

	<b>Contenidos Programáticos Programas de Pregrado</b>	<b>Código</b>	FGA-23 v.03
		<b>Página</b>	1 de 13

**CIENCIAS BÁSICAS**

**FACULTAD:** \_\_\_\_\_

**PROGRAMA:** \_\_\_\_\_ **FÍSICA**

**DEPARTAMENTO DE:** \_\_\_\_\_ **FÍSICA Y GEOLOGÍA**

**CURSO:**  **CÓDIGO:**

**ÁREA:**

**REQUISITOS:**  **CORREQUISITO:**

**CRÉDITOS:**  **TIPO DE CURSO:**

**FECHA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN:**

**JUSTIFICACIÓN**

La asignatura de Física del Estado Sólido, describe las propiedades físicas de los sólidos desde el punto de vista de su estructura atómica. Su desarrollo fue estimulado con la aparición de la mecánica cuántica, debido a una amplia gama de aplicaciones muy importantes, en particular, la tecnología de los semiconductores.

La física del estado sólido en esencia, establece una conexión entre las propiedades de los átomos y las moléculas individuales, y las propiedades que se encuentran cuando los átomos o moléculas se combinan formando sistemas cristalinos con ordenamiento periódico de largo alcance. Estas propiedades se pueden explicar por medio de modelos físicos simples.

El tema central de estudio de este campo de la ciencia, en primer lugar, son las propiedades de las sustancias en estado sólido, su conexión con la estructura y composición microscópica, la predicción heurística y la búsqueda de nuevos materiales y los efectos físicos en ellas.

**OBJETIVO GENERAL**

Estudiar y comprender las propiedades físicas fundamentales de los sólidos, desde el punto de vista microscópico y de su estructura cristalina.

	<b>Contenidos Programáticos Programas de Pregrado</b>	<b>Código</b>	FGA-23 v.03
		<b>Página</b>	2 de 13

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Determinar los diferentes tipos de estructuras cristalinas existentes.
- ✓ Entender la relación entre las redes reales y sus redes recíprocas.
- ✓ Comprender la relación entre estructura, características de enlace y las propiedades de los sólidos.
- ✓ Analizar las propiedades vibracionales de las redes cristalinas y estudiar las propiedades térmicas de los sólidos.
- ✓ Entender los fundamentos de la interacción de la radiación con los sólidos.
- ✓ Comprender la relación entre la estructura de bandas de los sólidos y sus propiedades electrónicas.

## COMPETENCIAS

- ✓ El estudiante aplica los conceptos básicos de la física del estado sólido, gestiona la información y resuelve problemas. Reconoce los conceptos y teorías fundamentales más importantes de la física del estado sólido, para aplicarlos en futuros problemas de la vida cotidiana.

	<b>Contenidos Programáticos Programas de Pregrado</b>	<b>Código</b>	FGA-23 v.03
		<b>Página</b>	3 de 13

## UNIDAD 1 ESTRUCTURA CRISTALINA Y DIFRACCIÓN

TEMA	HORAS DE CONTACTO DIRECTO	HORAS DE TRABAJO INDEPENDIENTE DEL ESTUDIANTE
Importancia de la física del estado sólido	2	4
Redes cristalinas	2	4
Celda unidad y primitiva	1	2
Redes de Bravais		
Base cristalina	3	6
Direcciones y planos cristalográficos	1	2
Índices de Miller	1	2
Estructuras cristalinas más relevantes	2	4
Red recíprocas, propiedades		
Redes recíprocas más importantes	2	4
Zona de Brillouin	1	2
Difracción de rayos X	1	2
Formulación de Bragg		
Formulación de Laue		
Construcción de Ewald	2	4
Factor de forma atómica		
Factor de estructura		
Método experimental de difracción	1	2

## UNIDAD 2 DINÁMICA DE REDES

TEMA	HORAS DE CONTACTO DIRECTO	HORAS DE TRABAJO INDEPENDIENTE DEL ESTUDIANTE
Vibraciones reticulares en cristales unidimensionales. Cadena atómica	2	4
Modos normales		
Densidad de estados	1	2
Energía de vibración en un cristal y su cuantificación	1	2

	<b>Contenidos Programáticos Programas de Pregrado</b>	<b>Código</b>	FGA-23 v.03
		<b>Página</b>	4 de 13

Anarmonicidad		
Dispersión de neutrones	1	2

### UNIDAD 3 PROPIEDADES TÉRMICAS DE LOS SÓLIDOS

TEMA	HORAS DE CONTACTO DIRECTO	HORAS DE TRABAJO INDEPENDIENTE DEL ESTUDIANTE
Capacidad calorífica de la red		
Modelo clásico		
Modelo de Einstein	1	2
Modelo de Debye		2
Contribución de los electrones al calor específico del cristal.	1	2
La conductividad térmica de los aislantes	1	2
Modelo clásico		
Modelo fonónico	1	2

### UNIDAD 4 ENLACE CRISTALINO

TEMA	HORAS DE CONTACTO DIRECTO	HORAS DE TRABAJO INDEPENDIENTE DEL ESTUDIANTE
Energía de cohesión	2	4
Cristales iónicos		
Cristales covalentes		
Cristales metálicos	2	4
Cristales con enlace de hidrógeno		

### UNIDAD 5 POTENCIAL PERIÓDICO DE LA RED

TEMA	HORAS DE CONTACTO DIRECTO	HORAS DE TRABAJO INDEPENDIENTE DEL ESTUDIANTE
Teoría de bandas		
Ecuación de Schrödinger para el sólido. Aproximaciones	1	2
El potencial periódico del cristal	1	2

	<b>Contenidos Programáticos Programas de Pregrado</b>	<b>Código</b>	FGA-23 v.03
		<b>Página</b>	5 de 13

Teorema de Bloch		
Consecuencia del teorema de Bloch	1	2
Bandas de energía	1	2
Representaciones graficas		
Relación con la condición de bragg	2	4
Superficie de Fermi		
Densidad de estados electrónicos	1	2
Clasificación de los sólidos en función de la ocupación de bandas	1	2
El modelo unidimensional de Kronig Penny	2	4
Teoría de electrones cuasilibres	2	4
Aproximación de enlace fuerte	3	6

#### **UNIDAD 6 DINÁMICA DE LOS ELECTRONES DE BLOCH**

TEMA	HORAS DE CONTACTO DIRECTO	HORAS DE TRABAJO INDEPENDIENTE DEL ESTUDIANTE
Modelo semiclásico	1	2
Las ecuaciones de movimiento		
Masa efectiva del electrón en el cristal	2	4
Concepto de hueco	1	2
La conductividad eléctrica y térmica de los metales, dependencia de la temperatura	2	4

#### **UNIDAD 7 ELECTRONES LIBRES EN METALES**

TEMA	HORAS DE CONTACTO DIRECTO	HORAS DE TRABAJO INDEPENDIENTE DEL ESTUDIANTE
Modelo de Drude: conductividad	1	2
Modelo de Sommerfeld	1	2
Propiedades del estado fundamental del gas de electrones libres	1	2
El gas de electrones libres a temperatura finita		2
Capacidad calorífica del gas de electrones libres	1	2

	<b>Contenidos Programáticos Programas de Pregrado</b>	<b>Código</b>	FGA-23 v.03
		<b>Página</b>	6 de 13

**METODOLOGÍA** (Debe evidenciarse el empleo de nuevas tecnologías de apoyo a la enseñanza y al aprendizaje)

Se realizarán las clases de forma magistral, presentaciones en power point utilizando un TV con un dongle, tablet y/o PC conectados a internet, simulaciones de algunas estructuras cristalinas, y aplicaciones interactivas.

Se desarrollarán talleres de problemas. Investigación y búsquedas de algunos conceptos básicos que aclaren los conceptos físicos fundamentales.

### **SISTEMA DE EVALUACIÓN**

Se realizarán tres evaluaciones parciales, cada una con un valor del 20% para un total del 60%; los talleres, exposiciones y quices, tendrán un valor total del 40%.

### **BIBLIOGRAFÍA DISPONIBLE EN UNIDAD DE RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS DE LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**

Charles Kittel. Introducción a la física del estado sólido. Editorial Reverte. Quinta edición.  
 N. W. Ashcroft, N. D. Mermin: Solid State Physics. W.B. Saunders Company, 1976.  
 Mckelvey. Física del estado sólido y semiconductores. Editorial Limusa.

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Charles A. Wert, Ribb M. Thomson. Física de los sólidos. Editorial Mc Graw.  
 A. S. Davidov Teoría del Sólido, Editorial Mir Moscú, 1981.

### **DIRECCIONES ELECTRÓNICAS DE APOYO AL CURSO**

<http://www.nottingham.ac.uk/~ppzblq/solidstate.htm>  
<http://www.crust.ehu.es/>  
<http://www.phys.ufl.edu/fermisurface/>  
<https://www.doitpoms.ac.uk/tlplib/index.php>

**NOTA:** EN CADA UNA DE LAS UNIDADES EL DOCENTE DEBERA PROPONER MÍNIMO UNA LECTURA EN LENGUA INGLESA Y SU MECANISMO DE CONTROL

	<b>Contenidos Programáticos Programas de Pregrado</b>	<b>Código</b>	FGA-23 v.03
		<b>Página</b>	7 de 13

**UNIDAD No. 1**
**ESTRUCTURA CRISTALINA Y DIFRACCIÓN**

**COMPETENCIAS A DESARROLLAR: Gestiona la información y resuelve problemas. Reconoce los fenómenos, los conceptos y teorías fundamentales más importantes de la física del estado sólido.**

CONTENIDOS	ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL PROFESOR	HORAS CONTACTO DIRECTO	ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL ESTUDIANTE	HORAS TRABAJO INDEPENDIENTE	HORAS ACOMPAÑAMIENTO AL TRABAJO INDEPENDIENTE	ESTRATEGIAS DE EVALUACION QUE INCLUYA LA EVALUACION DEL TRABAJO INDEPENDIENTE
Importancia de la física del estado sólido	Clase exposición magistral	2	Lecturas, talleres	4	1	Quices, exposiciones, consultas
Redes cristalinas	Presentación de diapositivas	2	Estudio de las estructuras más importantes	4	1	Buscar estructuras en la web
Celda unidad y primitiva	Definir las celdas	1	Visualización de las celdas	2	1	Buscar celdas en la web
Base cristalina	Clase exposición ejemplos	3	Dibujar las bases más comunes	6	1	Revisión de los avances
Direcciones y planos cristalográficos	Presentación de ejemplos con diapositivas	1	Buscar ejemplos y desarrollarlos	2	1	Revisión de los avances
Índices de Miller	Definición de los índices	1	Hallar los índices	2	1	Quiz
Estructuras cristalinas más relevantes	Estudio de las estructuras más importantes	2	Ver simulaciones	4	1	Tarea de investigación
Redes recíprocas más importantes	Presentación de diapositivas	2	Estudiar sus ecuaciones y dibujar redes	4	1	Taller
Zona de Brillouin	Definir las celdas	1	Representar las principales ZB	2	1	Solución de problemas
Difracción de rayos X	Determinación de estructuras	1	Investigar los patrones de redes cúbicas	2	1	Evaluación parcial

	<b>Contenidos Programáticos Programas de Pregrado</b>	<b>Código</b>	FGA-23 v.03
		<b>Página</b>	8 de 13

**UNIDAD No. 2**

**DINAMICA DE REDES**

**COMPETENCIAS A DESARROLLAR: Reconoce los fenómenos, los conceptos y teorías fundamentales más importantes de la física del estado sólido.**

CONTENIDOS	ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL PROFESOR	HORAS CONTACTO DIRECTO	ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL ESTUDIANTE	HORAS TRABAJO INDEPENDIENTE	HORAS ACOMPAÑAMIENTO AL TRABAJO INDEPENDIENTE	ESTRATEGIAS DE EVALUACION QUE INCLUYA LA EVALUACION DEL TRABAJO INDEPENDIENTE
Vibraciones reticulares en cristales unidimensionales. Cadena atómica	Desarrollo de la relación de dispersión	4	Estudiar los casos de modos 1D.	2	1	Revisión de tareas y talleres.
Densidad de estados	Deducción de la ecuación	2	Lecturas	1	1	Ejercicios
Energía de vibración e un cristal y su cuantificación	Desarrollo de la relación de dispersión de energía en función de K	2	Lecturas	4	1	Quices
Dispersión de neutrones	Explicar las técnicas de estudio de los MNV	2	Lecturas	4	1	Quices



	<b>Contenidos Programáticos Programas de Pregrado</b>	<b>Código</b>	FGA-23 v.03
		<b>Página</b>	9 de 13

**UNIDAD No. 3**
**PROPIEDADES TÉRMICAS DE LOS SÓLIDOS**

**COMPETENCIAS A DESARROLLAR: Resuelve problemas. Reconoce los fenómenos, los conceptos y teorías fundamentales más importantes de la física del estado sólido.**

CONTENIDOS	ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL PROFESOR	HORAS CONTACTO DIRECTO	ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL ESTUDIANTE	HORAS TRABAJO INDEPENDIENTE	HORAS ACOMPAÑAMIENTO AL TRABAJO INDEPENDIENTE	ESTRATEGIAS DE EVALUACION QUE INCLUYA LA EVALUACION DEL TRABAJO INDEPENDIENTE
Modelo de Einstein	Desarrollo de la ecuación	1	Estudio del modelo	2	1	Revisión del modelo
Modelo de Debye	Desarrollo de la ecuación	1	Repaso en casa	2	1	Revisión del modelo
Contribución de los electrones al calor específico del cristal.	Presentación con diapositivas	1	Investigar en la web	2	1	Revisión del tema
La conductividad térmica de los aislantes	Exposición	1	Búsqueda de tablas de conductividad T para diferentes aislantes	2	1	Revisión de la teoría
Modelo fonónico	Desarrollo de la teoría	2	Repaso en casa	2	1	Revisión del tema

	<b>Contenidos Programáticos Programas de Pregrado</b>	<b>Código</b>	FGA-23 v.03
		<b>Página</b>	10 de 13

**UNIDAD No. 4**

**ENLACE CRISTALINO**

**COMPETENCIAS A DESARROLLAR: Gestiona la información. Resuelve problemas. Reconoce los fenómenos, los conceptos y teorías fundamentales más importantes de la física del estado sólido.**

CONTENIDOS	ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL PROFESOR	HORAS CONTACTO DIRECTO	ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL ESTUDIANTE	HORAS TRABAJO INDEPENDIENTE	HORAS ACOMPAÑAMIENTO AL TRABAJO INDEPENDIENTE	ESTRATEGIAS DE EVALUACION QUE INCLUYA LA EVALUACION DEL TRABAJO INDEPENDIENTE
Energía de cohesión	Presentación con diapositivas	1	Revisión de conceptos	2	1	Preguntas en clase
Cristales iónicos	Exposición	1	Revisión de conceptos	2	1	Exposiciones
Cristales covalentes	Exposición	1	Revisión de conceptos	2	1	Exposiciones
Cristales metálicos	Exposición del tema	1	Búsquedas de materiales y sus tipos de enlace	2	1	Quices

**UNIDAD No. 5**

**POTENCIAL PERIODICO DE LA RED.**

**COMPETENCIAS A DESARROLLAR: Gestiona la información. Resuelve problemas. Reconoce los fenómenos, los conceptos y teorías fundamentales más importantes de la física del estado sólido.**

CONTENIDOS	ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL PROFESOR	HORAS CONTACTO DIRECTO	ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL ESTUDIANTE	HORAS TRABAJO INDEPENDIENTE	HORAS ACOMPAÑAMIENTO AL TRABAJO INDEPENDIENTE	ESTRATEGIAS DE EVALUACION QUE INCLUYA LA EVALUACION DEL TRABAJO INDEPENDIENTE
Ecuación de Schrödinger para el sólido.	Desarrollo de las soluciones y Presentación	1	Revisión de temas de mecánica cuántica	2	1	Preguntas en clase

	<b>Contenidos Programáticos Programas de Pregrado</b>	<b>Código</b>	FGA-23 v.03
		<b>Página</b>	11 de 13

Aproximaciones	con diapositivas					
El potencial periódico del cristal	Casos particulares de potencial	1	Revisión de temas teóricos	2	1	Preguntas en clase
Teorema de Bloch	Revisión de las particularidades		Revisión de temas teóricos	2	1	Preguntas en clase
Consecuencia del teorema de Bloch	Ondas de Bloch	1	Revisión de temas teóricos	2	1	Preguntas en clase
Bandas de energía	Exposición sobre la teoría de bandas	1	Revisión de temas teóricos	2	1	Preguntas en clase
Representaciones graficas	Revisión de los casos importantes	1	Revisión de temas teóricos	2	1	Preguntas en clase
Relación con la condición de Bragg	Revisión de la teoría	2	Revisión de temas teóricos	2	1	Quices
Densidad de estados electrónicos	Exposiciones	1	Revisión de temas teóricos	2	1	Revisión de tareas
Clasificación de los sólidos en función de la ocupación de bandas	Hacer énfasis en la clasificación de los materiales	1	Revisión de temas teóricos	2	1	Revisión de tareas
El modelo unidimensional de Kronig Penny	Estudio de la aproximación de este potencial	2	Revisión de temas teóricos	2	1	Revisión de tareas
Teoría de electrones cuasilibres	Estudio de la teoría	2	Revisión de temas teóricos	2	1	Revisión de tareas

	<b>Contenidos Programáticos Programas de Pregrado</b>	<b>Código</b>	FGA-23 v.03
		<b>Página</b>	12 de 13

Aproximación de enlace fuerte	Estudio de la teoría del enlace fuerte	3	Revisión de temas teóricos	2	1	Revisión de tareas
-------------------------------	--	---	----------------------------	---	---	--------------------

**UNIDAD No. 6**

**DINAMICA DE LOS ELECTRONES DE BLOCH**

**COMPETENCIAS A DESARROLLAR: Gestiona la información. Resuelve problemas. Reconoce los fenómenos, los conceptos y teorías fundamentales más importantes de la física del estado sólido.**

CONTENIDOS	ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL PROFESOR	HORAS CONTACTO DIRECTO	ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL ESTUDIANTE	HORAS TRABAJO INDEPENDIENTE	HORAS ACOMPAÑAMIENTO AL TRABAJO INDEPENDIENTE	ESTRATEGIAS DE EVALUACION QUE INCLUYA LA EVALUACION DEL TRABAJO INDEPENDIENTE
Modelo semiclásico. Ecuaciones de movimiento	Presentación de ejemplos con diapositivas	1	Revisión de conceptos	2	1	Preguntas en clase
Masa efectiva del electrón en el cristal	Exposición	2	Revisión de conceptos	4	1	Exposiciones
Concepto de hueco	Presentación con diapositivas	1	Revisión de conceptos	2	1	Exposiciones
Conductividad eléctrica y térmica de los metales, dependencia de la temperatura	Exposición del tema	2	Búsquedas de materiales y sus tipos de enlace	4	1	Quices

	<b>Contenidos Programáticos Programas de Pregrado</b>	<b>Código</b>	FGA-23 v.03
		<b>Página</b>	13 de 13

**UNIDAD No. 7**

**ELECTRONES LIBRES EN METALES**

**COMPETENCIAS A DESARROLLAR: Gestiona la información. Resuelve problemas. Reconoce los fenómenos, los conceptos y teorías fundamentales más importantes de la física del estado sólido.**

CONTENIDOS	ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL PROFESOR	HORAS CONTACTO DIRECTO	ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL ESTUDIANTE	HORAS TRABAJO INDEPENDIENTE	HORAS ACOMPAÑAMIENTO AL TRABAJO INDEPENDIENTE	ESTRATEGIAS DE EVALUACION QUE INCLUYA LA EVALUACION DEL TRABAJO INDEPENDIENTE
Modelo de Drude: conductividad	Presentación con diapositivas	1	Revisión de conceptos	2	1	Preguntas en clase
Modelo de Sommerfeld	Exposición	1	Revisión de conceptos	2	1	Exposiciones
Propiedades del estado fundamental del gas de electrones libres	Exposición	1	Revisión de conceptos	2	1	Exposiciones
El gas de electrones libres a temperatura finita	Exposición del tema	1	Búsquedas de materiales y sus tipos de enlace	2	1	Quices
Capacidad calorífica del gas de electrones libres	Presentación con diapositivas	1		2	1	Evaluación Final