

PROGRAMA DE CURSO

| Código | Nombre | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------|-------------------------|---------------------------|
| FI 3102 | FÍSICA MODERNA | | | |
| Nombre en Inglés | | | | |
| Modern Physics | | | | |
| SCT | Unidades Docentes | Horas de Cátedra | Horas Docencia Auxiliar | Horas de Trabajo Personal |
| 6 | 10 | 3 | 1,5 | 5,5 |
| Requisitos | | | Carácter del Curso | |
| Cursos: FI 21A(Vibraciones y Ondas: Ondas) MA22A(Derivadas parciales, series de Taylor de funciones de varias variables) MA1B2 (Algebra lineal) MA2A2(Análisis de Fourier, EDP) MA2G1 (EDO) | | | Electivo | |
| Resultados de Aprendizaje | | | | |
| Al terminar el curso el estudiante demuestra que: <ul style="list-style-type: none"> • Utiliza correctamente las transformaciones de Lorentz en un problema de relatividad especial dado. • Evalúa correctamente una colisión relativista. • Interpreta un conjunto de experimentos significativos en el desarrollo de la física cuántica. • Predice comportamientos de sistemas cuánticos simples. | | | | |

| Actividades de Aprendizaje | Evaluación General |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Clase expositivas, con interacción profesor-alumno a través de actividades curriculares programadas. Se utilizará como herramienta de aprendizaje, tareas y ejercicios estrechamente vinculados con los resultados esperados del aprendizaje. | Las instancias de evaluación serán: <ul style="list-style-type: none"> • Controles escritos. • Evaluación de trabajo en clases auxiliares. • Actividades para la casa (tareas). • Ejercicios en el aula. • Actividades adicionales en el aula. |

Unidades Temáticas

| Número | Nombre de la Unidad | Duración en Semanas |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Los Dilemas en la etapa previa a la relatividad | 1 semana |
| Contenidos | Resultado de Aprendizaje | Referencias a la Bibliografía |
| <p>1.- Las ecuaciones de Maxwell y las transformaciones de Galileo: la idea del "eter."</p> <p>2.- Michelson y Morley establecen la independencia de la velocidad de la luz del sistema de referencia.</p> <p>3.- Lorentz descubre las transformaciones de coordenadas que dejan invariantes las ecuaciones de Maxwell.</p> <p>4.- Bajo estas transformaciones, las ecuaciones de Newton requieren de una re-interpretación.</p> | <p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> Opera con transformaciones de coordenadas entre distintos sistemas de referencia. Identifica la contradicción que generan las transformaciones de Lorentz en la ecuaciones de Newton. | <p>[1]:</p> <p>[5]: Vol-1:Cap. 15</p> <p>[6]: Cap. 1</p> <p>[9]: Cap. 1</p> |

| Número | Nombre de la Unidad | Duración en Semanas |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 2 | Relatividad de Einstein | 3 semanas |
| Contenidos | Resultado de Aprendizaje | Referencias a la Bibliografía |
| <ol style="list-style-type: none"> Postulados de la Teoría de Einstein. Dos consecuencias: La simultaneidad es relativa y el tiempo no transcurre igual en dos sistemas de referencia inerciales en movimiento relativo. Ver y medir son operaciones bien definidas en relatividad especial. Cada observador en un sistema inercial, establece su propio tiempo a través de una red de relojes sincronizados usando la velocidad de la luz como estándar. No es posible distinguir un sistema de referencia inercial de otro. Diagramas espacio-tiempo. La geometría de las transformaciones de Lorentz. El efecto Doppler relativista, la garrocha y el establo, decaimiento de partículas elementales, la aberración de la luz, la paradoja de los gemelos. La operación del GPS. | <p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> Describe un mismo evento en distintos sistemas inerciales. Emplea el concepto de simultaneidad relativa. Explica las paradojas del granero y de los gemelos. Expresa mediante gráficos espacio-tiempo un problema básico de relatividad especial. Recuerda el funcionamiento del GPS. | <p>[1]:</p> <p>[5]: Vol1: 15 y16</p> <p>[6]:1</p> |

| Número | Nombre de la Unidad | Duración en Semanas |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 3 | Formalismo Tensorial | 1 semanas |
| Contenidos | Resultado de Aprendizaje | Referencias a la Bibliografía |
| 1.- Expresión matricial de las Transformaciones de Lorentz. 2.- Definición y clasificación de los cuadvectores. 3.- La relevancia de los invariantes. El tiempo propio. | El estudiante: 1. Opera con cantidades tensoriales (cartesianas). 2. Reconoce los cuadvectores como una generalización de las cantidades físicas conocidas en tres dimensiones. | [1] [5] vol 1:17 [6]:1 y 2 [12]: Cap. 1, 2 y 3 [13]: Cap. 3, 4 y 5 |

| Número | Nombre de la Unidad | Duración en Semanas |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 4 | La dinámica Relativista | 1 semana |
| Contenidos | Resultado de Aprendizaje | Referencias a la Bibliografía |
| 1. Definición del cuadrivector. El origen de $E = mc^2$ 2. Choques de partículas elementales 3. Definición del sistema centro de momentum. 4. Aceleradores de partículas: el LHC (Large Hadron Collider) | El estudiante: 1. Utiliza los invariantes como una herramienta para resolver colisiones simples. 2. Predice la energía, la masa propia y el momentum de partículas que colisionan. | [1] [6]: 2 [12]: Cap 2 y 3 [13]: 4 |

| Número | Nombre de la Unidad | Duración en Semanas |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 | El comienzo del cuanto | 2 semanas |
| Contenidos | Resultado de Aprendizaje | Referencias a la Bibliografía |
| <p>1. El carácter universal de la radiación de un cuerpo negro: en una caja negra ad-hoc o a escala universal con la radiación de fondo.</p> <p>2. La hipótesis de Plank: la invención del cuanto de energía</p> <p>3. El efecto fotoeléctrico y el efecto Compton fortalecen la idea de un cuanto de energía.</p> <p>4. La producción y el espectro (continuo y discreto) de radiación de los rayos X. La ley de Bragg y el análisis de Moseley.</p> <p>5. Diagramas descriptivos de procesos atómicos como: scattering elástico e inelástico, fluorescencia, laser con tres niveles.</p> <p>6. Modelo atómico de N. Bohr.</p> | <p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reconoce los límites de la física clásica. 2. Identifica el éxito de la hipótesis de Planck en la explicación de la radiación de un cuerpo negro. 3. Reconoce la relevancia de los experimentos mencionados en el establecimiento definitivo de la hipótesis de Planck. | <p>[2]:</p> <p>[3]:</p> <p>[4]: 1</p> <p>[5]:1</p> <p>[7]: Cap. 1 y 2.</p> <p>[8]: Cap 3</p> <p>[9]:Cap. 2</p> |

| Número | Nombre de la Unidad | Duración en Semanas |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6 | Ondas de Materia | 2 semanas |
| Contenidos | Resultado de Aprendizaje | Referencias a la Bibliografía |
| <p>1. La propuesta de De Broglie: el momentum y la longitud de onda. El experimento de Davisson-Germer.</p> <p>2. Ondas planas: la base para formar un paquete de onda. Paquetes de ondas y la propagación de una partícula.</p> <p>3. Velocidad de fase y de grupo.</p> <p>4. El Principio de Incertidumbre de Heisenberg. Significado de la dispersión Δx. Ejemplos de valor promedio y dispersión.</p> <p>5. Aplicaciones físicas de este principio: estimación de la energía de un electrón en un átomo, argolla en una barra de largo L, nivel de energía fundamental de un oscilador.</p> | <p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reconoce el principio de dualidad onda partícula. 2. Interpreta el significado físico de un paquete de onda en cuanto a la localización y momentum de la partícula asociada. 3. Traduce el significado del principio de incertidumbre en diversos ejemplos típicos con potenciales fenomenológicos. | <p>[2]:</p> <p>[3]:</p> <p>[4]: 2 y 3</p> <p>[5]:2</p> <p>[7]: Cap. 3 y 8</p> <p>[8]:Cap. 4</p> <p>[9]: Cap. 2 y 3</p> <p>[14]: Cap. 1, 2 y 3</p> <p>[15]:Cap. 2</p> |

| Número | Nombre de la Unidad | Duración en Semanas |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7 | Mecánica ondulatoria | 3 semanas |
| Contenidos | Resultado de Aprendizaje | Referencias a la Bibliografía |
| <ul style="list-style-type: none"> Definición e interpretación de los operadores usados en mecánica cuántica. El uso de la onda plana como base de esta representación. La ecuación de Schroedinger. La interpretación física de la función de onda. La conservación de la probabilidad y la ecuación de continuidad. Estados estacionarios (Energía fija). Condiciones de borde. Ejemplos en una dimensión: El pozo de potencial, el oscilador armónico, potenciales con discontinuidades. Dibujos cualitativos de la función de onda. El efecto túnel y la corriente de probabilidad. Simetrías del Potencial y la determinación de la simetría de la función de onda. Dependencia temporal de la amplitud de probabilidad. Superposición de estados. Paquetes de onda en un pozo potencial. Verificación del principio de incertidumbre. Simulaciones numéricas. | <p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> Opera en la representación de coordenadas y de momentum con la ecuación de Schroedinger. Calcula estados ligados en potenciales simples. Calcula estados de scattering en potenciales simples. Predice nuevas situaciones originadas por el efecto túnel Predice la evolución temporal del estado de una partícula. Aplica correctamente las condiciones provenientes de las simetrías del potencial (si son relevantes) en la resolución de un problema. <p>...</p> | <p>[2]: [3]: [4]:2-6 [5]: 16 [7]:Cap. 7,8,9 10,11 [8]: Cap. 4, 5. [9]: Cap. 3 y 6. [11]: 2 y 3 [14]: Cap. 5, 6 y 13 [15]: Cap. 1, 2, 3 y 4.</p> |

| Número | Nombre de la Unidad | Duración en Semanas |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8 | Aplicaciones | 2 semanas |
| Contenidos | Resultado de Aprendizaje | Referencias a la Bibliografía |
| <p>1. Partículas Idénticas: Fermiones y Bosones. Principio de exclusión de Pauli. Ejemplos: órbitas electrónicas en un átomo, ecuación de estado de una estrella de neutrones, densidad de un pedazo de tiza, equilibrio extremo entre la atracción gravitacional y el principio de exclusión de Pauli.</p> <p>Distribución de Fermi-Dirac y Bose-Einstein.</p> <p>Cristal: Modelo de Kronig-Penney. Nivel de Fermi en un cristal: Metales y aisladores. Impurezas, donores y aceptores: Semiconductores.</p> <p>2. Ecuación de Schroedinger en dos o tres dimensiones. Ejemplos: El átomo de hidrógeno. La solución de la ecuación de Schroedinger en el interior de un cilindro o por qué pueden existir dimensiones muy pequeñas sin ser posible medirlas ahora.</p> <p>3. Experimento de Stern-Gerlach. Sistemas con dos niveles de energía. Representación matricial del Hamiltoniano. Una aplicación del formalismo de Dirac y de los principios básicos de la mecánica cuántica.</p> | <p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reconoce la diferencia entre Fermiones y Bosones y las estadísticas asociadas. 2. Reconoce consecuencias de estas estadísticas. 3. Calcula el espectro de energía en un sistema periódico unidimensional simple. 4. Reconoce el origen cuántico de la diferencia entre metales y aisladores. <ul style="list-style-type: none"> • Opera con el formalismo matricial en el caso de que la dimensión del espacio de Hilbert sea finito. | <p>[2]:</p> <p>[3]:</p> <p>[4]: 8,10,13</p> <p>[5]: 3,8,9,10,13,14</p> <p>[7]: Cap. 10 y 14</p> <p>[8]: Cap. 7, 10, 11 y 14.</p> <p>[9]: Cap. 6 y 8.</p> <p>[10]: cap 7 y 8</p> <p>[11]: Cap. 14</p> <p>[14]: Cap. 6, 11 y 13</p> <p>[15]:Cap 5 y 6.</p> |

Bibliografía General

- [1] *An introduction to the Structure of Matter*, J.J. Brehm and W. Mullin, 1989, John Wiley and Sons.
- [2] *Quantum Physics*, E. Wichmann, Berkeley Physics Course, Vol. 4, 1971, McGraw-Hill book Company.
- [3] *Física*, , Vol. III, Fundamentos Cuánticos y Estadísticos, M. Alonso y E. J. Finn. Addison Wesley Longman, 2000.
- [4] *Quantum Physics*, S. Gasiorowicz, 1996, John Wiley and Sons.
- [5] *The Feynman Lectures on Physics*, R. P. Feynman, R. Leighton and M. Sands, Addison -Wesley, Reading Massachussets, 1966.
- [6] *Space time physics*, Edwin F. Taylor y John A. Wheeler ,W. H. Freeman 2nd Ed 1992.
- [7] *An Introduction to Quantum Physics*, (The MIT Introductory Physics Series) A. P. French and Edwin F. Taylor, W. W. Norton and Company Inc. new York, 1978
- [8] *Modern Physics*, Kenneth Krane, Second Edition, 1996 John Wiley and Sons.
- [9] *Elementary Modern Physics* , Paul Tipler, 1992, Worth Publishers, New York.
- [10] *Modern Physics for Engineers*, Jasprit Singh, Wiley-VCH, 2004
- [11] *Atomic Physics* , Chistopher J. Foot, Second Edition, Oxford University Press, 2006
- [12] *A First Course on general relativity*, Bernard F. Schutz, Cambridge University press, 2004
- [13] *Gravity: An Introduction to Einstein's General Relativity*, James B. Hartle, Addison Wesley, san francisco, 2003.
- [14] *Quantum Physics of atoms, molecules, solids, nuclei and particles*, Robert Eisberg and Robert Resnick, John Wiley and Sons, 1985
- [15] *Introduction to Quantum Physics*, David J. Griffiths, Pearson , Prentice may,2005

| | |
|-----------------|-------------------------------------------------|
| Vigencia desde: | Marzo 2007 |
| Elaborado por: | Nelson Zamorano con la revisión de Felipe Barra |
| Revisado por: | Área de Desarrollo Docente (ADD) |