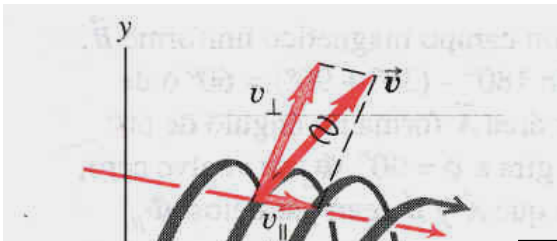
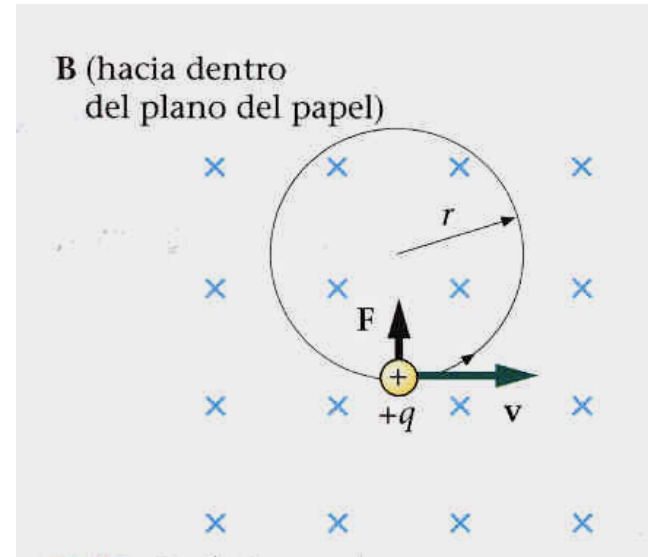




Dinámica de partículas en campos electromagnéticos

$$\mathbf{F} = q(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B})$$

$$F = qvB = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{qB}$$



Cartagena99

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

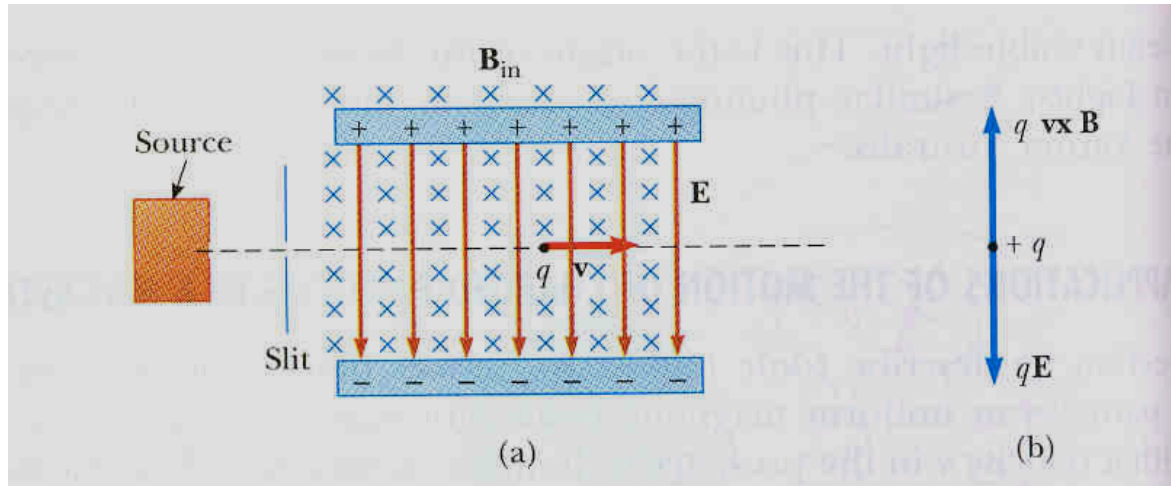
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

B



Selector de velocidades

F II



$$v = \frac{E}{B}$$

Cartagena99

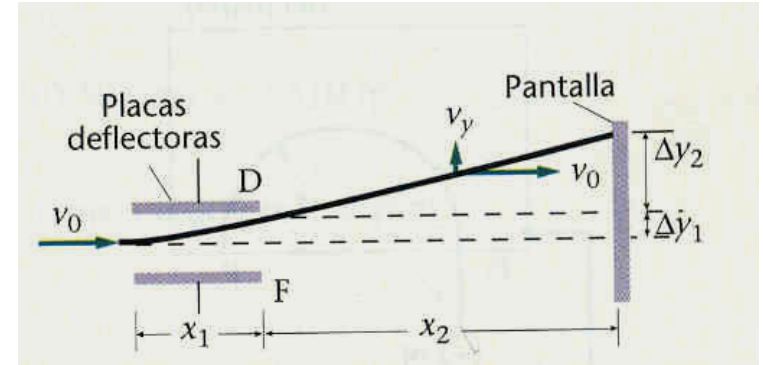
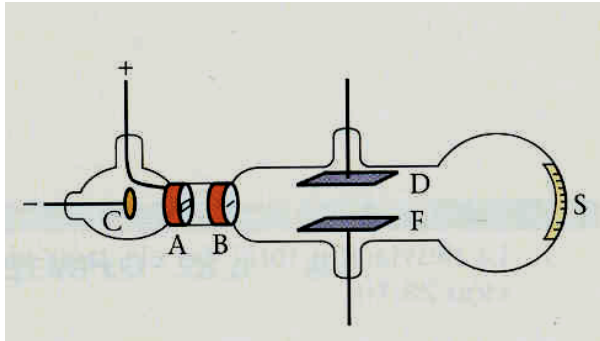
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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



Relación q_e/m

F II



$$v_0, t_1 = \frac{x_1}{v_0}, v_y = at_1 = \frac{qE}{m} t_1 = \frac{qE}{m} \frac{x_1}{v_0}, \Delta y_1 = \frac{1}{2} at^2 = \frac{1}{2} \frac{qE}{m} \left(\frac{x_1}{v_0} \right)^2$$

Cartagena99

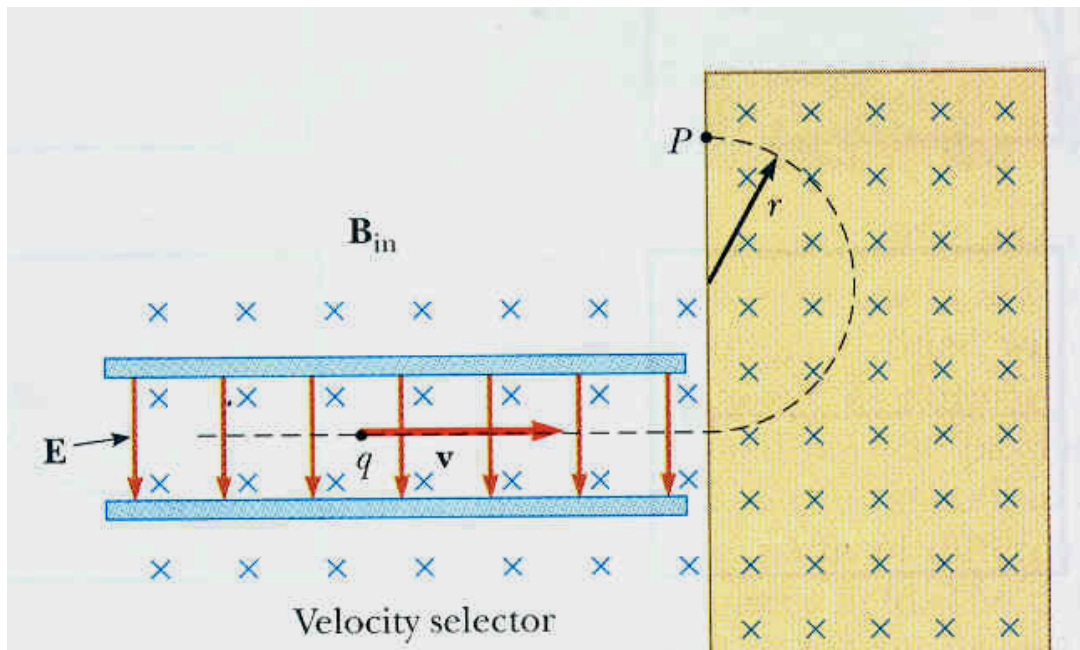
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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



Espectrómetro de masas

F II



$$\frac{m}{q} = \frac{rB_0}{v} = \frac{rB_0B}{E}$$

Cartagena99

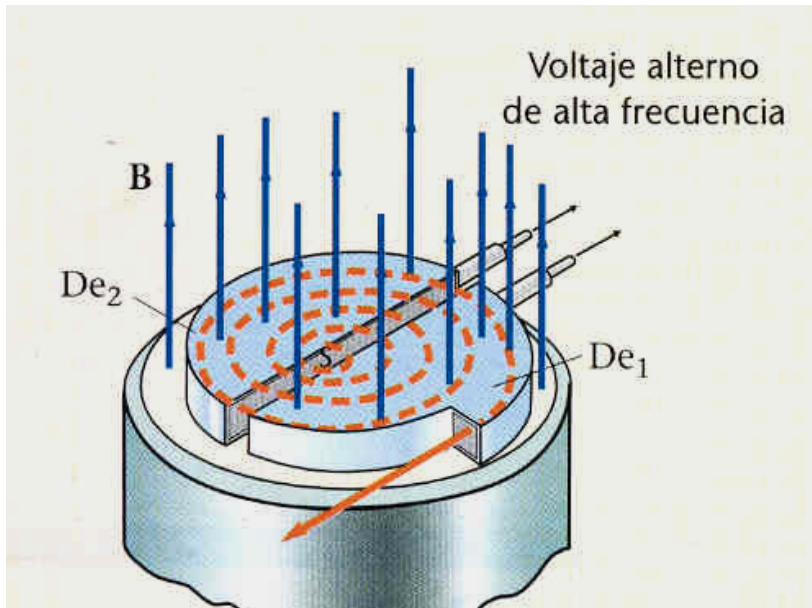
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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



El ciclotrón

F II



$$T = \frac{2\pi m}{qB}$$

$$r = \frac{mv}{qB}, \quad v = \frac{qBr}{m}$$

Cartagena99

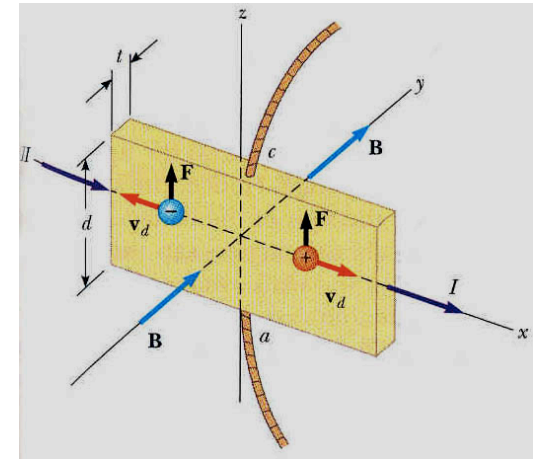
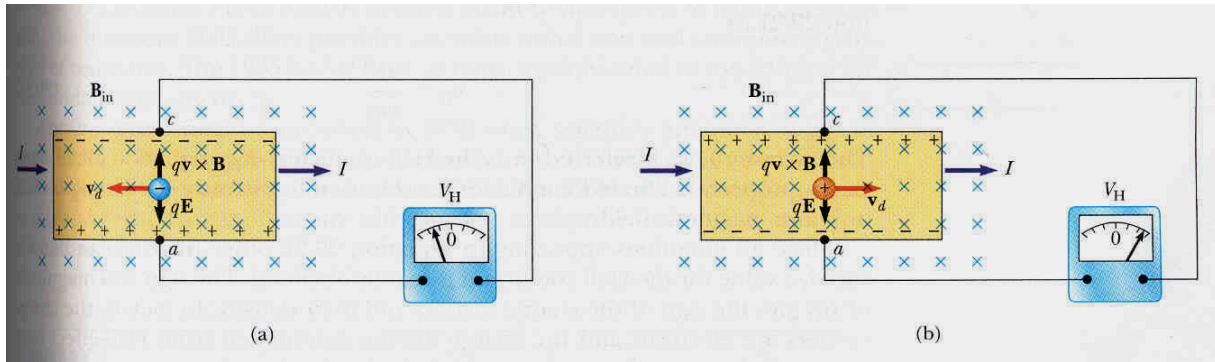
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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



El efecto Hall

F II



$$qv_d B = qE_H, E_H = v_d B, V_H = E_H d = v_d B d$$

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

11921 11921 11921



Dipolo magnético

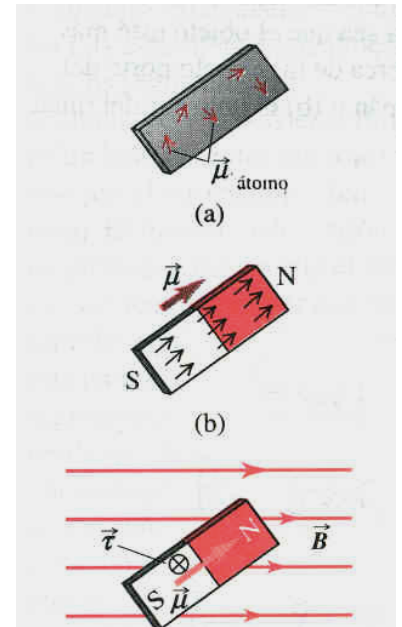
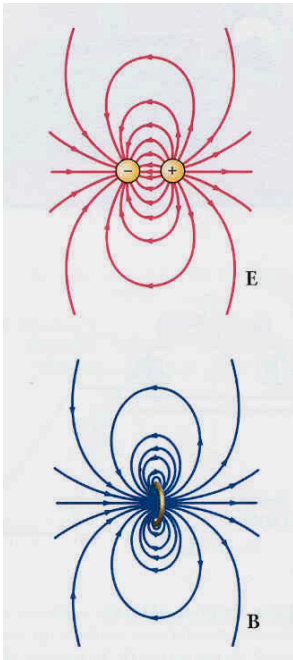
Momento dipolar magnético m

F II

Si en espira $R \ll x$

$$B \cong \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2I\pi R^2}{|x^3|} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2m}{|x^3|}, \quad m = \pi R^2 I$$

$$\Gamma = \mathbf{m} \times \mathbf{B}, \quad U = -\mathbf{m} \cdot \mathbf{B}$$



Cartagena99

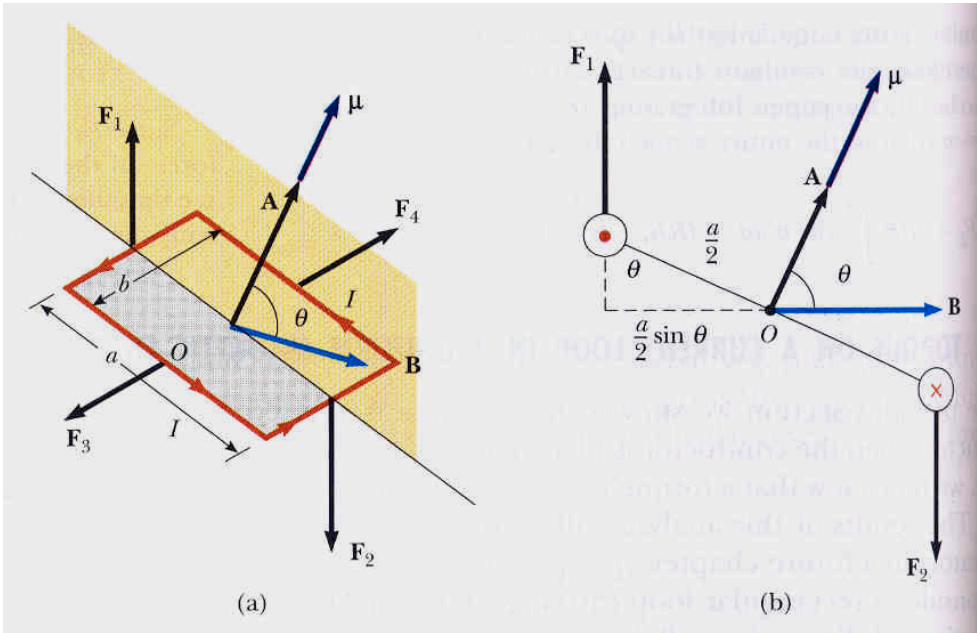
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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



Par sobre una espira

F II



$$\tau = F_1 \frac{a}{2} \text{sen } \theta + F_2 \frac{a}{2} \text{sen } \theta =$$

$$IbB \left(\frac{a}{2} \text{sen } \theta \right) + IbB \left(\frac{a}{2} \text{sen } \theta \right) =$$

$$IabB \text{sen } \theta = IAB \text{sen } \theta$$

Cartagena99

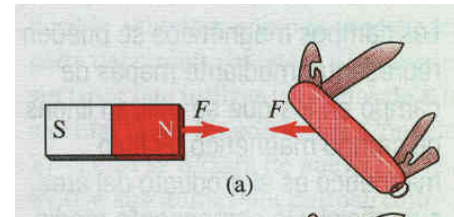
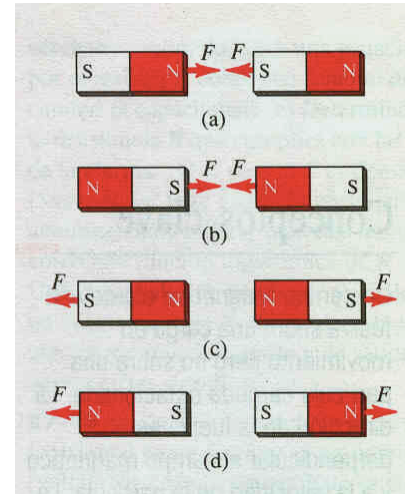
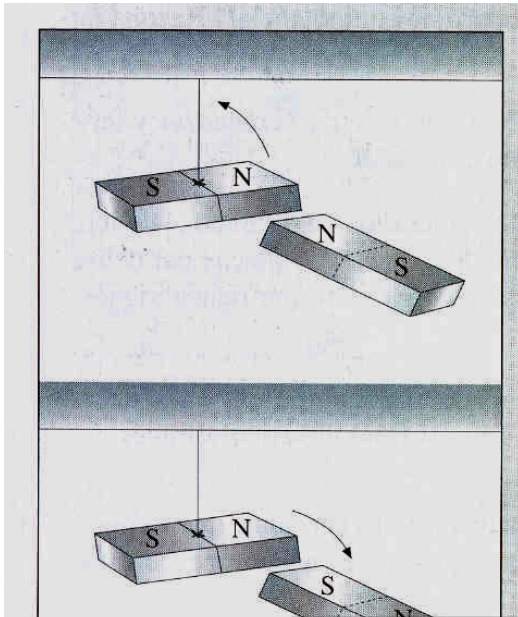
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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



Experiencias con imanes

F II



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

Medios magnéticos I



Modelo atómico

F II

Orbital

$$I = \frac{e}{T} = \frac{ev}{2\pi r}, m = \frac{ev}{2\pi r} (\pi r^2) = \frac{e}{2m_e} L, L = m_e v r$$

$$m = \frac{e}{2m_e} L, L = 0, \hbar, 2\hbar, \dots$$

Espín

$$S = \frac{\hbar}{2}, m = \mu_B = \frac{e}{2m_e} \hbar = \text{magnetón de Bohr}$$

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

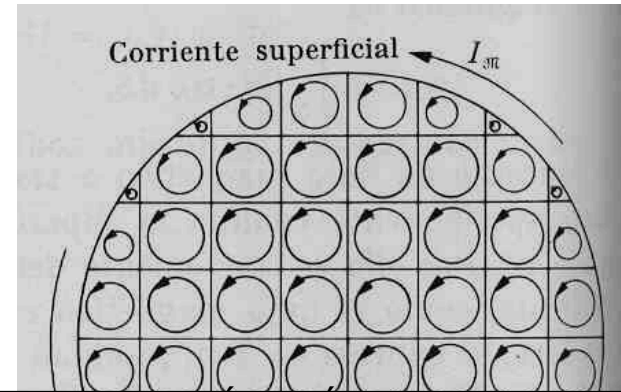
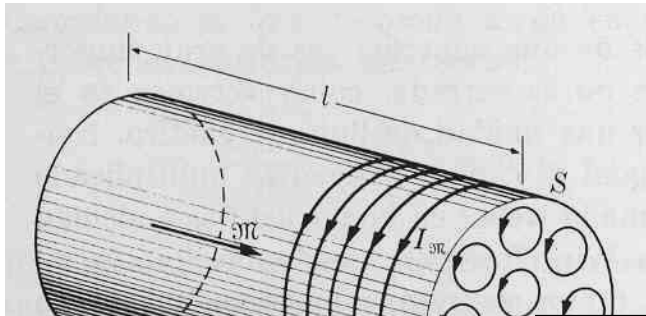


Medios magnéticos II

Tratamiento macroscópico. Vector imanación

F II

$$\mathbf{M} = \frac{d\mathbf{m}}{dv} \quad M\pi a^2 = K\pi a^2, \quad K = M, \quad \mathbf{K} = \mathbf{M} \times \mathbf{n}$$



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

Medios magnéticos III



F II Relación constitutiva. Susceptibilidad y permeabilidad magnética

$$B = \mu_0(nI + K) = \mu_0(nI + M), \frac{B}{\mu_0} - M = nI = H$$

$$\mathbf{M} = \chi_m \mathbf{H}, \mathbf{B} = \mu_0(\mathbf{H} + \mathbf{M}) = \mu_0(1 + \chi_m)\mathbf{H} = \mu\mathbf{H}$$

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



Medios magnéticos IV

F II

Diamagnetismo

$$\chi_m < 0, \mu_r < 1$$

Paramagnetismo

$$\chi_m > 0, \mu_r > 1$$

Ferromagnetismo

Ciclo de histéresis

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

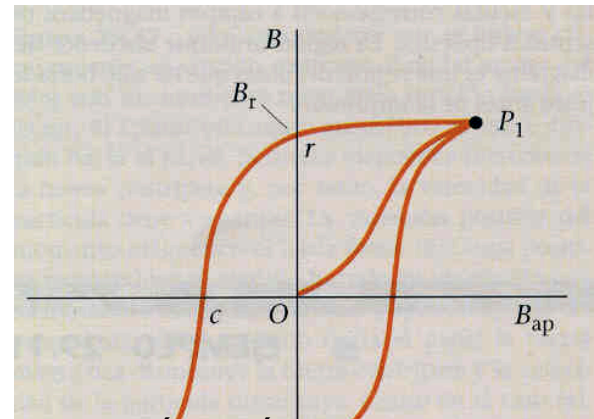
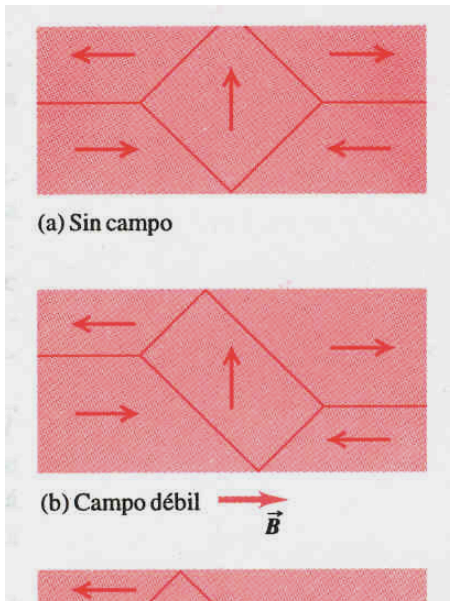


Medios magnéticos V

F II

Ferromagnetismo

$$\mu = f(B)$$



Cartagena99

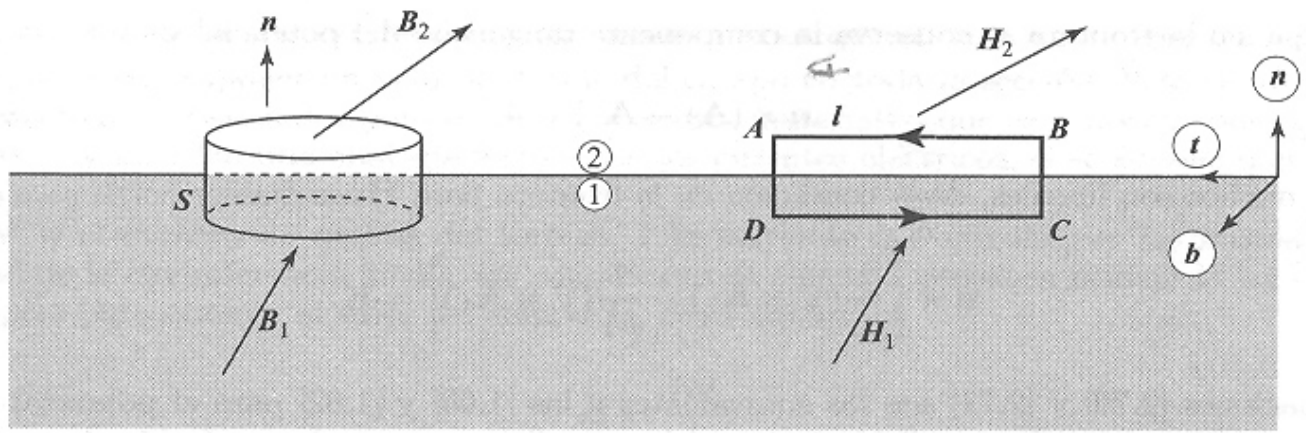
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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



Condiciones Frontera

F II



$$\mathbf{n} \cdot (\mathbf{B}_2 - \mathbf{B}_1) = 0,$$

Cartagena99

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

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