**Ministry of Higher Education and Scientific Research**

**Republic of Iraq**

**University: University Of Basrah**

**College: Science**

**Department : Physics**

**Year : 2021-2022** **Semester : First**

SYLLABUS: < Advanced Solid State Physics Course >

| | |
|---|---|
| ***INSTRUCTOR:*** **Prof. Dr. Arshad Hmood Abd Alkadhim** | ***Phone:*** *- 07800199657* |
| ***Hours: 2*** | ***Office:*** **Department of Physics** |
| ***Home Page***<br>http://faculty.uobasrah.edu.iq/faculty/2460 | ***Email:***<br>arshad.abd_alkadim@uobasrah.edu.iq |

## COURSE OVERVIEW

Objectives of the Advanced Solid State Physics Course 428 (PHY 428)
The study of advanced solid-state physics, which includes the physical properties of solid matter (metals, semiconductors, insulators), discusses the model of free electrons and electric current when applying an external field to the participation of electrons in calculating specific heat. It is also the introduction to important concepts of the Fermi surface level, which will be used to revise the method for describing and treating electrical and thermal conductivity in metals. It also explains the traditional model of the gas of free electrons (the classical theory), the quantum theory of free electrons, the physical state of the electron gas, and the effect of the magnetic field on the movement of free electrons. Therefore, studying the origin of bands in solid materials is a very important topic, which helps us understanding the electrical, thermal and optical properties of solid materials, in addition to knowing the bands structure. The explanation of the alternating electrical conductivity of the material in the presence of the alternating electric field, and this conductivity is closely related to the optical properties, covers the term "photovoltaic" at a range of frequencies, which is not limited to the visible range only, but extends from the range of high frequencies to the range of low frequencies. It is useful that the presence of crystal defects in pure crystals leads to the improvement of many physical properties of some materials, as it is possible to obtain new metal alloys characterized by a high resistance to impact loads. The electrical conductivity property in some semiconductors is due to the presence of a small amount of impurity atoms, and these defects also cause color centers in some materials, making them suitable for many technology applications in addition to the association of photo-luminescence with these impurities.

## GOALS AND OBJECTIVES

Objectives of the Advanced Solid State Physics Course 428 (PHY 428)
The study of advanced solid-state physics, which includes the physical properties of solid matter (metals, semiconductors, insulators), discusses the model of free electrons and electric current when applying an external field to the participation of electrons in calculating specific heat. It is also the introduction to important concepts of the Fermi surface level, which will be used to revise the method for describing and treating electrical and thermal conductivity in metals. It also explains the traditional model of the gas of free electrons (the classical theory), the quantum theory of free electrons, the physical state of the electron gas, and the effect of the magnetic field on the movement of free electrons. Therefore, studying the origin of bands in solid materials is a very important topic, which helps us understanding the electrical, thermal and optical properties of solid materials, in addition to knowing the bands structure. The explanation of the alternating electrical conductivity of the material in the presence of the alternating electric field, and this conductivity is closely related to the optical properties, covers the term "photovoltaic" at a range of frequencies, which is not limited to the visible range only, but extends from the range of high frequencies to the range of low frequencies. It is useful that the presence of crystal defects in pure crystals leads to the improvement of many physical properties of some materials, as it is possible to obtain new metal alloys characterized by a high resistance to impact loads. The electrical conductivity property in some semiconductors is due to the presence of a small amount of impurity atoms, and these defects also cause color centers in some materials, making them suitable for many technology applications in addition to the association of photo-luminescence with these impurities.

Textbook and Readings

[1] Solid state physics authorship by Dr. Sobhi Saeed Al-Rawi

[2] Introduction to solid state physics authorship by Charles Kittel

[3]

## COURSE ASSESSMENTS

The course grade ( **100%** points ) will be based on the following elements:

| | Points |
|---|---|
| Exams | **85%** |
| Reading Checks | **5%** |
| Participation | **5%** |
| Attendance | **5%** |
| Assignments | **100%** |

## COURSE DESCRIPTION AND ASSIGNMENT SCHEDULE

This 2 -credit hour course is 15 weeks long. You should invest 2 hours every week in this course.

| WK | DATE | TOPIC | READING | ASSIGNMENT |
|---|---|---|---|---|
| 1 | ٢٠٢١/١٠/١٧<br>٢٠٢١/١٠/١٩ | Chapter One: Free Electrons in Metals<br>Introduction, Drude Model, Electrical Conductivity of DC in Metals, Specific Resistivity of Metals, Thermal Electronic Conductivity of Metals. | | |
| 2 | 3/11/2021<br>11/11/2021 | Chapter Two: The Quantum Theory of Free Electrons<br>Introduction, classical model of free electron gas, quantum theory of free electrons, Fermi surface, Fermi energy calculation for metal, state density of electron phase, electronic specific heat of metals, effect of Fermi surface on electrical conductivity, thermal conductivity in metals, motion of electron in magnetic field, Hall effect. | | |
| 3 | 19/11/2021<br>27/11/2021 | Chapter 3: The bands theory in solids<br>Introduction, origin of bands in solids, periodic potential, Bloch function, one-dimensional lattice crystal, density of electronic state, actual mass, concept of positive holes, Fermi surface study, surface anomaly, orbital frequency (sictron), acoustic magnetic phenomenon, Phenomenon De Hass-Van Alfen. | | |
| 4 | 5/12/2021 | Solve the problems of chapter one, two and three | | |
| 5 | 13/12/2021 | 1st, 2nd and 3rd semester exam | | Assignment 1 |
| 6 | 21/12/2021 | Chapter Four: Electrical and Optical Properties of Solids<br>AC electrical conductivity and optical properties, low frequency region ($\omega\tau<<1$), high frequency region ($\omega\tau>>1$), thermal ion emission. | | |
| 7 | 29/12/2021 | solving chapter 4 problems | | |
| 8 | 7/1/2022 | Chapter Five: Crystal Defects<br>Introduction, Point Defects, Point Defects in Ion Crystals, Schottky Spaces, Frenkel Spaces, Other Types of Point Defects, Line Defects, Edge Dislocations, Permian Dislocations, Berker Circle Vector and Circle, Plane Defects, Defects Due to Packing Faults (stacking), Free Surfaces , grain limits, phase limits, stacking defects (packing), finding the concentration and activation energy for vacuum formation, finding the vacuum forming energy | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | experimentally. | | |
| **9** | 15/1/2022 | Fourth and Fifth chapters Exam | | Assignment 2 |
| **10** | 23/1/2022 | Review and solve the problems about the fifth chapter | | |
| **11** | | | | |
| **12** | | | | Assignment 3 |
| **13** | | | | |
| **14** | | | | |
| **15** | ***Mid Exam*** | | | |

| Is it possible to develop the curriculum <within the teaching authority 20%> to include vocabulary that serves sustainability | |
|---|---|
| 1- Yes, it is possible (point an appropriate aspect) | **1**- Fighting poverty 2- No hunger 3- Developing life-long learning and education 4- Green chemistry 5- Sustainable development 6- Water purification 7- Water recycling for agriculture 8- Creativity and production -9- Sustainable energy (wind Sun and organic energy) -10- Environmental development- 11- pollution measurement -12- child care program-13- public health development program-14- measuring the efficiency of health institutions-15- gender equality-16- non-extremism-17- drug efficiency 18- Food efficiency for infants, children, adults and the elderly -19- Efficiency of the overall environment -20- Waste recycling-21- Heavy water disposal mechanisms-22- Literacy program-23- Mechanisms for preserving biodiversity-24- Mechanisms for spreading peace and justice in society- 25- Developing life in the seas and oceans-26- Studying the level of university education and the mechanisms for its development-27- Mechanisms for developing the local industry in Iraq-28- Mechanisms for developing infrastructure in Iraq-29-Reducing racial discrimination in all its forms-30-The basics of sustainable cities- 31- Mechanisms to reduce consumption and increase production- 32- Mechanisms to provide job opportunities for all-33- Study aspects of developing green areas-34- Study climatic phenomena in the country-35- Mechanisms for obtaining good health and well-being. |
| 2- Suggest aspect that serves sustainability | One of the most important challenges in the world today is to find and develop alternative, environmentally friendly energy sources. Thermal generators are one of the well-known green energy sources that convert thermal energy directly into electrical energy through the thermoelectric effect. The thermoelectric effect is a temperature gradient that generates an electric potential or vice versa. Thermoelectric generators are usually small, lightweight, powerful, maintenance-free, heat and cool in the same unit, have no moving parts, and have a wide operating temperature range. |

العام الدراسي : ٢٠٢١-٢٠٢٢ الفصل الدراسي : الأول

**مفردات المنهج :** < فيزياء الحالة الصلبة المتقدم >


| | |
|---|---|
| **أسم التدريسي :** ا.د. أرشد حمود عبد الكاظم | رقم الموبايل :07800199657 |
| **جهة الانتساب : كلية العلوم/قسم الفيزياء** | **عدد وحدات الدرس : 2** |
| **الايميل الرسمي :** arshad.abd_alkadim@uobasrah.edu.iq | **رابط الصفحة الرسمية :** http://faculty.uobasrah.edu.iq/faculty/2460 |


## نظرة عامة

أهداف مقرر فيزياء الحالة الصلبة المتقدم ف ٤٢٨
ان دراسة فيزياء الحالة الصلبة المتقدم التي تشمل الخواص الفيزياوية للمادة الصلبة (معادن، اشباه موصلات، عوازل)، بحيث تناقش نموذج الإلكترونات الحرة والتيار الكهربائي عند تطبيق مجال خارجي إلى مشاركة الإلكترونات فى حساب الحرارة النوعية. كما هي المدخل لمفاهيم مهمة لمستوي سطح فيرمي واللذي سوف يستخدم في تنقيح طريقة وصف ومعالجة التوصيل الكهربي والحراري فى المعادن. كما يوضح النموذج التقليدي لغاز الإلكترونات الحرة ) النظرية الكلاسيكية) و النظرية الكمية للالكترونات الحرة، و الحالة الدركية لغاز الالكترون، و تأثير المجال المغناطيسي على حركة الإلكترونات الحرة. وعليه فان دراسة منشأ الحزم في المواد الصلبة يعد موضوعا بالغ الاهمية والذي يساعدنا على فهم الخواص الكهربائية والحرارية والبصرية للمواد الصلبة بالاضافة الى معرفة تركيب الحزم. أن توضيح التوصيلية الكهربائية المتناوبة للمادة في وجود المجال الكهربائي المتناوب وترتبط هذه التوصيلية بالخصائص الضوئية بصلة وثيقة يغطي مصطلح "الكهروضوئية" عند مدى من الترددات والذي لا يقتصر على المدى المرئي فقط، وانما يمتد من مدى الترددات العالية الى مدى الترددات الواطئة. من المفيد أن وجود العيوب البلورية فى البلورات النقية يؤدي، إلى تحسين الكثير من الخصائص الفيزيائية لبعض المواد حيث يمكن الحصول على سبائك معدنية جديدة تتميز بمقاومة عالية للأحمال المؤثر. كما تعود خاصية التوصيل الكهربائي في بعض أشباه الموصلات إلى وجود كمية ضئيلة من الذرات الشائبة، وكذلك تسبب هذه العيوب مراكز لونية (color centers) في بعض المواد مما يجعلها مناسبة للعديد من تطبيقات التكنولوجيا هذا بالإضافة إلى ارتباط التألق الضوئي (photo-luminescence) بهذه الشوائب.

## الأهداف والغايات

✓

١-

أهداف مقرر فيزياء الحالة الصلبة المتقدم ف ٤٢٨
ان دراسة فيزياء الحالة الصلبة المتقدم التي تشمل الخواص الفيزياوية للمادة الصلبة (معادن، اشباه موصلات، عوازل)، بحيث تناقش نموذج الإلكترونات الحرة والتيار الكهربائي عند تطبيق مجال خارجي إلى مشاركة الإلكترونات فى حساب الحرارة النوعية. كما هي المدخل لمفاهيم مهمة لمستوي سطح فيرمي واللذي سوف يستخدم في تنقيح طريقة وصف ومعالجة التوصيل الكهربي والحراري فى المعادن. كما يوضح النموذج التقليدي لغاز الإلكترونات الحرة ) النظرية الكلاسيكية) و النظرية الكمية للالكترونات الحرة، و الحالة الدركية لغاز الالكترون، و تأثير المجال المغناطيسي على حركة الإلكترونات الحرة. وعليه فان دراسة منشأ الحزم في المواد الصلبة يعد موضوعا بالغ الاهمية والذي يساعدنا على فهم الخواص الكهربائية والحرارية والبصرية للمواد الصلبة بالاضافة الى معرفة تركيب الحزم. أن توضيح التوصيلية الكهربائية المتناوبة للمادة في وجود المجال الكهربائي المتناوب وترتبط هذه التوصيلية بالخصائص الضوئية بصلة وثيقة يغطي مصطلح "الكهروضوئية" عند مدى من الترددات والذي لا يقتصر على المدى المرئي فقط، وانما يمتد من مدى الترددات العالية الى مدى الترددات الواطئة. من المفيد أن وجود العيوب البلورية فى البلورات النقية يؤدي، إلى تحسين الكثير من الخصائص الفيزيائية لبعض المواد حيث يمكن الحصول على سبائك معدنية جديدة تتميز بمقاومة عالية للأحمال المؤثر. كما تعود خاصية التوصيل الكهربائي في بعض أشباه الموصلات إلى وجود كمية ضئيلة من الذرات الشائبة، وكذلك تسبب هذه العيوب مراكز لونية (color centers) في بعض المواد مما يجعلها مناسبة

للعديد من تطبيقات التكنولوجيا هذا بالإضافة إلى ارتباط التألق الضوئي (photo-luminescence) بهذه الشوائب.
✓

## المصادر


[1] فيزياء الحالة الصلبة تاليف د. صبحي سعيد الراوي
[2] Introduction to solid state physics authorship by Charles Kittel
[3]


## التقييمات المعتمدة

تعتمد درجة المادة ( 100% ) موزعة على الجوانب التالية :

| التفاصيل | الدرجة |
|---|---|
| **الامتحانات** | %٨٥ |
| **درجة الاستيعاب** | %٥ |
| **المشاركة** | %٥ |
| **الحضور** | %٥ |
| **الدرجة الكلية** | %١٠٠ |

## وصف الدرس وجدول التخصيص

يتضمن الدر س ( ٢ ) ساعة - عدد الساعات الأسبوعية معتمدة موزعة على ١٥ أسبوعًا .

| الاسبوع | التأريخ | الموضوع | القراءة في المصدر | الامتحانات والتقييمات |
|---|---|---|---|---|
| ١ | ٢٠٢١/١٠/١٧<br>٢٠٢١/١٠/٢٥ | الفصل الاول: الالكترونات الحرة في المعادن<br>المقدمة، نموذج درود: Drude Model، التوصيلية الكهربائية للتيار المستمر في المعادن، المقاومة النوعية للمعادن، التوصيلية الحرارية الالكترونية للمعادن. | | |
| ٢ | ٢٠٢١/١١/٣<br>٢٠٢١/١١/١١ | الفصل الثاني: النظرية الكمية للالكترونات الحرة<br>المقدمة، النموذج التقليدي لغاز الإلكترونات الحرة، النظرية الكمية للالكترونات الحرة،سطح فيرمي للمعدن، كثافة الحالة لفاز الالكترون، الحرارة النوعية الالكترونية للمعادن، تاثير سطح فيرمي الكهربائية، التوصيلية الحرارية فى المعادن، حركة الإلكترونات فى المجال المغناطيسي، تأثير هول. | | |
| ٣ | ٢٠٢١/١١/١٩<br>٢٠٢١/١١/٢٧ | الفصل الثالث: نظرية الحزم في المواد الصلبة<br>المقدمة، منشأ الحزم في المواد الصلبة، الجهد الدوري، دالة بلوخ، بلورة ذات شبيكة ببعد واحد، كثافة الحالة الالكترونية، الكتلة الفعلية، مفهوم الفجوات الموجبة، دراسة سطح فيرمي، الظاهرة السطحية الشاذة، التردد المداري (السايكترون)، الظاهرة الصوتية المغناطيسية، ظاهرة دي هاز-فان الفن. | | |
| ٤ | ٢٠٢١/١٢/٥ | حل مسائل الفصل الاول والثاني والثالث | | |
| ٥ | ٢٠٢١/١٢/١٣ | امتحان الفصل الاول والثاني والثالث | | الأمتحان ١ |
| ٦ | ٢٠٢١/١٢/٢١ | الفصل الرابع: الخواص الكهربائية والبصرية للمواد الصلبة<br>التوصيلية الكهربية المتناوبة والخصائص البصرية، منطقة الترددات المنخفضة ($\omega\tau<<1$)،منطقة الترددات العالية ($\omega\tau>>1$)، الانبعاث الأيوني الحراري. | | |
| ٧ | ٢٠٢١/١٢/٢٩ | حل مسائل الفصل الرابع | | |
| ٨ | ٢٠٢٢/١/٧ | الفصل الخامس: العيوب البلورية<br>المقدمة، العيوب النقطية، العيوب النقطية في البلورات الأيونية، فراغات شوتكى، فراغات فرنكل، أنواع أخرى من العيوب النقطية، العيوب الخطية، إنخلاع الحافة، الإنخلاع البرمي، متجه ودائرة بيركر، العيوب المستوية، العيوب الناتجة عن أخطاء التعبئة (الرص)، الأسطح الحرة، حدود | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | الحبيبة، حدود الطور، عيوب الرص (التعبئة)، إيجاد تركيز وطاقة التنشيط لتكوين الفراغ، أيجاد طاقة تكون الفراغ عمليا. | | |
| ٩ | ٢٠٢٢/١/١٥ | امتحان الفصل الرابع والخامس | | الامتحان ٢ |
| ١٠ | ٢٠٢٢/١/٢٣ | مراجعة وحلول مسائل حول الفصل الخامس | | |
| ١١ | | | | |
| ١٢ | | | | |
| ١٣ | | | | الامتحان ٣ |
| ١٤ | | | | |
| ١٥ | | | | |
| **امتحان نهاية الفصل** | | | | |

| هل يمكن تطوير المنهج < ضمن صلاحية التدريسي ٢٠% > على ان تتضمن مفردات تخدم الاستدامة | |
|---|---|
| **١- نعم يمكن ضمن المحاور** | ١- محاربة الفقر-٢- لا للجوع-٣- تطوير التعلم والتعليم مدى الحياة- ٤- الكيمياء الخضراء- ٥- التنمية المستدامة-٦- تنقية المياه-٧- تدوير المياه للزراعة-٨-الابداع والانتاج-٩- الطاقة المستدامة( الرياح والشمس والطاقة العضوية) -١٠- تطوير البيئة- ١١- قياس التلوث -١٢- رعاية الطفولة -١٣- تطوير الصحة العامة-١٤- قياس كفاءة المؤسسات الصحية-١٥- المساواة بين الجنسين-١٦- عدم التطرف-١٧- كفاءة الدواء-١٨- كفاءة الغذاء للرضع، الاطفال والبالغين وكبار السن-١٩-كفاءة البيئة الجامعة -٢٠- تدوير المخلفات -٢١- اليات التخلص من المياه الثقيلة-٢٢- محو الامية -٢٣- اليات حفظ التنوع الحيوي -٢٤- اليات نشر السلام و العدالة في المجتمع - ٢٥-تطوير الحياة في البحار والمحيطات-٢٦-دراسة مستوى التعليم الجامعي واليات تطويره-٢٧- اليات تطوير الصناعة المحلية في العراق-٢٨- اليات تطوير البنى التحتية في العراق-٢٩-تقليل من التفرقة العنصرية بكافة اشكالها-٣٠-اساسيات المدن المستدامة-٣١-اليات التقليل من الاستهلاك وزيادة الانتاج-٣٢-اليات توفير فرص العمل للجميع-٣٣-دراسة جوانب تطوير المساحات الخضراء -٣٤- دراسة ظواهر المناخية في البلد -٣٥- اليات الحصول على صحة جيدة و الرفاهية. |
| **٢- أقترح موضوع يخدم الاستدامة** | من أهم التحديات في العالم اليوم هو إيجاد وتطوير مصادر طاقة بديلة صديقة للبيئة .المولدات الحرارية هي واحدة من مصادر الطاقة الخضراء المعروفة التي تحول الطاقة الحرارية مباشرة إلى الطاقة الكهربائية من خلال التأثيرالكهروحراري. التأثيرالكهروحراري هوعباره عن تدرج في درجة الحرارة يولد جهد كهربائي أو العكس بالعكس .المولدات الكهروحراريه عادة ما تكون صغيرة، خفيفة الوزن، قوية ،لا تحتاج الى صيانة، ويمكن التسخين والتبريد في نفس الوحدة، وليس لديه أجزاء متحركة، وذو درجة حرارة تشغيل واسعة النطاق. |