

仙台高等専門学校						応用科学コース（名取キャンパス）								開講年度				令和03年度（2021年度）									
学科到達目標																											
1)自然科学の中核となる古典力学，量子力学，熱統計力学等の知識と技術を体系的に習得させる。 2)最先端の科学技術を支える物性，情報，非線形システム等の応用物理・物理工学系に必要なとされる基本的な知識を習得させる。 3)自然科学の実験・実習科目を通して，論理的かつ実践的思考能力を育成する。 4)インターンシップ [°] や卒業研究等を通して，科学と技術の社会的な役割を理解し，技術的課題を解決できる能力を育成する。																											
科目区分		授業科目	科目番号	単位種別	単位数	学年別週当授業時数																担当教員	履修上の区分				
						1年				2年				3年				4年						5年			
						前		後		前		後		前		後		前		後				前		後	
						1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q			1Q	2Q	3Q	4Q
専門	選択	応用解析A	0001	学修単位	2											2							林航平	選択必修A			
専門	選択	解析力学	0002	学修単位	2											2							佐藤健太郎	選択必修A			
専門	選択	解析力学演習	0003	学修単位	2											2							松枝宏明	選択必修A			
専門	選択	連続体力学A	0004	学修単位	2												2						野呂秀太,永弘進一郎	選択必修A			
専門	選択	量子力学Ⅰ	0005	学修単位	2											2							永弘進一郎	選択必修A			
専門	選択	量子力学演習	0006	学修単位	2											2							佐藤健太郎	選択必修A			
専門	選択	熱統計力学Ⅰ	0007	学修単位	2											2							松原正樹	選択必修A			
専門	選択	熱統計力学Ⅱ	0008	学修単位	2												2						松枝宏明	選択必修A			
専門	選択	熱統計力学演習	0009	学修単位	2												2						佐藤健太郎	選択必修A			
専門	選択	固体物性論Ⅰ	0010	学修単位	2												2						武田光博	選択必修A			
専門	選択	固体物性論演習	0011	学修単位	2												2						伊東航,松原正樹	選択必修A			
専門	選択	材料科学特論	0012	履修単位	4											4	4						柳生穂高	選択必修B			
専門	選択	統計物理学特論	0013	履修単位	4											4	4						小野慎司	選択必修B			
専門	選択	量子情報理論	0014	履修単位	4											4	4						佐藤健太郎	選択必修B			
専門	選択	情報統計力学	0015	履修単位	4											4	4						佐藤健太郎	選択必修B			
専門	選択	力学系・カオス	0016	履修単位	4											4	4						永弘進一郎	選択必修B			
専門	選択	高分子科学	0017	履修単位	4											4	4						松原正樹	選択必修B			
専門	選択	生体工学	0018	履修単位	4											4	4						松原正樹	選択必修B			

仙台高等専門学校		開講年度	令和06年度 (2024年度)		授業科目	応用解析A		
科目基礎情報								
科目番号	0001			科目区分	専門 / 選択			
授業形態	講義			単位の種別と単位数	学修単位: 2			
開設学科	応用科学コース（名取キャンパス）			対象学年	4			
開設期	前期			週時間数	2			
教科書/教材	教科書「新応用数学」(大日本図書) / 参考書「物理数学」(日本評論社)							
担当教員	林 航平							
到達目標								
物理を初めとする自然科学を深く学ぶために必要となる数学の基本的な素養を身に付ける。								
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		教科書等の問題が自力で解ける		教科書等の問題が誘導を与えれば解ける		教科書等の問題が誘導を与えても解けない		
評価項目2								
評価項目3								
学科の到達目標項目との関係								
教育方法等								
概要	3年までに学んだ微分積分と線形代数の知識を融合して、ベクトル解析を学ぶ。							
授業の進め方・方法	微分積分やベクトルなど3年までに学んだ事柄であっても、必要に応じて復習しながら進める。ベクトル解析の学習を通じて微分積分やベクトルについての理解も深めたい。原則として授業の中で理解してもらうことを目指すので、特別な事前学習は前提としない。授業中、あるいは授業後に学生諸君が抱いた疑問や質問は、授業の中でもフィードバックして行きたい。							
注意点	ベクトル解析では記号が複雑なので戸惑うことも多いが、ベクトルとスカラーの違いをつねに意識するとよい。その記号がどんな量を表すのか、その量はベクトルなのかスカラーなのか、といった問題意識が大切である。							
授業の属性・履修上の区分								
☐ アクティブラーニング		☐ ICT 利用		☒ 遠隔授業対応		☐ 実務経験のある教員による授業		
選択必修A								
授業計画								
		週	授業内容		週ごとの到達目標			
前期	1stQ	1週	空間ベクトルについての復習		ベクトルの概念を確認する。とくに、ベクトルとスカラーの違いを意識する。			
		2週	スカラー積とベクトル積		スカラー積 (内積) を思い出す。ベクトル積 (外積) を理解し、応用できる。			
		3週	ベクトル値関数		関数概念をベクトル値の場合に拡張して理解できる。			
		4週	空間における曲線、曲面		空間における曲線や曲面を、数式表示で理解できる。			
		5週	スカラー場とベクトル場 (1)		勾配について理解する。			
		6週	スカラー場とベクトル場 (2)		発散と回転について理解する。			
		7週	スカラー場とベクトル場 (3)		問題演習			
		8週	スカラー場の線積分		スカラー場の曲線に沿った線積分を計算できる。			
	2ndQ	9週	ベクトル場の線積分		ベクトル場の曲線に沿った線積分を計算できる。			
		10週	グリーンの定理		グリーンの定理の意味を理解し、計算ができる。			
		11週	面積分		面積分について理解し、計算ができる。			
		12週	発散定理		発散定理の意味を理解し、計算ができる。			
		13週	ストークスの定理		ストークスの定理の意味を理解し、計算ができる。			
		14週	まとめと演習		学習内容をまとめ盲点を補足する。			
		15週	まとめと演習		学習内容をまとめ盲点を補足する。			
		16週	まとめと演習		学習内容をまとめ盲点を補足する。			
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
評価割合								
	試験	発表	相互評価	態度	ポートフォリオ	その他	合計	
総合評価割合	100	0	0	0	0	0	100	
基礎的能力	60	0	0	0	0	0	60	
専門的能力	40	0	0	0	0	0	40	
分野横断的能力	0	0	0	0	0	0	0	

仙台高等専門学校		開講年度	令和06年度 (2024年度)		授業科目	解析力学
科目基礎情報						
科目番号	0002			科目区分	専門 / 選択	
授業形態	講義			単位の種別と単位数	学修単位: 2	
開設学科	応用科学コース（名取キャンパス）			対象学年	4	
開設期	前期			週時間数	2	
教科書/教材	授業中に適宜資料を配付する。					
担当教員	佐藤 健太郎					
到達目標						
・ 微分積分やベクトルを用いた力学に習熟する。 ・ 変分法、最小作用の原理、Newton形式とLagrange形式の関係を理解する。 ・ Hamilton形式を学び、正準方程式、Poisson括弧式や正準変換などの基本について理解する。						
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	
力学	授業で提示した標準的な問題のほとんどを自力で解ける。		誘導を与えられることにより、授業で提示した標準的な問題のほとんどを自力で解ける。		誘導を与えても、授業で提示した標準的な問題を自力で解けない。	
Lagrange形式	授業で提示した標準的な問題のほとんどを自力で解ける。		誘導を与えられることにより、授業で提示した標準的な問題のほとんどを自力で解ける。		誘導を与えても、授業で提示した標準的な問題を自力で解けない。	
Hamilton形式	授業で提示した標準的な問題のほとんどを自力で解ける。		誘導を与えられることにより、授業で提示した標準的な問題のほとんどを自力で解ける。		誘導を与えても、授業で提示した標準的な問題を自力で解けない。	
学科の到達目標項目との関係						
教育方法等						
概要	量子力学を学び始めるための基礎としても解析力学は重要である。微分積分やベクトルを用いた力学に習熟した後、変分原理、Lagrange形式、Hamilton形式について具体例を用いながら学ぶ。					
授業の進め方・方法	3年生までに学修した数学と物理学は理解できているという前提で授業を進める。授業は必要に応じて資料を配布しながら講義を行い、試験を実施する。事前学習として理解不足な点は復習しておくこと。授業内容の理解度を確認するため、学生への質問などを通じて授業への能動的な参加を促す。また学習内容の理解を深めるためには、事後学習として授業後の復習を行うことが大切である。					
注意点	3年生までに学修した基礎数学A、基礎数学B、基礎数学C、微分積分Ⅰ、微分積分Ⅱ、代数幾何、物理Ⅰ、物理Ⅱ、物理Ⅲは理解できているという前提で授業を進める。授業では必要に応じて、これまでに学習した数学や物理学を確認する機会も設けるが、理解が不十分なところは復習をおこなうこと。					
授業の属性・履修上の区分						
☐ アクティブラーニング		☒ ICT 利用		☒ 遠隔授業対応		☐ 実務経験のある教員による授業
選択必修A						
授業計画						
		週	授業内容		週ごとの到達目標	
前期	1stQ	1週	解析力学への準備		微分積分やベクトルを用いた運動の表記を理解し、基本的な問題を解くことができる。	
		2週	解析力学への準備		微分積分やベクトルを用いて運動方程式を解くことができる。	
		3週	解析力学への準備		微分積分やベクトルを用いた仕事とエネルギーの表記を理解し、基本的な問題を解くことができる。	
		4週	解析力学への準備		微分積分やベクトルを用いた運動量と角運動量の表記を理解し、基本的な問題を解くことができる。	
		5週	変分原理		変分法の意味を理解し、基本的な問題を解くことができる。	
		6週	変分原理		変分原理、最小作用の原理、Lagrangeの方程式を理解し、基本的な問題を解くことができる。	
		7週	Lagrange形式		1次元系の問題をLagrange形式で考察し、基本的な問題を解くことができる。	
		8週	Lagrange形式		多次元系の問題をLagrange形式で考察し、基本的な問題を解くことができる。	
	2ndQ	9週	Lagrange形式		座標変換について考察し、基本的な問題を解くことができる。	
		10週	Lagrange形式		振動に関する問題をLagrange形式で考察し、基本的な問題を解くことができる。	
		11週	保存則		エネルギー保存則と運動量保存則の基本を理解し、基本的な問題を解くことができる。	
		12週	保存則		角運動量保存則の基本を理解し、基本的な問題を解くことができる。	
		13週	Hamilton形式		Hamiltonian、正準方程式、Poisson括弧式を理解し、基本的な問題を解くことができる。	
		14週	Hamilton形式		簡単な例題（調和振動子など）をHamilton形式で解くことができる。	
		15週	正準変換		正準変換、Hamilton-Jacobi方程式の概念を理解し、基本的な問題を解くことができる。	
		16週	期末試験		期末試験を実施する。	
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

評価割合		
	試験	合計
総合評価割合	100	100
専門的能力	100	100

仙台高等専門学校		開講年度	令和06年度 (2024年度)		授業科目	解析力学演習	
科目基礎情報							
科目番号		0003		科目区分		専門 / 選択	
授業形態		演習		単位の種別と単位数		学修単位: 2	
開設学科		応用科学コース（名取キャンパス）		対象学年		4	
開設期		前期		週時間数		2	
教科書/教材		参考書は授業の際に適宜指定する。					
担当教員		松枝 宏明					
到達目標							
・「解析力学」の講義で学んだ内容に関して、具体的な問題演習により理解を深める。 ・微分積分やベクトルを用いた力学に習熟する。 ・変分法，最小作用の原理，Newton形式とLagrange形式の関係を理解する。 ・Hamilton形式を学び，正準方程式，Poisson括弧式や正準変換などの基本について理解する。							
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	
力学		授業で提示した標準的な問題のほとんどを独力で解ける。		誘導を与えることにより，授業で提示した標準的な問題のほとんどを独力で解ける。		誘導を与えても授業で提示した標準的な問題を独力で解けない。	
Lagrange形式		授業で提示した標準的な問題のほとんどを独力で解ける。		誘導を与えることにより，授業で提示した標準的な問題のほとんどを独力で解ける。		誘導を与えても授業で提示した標準的な問題を独力で解けない。	
Hamilton形式		授業で提示した標準的な問題のほとんどを独力で解ける。		誘導を与えることにより，授業で提示した標準的な問題のほとんどを独力で解ける。		誘導を与えても授業で提示した標準的な問題を独力で解けない。	
学科の到達目標項目との関係							
教育方法等							
概要		量子力学を学び始めるための基礎としても解析力学は重要である。微分積分やベクトルを用いた力学に習熟した後，変分原理，Lagrange形式，Hamilton形式について具体例を用いながら学ぶ。「解析力学」の講義で学んだ内容の具体例を演習することで，内容の一層の理解と定着を図る。					
授業の進め方・方法		3年生までに学修した数学と物理学は理解できているという前提で授業を進める。授業内容の理解度を確認するため，学生への質問などを通じて授業への能動的な参加を促す。					
注意点		3年生までに学修した基礎数学A，基礎数学B，基礎数学C，微分積分Ⅰ，微分積分Ⅱ，代数幾何，物理Ⅰ，物理Ⅱ，物理Ⅲは理解できているという前提で授業を進める。授業では必要に応じて，これまでに学修した数学や物理学を確認する機会も設けるが，理解が不十分なところは復習を行うこと。					
授業の属性・履修上の区分							
☐ アクティブラーニング		☐ ICT 利用		☒ 遠隔授業対応		☐ 実務経験のある教員による授業	
選択必修A							
授業計画							
		週	授業内容		週ごとの到達目標		
前期	1stQ	1週	解析力学への準備		微分積分やベクトルを用いた運動の表記を理解する。		
		2週	解析力学への準備		力学に頻出する近似法を理解する。		
		3週	解析力学への準備		微分積分やベクトルを用いて運動方程式を解く。		
		4週	解析力学への準備		微分積分やベクトルを用いた仕事，エネルギー，散逸の表記を理解する。		
		5週	解析力学への準備		角運動量保存則を理解する。		
		6週	解析力学への準備		剛体の回転運動について理解する。		
		7週	解析力学への準備		剛体の平面運動および剛体のつり合いについて理解する。		
		8週	変分原理		変分原理，最小作用の原理，Lagrange方程式を理解する。		
	2ndQ	9週	Lagrange形式		1次元系の問題をLagrange形式で考察する。		
		10週	Lagrange形式		多次元系の問題をLagrange形式で考察する。		
		11週	Lagrange形式		座標変換・基準座標について理解する。		
		12週	Lagrange形式		振動に関する問題をLagrange形式で解く。		
		13週	Hamilton形式		Hamiltonian，正準方程式，Poisson括弧式を理解する。		
		14週	Hamilton形式		調和振動子などの問題をHamilton形式で解く。		
		15週	Hamilton形式		正準変換を理解する。		
		16週	まとめ		授業全体のまとめを行い，各週で学んだ内容の確認ができる。		
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
評価割合							
		試験		レポート		合計	
総合評価割合		0		100		100	
専門的能力		0		100		100	

仙台高等専門学校		開講年度	令和06年度 (2024年度)		授業科目	連続体力学A	
科目基礎情報							
科目番号		0004		科目区分		専門 / 選択	
授業形態		講義		単位の種別と単位数		学修単位: 2	
開設学科		応用科学コース（名取キャンパス）		対象学年		4	
開設期		後期		週時間数		2	
教科書/教材		恒藤敏彦著、弾性体と流体、岩波書店（2017） ISBN10:4000298682					
担当教員		野呂 秀太,永弘 進一郎					
到達目標							
連続体近似の考え方を理解し、離散系の運動方程式から連続体の運動を記述する偏微分方程式を導出できる。弦の振動と、1次元の波動方程式の関係を理解し、説明できる。1次元の偏微分方程式を与えられた境界条件のもとに解くことができる。							
ルーブリック							
		理想的な到達レベルの目安(優)		標準的な到達レベルの目安(良)		未到達レベルの目安(不可)	
連続体力学に対する理解		「連続体力学とは何か？」という問いに対し、質点系の力学と対比させた論理的な回答ができる。		「連続体力学とは何か？」という問いに対し、妥当な回答ができる。		「連続体力学とは何か？」という問いに対し、妥当な回答ができない。	
波動方程式に対する理解		一次元および二次元の波動方程式の導出について理論立てて整然と説明できる。		一次元および二次元の波動方程式の導出について理解できるように説明できる。		一次元および二次元の波動方程式の導出について説明できない。	
連続体の運動に対する理解（1次元）		一次元波動方程式の解を求め、種々の境界条件のもとで弦がどのように運動するか説明できる。		一次元波動方程式の解を求め、両端を固定された弦がどのように運動するか説明できる。		一次元波動方程式の解を基に、弦がどのように運動するか説明できない。もしくは、一次元波動方程式が解けない。	
連続体の運動に対する理解（2次元）		二次元波動方程式に基づいて、正方形および円形の膜がどのように運動するか説明できる。		二次元波動方程式に基づいて、正方形の膜がどのように運動するか説明できる。		二次元波動方程式に基づいて、膜がどのように運動するか説明できない。	
学科の到達目標項目との関係							
教育方法等							
概要		この授業では、数学の微分方程式、物理の運動の法則の知識に基づいて、連続体の運動についてどのように捉えたらよいか説明します。特に、弦を題材とした1次元波動方程式とその解の導出、膜を題材とした2次元波動方程式の導出を行い、それらがどのような運動をするのか理解し、説明できるようになっていただきます。					
授業の進め方・方法		毎週講義を行い、教科書の内容を解説していきます。進行も、原則として教科書に従います。但し、ところどころ説明を省略する箇所もありますので、ご注意ください。必要に応じて課題を課しますので、予習・復習の一環として取り組んでください。					
注意点		微分方程式の解法、運動方程式を用いた質点の運動に対する苦手意識は、授業開始前の段階で徹底した問題演習を行い、解消したうえで授業に臨んでください。また、この授業は学修単位ですので、課題の有無に関係なく予習・復習を必ず行ってください。予習・復習されることを前提にしますので、授業に出席して話を聞くだけで理解するのは困難かと思えます。					
授業の属性・履修上の区分							
☐ アクティブラーニング		☐ ICT 利用		☐ 遠隔授業対応		☐ 実務経験のある教員による授業	
選択必修A							
授業計画							
		週	授業内容		週ごとの到達目標		
後期	3rdQ	1週	イントロダクション		この授業の授業計画を理解する。		
		2週	連続体とはなにか		連続体とは何かを説明できる。		
		3週	弦の振動（その1）		弦の運動方程式、すなわち1次元波動方程式を導出できる。		
		4週	弦の振動（その2）		1次元波動方程式の解のひとつである、ダランベールの解について説明できる。		
		5週	弦の振動（その3）		1次元波動方程式について、複素数とオイラーの公式を用いて解を導出できる。		
		6週	弦の振動（その4）		1次元波動方程式について、複素数とオイラーの公式を用いて導出した解について、各変数の意味するところを説明できる。		
		7週	弦の振動（その5）		1次元波動方程式の解について、種々の境界条件に適合する解を求められるようになる。		
		8週	中間試験		これまでの授業の内容を理解し、利用できるようになる。		
	4thQ	9週	膜の運動（その1）		膜の運動方程式、すなわち2次元波動方程式を求めるため、膜上の点にかかる力を求められるようになる。		
		10週	膜の運動（その2）		膜の運動方程式、すなわち2次元波動方程式を求めるため、膜上の点にかかる力を求められるようになる。		
		11週	膜の運動（その3）		2次元波動方程式を基に、1種類の膜の運動を説明できるようになる。		
		12週	膜の運動（その4）		2次元波動方程式を基に、2種類の膜の運動を説明できるようになる。		
		13週	膜の運動（その5）		2次元波動方程式を基に、3種類の膜の運動を説明できるようになる。		
		14週	弦の振動に関する復習		弦の振動に関する内容について、忘れていた内容をなくす。		
		15週	膜の運動に関する復習		膜の運動に関する内容について、忘れていた内容をなくす。		

		16週	期末試験	これまでの授業の内容を理解し、利用できるようになる。			
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
評価割合							
		試験		レポート		合計	
総合評価割合		50		50		100	
専門的能力		50		50		100	

仙台高等専門学校		開講年度	令和06年度 (2024年度)		授業科目	量子力学 I	
科目基礎情報							
科目番号	0005			科目区分	専門 / 選択		
授業形態	講義			単位の種別と単位数	学修単位: 2		
開設学科	応用科学コース（名取キャンパス）			対象学年	4		
開設期	前期			週時間数	2		
教科書/教材	教科書は特に指定しないが、丸善出版「わかりやすい量子力学ー原始の世界の謎を解く」高田健次郎著を、本講義と一致する部分が多い入門書として挙げておくので、必要に応じて購入すること						
担当教員	永弘 進一郎						
到達目標							
・ Maxwellの電磁気学により示された光の波動性が、熱輻射の問題において困難に直面すること、プランクの公式の説明において「エネルギー量子仮説」が誕生するまでの理解。 ・ 「エネルギー量子仮説」から光の粒子性が指摘され、それが光の波動性からは説明困難であった光電効果やコンプトン効果をよく説明する点の理解。光のエネルギーと運動量の理解。 ・ 原子の発光のスペクトルパターンについてのリュードベリの式が、物質波の存在と量子化条件により説明可能であることの理解。 ・ 物質波が従うべき波動方程式として、シュレーディンガーの方程式が導出される考え方の理解。波動関数の意味と位置演算子・運動量期待値の意味の理解。 ・ 固有値問題としての時間に依存しないシュレーディンガーの方程式の性質と、平面波解の重ね合わせとフーリエ変換の関係、波の一般的な性質としての不確定性関係の理解。 ・ 「1次元箱型」「調和振動子」の2例についてシュレーディンガーの方程式を解く数学的な手続きの理解。 ・							
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	
粒子性と波動性	それぞれの性質について実験事実を理解し説明できる。			助言付きでそれぞれの性質について実験事実を理解し説明できる。		それぞれの性質について説明できない。	
シュレーディンガー方程式	式を使って必要な値を求めることができる。			助言付きで式を使って必要な値を求めることができる。		式を使って必要な値を求めることができない。	
学科の到達目標項目との関係							
教育方法等							
概要	本講義では、量子力学の形成を歴史的順序にそって説明する。現在においてはより洗練された定式化によって書かれた教科書が多数を占めるが、歴史的順序は、人間が理解する順序に近く、入門者にとってはこの方法がもっともわかりやすい。また、全くの未知であったミクロな原子・分子の力学を、当時の人類がどのように切り込んで理解していったかを追体験することができる。ミクロな現象のさまざまな奇妙な実験結果をどのように解釈し、仮説を立て、検証していくかという科学の基本的なプロセスを学ぶことができる。						
授業の進め方・方法	授業中に前回の復習などを行いながらスライドを用いて進める。予習ができるように次の内容を授業最後に紹介する。必要な数学的知識は、すでに受講済みの内容であっても、あるていどはフォローする。						
注意点	微分方程式など数学の知識を必要とする。						
授業の属性・履修上の区分							
☐ アクティブラーニング		☐ ICT 利用		☒ 遠隔授業対応		☐ 実務経験のある教員による授業	
選択必修A							
授業計画							
		週	授業内容		週ごとの到達目標		
前期	1stQ	1週	ガイダンス 気体分子運動論とボルツマン定数		ボルツマン定数の意味を説明できる		
		2週	固体の比熱，真空の比熱		エネルギー等分配の法則を使い，物質のエネルギーを計算できる		
		3週	プランクの公式，プランク定数		プランクの公式を理解し，プランク定数の意味を理解できる		
		4週	エネルギー量子の発見		エネルギー量子の考え方が芽生えた状況を理解する		
		5週	光電効果，光の粒子性		光電効果について説明できる		
		6週	コンプトン効果，波と光の二重性		コンプトン効果の計算ができる		
		7週	ボーアの理論		ボーアの理論を水素原子に適用した計算を理解する。		
		8週	ハイゼンベルグの不確定性関係		光を用いた観測の結果から，不確定性関係を導出できる		
	2ndQ	9週	物質波，波動方程式		波動方程式を理解し，説明できる		
		10週	シュレーディンガーの波動方程式		物質波の従う方程式としてシュレーディンガー方程式を導出できる		
		11週	井戸型ポテンシャル		時間に依存しないシュレーディンガー方程式を簡単な系において解ける		
		12週	トンネル効果		境界条件の計算を行い，トンネル効果の計算ができる		
		13週	調和振動子		級数解法の計算ができる。		
		14週	物理量と期待値 1		零点振動について説明できる。		
		15週	物理量と期待値 2		零点振動について説明できる。		
		16週	期末試験		総括する		
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	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。		4	
評価割合							
	試験	発表	相互評価	態度	ポートフォリオ	その他	合計

総合評価割合	100	0	0	0	0	0	100
基礎的能力	40	0	0	0	0	0	40
専門的能力	60	0	0	0	0	0	60
分野横断的能力	0	0	0	0	0	0	0

仙台高等専門学校		開講年度	令和06年度 (2024年度)		授業科目	量子力学演習	
科目基礎情報							
科目番号	0006			科目区分	専門 / 選択		
授業形態	演習			単位の種別と単位数	学修単位: 2		
開設学科	応用科学コース（名取キャンパス）			対象学年	4		
開設期	前期			週時間数	2		
教科書/教材	授業中に適宜資料を配付する。						
担当教員	佐藤 健太郎						
到達目標							
量子力学Ⅰで学習した内容についての理解を深め、関連する基本的な問題を解けるようになる。							
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	
波動性と粒子性	授業で提示した基本的な問題のほとんどを自力で解ける。			誘導を与えられることにより、授業で提示した基本的な問題のほとんどを自力で解ける。		誘導を与えても、授業で提示した基本的な問題を自力で解けない。	
波動関数, 物理量, 演算子	授業で提示した基本的な問題のほとんどを自力で解ける。			誘導を与えられることにより、授業で提示した基本的な問題のほとんどを自力で解ける。		誘導を与えても、授業で提示した基本的な問題を自力で解けない。	
1次元のシュレーディンガー方程式	授業で提示した基本的な問題のほとんどを自力で解ける。			誘導を与えられることにより、授業で提示した基本的な問題のほとんどを自力で解ける。		誘導を与えても、授業で提示した基本的な問題を自力で解けない。	
学科の到達目標項目との関係							
教育方法等							
概要	量子力学Ⅰの授業内容を理解するため、基本的な問題を中心とした演習をおこなう。						
授業の進め方・方法	量子力学Ⅰの講義と連携しながら、典型的な問題の解説、基本的な問題の演習および発表をおこなう。授業では配布した問題を解く演習および受講者による発表を行い、また課題を課す。事前学習として授業前までに配布した問題を解いてくこと。事後学習として授業で学んだ内容を振り返り、理解不足な点は特に復習すること。						
注意点	3年生までに学修した基礎数学A, 基礎数学B, 基礎数学C, 微分積分Ⅰ, 微分積分Ⅱ, 代数幾何, 物理Ⅰ, 物理Ⅱ, 物理Ⅲは理解できているという前提で授業を進める。授業では必要に応じて、これまでに学習した数学や物理学を確認する機会も設けるが、理解が不十分なところは復習をおこなうこと。						
授業の属性・履修上の区分							
☒ アクティブラーニング		☒ ICT 利用		☒ 遠隔授業対応		☐ 実務経験のある教員による授業	
選択必修A							
授業計画							
		週	授業内容		週ごとの到達目標		
前期	1stQ	1週	ガイダンス		量子力学演習への取り組み方について理解する。量子力学Ⅰの授業内容について確認する。		
		2週	波動性と粒子性		波動性と粒子性に関する基本的な問題が解ける。		
		3週	波動性と粒子性		波動性と粒子性に関する基本的な問題が解ける。		
		4週	物理数学		基本的な偏微分方程式が解ける。		
		5週	物理数学		基本的な偏微分方程式が解ける。		
		6週	波動性と粒子性		波動性と粒子性に関する基本的な問題が解ける。		
		7週	シュレーディンガー方程式		シュレーディンガー方程式に関する基本的な問題が解ける。		
		8週	波動関数の規格化		波動関数の規格化に関する基本的な問題が解ける。		
	2ndQ	9週	物理数学		フーリエ級数に関する基本的な問題が解ける。		
		10週	演算子		演算子についての基本的な問題が解ける。		
		11週	シュレーディンガー方程式		境界条件に関する基本的な問題が解ける。		
		12週	シュレーディンガー方程式		境界条件に関する基本的な問題が解ける。		
		13週	自由粒子		自由粒子についての基本的な問題が解ける。		
		14週	1次元ポテンシャル		1次元ポテンシャルに関する基本的な問題が解ける。		
		15週	1次元ポテンシャル		デルタ関数型ポテンシャルに関する基本的な問題が解ける。		
		16週	まとめ		学習内容を振り返り、確認する。		
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
評価割合							
	演習		課題		合計		
総合評価割合		50	50		100		
基礎的能力		30	30		60		
専門的能力		20	20		40		

仙台高等専門学校		開講年度	令和06年度 (2024年度)		授業科目	熱統計力学Ⅱ	
科目基礎情報							
科目番号	0008			科目区分	専門 / 選択		
授業形態	講義			単位の種別と単位数	学修単位: 2		
開設学科	応用科学コース（名取キャンパス）			対象学年	4		
開設期	後期			週時間数	2		
教科書/教材	エッセンシャル統計力学 小田垣孝著 裳華房						
担当教員	松枝 宏明						
到達目標							
・多成分系を物理的に取り扱う標準的な方法論としての統計力学に習熟する。 ・熱力学との深い関わりについて関心を持つ。 ・古典統計系や量子統計系の具体的な問題の理解を深める。							
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	
統計力学の課題	授業で提示した標準的な問題のほとんどを独力で解ける。			誘導を与えることにより、授業で提示した標準的な問題のほとんどを独力で解ける。		誘導を与えても授業で提示した標準的な問題を独力で解けない。	
統計力学の基本的な考え方	授業で提示した標準的な問題のほとんどを独力で解ける。			誘導を与えることにより、授業で提示した標準的な問題のほとんどを独力で解ける。		誘導を与えても授業で提示した標準的な問題を独力で解けない。	
統計力学の基本的な応用例	授業で提示した標準的な問題のほとんどを独力で解ける。			誘導を与えることにより、授業で提示した標準的な問題のほとんどを独力で解ける。		誘導を与えても授業で提示した標準的な問題を独力で解けない。	
学科の到達目標項目との関係							
教育方法等							
概要	粒子の運動を直接取り扱う力学等の方法と異なり、統計力学では多成分系の集団としての性質を記述する統計的な手法を学ぶ。熱力学との関わりだけでなく、物性物理や情報理論等の今後学ぶ科目においても重要な役割を果たすので、具体的な問題を通して統計力学の考え方と方法論に習熟することを目的とする。						
授業の進め方・方法	3年生までに学修した数学と物理学は理解できているという前提で授業を進める。授業内容の理解度を確認するため、学生への質問などを通じて授業への能動的な参加を促す。						
注意点	3年生までに学修した基礎数学A、基礎数学B、基礎数学C、微分積分Ⅰ、微分積分Ⅱ、代数幾何、物理Ⅰ、物理Ⅱ、物理Ⅲは理解できているという前提で授業を進める。授業では必要に応じて、これまでに学修した数学や物理学を確認する機会も設けるが、理解が不十分なところは復習を行うこと。						
授業の属性・履修上の区分							
☐ アクティブラーニング		☐ ICT 利用		☒ 遠隔授業対応		☐ 実務経験のある教員による授業	
選択必修A							
授業計画							
		週	授業内容		週ごとの到達目標		
後期	3rdQ	1週	巨視的世界と微視的世界		物理学の体系における統計力学の立ち位置や課題を理解する。		
		2週	温度の異なる2つの系の接触		巨視的な記述と微視的な記述の違いを、温度の異なる2つの系の接触を例にとって理解する。		
		3週	ミクロカノニカルアンサンブル		等重率とエントロピー、古典理想気体の状態方程式、2準位系について理解する。		
		4週	カノニカルアンサンブル		熱溜に接した系について理解する。分配関数と自由エネルギーについて理解する。		
		5週	古典理想気体・調和振動子の集まり		古典理想気体、調和振動子（古典論、量子論）について理解する。		
		6週	エネルギーのゆらぎと比熱		エネルギーのゆらぎと比熱の関係について理解し、十分大きな系では揺らぎを無視してよいことを理解する。		
		7週	固体－気体の相平衡		カノニカルアンサンブルの応用例として、固体-気体の相平衡における昇華曲線について理解する。		
		8週	グランドカノニカルアンサンブル		熱溜・粒子溜に接した系について理解し、昇華過程の問題に応用する。		
	4thQ	9週	ボーズ粒子とフェルミ粒子		量子力学的な粒子の統計性について理解する。		
		10週	理想ボーズ気体Ⅰ		ボーズ粒子系の基本的な性質とボーズ・アインシュタイン凝縮について理解する。		
		11週	理想ボーズ気体Ⅱ		空洞輻射や格子振動のデバイ模型について理解する。		
		12週	理想フェルミ気体		フェルミ粒子系の基本的な性質について理解する。		
		13週	相転移の統計力学Ⅰ		相転移の基本的な熱力学的性質について理解する。		
		14週	相転移の統計力学Ⅱ		平均場近似に基づく相転移の取り扱い方法を、イジング模型を用いて理解する。		
		15週	相転移の統計力学Ⅲ		イジング模型の応用としてのニューラルネットワークについて理解する。		
		16週	期末試験とまとめ		期末試験を実施し、講義全体の内容を整理する。		
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
評価割合							
		試験		レポート		合計	

総合評価割合	60	40	100
専門的能力	60	40	100

仙台高等専門学校		開講年度	令和06年度 (2024年度)		授業科目	熱統計力学演習		
科目基礎情報								
科目番号		0009		科目区分	専門 / 選択			
授業形態		演習		単位の種別と単位数	学修単位: 2			
開設学科		応用科学コース（名取キャンパス）		対象学年	4			
開設期		後期		週時間数	2			
教科書/教材		授業中に適宜資料を配付する。						
担当教員		佐藤 健太郎						
到達目標								
熱統計力学Ⅰと熱統計力学Ⅱで学習した内容についての理解を深め、関連する基本的な問題を解けるようになる。								
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		
熱力学的状態		授業で提示した基本的な問題のほとんどを自力で解ける。		誘導を与えられることにより、授業で提示した基本的な問題のほとんどを自力で解ける。		誘導を与えても、授業で提示した基本的な問題を自力で解けない。		
熱力学の法則		授業で提示した基本的な問題のほとんどを自力で解ける。		誘導を与えられることにより、授業で提示した基本的な問題のほとんどを自力で解ける。		誘導を与えても、授業で提示した基本的な問題を自力で解けない。		
熱力学関数, 平衡条件, 相平衡		授業で提示した基本的な問題のほとんどを自力で解ける。		誘導を与えられることにより、授業で提示した基本的な問題のほとんどを自力で解ける。		誘導を与えても、授業で提示した基本的な問題を自力で解けない。		
学科の到達目標項目との関係								
教育方法等								
概要		熱統計力学Ⅰと熱統計力学Ⅱの授業内容を理解するため、基本的な問題を中心とした演習をおこなう。						
授業の進め方・方法		熱統計力学Ⅰと熱統計力学Ⅱの講義と連携しながら、典型的な問題の解説、基本的な問題の演習および発表をおこなう。授業では配布した問題を解く演習および受講者による発表を行い、また課題を課す。事前学習として授業前までに配布した問題を解いてくること。事後学習として授業で学んだ内容を振り返り、理解不足な点は特に復習すること。						
注意点		3年生までに学修した基礎数学A、基礎数学B、基礎数学C、微分積分Ⅰ、微分積分Ⅱ、代数幾何、物理Ⅰ、物理Ⅱ、物理Ⅲは理解できているという前提で授業を進める。授業では必要に応じて、これまでに学習した数学や物理学を確認する機会も設けるが、理解が不十分なところは復習をおこなうこと。						
授業の属性・履修上の区分								
☒ アクティブラーニング		☒ ICT 利用		☐ 遠隔授業対応		☐ 実務経験のある教員による授業		
選択必修A								
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	熱統計力学Ⅰと熱統計力学Ⅱの授業内容を確認する。授業の進め方を確認する。				
		2週	状態方程式	状態方程式に関する基本的な問題が解ける。				
		3週	熱容量	熱容量に関する基本的な問題が解ける。				
		4週	熱力学第一法則	熱力学第一法則に関する基本的な問題が解ける。				
		5週	熱力学第一法則	熱力学第一法則に関する基本的な問題が解ける。				
		6週	理想気体	理想気体に関する基本的な問題が解ける。				
		7週	理想気体	理想気体に関する基本的な問題が解ける。				
		8週	熱力学第二法則	熱力学第二法則に関する基本的な問題が解ける。				
	4thQ	9週	熱力学第二法則	熱力学第二法則に関する基本的な問題が解ける。				
		10週	エントロピー	エントロピーに関する基本的な問題が解ける。				
		11週	エントロピー	エントロピーに関する基本的な問題が解ける。				
		12週	熱力学の恒等式	熱力学の恒等式に関する基本的な問題が解ける。				
		13週	平衡条件	平衡条件に関する基本的な問題が解ける。				
		14週	化学ポテンシャル	化学ポテンシャルに関する基本的な問題が解ける。				
		15週	相平衡	相平衡に関する基本的な問題が解ける。				
		16週	まとめ	授業を振り返り、学習内容を確認する。				
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
評価割合								
		演習		課題		合計		
総合評価割合		50		50		100		
基礎的能力		30		30		60		
専門的能力		20		20		40		

仙台高等専門学校		開講年度	令和06年度 (2024年度)		授業科目	固体物性論 I	
科目基礎情報							
科目番号		0010		科目区分		専門 / 選択	
授業形態		講義		単位の種別と単位数		学修単位: 2	
開設学科		応用科学コース（名取キャンパス）		対象学年		4	
開設期		後期		週時間数		2	
教科書/教材		固体物性の基礎 沼居貴陽著（共立出版）					
担当教員		武田 光博					
到達目標							
BCC/FCC/HCPなどの代表的な固体の結晶構造を理解し，説明ができる。結晶構造の数学的な記述のために必要になる格子ベクトル，とくに逆格子ベクトルを理解し，説明ができる。ブラッグ散乱・ラウエ散乱を理解し説明ができる。X線による結晶構造解析の手法と考え方を説明できる。格子の振動に対して運動方程式を解くことができ，音響モードと光学モードの導出ができる。格子振動について状態密度を計算し，固体の比熱を求めることができる。							
ルーブリック							
		理想的な到達レベルの目安(優)		標準的な到達レベルの目安(良)		未到達レベルの目安(不可)	
BCC, FCC, HCPなどの代表的な固体の結晶構造が説明できる。		固体の結晶構造を教員の助言なしに説明できる。		固体の結晶構造を教員の助言があれば説明できる。		固体の結晶構造を教員の助言があってもできない。	
逆格子ベクトルの説明ができ、FCCやBCCなどの基本並進ベクトルを用いて逆格子の基本ベクトルを求めることができる。		逆格子ベクトルの説明と基本並進ベクトルを用いて逆鋼の基本ベクトルを求めることが教員の助言無しに出来る。		逆格子ベクトルの説明と基本並進ベクトルを用いて逆鋼の基本ベクトルを求めることが教員の助言があれば出来る。		逆格子ベクトルの説明と基本並進ベクトルを用いて逆鋼の基本ベクトルを求めることが教員の助言があってもできない。	
ブラッグの回折条件とラウエの条件を説明できる。		ブラッグの回折条件とラウエの条件の説明を教員の助言無しに出来る。		ブラッグの回折条件とラウエの条件の説明を教員の助言があれば出来る。		ブラッグの回折条件とラウエの条件の説明を教員の助言があってもできない。	
X線による結晶構造解析の手法の流れを説明できる。		X線による結晶構造解析の手法の流れの説明を教員の助言無しに出来る。		X線による結晶構造解析の手法の流れの説明を教員の助言があれば出来る。		X線による結晶構造解析の手法の流れの説明を教員の助言があってもできない。	
1種類ならびに2種類から構成される結晶の格子振動を説明できる。		1種類ならびに2種類から構成される結晶の格子振動の説明を教員の助言無しに出来る。		1種類ならびに2種類から構成される結晶の格子振動の説明を教員の助言があれば出来る。		1種類ならびに2種類から構成される結晶の格子振動の説明を教員の助言があってもできない。	
格子振動について状態密度を計算し，固体の比熱を求めることができる。		格子振動について状態密度を計算し，固体の比熱を求めることが教員の助言無しに出来る。		格子振動について状態密度を計算し，固体の比熱を求めることが教員の助言があれば出来る。		格子振動について状態密度を計算し，固体の比熱を求めることが教員の助言があってもできない。	
学科の到達目標項目との関係							
教育方法等							
概要		代表的な結晶構造(bcc, fcc, hcp, diamond)、格子ベクトルと逆格子ベクトル、ブラッグ散乱・ラウエ散乱、X線散乱と結晶構造、格子振動、音響モードと光学モード、固体の比熱について学ぶ。					
授業の進め方・方法		授業計画に従って固体物性の基礎的内容について講義する。 事前学習：参考図書の授業内容に関わる内容を確認する。 事後学習：授業中に出題される課題を解き，レポートとして提出する。					
注意点		3年生までに学習した数学、物理などの基礎科目を理解していること。また、使用教科書の第1章から第4章までは自由な学びの時間に各自で学習すること。 試験による評価は中間試験と期末試験とする。 各期の試験において合格点に満たない場合は、再試験を実施する場合があるが、実施回数は原則1回とする。					
授業の属性・履修上の区分							
☐ アクティブラーニング		☒ ICT 利用		☒ 遠隔授業対応		☐ 実務経験のある教員による授業	
選択必修A							
授業計画							
		週	授業内容		週ごとの到達目標		
後期	3rdQ	1週	授業内容のガイダンス 結晶の構造 1		結晶格子ベクトルの定義と空間格子の型を説明できる。		
		2週	結晶の構造 2		面指数の定義と実格子の関係を説明できる		
		3週	格子と逆格子 1		基本並進ベクトルと逆格子の基本ベクトルの関係を説明できる		
		4週	格子と逆格子 2		面心立方格子および体心立方格子に対する逆格子の基本ベクトルを求めることができる。		
		5週	ブラッグ散乱・ラウエ散乱 1		ブラッグの回折条件を説明できる。		
		6週	ブラッグ散乱・ラウエ散乱 2		ラウエ条件を説明できる。 ラウエ条件からブラッグの法則を導くことができる。		
		7週	X線による構造解析 1		構造因子を説明できる		
		8週	中間試験				
	4thQ	9週	中間試験の振り返り				
		10週	X線による構造解析 2		回折強度と構造因子の関係および消滅則を説明できる。		
		11週	X線による構造解析 3		X線回折法による実際の結晶構造解析の流れを説明できる。		
		12週	結晶の結合力		レナード・ジョーンズポテンシャルから希ガスの凝集エネルギーと2原子間の平衡距離を求めることができる。		
		13週	弾性		結晶に作用する応力とひずみの関係を説明できる。		
		14週	格子振動		1種類および2種類の原子から構成される結晶の格子振動を説明できる。		

		15週	固体の比熱		フォノンおよび自由電子気体による比熱に関して、極低温における温度と比熱の関係を説明できる。		
		16週	振り返り		固体物性論の学習内容に関係する演習問題を解くことができる		
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	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1,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1,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,後12	
				X線回折法を用いて結晶構造の解析に応用することができる。	3	後3,後4,後5,後6,後7,後10,後11	
評価割合							
	試験	発表	相互評価	態度	ポートフォリオ	小テスト	合計
総合評価割合	100	0	0	0	0	0	100
基礎的能力	100	0	0	0	0	0	100
専門的能力	0	0	0	0	0	0	0
分野横断的能力	0	0	0	0	0	0	0

仙台高等専門学校		開講年度	令和06年度 (2024年度)		授業科目	統計物理学特論	
科目基礎情報							
科目番号	0013			科目区分	専門 / 選択		
授業形態	演習			単位の種別と単位数	履修単位: 4		
開設学科	応用科学コース (名取キャンパス)			対象学年	4		
開設期	通年			週時間数	4		
教科書/教材	例題から展開する 熱・統計力学 香取眞理・森山 修 サイエンス社 Excelで学ぶ熱力学と統計力学 山本 将史 オーム社						
担当教員	小野 慎司						
到達目標							
応用物理学の先端分野の概要を理解するために、必要な関連知識を習得するための基礎知識や手法を身につける。セミナー形式の授業を通して、ディスカッション能力やプレゼンテーション能力を身につける。							
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	
プレゼンテーション	簡潔で分かりやすい資料を作成でき、論理的で説得力のあるプレゼンテーションをおこなえる。適切な質疑応答ができる。			簡潔で分かりやすい資料を作成でき、論理的で説得力のあるプレゼンテーションをおこなえる。		論理的で説得力のあるプレゼンテーションができない。	
報告書	論理的で分かりやすくまとめられた報告書を作成できる。			論理的にまとめられた報告書を作成できる。		論理的にまとめられた報告書を作成できない。	
学科の到達目標項目との関係							
教育方法等							
概要	応用物理学の各分野の基本となるテキストを、担当教員の指導のもとで通読する。物理学における基礎的な手法の習得や確認からはじめ、基礎理論や最先端の概要を理解することを目指す。熱力学の学習から始め、統計物理学との関わり の概要を学ぶ。						
授業の進め方・方法	教科書を選定し、1年を通してExcelで実習をしながら授業を進める。また、レポート形式でまとめ、適宜発表、報告をする。また、問題演習についても適宜発表、報告をする。事前学習として理解不足な点は復習しておくこと。また、学習内容の理解を深めるためには、事後学習として復習を行うことも大切である。						
注意点	ディスカッションや意見交換、学習における自主性が求められる。基礎理論や最先端の概要を理解するために、必要な関連知識を習得するための基礎的な実習や問題演習を、段階的に必要に応じて行う。ノートパソコンの持参が好ましい。						
授業の属性・履修上の区分							
☒ アクティブラーニング		☐ ICT 利用		☐ 遠隔授業対応		☐ 実務経験のある教員による授業	
選択必修B							
授業計画							
		週	授業内容		週ごとの到達目標		
前期	1stQ	1週	ガイダンス		前期における授業の進め方と取り組み方を確認する。		
		2週	温度、熱と熱容量、平衡状態と状態量		温度と熱、状態量について確認する。		
		3週	内部エネルギー(Excel)と熱力学第1法則		内部エネルギーと熱力学第1法則について確認する。		
		4週	状態の準静的変化(Excel)、断熱準静的変化と等温準静的変化		状態の準静的変化について確認する。		
		5週	定積熱容量と定圧熱容量、無限小量と全微分		定積熱容量と定圧熱容量について確認する。		
		6週	理想気体、状態方程式と理想気体温度、ボイル・シャルルの法則(Excel)、ファン・デル・ワールスの状態方程式(Excel)		理想気体、状態方程式と理想気体温度、ボイル・シャルルの法則、ファン・デル・ワールスの状態方程式について確認する。		
		7週	理想気体の熱容量、理想気体が行う仕事(Excel)、カルノーサイクル(Excel)、カルノー冷却機		理想気体の熱容量、理想気体が行う仕事、カルノーサイクル、カルノー冷却機について確認する。		
		8週	カルノーサイクル(Excel)、カルノー冷却機		カルノーサイクル、カルノー冷却機について確認する。		
	2ndQ	9週	可逆性と不可逆性、熱力学第2法則、カルノー熱機関の効率、絶対温度の熱力学的定義		可逆性と不可逆性、熱力学第2法則、カルノー熱機関の効率、絶対温度の熱力学的定義について確認する。		
		10週	吸熱量と温度の比、エントロピー		エントロピーについて確認する。		
		11週	最大仕事の法則、ヘルムホルツの自由エネルギー、化学ポテンシャル		最大仕事の法則、ヘルムホルツの自由エネルギー、化学ポテンシャルについて確認する。		
		12週	ギブスの自由エネルギー、エンタルピー、熱力学関数の自然な変数		ギブスの自由エネルギー、エンタルピー、熱力学関数の自然な変数について確認する。		
		13週	エントロピー増大の法則、平衡への緩和と平衡の条件		エントロピー増大の法則、平衡への緩和と平衡の条件について確認する。		
		14週	水の相転移		水の相転移について確認する。		
		15週	統計力学の導入、コイン系の確率と統計(Excel)		統計力学の導入、コイン系の確率と統計コイン系の確率と統計について確認する。		
		16週	コイン系の確率と統計(Excel)		コイン系の確率と統計コイン系の確率と統計について確認する。		
後期	3rdQ	1週	ガイダンス		後期における授業の進め方と取り組み方を確認する。		
		2週	エネルギーと状態数、ミクロカノニカル分布(Excel)		エネルギーと状態数、ミクロカノニカル分布について確認する。		
		3週	ミクロカノニカル分布(Excel)		ミクロカノニカル分布について確認する。		
		4週	ミクロカノニカル分布(Excel)		ミクロカノニカル分布について確認する。		
		5週	カノニカル分布(Excel)		カノニカル分布について確認する。		
		6週	カノニカル分布(Excel)		カノニカル分布について確認する。		

		7週	統計力学の展開、エネルギーの揺らぎ、マクスウェル速度分布とエネルギー等分配則	統計力学の展開、エネルギーの揺らぎ、マクスウェル速度分布とエネルギー等分配則について確認する。
		8週	2原子分子理想気体、グランドカノニカル分布	2原子分子理想気体、グランドカノニカル分布について確認する。
	4thQ	9週	グランドカノニカル分布	グランドカノニカル分布について確認する。
		10週	グランドカノニカル分布	グランドカノニカル分布について確認する。
		11週	量子統計、フェルミ統計とボーズ統計(Excel)	量子統計、フェルミ統計とボーズ統計について確認する。
		12週	フェルミ統計とボーズ統計(Excel)	フェルミ統計とボーズ統計について確認する。
		13週	縮退した理想フェルミ気体	縮退した理想フェルミ気体について確認する。
		14週	縮退した理想フェルミ気体	縮退した理想フェルミ気体について確認する。
		15週	ボース-アインシュタイン凝縮	ボース-アインシュタイン凝縮について確認する。
		16週	まとめ	まとめ

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
----	----	------	-----------	-------	-----

評価割合

	プレゼンテーション	報告書	合計
総合評価割合	50	50	100
基礎的能力	20	20	40
専門的能力	30	30	60

仙台高等専門学校		開講年度	令和06年度 (2024年度)		授業科目	量子情報理論	
科目基礎情報							
科目番号		0014		科目区分		専門 / 選択	
授業形態		演習		単位の種別と単位数		履修単位: 4	
開設学科		応用科学コース（名取キャンパス）		対象学年		4	
開設期		通年		週時間数		4	
教科書/教材		「はやわかりMathematica」（榊原進）共立出版。Mathematica ソフト の購入が必要となる。その他の教材については必要に応じて指示する。					
担当教員		佐藤 健太郎					
到達目標							
応用理学、情報理論の分野における共通言語や手法の理解を目指す。セミナー形式の授業を通して、ディスカッション能力やプレゼンテーション能力を身につける。また 数値計算ソフト、オンラインクラウドを用いて量子力学の実習と量子情報のアルゴリズムの初歩を理解する。							
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	
発表（基礎力学）		分かりやすい発表資料を作成でき、論理的で説得力のあるプレゼンテーションをおこなえる。適切な質疑応答ができる。		発表資料を作成でき、説得力のあるプレゼンテーションをおこなえる。		論理的で説得力のあるプレゼンテーションができず、発表資料も作成できない。	
報告書（マセマティカによる量子力学計算、量子計算）		論理的で分かりやすくまとめられた報告書を作成できる。量子力学に関する数値計算を行い大学程度の量子力学計算を再現できる。量子計算アルゴリズムを理解できる。		論理的にまとめられた報告書を作成できる。量子力学に関する数値計算を行い初歩の量子計算アルゴリズムを理解できる。		論理的にまとめられた報告書を作成できない。量子力学に関する数値計算と量子アルゴリズムが理解できない。	
学科の到達目標項目との関係							
教育方法等							
概要		前期は応用理学の基本となるテキストを輪読、実習し基礎学力を身につける。後期は数値ソフトやクラウドを用いて情報理論、量子力学の演習を中心とした形式で行うことで実践力をつける。					
授業の進め方・方法		前期は通読した論文または教科書をレポート形式でまとめ、発表会において報告する。後期は 計算ソフトについて習得し、物理学の計算について実習する。クラウドを用いた量子計算についても実習する。事前学習として理解不足な点は復習しておくこと。また学習内容の理解を深めるためには、事後学習として復習を行うことも大切である。					
注意点		グループ内でのディスカッションや意見交換、学習における自主性が求められる。量子力学、情報の関連知識を習得するための基礎的な演習を段階的に必要に応じて行う。					
授業の属性・履修上の区分							
☐ アクティブラーニング		☐ ICT 利用		☐ 遠隔授業対応		☐ 実務経験のある教員による授業	
選択必修B							
授業計画							
		週	授業内容		週ごとの到達目標		
前期	1stQ	1週	ガイダンス		前期授業の取り組み方を理解できている。		
		2週	ベクトルと運動		ベクトルによる運動の表現を解説できる。		
		3週	運動量保存と力		運動量保存則と力を解説できる。		
		4週	運動方程式（1）		運動方程式を解説できる。		
		5週	運動方程式（2）		数値計算により運動方程式を解くことができる。		
		6週	運動方程式（3）		数値計算により運動方程式を解くことができる。		
		7週	エネルギー		エネルギーを解説できる。		
		8週	中心力		中心力を解説できる。数値計算により解く方法を考察する。		
	2ndQ	9週	摩擦力		摩擦力を解説できる。		
		10週	相対運動		相対運動を解説できる。		
		11週	質点系の力学（1）		質点系の力学の基本を理解し、関連問題を解説できる。		
		12週	質点系の力学（2）		数値計算により解くことができる。		
		13週	剛体運動（1）軸のまわりの運動		固定軸のまわりの剛体運動を解説できる。		
		14週	剛体の運動（2）つり合い		剛体つり合いを数値計算により解くことができる。		
		15週	剛体の運動（3）平面運動		平面運動を数値計算により解くことができる。		
		16週	前期までのまとめ		資料をまとめることができる。		
後期	3rdQ	1週	ガイダンス		後期における授業の進め方と取り組み方を理解できている。		
		2週	物理学と数値ソフト		物理学の計算に用いる数値ソフトの概要について説明できる。		
		3週	マセマティカの初歩		量子物理の計算で役立つマセマティカの起動といったその初歩を扱うことができる。		
		4週	コマンド入力と代数計算		マセマティカのコマンド入力と代数計算を行うことができる。		
		5週	微分積分		マセマティカを用いた微分積分を行うことができる。		
		6週	グラフィックス		マセマティカを用いたグラフィックスを扱うことができる。		
		7週	動的操作		マセマティカを用いたマニピュレート等を扱うことができる。		

		8週	リスト	マセマティカを用いたリスト作成を扱うことができる。
	4thQ	9週	リストとその応用	マセマティカを用いたリスト作成と量子力学への計算応用を行うことができる。
		10週	関数定義	マセマティカを用いた関数定義について説明できる。
		11週	プログラミング	マセマティカを用いた簡単なプログラミングを行うことができる。
		12週	プログラミング	マセマティカを用いた簡単なプログラミングを行うことができる。
		13週	量子計算の初歩	キュービットの基礎について説明できる。
		14週	IBMクラウドによる量子計算（1キュービット）	IBMクラウドを用いた1キュービットの操作の基礎を行うことができる。
		15週	IBMクラウドによる量子計算（2キュービット）	IBMクラウドを用いた2キュービットの量子計算の基礎を行うことができる。
		16週	後期までのまとめ	資料をまとめることができる。

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
評価割合					
		発表	報告書	合計	
総合評価割合		25	75	100	
基礎的能力		10	40	50	
専門的能力		15	35	50	

仙台高等専門学校		開講年度	令和06年度 (2024年度)		授業科目	情報統計力学
科目基礎情報						
科目番号	0015			科目区分	専門 / 選択	
授業形態	演習			単位の種別と単位数	履修単位: 4	
開設学科	応用科学コース（名取キャンパス）			対象学年	4	
開設期	通年			週時間数	4	
教科書/教材	授業中に適宜資料を配付する。					
担当教員	佐藤 健太郎					
到達目標						
応用物理学の先端分野の概要を理解するために必要な関連知識を習得するための基礎知識や手法を身につける。セミナー形式の授業を通して、ディスカッション能力やプレゼンテーション能力を身につける。						
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	
発表			簡潔で分かりやすい資料を作成でき、論理的で説得力のあるプレゼンテーションをおこなえる。適切な質疑応答ができる。	簡潔で分かりやすい資料を作成でき、論理的で説得力のあるプレゼンテーションをおこなえる。	論理的で説得力のあるプレゼンテーションができない。	
報告書			論理的で分かりやすくまとめられた報告書を作成できる。	論理的にまとめられた報告書を作成できる。	論理的にまとめられた報告書を作成できない。	
学科の到達目標項目との関係						
教育方法等						
概要	応用物理学の各分野の論文、あるいはそれらの分野において基本となるテキストを、各担当教員の指導のもとで輪読する。輪読は少数グループのセミナー形式で行い、物理学における基礎的な知識や手法の習得や確認からはじめ、基礎理論や最先端の概要を理解することを目指す。はじめは力学を例にとり、その学習の中で数値計算についても考察する。その後に物理学と機械学習などの関わりについて概要を学ぶ。					
授業の進め方・方法	論文、あるいは教科書を選定し、1年を通して通読したのち、全体の概要をレポート形式でまとめ、発表会において報告する。事前学習として理解不足な点は復習しておくこと。また学習内容の理解を深めるためには、事後学習として復習を行うことも大切である。					
注意点	グループ内でのディスカッションや意見交換、学習における自主性が求められる。基礎理論や最先端の概要を理解するために必要な関連知識を習得するための基礎的な演習を段階的に必要に応じて行う。					
授業の属性・履修上の区分						
☐ アクティブラーニング		☐ ICT 利用		☐ 遠隔授業対応		☐ 実務経験のある教員による授業
選択必修B						
授業計画						
		週	授業内容		週ごとの到達目標	
前期	1stQ	1週	ガイダンス		前期における授業の進め方と取り組み方を理解できている。	
		2週	ベクトルによる運動の表現		ベクトルによる運動の表現の基本を理解し、関連問題を解説できる。	
		3週	運動量保存則と力の関係		運動量保存則と力の関係の基本を理解し、関連問題を解説できる。	
		4週	運動方程式		運動方程式の基本を理解し、関連問題を解説できる。関連問題を数値計算により解く方法を考察する。	
		5週	運動方程式		運動方程式の基本を理解し、関連問題を解説できる。関連問題を数値計算により解く方法を考察する。	
		6週	エネルギー		エネルギーの基本を理解し、関連問題を解説できる。	
		7週	エネルギー		エネルギーの基本を理解し、関連問題を解説できる。	
		8週	中心力		中心力の基本を理解し、関連問題を解説できる。関連問題を数値計算により解く方法を考察する。	
	2ndQ	9週	摩擦力		摩擦力の基本を理解し、関連問題を解説できる。	
		10週	相対運動		相対運動の基本を理解し、関連問題を解説できる。	
		11週	質点系の力学		質点系の力学の基本を理解し、関連問題を解説できる。関連問題を数値計算により解く方法を考察する。	
		12週	質点系の力学		質点系の力学の基本を理解し、関連問題を解説できる。関連問題を数値計算により解く方法を考察する。	
		13週	固定軸のまわりの剛体運動		固定軸のまわりの剛体運動の基本を理解し、関連問題を解説できる。	
		14週	剛体のつり合い、剛体の運動		剛体のつり合い、剛体の運動の基本を理解し、関連問題を解説できる。剛体の力学に関連する問題を数値計算により解く方法を考察する。	
		15週	剛体の平面運動		剛体の平面運動の基本を理解し、関連問題を解説できる。剛体の力学に関連する問題を数値計算により解く方法を考察する。	
		16週	前期までのまとめ			
後期	3rdQ	1週	ガイダンス		後期における授業の進め方と取り組み方を理解できている。	
		2週	物理学と機械学習		物理学、情報理論、機械学習の関係の概要について説明できる。	

		3週	物理学と機械学習	物理学，情報理論，機械学習の関係の概要について説明できる。
		4週	確率論	確率論の基本について説明できる。
		5週	基礎機械学習の一般論	データの数学的な扱いの基礎を説明できる。
		6週	基礎機械学習の一般論	データの数学的な扱いの基礎を説明できる。
		7週	ニューラルネットワークの基礎	誤差関数の概要について説明できる。
		8週	ニューラルネットワークの基礎	誤差関数の概要について説明できる。
	4thQ	9週	量子力学の基礎概念	量子力学の基礎概念について確認し，基礎的な問題を解くことができる。
		10週	量子力学の基礎概念	ブラケット記法，演算子の概要について説明できる。
		11週	ニューラルネットワークの基礎	ブラケット記法による誤差逆伝播法の導出方法について説明できる。
		12週	発展的なニューラルネットワーク	畳み込みニューラルネットワーク，再帰的ニューラルネットワークの概要について説明できる。
		13週	報告書の作成，発表の準備	これまでに学習した内容に関する資料を調べ，論理的で分かりやすい資料を作成できる。
		14週	報告書の作成，発表の準備	論理的で分かりやすくまとめられた報告書を作成できる。
		15週	報告書の作成，発表の準備	論理的で分かりやすくまとめられた報告書を作成できる。
		16週	後期までのまとめ	論理的で説得力のあるプレゼンテーションをおこなうことができる。

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
評価割合					
		発表	報告書	合計	
総合評価割合		50	50	100	
基礎的能力		20	20	40	
専門的能力		30	30	60	

仙台高等専門学校		開講年度	令和06年度 (2024年度)		授業科目	力学系・カオス	
科目基礎情報							
科目番号	0016		科目区分	専門 / 選択			
授業形態	演習		単位の種別と単位数	履修単位: 4			
開設学科	応用科学コース (名取キャンパス)		対象学年	4			
開設期	通年		週時間数	4			
教科書/教材	太田隆夫「非平衡系の物理学」裳華房						
担当教員	永弘 進一郎						
到達目標							
応用物理学の各先端分野における共通言語や手法の理解を目指す。セミナー形式の授業を通して、ディスカッション能力はやプレゼンテーション能力を身につける。							
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		
外力をうける振動系, およびリミットサイクル振動, 熱平衡系についてのプレゼンテーション	簡潔で分かりやすい資料を作成でき, 論理的で説得力のあるプレゼンテーションをおこなえる。適切な質疑応答ができる。		簡潔で分かりやすい資料を作成でき, 論理的で説得力のあるプレゼンテーションをおこなえる。		論理的で説得力のあるプレゼンテーションができない。		
外力をうける振動系, およびリミットサイクル振動, 熱平衡系についての報告書	論理的で分かりやすくまとめられた報告書を作成できる。		論理的にまとめられた報告書を作成できる。		論理的にまとめられた報告書を作成できない。		
評価項目3							
学科の到達目標項目との関係							
教育方法等							
概要	応用物理学の各分野の論文, あるいはそれらの分野において基本となるテキストを, 各担当教員の指導のもとで輪読する。輪読は少数グループのセミナー形式で行い, その分野における基礎理論や最先端の概要を理解することを目指す。						
授業の進め方・方法	論文, あるいは教科書を選定し, 1年を通して通読する。						
注意点	グループ内でのディスカッションや意見交換に積極的な姿勢が求められる。						
授業の属性・履修上の区分							
☐ アクティブラーニング		☐ ICT 利用		☐ 遠隔授業対応		☐ 実務経験のある教員による授業	
選択必修B							
授業計画							
		週	授業内容	週ごとの到達目標			
前期	1stQ	1週	序論	講義の全体像を理解する			
		2週	調和振動子とエネルギーの散逸	エネルギー散逸のある振動系の運動方程式を理解する			
		3週	外力のある振動子 1	外力のある系の運動方程式が解ける			
		4週	外力のある振動子 2	外力のある系の運動方程式が解ける			
		5週	外力のある振動子 3	外力のある系の運動方程式が解ける			
		6週	熱平衡系 1	熱力学の基礎を概観し, 理解する			
		7週	熱平衡系 2	熱力学の基礎を概観し, 理解する			
		8週	熱揺らぎ	揺らぎと確率分布の概念を理解する			
	2ndQ	9週	自己組織化臨界現象 1	臨界現象における普遍性を理解する			
		10週	自己組織化臨界現象 2	臨界現象における普遍性を理解する			
		11週	自己組織化臨界現象 3	臨界現象における普遍性を理解する			
		12週	状態間の遷移 1	準安定状態間の遷移のダイナミクスを理解する			
		13週	状態間の遷移 2	準安定状態間の遷移のダイナミクスを理解する			
		14週	変分原理 1	変分原理を理解する			
		15週	変分原理 2	変分原理を理解する			
		16週	前半のまとめ				
後期	3rdQ	1週	リミットサイクル振動 1	連立方程式系で記述される振動子の性質を理解する			
		2週	リミットサイクル振動 2	連立方程式系で記述される振動子の性質を理解する			
		3週	振動性と興奮性	連立方程式系で記述される振動子の性質を理解する			
		4週	振動性と興奮性	連立方程式系で記述される振動子の性質を理解する			
		5週	非線形結合振動子	連立方程式系で記述される振動子の性質を理解する			
		6週	非線形結合振動子	連立方程式系で記述される振動子の性質を理解する			
		7週	局在構造	反応拡散方程式の安定性について理解する			
		8週	界面の運動	界面運動の扱いを理解する			
	4thQ	9週	界面の運動	界面運動の扱いを理解する			
		10週	パルスダイナミクス	非線形波動の概観を得る。			
		11週	パルスダイナミクス	非線形波動の概観を得る。			
		12週	論文の輪読 1	論文へのアクセス, 輪読をできるようになる			
		13週	論文の輪読 2	論文へのアクセス, 輪読をできるようになる			
		14週	論文の輪読 3	論文へのアクセス, 輪読をできるようになる			
		15週	論文の輪読 4	論文へのアクセス, 輪読をできるようになる			
		16週					
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	機械系分野	力学	応力とひずみを説明できる。	3		
				フックの法則を理解し、弾性係数を説明できる。	3		
				引張荷重や圧縮荷重が作用する棒の応力や変形を計算できる。	3		
				軸のねじり剛性の意味を理解し、軸のねじれ角を計算できる。	3		
評価割合							
	試験	発表	相互評価	態度	ポートフォリオ	その他	合計
総合評価割合	0	100	0	0	0	0	100
基礎的能力	0	50	0	0	0	0	50
専門的能力	0	20	0	0	0	0	20
分野横断的能力	0	30	0	0	0	0	30