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，
技術的課題を解決て゛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								田嶋 和明	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							奥村 真彦	選択必修A
専門	選択	量子力学Ⅰ	0005	学修単位	2													2								柳生 穂高	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								永弘 進一郎	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,伊東 航	選択必修A
専門	選択	固体物性論演習	0011	学修単位	2														2							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							佐藤 健太郎	選択必修B
専門	選択	量子情報理論	0014	履修単位	4													4	4							長谷部 一気	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
専門	選択	応用解析B	0019	学修単位	2																	2				長谷部 一気	選択必修A
専門	選択	連続体力学B	0020	学修単位	2																	2				野呂 秀太	選択必修A
専門	選択	相対性理論	0021	学修単位	2																	2				長谷部 一気	選択必修A
専門	選択	量子力学Ⅱ	0022	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Ⅱ	0023	学修単位	2																	2				矢入 聡	選択必修A
専門	必修	卒業研究	0024	履修単位	12																	12	12			松原 正樹	

仙台高等専門学校	開講年度	令和03年度 (2021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	田嶋 和明		

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03年度 (2021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	参考書は授業の際に適宜指定する。		
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する。
		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。
		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する。
		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する。
		5週	変分原理	変分法の意味を理解する。
		6週	変分原理	変分原理，最小作用の原理，Lagrangeの方程式を理解する。
		7週	Lagrange形式	1次元系の問題をLagrange形式で考察する。
		8週	Lagrange形式	多次元系の問題をLagrange形式で考察する。
	2ndQ	9週	Lagrange形式	座標変換について考察する。
		10週	Lagrange形式	振動に関する問題をLagrange形式で考察する。
		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する。
		12週	保存則	角運動量保存則の基本を理解する。
		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	簡単な例題（調和振動子など）をHamilton形式で解く。
		15週	正準変換	正準変換，Hamilton-Jacobi方程式の概念を理解する。
		16週	期末試験の返却	期末試験の答案返却

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03年度 (2021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	微分積分やベクトルを用いて運動方程式を解く.
		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する.
		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する.
		5週	変分原理	変分法の意味を理解する.
		6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.
		7週	Lagrange形式	1次元系の問題をLagrange形式で考察する.
		8週	Lagrange形式	多次元系の問題をLagrange形式で考察する.
	2ndQ	9週	Lagrange形式	座標変換について考察する.
		10週	Lagrange形式	振動に関する問題をLagrange形式で考察する.
		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する.
		12週	保存則	角運動量保存則の基本を理解する.
		13週	Hamiltonian形式	Hamiltonian，正準方程式，Poisson括弧式を理解する.
		14週	Hamiltonian形式	表和振動子などの簡単な問題をHamilton形式で解く.
		15週	正準変換	正準変換，hamilton-Jacobi方程式の概念を理解する.
		16週	期末試験の返却	期末試験の答案返却

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
基礎的能力	0	0	0
専門的能力	50	50	100
分野横断的能力	0	0	0

仙台高等専門学校	開講年度	令和03年度 (2021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	奥村 真彦		

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、ご注意下さい。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います。

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、忘れている内容をなくす。
		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、忘れている内容をなくす。

		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03年度 (2021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			
担当教員	柳生 穂高		

到達目標

ミクロな世界での物理現象を表すことができる量子力学の基礎を学ぶ。

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	量子力学に必要な数学と考え方を併せて説明していく。
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。
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	
		2週	波動性と粒子性1	ヤングの実験、光電効果について説明できる。
		3週	波動性と粒子性2	電子の性質とボーアの量子論について説明できる。
		4週	波動方程式	一般的な波動方程式を物質波に拡張できる。
		5週	期待値	期待値の計算ができる。
		6週	不確定性原理	不確定性原理の説明ができる。
		7週	フーリエ解析とガウス積分	フーリエ解析とガウス積分の計算ができる。
		8週	ポテンシャル内の粒子1	井戸型ポテンシャルの計算ができる。
	2ndQ	9週	ポテンシャル内の粒子1	無限ポテンシャルの計算ができる。
		10週	ポテンシャル内の粒子2	有限ポテンシャルの計算ができる。
		11週	ポテンシャル内の粒子3	トンネル効果の計算ができる。
		12週	ポテンシャル内の粒子4	条件の違いによる粒子の運動について説明できる。
		13週	1次元調和振動1	級数解法の計算ができる。
		14週	1次元調和振動2	零点振動について説明できる。
		15週	まとめ	
		16週	期末試験	

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03年度 (2021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			
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。
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。
		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	自由粒子	自由粒子についての基本的な問題が解ける。
		13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。
		14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。
		15週	まとめ	
		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

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03年度 (2021年度)	授業科目	熱統計力学Ⅰ

科目基礎情報

科目番号	0007	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	物理学講義「熱力学」松下貢著　裳華房		
担当教員	永弘 進一郎		

到達目標

熱力学の普遍性を理解し，応用できる。エントロピー・自由エネルギーといった熱力学の状態量を理解し説明ができる。熱から仕事を取り出すことにおける限界と効率を説明できる。理想気体について熱力学的な諸量を計算できる。

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
熱力学的状態量，第一法則について説明できる。	教員の誘導がなくてもできる	教員の誘導があればできる	教員の誘導があってもできない
第一法則を理解し，いろいろなサイクルについて効率の計算ができる。	教員の誘導がなくてもできる	教員の誘導がなくてもできる	教員の誘導がなくてもできる
エントロピー，自由エネルギーの意味を説明できる。	教員の誘導がなくてもできる	教員の誘導がなくてもできる	教員の誘導がなくてもできる

学科の到達目標項目との関係

教育方法等

概要	典型的な熱力学のストーリーは，「熱から仕事を得る」という工学的な動機から出発して，その効率の限界を考察することで熱現象の本質に迫る。そこから発生する「エントロピー」や「自由エネルギー」といった概念は，熱機関だけでなくあらゆる系に対して適用できる極めて普遍的な性質を持つ。この授業ではなるべく急がずに，熱力学の本質を理解することを目指し，演習を多く取り入れて，問題を解く力も身につける。
授業の進め方・方法	
注意点	熱力学は難しい学問である。その理由はこの学問があらゆる系に対して適用できる普遍的を持つ反面，その体系が抽象的であるからであると担当者は理解している。そのため，何度も繰り返して元に戻りつつ考える姿勢，疑問点を自身の中で明確化して言語化し，質問ができる姿勢が求められる。微分・積分に加えて偏微分の概念をよく理解している必要がある。

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	熱力学とはなにか	熱力学の目的，熱力学が扱う対象，他の学問分野との関係を理解する
		2週	状態量と熱力学，熱と仕事の関係	温度の定義を理解する，熱と仕事の関係を理解する。熱と仕事は状態量ではないことを説明できる。
		3週	内部エネルギーと熱力学第一法則	エネルギー保存則を微分系で表現する考え方を理解する。過程における，熱・仕事・内部エネルギーの変化の関係を理解する。
		4週	堆積膨張率と圧縮率	熱力学に特有な，３つの変数が関係する２変数関数の微分の扱いに，演習を通して慣れる。
		5週	第一法則の応用，理想気体の熱力学的性質	定積熱容量と定圧熱容量の関係を理解する。理想気体の内部エネルギーや熱容量の性質を理解する。
		6週	理想気体の断熱変化	ポアソンの関係式の導出を理解する。
		7週	カルノーサイクル	ピストン内の機体の操作を説明し，二つの熱源から仕事を取り出す手続きを理解する。
		8週	理想気体のカルノーサイクルと，逆カルノーサイクル	理想気体のカルノーサイクルの効率が温度の比で与えられることを理解する。逆カルノーサイクルの働きを説明できる。
	2ndQ	9週	カルノーの第一定理	カルノーサイクルの効率が作業物質に依存せず，普遍的であることを理解する。
		10週	現実的なサイクル	オットーサイクル，スターリングサイクルの効率を考える。
		11週	クラウジウスの関係式	クラウジウスの関係式を理解する。
		12週	不可逆なカルノーサイクルと，カルノーの第二定理	不可逆なサイクルの効率は，可逆なサイクルよりも低いことを理解する。
		13週	エントロピーの増大則	断熱系において，不可逆過程では系のエントロピーが必ず増大することを理解する。
		14週	ヘルムホルツの自由エネルギー	ヘルムホルツの自由エネルギーを定義し，その意味を説明できる。
		15週	エネルギーの方程式	エネルギーの方程式を応用して計算ができる
		16週	期末試験	

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	熱流体	熱力学で用いられる各種物理量の定義と単位を説明できる。	3	
				閉じた系と開いた系、系の平衡、状態量などの意味を説明できる。	3	

				熱力学の第一法則を説明できる。	3	
				閉じた系と開いた系について、エネルギー式を用いて、熱、仕事、内部エネルギー、エンタルピーを計算できる。	3	
				閉じた系および開いた系が外界にする仕事をp-V線図で説明できる。	3	
				理想気体の圧力、体積、温度の関係を、状態方程式を用いて説明できる。	3	
				定積比熱、定圧比熱、比熱比および気体定数の相互関係を説明できる。	3	
				内部エネルギーやエンタルピーの変化量と温度の関係を説明できる。	3	
				等圧変化、等積変化、等温変化、断熱変化、ポリトロープ変化の意味を理解し、状態量、熱、仕事を計算できる。	3	
				熱力学の第二法則を説明できる。	3	
				サイクルの意味を理解し、熱機関の熱効率を計算できる。	3	
				カルノーサイクルの状態変化を理解し、熱効率を計算できる。	3	
				エントロピーの定義を理解し、可逆変化および不可逆変化におけるエントロピーの変化を説明できる。	3	
				サイクルをT-s線図で表現できる。	3	
		材料系分野	材料物性	陽子・中性子・電子からなる原子の構造について説明できる。	3	
				ボーアの水素原子模型を用いて、エネルギー準位を説明できる。	3	
				4つの量子数を用いて量子状態を記述して、電子殻や占有する電子数などを説明できる。	3	
				周期表の元素配列に対して、電子配置や各族および周期毎の物性の特徴を関連付けられる。	3	
				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	
				ミラー指数を用いて格子方位と格子面を記述できる。	3	
				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	
				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	
				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	
				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	
				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	
				真性半導体の伝導機構について説明できる。	3	
			物理化学	熱力学第一法則と内部エネルギーの概念を説明できる。	3	
				内部エネルギー、熱、仕事の符号の規則を説明でき、膨張の仕事を計算できる。	3	
				エンタルピーの定義およびエンタルピーが状態量であることを説明できる。	3	
				断熱変化に伴う温度変化を計算できる。	3	
				標準生成エンタルピーの物理的意味を理解し、反応エンタルピーを計算できる。	3	
				定圧熱容量と定容熱容量の関係式が導出できる。	3	
				エントロピーの定義を理解し、不可逆過程におけるエントロピー生成について説明できる。	3	
				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変化の方向性との関連について説明できる。	3	
				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。	3	
				内部エネルギーと巨視的熱力学量の関係を導出できる。	3	
				純物質の化学ポテンシャルの定義と物理的意味を理解し、理想気体の化学ポテンシャルを計算できる。	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	70	0	0	0	0	30	100
基礎的能力	70	0	0	0	0	30	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03年度 (2021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	授業の導入	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	熱力学から統計力学へ	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Ⅰ	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	ミクロカノニカルアンサンブルⅡ	具体的な幾つかの例題を通して，ミクロカノニカルアンサンブルの特徴を詳しく理解する.
		5週	カノニカルアンサンブルⅠ	熱溜に接した系，2準位系について理解する.
		6週	カノニカルアンサンブルⅡ	分配関数と自由エネルギーについて理解する.
		7週	カノニカルアンサンブルⅢ	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.
		8週	カノニカルアンサンブルⅣ	エネルギーの揺らぎと比熱について理解する.
	4thQ	9週	前半部分のまとめ	統計力学の基礎法則について，具体的な課題を通して理解の定着を確認する.
		10週	カノニカルアンサンブルの応用	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.
		11週	グランドカノニカルアンサンブルⅠ	大分配関数について理解する.
		12週	グランドカノニカルアンサンブルⅡ	量子系の統計の特徴について理解する．具体的な幾つかの例題を通して，グランドカノニカルアンサンブルの特徴を詳しく理解する.
		13週	フェルミ粒子とボーズ粒子	同種粒子の識別不可能性やパウリの排他率など，量子力学的な粒子の持つ統計的性質について理解する.
		14週	フェルミ分布とその応用	フェルミ分布関数を導出し，物質の低温における電子状態の基本的な性質を理解する.
		15週	ボーズ分布とその応用	ボーズ分布関数を導出し，ボーズアインシュタイン凝縮や格子振動のデバイ模型について理解する.
		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	50	50	100
基礎的能力	0	0	0
専門的能力	50	50	100
分野横断的能力	0	0	0

仙台高等専門学校	開講年度	令和03年度 (2021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			
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。
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	
		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	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。
		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	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。
		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	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。
		12週	平衡条件	平衡条件に関する基本的な問題が解ける。
		13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。
		14週	相平衡	相平衡に関する基本的な問題が解ける。
		15週	まとめ	
		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

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03年度 (2021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,伊東 航		

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。
ブラックの回折条件とラウエの条件を説明できる。	ブラック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。	ブラック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。	ブラック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。 予習：教科書の授業内容に関わる内容を確認する。 復習：授業内容をA4用紙1枚程度にまとめて次回授業開始時までにBlackboardに提出する。
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	ブラック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ク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

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03年度 (2021年度)	授業科目	固体物性論演習

科目基礎情報

科目番号	0011	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			
担当教員	松原 正樹		

到達目標

演習を通して，固体の結晶構造解析と結晶中での原子の格子振動について理解する．

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
固体の結晶構造	固体の結晶構造や逆格子空間に関する演習問題について十分に良く理解している．	固体の結晶構造や逆格子空間に関する演習問題についてある程度理解している．	固体の結晶構造や逆格子空間に関する演習問題について理解していない．
結晶構造解析	結晶構造解析に関する演習問題について十分に良く理解している．	結晶構造解析に関する演習問題についてある程度理解している．	結晶構造解析に関する演習問題について理解していない．
格子振動と比熱	格子振動と比熱に関する演習問題について十分に良く理解している．	格子振動と比熱に関する演習問題についてある程度理解している．	格子振動と比熱に関する演習問題について近いしていない．

学科の到達目標項目との関係

教育方法等

概要	固体物性論Ｉで学んだ固体の結晶構造，逆格子ベクトル，ブラッグ散乱・ラウエ散乱，格子振動，固体の比熱について，演習問題を通して深く理解する．
授業の進め方・方法	授業は演習形式で行う．固体物性論Ｉで学ぶ内容に深く関わるため授業前に固体物性論Ｉの内容を良く復習すること．
注意点	

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	物性物理に関する復習	
		2週	結晶構造(1)	結晶格子ベクトルおよび空間格子の型について
		3週	結晶構造(2)	ミラー指数と実空間格子について
		4週	格子と逆格子(1)	逆格子空間について
		5週	格子と逆格子(2)	面心立方格子と体心立方格子に対する逆格子ベクトルについて
		6週	ブラッグ散乱・ラウエ散乱(1)	ブラッグの回折条件に付いて
		7週	ブラッグ散乱・ラウエ散乱(2)	ラウエ条件について
		8週	前半の振り返り	総合演習問題
	4thQ	9週	X線結晶構造解析(1)	構造因子について
		10週	X線結晶構造解析(2)	回折強度と構造因子の関係，消滅測について
		11週	X線結晶構造解析(3)	結晶構造解析について
		12週	格子振動(1)	1種類の原子からなる一次元格子振動について
		13週	格子振動(2)	2種類の原子からなる一次元格子振動について
		14週	固体の比熱(1)	フォノンによる比熱について
		15週	固体の比熱(2)	自由電子気体による比熱について
		16週	後半の振り返り	総合演習問題

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	
				ミラー指数を用いて格子方位と格子面を記述できる。	3	
				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	
				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	

評価割合

	演習課題	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	60	0	0	0	0	40	100
基礎的能力	0	0	0	0	0	0	0
専門的能力	60	0	0	0	0	40	100
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03年度 (2021年度)	授業科目	材料科学特論

科目基礎情報

科目番号	0012	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			
担当教員	柳生 穂高		

到達目標

応用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
結晶構造	結晶構造や性質について説明できる。	助言つきで結晶構造や性質について説明できる。	結晶構造や性質について説明できない。
電子	結晶内の電子について説明できる。	助言つきで結晶内の電子について説明できる。	結晶内の電子について説明できない。
物性	半導体や磁性について説明できる。	助言つきで半導体や磁性について詳細な説明できる。	半導体や磁性について説明できない。

学科の到達目標項目との関係

教育方法等

概要	応用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。
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	材料科学の概要を説明できる。
		2週	結晶構造1	基本配列について説明できる。
		3週	結晶構造2	実際の結晶構造について説明できる。
		4週	結晶による回折	回折によってわかることを説明できる。
		5週	逆格子1	基本格子の逆格子について説明できる。
		6週	逆格子2	構造因子の説明ができる。
		7週	結晶結合1(希ガス、イオン、水素)	実際の結合における作用について説明できる。
		8週	結晶結合2(共有、金属)	実際の結合における作用について説明できる。
	2ndQ	9週	フォノン1	単原子の振動について説明できる。
		10週	フォノン2	2個の原子の振動について説明できる。
		11週	フォノン3	フォノンの比熱について説明できる。
		12週	フォノン4	熱伝導率について説明できる。
		13週	自由電子1	1次元について説明できる。
		14週	自由電子2	3次元について説明できる。
		15週	自由電子3	比熱、熱伝導について説明できる。
		16週	前期のまとめ	前期の内容を簡潔に説明できる。
後期	3rdQ	1週	エネルギーバンド1	自由電子モデルの説明ができる。
		2週	エネルギーバンド2	周期的ポテンシャルを用いた説明ができる。
		3週	エネルギーバンド2	状態数について説明できる。
		4週	半導体1	バンドギャップについて説明できる。
		5週	半導体2	運動方程式について説明できる。
		6週	半導体3	キャリア濃度について説明できる。
		7週	半導体4	不純物伝導について説明できる。
		8週	磁性1	磁性の起源について説明できる。
	4thQ	9週	磁性2	磁性の違いについて説明できる。
		10週	磁性3	磁性材料について説明できる。
		11週	金属1	フェルミ面について説明できる。
		12週	金属2	エネルギーバンドの計算について説明できる。
		13週	論文の輪読1	論文を探し内容を説明できる。
		14週	論文の輪読2	論文を探し内容を説明できる。
		15週	論文の輪読3	論文を探し内容を説明できる。
		16週	論文の輪読4	論文を探し内容を説明できる。

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	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	30	0	0	0	0	30
専門的能力	0	40	0	0	0	0	40
分野横断的能力	0	30	0	0	0	0	30

仙台高等専門学校	開講年度	令和03年度 (2021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	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。電磁気学の学習から始め，統計物理学との関わりの概要を学ぶ。
授業の進め方・方法	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。
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確認する。
		2週	ベクトル	ベクトル解析の基本について確認する。
		3週	クーロンの法則	クーロンの法則の基本を理解し，関連問題を解説できる。
		4週	電位	電位の基本を理解し，関連問題を解説できる。 関連問題を数値計算で解く方法について考察する。
		5週	コンデンサー	コンデンサーの基本を理解し，関連問題を解説できる。
		6週	電流	電流の基本を理解し，関連問題を解説できる。 関連問題を数値計算で解く方法について考察する。
		7週	電流と磁場	電流と磁場の基本を理解し，関連問題を解説できる。
		8週	電流と磁場	電流と磁場の基本を理解し，関連問題を解説できる。
	2ndQ	9週	磁場から受ける力	磁場から受ける力の基本を理解し，関連問題を説明できる。 関連問題を数値計算で解く方法について考察する。
		10週	磁性体	磁性体の基本を理解し，関連問題を説明できる。
		11週	電磁誘導	電磁誘導の基本を理解し，関連問題を説明できる。
		12週	電磁誘導	電磁誘導の基本を理解し，関連問題を説明できる。 関連問題を数値計算で解く方法について考察する。
		13週	電磁波	電磁波の基本を理解し，関連問題を解説できる。
		14週	電磁波	電磁波の基本を理解し，関連問題を解説できる。 関連問題を数値計算で解く方法について考察する。
		15週	前期までのまとめ	
		16週		
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	物質中の電場と磁場	物質中の電場と磁場，磁性体の基礎について理解する。
		3週	物質中の電場と磁場	物質中の電場と磁場，磁性体の基礎について理解する。 関連問題を数値計算で解く方法について考察する。
		4週	物質中の電場と磁場	物質中の電場と磁場，磁性体の基礎について理解する。 関連問題を数値計算で解く方法について考察する。
		5週	物質中のマクスウェル方程式	物質中のマクスウェル方程式の基礎について理解する。
		6週	物質中のマクスウェル方程式	物質中のマクスウェル方程式の基礎について理解する。

		7週	真空中および物質中での電磁波	真空中および物質中での電磁波の基本について理解する。
		8週	物質中の電磁波と境界値問題	物質中の電磁波と境界値問題の基本について理解する。
	4thQ	9週	電磁放射の基礎	電磁放射の基礎について理解する。
		10週	電磁波の散乱と回折	電磁波の散乱と回折の基本を理解する。
		11週	非線形な光学応答	非線形な光学応答の概要を理解する。
		12週	非線形な光学応答	非線形な光学応答の概要を理解する。
		13週	報告書の作成，発表の準備	統計物理学に関する資料を調べ，その概要を説明できる。
		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	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。
		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

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03年度 (2021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	必要に応じて指示する。		
担当教員	長谷部 一気		

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着ける。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。
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解説する。
		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）	数値計算により解く方法を考察する。
		6週	エネルギー	エネルギーを解説できる。
		7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。
		8週	摩擦力	摩擦力を解説できる。
	2ndQ	9週	相対運動	相対運動を解説できる。
		10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。
		11週	質点系の力学（2）	数値計算により解く方法を考察する。
		12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。
		13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方法を考察する。
		14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方法を考察する。
		15週	前期までのまとめ	
		16週		
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	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確認する。
		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について学ぶ。
		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について学ぶ。
		5週	微分積分	マセマティカを用いた微分積分について学ぶ。
		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について学ぶ。
		7週	リスト	マセマティカを用いたリスト作成を学ぶ。
		8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について学ぶ。
	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する。
		10週	キュービット	量子力学のキュービットと二準位系について学ぶ。

		11週	量子アルゴリズム	量子アルゴリズムの基礎について学ぶ。
		12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について実習する。
		13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について実習する。
		14週	IBMクラウドによる量子計算（量子ゲート）	IBMクラウドを用いた量子ゲートについて実習する。
		15週	課題の提出	まとめられた課題を作成できる。
		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

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03年度 (2021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	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。
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確認する。
		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	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。
		8週	摩擦力	摩擦力の基本を理解し，関連問題を解説できる。
	2ndQ	9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。
		10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。
		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	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。
		13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。
		14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。
		15週	前期までのまとめ	
		16週		
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	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確認する。
		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確認する。

		4週	確率論	確率論の基本について確認する。
		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確認する。
		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確認する。
		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確認する。誤差関数の統計力学的な理解を行う。
		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確認する。誤差関数の統計力学的な理解を行う。
	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する。
		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理解する。
		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を確認する。
		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を確認する。
		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	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。
		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

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03年度 (2021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	変文原理を理解する
		15週	変分原理２	変文原理を理解する
		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

仙台高等専門学校	開講年度	令和03年度 (2021年度)	授業科目	高分子科学

科目基礎情報

科目番号	0017	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			
担当教員	松原 正樹		

到達目標

応用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
ポリマーの構造および物性	教員の助言なしにポリマーの構造や物性について十分に良く説明できる.	教員の助言があればポリマーの構造や物性について説明できる.	ポリマーの構造や物性がわからない.
ポリマーの合成法	教員の助言なしにポリマーの合成法やバイオポリマーについて十分に良く説明できる.	教員の助言があればポリマーの合成法やバイオポリマーについて十分に良く説明できる.	ポリマーの合成法やバイオポリマーがわからない.
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。
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	高分子の定義および分類を説明できる。
		2週	高分子鎖の化学構造と形態	高分子鎖の化学構造を結合形式や立体配座の点から説明できる。
		3週	高分子鎖の化学構造と形態	高分子鎖の形と大きさを説明できる。
		4週	ポリマーの平均分子量と溶液の熱力学的性質	ポリマーの平均分子量の種類と違いを理解し、説明できる。
		5週	ポリマーの平均分子量と溶液の熱力学的性質	ポリマー溶液の熱力学的性質を説明できる。
		6週	ポリマーの平均分子量と溶液の熱力学的性質	ポリマー溶液の相平衡を説明できる。
		7週	ポリマーの平均分子量と溶液の熱力学的性質	ポリマーの種々の平均分子量の測定法を説明できる。
		8週	ポリマーの固体構造	固体中の高分子鎖の形態およびX線回折による構造解析を説明できる。
	2ndQ	9週	ポリマーの固体構造	各種ポリマーの結晶中での構造を説明できる。
		10週	ポリマーの固体構造	ポリマーの結晶形態を説明できる。
		11週	ポリマーの固体構造	液晶ポリマーの構造を説明できる。
		12週	ポリマーの物性	ポリマーの熱的性質を説明できる。
		13週	ポリマーの物性	ポリマーの機械的性質を説明できる。
		14週	ポリマーの物性	ポリマーの電気的・光学的性質を説明できる。
		15週	ポリマーの合成	ポリマーの合成反応の分類と特徴を説明できる。
		16週	ポリマーの合成	ポリマーの重縮合などの逐次重合を説明できる。
後期	3rdQ	1週	ポリマーの合成	ポリマーのラジカル重合などの連鎖重合を説明できる。
		2週	様々な構造を持つポリマーの合成	高分子の様々な形状を説明できる。
		3週	様々な構造を持つポリマーの合成	ブロック共重合体を説明できる。
		4週	様々な構造を持つポリマーの合成	環状ポリマーの合成について説明できる。
		5週	様々な構造を持つポリマーの合成	熱硬化性樹脂および光硬化性樹脂について説明できる。
		6週	バイオベースポリマーの合成	多糖類の種類と性質を説明できる。
		7週	バイオベースポリマーの合成	植物油脂由来の樹脂について説明できる。
		8週	バイオベースポリマーの合成	生体高分子であるたんぱく質について高分子の観点から説明できる。
	4thQ	9週	バイオベースポリマーの合成	微生物産生ポリマーについて説明できる。
		10週	ポリマーの化学反応	高分子反応の分類と特徴を説明できる。
		11週	ポリマーの化学反応	高分子の官能基変換について説明できる。
		12週	ポリマーの化学反応	ポリマーの分解反応とリサイクルについて説明できる。

		13週	機能性材料としてのポリマー	最新のポリマー材料について英論文等を読んで調査し、まとめる。
		14週	機能性材料としてのポリマー	最新のポリマー材料について英論文等を読んで調査し、まとめる。
		15週	機能性材料としてのポリマー	最新のポリマー材料について英論文等を読んで調査し、まとめる。
		16週	機能性材料としてのポリマー	最新のポリマー材料について英論文等を読んで調査し、まとめる。

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	相互評価	態度	ポートフォリオ	発表	合計
総合評価割合	0	50	0	0	0	50	100
基礎的能力	0	0	0	0	0	0	0
専門的能力	0	30	0	0	0	30	60
分野横断的能力	0	20	0	0	0	20	40

仙台高等専門学校	開講年度	令和03年度 (2021年度)	授業科目	生体工学

科目基礎情報

科目番号	0018	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			
担当教員	松原 正樹		

到達目標

応用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
生体化学について	教員の助言なしにたんぱく質や酵素の反応を十分に良く説明できる.	教員の助言があればたんぱく質や酵素の反応を説明できる.	たんぱく質や酵素の反応がわからない.
生体工学について	教員の助言なしに生体の構造や機能を十分に良く説明できる.	教員の助言があれば生体の構造や機能を十分に良く説明できる.	生体の構造や機能がわからない.

学科の到達目標項目との関係

教育方法等

概要	応用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。
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	生命とは何か、生物の特徴
		2週	生体化学と他の分野との関わり	有機化学、分子生物学との関係、生物の恒常性
		3週	アミノ酸	生命と水、生体内の緩衝作用、アミノ酸の構造
		4週	アミノ酸	アミノ酸の性質、ペプチド結合、タンパク質の構造
		5週	たんぱく質の構造	たんぱく質の一次、二次構造
		6週	たんぱく質の構造	たんぱく質の三次構造と機能
		7週	たんぱく質の構造	たんぱく質の四次構造、アロステリック効果などの諸性質
		8週	酵素の働き	生体触媒としての酵素、およびその特性
	2ndQ	9週	生体での酵素による化学反応	化学反応速度論入門
		10週	生体での酵素による化学反応	酵素反応速度論
		11週	生体での酵素による化学反応	酵素反応速度論
		12週	生体での酵素による化学反応	酵素反応機構
		13週	生体での酵素による化学反応	酵素反応機構
		14週	生体での酵素による化学反応	補酵素の種類とその役割
		15週	生体での酵素による化学反応	補酵素の種類とその役割
		16週	前期（生体化学）のまとめ	
後期	3rdQ	1週	生体工学の基礎	生体工学の歴史的背景を説明できる。
		2週	生体機能解析のための基礎力学(1)	材料力学・流体力学を理解できる。
		3週	生体機能解析のための基礎力学(2)	生体を扱う際に必要な基礎力学を理解できる。
		4週	生体の構造と機能(1) -感覚器 その1-	聴覚の構造・機能を理解できる。
		5週	生体の構造と機能(2) -感覚器 その2-	視覚・嗅覚・触覚・味覚の構造と機能を理解できる。
		6週	生体の構造と機能(3) -筋肉-	筋肉の力学的特性を理解できる。
		7週	生体の構造と機能(4) -血管-	血管の力学的特性を理解できる。
		8週	生体の構造と機能(5) -循環系 その1-	心臓の構造・機能を理解できる。
	4thQ	9週	生体の構造と機能(6) -循環系 その2-	心臓の力学的特性を理解できる。
		10週	生体の構造と機能(7) -骨格-	骨の力学的特性を理解できる。
		11週	生体の構造と機能(8) -その他の器官-	肺・腎臓の機能を理解できる。
		12週	医用診断工学と計測機器(1)	生体現象計測の特徴を理解できる。
		13週	医用診断工学と計測機器(2)	診断等に用いられる機器の原理を理解できる。
		14週	人工臓器(1)	人工心肺・人工心臓を理解できる。
		15週	人工臓器(2)	人工腎臓を理解できる。
		16週	総復習	

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	相互評価	態度	ポートフォリオ	発表	合計
総合評価割合	0	50	0	0	0	50	100
基礎的能力	0	0	0	0	0	0	0
専門的能力	0	30	0	0	0	30	60
分野横断的能力	0	20	0	0	0	20	40

仙台高等専門学校	開講年度	令和03年度 (2021年度)	授業科目	応用解析B

科目基礎情報

科目番号	0019	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	応用科学コース（名取キャンパス）	対象学年	5
開設期	前期	週時間数	2
教科書/教材	「線形代数」中田仁（共立出版）、「応用数学」小野田嘉孝（裳華房）		
担当教員	長谷部 一気		

到達目標

・量子力学の記法について習熟する。
・線形代数の対角化の応用、群論の初歩について理解する。
・特殊関数について理解する。

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
量子力学の記法	卒研等の研究において自由に使いこなすことが出来る。	文献を参照しながら使うことができる。	文献を参照しても使えない。
線形代数の応用、群論の初歩	卒研等の研究において自由に使いこなすことが出来る。	文献を参照しながら使うことができる。	文献を参照しても使えない。
特殊関数	卒研等の研究において自由に使いこなすことが出来る。	文献を参照しながら使うことができる。	文献を参照しても使えない。

学科の到達目標項目との関係

教育方法等

概要	量子力学に関連した数学形式について学ぶ。ディラック記法、行列の対角化、群論、特殊関数について習得する。
授業の進め方・方法	４年生までの数学、物理の内容は前提とする。毎回の講義においてプリントを解かせ、その都度レポートして提出させる。
注意点	

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	ディラック記法	量子力学のディラック記法について学ぶ。
		2週	行列の成分表示	行列の成分表示を習熟する。
		3週	エルミート行列の対角化	エルミート行列の対角化とユニタリー変換について学ぶ。
		4週	縮退がある場合の取り扱い	縮退のある場合とシュミット直交化法について理解する。
		5週	対角化の応用	対角化を用いた微分方程式の解法について学ぶ。
		6週	群の初歩 I	SU(２)群について学ぶ。
		7週	群の初歩 II	SO(３)群について学ぶ。
		8週	「ベクトル」としての行列	一般化されたベクトルとして行列を捉えることを理解する。
	2ndQ	9週	フーリエ級数とベクトル	フーリエ級数を一般化されたベクトルの展開として理解する。
		10週	演算子の行列表示	演算子の行列表示とその対角化を学ぶ。
		11週	特殊関数 I	エルミート多項式を理解する。
		12週	特殊関数 II	ルジャンドル多項式を理解する。
		13週	角運動量演算子とSO(３)行列	球面調和関数を用いた角運動量演算子の行列表示とSO(３)行列の関係を理解する。
		14週	特殊関数 III	ラゲール多項式を理解する。
		15週	まとめ	総括する。
		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

評価割合

	レポート、課題	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03年度 (2021年度)	授業科目	連続体力学B

科目基礎情報

科目番号	0020	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	応用科学コース（名取キャンパス）	対象学年	5
開設期	前期	週時間数	2
教科書/教材			
担当教員	野呂 秀太		

到達目標

流れと流線・流れ管の概念を説明できる．ベクトル解析の基本的な微分演算の意味とストークスの定理・ガウスの定理を説明できる．連続体の運動方程式から完全流体のオイラーの方程式を導出できる．オイラーの方程式の積分としてベルヌーイの定理を導出し，基本的な応用ができる．ポテンシャル流れを理解し，問題を解くことができる．ナビエ・ストークス方程式が解ける単純な例について説明し，その性質を理解できる．流れの相似則と流れの安定性・不安定化について説明できる．

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)
ベクトル解析	ベクトル解析を通して流体の運動を具体的に理解でき、式を適用できる	ベクトル解析を通して流体の運動を具体的に理解できる	ベクトル解析を通して流体の運動を具体的に理解できない
完全流体	ポテンシャル流れを具体的に理解でき、計算できる	ポテンシャル流れを具体的に理解できる	ポテンシャル流れを具体的に理解できない
非圧縮流れ	ナビエストークス方程式を理解でき、式を適用できる	ナビエストークス方程式を理解できる	ナビエストークス方程式を理解できない

学科の到達目標項目との関係

教育方法等

概要	オイラーの運動方程式，ベルヌーイの定理とその応用．速度ポテンシャル論．ナビエストークス方程式．境界層の理論．無次元量． この科目は，企業で航空機の最新翼設計を担当していた教員が，その経験を活かし流体力学の基礎・発展，最新の研究等について講義形式で授業を行なうものである．
授業の進め方・方法	流体力学もしくは連続体力学と書かれた書籍の説明を板書にて行なう． 事前学習（予習）：授業中に学習する内容を把握するため、書籍等を用いて予めトピックを眺めておくこと。 事後学習（復習）：授業中に解説した内容を解説できるまで復習を行なうこと。
注意点	授業は教科書の一部分しか説明できない．授業を真面目に受けたからといって教科書の全てを理解したと勘違いしないように．

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	イントロダクション	
		2週	ベクトル解析：ベクトル・スカラー場の微分	divg，radを説明できる
		3週	ベクトル解析：ベクトル・スカラー場の積分定理	ガウスの発散定理，ストークスの定理を説明できる
		4週	完全流体とオイラーの運動方程式	オイラーの運動方程式が何か説明できる
		5週	ベルヌーイの定理	ベルヌーイの定理導出を説明できる
		6週	ポテンシャル流れ１	ポテンシャル流れとは何か説明できる
		7週	ポテンシャル流れ２	コーシーリーマンの関係を説明できる
		8週	ポテンシャル流れ３	簡単な流れ場を説明できる
	2ndQ	9週	演習問題	これまでの理解
		10週	粘性流体，無次元数と流れの安定性１	粘性とは何かを説明できる
		11週	粘性流体，無次元数と流れの安定性２	流れの安定性を説明できる
		12週	ナビエストークス方程式と，解ける問題１	ナビエストークス方程式を説明できる
		13週	ナビエストークス方程式と，解ける問題２	簡単な流れ場を説明できる
		14週	境界層の流れ１	境界層とは何か説明できる
		15週	境界層の流れ２	境界層内の流れを説明できる
		16週	試験	これまでの理解

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	小テスト	合計
総合評価割合	80	0	10	10	0	0	100
基礎的能力	0	0	0	0	0	0	0
専門的能力	80	0	10	10	0	0	100

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03年度 (2021年度)	授業科目	相対性理論

科目基礎情報

科目番号	0021	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	応用科学コース（名取キャンパス）	対象学年	5
開設期	前期	週時間数	2
教科書/教材	「相対性理論の考え方」砂川重信（岩波書店）、「相対性理論」内山龍雄（岩波書店）、「相対性理論講義」米谷民明（サイエンス社）		
担当教員	長谷部 一気		

到達目標

現代物理学の基礎である相対性理論（特に特殊相対性理論）について理解し基本的な計算手法を習得する。

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
相対性理論とローレンツ対称性	相対性理論に現れるローレンツ変換とベクトル解析を理解しており基本的な計算ができる。	相対性理論に現れるローレンツ変換とベクトル解析を理解している。	相対性理論に現れるローレンツ変換とベクトル解析を理解していない。
特殊相対性理論と力学、電磁気	特殊相対論的力学、電磁気について理解しており基本的な計算が出来、説明できる。	相対論的力学、電磁気について理解しており基本的な計算が出来る。	相対論的力学、電磁気について理解しており基本的な計算が出来ない。
一般相対性理論と重力	重力と一般相対性理論の基本的なアイデアを理解しており説明できる。	重力と一般相対性理論の基本的なアイデアを理解している。	重力と一般相対性理論の基本的なアイデアを理解していない。

学科の到達目標項目との関係

教育方法等

概要	相対性理論は，量子力学と並び立つ現代物理学の大きな柱である。相対性理論の理解と共に現代物理学の考え方、自然観についての理解を深めさせる。
授業の進め方・方法	講義形式の授業である。講義をしたのち、理解を深めるための演習を行う。積極的に問題を解くことを期待する。レポートとして提出することが求められる。
注意点	第４学年までに学習した線形代数、応用解析に充分習熟していることが望まれる。

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Ａ

授業計画

		週	授業内容	週ごとの到達目標
前期	1stQ	1週	マイケルソン-モーレーの実験	光速度不変を示した実験について理解する。
		2週	特殊相対性原理	特殊相対性原理について理解する。
		3週	ローレンツ変換	ローレンツ変換を導入する。
		4週	４次元時空	４次元時空の概念を理解する。
		5週	相対論的力学I	固有時について理解する。
		6週	相対論的力学II	相対論的に共変性を持つように運動方程式を書き直す。
		7週	相対論的力学III	相対論的力学から得られる帰結について理解する。
		8週	ローレンツ変換の物理	ローレンツ収縮について学ぶ。
	2ndQ	9週	ローレンツ変換の数学	ローレンツ群を理解する。
		10週	テンソル算	テンソル算について学ぶ。
		11週	相対論的電磁気学	電磁気学をテンソルを用いて書き換える。
		12週	慣性質量と重力質量	慣性質量と重力質量の等価性について理解する。
		13週	一般相対性原理	一般相対性原理について理解する。
		14週	曲がった時空と重力	重力と曲がった空間の関係について理解する。
		15週	まとめ	総括する。
		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

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	80	0	0	0	0	20	100
基礎的能力	80	0	0	0	0	20	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03年度 (2021年度)	授業科目	量子力学Ⅱ

科目基礎情報

科目番号	0022	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	応用科学コース（名取キャンパス）	対象学年	5
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	佐藤 健太郎		

到達目標

・ブラケット表記，状態の表現などについて，量子力学の基礎的な概念を理解する。
・3次元空間のシュレーディンガー方程式の基本について理解する。
・近似法の基礎について理解する。

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
量子力学の基本的な概念	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。
3次元空間のシュレーディンガー方程式	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。
近似法	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Ⅰに続いて量子力学の基礎的な概念を修得する。ブラケット表記，状態の表現，シュレーディンガー方程式，角運動量，球面調和関数，水素原子における電子状態，近似法などについて具体例を用いながら学ぶ。
授業の進め方・方法	4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	4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	量子力学の基礎	ブラケット表記，演算子の基本を理解する。
		2週	量子力学の基礎	観測可能量，不確定性関係の基本を理解する。
		3週	状態の表現	シュレーディンガー方程式と時間発展の基本を理解する。
		4週	状態の表現	シュレーディンガー描像とハイゼンベルグ描像の基本を理解する。
		5週	調和振動子	調和振動子の基本を理解する。
		6週	シュレーディンガー方程式	3次元空間のシュレーディンガー方程式の基本を理解する。
		7週	シュレーディンガー方程式	3次元空間のシュレーディンガー方程式の基本を理解する。
		8週	角運動量	回転と角運動量の交換関係の基本について理解する。
	2ndQ	9週	角運動量	角運動量の固有値と固有状態の基本について理解する。
		10週	角運動量	角運動量の合成の基本について理解する。
		11週	球対称ポテンシャル	中心力ハミルトニアンの基本について理解する。
		12週	球対称ポテンシャル	水素原子の基本について理解する。
		13週	近似法	時間を含まない摂動論の基本について理解する。
		14週	近似法	摂動論の基本について理解する。
		15週	磁場中の荷電粒子	磁場中の荷電粒子の基本について理解する。
		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

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03年度 (2021年度)	授業科目	固体物性論Ⅱ

科目基礎情報

科目番号	0023	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	応用科学コース（名取キャンパス）	対象学年	5
開設期	前期	週時間数	2
教科書/教材	固体物性入門　沼居貴陽著（森北出版）		
担当教員	矢入 聡		

到達目標

パウリの排他律・金属中の電子状態とフェルミ分布関数の関係を理解し，説明ができる。金属の自由電子論の観点から，状態密度，電気伝導率，電子比熱の計算ができる。固体の物性における電子の役割を理解し，説明ができる。周期ポテンシャル中での電子に対するブロッホの定理を理解し説明ができる。エネルギーバンドと導体・半導体の関係が説明できる。

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)
パウリの排他律・金属中の電子状態とフェルミ分布関数の関係を理解し，説明ができる。	パウリの排他律・金属中の電子状態とフェルミ分布関数の関係を教員の助言なしに説明できる。	パウリの排他律・金属中の電子状態とフェルミ分布関数の関係を教員の助言があれば説明できる。	パウリの排他律・金属中の電子状態とフェルミ分布関数の関係を教員の助言があっても説明できない。
金属の自由電子論の観点から，状態密度，電気伝導率，電子比熱の計算ができる。	状態密度，電気伝導率，電子比熱を教員の助言なしに計算できる。	状態密度，電気伝導率，電子比熱を教員の助言があれば計算できる。	状態密度，電気伝導率，電子比熱を教員の助言があっても計算できない。
固体の物性における電子の役割を理解し，説明ができる。	固体の物性における電子の役割を教員の助言なしに説明できる。	固体の物性における電子の役割を教員の助言があれば説明できる。	固体の物性における電子の役割を教員の助言があっても説明できない。
周期ポテンシャル中での電子に対するブロッホの定理を理解し説明ができる。	周期ポテンシャル中での電子に対するブロッホの定理を教員の助言なしに説明できる。	周期ポテンシャル中での電子に対するブロッホの定理を教員の助言があれば説明できる。	周期ポテンシャル中での電子に対するブロッホの定理を教員の助言があっても説明できない。
エネルギーバンドと導体・半導体の関係が説明できる。	エネルギーバンドと導体・半導体の関係を教員の助言なしに説明できる。	エネルギーバンドと導体・半導体の関係を教員の助言があれば説明できる。	エネルギーバンドと導体・半導体の関係を教員の助言があっても説明できない。

学科の到達目標項目との関係

教育方法等

概要	結晶中の電子状態，金属と自由電子ガス（電気抵抗・比熱），nearly free electronモデル，ブロッホ関数，エネルギーバンド，半導体について学ぶ。
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。 予習：教科書の授業内容に関わる内容を確認する。 復習：授業内容をA4用紙1枚程度にまとめて次回授業開始時までにBlackboardに提出する。
注意点	4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章までは固体物性論Iの内容に該当するものであり，自由な学びの時間に各自で復習すること。 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
前期	1stQ	1週	授業内容のガイダンス エネルギーバンドとエネルギーギャップ	パウリの排他律を説明できる
		2週	nearly free electronモデル	nearly free electronモデルを説明できる
		3週	周期ポテンシャル中の電子	ブロッホの定理を説明できる
		4週	電気伝導	金属の自由電子論の観点から電気伝導率を求めることができる
		5週	自由電子気体の誘電関数	金属の比誘電率が自由電子気体の誘電関数によって与えられることを説明できる
		6週	静電遮蔽	静電遮蔽を説明できる
		7週	真性半導体1	半導体における伝導電子や正孔と不純物の関係を説明できる
		8週	中間試験	
	2ndQ	9週	中間試験の振り返り	
		10週	真性半導体2	真性半導体におけるキャリア濃度やフェルミ準位を説明できる
		11週	不純物半導体1	半導体におけるホール効果を説明できる
		12週	不純物半導体2	ドナーとアクセプターのはたらきを説明できる
		13週	半導体中の電気伝導	ドリフト電流と拡散電流を説明できる
		14週	非平衡半導体	擬フェルミ準位を説明できる
		15週	エネルギーバンドと有効質量	直接遷移と間接遷移を説明できる
		16週	振り返り	

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	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03年度 (2021年度)	授業科目	卒業研究

科目基礎情報

科目番号	0024	科目区分	専門 / 必修
授業形態	実験・実習	単位の種別と単位数	履修単位: 12
開設学科	応用科学コース（名取キャンパス）	対象学年	5
開設期	通年	週時間数	12
教科書/教材	必要に応じて指導教員が指示する。		
担当教員	松原 正樹		

到達目標

(1) 自主的・自律的に行動し，学習・研究を計画的に進められる。
(2) 研究テーマに関する基本的な知識や従来の研究成果，関連研究の動向等を説明できる。
(3) 研究テーマにおける課題を明確にし，それに対して自分なりの解決案を提示できる。
(4) 研究テーマの課題への解決案を実行できる。
(5) 簡潔で視覚的表現も考慮した資料を作成し，プレゼンテーションを行うことができる。
(6) 研究の内容を卒業論文としてまとめることができる。

ルーブリック

	理想的な到達レベルの目安	標準的な到達レベルの目安	未到達レベルの目安
計画立案能力	自主的・自律的に行動し，学習・研究を計画的に進められる。	学習・研究を計画的に進められる。	学習・研究を計画的に進められない。
情報収集力	研究テーマに関する基本的な知識や従来の研究成果，関連研究の動向等を自ら調べて説明できる。	研究テーマに関する基本的な知識や従来の研究成果，関連研究の動向等を説明できる。	研究テーマに関する基本的な知識や従来の研究成果，関連研究の動向等を説明できない。
課題解決力	研究テーマにおける課題を明確にし，それに対して自分なりの解決案を提示し，それを自ら実行できる。	研究テーマにおける課題を明確にし，それに対して自分なりの解決案を提示し，それを指導教員の指導のもとで実行できる。	研究テーマにおける課題を明確にし，それに対して自分なりの解決案を提示できない。
プレゼンテーション力	簡潔で視覚的表現も考慮した資料を作成し，プレゼンテーションを行うことができる。	指導教員の指示に従い，簡潔で視覚的表現も考慮した資料を作成し，プレゼンテーションを行うことができる。	発表資料を作成し，プレゼンテーションを行うことができない。
卒業論文	研究の内容を卒業論文としてまとめることができ，学会発表が行える。	研究の内容を卒業論文としてまとめることができる。	研究の内容を卒業論文としてまと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	教員の指導のもとで卒業研究のテーマを選択する。テーマの背景，目的，解決すべき問題点を整理し，文献調査，理論計算や実験などを通して課題解決能力を育成し，また科学と技術の社会的な役割への理解を深める。学内での卒業研究中間発表会や卒業研究発表会で卒業研究の成果を発表し，卒業論文としてまとめる。
授業の進め方・方法	教員と継続的に議論を行いながら卒業研究を進める。自主的，自律的に行動し，また計画的に学習や研究を進める必要がある。
注意点	これまでのカリキュラムや学習成果を基盤とし，卒業研究で必要となる知識や技術があれば積極的に習得してほしい。自主性，自律性を発揮し，またコミュニケーションをしっかりと取りながら卒業研究に取り組んでもらいたい。

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

授業計画

		週	授業内容	週ごとの到達目標
前期	1stQ	1週	卒業研究への取り組みを通して課題解決能力を育成し，また科学と技術の社会的な役割への理解を深める。成果を卒業論文としてまとめる。	具体的な達成目標は卒業研究のテーマごとに設定する。
		2週	実習	自主的，自律的に行動し，計画的に学習や研究を進められる。
		3週	実習	自主的，自律的に行動し，計画的に学習や研究を進められる。
		4週	実習	自主的，自律的に行動し，計画的に学習や研究を進められる。
		5週	実習	自主的，自律的に行動し，計画的に学習や研究を進められる。
		6週	実習	自主的，自律的に行動し，計画的に学習や研究を進められる。
		7週	実習	自主的，自律的に行動し，計画的に学習や研究を進められる。
		8週	実習	自主的，自律的に行動し，計画的に学習や研究を進められる。
	2ndQ	9週	実習	自主的，自律的に行動し，計画的に学習や研究を進められる。
		10週	実習	自主的，自律的に行動し，計画的に学習や研究を進められる。
		11週	実習	自主的，自律的に行動し，計画的に学習や研究を進められる。
		12週	実習	自主的，自律的に行動し，計画的に学習や研究を進められる。
		13週	実習	自主的，自律的に行動し，計画的に学習や研究を進められる。

		14週	実習	自主的，自律的に行動し，計画的に学習や研究を進められる。
		15週	実習	自主的，自律的に行動し，計画的に学習や研究を進められる。
		16週	実習	自主的，自律的に行動し，計画的に学習や研究を進められる。
後期	3rdQ	1週	実習	自主的，自律的に行動し，計画的に学習や研究を進められる。
		2週	実習	自主的，自律的に行動し，計画的に学習や研究を進められる。
		3週	実習	自主的，自律的に行動し，計画的に学習や研究を進められる。
		4週	実習	自主的，自律的に行動し，計画的に学習や研究を進められる。
		5週	実習	自主的，自律的に行動し，計画的に学習や研究を進められる。
		6週	実習	自主的，自律的に行動し，計画的に学習や研究を進められる。
		7週	実習	自主的，自律的に行動し，計画的に学習や研究を進められる。
		8週	卒業研究中間発表会	これまでの取り組み内容と成果をプレゼンテーションにまとめる。
	4thQ	9週	実習，卒業論文作成	自主的，自律的に行動し，計画的に学習や研究を進められる。論理的にまとめられた卒業論文を作成できる。
		10週	実習，卒業論文作成	自主的，自律的に行動し，計画的に学習や研究を進められる。論理的にまとめられた卒業論文を作成できる。
		11週	実習，卒業論文作成	自主的，自律的に行動し，計画的に学習や研究を進められる。論理的にまとめられた卒業論文を作成できる。
		12週	実習，卒業論文作成	自主的，自律的に行動し，計画的に学習や研究を進められる。論理的にまとめられた卒業論文を作成できる。
		13週	実習，卒業論文作成	自主的，自律的に行動し，計画的に学習や研究を進められる。論理的にまとめられた卒業論文を作成できる。
		14週	実習，卒業論文作成	自主的，自律的に行動し，計画的に学習や研究を進められる。論理的にまとめられた卒業論文を作成できる。
		15週	実習，卒業論文作成	自主的，自律的に行動し，計画的に学習や研究を進められる。論理的にまとめられた卒業論文を作成できる。
		16週	卒業研究発表会	卒業研究の内容を発表する。

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

	研究計画と実践	プレゼンテーション技術	卒業研究論文	合計
総合評価割合	30	30	40	100
基礎的能力	10	5	10	25
専門的能力	10	10	20	40
分野横断的能力	10	15	10	35