

مقدمه مولفین

شما ، سال ها درس خوانده اید و امروز با نگاه به گذشته ، رنج ها و صبوری هایی که داشته اید را به یاد می آورید. حال تنها یک چیز می تواند آن همه مرارت و سخت کوشی را جبران کند، و آن استخدام و مشغول شدن به شغل دلخواه و مرتبط با رشته تحصیلی شما است. چیزی که در این سال ها شاید بیش از هر مورد دیگری جوانان تحصیل کرده را رنجانده است. البته باید به این واقعیت تاسف بار اشاره نمود که بسیاری افرادی که جز دلخوشی به مدرک تحصیلی شان که غالبا از دانشگاه های ضعیف بوده و در مدت تحصیل نیز جز وقت گذرانی و هدر دادن هزینه های زیاد هیچ گذشته ای را در ذهن خود نمی بینند و اکنون نیز به تندی وزارت نفت و ساختار استخدامی آن را زیر سوال برده بدون آنکه لحظه ای منطقی در پیش وجدان خویش خلوت کنند و ببینند از رشته ای که در آن تحصیل کرده اند چه چیزی می دانند؟!!!

اما روی سخن ما در اینجا با افرادی است که همواره تلاش نموده اند و به واقع تحصیل علم نموده و اکنون منتظر فصل برداشت زحمات خود هستند...

در مجموعه پیش رو درسنامه ای منحصر بفرد بصورت کاملا مفید و موثر ویژه مهندسين شیمی تالیف شده است تا ان شاءالله مخاطبین و متقاضیان آزمون استخدامی را از مطالعه کتب دیگر بی نیاز نماید.

به امید روزی که پیوند دانشگاه ها و مراکز علمی کشور با صنعت کشور به خصوص صنایع نفت، گاز و پتروشیمی، با هدف سازندگی و پیشرفت میهن عزیزمان ایران، هرچه بیش تر و بهتر انجام پذیرد.

با آرزوی موفقیت روزافزون

گروه مولفین:

دکتر محمد حسین اقبال احمدی – میلاد مقصودی اکبری

پاییز ۱۳۹۸

فهرست مطالب

بخش اول ترمودینامیک

۱- تعاریف و مفاهیم مقدماتی	۱۱
۲- خواص ترمودینامیکی ماده خالص	۱۴
۳- قانون اول ترمودینامیک	۱۶
۴- قانون اول ترمودینامیک برای حجم کنترل	۲۰
۵- قانون دوم ترمودینامیک	۲۳
۶- آنتروپی سیستم و قانون دوم ترمودینامیک	۲۵
۷- قانون دوم ترمودینامیک و آنتروپی حجم کنترل	۲۷
۸- سیکل های عملی ترمودینامیکی	۲۸
۹- بررسی رفتار P-V-T اجسام خالص از طریق معادلات حالت	۳۱
۱۰- خواص ترمودینامیکی و روابط بین آنها	۳۳
۱۱- خواص ترمودینامیکی مخلوط های همگن	۳۷
۱۲- تعادل	۴۶

بخش دوم: مکانیک سیالات

۱- مفاهیم مقدماتی و خواص سیال	۵۷
۲- استاتیک سیالات	۵۹
۳- سینماتیک سیالات	۶۲
۴- دینامیک جریان غیر لزج (معادله برنولی)	۶۴
۵- دینامیک جریان لزج (روش انتگرالی)	۶۵
۶- دینامیک جریان لزج، روش دیفرانسیلی	۶۷
۷- فصل هفتم آنالیز ابعادی و تشابه	۶۸
۸- جریان داخلی	۷۰
۹- جریان لزج خارجی	۷۳

بخش سوم: انتقال حرارت

۱- مفاهیم اولیه	۷۹
۲- رسانش حرارتی	۸۲
۳- رسانش یک بعدی پایا	۸۳

- ۴- هدایت دو بعدی ۸۷
- ۵- رسانش گذرا (ناپایا) ۸۹
- ۶- مفاهیم اولیه جابجایی ۹۰
- ۷- جابجایی در جریان خارجی ۹۲
- ۸- جابجایی داخلی ۹۴
- ۹- تابش ۹۵
- ۱۰- جوشش و چگالش ۹۷

بخش چهارم: انتقال جرم

- ۱- عملیات انتقال جرم ۱۰۱
- ۲- نفوذ مولکولی ۱۰۳
- ۳- ضرایب انتقال جرم ۱۱۳
- ۴- انتقال جرم بین فازها ۱۲۴
- ۵- دستگاه‌های گاز - مایع ۱۳۱
- ۶- جذب گاز ۱۴۳

بخش پنجم: عملیات واحد

- ۱- تقطیر ۱۴۹
- ۲- استخراج مایع مایع ۱۵۶
- ۳- تبخیر ۱۶۴
- ۴- عملیات مرطوب سازی ۱۶۹
- ۵- خشک کردن ۱۷۲
- ۶- جذب سطحی ۱۷۶
- ۷- سایر عملیات‌های انتقال جرم ۱۷۸

بخش اول

ترمودینامیک

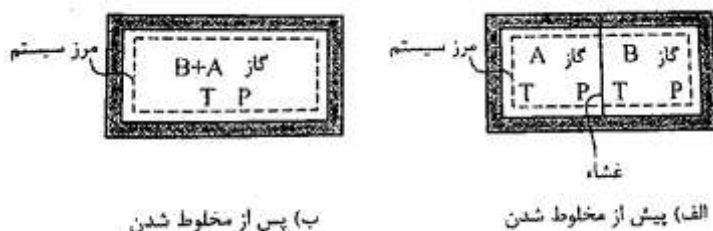
۱- تعاریف و مفاهیم مقدماتی

ریشه کلمه ترمودینامیک از واژه های یونانی ترم به معنی گرما و دینامیک به معنی نیرو گرفته شده است. به طور کلی می توان گفت که ترمودینامیک با انرژی و نحوه تبدیل آن به شکل های مختلف سرو کار دارد. این تغییر و تبدیل ها مقید به پیروی از قانون ترمودینامیکی هستند.

سیستم و حجم کنترل

یکی از مهم ترین مراحل در تحلیل ترمودینامیکی تعریف و توصیف دقیق موجودیتی است که قرار است تحلیل شود. این امر مهم صرفاً به ترمودینامیک محدود نمی شود. سیستم ترمودینامیکی که نقشی مشابه دیاگرام آزاد در قانون دوم نیوتن را ایفاء می کند عبارت است از جرم مشخص شده ای از ماده با مرز تعریف شده که در طول فرآیند ترمودینامیکی مورد تحلیلی، از مرز تعریف شده جرمی عبور نکند. سیستم می تواند ساده مانند گاز داخل یک مخزن یا پیچیده مانند مجموعه یخچال باشد. مرز سیستم میتواند تغییر شکل دهد (منبسط یا منقبض بشود) ماهیت ماده داخل سیستم می تواند تغییر شکل دهد.

فرآیند مخلوط شدن دو گاز غیر همجنس را در نظر بگیرید که در ابتدا توسط یک غشاء در داخل مخزن از همدیگر جدا هستند، پس از برداشتن غشاء با یکدیگر مخلوط می شوند. در تحلیل چنین فرآیندی انتخاب جرم A و جرم B در ابتدای فرآیند به عنوان سیستم، کار درستی نیست، چرا که در طی فرآیند مخلوط شدن، جرم از مرز تعریف شده برای سیستم عبور کرده است. البته انتخاب مجموعه A و B در ابتدای فرآیند به عنوان سیستم اشکالی ندارد زیرا در طول فرآیند جرمی از مرز این سیستم عبور نمی کند.



در برخی از فرآیندهای ترمودینامیکی تعریف سیستم به سادگی امکان پذیر نیست برای مثال در باز کردن شیر روی مخزن حاوی گاز فشرده، گاز از مخزن تخلیه شده و وارد فضای اطراف می شود. تمایل اولیه این است که جرم داخل مخزن در ابتدای فرآیند به عنوان سیستم در نظر گرفته شود اما این انتخاب خالی از اشکال نیست چرا که در طول فرآیند، مرز سیستم به سادگی قابل ردیابی نیست بنابراین از موجودیت دیگری برای تحلیل ترمودینامیکی استفاده می شود که به آن حجم کنترل یا سیستم باز گفته می شود. حجم کنترل عبارت است از حجم تعریف شده با مرز مشخص حول یک دستگاه که در آن می تواند جریان جرم وجود داشته باشد. به هرآنچه که در خارج از مرز تعریف شده برای سیستم یا حجم کنترل قرار دارد پیرامون گفته می شود.

خاصیت ترمودینامیکی و حالت ترمودینامیکی

برای تحلیل یک فرآیند ترمودینامیکی ابتدا باید وضعیت موجود سیستم تعریف شده را با استفاده از مختصه‌هایی مشخص کرد. در ترمودینامیکی به وضعیت ترمودینامیکی حال و به مختصه‌ها، خواص ترمودینامیکی گفته می‌شود.

خواص ترمودینامیکی به دو دسته گسترده و متمرکز (شدتی) تقسیم‌بندی می‌شوند خواص گسترده روی اجزای یک سیستم جمع‌پذیر هستند، به این صورت که اگر یک سیستم به چند قسمت تقسیم شود مجموع خاصیت گسترده در هر یک از قسمت‌ها برابر خاصیت کل سیستم خواهد بود. مانند حجم، جرم، انرژی.

خواص متمرکز روی اجزاء سیستم جمع‌پذیر نیستند مانند دما و فشار. به توصیف دیگر خواص گسترده خواصی هستند که به مقدار جرم ماده یا سیستم وابسته اند در حالیکه خواص متمرکز این وابستگی را ندارند. با تقسیم کردن یک خاصیت گسترده سیستم بر مقدار جرم آن، خاصیت متمرکز متناظر آن خاصیت گسترده به دست می‌آید. برای مثال خاصیت متمرکز متناظر حجم V ، حجم مخصوص $v = \frac{V}{m}$ است.

برای تعیین حالت یک ماده خالص لازم است دو خاصیت ترمودینامیکی متمرکز مستقل از هم مشخص شود. مستقل بودن به این معنی است که تابع یکدیگر نباشند که با دانستن یکی، دیگری نیز معلوم شود یکی از شرایطی که در آن دو خاصیت به هم وابسته می‌شوند مخلوط‌های دو فاز است که در این شرایط دما و فشار دو خاصیت وابسته هستند.

تعادل ترمودینامیکی

در ترمودینامیک، یک سیستم هنگامی در تعادل است که اگر ایزوله شود، هیچ گونه تغییری در خواص ترمودینامیکی نقاط درونی آن با گذشت زمان مشاهده نشود.

شرایط پایا به شرایطی گفته می‌شود که در آن خواص ترمودینامیکی سیستم با زمان تغییر نمی‌کند، علاوه بر این سیستم با پیرامونش تبادل انرژی دارد.

اگر دو جسم با جسم سومی در شرایط تعادل گرمایی باشند، این دو جسم نیز با یکدیگر در شرایط تعادل گرمایی خواهند بود بیان قانون صفرم ترمودینامیک می‌باشد.

نکته: اگر n یک خاصیت باشد، دیفرانسیل آن کامل است.

نکته: تغییر خواص ترمودینامیکی مستقل از مسیر فرآیند معمولاً (خواص ترمودینامیکی تابع حالت می‌باشند) اما Q و W تابع مسیر می‌باشند.

نکته: تغییر خواص ترمودینامیکی در سیکل صفر است.