

高知工業高等専門学校		開講年度	平成28年度 (2016年度)	授業科目	熱力学
科目基礎情報					
科目番号	0027		科目区分	専門 / 必修	
授業形態	講義		単位の種別と単位数	学修単位: 2	
開設学科	機械工学科		対象学年	4	
開設期	通年		週時間数	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	永橋 優純				
到達目標					
【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					
学習・教育到達目標 (D) JABEE基準1(2) (d)(1)					
教育方法等					
概要	機械工学の基礎である4力学の一つに教えられる「熱力学」は, エネルギーという概念のわかりにくさから難しい力学とされる。授業では熱力学の基本概念(温度, 熱, 圧力及び仕事)や, エネルギーの移動に関連する諸物理量をわかりやすく解説し, 熱エネルギーを利用した各種熱機器に適用できる能力を身につけることを目標に, その基礎固めを行う。				
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	試験の成績を70%, 平素の学習状況(課題・小テスト(熱力学演習)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と実力試験で評価する。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。				
授業計画					
		週	授業内容	週ごとの到達目標	
前期	1stQ	1週	1. 熱力学の基礎[1]: 熱エネルギーを利用した機器と熱力学との関わりについての導入的解説。	熱やエネルギーと実際の機器との関わりを概要を理解する。	
		2週	2. 熱力学で取り扱う物理量[2-5]: 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学ぶ。	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理解する。	
		3週	2. 熱力学で取り扱う物理量[2-5]: 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学ぶ。	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理解する。	
		4週	2. 熱力学で取り扱う物理量[2-5]: 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学ぶ。	3. 適用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理解する。	
		5週	2. 熱力学で取り扱う物理量[2-5]: 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学ぶ。	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理解する。	
		6週	3. 熱力学の第一法則[6-11]: 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(閉じた系と開いた系)を理解させる。	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理解する。	
		7週	3. 熱力学の第一法則[6-11]: 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(閉じた系と開いた系)を理解させる。	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)を理解する。	
		8週	3. 熱力学の第一法則[6-11]: 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(閉じた系と開いた系)を理解させる。	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(開いた系)を理解する。	
	2ndQ	9週	3. 熱力学の第一法則[6-11]: 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(閉じた系と開いた系)を理解させる。	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(開いた系)を理解する。	

		10週	3. 熱力学の第一法則[6-11]: 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(閉じた系と開いた系)を理解させる。	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)を理解する。	
		11週	3. 熱力学の第一法則[6-11]: 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(閉じた系と開いた系)を理解させる。	絶対仕事と工業仕事の概念を学び、両者の違いや関係を理解する。	
		12週	4. 理想気体[12-13]: 理想気体と実在気体の違いを説明し、理想気体の性質を理解させる。	理想気体と実在気体の違いを知り、理想気体の性質を理解する。	
		13週	4. 理想気体[12-13]: 理想気体と実在気体の違いを説明し、理想気体の性質を理解させる。	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、両式の違いやその背景を理解する。	
		14週	4. 理想気体[14-17]: 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学ぶ。	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理解し、計算できる。	
		15週	4. 理想気体[14-17]: 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学ぶ	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理解し、計算できる。	
		16週			
	後期	3rdQ	1週	4. 理想気体[14-17]: 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学ぶ	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理解し、計算できる。
			2週	4. 理想気体[14-17]: 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学ぶ	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理解し、計算できる。
			3週	4. 理想気体[18-19]: 理想気体の混合について学ぶ。	理想気体の混合の概念を理解し、混合気体の物性値や状態量を計算できる。
			4週	4. 理想気体[18-19]: 理想気体の混合について学ぶ。	理想気体の混合の概念を理解し、混合気体の物性値や状態量を計算できる。
			5週	4. 理想気体[20]: 理想気体における混合気体の性質について学ぶ。	混合気体の物性値や状態量の求め方を理解し、計算できる。
			6週	5. 熱力学の第二法則[21-26]: 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、その概要を学ぶ。	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、その概要を理解する。
			7週	5. 熱力学の第二法則[21-26]: 熱力学の第二法則に関連して、カルノーサイクルについて学ぶ。	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理解する。
			8週	5. 熱力学の第二法則[21-26]: 熱力学の第二法則に関連して、カルノーサイクルについて学ぶ。	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できる。
		4thQ	9週	5. 熱力学の第二法則[21-26]: 熱力学の第二法則に関連して、クラウジウスの積分について学ぶ。	クラウジウスの積分に関する概要を理解する。
10週			5. 熱力学の第二法則[21-26]: 熱力学の第二法則に関連して、エントロピーについて学ぶ。	エントロピーの定義や概念を理解する。	
11週			5. 熱力学の第二法則[21-26]: 熱力学の第二法則に関連して、エントロピーの変化量に関する式の導出について学ぶ。	各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計算できる。	
12週			6. サイクルと熱効率[27-30]: 熱力学の基本法則を使い、サイクルの効率計算、熱計算を行う。また、逆サイクルとしての冷凍サイクルや成績係数などの考え方も学ぶ。	ガスサイクルの理論熱効率の求め方を理解する。	
13週			6. サイクルと熱効率[27-30]: 熱力学の基本法則を使い、サイクルの効率計算、熱計算を行う。また、逆サイクルとしての冷凍サイクルや成績係数などの考え方も学ぶ。	代表的なガスサイクルの理論熱効率を計算できる。	
14週			6. サイクルと熱効率[27-30]: 熱力学の基本法則を使い、サイクルの効率計算、熱計算を行う。また、逆サイクルとしての冷凍サイクルや成績係数などの考え方も学ぶ。	逆サイクルとしての冷凍サイクルや成績係数などの考え方を理解する。	
15週			6. サイクルと熱効率[27-30]: 熱力学の基本法則を使い、サイクルの効率計算、熱計算を行う。また、逆サイクルとしての冷凍サイクルや成績係数などの考え方も学ぶ。	冷凍サイクルの成績係数を計算できる。	
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
基礎的能力	数学	数学	整式の加減乗除の計算や、式の展開ができる。	4	
			因数定理等を利用して、4次までの簡単な整式の因数分解ができる。	3	
			分数式の加減乗除の計算ができる。	3	
			実数・絶対値の意味を理解し、絶対値の簡単な計算ができる。	3	
			平方根の基本的な計算ができる(分母の有理化も含む)。	3	
			複素数の相等を理解し、その加減乗除の計算ができる。	3	
			解の公式等を利用して、2次方程式を解くことができる。	3	
			因数定理等を利用して、基本的な高次方程式を解くことができる。	3	
			簡単な連立方程式を解くことができる。	3	
			無理方程式・分数方程式を解くことができる。	3	
		1次不等式や2次不等式を解くことができる。	3		

専門的能力	分野別の専門工学	機械系分野	熱流体	1元連立1次不等式を解くことができる。	3	
				基本的な2次不等式を解くことができる。	3	
				恒等式と方程式の違いを区別できる。	2	
				2次関数の性質を理解し、グラフをかくことができ、最大値・最小値を求めることができる。	3	
				分数関数や無理関数の性質を理解し、グラフをかくことができる。	3	
				無理関数の性質を理解し、グラフをかくことができる。	3	
				累乗根の意味を理解し、指数法則を拡張し、計算に利用することができる。	3	
				指数関数の性質を理解し、グラフをかくことができる。	3	
				指数関数を含む簡単な方程式を解くことができる。	3	
				対数の意味を理解し、対数を利用した計算ができる。	3	
				対数関数の性質を理解し、グラフをかくことができる。	3	
				対数関数を含む簡単な方程式を解くことができる。	3	
				三角比を理解し、三角関数表を用いて三角比を求めることができる。一般角の三角関数の値を求めることができる。	3	
				角を弧度法で表現することができる。	3	
				三角関数の性質を理解し、グラフをかくことができる。	3	
				加法定理および加法定理から導出される公式等を使うことができる。	3	
				三角関数を含む簡単な方程式を解くことができる。	3	
				2点間の距離を求めることができる。	3	
				内分点の座標を求めることができる。	3	
				通る点や傾きから直線の方程式を求めることができる。	3	
				2つの直線の平行・垂直条件を利用して、直線の方程式を求めることができる。	2	
				流体の定義と力学的な取り扱い方を理解し、適用できる。	3	
				流体の性質を表す各種物理量の定義と単位を理解し、適用できる。	3	
				圧縮性流体と非圧縮性流体の違いを説明できる。	2	
				ニュートンの粘性法則、ニュートン流体、非ニュートン流体を説明できる。	3	
				絶対圧力およびゲージ圧力を説明できる。	3	
				パスカルの原理を説明できる。	3	
				液柱計やマンローメーターを用いた圧力計測について問題を解くことができる。	3	
				平面や曲面に作用する全圧力および圧力中心を計算できる。	3	
				物体に作用する浮力を計算できる。	3	
				定常流と非定常流の違いを説明できる。	3	
				流線と流管の定義を説明できる。	3	
				質量保存則と連続の式を説明できる。	3	
				連続の式を理解し、諸問題の流速と流量を計算できる。	3	
				オイラーの運動方程式を説明できる。	2	
				ベルヌーイの式を理解し、流体の諸問題に適用できる。	3	
				ピトー管、ベンチュリー管、オリフィスを用いた流量や流速の測定原理を説明できる。	3	
				運動量の法則を理解し、流体が物体に及ぼす力を計算できる。	3	
				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					

			固体、液体および理想気体におけるエントロピーの変化量を計算できる。	3	
			サイクルをT-s線図で表現できる。	3	
			熱の有効エネルギーを説明できる。	3	
			水の等圧蒸発過程を説明できる。	3	
			飽和蒸気、湿り蒸気、過熱蒸気の状態量を計算できる。	3	
			蒸気の状態量を蒸気表および蒸気線図から読み取ることができる。	3	
			伝熱の基本形態を理解し、各形態における伝熱機構を説明できる。	3	
			フーリエの法則および熱伝導率を説明できる。	3	
			平板および多層平板の定常熱伝導について、熱流束、温度分布、熱抵抗を計算できる。	3	
			対流を伴う平板の定常熱伝導について、熱流束、温度分布、熱通過率を計算できる。	3	
			ニュートンの冷却法則および熱伝達率を説明できる。	3	
			自然対流と強制対流、層流と乱流、温度境界層と速度境界層、局所熱伝達率と平均熱伝達率を説明できる。	3	
			平板に沿う流れ、円管内の流れ、円管群周りの流れなどについて、熱伝達関係式を用いることができる。	3	
			黒体の定義を説明できる。	3	
			プランクの法則、ステファン・ボルツマンの法則、ウィーンの変位則を説明できる。	2	
			単色ふく射率および全ふく射率を説明できる。	2	

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