石川工業高等専門学校	開講年度	令和04年度 (2022年度)	授業科目	応用物理ＩＩ

科目基礎情報

科目番号	20108	科目区分	専門 / 必修
授業形態	講義	単位の種別と単位数	履修単位: 2
開設学科	機械工学科	対象学年	4
開設期	通年	週時間数	2
教科書/教材	教科書：石川工業高等専門学校応用物理 編「応用物理実験」，小暮陽三 編「高専の応用物理」（森北出版）		
担当教員	石田 博明		

到達目標

1.弾性定数を理解し，金属材料のヤング率を測定・評価できる。
2.断熱変化を理解し，空気の比熱比を測定・評価できる。
3.熱電対を理解し，温度定点による検定ができる。
4.半導体を理解し，トランジスタ回路等を測定・評価できる。
5.コイルを理解し，直流・交流特性を測定・評価できる。
6.レーザーを理解し，反射屈折･干渉回折を測定・評価できる。
7.放射線とその検出法を理解し，β線を測定・評価できる。
8.気体の分子運動論を理解し，内部エネルギー等が計算できる。
9.熱力学法則を理解し，状態量を計算できる。
10.ガリレイ変換・ローレンツ変換を理解し，説明できる。
11.相対論的力学を理解し，長さ･時間･エネルギー等が計算できる。
12.光の粒子性と電子の波動性を理解し，説明できる。
13.演算子，固有値，波動方程式を理解し，説明できる。
14.量子統計力学を理解し，導体・絶縁体・半導体を説明できる。

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
評価項目1	弾性定数を十分理解し，金属材料のヤング率を正しく測定・評価できる。	弾性定数を理解し，金属材料のヤング率を測定・評価できる。	弾性定数を理解できず，金属材料のヤング率を測定・評価できない。
評価項目2	断熱変化を十分理解し，空気の比熱比を正しく測定・評価できる。	断熱変化を理解し，空気の比熱比を測定・評価できる。	断熱変化を理解できず，空気の比熱比を測定・評価できない。
評価項目3	熱電対を十分理解し，温度定点による正しい検定ができる。	熱電対を理解し，温度定点による検定ができる。	熱電対を理解できず，温度定点による検定ができない。
評価項目4	半導体を十分理解し，トランジスタ回路等を正しく測定・評価できる。	半導体を理解し，トランジスタ回路等を測定・評価できる。	半導体を理解できず，トランジスタ回路等を測定・評価できない。
評価項目5	コイルを十分理解し，直流・交流特性を正しく測定・評価できる。	コイルを理解し，直流・交流特性を測定・評価できる。	コイルを理解できず，直流・交流特性を測定・評価できない。
評価項目6	レーザーを十分理解し，反射屈折･干渉回折を正しく測定・評価できる。	レーザーを理解し，反射屈折･干渉回折を測定・評価できる。	レーザーを理解できず，反射屈折･干渉回折を測定・評価できない。
評価項目7	放射線とその検出法を十分理解し，β線を正しく測定・評価できる。	放射線とその検出法を理解し，β線を測定・評価できる。	放射線とその検出法を理解できず，β線を測定・評価できない。
評価項目8	気体の分子運動論を十分理解し，内部エネルギー等が正しく計算できる。	気体の分子運動論を理解し，内部エネルギー等が計算できる。	気体の分子運動論を理解できず，内部エネルギー等が計算できない。
評価項目9	熱力学法則を十分理解し，状態量を正しく計算できる。	熱力学法則を理解し，状態量を計算できる。	熱力学法則が理解できず，状態量を計算できない。
評価項目10	ガリレイ変換・ローレンツ変換を十分理解し，正しく説明できる。	ガリレイ変換・ローレンツ変換を理解し，説明できる。	ガリレイ変換・ローレンツ変換が理解できず，説明できない。
評価項目11	相対論的力学を十分理解し，長さ･時間･エネルギー等が正しく計算できる。	相対論的力学を理解し，長さ･時間･エネルギー等が計算できる。	相対論的力学が理解できず，長さ･時間･エネルギー等が計算できない。
評価項目12	光の粒子性と電子の波動性を十分理解し，正しく説明できる。	光の粒子性と電子の波動性を理解し，説明できる。	光の粒子性と電子の波動性が理解できず，説明できない。
評価項目13	演算子，固有値，波動方程式を十分理解し，正しく説明できる。	演算子，固有値，波動方程式を理解し，説明できる。	演算子，固有値，波動方程式が理解できず，説明できない。
評価項目14	量子統計力学を十分理解し，導体・絶縁体・半導体を正しく説明できる。	量子統計力学を理解し，導体・絶縁体・半導体を説明できる。	量子統計力学を理解できず，導体・絶縁体・半導体を説明できない。

学科の到達目標項目との関係

本科学習目標 1 本科学習目標 2
創造工学プログラム B2

教育方法等

概要	応用物理Ｉ（３年次）を引き継いで，物理現象への関心を養い，基礎数学などの基礎学力や専門工学への応用実験を通して，現代物理学の体系を理解し，工学における応用分野の実践応用力や課題解決への姿勢を身につけるとともに，問題の提起とその解決ができる事を目標とする。 【キーワード】 ヤング率，断熱変化，熱電対，半導体，コイル，レーザー，放射線，熱統計力学，特殊相対論，量子力学
授業の進め方・方法	【事前事後学習など】 到達目標の達成度を確認するため，随時レポート・課題・小テスト等を与える。 【関連科目】 応用物理Ｉ,物理Ｉ・Ⅱ,基礎数学A・B,解析学Ｉ・Ⅱ,代数・幾何Ｉ・Ⅱ 【教科書、教材、参考書等】 教科書：石川工業高等専門学校応用物理 編「応用物理実験」，小暮陽三 編「高専の応用物理」（森北出版） 教材等：関連のプリントを配布する。 参考書：大槻義彦 著「物理学Ｉ・Ⅱ」（学術図書出版社）等，図書館に多数の関連書籍がある。 【MCC対応】 Ⅱ-A物理，Ⅱ-B物理実験，Ⅳ-A工学実験技術（各種測定方法、データ処理、考察方法），Ⅴ-A-4熱流体，Ⅴ-A-8計測制御

注意点	各実験の前に実験指導書を読んでおく事。また、実験のレポートは締め切りまでに必ず提出すること。 授業中とテスト直前の学習のみでなく，平常時の予習・復習が大切である。また、課題等は必ず提出すること。 １，２年次の物理，数学の基礎知識を理解している必要がある。 【評価方法・評価基準】 後期中間試験，学年末試験の定期試験（計２回）を実施する。 前期末評価：実験レポート（８０%），前期課題（２０%） 後期末評価：後期定期試験（７０%），後期課題（２０%），随時行う後期小テスト等（１０%） 学年末評価：前期末評価（５０%），後期末評価（５０%） 成績の評価基準として60点以上を合格とする。

テスト

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	実験説明 （計測の基礎：測定・誤差・ＳＩ，各種測定量の測定法）	実験説明 （計測の基礎：測定・誤差・ＳＩ，各種測定量の測定法）を理解し，測定・評価できる。
		2週	実験(１) ヤング率	実験(１) ヤング率を理解し，測定・評価できる。
		3週	実験(２) （振動リード法による金属材料の弾性定数）	実験(２) （振動リード法による金属材料の弾性定数）を理解し，測定・評価できる。
		4週	実験(３) 断熱変化	実験(３) 断熱変化を理解し，測定・評価できる。
		5週	実験(４) （空気の比熱比）	実験(４) （空気の比熱比）を理解し，測定・評価できる。
		6週	実験(５) 熱電対	実験(５) 熱電対を理解し，測定・評価できる。
		7週	実験(６) （ゼーベック効果，温度定点による検定）	実験(６) （ゼーベック効果，温度定点による検定）を理解し，測定・評価できる。
		8週	実験(７) 半導体	実験(７) 半導体を理解し，測定・評価できる。
	2ndQ	9週	実験(８) （ダイオード・トランジスタの特性）	実験(８) （ダイオード・トランジスタの特性）を理解し，測定・評価できる。
		10週	実験(９) コイル	実験(９) コイルを理解し，測定・評価できる。
		11週	実験(10) （強磁性体芯コイルの直流・交流特性）	実験(10) （強磁性体芯コイルの直流・交流特性）を理解し，測定・評価できる。
		12週	実験(11) レーザー	実験(11) レーザーを理解し，測定・評価できる。
		13週	実験(12) （レーザーによる反射屈折・干渉回折）	実験(12) （レーザーによる反射屈折・干渉回折）を理解し，測定・評価できる。
		14週	実験(13) 放射線 （計数管，質量吸収係数，エネルギー）	実験(13) 放射線 （計数管，質量吸収係数，エネルギー）を理解し，測定・評価できる。
		15週	前期復習	前期復習
		16週		
後期	3rdQ	1週	熱統計力学(1) 温度と理想気体の状態方程式 (伝導・対流・ふく射)	熱統計力学(1) 温度と理想気体の状態方程式 (伝導・対流・ふく射)を理解し，計算できる。
		2週	熱統計力学(2) 気体分子運動論	熱統計力学(2) 気体分子運動論を理解し，計算できる。
		3週	熱統計力学(3) 熱力学第１法則と状態変化	熱統計力学(3) 熱力学第１法則と状態変化を理解し，計算できる。
		4週	熱統計力学(4) 熱力学第２法則とエントロピー (エンタルピー)	熱統計力学(4) 熱力学第２法則とエントロピー (エンタルピー)を理解し，計算できる。
		5週	特殊相対論(1) ガリレイ変換とローレンツ変換	特殊相対論(1) ガリレイ変換とローレンツ変換を理解し，計算できる。
		6週	特殊相対論(2) 相対論的力学	特殊相対論(2) 相対論的力学を理解し，計算できる。
		7週	量子力学(1) Ｘ線と電子線 (結晶構造)	量子力学(1) Ｘ線と電子線 (結晶構造)を理解し，説明できる。
		8週	量子力学(2) 光の粒子性と電子の波動性	量子力学(2) 光の粒子性と電子の波動性を理解し，説明できる。
	4thQ	9週	量子力学(3) 不確定性原理とシュレーディンガー方程式	量子力学(3) 不確定性原理とシュレーディンガー方程式を理解し，説明できる。
		10週	量子力学(4) 固有値方程式	量子力学(4) 固有値方程式を理解し，説明できる。
		11週	量子力学(5) 水素原子とエネルギー準位	量子力学(5) 水素原子とエネルギー準位を理解し，説明できる。
		12週	量子力学(6) 多電子原子と周期律 (バンド構造)	量子力学(6) 多電子原子と周期律 (バンド構造)を理解し，説明できる。
		13週	量子力学(7) エネルギー帯とエネルギーギャップ (電子物性)	量子力学(7) エネルギー帯とエネルギーギャップ (電子物性)を理解し，説明できる。
		14週	量子力学(8) 量子統計力学とフェルミ準位 (光物性，半導体デバイス)	量子力学(8) 量子統計力学とフェルミ準位 (光物性，半導体デバイス)を理解し，説明できる。
		15週	後期復習	後期復習
		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
基礎的能力	自然科学	物理	熱	原子や分子の熱運動と絶対温度との関連について説明できる。	4	
				時間の推移とともに、熱の移動によって熱平衡状態に達することを説明できる。	4	
				物体の熱容量と比熱を用いた計算ができる。	4	

				熱量の保存則を表す式を立て、熱容量や比熱を求めることができる。	4	
				動摩擦力がする仕事は、一般に熱となることを説明できる。	4	
				ボイル・シャルルの法則や理想気体の状態方程式を用いて、気体の圧力、温度、体積に関する計算ができる。	4	
				気体の内部エネルギーについて説明できる。	4	
				熱力学第一法則と定積変化・定圧変化・等温変化・断熱変化について説明できる。	4	
				エネルギーには多くの形態があり互いに変換できることを具体例を挙げて説明できる。	4	
				不可逆変化について理解し、具体例を挙げることができる。	4	
				熱機関の熱効率に関する計算ができる。	4	
		物理実験	物理実験	測定機器などの取り扱い方を理解し、基本的な操作を行うことができる。	4	
				安全を確保して、実験を行うことができる。	4	
				実験報告書を決められた形式で作成できる。	4	
				有効数字を考慮して、データを集計することができる。	4	
				力学に関する分野に関する実験に基づき、代表的な物理現象を説明できる。	4	
				熱に関する分野に関する実験に基づき、代表的な物理現象を説明できる。	4	
				波に関する分野に関する実験に基づき、代表的な物理現象を説明できる。	4	
				光に関する分野に関する実験に基づき、代表的な物理現象を説明できる。	4	
				電磁気に関する分野に関する実験に基づき、代表的な物理現象を説明できる。	4	
				電子・原子に関する分野に関する実験に基づき、代表的な物理現象を説明できる。	4	
	工学基礎	工学実験技術(各種測定方法、データ処理、考察方法)	工学実験技術(各種測定方法、データ処理、考察方法)	物理、化学、情報、工学における基礎的な原理や現象を明らかにするための実験手法、実験手順について説明できる。	4	
				実験装置や測定器の操作、及び実験器具・試薬・材料の正しい取扱を身に付け、安全に実験できる。	4	
				実験データの分析、誤差解析、有効桁数の評価、整理の仕方、考察の論理性に配慮して実践できる。	4	
				実験テーマの目的に沿って実験・測定結果の妥当性など実験データについて論理的な考察ができる。	4	
				実験ノートや実験レポートの記載方法に沿ってレポート作成を実践できる。	4	
				実験データを適切なグラフや図、表など用いて表現できる。	4	
				実験の考察などに必要な文献、参考資料などを収集できる。	4	
				実験・実習を安全性や禁止事項など配慮して実践できる。	4	
				個人・複数名での実験・実習であっても役割を意識して主体的に取り組むことができる。	4	
				共同実験における基本的ルールを把握し、実践できる。	4	
				レポートを期限内に提出できるように計画を立て、それを実践できる。	4	
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。	4	
				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。	4	
				熱力学の第一法則を説明できる。	4	
				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。	4	
				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。	4	
				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。	4	
				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。	4	
				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。	4	
				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。	4	
				熱力学の第二法則を説明できる。	4	
				サイクルの意味を理解し、熱機関の熱効率を計算できる。	4	
				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。	4	
				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。	4	
				サイクルをT-s線図で表現できる。	4	
			計測制御	計測の定義と種類を説明できる。	4	
				測定誤差の原因と種類、精度と不確かさを説明できる。	4	
				国際単位系の構成を理解し、SI単位およびSI接頭語を説明できる。	4	

				代表的な物理量の計測方法と計測機器を説明できる。	4	
	分野別の工学実験・実習能力	機械系分野【実験・実習能力】	機械系【実験実習】	実験・実習の目標と心構えを理解し、実践できる。	4	
				災害防止と安全確保のためにすべきことを理解し、実践できる。	4	
				レポートの作成の仕方を理解し、実践できる。	4	
				ノギスの各部の名称、構造、目盛りの読み方、使い方を理解し、計測できる。	4	
				マイクロメータの各部の名称、構造、目盛りの読み方、使い方を理解し、計測できる。	4	

評価割合

	試験	レポート	課題	小テスト	合計
総合評価割合	35	40	20	5	100
基礎的能力	0	0	0	0	0
専門的能力	35	40	20	5	100
分野横断的能力	0	0	0	0	0