

富山高等専門学校		開講年度	平成27年度 (2015年度)		授業科目	材料物性Ⅱ
科目基礎情報						
科目番号	0016		科目区分		専門 / 選択	
授業形態	授業		単位の種別と単位数		学修単位: 2	
開設学科	機械システム工学科		対象学年		5	
開設期	後期		週時間数		2	
教科書/教材	固体物理学入門(上、下)：共訳：宇野良清、津屋昇、森田章、山下次郎、丸善株式会社					
担当教員	豊嶋 剛司					
到達目標						
材料の性質を原子スケールで捉え、量子力学や統計力学の基本について材料の立場から理解する。今まで学習してきた物理・化学について、その固体物性は数学的手法を用いて理解出来ることを学ぶ。固体における電氣的性質に焦点を絞るが、材料の強度や硬さ、熱伝導性や光学特性にも応用が利くことを学び取る。						
ルーブリック						
	理想的な到達レベルの目安		標準的な到達レベルの目安		未到達レベルの目安	
評価項目1	BCC構造とFCC構造について基本単位胞の構造と原子位置について説明が出来る		BCC構造とFCC構造について充填率の導出が出来る		BCC構造とFCC構造について充填率の導出が出来ない	
評価項目2	実空間および波数空間の並進対称性および回転対称性について理解している		逆格子ベクトルを用いて結晶の間隔の導出が出来る		逆格子ベクトルを用いて結晶の間隔の導出が出来ない	
評価項目3	格子振動モードの違いについて説明が出来る		単純立方格子結晶における格子振動の伝搬速度の導出が出来る		単純立方格子結晶における格子振動の伝搬速度の導出が出来ない	
評価項目4	ボルツマン因子、ヘルムホルツの自由エネルギー、化学ポテンシャル、エントロピーについて2系接触モデルを用いて説明が出来る		固体における統計量について系の説明が出来る		固体における統計量について系の説明が出来ない	
評価項目5	結合力の物理的起源について理解し、差異について説明が出来る		各種の結合力の違いについて説明が出来る		各種の結合力の違いについて説明が出来ない	
評価項目6	音響分枝と光学分枝の違いを説明が出来る		フォノンについて分散関係を説明が出来る		フォノンについて分散関係を説明が出来ない	
評価項目7	3次元系におけるフェルミ面および群速度について説明出来る		1次元電子系におけるハミルトニアンからフェルミエネルギーの導出が出来る		1次元電子系におけるハミルトニアンからフェルミエネルギーの導出が出来ない	
評価項目8	バンドギャップのメカニズムについて説明が出来る		バンド構造の違いから金属、半導体、絶縁体の伝導度の温度依存性について説明が出来る		バンド構造の違いから金属、半導体、絶縁体の伝導度の温度依存性について説明が出来ない	
評価項目9	一次相転移と二次相転移の差異が生じる起源について説明が出来る		一次相転移と二次相転移の違いを説明出来る		一次相転移と二次相転移の違いを説明出来ない	
評価項目10	磁性体の工業的性能の評価手段について説明出来る		磁性体材料の分類が出来る		磁性体材料の分類が出来ない	
評価項目11	超伝導転移前後における物性値の変化について図示出来る		超伝導現象の主な特徴について説明が出来る		超伝導現象の主な特徴について説明が出来ない	
学科の到達目標項目との関係						
教育方法等						
概要	材料の性質を原子スケールで捉え、量子力学や統計力学の基本について材料の立場から理解する。今まで学習してきた物理・化学について、その固体物性は数学的手法を用いて理解出来ることを学ぶ。固体における電氣的性質に焦点を絞るが、材料の強度や硬さ、熱伝導性や光学特性にも応用が利くことを学び取る。					
授業の進め方・方法	実施体制は教員単独による講義形式を取り、到達状況を確認する課題について演習形式で解く。					
注意点	微積分やフーリエ変換等、物理や数学などの基礎科目で学習してきた数学的手法は十分に身に着いたものと前提して授業を進めるので、自信が無い場合は予め関係するであろう数学参考書は用意しておくこと(数学の参考書については特にこちらから指定はしない) また、授業計画は、学生の理解度に応じて変更する場合がある。					
授業計画						
		週	授業内容		週ごとの到達目標	
後期	3rdQ	1週	ガイダンス、固体物理学を学ぶ上で必要な予備知識の確認			
		2週	結晶構造と逆格子Ⅰ 結晶構造と逆格子		実空間と波数空間の関係について理解する	
		3週	結晶構造と逆格子Ⅱ 結晶の結合力と弾性		種々の結合力の起源について理解する	
		4週	固体における統計Ⅰ 熱平衡とエントロピー		2体接触系における平衡状態から求められる物理量について理解する	
		5週	固体における統計Ⅱ ボルツマン因子とギブス因子		2体接触系における平衡状態から求められる物理量について理解する	
		6週	結晶格子の振動Ⅰ 結晶の振動と弾性波の量子化		結晶中を伝搬するフォノンについて単純立方格子での導出を行う	
		7週	結晶格子の振動Ⅱ フォノン比熱と状態密度		フォノンの分散関係について理解する	
		8週	フェルミ粒子とボーズ粒子Ⅰ フェルミ・ディラック分布関数		1次元電子系におけるハミルトニアンからフェルミエネルギーを導出する	
	4thQ	9週	フェルミ粒子とボーズ粒子Ⅱ ボーズ・アインシュタイン分布関数		3次元系に拡張した電子系におけるフェルミ面および群速度について説明が出来る	
		10週	エネルギーバンドエネルギーバンドとエネルギーギャップ		エネルギーバンドの起源について理解する	
		11週	フェルミ面と金属・半導体フェルミ面、金属と半導体の違い		バンド構造の差異から生じる伝導度の違いについて理解する	

		12週	誘電体 マクスウェル方程式と分極、巨視的電場と局所電場	誘電体に対する外部電場の影響について理解する
		13週	磁性体 磁化と磁化率、反磁性と常磁性	磁性体に対する外部磁場の影響について理解する
		14週	超伝導体 BCS理論、超伝導材料の工業的応用	超伝導現象について特徴的な物理量の変化と工業的応用に当たっての注意点について学ぶ
		15週	期末試験	
		16週	解説と到達度の確認	

モデルコアカリキュラムの学習内容と到達目標

分類		分野	学習内容	学習内容の到達目標	到達レベル	授業週
専門的能力	分野別の専門工学	材料系分野	材料物性	金属の一般的な性質について説明できる。	3	後2
				原子の結合の種類および結合力や物質の例など特徴について説明できる。	3	後3
				代表的な結晶構造の原子配置について説明でき、充填率の計算ができる。	3	後2
				結晶構造の特徴の観点から、純金属、合金や化合物の性質を説明できる。	3	後3
				量子条件から電子のエネルギー状態および軌道半径を導出し、説明できる。	3	後8,後11
				化学結合の種類および結合力や物質の例などを説明できる。	3	後3,後4
				結晶系の種類、14種のブラベー格子について説明できる。	3	後2
				ミラー指数を用いて格子方位と格子面を記述できる。	3	後2
				14種のブラベー格子について説明でき、描くことができる。	3	後2
				代表的な結晶構造の原子配置を描き、充填率の計算ができる。	3	後2
				X線回折法を用いて結晶構造の解析に应用することができる。	3	後2
				電子が持つ粒子性と波動性について、現象を例に挙げ、式を用いて説明できる。	3	後11
				量子力学的観点から電気伝導などの現象を説明できる。	3	後11
				半導体の種類について説明できる。	3	後11
				不純物半導体の特徴を真性半導体と区別して説明できる。	3	後11
				不純物半導体のエネルギーバンドと不純物準位を描き、伝導機構について説明できる。	3	後11
			無機材料	殻、電子軌道、電子軌道の形を説明できる。	2	後11
				パウリの排他原理、軌道のエネルギー準位、フントの規則から電子の配置を示すことができる。	2	後11
				価電子について理解し、希ガス構造やイオンの生成について説明できる。	3	後11
				原子価結合法により、共有結合を説明できる。	3	後3
				電子配置から混成軌道の形成について説明できる。	3	後3
				イオン結合の形成について理解できる。	3	後3
				金属結合の形成について理解できる。	3	後3
				結晶の充填構造・充填率・イオン半径比などの基本的な計算ができる。	3	後2
			物理化学	ヘルムホルツエネルギーとギブズエネルギーの定義および自発的变化の方向性との関連について説明できる。	2	後8
				標準モルギブズエネルギーの定義に基づいて標準反応ギブズエネルギーを計算できる。	2	後8
				内部エネルギーと巨視的熱力学量の関係を導出できる。	2	後9
				ギブズエネルギーと巨視的熱力学量との関係を導出できる。ギブスーヘルムホルツの式を導出できる。	2	後9

評価割合

	試験	発表	相互評価	態度	ポートフォリオ	演習・課題	合計
総合評価割合	80	0	0	0	0	20	100
基礎的能力	0	0	0	0	0	0	0
専門的能力	80	0	0	0	0	20	100
分野横断的能力	0	0	0	0	0	0	0