بسمه تعالی

**طرح درس ترمودینامیک (1) برای دوره کارشناسی مهندسی مکانیک به ارزش 3 واحد نظری (نیمسال اول 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 :** دروس معادلات دیفرانسیل و فیزیک (1) که حاوی بخش فیزیک حرارت و ترمودینامیک می باشد.

**سرفصل های درس :**

**هفته اول :** تعریف و مفهوم عنوان ترمودینامیک – کاربردها و اشاره به قوانین اول و دوم - تعریف انرژی و آنتروپی + دیدگاه مطالعه و تحلیل ترمودینامیک شامل کلی نگری Macroscopic view point منجر به اندازه گیری خواص اصلی پایا و موضعی و جزئی نگری Microscopic view point منجر به دیدگاه آماری ترمودینامیک جهت محاسبۀ خواص از طریق Statistical Thermodynamic (ترمودینامیک آماری)

**هفته دوم :** اصطلاحات ترمودینامیک شامل سیستم، مرز، حجم کنترل، سطح کنترل، محیط، فرآیند (تحول) + انواع مرز ها و اثر آن روی فرآیند و تبادل انرژی، ممنتوم و جرم با محیط.

**هفته سوم :** خواص قابل اندازه گیری و خواص محاسباتی سیستم ترمودینامیکی + دما و تجهیزات اندازه گیری آن و خواص ترمودینامیک مواد – واحد های دما اعم از مطلق و عملی و روابط تبدیلی آنها.

**هفته چهارم :** فشار و تجهیزات اندازه گیری آن و خواص مانومتریک و پیزومتریک مواد – واحد های فشار و جدول تبدیلی واحدهای آن+ انواع سیستم آحاد ابعادی شامل : MKS, MKSA, SI, MKf S, BGS, BES, USCS, … و جدول تبدیل آحاد خواص ترمودینامیکی مواد.

**هفته پنجم :** اصل صفرم ترمودینامیک شامل تعادل حرارتی در سیستم های تک فازی بصورت برابری دماها و تعادل حرارتی توام با تعادل مکانیکی برای سیستم های دو و سه فازی + استفاده از اصل تعادل حرارتی و مواد ترمومتریک برای ساختن دماسنج (شامل دماسنج ستون جیوه برای دماهای بالا و ستون الکل برای دماهای پایین ، ترمورزیستور ، ترمیستور ، ترموکوپل و ترمومتر مقاومت پلاتینی ستون جیوه برای دماهای بالا و ستون الکل برای دماهای پایین ، ترمورزیستور ، ترموکوپل و ترمومتر مقاومت پلاتینی Pt-100 و Pt-1000

**هفته ششم :** قانون اول ترمودینامیک (اصل بقا و تبدیل انرژی)- انرژی های جاری و پدیده های مرزی مثل کار و حرارت و الکتریسیته - انرژی های ذخیره شونده اعم انرژی جنبشی و پتانسیل و شیمیائی و انرژی های ناشی از سایر میدان نیروهای خارجی. + قانون اول در چرخه ها، چرخه کارنو– فرآیند های با یک خاصیت ثابت Isoprocesses با سیال عامل بدون تغییر فاز و با تغییرفاز شامل فرآیند فشارثابت Isobaric ، فرآیند حجم ثابت Isochoaric ، فرآیند دما ثابت Isothermic ، فرآیند بی در رو Adiabatic بعلاوه فرایند پلی تروپیک در سیال عامل تک فازی و بدون تغییر فاز (همراه ترسیم دیاگرامهای دو بعدی برای همه فرایندها)

**هفته هفتم :** مواد خالص و سیستم ساده تراکم پذیر همراه دیاگرام های ترمودینامیک برای همه فرایندها در مختصات P-v, P-T, T-v و همچنین P-v-T+ جداول خواص ترمودینامیکی شامل: جدول بخار – مایع اشباع، جدول بخار فوق گرم، جدول مایع مادون سرد، جدول تصعید (بخار – جامد اشباع) و تعریف ضریب خشکی بخار در جداول اشباع و اثر آن روی محاسبه سایر خواص میانی

**هفته هشتم :** روش محاسبه خواص میانی از طریق درون یابی خطی جداول و آموزش نرم افزار های EES, CATT3 + تعریف گرما به عنوان پدیده مرزی و انرژی جاری و مکانیزم های سه گانه انتقال حرارت – گرمای محسوس (عدم تغییر فاز) – گرمای نهان یا نامحسوس (تغییر فاز) و واحد های گرما

**هفته نهم :** تعریف کار در مرز متحرک سیستم و رابطه آن با فشار و حجم همچنین در فشار متغیر حجم کنترل واحد های کار و تعریف معادل مکانیکی حرارت (طبق آزمایش ژول) + قوانین ترموالکتریک از جمله آثار Peltier , Seebeck , , Thompson Lenz و ترموپیل در تبرید و دماسنجی و رادیو نفتی قدیم.

**هفته دهم :** گاز کامل و ایده آل، معادله حالت ، قانون کلاپیرون- مندلیف و آزمایشات چارلز ، بویل ، ماریوت ، گیلوساک- قانون آووگادرو – روش چگالی حدی Batucas در معادله حالت گازهای ایده آل + روابط کار و گرما در گاز های ایده آل طی فرآیند های شبه تعادلی و دیاگرام های آنها.

**هفته یازدهم :** گاز واقعی و رابطه آن با گاز ایده آل از طریق فاکتور تراکم پذیری، چارت تراکم پذیری عمومی- معادلات حالت گاز های واقعی شامل بتی بریجمن- واندروالس- دیتریچی- وکالوویچ نوویکوف- بندیک وب رابین – لی کسلر – معادله ویریال و توانی + انرژی داخلی – آنتالپی – گرمای ویژه فشار ثابت- گرمای ویژه حجم ثابت – نسبت گرماهای ویژه (ضریب اتمیسیته یا توان آدیاباتیک یا درجه آزادی مولکولی) – ثابت عمومی گاز ها – روابط مربوط به توان پلی تروپیک در محاسبه کار و گرمای فرآیند های شبه تعادلی گاز ها.

**هفته دوازدهم :** قانون اول در حجم کنترل Flow Energy Equation (معادله بقای انرژی به استناد معادله بقای جرم) شامل فرآیند های SSSF – اختلاط آدیاباتیک دو یا چند ماده در فاز های یکسان و متفاوت + ضریب ژول- تامسون بعنوان یک فرایند بازگشت ناپذیر انتالپی ثابت و استفاده از آن در شیر انبساط و لوله موئین سیستمهای تبرید تراکمی و در محیط های متخلخل و شیرهای نیمه باز و تله های بخار و همچنین ارزیابی اثر افزایش یا کاهش دما با افت فشار مایع مادون سرد تا حالت مخلوط اشباع با استفاده از منحنی اینورت - استفاده از ضریب ژول- تامسون در هواشناسی.

**هفته سیزدهم :** قانون اول در حجم کنترل (معادله بقای انرژی به استناد معادله بقای جرم) در ساده ترین نوع فرآیند های ناپایا USUF و تبدیل معادله قانون اول به Non-Flow Energy Equation مربوط به سیستم + بیان کلوین پلانک و بیان کلازیوس در تعریف قانون دوم ترمودینامیک

**هفته چهاردهم :** عوامل بازگشت ناپذیری در انواع فرآیند ها و تعریف فرآیند بازگشت ناپذیر + قانون دوم برای فرآیند های جاری در سیستم ها - قانون دوم برای فرآیند های جاری در حجم کنترل ها.

**هفته پانزدهم :** چشمه و چاه حرارتی ، موتور حرارتی ، سیکل تبرید و پمپ گرمایی- دیاگرامهای T-s وh-s و P-h + اصل افزایش آنتروپی و میزان بازگشت ناپذیری فرآیند ها.

**هفته شانزدهم :** تعریف قابلیت کار دهی و مفهوم اگزرژی از دیدگاه قانون دوم در انواع فرآیند های واقعی در سیستم و حجم کنترل + حل تمرینات و مسائل تشریحی توام با حل نرم افزاری و مثال ها 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