UNIVERSIDAD NACIONAL

“JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN”

**VICERRECTORADO ACADÉMICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE FÍSICA**

**MODALIDAD NO PRESENCIAL**

**SÍLABO POR COMPETENCIAS**

**CURSO:**

**FÍSICA DEL ESTADO SÓLIDO**

**I. DATOS GENERALES**

|  |  |
| --- | --- |
| **LÍNEA DE CARRERA** | ESTUDIOS DE ESPECIALIDAD |
| **SEMESTRE ACADÉMICO** | 2020 – I |
| **CÓDIGO DEL CURSO** | 505 |
| **CRÉDITOS** | 5,0 |
| **HORAS SEMANALES** | Hrs. Totales: 07 Teóricas 03 Practicas 04 |
| **CICLO** | IX |
| **SECCIÓN** | A |
| **APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE** | Velasquez Guardia Pablo Wenceslao |
| **CORREO INSTITUCIONAL** | [pvelasquez@unjfsc.edu.pe](mailto:pvelasquez@unjfsc.edu.pe) |
| **N° DE CELULAR** | 979312377 |

**II. SUMILLA**

|  |
| --- |
| El curso de física del estado sólido es de carácter teórico – aplicativo, tiene como propósito desarrollar en el alumno la comprensión, el análisis crítico y la investigación de Estructuras cristalinas y red recíproca. Estados electrónicos en cristales. Dinámica de iones en cristales. Propiedades mecánicas, dieléctricas y magnéticas. Superconductividad.  Al finalizar el curso el alumno será capaz de interpretar y comprender como vibran los átomos (fonones) y los estados electrónicos de los electrones dentro de los sólidos (Teoría de Bandas). Cada una de las propiedades físicas de los sólidos quedará entonces explicadas en función de los fonones y de los estados electrónicos. A sí, supone el análisis, la síntesis, interpretación física y aplicación de la física del estado sólido en la solución de situaciones prácticas y problemas relacionados con la formación del futuro Físico, demostrando creatividad y trabajo en equipo. |

**III. CAPACIDADES AL FINALIZAR EL CURSO**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDACTICA** | **NOMBRE DE LA UNIDAD DIDACTICA** | **SEMANAS** |
| **UNIDAD**  **I** | La física del estado sólido presta gran dedicación al estudio de los cristales y al de los electrones en los mismos. **Aplica** la difracción de las ondas por el cristal para determinar el tamaño de la celda, discute la posición de los núcleos y la distribución de los elementos dentro de la celda. | ESTRUCTURAS CRISTALINAS Y RED RECÍPROCA. ESTADOS ELECTRÓNICOS EN CRISTALES | **1 – 4** |
| **UNIDAD**  **II** | Antelas propiedades elásticas de un cristal considerado como un medio continuo y homogéneo mejor que como una disposición periódica de átomos. **Aplica** yresuelve el intervalo de frecuencias, las ondas ultrasónicas que se utilizan para medir las constantes elásticas y los defectos de red y la estructura electrónica de los metales. | DINÁMICA DE IONES EN CRISTALES. | **5 – 8** |
| **UNIDAD**  **III** | Teniendo como base las aproximaciones de Einstein y Debye a la capacidad calorífica asociada a las con las vibraciones de la red de los cristales**,** indica la características de los cálculos más exactos. **Estructura** y ejecuta consideramos los efectos de las interacciones anarmónicas de la red, incluyendo, la expansión térmica, la relación de Gruneisen y la conductividad térmica de los aisladores. | PROPIEDADES MECÁNICAS, DIELÉCTRICAS Y MAGNÉTICAS. | **9 – 12** |
| **UNIDAD**  **IV** | Teniendo como base las aproximaciones de Einstein y Debye a la capacidad calorífica asociada con las vibraciones de la red de los cristales, indicalas características de los cálculos más exactos. **Debate** los efectos de las interacciones anarmónicas de la red, incluyendo, la expansión térmica, la relación de Gruneisen y la conductividad térmica de los aisladores. | SUPERCONDUCTIVIDAD. | **13 – 16** |

**IV. INDICADORES DE CAPACIDADES AL FINALIZAR EL CURSO**

|  |  |
| --- | --- |
| **NÚMERO** | **INDICADORES DE CAPACIDAD AL FINALIZAR EL CURSO** |
| *1* | **Interpretará** la red recíproca de cualquiera de las 14 redes de Bravais e identifica los 5 vectores recíprocos de menor módulo. |
| *2* | ***Puede*** diferenciar entre estructuras cristalinas y no cúbicas por medio de un difractograma de Rayos X. |
| *3* | ***Indexa*** difractogramas de estructuras cristalinas conocidas. |
| *4* | ***Explica*** cómo con un experimento de scattering inelástico de neutrones se puede obtener las relaciones de dispersión de los fonones. |
| *5* | ***Demuestra***  las propiedades ópticas en el infrarrojo. |
| *6* | ***Explica*** la difusión inelástica de fotones por fonones de gran longitud de onda. |
| *7* | ***Analiza***  el modelo de Kronig Penney |
| *8* | ***Demuestra***  cómo se deforma la esfera de Fermi en aleaciones metálica. |
| *9* | ***Deduce*** el comportamiento de la conductividad eléctrica según el modelo de Drude y modelo de Sommerfeld. |
| *10* | ***Explica*** la ley de Dulong y Petit. |
| *11* | ***Diferencia*** los modelos clásicos, de Einstein y de Debye. |
| *12* | ***Analiza*** el paramagnetismo de la red y paramagnetismo de los electrones. |
| *13* | ***Identifica***  la unión P-N , estimación del valor del potencial de contacto y el ancho de la zona de carga |
| *14* | ***Describe*** los cristales semiconductores |
| *15* | ***Aplica*** la ecuación de London en resolución de problemas. |
| *16* | ***Analiza*** la teoría BCS. |

**V.**  **DESARROLLO DE LAS UNIDADES DIDACTICAS**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Unidad Didáctica I: *E*structuras cristalinas y red recíproca. estados**  **Electrónicos en cristales.** | **CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA I:** La física del estado sólido presta gran dedicación al estudio de los cristales y al de los electrones en los mismos. **Aplica** la difracción de las ondas por el cristal para determinar el tamaño de la celda, discute la posición de los núcleos y la distribución de los elementos dentro de la celda. | | | | | | | |
|  | | | | | | | |
| **Semana** | **CONTENIDOS** | | | | **ESTRATEGIA DE LA ENSEÑANZA VIRTUAL** | | **INDICADORES DE LOGRO DE LA CAPACIDAD** |
| **CONCEPTUAL** | **PROCEDIMENTAL** | | **ACTITUDINAL** |
| 01 | **Cristalografía**  Conceptos de celda primitiva, celda unitaria y celda WS. Descripción de las redes de Bravais. Estructuras Cristalinas  **Red recíproca**  Definición de red recíproca. Redes recíprocas de redes cúbicas. Relación entre planos cristalinos en la red directa y vectores de la red recíproca. Series de Fourier. Zonas de Brillouin. | * **Comprende** y **explica** estructuras cristalinas, red recíproca. * **Analiza** la ley de Bragg en un sólido cristalino considerando los enlaces iónicos. * **Determina** el enlace en solidos de gases inertes. | | **Comparte** experiencias de aprendizaje relacionados con estructura cristalina.  **Muestra** interés, Discute resultados respetando opiniones de compañeros y del profesor.  **Participa** en la resolución de problemas.  **Redacta** su informe de investigaciónde enlace en solidos iónicos. | **Expositiva (Docente/Alumno)**  Uso de Google Meet  **Debate dirigido (Discusiones)**  Foros, chat  **Lecturas**  Uso de repositorios digitales.  **Lluvia de ideas (Saberes previos)**  Foros, chat | | **Interpretará** la red recíproca de cualquiera de las 14 redes de Bravais e identifica los 5 vectores recíprocos de menor módulo.  ***Puede*** diferenciar entre estructuras cristalinas y no cúbicas por medio de un difractograma de Rayos X.  ***Indexa*** difractogramas de estructuras cristalinas conocidas  ***Explica*** cómo con un experimento de scattering inelástico de neutrones se puede obtener las relaciones de dispersión de los fonones. |
| 02 | **Difracción de rayos x**  Ley de Bragg. Análisis Von Laue. Concepto de esfera de Ewald y métodos experimentales. Indexación de difractogramas de estructuras cúbicas. |
| 03 | **Enlace cristalino**  Enlace en sólidos de gases inertes, Potencial Lennard – Jones. Enlace en sólidos iónicos, Constante de Madelung. **Presentación de ejercicios vía Aula Virtual de la UNJFSC** |
| 04 | ***EXAMEN VÍA PLATAFORMA VIRTUAL (GOOGLE MEET)*** |
|  | **EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA** | | | | | | |
| **EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS** | | **EVIDENCIA DE PRODUCTO** | | | **EVIDENCIA DE DESEMPEÑO** | |
| * Estudio de casos. * Cuestionario. | | * Trabajos individuales y/o grupales. * Soluciones a ejercicios propuestos. | | | * Comportamiento en clase virtual y chat. | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Unidad Didáctica II: Dinámica de iones en cristales.** | **CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA II**: Antelas propiedades elásticas de un cristal considerado como un medio continuo y homogéneo mejor que como una disposición periódica de átomos. **Aplica** yresuelve el intervalo de frecuencias, las ondas ultrasónicas que se utilizan para medir las constantes elásticas y los defectos de red y la estructura electrónica de los metales. | | | | | | | |
|  | | | | | | | |
| Semana | **CONTENIDOS** | | | | **ESTRATEGIA DE LA ENSEÑANZA VIRTUAL** | | **INDICADORES DE LOGRO DE LA CAPACIDAD** |
| **CONCEPTUAL** | **PROCEDIMENTAL** | | **ACTITUDINAL** |
| 05 | **Constantes elásticas y ondas elásticas**  Análisis de las deformaciones elásticas. Constantes de deformación y rigidez elásticas. Ondas elásticas en cristales cúbicos. Determinación experimental de las constantes elásticas. | * **Comprende** y explica las constantes de deformación y rigidez elásticas, ondas elásticas en cristales. * **Identifica** la difusión de inelasticidad de los fotones y neutrones por fonones. * **Determina** las vibraciones de red monoatómicas. | | * **Participa** en la discusión de leyes. * **Demuestra** responsabilidad en la presentación de trabajos. * **Participa** en la resolución de ejercicios * **Redacta** su informe de investigación sobre la dinámica semiclasica de electrones en un sólido. | **Expositiva (Docente/Alumno)**   * Uso de Google Meet   **Debate dirigido (Discusiones)**   * Foros, chat   **Lecturas**   * Uso de repositorios digitales.   **Lluvia de ideas (Saberes previos)**   * Foros, chat | | ***Demuestra***  las propiedades ópticas en el infrarrojo.  ***Explica*** la difusión inelástica de fotones por fonones de gran longitud de onda.  ***Analiza***  el modelo de Kronig Penney.  ***Demuestra***  cómo se deforma la esfera de Fermi en aleaciones metálica. |
| 06 | **Fonones y vibración de red***.*  Cuantificación de las vibraciones de red. Cantidad de movimiento del fonon. Difusión inelástica de fotones por fonones de gran longitud de onda. Difusión inelástica de rayos x por fonones. Difusión inelástica de neutrones por fonones. Vibraciones de red monoatómicas. Redes con dos átomos por celda primitiva. Propiedades ópticas en el infrarrojo. |
| 07 | **Teoría de bandas**  Energía de Fermi y densidad de estados de un gas de electrones libres. Teorema de Bloch. Modelo de electrones casi libres. Modelo de electrones fuertemente ligados. Modelo Kronig Penney. Dinámica semiclásica de electrones en un sólido. **Presentación de ejercicios vía Aula Virtual de la UNJFSC** |
| 08 | ***EXAMEN VÍA PLATAFORMA VIRTUAL (GOOGLE MEET)*** |
|  | **EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA** | | | | | | |
| **EVIDENCIA DE CONOCIMIENTO** | | **EVIDENCIA DE PRODUCTO** | | | **EVIDENCIA DE DESEMPEÑO** | |
| * Estudio de casos. * Cuestionario. | | * Trabajos individuales y/o grupales. * Soluciones a ejercicios propuestos. | | | * Comportamiento en clase virtual y chat. | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Unidad Didáctica III: P**ropiedades mecánicas, dieléctricas y magnéticas. | **CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA III**: Teniendo como base las aproximaciones de Einstein y Debye a la capacidad calorífica asociada a las con las vibraciones de la red de los cristales**,** indica la características de los cálculos más exactos. **Estructura** y ejecuta consideramos los efectos de las interacciones anarmónicas de la red, incluyendo, la expansión térmica, la relación de Gruneisen y la conductividad térmica de los aisladores. | | | | | | | |
|  | | | | | | | |
| Semana | **CONTENIDOS** | | | | **ESTRATEGIA DE LA ENSEÑANZA VIRTUAL** | | **INDICADORES DE LOGRO DE LA CAPACIDAD** |
| **CONCEPTUAL** | **PROCEDIMENTAL** | | **ACTITUDINAL** |
| 09 | **Física de semiconductores**  Conductividad eléctrica según modelo de Drude y modelo de Sommerfeld. Conductividad en semiconductores y metales. Efecto Hall y magnetorresistencia. | * **Analiza** y **comprende** el modelo de Drude y modelo de Sommerfeld. * **Soluciona** problemas de semiconductividad y conductividad de acurdo al modelo. | | * **Respeta** la opinión de compañeros y profesor. * **Participa** en la solución de problemas. Expone colaborando con el aprendizaje de sus compañeros. | **Expositiva (Docente/Alumno)**   * Uso de Google Meet   **Debate dirigido (Discusiones)**   * Foros, chat   **Lecturas**   * Uso de repositorios digitales.   **Lluvia de ideas (Saberes previos)**   * Foros, chat | | ***Deduce*** el comportamiento de la conductividad eléctrica según el modelo de Drude y modelo de Sommerfeld.  ***Explica*** la ley de Dulong y Petit.  ***Diferencia*** los modelos clásicos, de Einstein y de Debye.  ***Analiza*** el paramagnetismo de la red y paramagnetismo de los electrones. |
| 10 | **Propiedades térmicas**  Calor específico de la red, Ley de Dulong y Petit: Modelos Clásico, de Einstein y de Debye. Conductividad Térmica de la red y de los electrones, Número de Lorentz. Efectos termoeléctricos  **Propiedades ópticas y dieléctricas**  Contribución de electrones y fonones a permitividad eléctrica. Polarización electrónica, iónica y dipolar. Plasmones. |
| 11 | **Propiedades magnéticas**  Diamagnetismo de los sólidos de gases inertes. Paramagnetismo de la red y paramagnetismo de los electrones. Ferromagnetismo. **Presentación de ejercicios vía Aula Virtual de la UNJFSC** |
| 12 | ***EXAMEN VÍA PLATAFORMA VIRTUAL DE LA UNJFSC.*** |
|  | **EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA** | | | | | | |
| **EVIDENCIA DE CONOCIMIENTO** | | **EVIDENCIA DE PRODUCTO** | | | **EVIDENCIA DE DESEMPEÑO** | |
| * Estudio de casos. * Cuestionario. | | * Trabajos individuales y/o grupales. * Soluciones a ejercicios propuestos. | | | * Comportamiento en clase virtual y chat. | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Unidad Didáctica IV: Conversión de coordenadas celestes.** | **CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA IV:** Teniendo como base las aproximaciones de Einstein y Debye a la capacidad calorífica asociada con las vibraciones de la red de los cristales, indicalas características de los cálculos más exactos. **Debate** los efectos de las interacciones anarmónicas de la red, incluyendo, la expansión térmica, la relación de Gruneisen y la conductividad térmica de los aisladores. | | | | | | | |
|  | | | | | | | |
| Semana | **CONTENIDOS** | | | | **ESTRATEGIA DE LA ENSEÑANZA VIRTUAL** | | **INDICADORES DE LOGRO DE LA CAPACIDAD** |
| **CONCEPTUAL** | **PROCEDIMENTAL** | | **ACTITUDINAL** |
| 13 | **Física de semiconductores**  Difusión de portadores. La unión P-N. Estimación del valor del potencial de contacto y del ancho de la zona de carga. | * **Analiza** y resuelveejercicios de estimación del valor de potencial de contacto. * **Diserta** sobre la unión, tipo P-N relacionado con temperatura crítica y el modelo BCS. * **Identifica** cuales son los cristales semiconductores | | * **Participa** en la resolución de ejercicios y problemas planteados por el profesor, mostrando interés para encontrar la solución correcta. * **Opina** y discutecríticamente en la resolución de trabajos de investigación sobre la teoría BCS. * **Demuestra** la ecuación de London en solución de problemas. | **Expositiva (Docente/Alumno)**   * Uso de Google Meet   **Debate dirigido (Discusiones)**   * Foros, chat   **Lecturas**   * Uso de repositorios digitales.   **Lluvia de ideas (Saberes previos)**   * Foros, chat | | ***Identifica***  la unión P-N, estimación del valor del potencial de contacto y el ancho de la zona de carga.    ***Describe*** los cristales semiconductores.  ***Aplica*** la ecuación de London en resolución de problemas.  ***Analiza*** la teoría BCS. |
| 14 | **Cristales semiconductores** |
| 15 | **Superconductividad**  Resistencia cero, temperatura crítica, ecuación de London, modelo de dos tipos de portadores. Teoría BCS. **Presentación de ejercicios vía Aula Virtual de la UNJFSC** |
| 16 | ***EXAMEN VÍA PLATAFORMA VIRTUAL (GOOGLE MEET)*** |
|  | **EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA** | | | | | | |
| **EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS** | | **EVIDENCIA DE PRODUCTO** | | | **EVIDENCIA DE DESEMPEÑO** | |
| * Estudio de casos. * Cuestionario. | | * Trabajos individuales y/o grupales. * Soluciones a ejercicios propuestos. | | | * Comportamiento en clase virtual y chat. | |

**VI. MATERIALES EDUCATIVOS Y OTROS RECURSOS DIDÁCTICOS**

Se utilizarán todos los materiales y recursos requeridos de acuerdo a la naturaleza de los temas programados. Básicamente serán:

**1. Medios y plataformas virtuales**

* Casos prácticos
* Pizarra interactiva
* Google Meet
* Repositorio de datos.

**2. Medios informáticos**

* Computadora
* Tablet
* Celulares
* Simuladores
* Tutoriales
* Word
* PowerPoint
* Internet.

**VII. EVALUACIÓN**

La evaluación es inherente al proceso de enseñanza aprendizaje y será continua y permanente. Los criterios de evaluación son de conocimiento, de desempeño y de producto.

**1. Evidencia conocimiento**

La evaluación será a través de pruebas escritas y orales para el análisis y autoevaluación. En cuanto al primer caso, medir la competencia a nivel interpretativo, argumentativo y propositivo, para ello debemos ver como identifica (describe, ejemplifica, relaciona, reconoce, explica, etc.); y la forma en que argumenta (plantea una afirmación, describe las refutaciones en contra de dicha afirmación, expone sus argumentos contra las refutaciones y llega a conclusiones) y la forma en que propone a través de establecer estrategias, valoraciones, generalizaciones, formulación de hipótesis, respuesta a simulaciones, etc.

En cuanto a la autoevaluación permite que el estudiante reconozca sus debilidades y fortalezas para corregir y mejorar.

Las evaluaciones de este nivel serán de respuestas simples y otras con preguntas abiertas para su argumentación.

**2. Evidencias de desempeño**

Esta evidencia pone en acción recursos cognitivos, recursos procedimentales y recursos afectivos; todo ello en una integración que evidencia un saber hacer reflexivo; en tanto, se puede verbalizar lo que se hace, fundamentar teóricamente la práctica y evidenciar un pensamiento estratégico, dado en la observación en torno a cómo se actúa en situaciones impredecibles.

La evaluación de desempeño se evalúa ponderando como el estudiante se hace investigador aplicando los procedimientos y técnicas en el desarrollo de las clases a través de su asistencia y participación asertiva.

**3. Evidencias de producto**

Están implicadas en las finalidades de la competencia, por tanto, no es simplemente la entrega del producto, sino que tiene que ver con el campo de acción y los requerimientos del contexto de aplicación.

La evaluación de producto de evidencia en la entrega oportuna de sus trabajos parciales y el trabajo final.

Además, se tendrá en cuenta la asistencia como componente del desempeño, el 30 % de inasistencia inhabilita el derecho a la evaluación.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **VARIABLES** | **PONDERACIONES** | **UNIDADES DIDÁCTICAS**  **DENOMINADAS MÓDULOS** |
| Evaluación de Conocimiento | 30 % | El ciclo académico comprende  4 |
| Evaluación de Producto | 35 % |
| Evaluación de desempeño | 35 % |

Siendo el promedio final (PF), el promedio simple de los promedios ponderados de cada módulo (PM1, PM2, PM3, PM4).



La nota mínima aprobatoria es once (11). Solo en el caso de la nota promocional la fracción de 0,5 se redondeara a la unidad entero intermedio superior (Art.130).

**VIII. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS WEB**

* 1. **Fuentes Documentales**

1. <https://www.youtube.com/watch?v=EhzRpiYEYEk>
2. <https://www.youtube.com/watch?v=cy50YR7kr8c>
3. <https://www.youtube.com/watch?v=lYAIJo26rMk>
4. <https://www.youtube.com/watch?v=kz-UuiwqImY&t=71s>
   1. **Fuentes Bibliográficas**
5. **CHARLES KITTEL:** Introducción a la Física del Estado Sólido, 4ta edición en castellano ó 5ta en inglés.

**2. M. ALI OMAR:** Elementary Solid State Physics.

**3. N. ASHCROFT Y N.D MERMIN:** Solid State Physics.Martin A. Plonus.

Electromagnetismo aplicado.

**4. J.M. ZIMAN:** Principios de la Teoría de Sólidos.

**5. JOHN MCKELVEY:** Física de Semiconductores.

**6. FREDERICK SEITZ:** The Modern Theory of Solids, 1940.

**7. FRANCISCO DOMINGUEZ-ADAME:** Física del Estado Sólido, teoría

y métodos numéricos

**8. N. ASHCROFT Y N.D MERMIN:** Solid State Physics.Martin A. Plonus.

Electromagnetismo aplicado.

**9. JOHN MCKELVEY:** Física de Semiconductores.

**10. FRANCISCO DOMINGUEZ-ADAME:** Física del Estado Sólido, teoría

Electromagnetismo aplicado.

* 1. **Fuentes Hemerográficas**

1. <https://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/descifrar-la-gravedad-769/el-estado-slido-y-el-nuevo-mapa-de-la-fsica-17542>
2. <http://cienciauanl.uanl.mx/?p=9879>
3. <http://cienciauanl.uanl.mx/?p=9879>
   1. **Fuentes Electrónicas**
4. <http://gnm.cl/emenendez/uploads/Cursos/cap1_ifes.pdf>
5. <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-17833/Guiones%20Fisica%20del%20Estado%20Solido%20I.pdf>
6. <http://www.tandar.cnea.gov.ar/~gamba/z-notas-docentes/zgsol09.pdf>

Huacho julio del 2020



Universidad Nacional

“José Faustino Sánchez Carrión” 

Velasquez Guardia Pablo Wenceslao

DC 1634