

副専攻名	数物科学						
副専攻のCP(カリキュラム編成方針)							
自然科学の根幹をなす、数学・物理学の基礎的考え・手法に関する基礎的科目と、その知識に基づいた計算手法を習得する副専攻である。様々な事象を抽象化・モデル化し、数学的・物理学的な取り扱い方を修得する。							
副専攻の学習成果							
(1) 数学の議論を通じて、数理的なものの見方や思考方法を身につけることができる。 (2) 物理学の基礎的分野である、力学、電磁気学、熱統計力学、量子力学の基本と枠組みを理解し説明することができる。 (3) 計算機シミュレーションの基礎と技術を身につけることができる。							
副専攻を構成する科目							
科目番号	授業科目名	学生の学習目標	学年	開講クォーター・単位数			
				Q1	Q2	Q3	Q4
26005	数理論理A	1. 集合と集合の間の演算を理解する。 2. 集合の間の演算と論理演算の関係を習熟する。 3. 写像と写像に関する諸概念を理解する。 4. 演習を通して、集合間の演算や写像とその性質を身につける。	2	2			
26006	数理論理B	1. 可算集合、非可算集合を理解する。 2. 同値関係、同値類および商集合が扱えるようになる。 3. 順序集合および整列集合を理解する。 4. 演習を通して、集合論の計算機への応用の理解を深める。	2		2		
26009	計算科学序論1a	1. 実現象をモデル化する手順を理解する。 2. 粒子系シミュレーションについての数値計算プログラミング法および粒子運動の解析法の基礎を学ぶ。 3. 必要な数値計算プログラミング法、数値データの描画法を学ぶ。	2	1			
26010	計算科学序論1b	1. 1次元系の平易な例の実習を通して、シミュレーションについて理解を深める。 2. データ解析について学ぶ。 3. 力学や統計力学などとの関連性についても理解を深め、計算実験の重要性を理解する。	2		1		
26011	力学1a	1. 力学的エネルギー保存の法則、仕事、保存力場などの概念に習熟する。 2. 運動量保存則、角運動量保存則、重心の周りの角運動量などの概念について、質点および質点系での概念に習熟する。 3. 剛体のつり合いについて理解し、簡単な場合について計算できる。 4. 慣性モーメントについて簡単な場合について計算できる。 5. 剛体の運動について習熟し、簡単な場合について計算できる。	2	1			
26012	力学1b	1. 力学的エネルギー保存の法則、仕事、保存力場などの概念に習熟する。 2. 運動量保存則、角運動量保存則、重心の周りの角運動量などの概念について、質点および質点系での概念に習熟する。 3. 剛体のつり合いについて理解し、簡単な場合について計算できる。 4. 慣性モーメントについて簡単な場合について計算できる。 5. 剛体の運動について習熟し、簡単な場合について計算できる。	2		1		
26013	力学演習1a	1. 力学1の内容である簡単な運動、力学的エネルギー、面積の原理、非慣性系に相対的な運動、剛体の運動に関して、実際に問題を解くことにより理解を深める。 2. 問題を解いた過程が他の人にわかるように工夫しながら黒板に解答を書く。 3. 自分の言葉で自分の考えを発表する訓練を行う。 4. わからない箇所を友人や教員の助けを借りながら一つ一つ解決するように努力する。	2	1			
26014	力学演習1b	1. 力学1の内容である簡単な運動、力学的エネルギー、面積の原理、非慣性系に相対的な運動、剛体の運動に関して、実際に問題を解くことにより理解を深める。 2. 問題を解いた過程が他の人にわかるように工夫しながら黒板に解答を書く。 3. 自分の言葉で自分の考えを発表する訓練を行う。 4. わからない箇所を友人や教員の助けを借りながら一つ一つ解決するように努力する。	2		1		
26015	電磁気学1a	1. 静電磁気学の基礎となる法則、ガウスとアンペールの法則に習熟する 2. 法則を積分形と微分形で表現できることを学ぶ 3. 磁気を全て電流で扱う事を理解する 4. 法則を演習を通して理解する	2	1			

副専攻名	数物科学						
副専攻のCP(カリキュラム編成方針)							
自然科学の根幹をなす、数学・物理学の基礎的考え・手法に関する基礎的科目と、その知識に基づいた計算手法を習得する副専攻である。様々な事象を抽象化・モデル化し、数学的・物理学的な取り扱い方を修得する。							
副専攻の学習成果							
(1) 数学の議論を通じて、数理的なものの見方や思考方法を身につけることができる。 (2) 物理学の基礎的分野である、力学、電磁気学、熱統計力学、量子力学の基本と枠組みを理解し説明することができる。 (3) 計算機シミュレーションの基礎と技術を身につけることができる。							
副専攻を構成する科目							
科目番号	授業科目名	学生の学習目標	学年	開講クォーター・単位数			
				Q1	Q2	Q3	Q4
26016	電磁気学1b	1. 静電磁気学の基礎となる法則、ガウスとアンペールの法則に習熟する 2. 法則を積分形と微分形で表現できることを学ぶ 3. 磁気を全て電流で扱う事を理解する 4. 法則を演習を通して理解する	2		1		
26017	電磁気学演習1a	1. 電磁気学1の内容、真空中の静電場、導体と静電場、定常電流の性質、電流の作る静磁場について、基礎的、応用的問題を解く。 2. 解答を黒板に書き、説明する訓練をする。 3. わからない所を友人や教員の助けを借りてわかる工夫をする。 4. わかった事をわかりやすい文章にし、他人に説明する訓練をする。	2	1			
26018	電磁気学演習1b	1. 電磁気学1の内容、真空中の静電場、導体と静電場、定常電流の性質、電流の作る静磁場について、基礎的、応用的問題を解く。 2. 解答を黒板に書き、説明する訓練をする。 3. わからない所を友人や教員の助けを借りてわかる工夫をする。 4. わかった事をわかりやすい文章にし、他人に説明する訓練をする。	2		1		
26021	熱統計力学序論a	1. 熱力学・統計力学の扱う系について学ぶ。 2. 温度、エントロピー等の概念や熱力学変数を学ぶ。 3. 熱力学法則(第一、第二、第三)を学ぶ。 4. 熱力学関数を学ぶ。 5. 様々な現実の系を、熱力学を通して理解する。	2	1			
26022	熱統計力学序論b	1. 熱力学・統計力学の扱う系について学ぶ。 2. 温度、エントロピー等の概念や熱力学変数を学ぶ。 3. 熱力学法則(第一、第二、第三)を学ぶ。 4. 熱力学関数を学ぶ。 5. 様々な現実の系を、熱力学を通して理解する。	2		1		
26029	数学通論A	1. ユークリッド空間や距離空間を理解し、イメージをつかむ。 2. 位相空間の公理や位相空間の間の写像の連続性を理解する。 3. ハウスドルフ空間の定義とその意義を理解する。 4. 演習を通して、距離空間論の基本的概念を習熟し、理解を深める。	2			2	
26030	数学通論B	1. コンパクト性や連結性といった位相的性質を理解する。 2. 完備距離空間の基本的性質を理解する。 3. 演習を通して、位相空間論の基本的概念を習熟し、理解を深める。	2				2
26033	離散数学入門a	1. 離散グラフの概念に習熟する。 2. 握手定理などのグラフの次数の基本的性質を説明できる。 3. 次数列に関するグラフの存在判定をプログラミングできる。	2			1	
26034	離散数学入門b	1. オイラー回路の存在判定定理を説明することができる。 2. 隣接行列を用いてグラフの性質を調べるプログラムを書くことができる。 3. 最短経路のアルゴリズムなどをプログラミングできる。	2				1
26035	データサイエンスのためのプログラミングa	1. 変数・型・制御構造など、プログラミングの基本を理解する。 2. 文字列やリストなどの基本的なデータ構造の扱い方を学ぶ。 3. 探索・ソートなどの基本的なアルゴリズムの考え方を理解する。 4. CSVなどのファイルを用いたデータ処理をプログラムとして実装できる。	2	1			

副専攻名	数物科学						
副専攻のCP(カリキュラム編成方針)							
自然科学の根幹をなす、数学・物理学の基礎的考え・手法に関する基礎的科目と、その知識に基づいた計算手法を習得する副専攻である。様々な事象を抽象化・モデル化し、数学的・物理学的な取り扱い方を修得する。							
副専攻の学習成果							
(1) 数学の議論を通じて、数理的なものの見方や思考方法を身につけることができる。 (2) 物理学の基礎的分野である、力学、電磁気学、熱統計力学、量子力学の基本と枠組みを理解し説明することができる。 (3) 計算機シミュレーションの基礎と技術を身につけることができる。							
副専攻を構成する科目							
科目番号	授業科目名	学生の学習目標	学年	開講クォーター・単位数			
				Q1	Q2	Q3	Q4
26036	データサイエンスのためのプログラミングb	1. Pythonによるデータの可視化とグラフ作成の基本を理解する。 2. 辞書・集合などのデータ構造およびクラスとオブジェクトの基本を理解する。 3. NumPyを用いた多次元配列の処理やJSONによるデータの扱い方を学び、プログラムとして表現できる。	2		1		
26055	応用数理解プログラミングa	1. 数値計算における浮動小数点演算の特徴と基本的な数値線形代数の考え方を理解する。 2. 二分法やニュートン法などの方程式求解法および関数最小化アルゴリズムの基本を理解する。 3. これらの数値アルゴリズムをプログラム言語を用いて実装できる。	2			1	
26056	応用数理解プログラミングb	1. 多項式補完を理解し、その性質を説明できる。 2. 数値積分における誤差とその実装方法を理解する。 3. 常微分方程式のRunge-Kutta法を学び、数値解法をプログラミングできる。	2				1
26037	計算科学序論2a	1. 浮動小数点数の性質を理解し、誤差の振る舞いを説明できる。 2. 密行列を係数とする連立一次方程式の数学的構造を理解し、その性質を説明できる。 3. ガウス消去法を理解し、そのアルゴリズムをプログラミングできる。 4. LU分解の概念を理解し、そのアルゴリズムをプログラミングできる。	2			1	
26038	計算科学序論2b	1. C言語について学ぶ。 2. 様々な確率分布と確率過程について学ぶ。 3. 疑似乱数の生成方法について学ぶ。 4. 正規乱数の生成方法について学ぶ。 5. 格子上の酔歩問題について演習を行う。	2				1
26039	力学2a	1. ラグランジアン形式について学ぶ。 2. ハミルトニアン形式について学ぶ。 3. ネーターの定理を理解し、定理の応用を習得する。 4. 解析力学を量子力学への論理的橋渡しとして理解する。	2			1	
26040	力学2b	1. ラグランジアン形式について学ぶ。 2. ハミルトニアン形式について学ぶ。 3. ネーターの定理を理解し、定理の応用を習得する。 4. 解析力学を量子力学への論理的橋渡しとして理解する。	2				1
26041	力学演習2a	1. 変分原理と最少作用の原理について例題を解くことで、それらが結びついていることを理解する。 2. 仮想仕事の原理からラグランジアンが導かれることを、例題を通して理解する。 3. ラングランジェ形式の運動方程式および保存則について応用例題を解くことで理解する。 4. ハミルトニアン形式の導出と正準方程式に関する例題を解くことで理解する。 5. 解答例を板書し、他人に説明することで、解析力学について深く理解する。	2			1	
26042	力学演習2b	1. 変分原理と最少作用の原理について例題を解くことで、それらが結びついていることを理解する。 2. 仮想仕事の原理からラグランジアンが導かれることを、例題を通して理解する。 3. ラングランジェ形式の運動方程式および保存則について応用例題を解くことで理解する。 4. ハミルトニアン形式の導出と正準方程式に関する例題を解くことで理解する。 5. 解答例を板書し、他人に説明することで、解析力学について深く理解する。	2				1

副専攻名	数物科学						
副専攻のCP(カリキュラム編成方針)							
自然科学の根幹をなす、数学・物理学の基礎的考え・手法に関する基礎的科目と、その知識に基づいた計算手法を習得する副専攻である。様々な事象を抽象化・モデル化し、数学的・物理学的な取り扱い方を修得する。							
副専攻の学習成果							
(1) 数学の議論を通じて、数理的なものの見方や思考方法を身につけることができる。 (2) 物理学の基礎的分野である、力学、電磁気学、熱統計力学、量子力学の基本と枠組みを理解し説明することができる。 (3) 計算機シミュレーションの基礎と技術を身につけることができる。							
副専攻を構成する科目							
科目番号	授業科目名	学生の学習目標	学年	開講クォーター・単位数			
				Q1	Q2	Q3	Q4
26043	電磁気学2a	1. ファラデーやマクスウェルの法則を理解する 2. マクスウェルの4方程式から波動方程式が導けることを学ぶ 3. マクスウェルの4方程式からエネルギーの流れを理解する 4. 電磁波の放射がどのような時に実現するかを理解する	2			1	
26044	電磁気学2b	1. ファラデーやマクスウェルの法則を理解する 2. マクスウェルの4方程式から波動方程式が導けることを学ぶ 3. マクスウェルの4方程式からエネルギーの流れを理解する 4. 電磁波の放射がどのような時に実現するかを理解する	2				1
26045	電磁気学演習2a	1. 電磁気学2(電磁誘導の法則、マクスウェルの方程式と電磁波、物質中の電場と磁場、変動する電磁場と物質)に関する演習問題を解き理解を深める。 2. 問題を解いた過程が他の人にわかるように工夫しながら黒板に解答を書く訓練を行う。 3. 自分の言葉で自分の考えを発表する訓練を行う。 4. わからない箇所を友人や教員の助けを借りながら一つ一つ解決するように努力する。	2			1	
26046	電磁気学演習2b	1. 電磁気学2(電磁誘導の法則、マクスウェルの方程式と電磁波、物質中の電場と磁場、変動する電磁場と物質)に関する演習問題を解き理解を深める。 2. 問題を解いた過程が他の人にわかるように工夫しながら黒板に解答を書く訓練を行う。 3. 自分の言葉で自分の考えを発表する訓練を行う。 4. わからない箇所を友人や教員の助けを借りながら一つ一つ解決するように努力する。	2				1
26049	量子力学序論a	1. 古典論では説明できない物理現象を学び、なぜ量子論が必要であるのかを学ぶ。 2. 原子の構造がどのように明らかにされたのか学ぶ。 3. 物質や光が粒子と波動の二重性を持つことを理解する。 4. 前期量子論について理解する。 5. 波動関数、シュレディンガー方程式を導入し、その解法について初等的に理解する。 6. 不確定性原理を理解する。 7. 元素周期律表について理解する。 8. 量子力学1,2の講義への基礎的な知識を理解、習得する。	2			1	
26050	量子力学序論b	1. 古典論では説明できない物理現象を学び、なぜ量子論が必要であるのかを学ぶ。 2. 原子の構造がどのように明らかにされたのか学ぶ。 3. 物質や光が粒子と波動の二重性を持つことを理解する。 4. 前期量子論について理解する。 5. 波動関数、シュレディンガー方程式を導入し、その解法について初等的に理解する。 6. 不確定性原理を理解する。 7. 元素周期律表について理解する。 8. 量子力学1,3の講義への基礎的な知識を理解、習得する。	2				1
46001	代数学1A	1. 代数系の基礎理論を理解し、具体的な計算に週習熟する。 2. 群の基礎理論を通して、代数系の抽象的な取り扱いに慣れる。 3. 群の基礎概念(部分群、剰余群や準同型定理など)に習熟する。	3	2			
46002	代数学1B	1. 共役類とシローの定理を説明することができる。 2. 有限生成なアーベル群の基本定理とその応用を理解する。 3. 正規列と可解群の概念を理解する。	3		2		
46003	幾何学1A	1. 平面曲線と空間曲線の曲率とその性質を理解する。 2. ベクトル解析の基本事項を理解する。 3. 曲面の微分幾何学的扱いを理解し、ガウス曲率を求めることができる。	3	2			

副専攻名	数物科学						
副専攻のCP(カリキュラム編成方針)							
自然科学の根幹をなす、数学・物理学の基礎的考え・手法に関する基礎的科目と、その知識に基づいた計算手法を習得する副専攻である。様々な事象を抽象化・モデル化し、数学的・物理学的な取り扱い方を修得する。							
副専攻の学習成果							
(1) 数学の議論を通じて、数理的なものの見方や思考方法を身につけることができる。 (2) 物理学の基礎的分野である、力学、電磁気学、熱統計力学、量子力学の基本と枠組みを理解し説明することができる。 (3) 計算機シミュレーションの基礎と技術を身につけることができる。							
副専攻を構成する科目							
科目番号	授業科目名	学生の学習目標	学年	開講クォーター・単位数			
				Q1	Q2	Q3	Q4
46004	幾何学1B	1. 空間内の曲面の局所的性質を理解する。 2. ガウス・ボンネの定理とその応用を理解する。 3. 曲面上の測地線の概念を理解する。 4. 演習を通じて、微分幾何学の基礎理論を習熟し、理解を深める。	3		2		
46098	解析学1a	1. 複素数に関する基本的性質を理解する。 2. 解析関数と正則関数の定義とその基本的性質を理解する。	3	1			
46099	解析学1b	1. 指数関数、三角関数、対数関数等の初等複素関数の性質を理解する。 2. 基本的な複素積分の計算に習熟する。 3. コーシーの積分定理とその応用を理解する。	3		1		
46100	解析学1c	1. コーシーの積分定理から導かれる正則関数の性質を理解する。 2. 孤立特異点を解析する上で重要なローラン展開を理解する。	3			1	
46101	解析学1d	1. 応用上も重要な留数定理を理解する。 2. 留数定理を用いた積分の計算に習熟し、理解を深める。 3. 偏角の原理、ルーシェの定理とその応用について理解する。	3				1
46013	計算科学基盤a	1. 行列の計算や高速フーリエ変換などの基礎理論を理解する。 2. サブルーチンライブラリがどのように応用されるのかを理解する。 3. ライブラリを利用する環境を整える。	3	1			
46014	計算科学基盤b	1. 行列固有値の計算や高速フーリエ変換を使った応用などについて理解する。 2. LAPACKの使用法を身につける。 3. FFTライブラリの使用法を身につける。	3		1		

各科目の「学生の学習目標」を達成することにより、「副専攻の学習成果」に達成します。