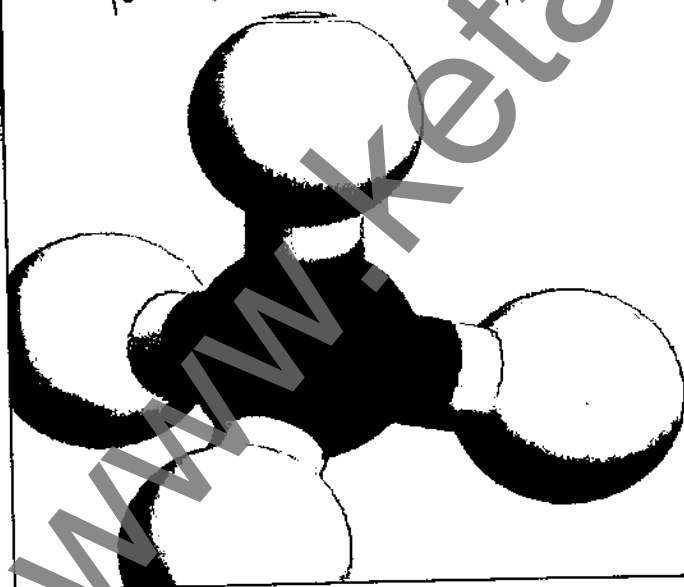


اسمیت ون نس ایت

ترمودینامیک مهندسی شیمی

جلد دوم

ویرایش هفتم



مهندس محمود ثنائی زاده

ویراسته: اختر رجبی



نویسندگان

سرشناسه : اسمیت، جوزف ماگ، ۱۹۱۶ - م.
 Smith, Joseph Mauk
 عنوان و نام پدیدآور : ترمودینامیک مهندسی شیمی/جی. ام. اسمیت، ایچ. سی. وننس، ام. ام. ایت؛ ترجمه محمود ثنائی زاده.
 مشخصات نشر : تهران، نوپردازان، ۱۳۹۱.
 مشخصات ظاهری : آ.ج.
 شابک : 978-964-975-176-4 دور؛ 978-964-975-144-3 ج ۱؛ 978-964-975-164-1 ج ۲.
 وضعیت فهرست نویسی : فیا
 یادداشت : عنوان اصلی، Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, 7th ed, c2005.
 عنوان دیگر : درآمدی بر ترمودینامیک مهندسی شیمی
 موضوع : ترمودینامیک
 موضوع : مهندسی شیمی
 شناسه افزودنی : وننس، هندریک، نویسنده همکار Van Ness, Hendrick C.
 شناسه افزودنی : ایت، مایکل، Abbott, Michael M.
 شناسه افزودنی : ثنائی زاده، محمود، ۱۳۵۵ - مترجم
 رده بندی کنگره : ۱۳۹۰ ۵۴۴/۲/TP1۵۵
 رده بندی دیویی : ۶۶۰/۲۹۶۹
 شماره کتابشناسی ملی : ۲۵۶۵-۲۸۰



نوپردازان

ترمودینامیک مهندسی شیمی جلد دوم

اسمیت - وننس - ایت

محمود ثنائی زاده

اختر رجایی

نوپردازان

وزیری

اول

پاییز ۱۳۹۱

۲۰۰۰

۶۵۶

۹۷۸-۹۶۴-۹۷۵-۱۶۴-۱

۹۷۸-۹۶۴-۹۷۵-۱۷۶-۴

۱۵۰۰۰ تومان

نورنگ

طرف

کتاب
تألیف
ترجمه
ویراسته
قلمرو
تألیف
توسعه
تاریخ
تیراژ
صفحات
شابک
شابک دوره
قیمت
لیبرگرافی
چاپ مصطفی

این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر، نشر یا پخش کند، مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

کتابیران: تهران، میدان انقلاب، ابتدای خیابان آزادی، خیابان دکتر قریب، بعد از فرصت شیرازی، پلاک ۷، تلفن: ۱۸-۶۶۵۶۶۵-۹
 WWW.Ketabiran.ir
 نوپردازان: تهران، خیابان لبافی نژاد، بین اردیبهشت و فروردین، پلاک ۲۳۸، تلفن: ۶۶۴۱۴۲۷۴-۶۶۴۱۴۵۱۵-۶۶۴۱۱۱۷۳-۶۶۴۹۴۴۰۹

در جستجوی نظم:

شرکت مک‌گرو هیل، مجموعه مهندسی شیمی

بیش از هشتاد سال قبل، پانزده مهندس شیمی برجسته در نیویورک گرد هم آمدند تا برای حرفه‌شان که به سرعت در حال رشد بود کتاب‌های پی در پی را طرح ریزی کنند. از بخش فعالان صنعت پیشگامانی همچون لئو اچ. هیک، آرتور دی. لیتل، چارلز ال. ریز، جان وی. این. دُر، ام. سی. ویتاکی، و آر. اس. مک‌براید آمدند. از دانشگاه‌ها مربی‌های برجسته‌ای همچون ویلیام اچ. واکر، آلفرد اچ. وایت، دی. دی. جکسون، جی. اچ. جیمز، وارن کی. لويس، و هاری، ای کورتیس آمدند. سپس اچ. سی. پارملی که بعداً ویراستار کتاب‌های مهم مهندسی شیمی و مواد شد، به عنوان رئیس و پس از آن اس. دی. کریکاتریک به عنوان دبیر، جلسه را برگزار کردند.

پس از چند نشست، در سپتامبر ۱۹۲۵ این کمیته گزارش خود را به شرکت نشر مک‌گرو هیل داد. در این گزارش مشخصات مفصلی از یک سری همبسته با بیش از دوازده کتاب درسی و کتاب مرجع گنجانده شده بود که مجموعه مهندسی شیمی انتشارات مک‌گرو هیل شد و به ترتیب اساس دروس شیمی را تشکیل دادند.

پس از این آغاز، یک مجموعه کتاب درسی چاپ شد، و با تشکیل هیئت تحریریه، گسترش این موضوع و عمر طولانی برای آن متصور شد. مجموعه مک‌گرو هیل در زمینه مهندسی شیمی به عنوان یک پیشینه تاریخی منحصر به فرد از پیشرفت و توسعه آموزش و کاربرد مهندسی شیمی قرار گرفت. در این مجموعه می‌توان مراحل تکامل را به صورت موضوعی یافت که عبارت‌اند از: شیمی صنعتی، استوکیومتری، عملیات واحد و فرایندها، ترمودینامیک، سینتیک، و عملیات انتقال.

کتاب‌های درسی نظیر عملیات واحد مهندسی شیمی تألیف مک‌کیت، مقدمه‌ای بر ترمودینامیک مهندسی شیمی تألیف اسمیت، طراحی کارخانه و برآورد اقتصادی برای مهندسان شیمی تألیف پیترز، اصولی را به نسل‌هایی از دانشجویان و محققان آموزش داده‌اند که کلید موفقیت در مهندسی شیمی به شمار می‌روند. جوان دو پابلو، جی. شپیر، و رچینا مورفی، گروه بعدی نویسندگان کلاسیک مک‌گرو هیل هستند که دانشجویان سراسر جهان را در جهت رسیدن به سوی آخرین پیشرفت‌های مهندسی شیمی سوق خواهند داد.

مهندسی شیمی حرفه‌ای پویاست و رشد کتاب‌های آن ادامه دارد. مک‌گرو هیل با ویراستارهای مقیم و مشاور خود به نام‌های ادواردو گیلانت (رئیس دانشگاه پنسیلوانیا)، مایکل کلاین (رئیس دانشگاه راجرز)، و توماس ادگار (استاد دانشگاه تگزاس در آستین) به سیاست‌نشری که نیازهای حرفه مهندسی شیمی جهانی را در سراسر سال‌های پیش رو برآورده می‌سازد، متعهد مانده است.

فهرست مطالب

۱	تولید توان از گرما	فصل ۸
۲	نیروگاه بخاری	۱۸
۱۵	موتورهای درون سوز	۲۸
۲۴	موتورهای جست موتورهای واکت	۳۸
۳۳	سردسازی و مایع سازی	فصل ۹
۳۳	سردساز کارنو	۱.۹
۳۴	چرخه تراکمی تبخیری	۲.۹
۳۸	انتخاب سیال سردساز	۳.۹
۴۱	سردسازی جذبی	۴.۹
۴۴	پمپ گرما	۵.۹
۴۵	فرایندهای مایع سازی	۶.۹
۵۹	تعادل بخار/مایع	فصل ۱۰
۶۰	ماهیت تعادل	۱.۱۰
۶۱	قانون فاز. قضیه دوهم	۲.۱۰
۶۲	VLE: رفتار کیفی	۳.۱۰
۷۱	مدل‌های ساده برای تعادل بخار/مایع	۴.۱۰
۸۴	VLE براساس قانون اصلاح شده رانول	۵.۱۰
۸۹	VLE براساس روابط K-مقدار	۶.۱۰

فصل ۱۱ ترمودینامیک محلول: نظریه

۱۰۷	
۱۰۸	۱.۱۱ رابطه خاصیت بنیادی.....
۱۰۹	۲.۱۱ پتانسیل شیمیایی و تعادل فازی.....
۱۱۱	۳.۱۱ خواص جزئی.....
۱۲۴	۴.۱۱ مدل مخلوط گاز ایده آل.....
۱۲۸	۵.۱۱ فوگاسیته و ضریب فوگاسیته: گونه خالص.....
۱۳۶	۶.۱۱ فوگاسیته و ضریب فوگاسیته: گونه‌های موجود در محلول.....
۱۴۴	۷.۱۱ روابط تعمیم یافته برای ضریب فوگاسیته.....
۱۴۸	۸.۱۱ مدل محلول ایده آل.....
۱۵۱	۹.۱۱ خواص اضافی.....

فصل ۱۲ ترمودینامیک محلول: کاربردها

۱۷۳	
۱۷۳	۱.۱۲ خواص فاز مایع بر اساس داده‌های VLE.....
۱۹۱	۲.۱۲ مدل‌های انرژی گیس اضافی.....
۱۹۶	۳.۱۲ تغییرات خواص ناشی از اختلاط.....
۲۰۳	۴.۱۲ آثار گرمایی فرایندهای اختلاط.....

فصل ۱۳ تعادل واکنش شیمیایی

۲۳۷	
۲۳۸	۱.۱۳ مختصه واکنش.....
۲۴۳	۲.۱۳ کاربرد معیار تعادل برای واکنش‌های شیمیایی.....
۲۴۴	۳.۱۳ تغییر انرژی گیس معیار و ثابت تعادل.....
۲۴۷	۴.۱۳ اثر دما بر ثابت تعادل.....
۲۵۱	۵.۱۳ تعیین ثابت‌های تعادل.....
۲۵۴	۶.۱۳ رابطه ثابت‌های تعادل با ترکیب.....
۲۵۹	۷.۱۳ میزان تبدیل تعادلی برای واکنش‌های تکی.....
۲۷۳	۸.۱۳ قانون فاز و قضیه دوهم برای سیستم‌های واکنشی.....
۲۷۸	۹.۱۳ تعادل واکنش‌های چندگانه.....
۲۹۱	۱۰.۱۳ پیل‌های سوختی.....

۳۱۱	فصل ۱۴ موضوعاتی پیرامون تعادل های فاز
۳۱۱	۱.۱۴ فرمول بندی گاما/فی (PHI) برای محاسبات VLE
۳۲۶	۲.۱۴ محاسبات VLE بر اساس معادلات حالت درجه سوم
۳۴۸	۳.۱۴ تعادل و پایداری
۳۵۶	۴.۱۴ تعادل مایع/مایع (LLE)
۳۶۶	۵.۱۴ تعادل بخار/مایع/مایع (VLLE)
۳۷۵	۶.۱۴ تعادل جامد/مایع (SLE)
۳۸۰	۷.۱۴ تعادل جامد/بخار (SVE)
۳۹۵	۸.۱۴ جذب سطحی تعادلی گازها روی جامدات
۴۰۶	۹.۱۴ تعادل اسمزی و فشار اسمزی
۴۲۳	فصل ۱۵ تحلیل ترمودینامیکی فرایندها
۴۲۳	۱.۱۵ تحلیل ترمودینامیکی فرایندهای جریان در حالت پایا
۴۳۷	فصل ۱۶ مقدمه ای بر ترمودینامیک مولکولی
۴۳۷	۱.۱۶ نظریه مولکولی سیالات
۴۴۵	۲.۱۶ ضرایب دوم و بریال بر اساس توابع پتانسیل
۴۴۹	۳.۱۶ انرژی داخلی گازهای ایده آل از دیدگاه ماکروسکوپی
۴۵۲	۴.۱۶ خواص ترمودینامیکی و مکانیک آماری
۴۵۵	۵.۱۶ پیوند هیدروژنی و کمپلکس سازی انتقال بار
۴۵۹	۶.۱۶ رفتار خواص اضافی
۴۶۳	۷.۱۶ مبنای مولکولی رفتار مخلوط
۴۶۸	۸.۱۶ VLE بر اساس شبیه سازی مولکولی
۴۷۳	پیوست الف ضرایب تبدیل و مقادیر ثابت گاز
۴۷۶	پیوست ب خواص گونه های خالص
۴۸۲	پیوست ج ظرفیت های گرمایی و تغییرات خواص تشکیل

پیوست د	برنامه‌های رایانه‌ای نمونه	۴۹۰
۱.د	توابع تعریف شده	۴۹۰
۲.د	حل مسائل نمونه توسط MATHCAD®	۴۹۳
پیوست ه	جدول‌های رابطه تعمیم‌یافته لی/کسلر	۴۹۷
پیوست و	جدول‌های بخار آب	۵۳۰
۱.و	درز یابی	۵۳۰
پیوست ز	نمودارهای ترمودینامیکی	۶۰۸
پیوست ح	روش UNIFAC	۶۱۱
پیوست ط	روش نیوتن	۶۱۸
واژه‌نامه		۶۲۳
نمایه		۶۳۱

فهرست نمادها

مساحت	A
انرژی ملمهولتز مولی یا ویژه $U-TS \equiv$	A
پارامتر، معادلات تجربی، برای مثال در معادلات (۴.۴)، (۷۶.۶)، و (۱۴.۱۲)	A
شتاب	a
مساحت مولی، فاز جذب شده	a
پارامتر، معادلات حالت درجه سوم	a
پارامتر جزئی، معادلات حالت درجه سوم	$\bar{a}_i$
ضریب دوم ویریال، بسط نسبت به چگالی	B
پارامتر، معادلات تجربی، برای مثال در معادلات (۴.۴)، (۷۶.۶)، و (۱۴.۱۲)	B
ضریب دوم ویریال کاهش یافته، که در معادله (۶۲.۳) تعریف شده است	$\hat{B}$
ضریب دوم ویریال، بسط نسبت به فشار	B'
توابع، رابطه تعمیم یافته ضریب دوم ویریال	B^1, B^*
برهم کنش ضریب دوم ویریال	B_{ij}
پارامتر، معادلات حالت درجه سوم	b
پارامتر جزئی، معادلات حالت درجه سوم	$\bar{b}_i$
ضریب سوم ویریال، بسط نسبت به چگالی	C
پارامتر، معادلات تجربی، برای مثال معادلات (۴.۴)، (۷۶.۶)، و (۱۴.۱۲)	C
ضریب سوم ویریال، بسط نسبت به فشار	C'
ضریب سوم ویریال کاهش یافته، که در صفحه ۱۲۴ تعریف شده است.	$\hat{C}$
توابع، رابطه تعمیم یافته ضریب سوم ویریال	C^1 و C^*
ظرفیت گرمایی مولی یا ویژه، فشار ثابت	C_p
ظرفیت گرمایی مولی یا ویژه، حجم ثابت	C_v
ظرفیت گرمایی حالت معیار، فشار ثابت	C_p^*
تغییر ظرفیت گرمایی معیار واکنش	ΔC_p^*
ظرفیت گرمایی میانگین، محاسبات آنتالپی	$\langle C_p \rangle_H$
ظرفیت گرمایی میانگین، محاسبات آنتروپی	$\langle C_p \rangle_S$
ظرفیت گرمایی معیار میانگین، محاسبات آنتالپی	$\langle C_p^* \rangle_H$
ظرفیت گرمایی معیار میانگین، محاسبات آنتروپی	$\langle C_p^* \rangle_S$
سرعت صوت	c
ضریب چهارم ویریال، بسط نسبت به چگالی	D
پارامتر، معادلات تجربی، برای مثال معادلات (۴.۴) و (۷۷.۶)	D

D'	ضریب چهارم ویربال، بسط نسبت به فشار
E_i	سطح انرژی
E_K	انرژی جنبشی
E_p	انرژی پتانسیل ثقلی
F	درجه آزادی، قانون فاز
F	نیرو
$\mathcal{F}$	ثابت فاراده
f_i	فوکاسیته گونه i
f_i°	فوکاسیته حالت معیار
$\hat{f}_i$	فوکاسیته گونه i در محلول
G	انرژی گیس مولی یا ویژه $H - TS$
G_i°	انرژی گیس حالت معیار گونه i
$\bar{G}_i$	انرژی گیس جزئی گونه i در محلول
G^E	انرژی گیس اضافی $G - G^{id}$
G^R	انرژی گیس باقیمانده $G - G^{is}$
ΔG	تغییر انرژی گیس اختلاط
ΔG°	تغییر انرژی گیس معیار واکنش
ΔG_f°	تغییر انرژی گیس معیار تشکیل
g	شتاب ثقل محلی
g_c	ثابت ابعادی $g_c = (lb_m)(ft)(s)^{-1} = 32.174$
g_i	واکنشی
H	آنتالپی مولی یا ویژه $U + PV$
$\mathcal{H}_i$	ثابت هنری گونه i در محلول
H_i°	آنتالپی حالت معیار گونه خالص i
$\bar{H}_i$	آنتالپی جزئی گونه i در محلول
H^E	آنتالپی اضافی $H - H^{id}$
H^R	آنتالپی باقیمانده $H - H^{is}$
$(H^R)^\circ, (H^R)^1$	توابع، رابطه تعمیم یافته آنتالپی باقیمانده
ΔH	تغییر آنتالپی ("گرما") در اختلاط؛ همچنین گرمای نهان انتقال فاز
$\widetilde{\Delta H}$	گرمای انحلال
ΔH°	تغییر آنتالپی معیار واکنش
ΔH_p°	گرمای واکنش معیار در دمای مبنای T_p
ΔH_f°	تغییر آنتالپی معیار تشکیل
h	ثابت پلانک
I	بیانگر انتگرال، برای مثال در معادلات (۶۵،۶)
I	پتانسیل یونش اول
K_j	ثابت تعادل واکنش شیمیایی j

نسبت تعادل بخار/مایع گونه i $y_i/x_i \equiv i$	K_i
ثابت بولتزمن	k
جزء مولی سیستم مایع	$\mathcal{L}$
طول	l
پارامتر برهم کنش معادله حالت، معادله (۱۰۱.۱۴)	l_{ij}
عدد ماخ	M
جرم مولی (وزن مولکولی)	M
مقدار مولی یا ویژه، خاصیت ترمودینامیکی مقداری	M
خاصیت جزئی گونه i در محلول	$\bar{M}_i$
خاصیت اضافی $M - M^{id} =$	M^E
خاصیت باقیمانده $M - M^{ig} =$	M^R
تغییر خاصیت اختلاط	ΔM
تغییر خاصیت معیار واکنش	ΔM°
تغییر خاصیت معیار تشکیل	ΔM_f°
جرم	m
آهنگ جریان جرمی	$\dot{m}$
تعداد گونه‌های شیمیایی، قانون فاز	N
عدد آووگادرو	N_A
تعداد مول‌ها	n
آهنگ جریان مولی	$\dot{n}$
تعداد مول حلال به تعداد مول حل‌شونده	$\bar{n}$
تعداد مول‌های گونه i	n_i
فشار مطلق	P
فشار حالت معیار	P°
فشار بحرانی	P_c
فشار کاهش یافته	P_r
توابع، رابطه تعمیم یافته بخار-فشار	P_r^1, P_r^*
فشار مینا	P_s
فشار جزئی گونه i	P_i
فشار بخار اشباع گونه i	P_i^{sat}
گرما	Q
آهنگ انتقال گرما	$\dot{Q}$
آهنگ جریان حجمی	q
پارامتر، معادلات حالت درجه سوم	q
بار الکتریکی	q
پارامتر جزئی، معادلات حالت درجه سوم	$\bar{q}_i$
ثابت جهانی گاز (جدول الف.۲)	R

نسبت تراکم	r
جداسازی درون مولکولی	r
تعداد واکنش‌های شیمیایی مستقل، قانون فاز	r
آنترپی مولی یا ویژه	S
آنترپی جزئی، گونه i در محلول	$\bar{S}_i$
آنترپی اضافی $\equiv S - S^{id}$	S^E
آنترپی باقیمانده $\equiv S - S^{ig}$	S^R
توابع، رابطهٔ تعمیم یافتهٔ آنترپی باقیمانده	$(S^R)^*$, $(S^R)'$
تولید آنترپی در مقدار واحد سیال	S_G
آهنگ تولید آنترپی	$\dot{S}_G$
تغییر آنترپی اختلاط	ΔS
تغییر آنترپی معیار واکنش	ΔS°
تغییر آنترپی معیار تشکیل	ΔS_f°
دمای مطلق، کلین یا رانکین	T
دمای بحرانی	T_c
دمای نقطهٔ جوش عادی	T_n
دمای کاهش یافته	T_r
دمای مبنا	$T_\circ$
دمای مطلق محیط	T_σ
دمای اشباع گونه i	T_i^{sat}
دما، °C یا (°F)	t
زمان	t
انرژی داخلی مولی یا ویژه	U
تابع پتانسیل دوتایی درون مولکولی	$\mathcal{U}$
سرعت	u
حجم مولی یا ویژه	v
جزء مولی سیستم بخار	v
حجم جزئی گونه i در محلول	$\bar{v}_i$
حجم بحرانی	v_c
حجم کاهش یافته	v_r
حجم اضافی $\equiv v - v^{id}$	v^E
حجم باقیمانده $\equiv v - v^{ig}$	v^R
تغییر حجم اختلاط؛ همچنین، تغییر حجم انتقال فاز	Δv
کار	w
آهنگ کار (توان)	$\dot{w}$
کار ایده‌آل	$w_{آی}$
آهنگ کار ایده‌آل	$\dot{w}_{آی}$

کار تلف شده	W	تلف شده
آهنگ کار تلف شده	$\dot{W}$	تلف شده
کار محوری در فرایند جریان	W_s	
توان محوری در فرایند جریان	$\dot{W}_s$	
جزء مولی گونه i ، فاز مایع یا عموم فازها	x_i	
کیفیت	x^*	
جزء مولی گونه i ، فاز بخار	y_i	
ضریب تراکم پذیری $PV/RT \equiv$	Z	
ضریب تراکم پذیری بحرانی $P_c V_c/RT_c \equiv$	Z_c	
توابع، رابطه تعمیم یافته ضریب تراکم پذیری	Z^1, Z^*	
تابع انراز	Z	
ضریب تراکم پذیری فاز جذب شده، که توسط معادله (۱۰۸.۱۴) تعریف شده است.	z	
ارتفاع بالای یک سطح	z	
جزء مولی کل یا جزء مولی در فاز جامد	z_i	
زیر نویس ها		
نشانه خاصیت ترمودینامیکی اضافی	E	
نشانه انتقال فاز از فاز جذب شده به بخار	av	
نشانه مقداری برای یک محلول ایده آل	id	
نشانه مقداری برای یک گاز ایده آل	ig	
نشانه فاز مایع	l	
نشانه انتقال فاز از مایع به بخار	lv	
نشانه خاصیت ترمودینامیکی باقیمانده	R	
نشانه فاز جامد	s	
نشانه انتقال فاز از جامد به مایع	sl	
نشانه مقدار کل یک خاصیت ترمودینامیکی مقداری	t	
نشانه فاز بخار	v	
نشانه مقداری در رقت بی نهایت	∞	
حروف یونانی		
تابع، معادلات حالت درجه سوم (جدول ۱.۳، صفحه ۱۱۸)	α	
قطبش پذیری	α	
به عنوان زیر نویس، برای تمایز فازها	β, α	
به عنوان زیر نویس، نشانه انتقال فاز از فاز α به فاز β .	$\alpha\beta$	
انبساط پذیری حجمی	β	
پارامتر، معادلات حالت درجه سوم	β	
ثابت انتگرال گیری	Γ_i	
نسبت ظرفیت های گرمایی C_p/C_v	γ	

γ_i	ضریب فعالیت، گونه i در محلول
δ	نمای پلی تروپ
ϵ	ثابت، معادلات حالت درجه سوم
ϵ	عمق چاه، تابع پتانسیل درون مولکولی
ϵ_e	گذردهی الکتریکی خلأ
ϵ	مختصه واکنش
η	بازده
κ	تراکم یذیری تک دما
Π	فشار انتشاری، فاز جذب شده
Π	فشار اسمزی
π	تعداد فازها، قانون فاز
μ	ضریب ژول/تاسون
μ	معان دو قطبی
μ_i	پتانسیل شیمیایی گونه i
ν_i	عدد استوکیومتری گونه i
ρ	چگالی مولی یا ویژه $\rho = 1/V$
ρ_c	چگالی بحرانی
ρ_r	چگالی کاهش یافته
σ	ثابت، معادلات حالت درجه سه
σ	قطر برخورد مولکولی
τ	نسبت دما T/T_c [در معادله (۷۷,۶) $T_c = 1 - \epsilon$]
Φ_i	نسبت ضرایب فوگاسیته، که توسط معادله (۲,۱۴) تعریف شده است.
ϕ_i	ضریب فوگاسیته، گونه خالص i
ϕ_i^*	ضریب فوگاسیته، گونه i در محلول
ϕ, ϕ^*	توابع، رابطه تعمیم یافته ضریب فوگاسیته
Ω, Ψ	ثابت‌ها، معادلات حالت درجه سوم
ω	ضریب خروج از مرکز
نشانه‌ها	
cv	به عنوان زیر نویس، نشانه یک حجم کنترل
fs	به عنوان زیر نویس، نشانه جریان‌های جاری
$\circ$	به عنوان زیر نویس، نشانه حالت معیار
-	زیر بار، نشانه یک خاصیت جزئی
.	زیر نقطه، نشانه آهنگ زمانی
$\wedge$	کلاه، نشانه خاصیت در محلول
Δ	عملگر تفاضل

سخن مترجم

کتابی که در اختیار دارید مجموعه جامع و کاملی از اصول و مبانی ترمودینامیک مهندسی شیمی است که علاوه بر مباحث نظری، ابعاد و جنبه‌های عملی و کاربردی ترمودینامیک را مورد توجه قرار می‌دهد. بر این اساس انتظار می‌رود پس از مطالعه آن، افق روشن‌تری از علم ترمودینامیک پیش روی دانشجویان و مهندسان باز شود.

در ترجمه کتاب سعی شده است تا حد امکان جایگزین‌های مناسبی برای لغات فنی انتخاب شود و در انتهای کتاب واژه‌نامه این لغات آورده شده است.

از همه عزیزانی که به طور مستمر در ترجمه کتاب همکاری داشته‌اند از جمله سرکار خانم مهندس نسرین حسینی طباطبایی و به خصوص ویراستار محترم کتاب سرکار خانم رجیبی تشکر و قدردانی می‌کنم.

شایسته است از زحمات فراوان آقای دکتر شاپور گهواره و همکارانشان کمال تشکر و سپاسگزاری را داشته باشیم.

مترجم بسیار سپاسگزار خواهد بود صاحب نظران، ارزش‌ها و نارسایی‌ها را یادآوری کنند تا در چاپ‌های بعدی تصحیح شود.

درباره مترجم

محمود ثنائی زاده

دانش آموخته رشته مهندسی شیمی است. وی در سال ۱۳۷۸ موفق به اخذ درجه کارشناسی از دانشگاه اصفهان شد و در سال ۱۳۸۰ کارشناسی ارشد مهندسی شیمی را از دانشگاه صنعتی شریف دریافت کرد.

بیش از یک دهه در بخش های مختلف مؤسسه های تحقیقاتی به عنوان کارشناس و مدیر پروژه در زمینه مهندسی شیمی فعالیت داشته است. حاصل این فعالیت ها به ثمر رسیدن پروژه های مختلف تحقیقاتی حتی در سطح ملی بوده است. علاوه بر فعالیت در مؤسسه های تحقیقاتی، در شرکت های مهندسی مشاور در زمینه طراحی و راه اندازی تجهیزات فرایندی و واحدهای شیمیایی در مقیاس های نیمه صنعتی و صنعتی همکاری داشته است.

ترمودینامیک، که یکی از موضوعات اصلی علم است، مبتنی بر قوانینی است که کاربرد جهانی دارند. دلیل عرضه این موضوع از دید مهندسی شیمی، یقین ما بر تدریس ترمودینامیک در متون برنامه درسی دانشجویان به طور بسیار گسترده و مؤثر است.

اگرچه این کتاب از نظر ماهیت مقدماتی است، مطالب آن نباید ساده انگاشته شوند. در واقع، راهی برای ساده کردن آن نیست، و دانشجوی ناآشنا با این موضوع در می یابد که کار تحقیقی درخور توجهی پیش روی اوست. مفاهیم جدید، واژه ها، و نمادها با سرعت شگفت انگیزی ظاهر می شوند و اینجاست که حافظه نقش مؤثری دارد. چالش بسیار بزرگتر، لزوم توسعه ظرفیتی برای استدلال و به-کارگیری اصول ترمودینامیک در حل مسائل عملی است. با وجود این که تحلیل ترمودینامیکی بدون عیب و نقص مشکل است، در حد امکان سعی شده است از پیچیدگی های ریاضیاتی غیر ضروری اجتناب شود. علاوه بر این با نوشتن جملات به صورت زمان حال و معلوم، دانشجویان به یادگیری ترغیب شده اند. فراهم کردن انگیزه لازم دشوار است، ولی هدف ما در این کتاب، همانند تمام ویرایش های قبلی، ارائه مطالب به صورتی قابل فهم برای تمام دانشجویانی است که با سخت-کوشی تمرین و ممارست می کنند.

دو فصل اول کتاب تعاریف اصلی و تعمیم قانون اول ترمودینامیک را ارائه می کنند. در فصل های ۳ و ۴ با ارائه رفتار فشار/حجم/دما برای سیالات و آثار گرمایی، امکان کاربرد قانون اول برای مسائل واقعی فراهم می شود. قانون دوم و برخی از کاربردهای آن در فصل ۵ بررسی می شود. بررسی خواص ترمودینامیکی سیالات خالص در فصل ۶، امکان کاربرد عمومی قانون اول و دوم را فراهم می سازد، و در فصل ۷ بررسی بیشتر فرایندهای جریان را ممکن می کند. فصل های ۸ و ۹ به تولید توان و فرایندهای سردسازی مربوط می شوند. مابقی کتاب، که درباره مخلوط سیالات است، به موضوعاتی در حوزه منحصر به فردی از ترمودینامیک مهندسی شیمی می پردازد. در فصل های ۱۱ و ۱۲ ترمودینامیک محلول به صورت نظری و عملی به تفصیل بررسی می شود. بالاخره در فصل ۱۳ در مورد تعادل واکنش شیمیایی بحث می شود. فصل ۱۴ به موضوع تعادل فاز، به همراه بررسی بیشتر تعادل بخار/مایع، و تعادل های جذب سطحی و اسمزی مربوط است. در فصل ۱۵ با مرور بخش عمده مطالب تجربی ترمودینامیک، به تحلیل ترمودینامیکی فرایندهای واقعی پرداخته می شود.

محتوای این ۱۵ فصل بیش از نیاز درسی در یک سال برای دوره کارشناسی است، و براساس محتوای سایر دروس باید فصل‌های لازم انتخاب و تدریس شوند. ۱۳ فصل اول شامل مباحثی است که به عنوان بخشی از هرگونه آموزش برای مهندسان شیمی ضروری به نظر می‌رسد. در جایی که فقط یک نیم سال تحصیلی ترمودینامیک مهندسی برگزار می‌شود، محتوای این ۱۳ فصل کفایت می‌کند. قوانین و اصول ترمودینامیک کلاسیک به هیچ مدل خاصی از ساختار ماده بستگی ندارد؛ آنها عاری از هرگونه ملاحظات مولکولی هستند. البته، رفتاری که ماده — گازها، مایعات، و جامدات — از خود نشان می‌دهد به ماهیت ویژه آن بستگی ندارد، و در فصل ۱۶، مقدمه‌ای بر ترمودینامیک مولکولی ارائه می‌شود، که در فصل‌های قبلی گهگاه به آن ارجاع شده است.

این کتاب چنان جامع است که هم برای دوره‌های تحصیلی و هم برای فعالیتهای حرفه‌ای مرجعی مفید است. اما برای پرور از حجیم شدن کتاب به گزینش سنجیده‌ای نیاز بوده است. بنابراین، به دسته‌ای از مباحث به خصوص، مگر موضوعات تخصصی، توجه زیادی شده است. کاربردهای پلیمرها، الکترولیت‌ها و بیومواد از جمله این موضوعها هستند.

بسیاری از افراد — دانشجویان، اساتید، و خوانندگان — به طرق مختلف به طور مستقیم یا غیر مستقیم در بهبود کیفیت این ویرایش هفتم نقش داشته‌اند، که ما مدیون آنها هستیم، و در اینجا از همه کسانی که از طریق پرسش و پیشنهاد، انتقاد و تشویق، طی بیش از ۵۵ سال که از تألیف و تکامل شش ویرایش این کتاب می‌گذرد، ما را یاری داده‌اند، سپاسگذاری می‌کنیم.

جی. ام. اسمیت

ایچ. سی. وکزینس

ام. ام. آبت