



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
FACULTAD DE CIENCIAS.

NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE:

**ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO.**

**DIPOSITIVAS : Leyes de la electricidad y magnetismo.,**

**OCTUBRE DE 2015.**

**Responsable: Dr. Jorge Mulia Rodríguez.**

# Guion Explicativo

## **ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO**

**En esta Asignatura el estudiante abordará *las leyes de la electricidad y magnetismo, así como su impacto en la Biología, Física y Tecnología.***

# Guion Explicativo

<b><i>Electrostática: Campo electrostático y potencial.</i></b>	Se estudian las propiedades electrostáticas de atracción y repulsión de cargas eléctricas en reposo, así como la unidad fundamental de la carga.
<b><i>1. Carga Eléctrica.</i></b>	
<b><i>1.1. Partículas Constituyentes de la materia.</i></b>	Se muestran las partículas elementales constituyentes de la materia (Electrón, Protón y Neutrón), así como la ley fundamental de su carga y su masa.
<b><i>1.2. Conservación de la carga.</i></b>	Se da una explicación sobre la conservación de la carga de un sistema cerrado.
<b><i>1.3 Carga por inducción.</i></b>	Por inducción se explica las propiedades de atracción y repulsión de cargas eléctricas.
<b><i>2. Conductores y aislantes.</i></b>	Mediante la conducción de cargas eléctricas en diferentes tipos de materiales se identifican que materiales son buenos conductores y cuales son aislantes.
<b><i>3. Ley de Coulomb.</i></b>	Se describe la fenomenología de la fuerza de dos cargas puntuales en reposo.
<b><i>3.1. Ley de Coulomb. Fenomenología.</i></b>	
<b><i>3.2. Ley de Coulomb. Fórmula.</i></b>	Se describe la formulación de la ley de Coulomb de dos cargas puntuales, directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional a la distancia de separación entre ellas.
<b><i>3.3. Sistema de Cargas.</i></b>	Se describe el principio de superposición de un sistema de cargas eléctricas puntuales y a partir de esta definición se ejemplifica en algunos ejemplos..
<b><i>4. Campo Eléctrico.</i></b>	Se describe la formulación del campo electrostático.
<b><i>4.1. Campo Eléctrico: Cargas puntuales.</i></b>	Se describen las líneas del campo eléctrico de una cargas eléctricas.
<b><i>4.2. Campo Eléctrico: Sistema de Cargas.</i></b>	De manera ilustrativa y mediante su respectiva formulación se describen las líneas del campo eléctrico de un sistema de cargas eléctricas.
<b><i>4.3. Campo creado por un dipolo.</i></b>	De manera ilustrativa y mediante su respectiva formulación se describen las líneas del campo eléctrico de un sistema de dos cargas eléctricas (dipolo eléctrico)

# Guion Explicativo

<b>4.4. Líneas de campo eléctrico.</b>	Se describe la fenomenología y las propiedades Físicas de las líneas del campo de un dipolo electrostático.
<b>4.5. Líneas de Campo en esferas y planos.</b>	Se describe la ilustración simétrica esférica de una carga esférica electrostática y la simetría plana de una placa.
<b>4.6. Líneas de campo para dipolos.</b>	Se describe la Ilustración de un dipolo eléctrico de dos cargas positivas, de una carga positiva y una negativa.
<b>3. Teorema de Gauss: Enunciados.</b>	Se enuncia el teorema de Gauss indicando que a dirección del flujo del campo eléctrico a través de una superficie depende del signo neto de la carga encerrada.
<b>5.1. Cálculo del flujo de un campo.</b>	El cálculo del flujo de un campo electrostático se describe Análogamente con un campo de velocidades.
<b>5.2. Cálculos con ley de Gauss: Carga puntual, simetría esférica</b>	Se determina y analiza la expresión del cálculo del campo y potencial electrostático a través de la ley de Gauss de una carga puntual con simetría esférica.
<b>5.3. Cálculos con ley de Gauss de un Conductor plano e infinito.</b>	Se determina y analiza la expresión del cálculo del campo y potencial electrostático a través de la ley de Gauss de un conductor plano e infinito.
<b>6. Conductores en equilibrio.</b>	Si el campo $E \neq 0$ se produce una redistribución de cargas en el interior hasta $E = 0$ , bajo esta condición se describe la situación de “equilibrio electrostático”.
<b>6.1. Carga y campo en un conductor en equilibrio electrostático.</b>	Se describe la situación de “equilibrio electrostático” en l superficie de un conductor electrostático.
<b>6.2. Conductor en un campo eléctrico.</b>	Se analiza la situación cuando en un conductor se produce una redistribución de carga en la superficie debido a la fuerza eléctrica.
<b>7. Trabajo de la fuerza eléctrica.</b>	Se determina y describe el Trabajo producido por una fuerza eléctrica fuerza conservativa para ir de un punto a a un punto b no depende del camino recorrido.
<b>8. Analizar las leyes de la electricidad, así como su impacto en la tecnología.</b>	Se da una introducción al estudio del Campo Magnético.

# Guion Explicativo

<b>9. Campo Magnético.</b>	Se da una introducción al estudio del Campo Magnético.
<b>9.1. El Campo magnetostático.</b>	Se introduce una historia sobre el estudio del Campo Magnético.
<b>9.2. Campo Magnético.</b>	Se analizan las líneas del campo magnético.
<b>9.3. Fuerza de Lorentz.</b>	<i>Se analiza la situación Física sobre el Movimiento de partículas en un campo magnético B</i>
<b>9.4. Trayectoria de un campo B constante.</b>	Se estudian las expresiones correspondientes a través de la Fuerzas de Lorentz cuando un electros efectúa una trayectoria curva en campos B constantes.
<b>10. Bibliografía.</b> <i>(Bibliografía de consulta referente a los temas y algunas figuras de las diapositivas)</i>	Bibliografía de consulta referente a los temas y algunas figuras presentados en las diapositivas.

# Índice

Página		Página	
13	<i>Electrostática: Campo electrostático y potencial eléctrico.</i> <i>1. Carga Eléctrica.</i>	31	<i>4.4. Líneas de campo eléctrico.</i>
14	<i>1.1. Partículas Constituyentes de la materia.</i>	32	<i>4.5. Líneas de Campo en esferas y planos.</i>
16	<i>1.2. Conservación de la carga.</i>	33	<i>4.6. Líneas de campo para dipolos.</i>
17	<i>1.3 Carga por inducción.</i>	38	<i>3. Teorema de Gauss: Enunciados.</i>
18	<i>2. Conductores y aislantes.</i>	39	<i>5.1. Cálculo del flujo de un campo.</i>
19	<i>3. Ley de Coulomb.</i> <i>3.1. Ley de Coulomb. Fenomenología.</i>	40	<i>5.2. Cálculos con ley de Gauss: Carga puntual, simetría esférica</i>
20	<i>3.2. Ley de Coulomb. Fórmula.</i>	41	<i>5.3. Cálculos con ley de Gauss de un Conductor plano e infinito.</i>
24	<i>3.3. Ley de Coulomb. Sistema de Cargas.</i>	42	<i>6. Conductores en equilibrio.</i>
27	<i>4. Campo Eléctrico.</i>	43	<i>6.1. Carga y campo en un conductor en equilibrio electrostático.</i>
28	<i>4.1. Campo Eléctrico: Cargas puntuales.</i>	44	<i>6.2. Conductor en un campo eléctrico.</i>
29	<i>4.2. Campo Eléctrico: Sistema de Cargas.</i>	45	<i>7. Trabajo de la fuerza eléctrica.</i>
30	<i>4.3. Campo creado por un dipolo.</i>	46	<i>8. Analizar las leyes de la electricidad, así como su impacto en la tecnología.</i>

# Índice

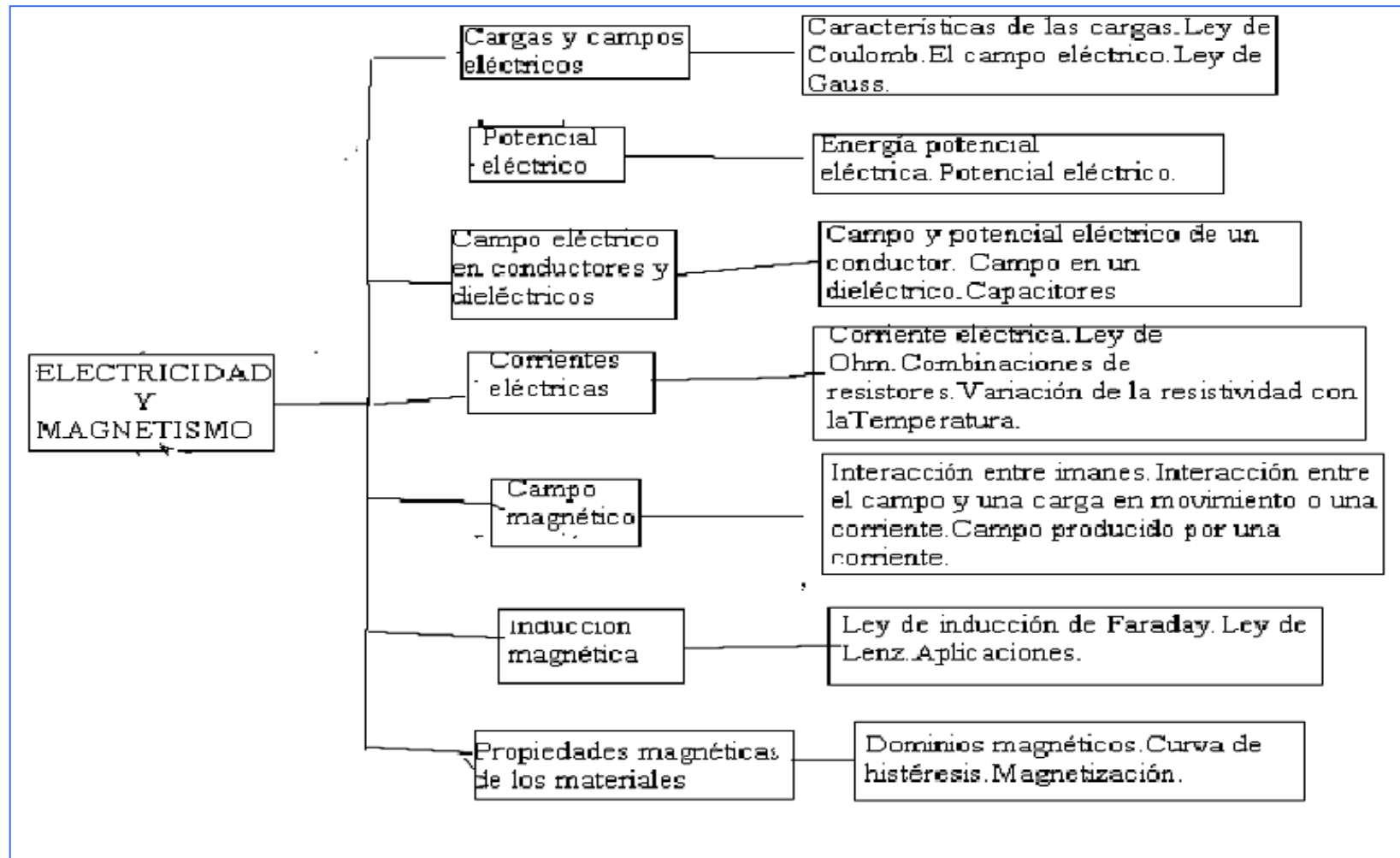
Página	
47	<b><i>9. Campo Magnético.</i></b>
47	<b><i>9.1. El Campo magnetostático.</i></b>
48	<b><i>9.2. Campo Magnético.</i></b>
49	<b><i>9.3. Fuerza de Lorentz.</i></b>
50	<b><i>9.4. Trayectoria de un campo B constante.</i></b>
51	<b><i>10. Bibliografía.</i></b> <b><i>(Bibliografía de consulta referente a los temas y figuras de las diapositivas)</i></b>

# **ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO.**

## **ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO.**

- I.- Cargas y campos eléctricos.**
- II.- Potencial eléctrico.**
- III.- Campo eléctrico en conductores y dieléctricos.**
- IV. Corrientes eléctricas.**
- V.- Campo magnético**
- VI.- Inducción magnética**
- VII.- Propiedades magnéticas de los materiales.**

# Secuencia Didáctica



MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA EN FÍSICA 2003

CRÉDITOS TOTALES 431 - 453

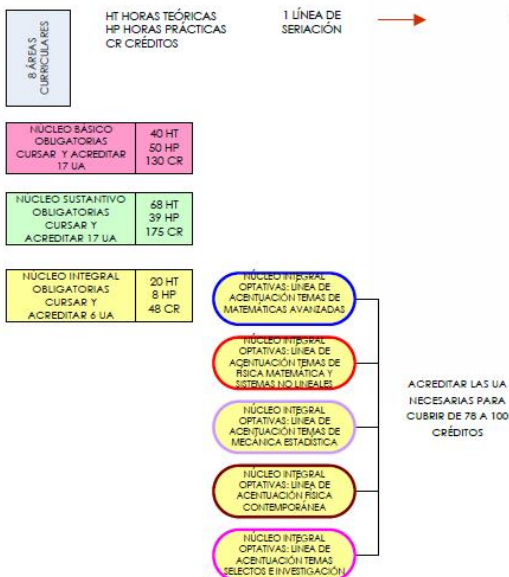
FÍSICA BÁSICA	<table border="1"> <tr> <td>FÍSICA TÉRMICA</td> <td>4 2 10</td> <td>MÉCANICA</td> <td>5 2 12</td> <td>ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO</td> <td>5 2 12</td> <td>ÓPTICA</td> <td>3 2 8</td> </tr> <tr> <td>FÍSICA CONCEPTUAL</td> <td>3 2 8</td> <td colspan="5"></td> <td></td> </tr> </table>	FÍSICA TÉRMICA	4 2 10	MÉCANICA	5 2 12	ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO	5 2 12	ÓPTICA	3 2 8	FÍSICA CONCEPTUAL	3 2 8																																																												
FÍSICA TÉRMICA	4 2 10	MÉCANICA	5 2 12	ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO	5 2 12	ÓPTICA	3 2 8																																																																
FÍSICA CONCEPTUAL	3 2 8																																																																						
MATEMÁTICAS	<table border="1"> <tr> <td>MATEMÁTICAS BÁSICAS</td> <td>6 4 16</td> <td>ÁLGEBRA AVANZADA</td> <td>5 2 12</td> <td>ÁLGEBRA LINEAL</td> <td>4 2 10</td> <td>CÁLCULO VECTORIAL</td> <td>4 2 10</td> <td>CÁLCULO INTEGRAL VECTORIAL</td> <td>4 2 10</td> <td>VARIABLE COMPLEJA</td> <td>4 2 10</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>CÁLCULO DIFERENCIAL</td> <td>4 2 10</td> <td>CÁLCULO INTEGRAL</td> <td>4 2 10</td> <td></td> <td></td> <td>PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA</td> <td>4 2 10</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>ECUACIONES DIFERENCIALES</td> <td>4 2 10</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	MATEMÁTICAS BÁSICAS	6 4 16	ÁLGEBRA AVANZADA	5 2 12	ÁLGEBRA LINEAL	4 2 10	CÁLCULO VECTORIAL	4 2 10	CÁLCULO INTEGRAL VECTORIAL	4 2 10	VARIABLE COMPLEJA	4 2 10			CÁLCULO DIFERENCIAL	4 2 10	CÁLCULO INTEGRAL	4 2 10			PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA	4 2 10											ECUACIONES DIFERENCIALES	4 2 10																																				
MATEMÁTICAS BÁSICAS	6 4 16	ÁLGEBRA AVANZADA	5 2 12	ÁLGEBRA LINEAL	4 2 10	CÁLCULO VECTORIAL	4 2 10	CÁLCULO INTEGRAL VECTORIAL	4 2 10	VARIABLE COMPLEJA	4 2 10																																																												
		CÁLCULO DIFERENCIAL	4 2 10	CÁLCULO INTEGRAL	4 2 10			PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA	4 2 10																																																														
								ECUACIONES DIFERENCIALES	4 2 10																																																														
FÍSICA MATEMÁTICA	<table border="1"> <tr> <td>MÉTODOS MATEMÁTICOS I</td> <td>4 2 10</td> <td>MÉTODOS MATEMÁTICOS II</td> <td>4 2 10</td> <td>MÉTODOS GEOMÉTRICOS DE LA FÍSICA MATEMÁTICA</td> <td>4 2 10</td> <td>TEMAS SELECTOS DE ANÁLISIS APLICADO</td> <td>4 2 10</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>GEOMETRÍA DIFERENCIAL</td> <td>4 2 10</td> <td>TOPOLOGÍA BÁSICA</td> <td>4 2 10</td> <td>TOPOLOGÍA AVANZADA</td> <td>4 2 10</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>APLICACIONES DE LA TEORÍA DE GRUPOS</td> <td>4 2 10</td> <td>ÁLGEBRA LINEAL AVANZADA</td> <td>4 2 10</td> <td>CÁLCULO EN VARIEDADES</td> <td>4 2 10</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>ECUACIONES DIFERENCIALES NO LINEALES</td> <td>4 2 10</td> <td>TEORÍA DE SOLITONES</td> <td>4 2 10</td> <td>CÁLCULO DE VARIACIONES</td> <td>4 2 10</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>ECUACIONES DIFERENCIALES PARCIALES</td> <td>4 2 10</td> <td>TEMAS SELECTOS DE LA FÍSICA MATEMÁTICA</td> <td>4 2 10</td> <td>SISTEMAS DINÁMICOS</td> <td>4 2 10</td> </tr> </table>	MÉTODOS MATEMÁTICOS I	4 2 10	MÉTODOS MATEMÁTICOS II	4 2 10	MÉTODOS GEOMÉTRICOS DE LA FÍSICA MATEMÁTICA	4 2 10	TEMAS SELECTOS DE ANÁLISIS APLICADO	4 2 10			GEOMETRÍA DIFERENCIAL	4 2 10	TOPOLOGÍA BÁSICA	4 2 10	TOPOLOGÍA AVANZADA	4 2 10			APLICACIONES DE LA TEORÍA DE GRUPOS	4 2 10	ÁLGEBRA LINEAL AVANZADA	4 2 10	CÁLCULO EN VARIEDADES	4 2 10			ECUACIONES DIFERENCIALES NO LINEALES	4 2 10	TEORÍA DE SOLITONES	4 2 10	CÁLCULO DE VARIACIONES	4 2 10			ECUACIONES DIFERENCIALES PARCIALES	4 2 10	TEMAS SELECTOS DE LA FÍSICA MATEMÁTICA	4 2 10	SISTEMAS DINÁMICOS	4 2 10																														
MÉTODOS MATEMÁTICOS I	4 2 10	MÉTODOS MATEMÁTICOS II	4 2 10	MÉTODOS GEOMÉTRICOS DE LA FÍSICA MATEMÁTICA	4 2 10	TEMAS SELECTOS DE ANÁLISIS APLICADO	4 2 10																																																																
		GEOMETRÍA DIFERENCIAL	4 2 10	TOPOLOGÍA BÁSICA	4 2 10	TOPOLOGÍA AVANZADA	4 2 10																																																																
		APLICACIONES DE LA TEORÍA DE GRUPOS	4 2 10	ÁLGEBRA LINEAL AVANZADA	4 2 10	CÁLCULO EN VARIEDADES	4 2 10																																																																
		ECUACIONES DIFERENCIALES NO LINEALES	4 2 10	TEORÍA DE SOLITONES	4 2 10	CÁLCULO DE VARIACIONES	4 2 10																																																																
		ECUACIONES DIFERENCIALES PARCIALES	4 2 10	TEMAS SELECTOS DE LA FÍSICA MATEMÁTICA	4 2 10	SISTEMAS DINÁMICOS	4 2 10																																																																
FÍSICA TEÓRICA CLÁSICA	<table border="1"> <tr> <td>MECÁNICA TEÓRICA</td> <td>5 2 12</td> <td>FÍSICA ESTADÍSTICA</td> <td>5 2 12</td> <td>ÓPTICA MODERNA</td> <td>3 2 8</td> <td>INTRODUCCIÓN A LA ASTROFÍSICA</td> <td>4 2 10</td> <td>GRAVITACIÓN</td> <td>4 2 10</td> </tr> <tr> <td>TERMODINÁMICA</td> <td>4 2 10</td> <td>ELECTRODINÁMICA</td> <td>5 2 12</td> <td>MATERIA CONDENSADA</td> <td>4 0 8</td> <td>COSMOLOGÍA</td> <td>4 2 10</td> <td>TEORÍA CLÁSICA DE CAMPOS</td> <td>4 2 10</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>TEORÍA DE LÍQUIDOS</td> <td>4 2 10</td> <td>RELATIVIDAD</td> <td>4 0 8</td> <td>PLASMAS</td> <td>4 2 10</td> <td>ONDAS Y OSCILACIONES LINEALES Y NO LINEALES</td> <td>4 2 10</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>MAGNETOHIDRODINÁMICA</td> <td>4 2 10</td> <td>FÍSICA ESTADÍSTICA FUERA DE EQUILIBRIO</td> <td>4 2 10</td> <td>PROCESOS ESTOCÁSTICOS</td> <td>4 2 10</td> <td>HIDRODINÁMICA</td> <td>4 2 10</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>MATERIA CONDENSADA BLANDA</td> <td>4 2 10</td> <td>TERMODINÁMICA DE PROCESOS IRREVERSIBLES</td> <td>4 2 10</td> <td>ÓPTICA NO LINEAL</td> <td>4 2 10</td> <td>ÓPTICA GEOMÉTRICA</td> <td>4 2 10</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>TEORÍA CINÉTICA DE GASES</td> <td>4 2 10</td> <td>TEMAS SELECTOS DE FÍSICA TEÓRICA I</td> <td>4 2 10</td> <td>TEMAS SELECTOS DE FÍSICA TEÓRICA II</td> <td>4 2 10</td> <td>TEMAS SELECTOS DE FÍSICA TEÓRICA</td> <td>4 2 10</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>TEMAS SELECTOS DE FÍSICA AVANZADA I</td> <td>4 2 10</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>TEMAS SELECTOS DE FÍSICA AVANZADA II</td> <td>4 2 10</td> </tr> </table>	MECÁNICA TEÓRICA	5 2 12	FÍSICA ESTADÍSTICA	5 2 12	ÓPTICA MODERNA	3 2 8	INTRODUCCIÓN A LA ASTROFÍSICA	4 2 10	GRAVITACIÓN	4 2 10	TERMODINÁMICA	4 2 10	ELECTRODINÁMICA	5 2 12	MATERIA CONDENSADA	4 0 8	COSMOLOGÍA	4 2 10	TEORÍA CLÁSICA DE CAMPOS	4 2 10			TEORÍA DE LÍQUIDOS	4 2 10	RELATIVIDAD	4 0 8	PLASMAS	4 2 10	ONDAS Y OSCILACIONES LINEALES Y NO LINEALES	4 2 10			MAGNETOHIDRODINÁMICA	4 2 10	FÍSICA ESTADÍSTICA FUERA DE EQUILIBRIO	4 2 10	PROCESOS ESTOCÁSTICOS	4 2 10	HIDRODINÁMICA	4 2 10			MATERIA CONDENSADA BLANDA	4 2 10	TERMODINÁMICA DE PROCESOS IRREVERSIBLES	4 2 10	ÓPTICA NO LINEAL	4 2 10	ÓPTICA GEOMÉTRICA	4 2 10			TEORÍA CINÉTICA DE GASES	4 2 10	TEMAS SELECTOS DE FÍSICA TEÓRICA I	4 2 10	TEMAS SELECTOS DE FÍSICA TEÓRICA II	4 2 10	TEMAS SELECTOS DE FÍSICA TEÓRICA	4 2 10			TEMAS SELECTOS DE FÍSICA AVANZADA I	4 2 10					TEMAS SELECTOS DE FÍSICA AVANZADA II	4 2 10
MECÁNICA TEÓRICA	5 2 12	FÍSICA ESTADÍSTICA	5 2 12	ÓPTICA MODERNA	3 2 8	INTRODUCCIÓN A LA ASTROFÍSICA	4 2 10	GRAVITACIÓN	4 2 10																																																														
TERMODINÁMICA	4 2 10	ELECTRODINÁMICA	5 2 12	MATERIA CONDENSADA	4 0 8	COSMOLOGÍA	4 2 10	TEORÍA CLÁSICA DE CAMPOS	4 2 10																																																														
		TEORÍA DE LÍQUIDOS	4 2 10	RELATIVIDAD	4 0 8	PLASMAS	4 2 10	ONDAS Y OSCILACIONES LINEALES Y NO LINEALES	4 2 10																																																														
		MAGNETOHIDRODINÁMICA	4 2 10	FÍSICA ESTADÍSTICA FUERA DE EQUILIBRIO	4 2 10	PROCESOS ESTOCÁSTICOS	4 2 10	HIDRODINÁMICA	4 2 10																																																														
		MATERIA CONDENSADA BLANDA	4 2 10	TERMODINÁMICA DE PROCESOS IRREVERSIBLES	4 2 10	ÓPTICA NO LINEAL	4 2 10	ÓPTICA GEOMÉTRICA	4 2 10																																																														
		TEORÍA CINÉTICA DE GASES	4 2 10	TEMAS SELECTOS DE FÍSICA TEÓRICA I	4 2 10	TEMAS SELECTOS DE FÍSICA TEÓRICA II	4 2 10	TEMAS SELECTOS DE FÍSICA TEÓRICA	4 2 10																																																														
		TEMAS SELECTOS DE FÍSICA AVANZADA I	4 2 10					TEMAS SELECTOS DE FÍSICA AVANZADA II	4 2 10																																																														
FÍSICA TEÓRICA CUÁNTICA	<table border="1"> <tr> <td>INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA CUÁNTICA</td> <td>5 2 12</td> <td>FÍSICA CUÁNTICA</td> <td>5 2 12</td> <td>FÍSICA NUCLEAR</td> <td>4 0 8</td> <td>MECÁNICA CUÁNTICA RELATIVISTA</td> <td>4 2 10</td> </tr> <tr> <td>ESTADO SÓLIDO</td> <td>4 2 10</td> <td>TEMAS SELECTOS DE FÍSICA NUCLEAR</td> <td>4 2 10</td> <td>TEORÍA CUÁNTICA DE CAMPOS</td> <td>4 2 10</td> <td>ELECTRODINÁMICA CUÁNTICA</td> <td>4 2 10</td> </tr> <tr> <td>FÍSICA MOLECULAR</td> <td>4 2 10</td> <td>FÍSICA ATÓMICA AVANZADA</td> <td>4 2 10</td> <td></td> <td></td> <td>QUÍMICA CUÁNTICA</td> <td>4 2 10</td> </tr> </table>	INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA CUÁNTICA	5 2 12	FÍSICA CUÁNTICA	5 2 12	FÍSICA NUCLEAR	4 0 8	MECÁNICA CUÁNTICA RELATIVISTA	4 2 10	ESTADO SÓLIDO	4 2 10	TEMAS SELECTOS DE FÍSICA NUCLEAR	4 2 10	TEORÍA CUÁNTICA DE CAMPOS	4 2 10	ELECTRODINÁMICA CUÁNTICA	4 2 10	FÍSICA MOLECULAR	4 2 10	FÍSICA ATÓMICA AVANZADA	4 2 10			QUÍMICA CUÁNTICA	4 2 10																																														
INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA CUÁNTICA	5 2 12	FÍSICA CUÁNTICA	5 2 12	FÍSICA NUCLEAR	4 0 8	MECÁNICA CUÁNTICA RELATIVISTA	4 2 10																																																																
ESTADO SÓLIDO	4 2 10	TEMAS SELECTOS DE FÍSICA NUCLEAR	4 2 10	TEORÍA CUÁNTICA DE CAMPOS	4 2 10	ELECTRODINÁMICA CUÁNTICA	4 2 10																																																																
FÍSICA MOLECULAR	4 2 10	FÍSICA ATÓMICA AVANZADA	4 2 10			QUÍMICA CUÁNTICA	4 2 10																																																																

MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA EN FÍSICA 2003

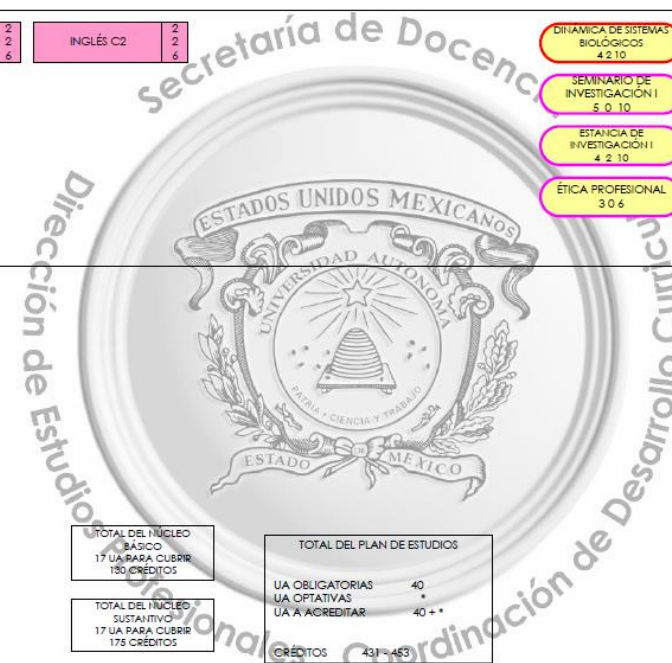
CRÉDITOS TOTALES 431-453

FÍSICA COMPUTACIONAL	COMPUTACIÓN BÁSICA	0 4 4						LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN	2 4 8	FÍSICA COMPUTACIONAL	5 3 13	SIMULACIÓN DE SISTEMAS EN EQUILIBRIO	4 2 10	SIMULACIÓN DE SISTEMAS FUERA DE EQUILIBRIO	4 2 10	FÍSICA COMPUTACIONAL AVANZADA	4 2 10			
	TÉCNICAS DE LABORATORIO	0 5 5	LABORATORIO DE FÍSICA TÉRMICA	0 5 5	LABORATORIO DE MÉCANICA	0 5 5	LABORATORIO DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO	0 6 6	LABORATORIO DE ÓPTICA	0 3 3	LABORATORIO DE FÍSICA CUÁNTICA	0 4 4	LABORATORIO DE FÍSICA NUCLEAR	0 6 6	LABORATORIO DE ESTADO SÓLIDO	0 6 6	LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN	2 6 10		
													TEMAS SELECTOS DE FÍSICA APLICADA I	4 2 10	TEMAS SELECTOS DE FÍSICA APLICADA II	4 2 10	LABORATORIO AVANZADO DE ÓPTICA	0 6 6		
FÍSICA EXPERIMENTAL													LABORATORIO AVANZADO	0 4 4						
INTERDISCIPLINARIAS Y COMPLEMENTARIAS	INTRODUCCIÓN A LA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA		2 0 4	INGLÉS C1	2 2 6	INGLÉS C2	2 2 6						DINÁMICA DE SISTEMAS BIOLÓGICOS	4 2 10	ESTRUCTURA DE LA MATERIA	4 2 10	BIOFÍSICA BÁSICA	4 2 10	BIOFÍSICA MOLECULAR	4 2 10
													SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN I	5 0 10	SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN II	5 0 10	ECONOFÍSICA	4 2 10	FISICOQUÍMICA	4 2 10
												ESTANCIA DE INVESTIGACIÓN I	4 2 10	ESTANCIA DE INVESTIGACIÓN II	4 2 10	HISTORIA DE LA FÍSICA	4 0 8	FLOSOFÍA DE LA FÍSICA	4 0 8	
												ÉTICA PROFESIONAL	3 0 6	GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS	4 2 6	ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN	3 3 9			

SIMBOLOGÍA

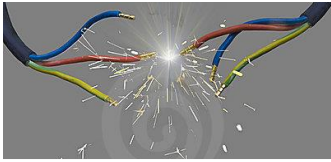


TOTAL DEL NÚCLEO BASICO 17 UA PARA CUBRIR 130 CRÉDITOS	TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS
TOTAL DEL NÚCLEO SUSTANTIVO 17 UA PARA CUBRIR 175 CRÉDITOS	UA OBLIGATORIAS 40
TOTAL DEL NÚCLEO INTEGRAL 6 UA PARA CUBRIR DE 126 A 148 CRÉDITOS	UA OPTATIVAS *
	UA A ACREDITAR 40 + *
	CRÉDITOS 431-453



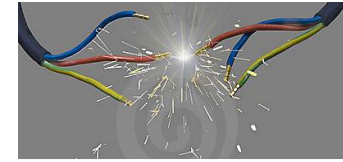
## ***ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO***

**Analizar las leyes de la electricidad y magnetismo, así como su impacto en la Biología, Física y la Tecnología.**



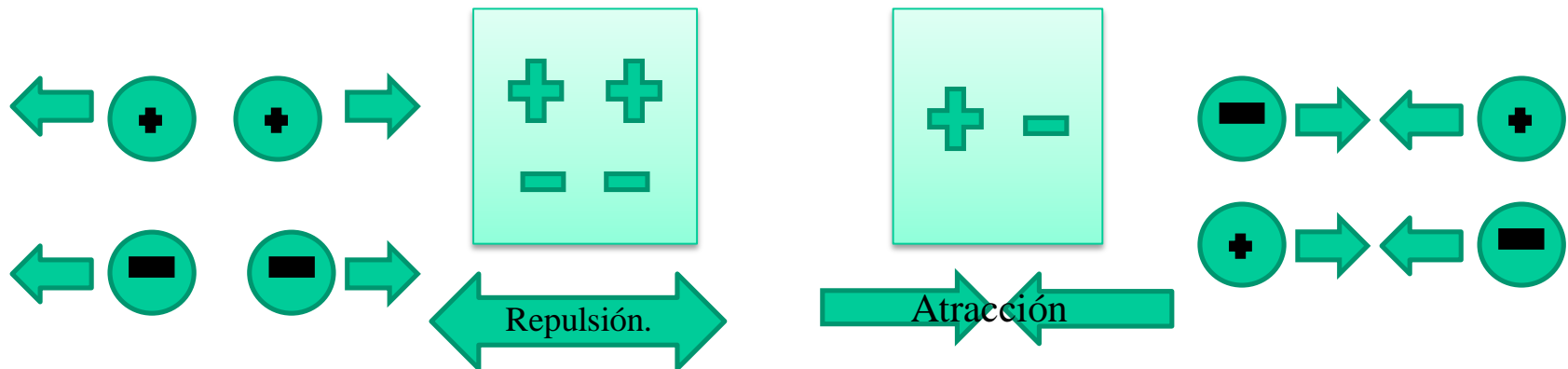
# Electrostática

Campo electrostático y potencial eléctrico.



## 1. Carga Eléctrica

- **Electrostática:** Es el estudio de las cargas eléctricas en reposo.



- **Unidad fundamental de la carga** = el electrón.  $e = 1.602177 \times 10^{-19} \text{ C}$ .

# 1.1 Partículas Constituyentes de la Materia.

Partículas	Masa (kg)	Carga (C)
Electrón	$9.1 \times 10^{-31}$	$-1.6 \times 10^{-19}$
Protón	$1.67 \times 10^{-27}$	$+1.6 \times 10^{-19}$
Neutrón	$1.67 \times 10^{-27}$	0

**Z** = número de electrones = número de protones

**Elemento**

**A** = número de protones + neutrones

**Isótopo**

❖ Un átomo tiene el mismo número de electrones que de protones.

es neutro:

$$Q = Z \cdot q_p - Z \cdot q_e = 0$$

❖ Ión positivo: le faltan electrones

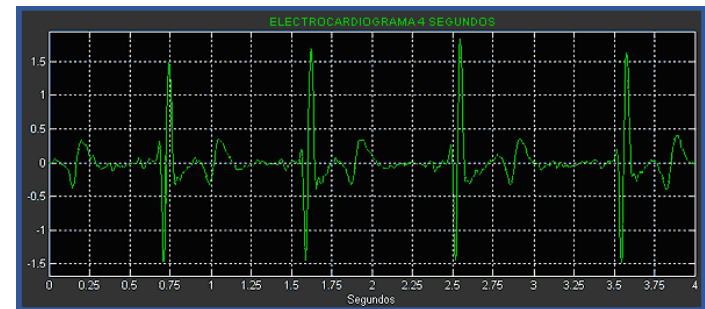
$$Q = +n_e \cdot q_e = 0$$

❖ Ión negativo: tiene electrones añadidos

$$Q = -n_e \cdot q_e = 0$$

# ¿En qué se Fundamenta la Bioelectricidad ?

- Leyes y principios de la física eléctrica
  - A partir de los cuales se estudian los fenómenos bioeléctricos que ocurren en el organismo:
    - Transporte de iones a través de la membrana
    - Transferencia de los impulsos nerviosos
    - Contracción de las fibras musculares, etc.
  - Y para la comprensión de dispositivos que proporcionan diversos registros eléctricos:
    - Electrocardiograma
    - Electroencefalograma
    - Electromiograma, etc.



## 1.2 Conservación de la carga

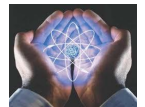
- *La carga ni se crea ni se destruye, se transfiere:*

Entre átomos.

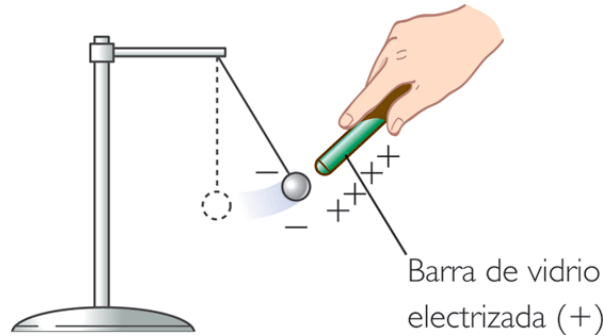
Entre moléculas.

Entre cuerpos.

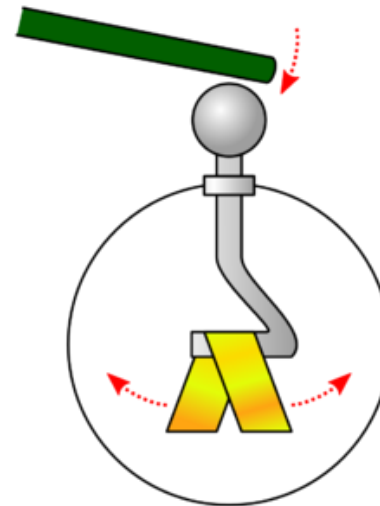
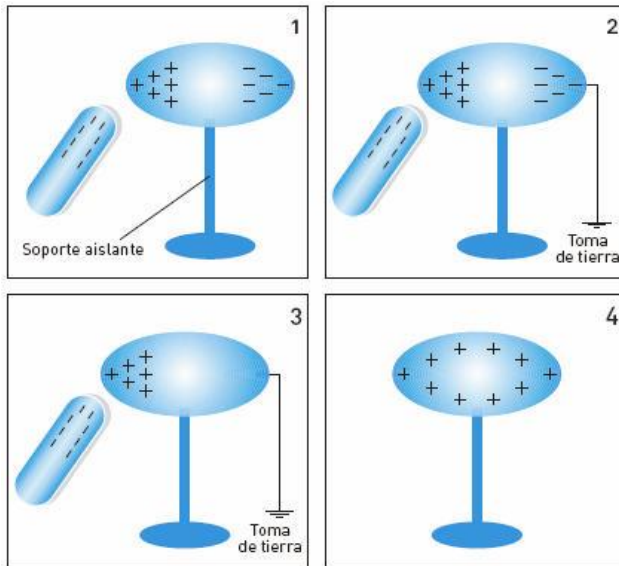
La suma de todas las cargas de un sistema cerrado es constante



# 1.3 Carga por inducción.



- Bola con carga negativa y barra de vidrio electrizada positivamente se atraen.



- **Electroscopio:** Al acercar una varilla cargada las láminas adquieren carga y se separan.

## 2. Conductores y aislantes

• **Aislantes:** materiales en los que la carga eléctrica no se puede mover libremente. (Madera, plástico, roca.....)



• **Conductores:** los electrones tienen libertad de movimiento. (Metales)



Conductores eléctricos



Aislantes eléctricos

• **Semiconductores:** se pueden comportar como conductores o como aislantes.

### 3. Ley de Coulomb.

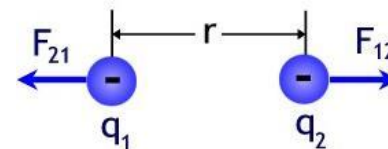
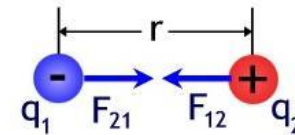
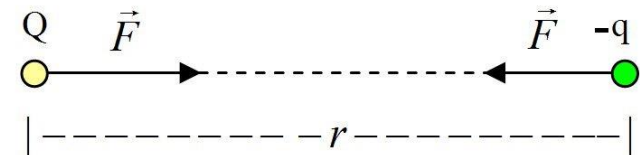
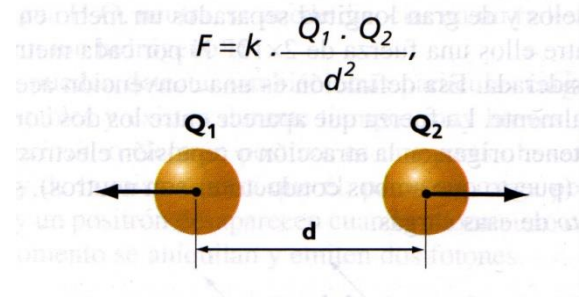
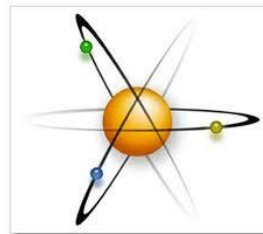
#### 3.1 Ley de Coulomb.

##### Fenomenología

❖ La fuerza entre cargas puntuales está dirigida a lo largo de la línea que las une.

❖ La fuerza varía inversamente proporcional con el cuadrado de la distancia que los separa y es proporcional al producto de las cargas.

❖ La fuerza es repulsiva si las cargas son del mismo signo y atractiva si son de signo diferente.



## 3.2 Ley de Coulomb. Fórmula

❖ Fuerza ejercida por  $q_1$  sobre  $q_2$

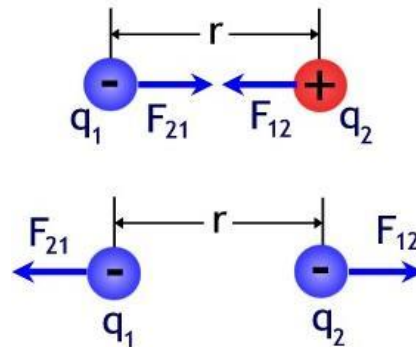
Vectorialmente  $\vec{F}_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \hat{r}_{12}$        $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$        $F_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2}$       Escalarmente

❖  $k$  → Constante de Coulomb.

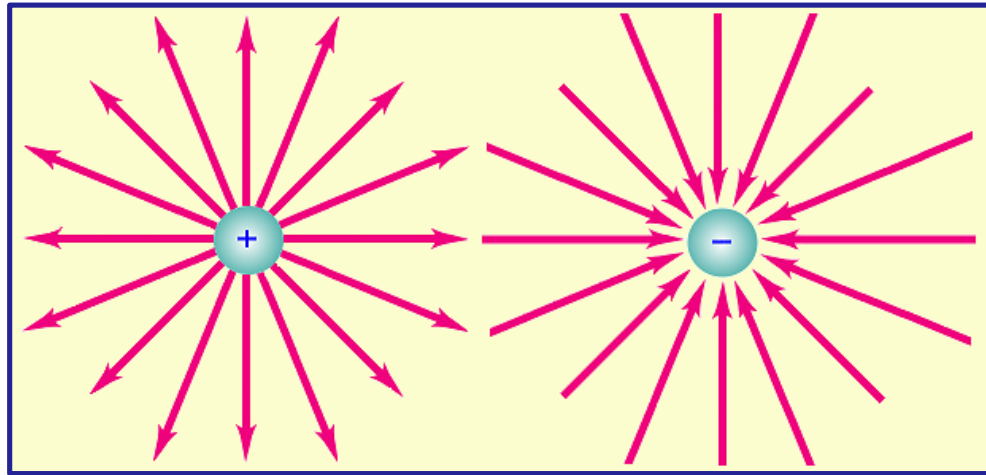
$$k = 8.99 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$$

❖  $\epsilon_0$  → Permitividad del vacio.

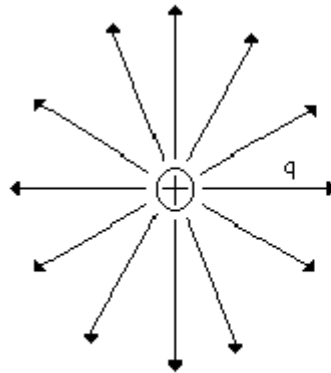
$$\epsilon_0 = 8.88 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{Nm}^2$$



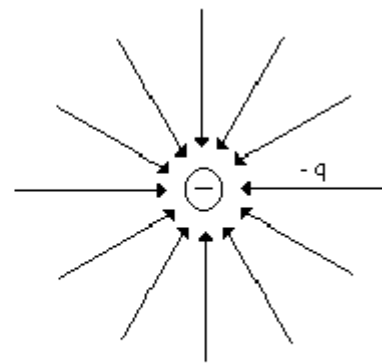
# Líneas de campo de carga puntual positiva y negativa.



- a) Líneas de la carga  $+q$
- b) Líneas de la carga  $-q$



a)



b)

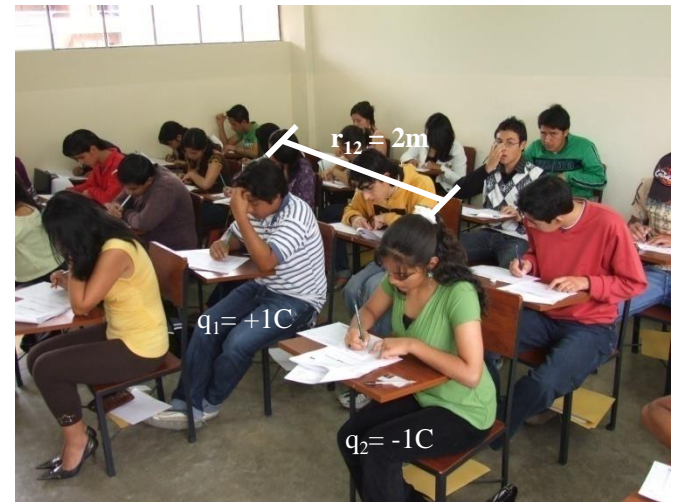
**Ejercicio:** Encuentre la fuerza de atracción entre un estudiante con una carga de +1 C y su compañera con una carga de -1 C cuando están separados por unas bancas a 2 m de distancia.

De la fórmula:  $F_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2}$        $k = 8.99 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

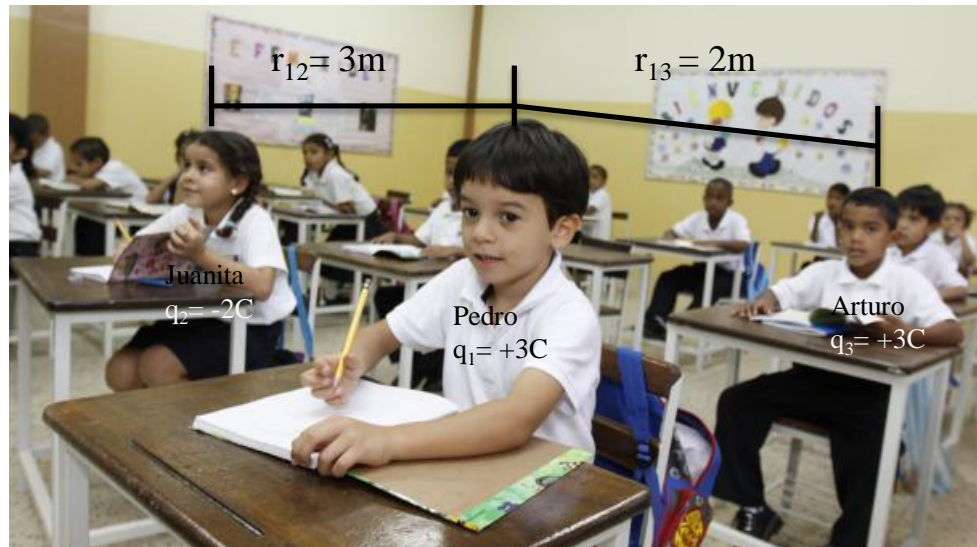
$$F_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} = (8.99 \times 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2) \frac{(+1\text{C})(-1\text{C})}{(2\text{m})^2}$$

$$F_{12} = - \frac{(8.99 \times 10^9) \text{ N}}{4} = 2.24 \times 10^9 \text{ N}$$

$$F_{12} = -2.24 \times 10^9 \text{ N}$$



**Ejercicio:** Encuentre cada fuerza  $F_{12}$  y  $F_{13}$  de atracción o repulsión según sea el caso entre un estudiante de nombre Pedro con una carga de  $q_1 = +3 \text{ C}$  y sus compañeros: con Juanita con una carga de  $q_2 = -2 \text{ C}$  cuando están separados a 3 m de distancia y con Arturo con una carga de  $q_3 = +3 \text{ C}$  cuando están separados a 2 m de distancia

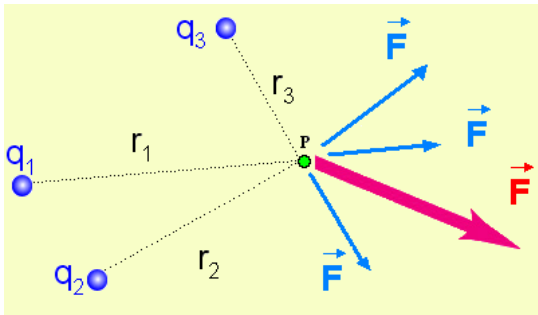


## 3.3 Ley de Coulomb. Sistema de cargas

❖ **Principio de superposición de fuerzas:** La fuerza neta ejercida sobre una carga es la suma vectorial de las fuerzas individuales ejercidas sobre dicha carga por cada una de las cargas del sistemas.

❖ Cargas discretas

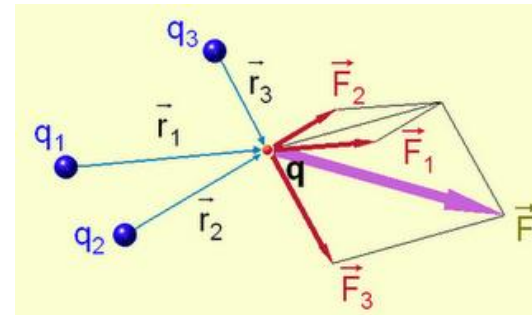
$$\vec{F}_{Total} = \sum_i \vec{F}_i = k \sum_i \frac{q_i q_0}{r_i^3} \vec{r}_i$$



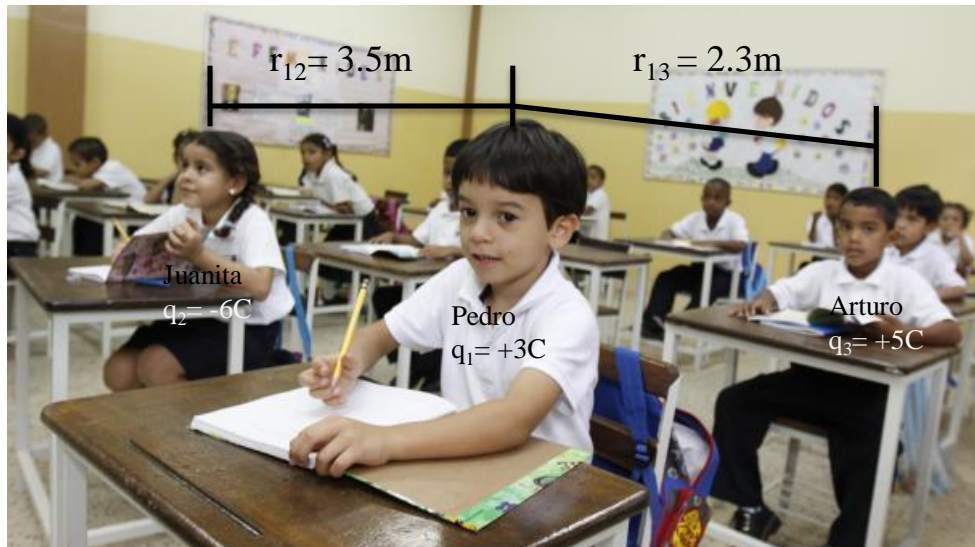
$$F_{Total} = \sum_i F_i = k \sum_{i=2} \frac{q_i q_1}{r_{1i}^2}$$

❖ Distribución continua de carga

$$\vec{F}_{Total} = \int d\vec{F} = \int k \frac{q_0}{r^3} \vec{r} dq$$

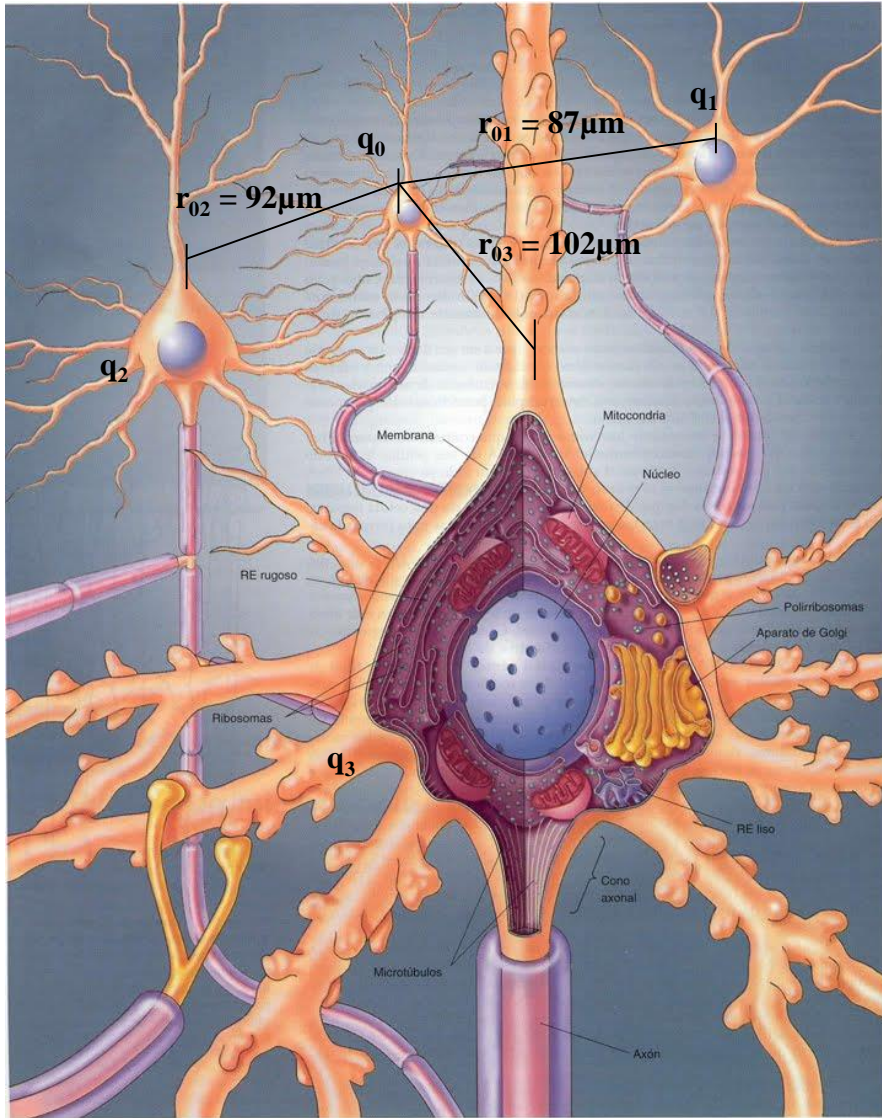


**Ejercicio:** Encuentre la fuerza total que siente Pedro con una carga de  $q_1 = +3 \text{ C}$  con respecto a las cargas  $q_2$  y  $q_3$  de sus compañeros: con Juanita ahora con una carga de  $q_2 = -6\text{C}$  cuando están separados a 3.5 m de distancia y con Arturo con una carga ahora de  $q_3 = +5 \text{ C}$  cuando están separados a 2.3 m de distancia .



$$F_{Total} = \sum_i F_i = k \sum_{i=2} \frac{q_i q_1}{r_{1i}^2}$$

$$F_{Total} = k \frac{q_2 q_1}{r_{12}^2} + k \frac{q_3 q_1}{r_{13}^2}$$



**Ejemplo:** Encontrar la resultante de la Fuerza electrostática que siente la neurona de carga  $q_0 = +0.2$  C debido a la presencia de las cargas  $q_1 = -0.3$  C,  $q_2 = +0.7$  C y  $q_3 = -0.5$  C a las distancia de ella  $r_{01} = 87\mu\text{m}$ ,  $r_{02} = 92\mu\text{m}$  y  $r_{03} = 102\mu\text{m}$  respectivamente.

$$F_{Total} = \sum_i F_i = k \sum_{i=1}^3 \frac{q_i q_0}{r_{0i}^2}$$

$$F_{Total} = k \frac{q_1 q_0}{r_{01}^2} + k \frac{q_2 q_0}{r_{02}^2} + k \frac{q_3 q_0}{r_{03}^2}$$

# 4. Campo eléctrico

- ❖ La fuerza eléctrica supone una acción a distancia.
- ❖ **Ejemplo: carga A y carga B**

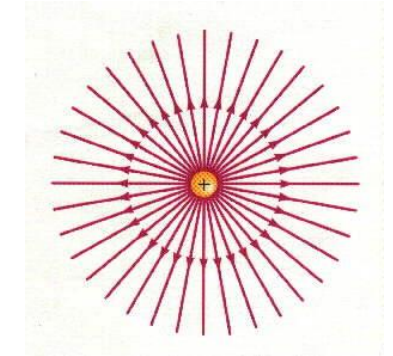
- ❖ La carga A causa una modificación de las propiedades del espacio en torno a ella.
- ❖ La carga (prueba) B percibe esta modificación y experimenta una fuerza

- ❖ Consideremos que B puede estar en cualquier punto y tener cualquier valor

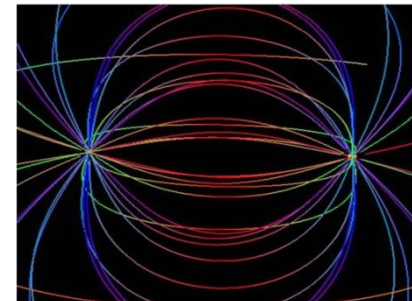
- ❖ La fuerza es ejercida sobre la carga prueba por el campo.

- ❖ La fuerza eléctrica sobre un cuerpo cargado es ejercida por el campo eléctrico creado por otros cuerpos cargados.

$$\vec{F}_{AB} = k \frac{q_A q_B}{|r_B - r_A|^3} (\vec{r}_B - \vec{r}_A)$$



$$\vec{F}_{AB} = qk \frac{q_A}{|r - r_A|^3} (\vec{r} - \vec{r}_A)$$



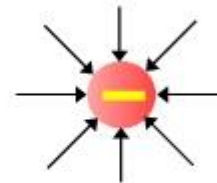
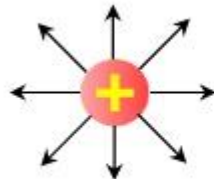
$$\vec{F}_A = qE_A$$

# 4.1 Campo eléctrico: cargas puntuales

❖ Carga positiva = fuente

❖ Carga negativa = sumidero

$$\vec{E}(r) = k \frac{q}{r^3} \vec{r}$$

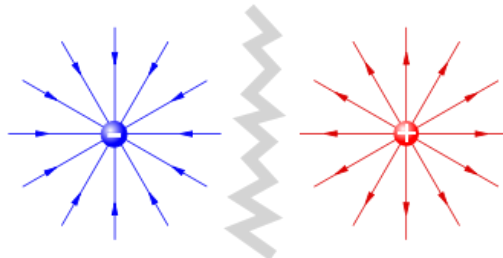


$$\vec{E}(r) = -k \frac{q}{r^3} \vec{r}$$

$$E(r) = k \frac{q}{r^2}$$

- ❖ Radiales
- ❖ Proporcionales a la carga
- ❖ Inversamente proporcionales al cuadrado de la distancia

$$E(r) = -k \frac{q}{r^2}$$



## 4.2 Campo eléctrico. Sistema de cargas

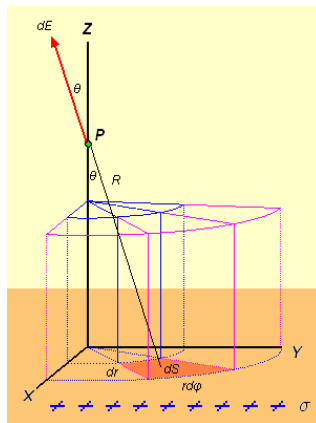
❖ **Principio de superposición de campos:** El campo neto creado por un sistema de cargas es la suma vectorial de los campos creados por cada una de las cargas del sistema.

Carga discretas

$$\vec{F}_{Total} = \sum_i \vec{F}_i = \sum_i \frac{q_i q_0}{r_i^3} \vec{r}_i$$



Distribución continua de carga



$$\vec{F}_{Total} = \int d\vec{F} = \int k \frac{q_0}{r^3} \vec{r} dq$$

## 4.3 Campo creado por un dipolo

❖ **Dipolo** = carga positiva y carga negativa de igual valor ( $q$ ) situadas a una distancia muy pequeña ( $1 = 2^a$ ).

❖ **Campo total** = suma de campos

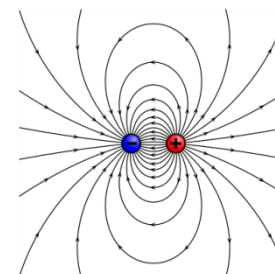
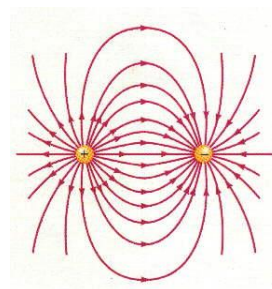
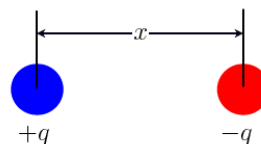
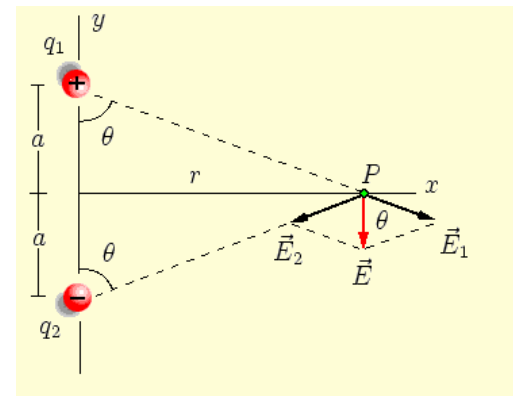
$$\vec{E} = k \frac{q}{|\vec{r} - \vec{a}|^3} (\vec{r} - \vec{a}) + k \frac{-q}{|\vec{r} + \vec{a}|^3} (\vec{r} + \vec{a})$$

❖ **Momento dipolar**

$$\vec{p} = q\vec{l}$$

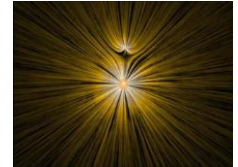
❖ **Aproximación  $r \gg 1$**

$$\vec{E} = \frac{k}{r^3} \left[ 3 \frac{(\vec{p} \cdot \vec{r})}{r} \frac{\vec{r}}{r} - \vec{p} \right]$$



## 4.4 Líneas de campo eléctrico

❖ **Campo** = Deformación del espacio causada por un cuerpo cargado.

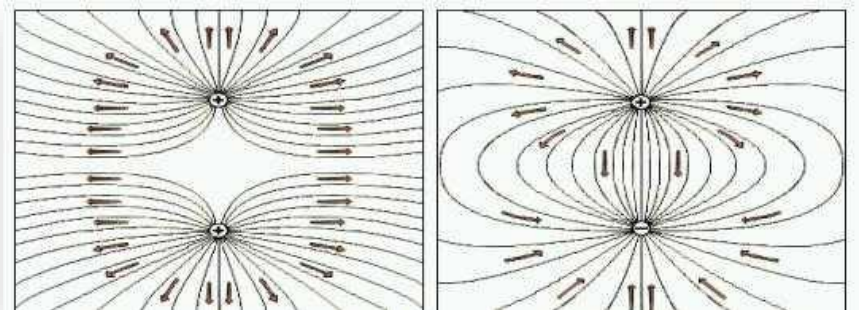
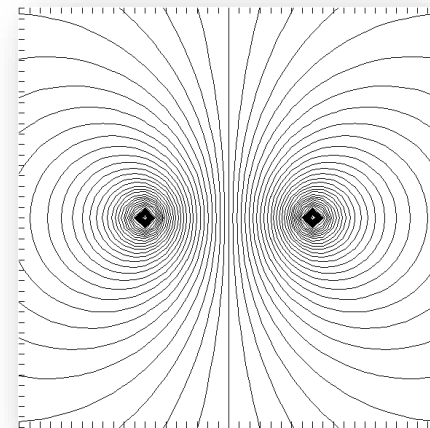


❖ Se puede representar mediante líneas.

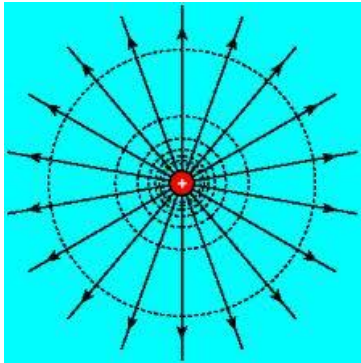
❖ El vector campo en un punto es tangente a la línea de campo → Dos líneas de campo nunca pueden cruzarse.

❖ La densidad de líneas es proporcional a la intensidad del campo eléctrico.

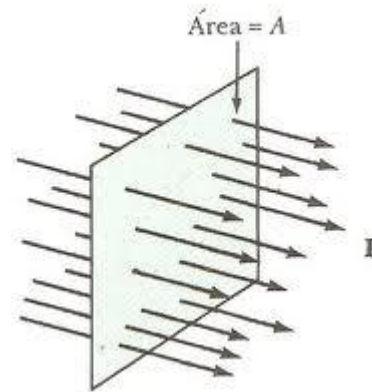
❖ A grandes distancias las líneas son las de una carga puntual.



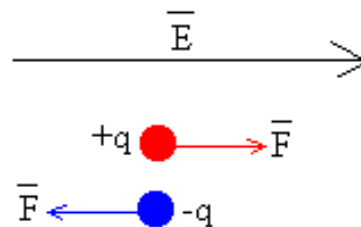
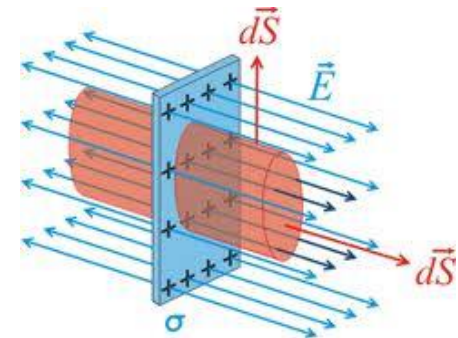
## 4.5 Líneas de campo en esferas y planos



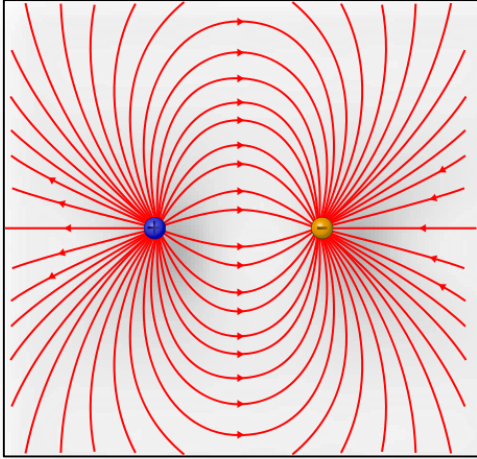
- Esfera de carga positiva
- Simetría esférica



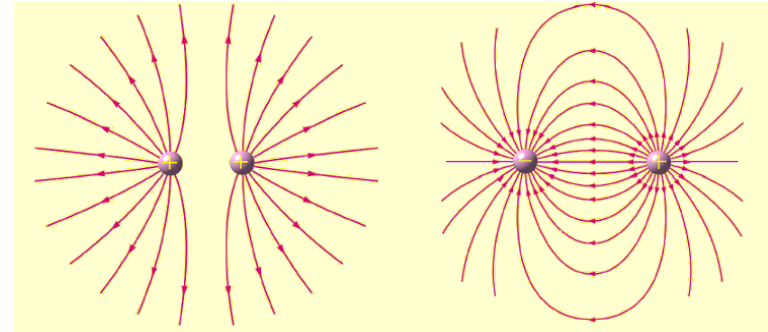
- Simetría plana.



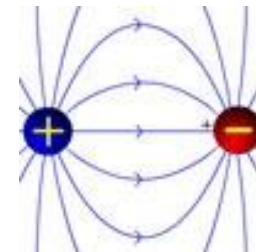
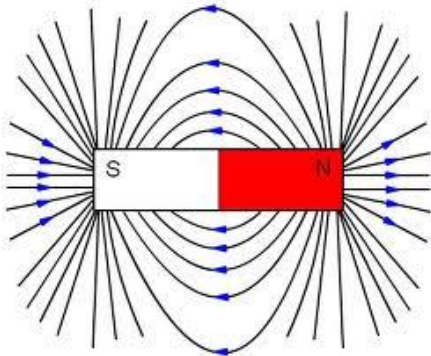
## 4.6 Líneas de campo para dipolos



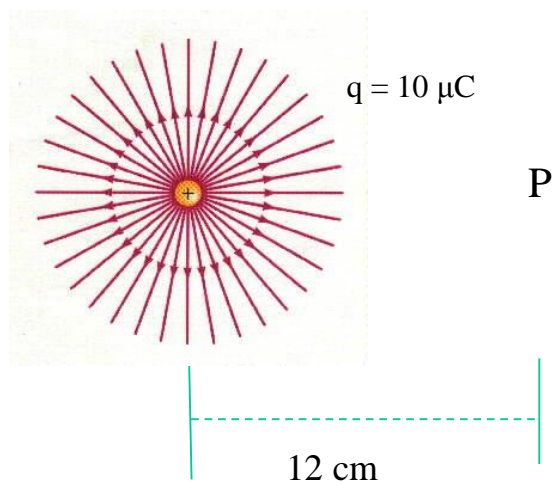
- Dipolo eléctrico de una carga positiva y una carga negativa.



- Dipolo eléctrico de dos cargas positivas.



**Ejercicio:** Determinar la intensidad del campo eléctrico que genera una carga eléctrica de  $+10\mu\text{C}$  en un punto situado a 12 cm.



**Solución:** Tomando la expresión para el campo eléctrico:

$$E(r) = k \frac{q}{r^2} \quad k = 8.99 \times 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2$$

$$E(r) = k \frac{q}{r^2} = \frac{(8.99 \times 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2)(10 \times 10^{-6} \text{ C})}{r^2}$$

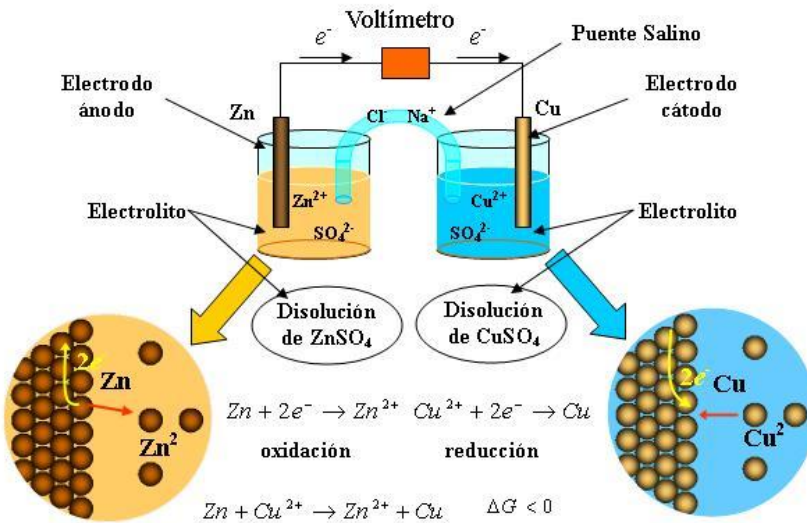
# Potencial Eléctrico

- Se le llama diferencia de potencial entre dos puntos a la diferencia de energía potencial de una carga dentro de un campo eléctrico entre estos dos puntos dividido por el valor de la carga, o también el trabajo realizado por la fuerza producida por el campo dividido por la carga, es decir,

$$V_a - V_b = \frac{Ep_{(a)} - Ep_{(b)}}{q'} = \frac{w}{q'}$$

- La diferencia de potencial  $V_a - V_b$  se generaliza  $V_{ab}$  y se denomina a veces voltaje entre a y b.
- Es una magnitud escalar puesto que es el cociente entre dos magnitudes escalares y su unidad en sistema S.I es de Joule/coul que se denomina voltio (v).

La ecuación de Nernst determina el equilibrio del potencial de una célula electroquímica. También determina el voltaje total en una célula.



La diferencia de potencial eléctrico en el equilibrio ( $V_1 - V_2$ ) tiene un solo y único valor en función de la concentración del Cl<sup>-</sup> o del K<sup>+</sup>,

$$\Delta V = V_1 - V_2 = \frac{RT}{F} \ln \frac{C_1}{C_2}$$

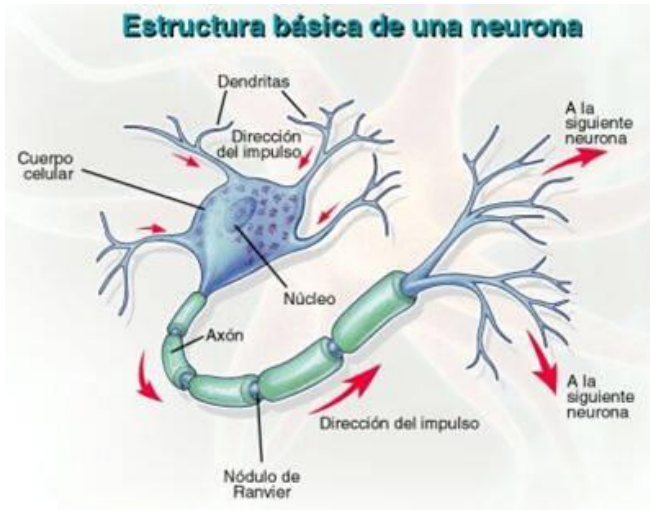
T = temperatura absoluta (°K)

R = constante universal de los gases

R = 8.314472 JK<sup>-1</sup>mol<sup>-1</sup>

F = constante de Faraday

F = 9.648533X10<sup>4</sup> C mol<sup>-1</sup>



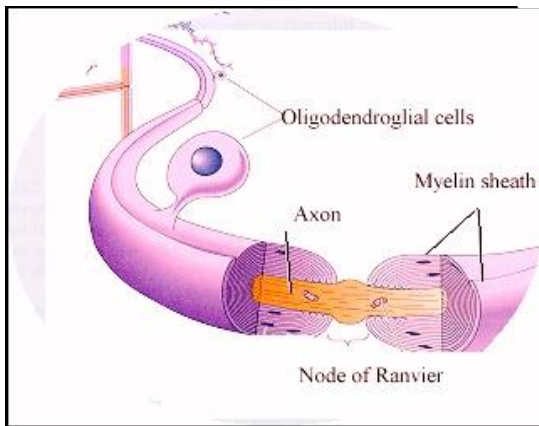
**Ejercicio:** La concentración de  $(K^+)_{i}$  en el interior de un axón es de  $165 \text{ mol/m}^3$  y en el exterior  $(K^+)_{e}$  es de  $8 \text{ mol/m}^3$ . ¿Cuál es la diferencia de potencial de equilibrio a  $37^\circ\text{C}$ ?

T = temperatura absoluta ( $^\circ\text{K}$ )  
 $R = 8.314472 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$   
 $z =$  Carga de electrones transferidos.  
 $z = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$   
 $F = 9.648533 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$

$$\Delta V = V_1 - V_2 = \frac{RT}{zF} \ln \frac{C_1}{C_2}$$

$$t_c = t_K - 273.15$$

$$37^\circ\text{C} + 273.15^\circ\text{C} = 310^\circ\text{K}$$



$$\Delta V = \frac{RT}{F} \ln \frac{C_1}{C_2}$$

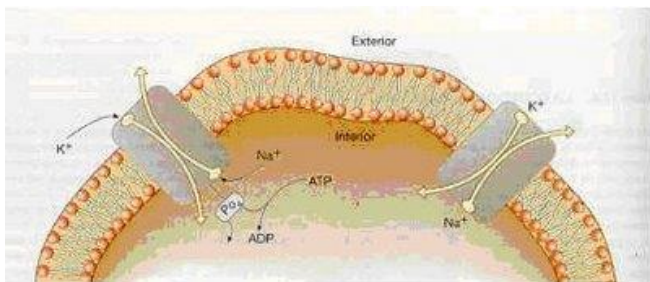
$$\Delta V = \frac{(8.314472)(310)}{(9.648533 \times 10^4)} \left[ \frac{\text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}\text{K}}{\text{Cmol}^{-1}} \right] \ln \left( \frac{8}{165} \right)$$

$$\Delta V = \frac{2577.48632}{66485.33} \left( \frac{\text{J}}{\text{C}} \right) \ln \left( \frac{8}{165} \right)$$

$$\Delta V = (0.0387677) \ln(0.0484848) \text{ J / C}$$

$$\Delta V = (0.0387677)(-3.0265) \text{ J / C}$$

$$\Delta V = -0.117330 \text{ J / C}$$

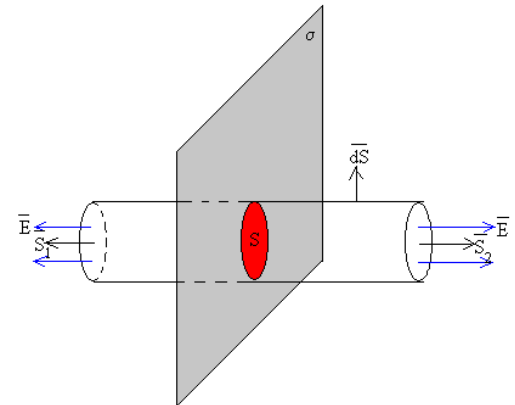
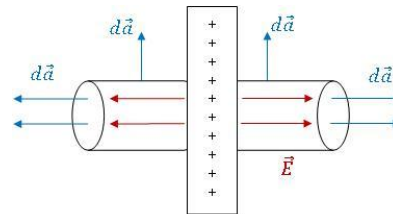
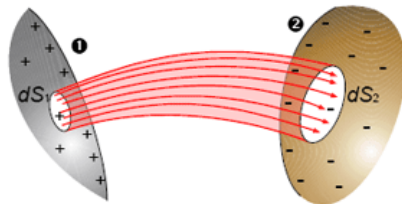
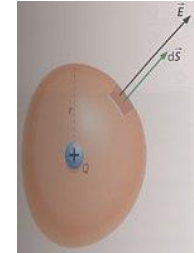


# 5 Teorema de Gauss. Enunciados

❖ 1. La dirección del flujo del campo eléctrico a través de una superficie depende del signo neto de la carga encerrada.

❖ 2. Las cargas fuera de la superficie no generan flujo de campo eléctrico neto a través de la superficie.

❖ 3. El flujo de campo eléctrico es directamente proporcional a la cantidad neta de carga dentro de la superficie pero independiente del tamaño de ésta ( = Si S1 encierra a S2 por ambas pasa el mismo flujo).



## 5.1 Cálculo del flujo de un campo

❖ Analogía con un campo de velocidades en un fluido.

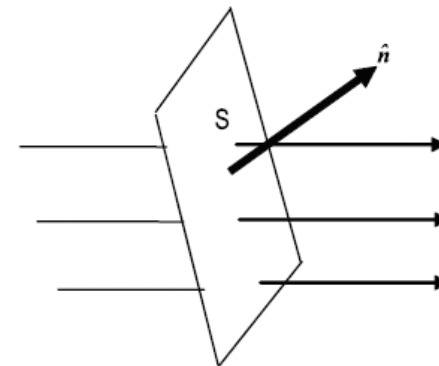
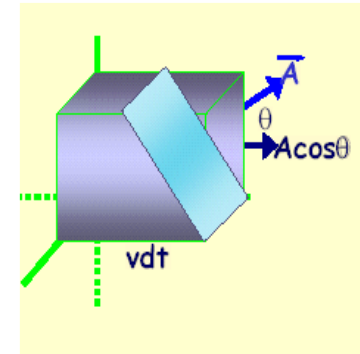
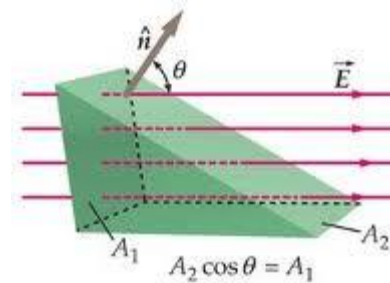
❖ Volumen que atraviesa la superficie A en un tiempo dt.

$$V = v dt A \cos \theta = \vec{v} \cdot \vec{A} dt$$

❖ Flujo ~ volumen por unidad de tiempo

$$\Phi = \frac{dV}{dt} = \vec{v} \cdot \vec{A}$$

Una superficie se caracteriza con un vector perpendicular a la misma y de módulo su área.



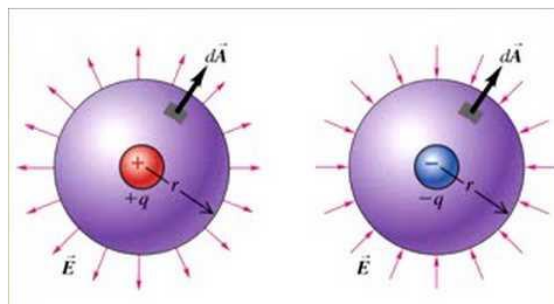
# 5.2 Cálculos con Ley de Gauss

❖ Carga puntual → Simetría esférica.

$$\vec{E}(r) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{r}$$

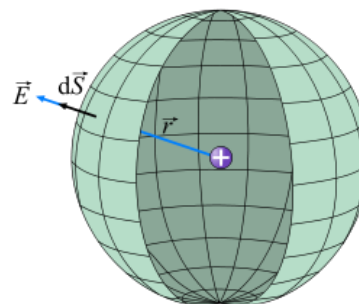
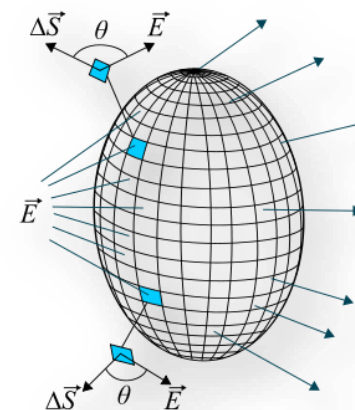
$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = E(r)(4\pi r^2)$$

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



Carga puntual positiva  
Flujo positivo

Carga puntual negativa:  
Flujo negativo



# 5.4 Cálculos con Ley de Gauss de un conductor Plano e Infinito

❖ Conductor infinito con densidad lineal de carga  $\lambda$ .

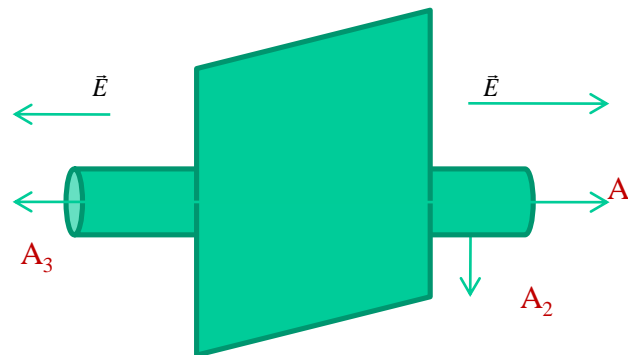
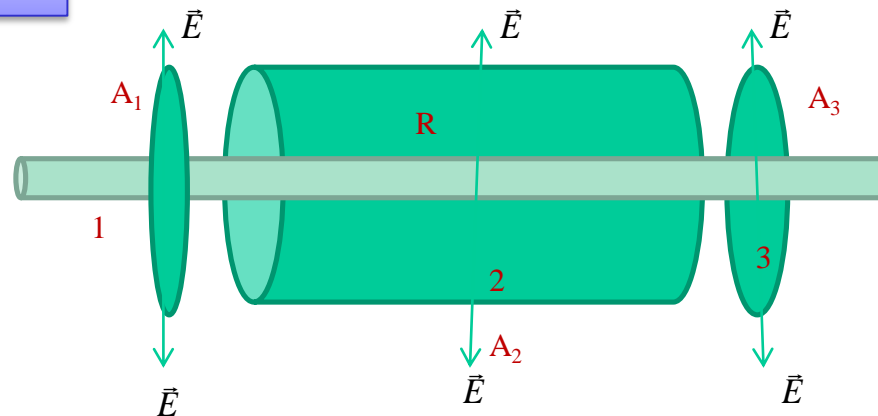
$$\Phi = \vec{E} \cdot \vec{A} = E(2\pi Rl)$$

$$\Phi = \frac{Q_{enc}}{\epsilon_0} = \frac{\lambda l}{\epsilon_0} \quad \vec{E}(R) = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 R} \hat{r}$$

$$\Phi = \vec{E} \cdot \vec{A}_1 + \vec{E} \cdot \vec{A}_3 = E(2A)$$

$$\Phi = \frac{Q_{enc}}{\epsilon_0} = \frac{\sigma A}{\epsilon_0} \quad \vec{E}(\pm x) = \pm \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \hat{i}$$

❖ Plano infinito con densidad superficial de carga  $\sigma$ .

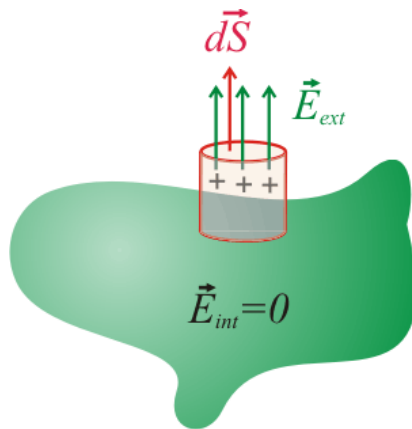
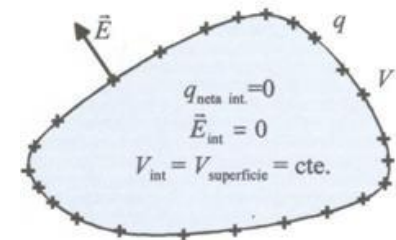


# 6. Conductores en equilibrio

❖ En un conductor existen cargas con libertad de movimiento.

❖ Una carga eléctrica es capaz de moverse al aplicar un campo.

• Si el campo  $E \neq 0$  se produce una redistribución de cargas en el interior hasta  $E = 0$  la situación de “equilibrio electrostático”.



# 6.1 Carga y campo en un conductor en equilibrio electrostático

❖ El campo interior es nulo  $E \neq 0$  → Las cargas se sitúan en la superficie.

❖ Campo superficial

Componente normal

$$E_n = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

Componente tangencial

→ Sino fuera nula existiría desplazamiento superficial de cargas.

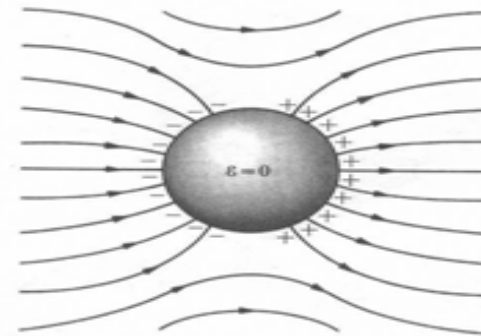
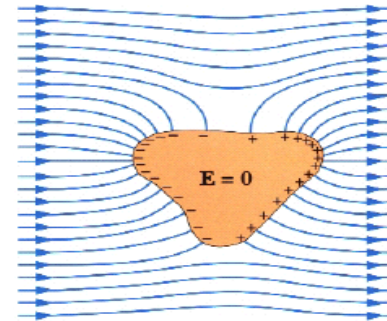
$$E_t = 0$$

## 6.2 Conductor en un campo eléctrico

❖ El campo interior siempre es nulo.

❖ Deforma las líneas de campo exterior.

❖ Se produce una redistribución de carga en la superficie debido a la fuerza eléctrica.



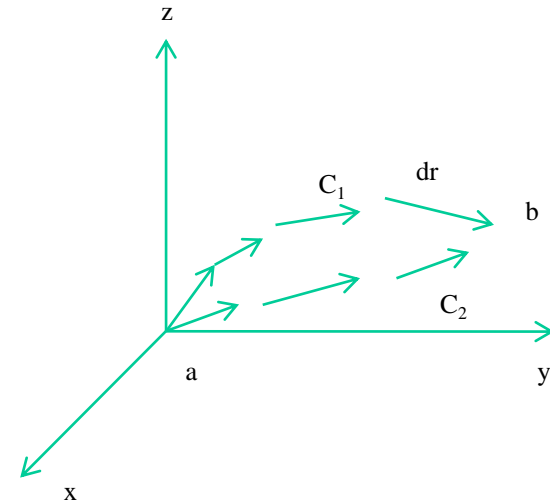
# 7 Trabajo de la fuerza eléctrica

Para una fuerza conservativa el trabajo realizado para ir de un punto a a un punto b no depende del camino recorrido.

❖ Solo depende del punto inicial a y del final b.

❖ Podemos asignar una función a cada punto del espacio

> La energía potencial.



La fuerza eléctrica es una fuerza conservativa.

$$W_{FC} = -(U_b - U_a)$$

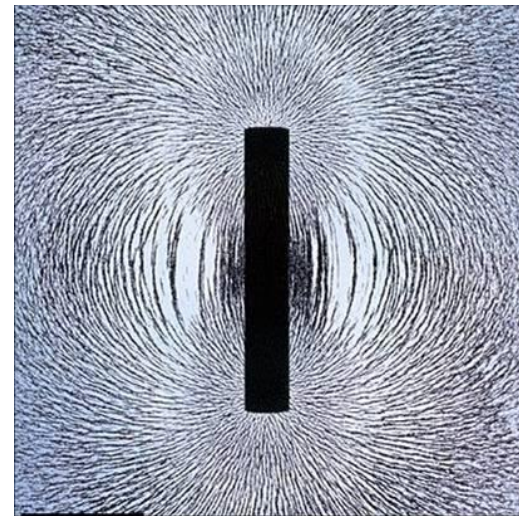
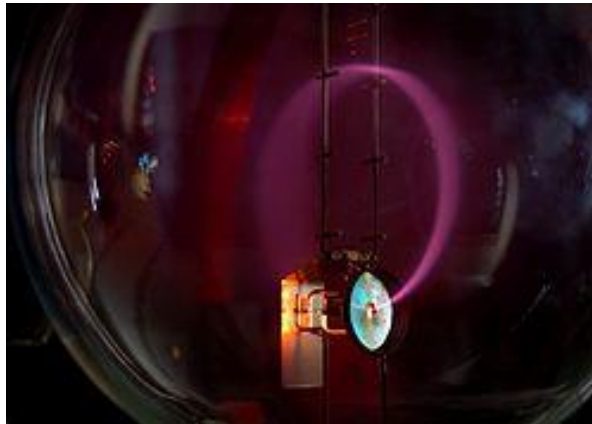
Unidades de trabajo J = N.m

## **UNIDAD DE APRENDIZAJE III.**

**8. Analizar las leyes de la electricidad, así como su impacto en la tecnología.**

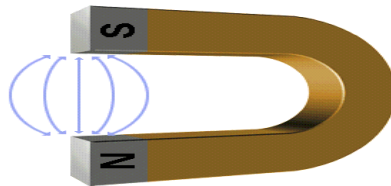
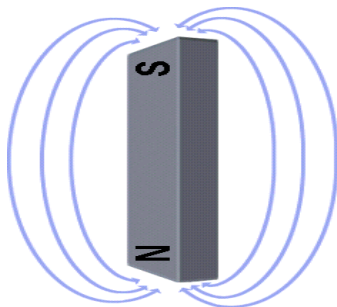
# 9 CAMPO MAGNÉTICO.

## 9.1. EL CAMPO MAGNETOSTÁTICO



## 9.2 CAMPO MAGNÉTICO.

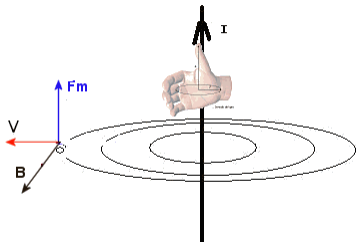
- ❑ *Hace aproximadamente 2500 años-Material encontrado en Magnesia (Turquía), que atrae piezas de hierro.*
- ❑ *S. XIII- los imanes tienen dos polos; No hay monopolos magnéticos.*
  - *La tierra es un imán.*
    - *Norte; Sur magnético.*
    - *Sur; Norte magnético*
  - *Se puede orientar agujas (brújula).*



## 9.3 Fuerza de Lorentz.

❑ *Movimiento de partículas en un campo magnético B*

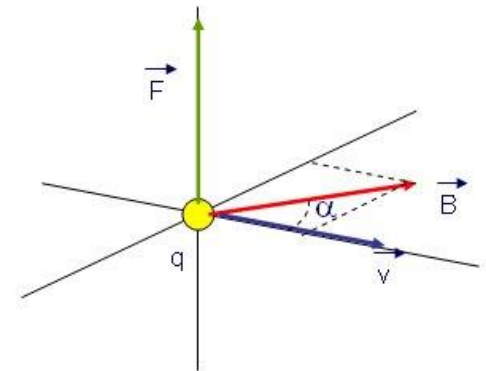
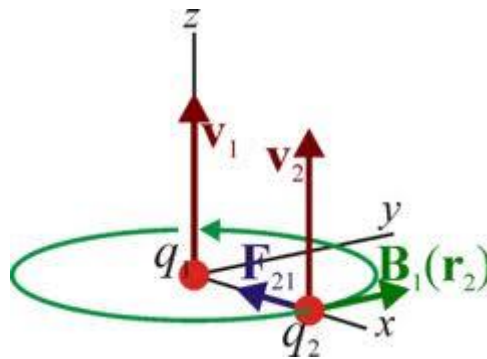
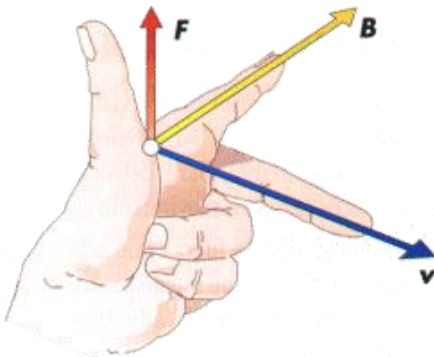
➤ **FUERZA DE LORENTZ**



$$\vec{F}_m = q\vec{v} \times \vec{B}$$

❑ *Dirección de la fuerza; ortogonal al plano por B y v.*

❑ *F, v y B son vectores ortogonales.*



## 9.4 Trayectoria curva en campos $B$ constantes.

$$qvB = \frac{mv^2}{R}$$

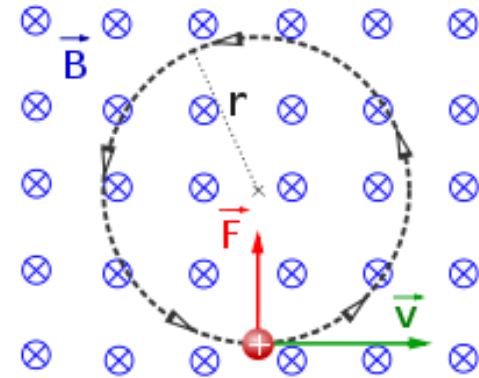
Fuerza magnética =  
Fuerza centrípeta.

$$v = \frac{qBR}{m}$$

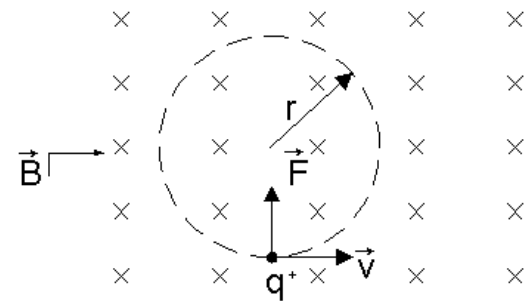
Velocidad constante.

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{qB}{m}$$

Frecuencia de ciclotrón.



- Aplicaciones**
- **Ciclotrón: acelerador de partículas.**
  - **Magnetron: horno de microondas.**
  - **Espectrómetro de masa.**
  - **Tubo de rayos catódicos.**



## Bibliografía.

*(Bibliografía de consulta referente a los temas y figuras de las diapositivas)*

**Serway, Raymond A.**, Física, Tomo 1, Mc. Graw-Hill, México D.F. México, 1988 .

**Lévy-Leblond, J. M. y otros.** *Electricidad y magnetismo*. Madrid: Alianza Editorial, 1982. Obra escrita en clave de preguntas-respuestas, útil como introducción a los conceptos fundamentales de la electricidad.

**Llorente, Antonio y otros.** *La electrónica en tus manos*. Madrid: Ediciones Penthalón, 1988. Texto de consulta y apoyo para principiantes. Tratamiento didáctico de magnitudes eléctricas, aparatos de medida, resistencias y condensadores.

**Purcell, E. M.** *Electricidad y magnetismo*. Barcelona: Editorial Reverté, 2ª ed., 1988. Obra clásica para el estudio de la electricidad.