

شیمی فیزیک مواد

(شرح دروس و راهنمای حل مسائل)

تالیف:

دکتر محمد ابراهیم ابراهیمی

مهندس ویدا سلیمانی

سرشناسه: ابراهیمی، محمدابراهیم
 عنوان و نام پدیدآور: شیمی فیزیک مواد: (شرح دروس و راهنمای حل مسائل)/
 تألیف محمدابراهیم ابراهیمی، ویدا سلیمانی.
 مشخصات نشر: تهران: دانش پویان جوان، ۱۳۸۹.
 مشخصات ظاهری: ۱۷۵ ص.: جدول، نمودار
 شابک: ۳۳۰۰۰ ریال: 978-600-5376-37-1
 وضعیت فهرست‌نویسی: فیبا
 یادداشت: کتابنامه: ص. ۱۷۵.
 موضوع: شیمی فیزیک
 موضوع: شیمی فیزیک - مسائل، تمرین‌ها و غیره (عالی)
 موضوع: ترمودینامیک
 موضوع: ترمودینامیک - مسائل، تمرین‌ها و غیره (عالی)
 شناسنامه افزوده: سلیمانی، ویدا
 رده‌بندی کنگره: ۱۳۸۹ ش ۹۱۶ الف/۴۵۳/۲ QD
 رده‌بندی دیویی: ۵۴۱/۳
 شماره کتابشناسی ملی: ۱۹۸۰۱۷۶

نام کتاب: شیمی فیزیک مواد (شرح دروس و راهنمای حل مسائل)
 تألیف: دکتر محمدابراهیم ابراهیمی، مهندس ویدا سلیمانی
 ناشر: دانش پویان جوان
 چاپ اول: ۱۳۸۹
 تیراژ: ۲۰۰۰ نسخه
 لیتوگرافی: امام سجاد (ع)
 قیمت: ۳۳۰۰۰ ریال
 پخش: دانش پویان جوان. تهران: ۸۹۱۰۸۱۴
 شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۳۷۶-۳۷-۱ ISBN: 978-600-5376-37-1

فهرست مطالب

۵	پیشگفتار
۷	علایم اختصاری و برخی از مقادیر
۹	فصل اول: خواص گازها
۹	۱-۱- مقدمه
۱۰	۱-۲- ارتباط بین عوامل مؤثر بر رفتار گازها
۱۰	۱-۲-۱- قانون بویل ماریوت
۱۰	۱-۲-۲- قانون شارل گیلوساک
۱۱	۱-۲-۳- قانون آووگادرو
۱۱	۱-۳- معادله حالت (State equation)
۱۳	۱-۴- قوانین صادق در مورد مخلوط گازهای ایده‌آل
۱۳	۱-۴-۱- قانون دالتون (شارهای جزئی)
۱۴	۱-۴-۲- قانون آمالگات (حجم‌های جزئی)
۱۵	۱-۴-۳- قانون گراهام (دیفوزیون یا فرار اجزاء گازی از درون یک محفظه)
۱۷	۱-۵- انرژی جنبشی گازهای ایده‌آل
۱۹	۱-۶- گازهای غیر ایده‌آل (حقیقی)
۲۰	۱-۶-۱- معادله وان‌دروالس
۲۲	۱-۶-۲- معادله ویرال
۲۲	۱-۶-۳- دمای بویل
۲۴	۱-۶-۴- منحنی $P-V-T$ گاز حقیقی
۲۷	✓ مسائل فصل اول
۲۹	فصل دوم: قانون اول ترمودینامیک
۲۹	۲-۱- مقدمه
۳۰	۲-۲- انرژی داخلی و قانون اول ترمودینامیک
۳۲	۲-۲-۱- سیرهای تبادل کار و گرما
۴۲	✓ مسائل فصل دوم
۵۳	فصل سوم: کاربرد ترموشیمی
۵۳	۳-۱- مقدمه
۵۴	۳-۲- انواع گرما
۵۴	۳-۳- گرمای (انتالپی) تشکیل استاندارد
۵۵	۳-۴- قانون هس
۵۷	۳-۵- تغییر انتالپی یا دما
۶۰	✓ مسائل فصل سوم

۷۵	فصل چهارم: قانون دوم و سوم ترمودینامیک
۷۵	۱-۴- تحولات برگشت پذیر و برگشت ناپذیر.....
۷۶	۲-۴- قانون دوم ترمودینامیک.....
۷۶	۱-۲-۴- مفهوم انتروبی.....
۷۷	۲-۲-۴- بررسی ترمودینامیکی انتروبی.....
۷۹	۳-۴- محاسبه تغییرات انتروبی.....
۸۱	۱-۳-۴- تغییر انتروبی واکنش های شیمیایی.....
۸۷	۴-۴- بررسی آماری انتروبی.....
۸۹	۵-۴- انتروبی معیار تعادل.....
۹۰	۶-۴- تلفیق قانون اول و دوم ترمودینامیک.....
۹۰	۷-۴- قانون سوم ترمودینامیک.....
۹۲	✓ مسائل فصل چهارم.....

۱۰۷	فصل پنجم: توابع انرژی آزاد و توابع کمکی
۱۰۷	۱-۵- مقدمه.....
۱۰۸	۲-۵- توابع انرژی آزاد.....
۱۰۸	۳-۵- توابع ترمودینامیکی.....
۱۱۲	۴-۵- تاثیر فشار و دما بر روی تابع G
۱۱۶	۵-۵- توابع کمکی (روابط ماکسول).....
۱۲۰	۶-۵- تغییرات انتالپی با فشار و دما.....
۱۲۲	۷-۵- تغییرات انتروبی با فشار و دما.....
۱۲۴	✓ مسائل فصل پنجم.....

۱۳۳	فصل ششم: واکنش های تعادلی و ثابت تعادل
۱۳۳	۱-۶- تعادل در سیستم های چند جزئی گازی.....
۱۴۲	۲-۶- تعادل در سیستم های گاز-فاز-کنداس.....
۱۴۳	۱-۲-۶- اکتیوینم.....
۱۴۵	۲-۲-۶- ثابت تعادل.....
۱۴۷	۳-۶- تاثیر فشار بر ثابت تعادل.....
۱۵۰	۴-۶- تاثیر دما بر ثابت تعادل (رابطه وانت هوف).....
۱۵۶	✓ مسائل فصل ششم.....

۱۶۷	❖ پیوست ۱: ظرفیت های گرمایی مولار در فشار ثابت برای مواد مختلف.....
۱۶۹	❖ پیوست ۲: گرمای تشکیل مولار و انتروبی مولار برای مواد مختلف در $298 K$
۱۷۱	❖ پیوست ۳: گرمای مولار خوب و تحول فازي.....
۱۷۳	❖ پیوست ۴: انرژی آزاد استاندارد گیبس برای واکنش های مختلف.....
۱۷۵	❖ مراجع.....

بسم الله الرحمن الرحيم

پیشگفتار:

شیمی فیزیک مواد یکی از دروس اصلی در رشته مهندسی مواد و متالورژی محسوب می‌شود که پیش‌نیاز درس ترمودینامیک مواد است. هر دو درس، به‌عنوان دروس پایه‌ای مهم و پیش‌نیاز برای بسیاری از دروس تخصصی در رشته مهندسی مواد و متالورژی و مهندسی سرامیک، مطرح هستند.

پیش‌تر کتابی تحت عنوان «ترمودینامیک مواد» توسط نگارنده تالیف شد که مورد استقبال دانشجویان قرار گرفت؛ زیرا کتاب مزبور، دربردارنده خلاصه‌ای از درس ترمودینامیک مواد بوده و همچنین در هر فصل مسائل حل شده‌ای از کتاب گسکل، گنجانده شده است. دیری نپایید که کتاب مزبور به‌صورت منبعی برای درس ترمودینامیک مواد تبدیل گردید.

کتاب «شیمی فیزیک مواد» نیز در همین راستا تالیف گردید. یعنی در این کتاب شرح دروس مطابق با سرفصل‌های مصوب این درس گنجانده شده است و در خاتمه هر فصل، مسائلی از فصل‌های مرتبط کتاب «مقدمه‌ای بر ترمودینامیک مواد» تالیف دیوید گسکل (ویرایش چهارم انتشار یافته در سال 2003) گنجانده شده است و حل گردیده‌اند. مزیت دیگر این کتاب، گنجاندن مسائل حل شده از جزوات و کتاب‌های مرتبط در داخل فصل‌ها، مطابق با موضوعات مطرح شده در هر بخش است. بدین‌وسیله خواننده مبحث مربوطه را بهتر و عملی‌تر، فرا خواهد گرفت.

خوانندگان گرامی حتماً با کتاب «ترمودینامیک گسکل» آشنایی دارند. کتاب مزبور که دارای محتوای تئوری- عملی است در اکثر دانشگاه‌ها به عنوان مرجع برای دروس شیمی فیزیک و ترمودینامیک رشته مهندسی مواد مطرح است. یکی از مشکلاتی که دانشجویان در استفاده این کتاب دارند، حجم زیاد مطالب گنجانده شده در آن می‌باشد. لذا هدف از تالیف کتاب «شیمی فیزیک مواد»، ساده‌سازی فرایند فراگیری درس شیمی فیزیک مواد است. جهت انتخاب مسائل حل شده در انتهای هر فصل، از مسائل ۸ فصل متناظر کتاب گسکل (فصل ۲: قانون اول ترمودینامیک، فصل ۳: قانون دوم ترمودینامیک،

فصل ۴: تفسیر آماری انتروپی، فصل ۵: توابع کمکی، فصل ۶: ظرفیت گرمایی، انتالپی، انتروپی، فصل ۸: رفتار گازها و فصل ۱۱: واکنش‌های حاوی گازها)، استفاده شده است. بدیهی است مسائل حل شده فصل‌های دیگر کتاب گسکل، در کتاب «ترمودینامیک مواد» که پیش‌تر ذکر شد، قابل دسترسی هستند.

در تهیه محتوای هر فصل، از منابع مختلفی چون کتاب، جزوه و اطلاعات اینترنتی استفاده به‌عمل آمده است که لیست آن‌ها در پایان کتاب در بخش مراجع ذکر شده است. از جزوات آموزشی اینجانب و همچنین جزوه درس شیمی فیزیک مواد دانشگاه صنعتی شریف، و از منابع اینترنتی نظیر سایت دانشگاه MIT در تالیف این کتاب بهره گرفته شده است.

این کتاب، برای استفاده از دانشجویان رشته مهندسی مواد گرایش‌های متالورژی صنعتی، متالورژی استخراجی و سرامیک جهت درس «شیمی فیزیک مواد» توصیه می‌گردد. همچنین دانشجویان سایر مقاطع تحصیلی می‌توانند از مسائل کاربردی گنجانده شده در این کتاب بهره ببرند. این کتاب همراه با کتاب «ترمودینامیک مواد» مجموعه کامل و جامعی برای مباحث ترمودینامیکی و همچنین آمادگی برای آزمون‌های پایان ترم و یا آمادگی برای آزمون‌های کارشناسی ارشد و دکترا می‌باشد. مثال‌ها و مسائل عمدتاً به عنوان مسائل کاربردی رشته مهندسی مواد و متالورژی مطرح هستند. در خاتمه از تمام کسانی که در تهیه این کتاب ما را یاری رسانده‌اند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

محمد ابراهیم ابراهیمی

فروردین ماه ۱۳۸۹

علائم اختصاری و برخی از مقادیر

علائم مورد استفاده برای خواص مورد استفاده ترمودینامیکی:

X_i : کسر مولی جزء i

n_i : تعداد مول‌های جزء i در مخلوط

n_t : تعداد کل مول‌ها

$\bar{V}$: حجم یک مول از گاز ایده‌ال

Z : پارامتر تراکم (برای گاز ایده‌ال $Z=1$)

T_B : دمای بویل

P_{cr} و V_{cr} و T_{cr} به ترتیب دمای بحرانی، حجم بحرانی و فشار بحرانی گاز نامیده می‌شود (رجوع به فصل اول)

U : انرژی داخلی

c_v : ظرفیت گرمایی مولار در حجم ثابت

c_p : ظرفیت گرمایی مولار در فشار ثابت

H : انتالپی

ΔH_f° یا ΔH_{298}° : گرمای تشکیل استاندارد

L_f : گرمای نهان ذوب

T_m : دمای ذوب

L_v : گرمای نهان تبخیر

T_b : دمای جوش

S : انتروپی

ΔS_{298}° : تغییرات انتروپی استاندارد

Ω : تعداد حالت‌های (وضعیت‌های) میکروسکوپی

Ω_{th} : وضعیت‌های میکروسکوپی ناشی از توزیع انرژی حرارتی

Ω_{conf} : وضعیت‌های میکروسکوپی ناشی از توزیع ذرات

S_{th} : انتروپی حرارتی

S_{conf} : انتروپی وضعیتی (چیده شدن)

- A : انرژی آزاد هلمولتز
- G : انرژی آزاد گیسیس به ازای یک مول از سیستم
- G° : انرژی آزاد گیسیس سیستم حاوی n مول
- ΔG : تغییر G ناشی از تغییر معین در حالت سیستم
- G_i : انرژی آزاد مولار گیسیس جزء i
- G° : انرژی آزاد مولار استاندارد (در فشار 1 atm)
- G_i° : انرژی آزاد مولار گیسیس جزء i در حالت استاندارد آن
- ΔG_m : انرژی آزاد مولار ذوب شدن
- ΔG_b : انرژی آزاد مولار جوشیدن (تبخیر شدن)
- w_e : کار انبساطی
- w' : کار غیرانبساطی
- α : اکتیویته
- a_i° : اکتیویته جزء i در حالت استاندارد
- f : فوگاسیته

مقادیر برخی از ثوابت فیزیکی:

- کالری (در نرموشیمی): $1 \text{ calorie} = 4.184 \text{ joules}$
- عدد آووگادرو: $N = 6.023 \times 10^{23} / \text{gram.mole}$
- ثابت بولتزمن: $k = 1.3805 \times 10^{-23} \text{ joules/degree}$
- اتمسفر: $1 \text{ atm} = 1.01325 \times 10^6 \text{ dyn/cm}^2$
- $= 1.01325 \text{ bar}$
- $= 101.325 \text{ kPa}$
- $= 760 \text{ mmHg}$
- میلیمتر جیوه: $1 \text{ mmHg} = 1 \text{ torr} = 101325/760 \text{ Pa}$
- ثابت گازها: $R = 8.3144 \text{ joules/degree.mole}$
- $= 1.987 \text{ calories/degree.mole}$
- $= 82.06 \text{ cm}^3 \cdot \text{atm/degree.mole}$
- $= 0.08206 \text{ lit.atm/degree.mole}$