

高知工業高等専門学校		開講年度	令和04年度 (2022年度)		授業科目	熱力学演習	
科目基礎情報							
科目番号	2427E			科目区分	専門 / 必修		
授業形態	演習			単位の種別と単位数	履修単位: 1		
開設学科	機械工学科			対象学年	4		
開設期	通年			週時間数	1		
教科書/教材	教科書：佐野・杉山・永橋「基礎から学ぶ工業熱力学」（コロナ社） 参考書：平山・吉川編著「ポイントを学ぶ熱力学」（丸善株式会社）ほか						
担当教員							
到達目標							
1. 熱力学で取り扱う物理量の定義や単位の理解ができる。 2. 閉じた系，開いた系でのエネルギー式がたてられる。 3. エンタルピーやエントロピーといった状態量を理解し，その解析的検討ができる。 4. 理想気体の状態変化を定式化でき，サイクル等の効率計算，熱計算ができる。							
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		
評価項目1	熱力学で取り扱う物理量の定義や単位について、具体的な例を挙げて説明できる。		熱力学で取り扱う物理量の定義や単位について、理解した上で複数の選択肢の中から正しい答えを選択できる。		熱力学で取り扱う物理量の定義や単位について、理解していない。		
評価項目2	閉じた系，開いた系でのエネルギー式に関して、物理的背景が理解できるとともに基本となる式の導出ができる。		閉じた系，開いた系でのエネルギー式が理解できる上に、複数の選択肢の中から正しい式を選択できる。		閉じた系，開いた系でのエネルギー式が、理解できていない。		
評価項目3	エンタルピーやエントロピーといった状態量を理解し具体的な例を挙げながら説明ができる。その解析的な検討ができる。		エンタルピーやエントロピーといった状態量を理解した上で、複数の選択肢の中から正しい答えを選択できる。		エンタルピーやエントロピーといった状態量に関して、理解できていない。		
評価項目4	理想気体の状態変化やサイクル等の効率計算および熱計算に関して、それらの物理的背景が理解できた上に、具体的な例を挙げて説明や計算が出来る。		理想気体の状態変化やサイクル等の効率計算および熱計算に関して、理解した上で複数の選択肢の中から正しい答えを選択できる。		理想気体の状態変化やサイクル等の効率計算および熱計算に関して、理解できていない。		
学科の到達目標項目との関係							
教育方法等							
概要	熱力学で学んだ内容に関する演習に取り組み，講義内容の理解を深めて定着を図る。また，それを応用して問題を解く能力を修得する。						
授業の進め方・方法	教科書をベースとした各項目ごとの解説で基本事項を理解してもらい、演習問題により習熟度のチェックと理解の促進を図る。						
注意点	【成績評価の方法・基準】 試験（熱力学）の成績を70 %，平素の学習状況（課題・小テスト・実力試験などを含む）を30 %の割合で総合的に評価する。試験の成績は定期試験で評価する。学期毎の評価は中間と期末の各期間の評価の平均，学年の評価は前学期と後学期の評価の平均とする。なお，通年科目における後学期中間の評価は前学期中間，前学期末，後学期中間の各期間の評価の平均とする。技術者が身につけるべき専門基礎として，到達目標に対する達成度を試験等において評価する。						
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	
授業計画							
		週	授業内容		週ごとの到達目標		
前期	1stQ	1週	演習の概要：演習のやり方について説明し，熱力学の導入事項を概説・確認する。		熱やエネルギーと実際の機器との関わりの概要を確実に理解できるよう、演習問題で知識を定着する。		
		2週	演習(1)：熱力学で取り扱う物理量（温度、圧力、熱量と比熱、比容積と密度）の定義や単位，それらの使い方などについて演習を行う。		熱力学で取り扱う物理量（温度、圧力、熱量と比熱、比容積と密度）の定義や単位などについて確実に理解できるよう、演習問題で知識を定着する。		
		3週	演習(1)：熱力学で取り扱う物理量（温度、圧力、熱量と比熱、比容積と密度）の定義や単位，それらの使い方などについて演習を行う。		熱力学で取り扱う物理量（温度、圧力、熱量と比熱、比容積と密度）の定義や単位などについて確実に理解できるよう、演習問題で知識を定着する。		
		4週	演習(1)：熱力学で取り扱う物理量（温度、圧力、熱量と比熱、比容積と密度）の定義や単位，それらの使い方などについて演習を行う。		熱力学で取り扱う物理量（温度、圧力、熱量と比熱、比容積と密度）の定義や単位などについて確実に理解できるよう、演習問題で知識を定着する。		
		5週	演習(1)：熱力学で取り扱う物理量（温度、圧力、熱量と比熱、比容積と密度）の定義や単位，それらの使い方などについて演習を行う。		熱力学で取り扱う物理量（温度、圧力、熱量と比熱、比容積と密度）の定義や単位などについて確実に理解できるよう、演習問題で知識を定着する。		
		6週	演習(2)：熱力学の第一法則に関連して，熱エネルギーと力学エネルギーの関係の演習，閉じた系に関する演習，開いた系に関する演習を行う。		熱エネルギーと力学エネルギーの関係を知り，エネルギー保存則の概念を確実に理解できるよう、演習問題で知識を定着する。		
		7週	演習(2)：熱力学の第一法則に関連して，熱エネルギーと力学エネルギーの関係の演習，閉じた系に関する演習，開いた系に関する演習を行う。		熱エネルギーと力学エネルギーの関係を知り，それらの数量関係を学ぶことによって熱力学の第一法則の意味(閉じた系)を確実に理解できるよう、演習問題で知識を定着する。		
		8週	演習(2)：熱力学の第一法則に関連して，熱エネルギーと力学エネルギーの関係の演習，閉じた系に関する演習，開いた系に関する演習を行う。		熱エネルギーと力学エネルギーの関係を知り，それらの数量関係を学ぶことによって熱力学の第一法則の意味(閉じた系)を確実に理解できるよう、演習問題で知識を定着する。		

後期	2ndQ	9週	演習(2): 熱力学の第一法則に関連して、熱エネルギーと工学エネルギーの関係の演習、閉じた系に関する演習、開いた系に関する演習を行う。	熱エネルギーと工学エネルギーの関係を知り、それらの数量関係を学ぶことによって熱力学の第一法則の意味(開いた系)を確実に理解できるよう、演習問題で知識を定着する。
		10週	演習(2): 熱力学の第一法則に関連して、熱エネルギーと工学エネルギーの関係の演習、閉じた系に関する演習、開いた系に関する演習を行う。	熱エネルギーと工学エネルギーの関係を知り、それらの数量関係を学ぶことによって熱力学の第一法則の意味(開いた系)を確実に理解できるよう、演習問題で知識を定着する。
		11週	演習(1), (2)の総合課題を行う。	絶対仕事と工業仕事の概念を学び、両者の違いや関係を確実に理解できるよう、演習問題で知識を定着する。
		12週	演習(3): 理想気体の性質全般に関する演習、理想気体の状態方程式、熱量、仕事、エンタルピーに関する演習、混合気体の性質に関する演習を行う。	理想気体と実在気体の違いを知り、理想気体の性質を確実に理解できるよう、演習問題で知識を定着する。
		13週	演習(3): 理想気体の性質全般に関する演習、理想気体の状態方程式、熱量、仕事、エンタルピーに関する演習、混合気体の性質に関する演習を行う。	理想気体の状態方程式と実在気体の状態方程式であるファンデルワールスの式を理解し、両者の違いやその背景を確実に理解できるよう、演習問題で知識を定着する。
		14週	演習(3): 理想気体の性質全般に関する演習、理想気体の状態方程式、熱量、仕事、エンタルピーに関する演習、混合気体の性質に関する演習を行う。	理想気体の状態変化式、熱量、仕事、内部エネルギー及びエンタルピーの内容や数学的な扱いを確実に理解し、計算できるできるよう、演習問題で知識を定着する。
		15週	演習(3): 理想気体の性質全般に関する演習、理想気体の状態方程式、熱量、仕事、エンタルピーに関する演習、混合気体の性質に関する演習を行う。	理想気体の状態変化式、熱量、仕事、内部エネルギー及びエンタルピーの内容や数学的な扱いを確実に理解し、計算できるよう、演習問題で知識を定着する。
		16週		
	3rdQ	1週	演習(3): 理想気体の性質全般に関する演習、理想気体の状態方程式、熱量、仕事、エンタルピーに関する演習、混合気体の性質に関する演習を行う。	理想気体の状態変化式、熱量、仕事、内部エネルギー及びエンタルピーの内容や数学的な扱いを確実に理解し、計算できるできるよう、演習問題で知識を定着する。
		2週	演習(3): 理想気体の性質全般に関する演習、理想気体の状態方程式、熱量、仕事、エンタルピーに関する演習、混合気体の性質に関する演習を行う。	理想気体の状態変化式、熱量、仕事、内部エネルギー及びエンタルピーの内容や数学的な扱いを確実に理解し、計算できるよう、演習問題で知識を定着する。
		3週	演習(3): 理想気体の性質全般に関する演習、理想気体の状態方程式、熱量、仕事、エンタルピーに関する演習、混合気体の性質に関する演習を行う。	理想気体の混合の概念を確実に理解し、混合気体の物性値や状態量を計算できるよう、演習問題で知識を定着する。
		4週	演習(3): 理想気体の性質全般に関する演習、理想気体の状態方程式、熱量、仕事、エンタルピーに関する演習、混合気体の性質に関する演習を行う。	理想気体の混合の概念を確実に理解し、混合気体の物性値や状態量を計算できるよう、演習問題で知識を定着する。
		5週	演習(3)の総合課題を行う。	混合気体の物性値や状態量の求め方を確実に理解し、計算できるよう、演習問題で知識を定着する。
		6週	演習(4): 熱力学の第二法則全般に関する演習、カルノーサイクルに関する演習、エントロピーに関する演習を行う。	熱の流れや状態変化に方向性のあることを示した熱力学の第二法則について、その概要を確実に理解できるよう、演習問題で知識を定着する。
		7週	演習(4): 熱力学の第二法則全般に関する演習、カルノーサイクルに関する演習、エントロピーに関する演習を行う。	カルノーサイクルにおける状態変化を知り、その過程における熱や仕事の授受を確実に理解できるよう、演習問題で知識を定着する。
		8週	演習(4): 熱力学の第二法則全般に関する演習、カルノーサイクルに関する演習、エントロピーに関する演習を行う。	カルノーサイクルの理論熱効率の求め方を理解し、具体的な数値を代入した効率計算が確実にできるできるよう、演習問題で知識を定着する。
	4thQ	9週	演習(4): 熱力学の第二法則全般に関する演習、カルノーサイクルに関する演習、エントロピーに関する演習を行う。	クラウジウスノ積分に関する概要が確実に理解ができるよう、演習問題で知識を定着する。
		10週	演習(4): 熱力学の第二法則全般に関する演習、カルノーサイクルに関する演習、エントロピーに関する演習を行う。	エントロピーの定義や概念を確実に理解ができるよう、演習問題で知識を定着する。
		11週	演習(5): 熱機関のサイクル・冷凍サイクルに関する演習、ガスサイクルの効率計算(2例)に関する演習を行う。	状態変化におけるエントロピーの変化量の求め方を理解する。各状態変化ごとのエントロピーの変化量を確実に計算できるできるよう、演習問題で知識を定着する。
		12週	演習(5): 熱機関のサイクル・冷凍サイクルに関する演習、ガスサイクルの効率計算(2例)に関する演習を行う。	ガスサイクルの理論熱効率の求め方を確実に理解できるよう、演習問題で知識を定着する。
		13週	演習(5): 熱機関のサイクル・冷凍サイクルに関する演習、ガスサイクルの効率計算(2例)に関する演習を行う。	代表的なガスサイクルの理論熱効率を確実に計算できるよう、演習問題で知識を定着する。
		14週	演習(5): 熱機関のサイクル・冷凍サイクルに関する演習、ガスサイクルの効率計算(2例)に関する演習を行う。	冷凍サイクルや成績係数などの考え方を確実に理解できるよう、演習問題で知識を定着する。
		15週	演習(4), (5)の総合課題を行う。	冷凍サイクルの成績係数を確実に計算できるよう、演習問題で知識を定着する。
		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
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ト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、ポリトロッ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	

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	20	0	0	0	0	10	30
専門的能力	50	0	0	0	0	20	70
分野横断的能力	0	0	0	0	0	0	0