**بسمه تعالی**

**طرح درس ترمودینامیک (2) برای دوره کارشناسی مهندسی مکانیک به ارزش 3 واحد نظری (نیمسال دوم 1403-1402)**

16 جلسه 3 ساعتی معادل 24 جلسه کلاس 2 ساعتی برای 3 واحد درسی – 1 ساعت تمرین در هفته معادل 8 جلسه 2 ساعتی – کل جلسات برای تدریس و تمرین 32 جلسه 2 ساعتی- 1 جلسه آزمون میان ترم و آزمون نهائی طبق برنامه گروه مهندسی مکانیک

**پیش نیاز :** درس ترمودینامیک (1)

**سرفصل های درس :**

**هفته اول :** چرخه های توانی با تغییر فاز سیال عامل شامل چرخه رانکین بخار آب و چرخه رانکین سیال آلی (ORC) + چرخه رانکین ایده آل و تاثیرات افزایش فشار و دمای بخار ورودی توربین و ایجاد خلاء در کندانسور روی ضریب خشکی بخار خروجی از توربین و کار خالص چرخه

**هفته دوم :** معرفی اجزا و عملکرد نیروگاه بخار بر مبنای چرخه واقعی رانکین با لحاظ نمودن بازده توربین ها، پمپ ها و اشاره به بازگشت ناپذیری ها در مدار سیال عامل + اعمال سیستم های فوق گرم کن، باز گرم کن، هیتر های بسته و هیتر باز توام با هوا زدایی از بخار در نیروگاه بخار واقعی جهت ارتقای بازدهی چرخه و روش های پس رونده و پیش رونده در تخلیۀ کندانسیت بخار در هیترهای بسته

**هفته سوم :** نیروگاه بخار مادون بحرانی و فوق بحرانی و محدودیت فشار و دمای بخار زنده و حدود عملی بازده حرارتی چرخه های مذکور + چرخه توانی بدون تغییر فاز سیال عامل (گاز) شامل چرخۀ برایتون و چرخه ساده توربین گاز و رابطه بازده تابعی از نسبت فشار و نسبت گرماهای ویژه برای گازهای تک اتمی و دو اتمی و سه اتمی و مطالعه اثر بازگشت ناپذیری ها روی بازده حرارتی چرخه

**هفته چهارم :** چرخه توربین گاز با پیکربندی مختلف مثل حالت تک محوری با یک توربین قدرت و دو محوری با مولد گاز و توربین قدرت - اعمال بازگرمایش متعدد بین توربین ها و خنک کن میانی بین کمپرسور ها جهت ارتقای بازدهی تا حدود چرخه اریکسون + معرفی اجزا و عملکرد تجهیزات نیروگاه گازی به عنوان چرخه واقعی برایتون توام با اعمال بازده آیزنتروپیکی توربین و کمپرسور و ارزیابی نتایج ناشی از انحراف چرخه واقعی نسبت به چرخۀ ایده آل و تاثیر آن روی بازده حرارتی

**هفته پنجم :** اثر ایجاد باز گرمایش بین طبقات توربین و خنک کن میانی بین طبقات کمپرسور روی توان و بازده و همچنین اثر بازیاب روی نیروگاه گازی توسط مبادله کن دود به هوا قبل از محفظه احتراق جهت کاهش مصرف سوخت و افزایش بازده با لحاظ کردن ضریب تاثیر رژنراتور واقعی و محاسبه بازده حرارتی بصورت تابعی از نسبت فشار و نسبت دمای ورودی کمپرسور به دمای ورودی توربین (بعنوان حداکثر دمای چرخه) + بررسی برابری دمای خروجی کمپرسور و دمای خروجی توربین گاز در چرخه برایتون جهت بیشینه بازده بدون استفاده از بازیاب

**هفته ششم :** سیکل ترکیبی برایتون- رانکین و رابطه بازده حاصل از این ترکیب + کاربرد چرخه توربین گاز در ماشین های جلوبرنده با هدف تولید تراست شامل توربوجت، توربوفن، توربو پراپ و توربو شفت

**هفته هفتم :** چرخه های توانی بدون تغییر فاز سیال عامل (گاز) شامل اتو (SI)، دیزل (CI)، دوآل ، اتکینسون و میلر بعنوان موتورهای احتراق داخلی با مکانیزم پیستونی متناوب الحرکت و همچنین سه نوع طرح موتور از چرخه استرلینگ با منبع گرمای خارجی

**هفته هشتم :** سیکل تبرید تراکمی بخار مبرد بعنوان یخچال و کولر گازی و تعریف ضریب عملکرد سیکل تبرید و پمپ حرارتی و دیاگرام P-h معرفی انواع بازگشت ناپذیری ها در قسمتهای مختلف سیکل تبرید تراکمی و اثر آن روی ضریب عملکرد واقعی + انواع مبردها و اثرات زیست محیطی آنها و بکارگیری مبردهای جدید جهت کاهش تاثیر مخرب آنها روی محیط و اتمسفر

**هفته نهم :** سیکل تبرید جذبی با سیال عامل آب- آمونیاک و لیتیوم بروماید- آب و میزان ضریب عملکرد آنها در چرخه سردسازی - طرح یخچال نفتی بر مبنای سیکل تبرید جذبی بدون استفاده از پمپ با متوازن کننده فشار مثل هیدروژن در بخشی از چرخه + چرخه های تبرید تک اثره و دو یا چند اثره و پیکربندی اجزاء چرخه و محدودۀ دمائی در عملکرد اجزاء مذکور- کاربردهای مهندسی در صنایع تهویه و تبرید و سردخانه – استفاده از کمپرسور چند طبقه و خنک کن میانی و سیستم بازیاب نهایی برای جدا سازی اکسیژن مایع از هوا به روش Hampson-Linde و جدا سازی نیتروژن از هوا برای استفاده در پتروشیمی.

**هفته دهم :** سیکل های ترکیبی تبریدی و توانی و گرمائی مثل CHP , CCP , CCHP

**هفته یازدهم** : مخلوط ها و محلولها و خواص مولی و جرمی مخلوط های گازی و معرفی قوانین دالتون و آماگات برای مدل ساده مخلوط گازها و مخلوط بخار و گاز - مخلوط هوا و بخار آب در ارزیابی خواص Psychrometry (رطوبت سنجی) و Hygrometry (رطوبت زنی) در اتمسفر واقعی + تعاریف رطوبت نسبی و رطوبت مخصوص و نسبت رطوبت و دیاگرام عمومی سایکرومتری و اثر فشار اتمسفریک متفاوت روی پارامترهای قابل استخراج از چارت مذکور و نحوه تصحیح نتایج از فشار اتسفر استاندارد به فشار اتمسفر محیط

**هفته دوازدهم :** تعریف دمای حباب خشک و حباب تر و اثرات آن روی رطوبت مخصوص و رطوبت نسبی – رابطه Carrier در محاسبه رطوبت نسبی برحسب دماهای مذکور - گرمای محسوس و گرمای نهان- کاربردهای مهندسی در تهویه مطبوع انواع ساختمانها + دستگاه هوا ساز – ایر واشر- کولر آبی – برج خنک کن خشک و تر با وزش طبیعی و اجباری و نحوه کارکرد و ارزیابی عملکرد آنها در تهویه مطبوع برحسب دما و رطوبت

**هفته سیزدهم :** روابط ترمودینامیک و نحوه استخراج جداول خواص ترمودینامیکی مواد در فازهای مختلف- کاربردهای مهندسی جداول ترمودینامیک - اثبات رابطه کلاپیرون برحسب دمای اشباع و فشار اشباع در حالتهای دوفازه و ضمن تغییر فاز + روابط ریاضی در فازهای همگن- روابط ماکسول برای تبیین رابطه بین خواص ترمودینامیک

**هفته چهاردهم :** روابط ترمودینامیک برای محاسبه خواصی همچون انتاپی و انتروپی و انرژی داخلی برحسب خواص قابل اندازه گیری مثل دما و فشار و حجم ویژه- رابطه خواص برای مخلوط ها- مدلهای مواد شبه خالص برای مخلوط گازهای واقعی + انبساط پذیری حجمی- تراکم پذیری ایزوترمال- تراکم پذیری آدیاباتیک- سرعت انتشار صوت و عدد ماخ و کاربرد آن در دینامیک گازها- چارت های عمومی تغییر انتالپی و انتروپی در دمای ثابت

**هفته پانزدهم :** واکنش های شیمیایی- انواع سوخت های جامد و مایع و گازی و معرفی سوخت های هیدروکربنی (پارافین ها – اولوفین ها - دی اولوفین ها – نفتن ها- آروماتیک ها (بنزن و نفتن) با فرمول شیمیائی – مفهوم ایزومر – هیدرو کربن های با ساختمان مولکولی زنجیره ای یا حلقوی اعم از اشباع و غیر اشباع + فرایند احتراق - تحلیل انرژی یا بررسی قانون اول در واکنش های شیمیایی – گرمای واکنش – انتالپی و انرژی داخلی در احتراق – انتالپی تشکیل – دمای آدیاباتیکی شعله – ارزش حرارتی بالا و پایین سوخت و رابطه بین آنها

**هفته شانزدهم :** قانون سوم ترمودینامیک و انتروپی مطلق – تحلیل قانون دوم در سیستمهای واکنشی – پیل سوختی – کاربردهای مهندسی - استفاده از جداول و دیاگرامهای مربوط به واکنش های شیمیایی و احتراق – حل تمرینات کتاب و مسائل کاربردی

**مراجع :**

1-Thermodynamics : An Engineering Approach (9th Edition)

By : Yunus A. Cengel , Michael A. Boles and Mehmet Kanoglu

Publisher : Mc Graw-Hill Book Co, 2019.

2-Fundamentals of Engineering Thermodynamics, (8th Editin)

By : Michael J. Moran, Howard N. Shapiro, Daisie D. Boettner and Margaret B. Bailey

Publisher: John Wiley & Sons, 2014.

3- Fundamentals of Thermodynamics, (8th Edition SI Version)

By : Claus Borgnakke and Richard E. Sonntag

Publisher: John Wiley and Sons Ltd , 2013.

4- Principles of Energy Conversion
By : Archie W. Culp
Publisher: Mcgraw-Hill College, 1990.

5- Engineering Thermodynamics : An Introductory Textbook (2nd Edition)

By : J.B.Jones and G.A.Hawkins

Publisher : Wiley, 1986.

6- Applications of thermodynamics

[Bernard D. Wood](http://www.google.com/search?tbo=p&tbm=bks&q=inauthor:%22Bernard+D.+Wood%22)By :

Publisher: Addison-Wesley Longman, Incorporated, 1982.

7- Engineering Thermodynamics

By : V. A. Kirillin, V. V. Sychev, and A. E. Sheindlin

Publisher: Mir Publishers, Translated from Second Russian Edition in 1976.

8- Applied Thermodynamics for Engineering Technologists

By : [Thomas Deas Eastop](http://www.google.com/search?tbo=p&tbm=bks&q=inauthor:%22Thomas+Deas+Eastop%22) & [Allan McConkey](http://www.google.com/search?tbo=p&tbm=bks&q=inauthor:%22Allan+McConkey%22)

Publisher : Longman Pub. Group, 1970.

9- Technical Thermodynamics

By : [Viacheslav Vladimirovich Sushkov](http://www.amazon.com/s/ref%3Ddp_byline_sr_book_1?ie=UTF8&field-author=Viacheslav+Vladimirovich+Sushkov&search-alias=books&text=Viacheslav+Vladimirovich+Sushkov&sort=relevancerank)

Publisher: Mir Publishers (MOSCOW) 1969.

10- Heat Engineering

By : I. Shvets, V. Tolubinsky, N. Kirakovsky, I. Neduzhy, and I. Sheludko

Publisher: Mir Publishers (MOSCOW), First Published in English in 1965.