


دانش اگر در ثریا هم باشد مردمانی از سرزمین پارس بر آن دست خواهند یافت.

پیامبر اعظم (ص)

# ترجمه مقابله‌ای متون تخصصی

## «مهندسی شیمی»

گردآورنده: فاطمه غضنفری

انتشارات ارشد

## پیشگفتار ناشر

خداوند بزرگ را شاکریم که فرصتی عنایت فرمود تا بتوانیم قدمی در جهت گسترش علم و فرهنگ کشور عزیزمان برداریم و مسیری هموار را در اختیار مخاطبان و داوطلبان علاقمند به ادامه تحصیل قرار دهیم. از آنجائی که درحوزه کتاب‌های درسی و کمک درسی کارشناسی ارشد کتاب‌های زیادی به رشته تحریر در آمده است با این حال وجود یک مجموعه جامع، دقیق، کامل و دارای رفرنس( منابع) مستند احساس می‌شود.

همیشه دغدغه داشتیم که ای کاش می‌شد تمامی منابع پراکنده و گاهاً دست نایافتنی کنکور در یک مجموعه به گونه‌ای جذاب و شیوا آماده می‌شد و همچنین سوالات دوره‌های قبل کنکور نیز به گونه‌ای تشریحی پاسخ داده می شدند، که خدشه‌ای بر آنها وارد نشود و خیال داوطلبان عزیز آنقدر آسوده باشد که اطلاعات مندرج در پاسخنامه‌ها را برای بهره‌گیری در آزمون خود بکار گیرند. این کار با یاری خداوند بزرگ و همکاری نخبه‌ترین دانشجویان و اساتید کشور در انتشارات ارشد هماهنگ گردید و در تمامی مقاطع تحصیلی از کاردانی به کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری در حوزهٔ آزمون‌های سراسری – آزاد و پیام نور بسته‌های آموزشی شامل کتاب‌های بانک سوالات و کتاب‌های شرح جامع درس آماده گردید. در تهیه مجموعه‌های فوق‌الذکر از فارغ‌التحصیلان کارشناسی ارشد و دکتری که حائز رتبه‌های تک رقمی کنکور می‌باشند، استفاده کرده‌ایم، تا شما عزیزان بتوانید در راستای افزایش توان علمی خود در جهت نیل به مقصود خویش نایل آیید. بدون تردید می‌توان گفت که برای اولین بار در نظام آموزشی کشور مجموعه‌ای به این سبک عرضه می‌شود که در کیفیت و کمیت بی‌نظیر بوده و تمامی نیازهای دانشجویان و داوطلبان عزیز را پوشش می‌دهد. امید است که استفاده از این مجموعه عزیزان را در جهت موفقیت در آزمون یاری رسانده باشد. در پایان لازم به ذکر است که بی نقصی محض از آن خداوند متعال می‌باشد، بنا براین از تمامی خوانندگان و داوطلبان عزیز خواهشمندیم نظرات سازنده خود را در مورد این کتاب به سایت انتشارات ارشد اعلام نمایند تا ما را در جهت هر چه بهتر آماده کردن این محصولات یاری رسانند.

**با تشکر**

**ناشـــــر**

**www.arshadbook. ir**

## پیشگفتار مترجم

**با سپاس از خداوند حکیم و دا نا که علم جویان و عالمان را دوست دارد.**

مخاطبین این کتاب دانشجویان رشته مهندسی شیمی دورهٔ کارشناسی ارشد، همچنین کسانی که قصد ورود به دا نشگاه را در مقطع کارشناسی ارشد دارند می‌باشند.

در این کتاب سعی شده است که جملات و عبارات فارسی کاملاً معادل با عبارات و ساختار جملات انگلیسی نوشته شوند تا بتواند در یادگیری مفاهیم ساختاری زبان انگلیسی مؤثر واقع شوند. لغاتی که در پایان هر صفحه ارائه شده‌اند لغات تخصصی و یا پرکاربرد در متون زبان تخصصی شیمی می‌باشند. در صفحات مختلف شاهد تکرار برخی لغات خواهید بود که نشانگر اهمیت و استفادهٔ فراوان آنها است.

همانطور که می‌دانید بسیاری از لغات در شرایط و متون مختلف معانی متفاوت پیدا می‌کنند که سعی شده است در این کتاب بعضاً به تعدادی از آنها اشاره شود.

امید است این کتاب مورد قبول و استفادهٔ دا نشجویان محترم قرار گیرد.

**با آرزوی توفیق و پیشرفت روزافزون خوانندگان عزیز**

**مترجم**

## فهرست مطالب

**عنوان** **صفحه**


unit 1 ..... 7
unit 2 ..... 14
unit 3 ..... 21
unit 4 ..... 30
unit 5 ..... 35
unit 6 ..... 42
unit 7 ..... 50
unit 8 ..... 56
unit 9 ..... 63
unit 10 ..... 69
unit 11 ..... 75
unit 12 ..... 82
unit 13 ..... 86
unit 14 ..... 91
unit 15 ..... 101
unit 16 ..... 107
unit 17 ..... 114
unit 18 ..... 121
unit 19 ..... 128
unit 20 ..... 135

# unit 1

## Introduction to Chemical Engineering

### Introduction

The profession of chemical engineering has to do with the technology of the chemical and process industries. This group of industries is not easy to define. It is not restricted to those in which a chemical change is performed on the material being treated. For instance the manufacture of salt, which is always considered in the group of chemical industries, can conceivably be carried out so that not a single chemical reaction occurs. The term 'chemical and process industries' is simply one that has a certain accepted usage.

Chemical engineering is both an art and a science. Parts of it are quite thoroughly understood theoretically. In these areas, chemical engineering is a science. Many other fields of chemical engineering are only partly understood theoretically, although here the theory that is available is always a valuably guide to practice. Still other areas have not responded to theoretical analysis at all and remain an art. Chemical engineering is not unique in this respect; and all engineering for many years to come, irrespective of the amount of research that will be done, will remain to a certain extent an art, I.e., the doing of things on the basis of experience and judgment.

## مبادی مهندسی شیمی

### مقدمه

حرفه‌ی مهندسی شیمی باید به تکنولوژی صنایع شیمیایی و فرآیند سازی بپردازد. تعریف این دسته از صنایع آسان نیست. این (تعریف) محدود به مواردی که درآن‌ها یک تغییر شیمیایی بر روی ماده‌ی تحت عمل انجام می شود نمی باشد. برای مثال، تولید نمک، که همیشه در زمره صنایع شیمیایی در نظر گرفته می شود، اغلب می‌تواند طوری انجام شود که حتی یک واکنش شیمیایی هم اتفاق نیفتد. عبارت صنایع شیمیایی و فرآیندسازی به سادگی عبارتی است که استفاده معین پذیرفته شده‌ای دارد.

مهندسی شیمی ،هم یک علم است و هم یک هنر. بخش هایی از آن کاملا به صورت نظری درک می شوند. در این زمینه ها ، مهندسی شیمی یک علم است. بسیاری از بخش‌های دیگر مهندسی شیمی فقط تا حدی به صورت نظری درک می شوند، اگر چه نظریه‌ای که در اینجا در دسترس است همواره راهنمای با ارزشی برای ممارست کردن می‌باشد. معذلک، باقی زمینه ها اصلا به تحلیلات نظری واکنشی نشان نداده و یک هنر باقی می‌مانند. مهندسی شیمی از این حیث منحصر به فرد نیست؛ و تمام مهندسی برای سالهای بسیاری در آینده، صرفنظر از میزان پژوهشی که انجام خواهد شد، تا حد بخصوصی یک هنر باقی می مانند، یعنی انجام کارها بر مبنای تجربه و داوری.

| | | | |
|---|---|---|---|
| chemical engineering | مهندس شیمی | theoretically | به طور نظری |
| process | فرآیند ، فرآیند سازی | field | زمینه |
| industry | صنعت | theory | نظریه، تئوری |
| chemical change | تغییر شیمیایی | in this respect | از این حیث |
| material | ماده | on the basis of | بر مبنای |
| manufacture | ساخت، تولید | experience | تجربه |
| chemical reaction | واکنش شیمیایی | | |
| art | هنر | | |
| science | علم | | |

زیر مجموعه های متعددی از کار مهندسی شیمی تعیین شده اند و تقسیمات میان برخی از آنها نسبتا قراردادی هستند.

**عملیات‌های واحدی مهندسی شیمی**

اولین تلاش موفق برای آوردن نوعی سیستم به درون مطالعه صنایع فرآیند سازی، از تشخیص این نکته ناشی شد که بسیاری از این فرآیندها عملکرد و تکنیک مشترک داشته و مبتنی بر اساس یکسان اصول علمی بودند. برای مثال، تقریبا در تمام آنها، یک جریان گرمایی بین سیالات گرم و سرد وجود دارد. انتقال مواد، هم مایع و هم جامد، در مقیاسی وسیع وجود دارد. بسیاری از فرآیندهای متفاوت از مراحل خالص سازی یا جداسازی یکسان ، مانند تقطیر، عصاره گیری، تصفیه و انجذاب استفاده می کنند. مفهوم عملیات واحدی تبلور نهایی این نظریات به نقطه نظری تفصیلی بود. این (مفهوم) بر این حقیقت که یک فرآیند صنعتی شامل یک سری عملیات جداگانه هماهنگ می شود و اینکه بهترین شیوه برای تحلیل و درک یک فرآیند، تحلیل و درک خود این عملیات می‌باشد، تاکید کرد. بنابراین عملیات واحدی مستقل از صنایعی هستند که در آنها مورد استفاده قرار می گیرند، مستثنی بر اینکه روشهای کاربردی انجام آنها ممکن است کم و بیش در صنایع مختلف متفاوت باشد. بهرحال مفهوم عملیات واحدی تا حد زیادی بخش فراوانی از موضوع اصلی مهندسی شیمی را متحد ساخته است.

Several subdivisions of the work of the chemical engineer are recognized, and the divisions between some of these are rather arbitrary.

**The Unit Operations of Chemical Engineering**

The earliest successful effort to bring some kind of system into a study of the process industries came from the recognition that many of these processes had common operations and common techniques and were based on the same foundation of scientific principles. For instance, in almost all of them there is a flow of heat between hot and cold fluids. There is transportation of materials, both liquid and solid, on a large scale. Many different processes utilize the same separation or purification steps, such as distillation, extraction, filtration, and absorption. The concept of the ‘unit operation’ was a final crystallization of these ideas into a formal point of view. It emphasized the fact that an industrial process contains a coordinated series of separate operations and that the best method of analyzing and understanding a process is to analyze and understand these operations themselves. The unit operations are thus independent of the industries in which they are used, except that practical methods of carrying them out may be more or less different in different industries. The concept of unit operations, however, has greatly unified much of the subject matter of chemical engineering.

| | | | |
|---|---|---|---|
| انتقال | transportation | زیر مجموعه ، زیر بخش | subdivision |
| مایع | liquid | تقسیم، قسمت | division |
| جامد | solid | قراردادی | arbitrary |
| مقیاس ، میزان | scale | صنعت فرآیند سازی | process industry |
| انجذاب | absorption | عملیات ، عملکرد | operation |
| تبلور | crystallization | شیوه، تکنیک | technique |
| جداسازی | separation | اساس، فونداسیون | foundation |
| خالص سازی | purification | اصل | principle |
| تقطیر | distillation | جریان ، جاری شدن | flow |
| عصاره گیری | extraction | گرما | heat |
| تصفیه | filtration | سیال | fluid |
| تحلیل کردن | analyze | عملکرد بخش، عملیات واحدی | unit operation |

عملیات‌های واحدی همگی در خود، در خصوصیت، ابتدا فیزیکی هستند. بنابراین به همان قوانین بنیادی علم فیزیک بستگی دارند که در مورد تمام دیگر شاخه‌های مهندسی به کار می روند. آنها از این نظر با دیگر شاخه‌های مهندسی متفاوتند که عموما در مورد فرآنیدهایی به کار می روند که در آنها دانشی از شیمی برای درک اهمیت حقیقی آنها مورد نیاز است.

نظریه عملیات واحدی مبتنی بر قوانین کاملا واضح و به خوبی فهمیده شده می‌باشد. اما این نظریه باید به نوبه خود بر حسب تجهیزات کاربردی که می توانند ساخته شوند، مونتاژ شوند، به کار بیافتند و برقرار بمانند، تفسیر شود. مهندس شیمی باید قادر به ایجاد، طراحی و اداره هم فرآیند و هم تجهیزات باشد. او باید قادر به به کار انداختن واحدهای صنعتی به طور کارآمد، ایمن و اقتصادی باشد و باید استفاده ی ایجاد شده توسط محصول خود را بداند تا بتواند محصولی با خصوصیات ویژه که مورد تقاضای خریدار است را بسازد. در نتیجه، علاوه بر زمینه نظری آن موارد زیادی در مهندسی شیمی وجود دارد که کاربردی است. طرز کار متوازن هر یک از عملیات واحدی نیازمند اینست که هم نظریه و هم طرز کار از رسیدگی یکسان برخوردار شوند.

The unit operations are all, in themselves, primarily physical in character. They therefore depend on the same basic laws of physical science that apply to all other branches of engineering. They differ from the other branches of engineering in that they are generally applied to processes in which a knowledge of chemistry is necessary to understand their real significance.

The theory of the unit operations is based on fairly definite, well understood laws. However, this theory must in turn be interpreted into terms of practical equipment that can be fabricated, assembled, operated, and maintained. The chemical engineer must be able to develop, design, and engineer both process and equipment. He must be able to operate plants efficiently, safely, and economically, and he must understand the use that will be made of his products so that he can make a product having the particular characteristics demanded by the purchaser. Consequently, there is much that is practical in chemical engineering , in addition to its theoretical background. A balanced treatment of each of the unit operations requires that both theory and practice be given an equal consideration.

| | | | |
|---|---|---|---|
| fundamental | بنیادی | definite | مشخص |
| physics | علم فیزیک | interprete | تفسیر کردن |
| mechanics | علم مکانیک | practical equipment | تجهیزات کاربری |
| physico-chemical | فیزیکی- شیمیایی | fabricate | ساختن |
| Elementary | ابتدایی | assemble | مونتاژ کردن |
| Demand | تقاضا، تقاضا کردن | operate | کارکردن، عمل کردن |
| Treatment | طرز کار، عملکرد | develop | ایجاد کردن ، توسعه دادن |
| Theory | نظریه، تئوری | design | طراحی کردن |
| equal | یکسان، برابر | engineer | مهندس، مهندسی کردن |
| | | plant | واحد صنعتی |
| | | product | محصول |
| | | balanced | متعادل |
| | | practice | کاربرد، طرز کار |
| | | maintain | باقی ماندن ، برقرارماندن |

**The Scientific Foundations of the Unit Operations**

Much of the background needed for an understanding of the unit operations is elementary science and engineering. It Is based on the fundamental laws of physics, mechanic and similar sciences. Certain more specialized physicochemical relations are of importance in the study of some of the unit operations.

**Basic Laws**

The following physical and chemical laws underlie much of technology. Although they are simple in form and statement, their application to specific technical situations is not always obvious, and much training and practice are necessary to achieve proficiency in use.

**Material Balances**

The first fundamental law states that matter cannot be either created or destroyed. Specifically, this requires that the materials entering any process must either accumulate or leave the process. There can be no loss or gain during the process. In steady-state conditions (conditions which do not vary with time), the law of conservation of matter takes the extremely simple form that input must equal output. The law is often used in the form of material balances. The process is debited with everything that enters it, is credited with everything that leaves it, and the sum of the credits must equal the sum of the debits.

**اساس های علمی عملیات واحدی**

بخش اعظم پس زمینه مورد نیاز برای فهم عملیات واحدی، مهندسی و علم ابتدایی می‌باشد. این (پس زمینه) مبتنی بر قوانین بنیادی علم فیزیک ، مکانیک و علوم مشابه است. روابط تخصصی‌تر فیزیکی- شیمیایی به خصوصی، در مطالعه‌ی برخی عملیات‌های واحدی حائز اهمیت هستند.

**قوانین بنیادی**

قوانین فیزیکی و شیمیایی زیر بخش اعظمی از تکنولوژی را مورد تاکید قرار می دهند. اگر چه آنها در شکل و بیان ساده می باشند، کاربرد آنها در موقعیتهای تخصصی ویژه همیشه واضح نیست، و تمرین و تعلیم زیادی برای بدست آوردن کارآیی کاربردی مورد نیاز است.

**موازنه‌های مواد**

اولین قانون اساسی اظهار می دارد که ماده نه می تواند به وجود بیاید و نه می تواند از بین برود. به ویژه این نیازمند اینست که مواد وارد شده به هر فرآیند باید یا انباشته شود و یا آن فرآیند را ترک کند. هیچ اتلاف یا کسبی نمی تواند در طول فرآیند وجود داشته باشد. در شرایط با حالت پایا (شرایطی که با زمان تغییر نمی کنند) قانون بقای ماده، شکل بینهایت ساده‌ی ورودی باید با خروجی برابر باشد، را می‌گیرد. این قانون اغلب به صورت موازنه مواد استفاده می شود. فرآیند نسبت به هر آنچه که به آن وارد می شود بدهکار است و توسط هر آنچه آن را ترک می کند، اعتبار یافته است و میزان اعتبار باید با میزان بدهی یکسان باشد.

| | | | |
|---|---|---|---|
| statement | بیان | vary | تغییر کردن |
| application | کاربرد | conservation | بقا، حفظ |
| technical | تخصصی | advance | پیشرفت، ترقی |
| proficiency | کارآیی | Matter | ماده |
| create | خلق کردن ، ایجاد کردن | Enter | وارد شدن |
| destroy | از بین رفتن ، نابود شدن | Condition | شرایط |
| accumulate | انباشته شدن /کردن | Material balance | موازنهٔ مواد |
| leave | ترک کردن | Input | ورودی |
| loss | اتلاف | Output | خروجی |
| gain | کسب | Credit | اعتبار |
| steady-state | حالت پایا | Debit | بدهی |

The importance of this simple but far-reaching statement can hardly be overemphasized. Material balances must hold over the entire process or apparatus or over nay part of it. They must apply to all the material that enters and leaves the process or to any one material that passes through the process unchanged.

The material-balance equations used in problems of unit operations often can be simplified by a choice of basis. The typical problem in one is which a stream of material flows through a unit of equipment, and one or more constituents in the stream are augmented or depleted, while another constituent or constituents in the same stream are unchanged. In such a case it is convenient to express the concentration of the changing constituent as a ratio to the unchanged constituent. When such a choice of unit is made, the terminal concentrations can be subtracted directly to obtain the quantity of active constituent added or removed.

اهمیت این گفته ساده اما وسیع به ندرت می تواند کاملاً مورد تاکید قرار گیرد. موازنه‌های مواد باید تمام فرآیند یا دستگاه یا هر بخش آنرا نگهدارد. آنها باید برای تمام موادی که وارد فرآیند می شوند و یا از آن خارج می گردند و برای هر ماده ای که از فرآیند بدون تغییر یافتن عبور می کند، بکار روند.

معادلات توازن مواد استفاده شده در مسئله‌های عملیات واحدی اغلب می توانند توسط انتخاب مبنا آسان شوند. مشکل بارز مشکلی است که در آن جریانی از مواد به درون یک قسمت تجهیز جاری می شود، و یک یا چند جز تشکیل دهنده‌ی این جریان تقلیل و یا تقویت می شوند، در حالیکه جز یا اجزایی دیگر در همان جریان بدون تغییر هستند. در چنین موردی بیان کردن تمرکز جز تغییر یافتنی به عنوان یک نسبت به جز تغییر نیافته ، راحت است. هنگامیکه چنین انتخابی از واحد انجام می پذیرد، تمرکز نهایی را می توان مستقیما برای بدست آوردن میزان جز فعال افزوده شده یا برداشته شده، کم کرد.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Apparatus | دستگاه | remove | حذف کردن، برداشتن |
| Unchanged | بدون تغییر | Far-reaching | وسیع |
| accordance with | طبق ، بنابر | Entine | تمام |
| practice | رویه، عرف | Material | ماده |
| comparison | مقایسه | Pass | عبور کردن |
| material | اصلی عمده | Concentration | ترا کم |
| discount | نادیده گرفتن – اهمیت ندادن | ratio | نسبت |
| development | پیشرفت توسعه | Terminal | پایانی |
| alteration | اصلاح ، تغییر | Subtract | کم کردن |
| equation | معادله | Quantity | کمیت |
| stream | جریان | Active | فعال |
| flow | جاری شدن، جریان | add | افزودن |
| constituent | جز تشکیل دهنده | | |
| augment | زیاد کردن، تحکیم بخشیدن | | |
| deplet | کا هش دادن، گم کردن | | |

از سویی دیگر در برخی از فرآیندها، جریان داده شده در جرم کل در طول جاری شدنش از بین تجهیز تغییری نخواهد کرد و اتلاف یک یا چند جز تشکیل دهنده توسط حصول جرمی به همان اندازه از اجزایی دیگر جبران می شود، در نتیجه تمام اجزا تحت تاثیر واقع می‌شوند. اگر تراکم ها را به جای نسبتی به یک جز بر حسب جرم کل جریان بیان کنند. محاسبات توازن مواد در چنین مواردی آسان می شود.

**واحدهای مولکولی.**

در آندسته از محاسبات توازن مواد که شامل واکنش های شیمیایی می‌باشند واحدهای مولکولی اغلب برای استفاده، ساده‌تر از واحدهای معمولی وزن می باشند. یک مول از هر ماده خالص به عنوان آن میزانی که وزنش از نظر عددی برابر با وزن مولکولی‌اش است تعریف می شود. معانی عبارات پوند مول و گرم مول از این تعریف ناشی می شوند.

On the other hand , in some processes a given stream will not vary in total mass during its flow through the equipment and the loss of one or more components is compensated for by a gain of an equal mass of other components, so all components are affected. The material–balance calculations in such cases are simplified if the concentrations are expressed in terms of the total mass of the stream, rather than as a ratio to one component.

**Molecular Units.**

In material-balance calculations where chemical reactions are involved, molecular units are often simpler to use than the ordinary units of weight. A mole of any pure substance is defined as that quantity whose weight is numerically equal to its molecular weight. From this definition the meanings of the terms pound mole and gram mole follow.

| | | | |
|---|---|---|---|
| واحد مولکولی | molecular unit | شیمی | chemistry |
| توازن مواد | material–balance | فیزیکی | physical |
| خالص | pure | در ابتدا | primarily |
| از نظر عددی | numerically | ویژگی، خصوصیت | character |
| پوند مول | pound mole | قانون | law |
| گرم مول | gram mole | بنیادی | basic |
| وزن | Weight | علم فیزیکی | physical science |
| ماده | Substance | به کار بردن ، به کار رفتن | apply |
| واکنش | reaction | شاخه، زیرمجموعه | branch |
| | | دانش | knowledge |
| | | جرم کل | total mass |
| | | اتلاف | loss |
| | | جز تشکیل دهنده | Component |
| | | حصول | Gain |
| | | محاسبه | Calculation |
| | | تراکم | Concentration |
| | | نسبت | ratio |

**کسر مولی.** اغلب راحت است که نسبت اجزای سازنده را به جای کسر وزنی یا درصد وزنی به عنوان کسر مولی یا درصد مولی بیان کنیم. کسر مولی نسبت مولهای یک جز به تعداد کل مولهای مخلوط می باشد. جمع کسرهای مولی تمام اجزا باید برابر با واحد شود .البته درصد مولی، کسر مولی ضرب در ۱۰۰ می‌باشد.

**قانون گاز ایده آل**

قانون گاز ایده آل رابطه ای حائز منفعتی قابل توجه است. اگر چه قانون گاز ایده ال به طور دقیق برای هیچ گاز واقعی بکار نمی رود، اما برای اکثر گازها و بخارها در دماها و فشارهای معمولی، این قانون برای بسیاری از محاسبات مهندسی به طور مکفی دقیق است. این قانون معمولا به این شکل بیان می شود.

PV=nRT

که در آن

P= فشار

V= حجم

T= دمای مطلق

R= عدد ثابت، یکسان برای همه گازها

n= تعداد مولهای گاز

**Mole Fraction.** It is often convenient to express compositions not as weight fraction or as weight percent, but rather as mole fraction or mole percent. The mole fraction is the ratio of the moles of one component to the total number of moles in the mixture. The sum of the mole fractions of all the components must equal unity. Mole percent is, of course, mole fraction multiplied by 100.

**Ideal-Gas Law**

The 'ideal-gas' law is a relationship of considerable utility. Although the ideal-gas law does not apply precisely to any actual gas, for the great majority of gases and vapors at ordinary temperatures and pressures the law is sufficiently accurate for many engineering calculations. The law is usually expressed in the form.

$$PV= nRT \qquad (1)$$

Where

P= pressure

V= volume

T= absolute temperature

R= constant, equal for all gases

n= number of moles of gas.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Compositions | اجزاء سازنده | mole fraction | کسر مولی |
| Component | جزء، جزء سازنده | weight fraction | کسر وزنی |
| Pressune | فشار | weight percent | درصد وزنی |
| Temperature | دما | ratio | نسبت |
| Absolute | مطلق | mixture | مخلوط |
| Dolume | حجم | sum | مجموع |
| | | ideal-gas | گاز ایده آل |
| | | actual gas | گاز حقیقی |
| | | accurate | دقیق |
| | | calculation | محاسبه |
| | | mole | مول |
| | | Precisely | به طور دقیق |
| | | Majority | اکثریت |

# unit 2

## Thermodynamics

**Thermodynamics**

Thermodynamics is the science dealing with energy transformations, including heat and work, and the physical properties of substances that are involved in energy transformations.

The origin of thermodynamics may be traced to early studies of the performance of steam engines. Its range of application was then broadened to cover other types of heat engines, or devices which convert heat or fuel energy into work, and the early refrigerating machines. Since the middle of the nineteenth century the scope of thermodynamic has grown so greatly that today an understanding of thermodynamics is essential for much of the work of the engineer, physicist, and chemist.

**Engineering Thermodynamics**

Engineering thermodynamics is that part of the science that deals with all types of heat engines or power plants (stationary or vehicular), refrigeration, air conditioning, combustion, the compression and expression and expansion of fluids, chemical processing plants, and the physical properties of the substances used in these and other applications.

## ترمودینامیک

**(دانش دماپویایی)**

ترمودینامیک، علمی است که به تغییر شکل انرژی شامل دماو کار و خواص فیزیکی مواد موجود در تغییر شکل انرژی، رسیدگی می کند.

اصل ترمودینامیک به مطالعات اولیه ی عملکرد موتورهای بخار باز می گردد. در آن زمان ، کاربرد آن وسیع شد و دیگر انواع موتورهای گرمایی و یا ابزاری که انرژی سوخت یا گرما را به کار تبدیل می کردند و ماشینهای سرد کننده‌ی اولیه را در برگرفت. از اواسط قرن نوزدهم حیطه ترمودینامیک آنچنان زیاد رشد کرده است که امروزه فهمیدن ترمودینامیک برای بیشتر کار مهندس، فیزیکدان و شیمیدان لازم است.

**ترمودینامیک مهندسی**

ترمودینامیک مهندسی آن بخش از علم است که به تمام انواع موتورهای گرمایی یا تاسیسات نیرو( ثابت یا خودرویی) ، سردسازی، تهویه مطبوع، احتراق، متراکم سازی و انبساط سیالات، تاسیسات فرآیندسازی مواد شیمیایی و خواص فیزیکی مواد مورد استفاده در این کاربردها و کاربردهای دیگر، رسیدگی می کند.

| | | | |
|---|---|---|---|
| thermodynamics | ترمودینامیک، دانش دما پویایی | power plant | تاسیسات نیرو |
| science | علم | stationary | ثابت |
| transformation | تغییر شکل | vehicular | خودرویی |
| heat | گرما، دما | air conditioning | تهویه مطبوع |
| physical property | خصوصیت فیزیکی | combustion | احتراق |
| steam engine | موتور بخار | compression | متراکم سازی |
| fuel energy | انرژی سوخت | expansion | انبساط |
| refrigerating machine | ماشین سرد کننده | fluid | سیال |
| engineer | مهندس | chemical energy | انرژی شیمیایی |
| physicist | فیزیکدان | fuel | سوخت |
| chemist | شیمیدان | heat engine | موتور گرمایی |

موتور اتومبیل مثالی از یک ابزار است که بخشی از انرژی شیمیایی یک سوخت را به کار تبدیل می کند. مازاد انرژی بدست آمده از سوخت توسط گازهای اگزوز و آب خنک کننده به محیط تخلیه می شود. از طریق تحلیل ترمودینامیکی ، این امکان بوجود می آید که مقادیر سوخت و آب مورد نیاز برای موتور برای تامین بازده کاری معین، میزان انرژی برده شده توسط آب خنک کننده و گازهای اگزوز و تاثیرات تغییر نسبت تراکم موتور را پیش بینی کرد.

**سیستم های ترمودینامیک**

یک سیستم ترمودینامیکی به عنوان هر میزان از ماده یا هر ناحیه از فضا که مورد توجه مستقیم برای اهداف تحلیل قرار می گیرند، تعریف می شود. مقدار ماده یا ناحیه فضا باید داخل یک مرز از قبل تعیین شده باشد. این مرز ممکن است دگردیس پذیر یا فرضی باشد.

اگر یک سیستم به عنوان مقدار خاص ماده تعریف شده باشد، آنگاه سیستم همواره حاوی همان ماده است و هیچ انتقالی در توده از مرز سیستم عبور کند. در جهت تشخیص دادن بین این دو نوع سیستم، آن نوع ر اکه هیچ انتقال توده‌ای از حرز خود ندارد را سیستم بسته یا توده‌ی کنترل می‌نامیم. یک سیستم باز ناحیه‌ای از فضاطی داخل مرز است که ماده ممکن است آن عبور کند. این مرز ممکن است یک سیستم باز، حجم کنترل و مرز آن، سطح کنترل نیز نامیده می‌شوند.

The automobile engine is an example of a device that converts part of the chemical energy of a fuel into work. The remainder of the energy obtained from the fuel is discharged to the surroundings by way of the exhaust gases and the cooling water. By thermodynamic analysis it is possible to predict the amounts of fuel and air required by the engine to provide a certain work output, the amount of energy carried away by the cooling water and by the exhaust gases, and the effects of changing the engine compression ratio.

**Thermodynamic systems**

A thermodynamic system is defined as any quantity of matter or any region of space to which attention is directed for purposes of analysis. The quantity of matter or region of space must be within a prescribed boundary. This boundary may be deformable and may be imaginary.

If a system is defined as a particular quantity of matter, then the system always contains the same matter and there can be no transfer of mass across the boundary. However, if a system is defined as a region of space within a prescribed boundary, then matter may cross the system boundary. In order to distinguish between these two types of systems, the type that has no mass transfer across its boundary we call a closed system or control mass. An open system is a region of space within a boundary which matter may cross. This boundary may be moving. An open system is also called a control volume and its boundary is called a control surface.

| | | | |
|---|---|---|---|
| مازاد | Remainder | اگزوز، اضافه | exhaust |
| تخلیه کردن | Discharge | نسبت | ratio |
| سوخت | Fuel | سیستم ترمودینامیک | thermodynamic system |
| خروجی، بازده | Output | قابل تغییر شکل | deformable |
| تراکم | Compression | مرز | bourdary |
| فرضی | Imaginary | عبور کردن ، گذشتن | cross |
| انتقال | Transfer | سیستم باز | open system |
| توده | mass | سیستم بسته | closed system |

هر چیز خارج از مرز، محیط تلقی می‌شود. معمولا عبارت محیط به چیزهایی بیرون از سیستم که به نحوی با سیستم فعل و انفعال داخلی دارند یارفتار سیستم را تحت تاثیر قرار می دهند، محدود می‌شود.

یک مورد خاص از سیستم بسته، سیستم منزوی است. سیستم منزوی، سیستمی است که به هیچ نحوی با محیط خود فعل و انفعال انجام نمی‌دهد. توجه داشته باشید که سیستم منزوی باید یک سیستم بسته باشد زیرا نیاز به اینکه هیچ فعل و انفعالی از سیستم با محیطش انجام نشود مانع هر گونه انتقال توده‌ای از میان مرز سیستم می شود.

**سیستم های حقیقی و ایده ال**

در حل مشکلات فیزیکی ، اغلب توجهمان را نه بر روی سیستم های حقیقی در دست، بلکه بر روی برخی سیستم های ایده آل متمرکز می کنیم که شبیه سیستم های حقیقی هستند اما از آنها ساده ترند. بطور مثال، در محاسبه سود مکانیکی یک سیستم طناب و قرقره (سیستم حقیقی ) مرسوم است که با در نظر گرفتن قرقره‌های بی اصطکاک و طنابهای بی وزن و غیر کششی (سیستم ایده ال ) شروع کنیم. یک سیستم ایده آل از آن جهت با سیستم حقیقی متشابه متفاوت است که می توان آنرا کاملا بر حسب شاخصه‌های اندکی تعریف کرد. یک سیستم حقیقی شاخصه های بسیاری دارد که برخی از آنها بسیار وابسته به رفتار تحت مطالعه هستند، بسیاری از آنها غیرمادی هستند و برخی از آنها ممکن است دارای تاثیری ناشناخته و یا ناچیز باشند. سیستم ایده‌آل را می‌توان تنها برحسب آن شاخصه هایی که تاثیر زیادی بر رفتار سیستم حقیقی دارند تعریف کرد. آنگاه این سیستم ایده آل با این فرض که هیچ شاخصه ی سیستمی دیگری رفتار آن را مورد تاثیر قرار نمی دهد، تحلیل می شود.

Everything outside the system boundary is referred to as the surroundings. Usually the term surroundings is restricted to those things outside the system that in some way interact with the system or affect the behavior of the system.

A special case of a closed system is an isolated system. An isolated system is a system that in no way interacts with its surroundings. Notice that an isolated system must be a closed system, since the requirement that there be no interaction of the system with its surroundings prohibits any transfer of mass across the system boundary.

**Ideal and Actual Systems**

In solving physical problems, we often focus our attention not on the actual system at hand but instead on some idealized system which is similar to, but simpler than, the actual system. For example, in calculating the mechanical advantage of a system of ropes and pulleys (actual system), it is customary to start with the consideration of frictionless pulleys and weightless, nonstretching ropes (ideal system). An ideal system differs from the corresponding actual system in that it can be completely described in terms of a few characteristics. An actual system has many characteristics, some of which are highly pertinent to the behavio under study, many of which are immaterial, and some of which may have slight or unknown influence. The ideal system may be described in terms of only those characteristics that have a major influence on the actual system's behavior. Then this ideal system is analyzed under the assumption that no other system characteristics influence its behavior.

| | | | |
|---|---|---|---|
| surrounding | حیطه ، اطراف | mechanical | مکانیکی |
| interact | فعل و انفعال داشتن | advantage | سود، منفعت |
| affect | تاثیر گذاردن | rope | طناب |
| behavior | رفتار | pulley | قرقره |
| isolated system | سیستم منزوی ، سیتم ایزوله | frictionless | بی اصطکاک |
| ideal | ایده آل | weightless | بی وزن |
| actual | حقیقی | nonstretching | غیر کششی |

**خواص ، وضعیتها و فرآیندها**

خواص. خاصیت شاخصه ی قابل مشاهده‌ی یک سیستم است. نمونه های خاصیت، فشار، دما، ضریب کشسانی، حجم و گرانروی مکانیکی می باشند. هم چنین هر ترکیبی از شاخصه‌های قابل مشاهده از جمله، مثلاً محصول فشار و دما را خاصیت در نظر می گیریم. چنین خصوصیاتی را می توان به عنوان شاخصه های قابل مشاهده ی غیرمستقیم یک سیستم تلقی کرد. هر تعداد از چنین خصوصیاتی می توانند تعریف شوند اما تنها تعداد اندکی مفید می باشند. نوعی دیگر از خصوصیت نوعی است که مستقیما نمی توان آنرا مشاهده کرد و از طریق عملیات ریاضی بر روی دیگر خصوصیات بدست نمی آید، اما می توان آنرا تنها بوسیله قوانین ترمودینامیک تعریف کرد. دو نمونه از چنین خصوصیاتی ، انرژی داخلی و انتروپی، در ادامه معرفی خواهد شد.

وضعیتها. وضعیت یا شرایط یک سیستم توسط ارزش‌های خصوصیات آن تعیین می شود. از آنجاییکه روابط متعددی بین خصوصیات یک سیستم بخصوص وجود دارد، ارزشهای خصوصیات اندکی اغلب یک وضعیت را به طور کامل تعیین می کند زیرا تمام خصوصیات دیگر می توانند در این تعداد اندک تعیین شوند. به طور دقیق اینکه چه تعداد خصوصیت برای تعیین یک سیستم نیاز است بستگی به پیچیدگی آن سیستم دارد.

**Properties, States, and Processes**

Properties. A property is any observable characteristic of a system. Examples of properties are pressure, temperature, modulus of elasticity , volume, and dynamic viscosity. We also consider as properties any combination of observable characteristics such as , for example, the product of pressure and temperature. Such properties can be thought of as indirectly observable characteristics of a system. Any number of such properties can be defined, but only a few are useful. Another type of property is the kind which cannot be directly observed and cannot be obtained by mathematical operations on other properties but can be defined only by means of the laws of thermodynamics. Two such properties, internal energy and entropy, will be introduced later.

States. The state or condition of a system is specified by the values of its properties. Since there are numerous relationships among the properties of particular systems, the values of a few properties will often identify a state completely because all other properties can be determined in terms of these few. Precisely how many properties are required to specify the state of a system depends on the complexity of the system.

| | | | |
|---|---|---|---|
| property | خصوصیت | numerous | متعدد |
| state | وضعیت | value | ارزش |
| process | فرآیند | complexity | پیچیدگی |
| abservable | قابل مشاهده | identical | برابر |
| modulus of elasticity | ضریب کشسانی | equilibrium | تعادل |
| volume | حجم | external | بیرونی، خارجی |
| dynamic viscosity | گرانروی مکانیکی | stimulus | محرک |
| indirectly | به طور غیرمستقیم | precisely | به طور دقیق |
| directly | به طور مستقیم | Particular | بخصوص |
| mathematical | ریاضی | | |
| internal energy | انرژی داخلی | | |
| entropy | انتروپی | | |
| state | وضعیت | | |

If a system has the same values of its properties at two different times, the system is in identical states at these two times.

A system is said to be in an equilibrium state (or in equilibrium) if no changes can occur in the state of the system without the aid of an external stimulus.

**Processes.** A transformation of a system from one state to another is called a process. The path of the process is the series of states through which the system passes during the process. A cycle or cyclic process is a process (or a series of processes) which returns the system to the state it was in before the process began. The properties of the system vary during a cycle, but at the completion of a cycle all properties have been restored to their initial values. In other words, the net change in a property is zero for any cycle. This is concisely stated by

$$\oint dx = 0 \qquad (1)$$

where x is any property and the symbol $\oint$ indicates integration around a cycle.

**Point and path functions**

By definition, the properties of a system are characteristics that we can directly or indirectly observe while the system is in any given state. The system may have reached that state by means of any one of an infinite number of different processes, but the properties of the system in that state are independent of the history of the system.

اگر یک سیستم ارزشهای یکسانی را از خصوصیاتش در دو دفعه‌ی متفاوت داشته باشد، سیستم در این دو دفعه در وضعیت برابر می‌باشد. اگر هیچ تغییری بدون کمک یک محرک بیرونی نتواند در یک سیستم رخ دهد گفته میشود که آن سیستم در وضعیت تعادل است.

**فرآیندها**. تغییر شکل یک سیستم از وضعیتی به وضعیت دیگر یک فرآیند نامیده می شود. مسیر یک فرآیند مجموعه وضعیتهایی است که سیستم در طول فرآیند آنها را می پیماید. چرخه یا فرآیند چرخه‌ای، فرآیند (یا مجموعه ای از فرآیند ها) است که سیستم را به وضعیتی که قبل از شروع فرآیند در آن بود باز می گرداند. خصوصیات یک سیستم در طول یک چرخه تغییر می کنند، اما در اتمام یک چرخه تمام خصوصیات به ارزش ابتدایی خود بازگردانده می شوند. به عبارت دیگر، تغییر خالص در یک خصوصیت برای هر چرخه صفر است. این مطلب دقیقا بیان می شود از طریق

$$\oint dx = 0$$

که در آن x خواص است و نشان $\oint$ تجمع را پیرامون یک چرخه نشان می دهد.

**توابع مسیر و نقطه ای**

طبق تعریف، خصوصیات یک سیستم شاخصه‌هایی هستند که مستقیم یا غیر مستقیم می‌توانیم آنرا در حالیکه سیستم در هر وضعیتی است مشاهده کنیم. سیستم ممکن است بوسیله هر یک از تعداد نامحدود فرآیندهای متفاوت به آن وضعیت رسیده باشد، اما خواص سیستم در آن وضعیت مستقل از پیشینه سیستم می‌باشند.

| | | | |
|---|---|---|---|
| process | فرآیند | net change | تغییر خالص |
| transformation | تغییر شکل | integration | تجمع |
| path | مسیر، راه | observe | مشاهده کردن |
| pass | عبور کردن | infinite | نامحدود |
| cyclic process | فرآیند چرخه ای | Function | تابع |
| cycle | چرخه | property | خاصیت |
| completion | تکامل ، اتمام | | |
| restore | بازگشتن | | |