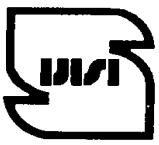
INSO

9819-5

1st. Edition
Jul.2013

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۹۸۱۹-۵

چاپ اول

تیر ۱۳۹۲

کمیت ها و یکاها - قسمت ۵:ترمودینامیک

Quantities and units – part 5: thermodynamics

ICS: 01.060

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است .

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان ، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود .پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود .بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] ،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور ، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود .

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization
2 - International Electrotechnical Commission
3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« کمیت ها و یکا – قسمت ۵ :ترمودینامیک »

رئیس :	**سمت و/ یا نمایندگی**
بری ، مقصود (لیسانس فیزیک)	سازمان ملی استاندارد ایران
دبیر :	
مهدی زاده صفار ، سعید (لیسانس مهندسی شیمی)	آزمایشگاه کالیبراسیون پایش ابزار برتر
اعضاء : (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
اسماعیلی شاندیز ، احمد (لیسانس کشاورزی)	کارشناس استاندارد
دارابی محبوب ، محمد جواد (فوق لیسانس هوافضا)	تجهیزات خلبانی پردیس
زارع زاده ، مجید (فوق لیسانس فیزیک)	اداره کل استاندارد استان هرمزگان
فاطمی ، فرامرز (لیسانس علوم تغذیه)	اداره کل استاندارد استان خراسان رضوی
فلاح، عباس (فوق لیسانس زمین شناسی)	سازمان ملی استاندارد ایران
قلاسی، فرحناز (فوق لیسانس صنایع غذایی)	اداره کل استاندارد استان خراسان رضوی

علوی نژاد ، هاله (لیسانس صنایع غذایی)	کارشناس استاندارد
کعبی ، مریم (لیسانس فیزیک)	مـدیر فنـی آزمایشـگاه کالیبراسـیون پایش ابزار برتر
معین ، کوروش (لیسانس مهندسی الکترونیک)	شرکت فرآدید سنجش ایلیا
مقیمی ، مجید (فوق لیسانس شیمی)	شرکت نیما پژوهش
مهدی زاده صفار، حمید (فوق لیسانس فیزیک)	سازمان انرژی اتمی ایران

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد ج
پیش گفتار ه
مقدمه و
۱ هدف و دامنه کاربرد ۱
۲ مراجع الزامی ۲
۳ اصطلاحات و تعاریف،نمادها،اختصارات و یکاها ۲

پیش گفتار

استاندارد" کمیت ها و یکا ها – قسمت ۵: ترمودینامیک " که پیش‌نویس آن در کمیسیون های مربوطه تهیه و تدوین شده و در دویست و نهمین اجلاسیه کمیته ملی استاندارد اندازه شناسی ، اوزان و مقیاسها مورخ ۱۳۹۲/۰۳/۰۱مورد تصویب قرار گرفت. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان ملی استاندارد ایران ، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود .

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینهٔ صنایع ، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود ، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت . بنابراین باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

استاندارد ملی ایران شماره ۴۰۲۶: سال۱۳۷۶ ، کمیت‌ها و یکاهای گرما باطل و این استاندارد جایگزین آن می شود.

منبع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد به کار رفته به شرح زیر است :

BS ISO 80000-5:2007:Quantities and units-thermodynamics

کمیت ها ویکاها – قسمت ۵: ترمودینامیک

۰ مقدمه

۰-۱ ترتیب جداول

جداول کمیت ها و یکاها در این استاندارد طوری مرتب شده اند که کمیت ها در صفحات سمت چپ و یکاها در صفحات سمت راست به هم مرتبط شده اند.

یکاهایی که بین دو خط پر در صفحات سمت راست هستند ، مربوط به کمیت هایی هستند که بین دو خط پر در صفحات سمت چپ قرار گرفته اند.

۰-۲ جداول کمیت ها

اسم کمیت های مهم در این استاندارد بین المللی به همراه نمادها و در بیشتر موارد تعاریف آنها آمده است. این نام ها و نمادها پیشنهادی هستند .

تعاریفی که برای شناسایی کمیت هایی که در سیستم بین المللی کمیت ها(ISQ) آمده است و فهرست آنها در جداول صفحات سمت چپ آمده است ،کامل نیستند .

۰-۳ جداول یکاها

۰-۳-۱

اسامی یکاها برای کمیت های متناظر به همراه نمادها و تعاریف بین المللی در این استاندارد آمده است. نام یکاها بستگی به زبان دارد ولی نمادها بین المللی هستند و برای همه زبانها یکسان می باشد.

یکاها به روشهای زیر مرتب شده اند:

الف – یکاهای SI در ابتدا آورده شده اند. این یکاها توسط کنفرانس بین المللی اوزان و مقیاسها پذیرفته شده اند. این نماد ها توصیه می شوند. ترکیبها و زیر ترکیبهای دهدهی این نمادهای SI نیز ،اگرچه آشکارا ذکر نشده باشند، توصیه می شوند.

ب- در ادامه بعضی از یکاهای غیر SI آمده اند که توسط کمیته بین المللی اوزان و مقیاسها یا سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی یا ISO و IEC برای استفاده به همراه یکاهای SI پذیرفته شده اند.

چنین یکاهایی بوسیله یک خط شکسته بین یکاهای SI و دیگر یکاها مشخص شده اند.

ج- یکاهای غیر SI که توسط کمیته بین المللی اوزان و مقیاس ها برای استفده به همراه یکاهای SI پذیرفته شده اند در قسمت ملاحظات و فاکتورهای آمده اند.

د- یکاهایی غیر SI که توصیه نمی شوند در پیوست آمده اند. این پیوست اطلاعاتی است.

ه- یکاهای غیر SI برای اطلاعات داده شده است .فاکتورهای تبدیل این یکاها در پیوست دیگری آمده است.

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین اسامی ، نمادها ، تعاریف برای کمیت ها و یکاهای ترمودینامیک است .
در صورت لزوم فاکتور های تبدیل نیز تعیین می شود.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن ها ارجاع داده شده است . بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می شود .
در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد ، اصلاحیه ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست . در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن ها ارجاع داده شده است ، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه های بعدی آن ها مورد نظر است .
استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است :

1-ISO31-4:1992,Quantities and units-Part4:heat
2-ISO 80000-3:2006,Quantities and units-Part 3:space and tims
3- ISO 80000-4:2006,Quantities and units-Part 4:Mechanics
4-ISO31-0:1992,Quantities and units-Part 0:General principles
5- ISO31-8:1992,Quantities and units-Part 8:Physical chemistry and molecular physics

۳ اصطلاحات و تعاریف، نمادها، اختصارات و یکاها

در این استاندارد اصطلاحات، تعاریف، نمادها، اختصارات و یکاهای زیر بکار می رود.

جدول ۱- کمیت های ترمودینامیک

ترمودینامیک			کمیت ها	
شماره ردیف	نام کمیت	نماد	تعریف	ملاحظات
۱-۳	دمای ترمودینامیکی	$T, (\Theta)$	یکی از کمیت های اصلی در سیستم بین المللی کمیت ها به نام ISQ که سیستم بین المللی یکاها(SI) بر اساس آن پایه گذاری شده است.	دمای ترمودینامیکی کمیتی است که بوسیله یک دماسنج اولیه اندازه گیری می شود بطور مثال دماسنج های گازی حجم ثابت ، دماسنج های اکوستیک یا دماسنج های تابشی کلی
۲-۳	دمای سلسیوس	t, ϑ	$t = T - T_0$ که در آن T_0 برابر با ۲۷۳.۱۵ k است و T دمای ترمودینامیکی است.	دمای ترمودینامیکی T_0 دقیقا ۰/۰۱K کمتر از دمای ترمودینامیکی نقطه سه گانه آب است.

ترمودینامیک			یکاها	
شماره ردیف	نام یکا	نماد بین المللی	تعریف	فاکتورهای تبدیل و ملاحظات
۳-۱-الف	کلوین	K	یکای دمای ترمودینامیکی برابر با کسر ۱/۲۷۳.۱۶ دمای ترمودینامیکی نقطه سه گانه آب است.	اختلاف و یا تغییر یکاهای ترمودینامیکی و دمای سلسیوس یکسان است. این تفاوت ها یا تغییرات می تواند با هردوی کلوین ،K، یا درجه سلسیوس ،°C، بیان گردد. باید توجه شود که در نوشتن قبل از نماد °C یک فاصله منظور گردد. مقیاس دمای بین المللی ۱۹۹۰ مقیاس دمای بین المللی ۱۹۹۰ (ITS-90)به منظور اندازه گیری های عملی در سال ۱۹۸۹ توسط CIPM پذیرفته شد. کمیت های دمای ترمودینامیکی و دمای سلسیوس که بر اساس این مقیاس تعریف شده اند به ترتیب با T_{90} و t_{90} نشان داده می شوند.(که بر اساس تعریف مقیاس دمای عملی بین المللی ۱۹۶۸ ،IPTS-68، جایگزین t_{68}وT_{68} شده است) که : $t_{90}= T_{90}- T_0$ یکاهای T_{90} و t_{90} به ترتیب کلوین (نمادK) و درجه سلسیوس (نماد°C) می باشد.تعریف کلوین مربوط به آب دارای ترکیب ایزوتوپی است که دقیقا به نسبت مقدار موادی که در زیر آمده می باشد.۰.۰۰۰۱۵۵۷۶ مول از ^2H برمول از ^1H ، ۰.۰۰۰۳۷۹۹ مول از ^{17}O بر مول از ^{16}O،۰.۰۰۲۰۰۵۲ مول از ^{18}O بر مول از ^{16}O
۳-۲-الف	درجه سلسیوس	°C	درجه سلسیوس نام ویژه ای برای کلوین جهت کاربرد در تعیین مقادیر دمای سلسیوس است. ۱ °C=۱K	

ترمودینامیک		کمیت ها		
شماره ردیف	نام کمیت	نماد	تعریف	ملاحظات
۳-۳-۱	ضریب انبساط خطی	α_l	$\alpha_l = \frac{1}{l}\frac{\mathrm{d}l}{\mathrm{d}T}$ که در آن l طول و T دمای ترمودینامیکی است.	در جائیکه اشتباهی پیش نیاید می توان پایین نویس نماد ها را حذف کرد.
۳-۳-۲	ضریب انبساط حجمی	α_V, α, γ	$\alpha_V = \frac{1}{V}\frac{\mathrm{d}V}{\mathrm{d}T}$ که در آن V حجم و T دمای ترمودینامیکی است.	
۳-۳-۳	ضریب فشار نسبی	α_p	$\alpha_p = \frac{1}{p}\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V$ که در آنp، فشار T ،دمای ترمودینامیکی و V حجم است	
۳-۴	ضریب فشار	β	$\beta = \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V$ که در آنp، فشار T ،دمای ترمودینامیکی و V حجم است	
۳-۵-۱	تراکم پذیری تک دما	$\varkappa_T$	$\varkappa_T = \frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T$ که در آن V حجم و p فشار است	T دمای ترمودینامیکی است
۳-۵-۳	تراکم پذیری تک آنتروپی	$\varkappa_S$	$\varkappa_S = \frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_S$ که در آن V حجم و p فشار است	S آنتروپی است

ترمودینامیک				یکاها
شماره ردیف	نام یکا	نماد بین المللی	تعریف	ملاحظات
۳-۳-الف	کلوین به توان منهای یک	K^{-1}		
۳-۴-الف	پاسکال بر کلوین	Pa/K		
۳-۵-الف	پاسکال بتوان منفی یک	Pa^{-1}		

ترمودینامیک		کمیت ها		
شماره ردیف	نام کمیت	نماد بین المللی	تعریف	ملاحظات
۶-۳	گرما ، مقدار گرما	Q	اختلاف بین کاهش انرژی کل (ردیف ۳-۲۰-۱) یک سیستم فیزیکی و کار انجام شده روی سیستم،با در نظر گرفتن اینکه مقدار ماده در سیستم تغییر نکند.	گرمای انتقال یافته در یک تغییر فازتک دما باید به صورت تغییر در توابع ترمودینامیکی مناسب بیان گرددو مانند $T.\Delta S$ که در آن Tدمای ترمودینامیکی و S آنتروپی است. یا ΔH که H آنتالپی است . یادآوری: یک منبع گرما می تواند باعث افزایش دمای ترمودینامیکی یا اثرات دیگر مانند تغییر فاز یا فرایند های شیمیایی شود.
۷-۳	آهنگ جریان گرما	Φ	آهنگ گرمایی (ردیف ۳-۶) که از سطح معینی عبور می کند.	
۸-۳	آهنگ جریان گرمای سطح، چگالی آهنگ جریان گرما	q, φ	$q = \Phi/A$ که در آن Φ آهنگ جریان گرما (ردیف ۳-۷) وa سطح است	
۹-۳	رسانایی گرمایی	$\lambda, (\varkappa)$	آهنگ جریان گرمای (ردیف ۳-۸)سطح بر گرادیان دما(ردیف ۳-۱)	

۳-۱۰-۱	ضریب انتقال گرما	K, (k)	آهنگ جریان گرمای سطح بر اختلاف دمای ترمودینامیکی(بند ۳-۱)	در علوم مرتبط با ساختمان این کمیت اغلب قابلیت انتقال گرما با نماد U نامیده می شود.
۳-۱۰-۲	ضریب سطحی انتقال گرما	h, (α)	$q = h(T_s - T_r)$ که q آهنگ جریان گرمای سطح (بند۳-۸)و Ts دمای ترمودینامیکی سطحی و Tr دمای مشخصه مرجع محیطهای خارجی است.	

ترمودینامیک		**یکاها**		
شماره ردیف	**نام یکا**	**نماد بین المللی**	**تعریف**	**ملاحظات**
۳-۶-الف	ژول	J		برای تعریف ژول به ISO 80000-4:2006 ، بند۴-۲۷ رجوع شود.
۳-۷-الف	وات	W		
۳-۸-الف	وات بر متر مربع	W/m^2		
۳-۹-الف	وات بر متر کلوین	$W/(m \cdot K)$		
۳-۱۰-الف	وات بر متر مربع کلوین	$\frac{W}{m^2 \cdot K}$		

ترمودینامیک			کمیت ها	
شماره ردیف	نام کمیت	نماد	تعریف	ملاحظات
۱۱-۳	عایق گرمایی،ضریب عایق گرمایی	M	$M = 1/K$ که K ضریب انتقال حرارت است .(بند۳-۱۰-۱)	در علوم مرتبط با ساختمان این کمیت اغلب مقاومت گرمایی با نماد R نامیده می شود.
۱۲-۳	مقاومت گرمایی	R	اختلاف دما ترمودینامیکی بر آهنگ جریان گرما(بندهای ۳-۱ و ۳-۷)	بند ۳-۱۱ را ملاحظه کنید.
۱۳-۳	رسانایی گرمایی	$G, (H)$	$G = 1/R$ که R مقاومت گرمایی است. (بند ۳-۱۲)	بند ۳-۱۱ را ملاحظه کنید. این کمیت همچنین ضریب انتقال حرارت نامیده می شود.
۱۴-۳	پخش حرارتی	α	$\alpha = \frac{\lambda}{\rho c_p}$ که λ رسانایی گرمایی (بند ۳-۹)وρ چگالی جرم و Cp ظرفیت گرمایی ویژه در فشار ثابت (بند ۳-۶-۲) می باشد	
۱۵-۳	ظرفیت گرمایی	C	وقتی که دمایی ترمودینامیکی سیستم در نتیجه افزایش مقدار کمی گرما dQ با آهنگ dT افزایش میابد $C = dQ/dT$ در آن Q مقدار گرما (بند ۳-۶)و T دمای ترمودینامیکی (بند ۳-۱)است.	چنانچه نوع تغییر مشخص نباشد ظرفیت گرمایی کاملا تعریف نمی شود.

ترمودینامیک				یکاها
شماره ردیف	نام یکا	نماد بین المللی	تعریف	فاکتورهای تبدیل و ملاحظات
۳-۱۱-الف	متر مربع کلوین بر وات	$m^2 \cdot K/W$		
۳-۱۲-الف	کلوین بر وات	K/W		
۳-۱۳-الف	وات بر کلوین	W/K		
۳-۱۴-الف	متر مربع بر ثانیه	m^2/s		
۳-۱۵-الف	ژول بر کلوین	J/K		

ترمودینامیک			کمیت ها	
شماره ردیف	نام کمیت	نماد	تعریف	ملاحظات
۳-۱۶-۱	ظرفیت گرمایی ویژه	c	ظرفیت گرمایی(بند۳-۱۵)بر جرم	برای هم خوانی با کمیت های مولی به استاندارد مربوطه مراجعه کنید
۳-۱۶-۲	ظرفیت گرمایی ویژه در فشار ثابت	c_p		
۳-۱۶-۳	ظرفیت گرمایی ویژه در حجم ثابت	c_V		
۳-۱۶-۴	ظرفیت گرمایی ویژه در حالت اشباع	c_{sat}		
۳-۱۷-۱	نسبت ظرفیت گرمایی ویژه	γ	$\gamma = c_p / c_V$ که c_p ظرفیت گرمایی ویژه در فشار ثابت (بند۳-۱۶-۲) و c_V ظرفیت گرمایی ویژه در حجم ثابت(۳-۱۶-۳) می باشد.	برای گاز کامل ، χ برابر با γ می باشد.
۳-۱۷-۲	نمای تک آنتروپی	$\varkappa$	$\varkappa = -\frac{V}{p}\left(\frac{\partial p}{\partial V}\right)_S$ که در آن V حجم و P فشار وSآنتروپی می باشد.(بند ۳-۱۸)	

ترمودینامیک			یکاها	
شماره ردیف	نام یکا	نماد بین المللی	تعریف	ملاحظات
۳-۱۶-الف	ژول بر کیلوگرم کلوین	J/(Kg.K)		
۳-۱۷-الف	یک	1		

ترمودینامیک			کمیت ها	
شماره ردیف	نام کمیت	نماد	تعریف	ملاحظات
۱۸-۳	آنتروپی	S	هرگاه یک سیستم مقدار کمی گرما به اندازه $\mathrm{d}Q$ و دمای ترمودینامیکی آن T (بند ۳-۶)باشد در آنصورت آنتروپی سیستم به اندازه $\mathrm{d}Q/T$ افزایش میابد. به شرط اینکه هیچ تغییر برگشت ناپذیری در سیستم صورت نگیرد.	
۱۹-۳	آنتروپی ویژه	s	$s = S/m$ که در آن S آنتروپی(بند۳-۱۸) و m جرم است.	برای هم خوانی با کمیت های مولی به استاندارد مربوطه مراجعه کنید
۱-۲۰-۳	انرژی	E	کمیتی که توان سیستم برای انجام کار را مشخص می کند.	انرژی در انواع مختلف وجود دارد که بصورت دو طرفه کامل یا بخشی از آن قابل تبدیل به یکدیگر هستند.
۲-۲۰-۳	انرژی داخلی،انرژی ترمودینامیکی	U	برای یک سیستم بسته ترمودینامیکی $\Delta U = Q + W$ که در آن Q مقدار گرمای انتقال یافته به سیستم(بند۳-۶) و W کار انجام شده روی سیستم است در صورتیکه هیچگونه واکنش شیمیایی اتفاق نیفتاده باشد	
۳-۲۰-۳	آنتالپی	H	$H = U + pV$ که در آن Uانرژی درونی(بند ۳-۲۲-۲) p فشار و V حجم است.	

۳-۲۰-۴	انرژی هلم هولتز ، تابع هلم هولتز	A, F	$A = U - TS$ که U انرژی داخلی (بند ۳-۲۰-۲) T دمای ترمودینامیک (بند ۳-۱) و S آنتروپی (بند ۳-۱۸) می باشد.	همچنین نام انرژی آزاد هلم هولتز نیز برای این منظور بکار می رود.
۳-۲۰-۵	انرژی گیبس، تابع گیبس	G	$G = H - TS$ که H آنتالپی (بند ۳-۲۰-۳)، T دمای ترمودینامیک (بند ۳-۱) و S آنتروپی (بند ۳-۱۸) می باشد.	همچنین نام انرژی آزاد گیبس نیز برای این منظور بکار می رود.

ترمودینامیک			**یکاها**	
شماره ردیف	**نام یکا**	**نماد بین المللی**	**تعریف**	**فاکتورهای تبدیل و ملاحظات**
۳-۱۸-الف	ژول بر کلوین	J/K		
۳-۱۹-الف	ژول بر کیلوگرم کلوین	J/(Kg.K)		
۳-۲۰-الف	ژول	J		

ترمودینامیک			کمیت ها	
شماره ردیف	نام کمیت	نماد	تعریف	ملاحظات
۳-۲۱-۱	انرژی ویژه	e	$e = E/m$ که E انرژی(بند ۳-۲۰-۱) و m جرم می باشد.	
۳-۲۱-۲	انرژی داخلی ویژه ،انرژی ترمودینامیکی ویژه	u	$u = U/m$ کهUانرژی ترمودینامیکی(بند ۳-۲۰-۲) و m جرم می باشد.	
۳-۲۱-۳	آنتالپی ویژه	h	$h = H/m$ که H آنتالپی(بند ۳-۲۰-۳) و m جرم می باشد.	
۳-۲۱-۴	انرژی ویژه هلم هولتز ، تابع ویژه هلم هولتز	a, f	$a = A/m$ که A انرژی هلم هولتز(بند ۳-۲۰-۴) و m جرم می باشد.	همچنین نام انرژی آزاد هلم هولتز نیز برای این منظور بکار می رود.
۳-۲۱-۵	انرژی ویژه گیبس، تابع ویژه گیبس	g	$g = G/m$ که G انرژی گیبس (بند ۳-۲۰-۴) و m جرم می باشد.	همچنین نام انرژی آزاد گیبس نیز برای این منظور بکار می رود.
۳-۲۲	تابع ماسیو	J	$J = -A/T$ که A انرژی هلم هولتز(بند ۳-۲۰-۴) و T دمای ترمودینامیکی می باشد.	
۳-۲۳	تابع پلانک	Y	Y=-G/T که G انرژی گیبس (بند ۳-۲۰-۴) و T دمای ترمودینامیکی می باشد.	

ترمودینامیک			یکاها	
شماره ردیف	نام یکا	نماد بین المللی	تعریف	فاکتورهای تبدیل و ملاحظات
۳-۲۱-الف	ژول بر کلوین	J/K		
۳-۲۲-الف	ژول بر کلوین	J/K		
۳-۲۳-الف	ژول بر کلوین	J/K		

ترمودینامیک		کمیت ها		
شماره ردیف	نام کمیت	نماد	تعریف	ملاحظات
۲۴-۳	تجمع جرم آب	w	$w = m/V$ که در آن m صرفنظر از شکل تراکم جرم آب و V حجم است	تجمع جرم آب درحالت اشباع بصورت w_{sat} مشخص می شود.
۲۵-۳	تجمع جرم بخار آب	v	$v = m/V$ که در آن m جرم بخار آب و V حجم کل گاز است.	تجمع جرم بخار آب درحالت اشباع بصورت v_{sat} مشخص می شود.
۲۶-۳	نسبت جرمی آب به ماده خشک	u	$u = m/m_d$ که در آن m جرم آب و m_d جرم ماده خشک است.	نسبت جرمی آب به ماده خشک درحالت اشباع بصورت u_{sat} مشخص می شود.
۲۷-۳	نسبت جرمی بخار آب به گاز خشک	x	$x = m/m_d$ که در آن m جرم بخار آب و m_d جرم گاز خشک است.	نسبت جرمی بخارآب به گاز خشک درحالت اشباع بصورت x_{sat} مشخص می شود.
۲۸-۳	جرم جزئی آب	w_{H_2O}	$w_{H_2O} = \frac{u}{1+u}$ که در آن u جرم نسبی آب به ماده خشک است(بند ۳-۲۶)	
۲۹-۳	جرم جزئی ماده خشک	w_d	$w_d = 1 - w_{H_2O}$ که در آن جرم جزئی آب است.(بند ۳-۲۸)	
۳۰-۳	فشار جزئی نسبی، رطوبت نسبی	φ	$\varphi = p/p_{sat}$ که در آن p فشار جزئی بخار و p_{sat} فشار جزئی آن در حالت اشباع در همان دما است.	فشار جزئی آب اغلب به RH اشاره می کند و بصورت بیان می شود.

ترمودینامیک			یکاها	
شماره ردیف	نام یکا	نماد بین المللی	تعریف	فاکتورهای تبدیل و ملاحظات
۳-۲۴-الف	کیلوگرم بر متر مکعب	Kg/m^3		
۳-۲۵-الف	گیلوگرم بر متر مکعب	Kg/m^3		
۳-۲۶-الف	یک	1		
۳-۲۷-الف	یک	1		
۳-۲۸-الف	یک	1		
۳-۲۹-الف	یک	1		
۳-۳۰-الف	یک	1		

ترمودینامیک		کمیت ها		
شماره ردیف	نام کمیت	نماد	تعریف	ملاحظات
۳-۳۱	تجمع جرم نسبی بخار	φ	$\varphi = v / v_{sat}$ که در آن v تجمع جرم بخار آب (بند ۳-۲۵) و v_{sat} تجمع جرم بخار آب در حالت اشباع در همان دما است.	در حالت های معمولی فشار جزئی نسبی (بند ۳-۳۰) می تواند مساوی با تجمع جرم نسبی بخار در نظر گرفته شود.
۳-۳۲	نسبت جرم نسبی بخار	ψ	$\psi = x / x_{sat}$ که در آن x نسبت جرم بخار آب به گاز خشک(بند ۳-۲۷) و x_{sat} نسبت جرم بخار آب به گاز خشک در حالت اشباع در همان دماست.	
۳-۳۳	دمای نقطه شبنم	T_d	دمای که در آن بخار در هوا بحالت اشباع می رسد.	دمای سلسیوس مرتبط بصورت t_d نشان داده می شود.این کمیت نقطه شبنم هم نامیده می شود.

ترمودینامیک				یکاها
شماره ردیف	نام یکا	نماد بین المللی	تعریف	فاکتورهای تبدیل و ملاحظات
۳-۳۱-الف	یک	1		
۳-۳۲-الف	یک	1		
۳-۳۳-الف	کلوین	K		یکای دمای سلسیوس متناظر درجه سلسیوس است با نماد $^{\circ}C$.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

یکاهای مبتنی بر فوت،پوند،ثانیه و برخی یکاهای مرتبط

شماره ردیف کمیت	کمیت	شماره ردیف یکا	نام یکا با نماد	فاکتور های تبدیل و ملاحظات
۱-۳	دمای ترمودینامیکی:T	۳-۱-الف	درجه رانکین: °R	$1\,^{\circ}R := \frac{5}{9}\,K$ باید توجه کرد که در نوشتن قبل از نماد درجه رانکین فاصله ای منظور شود.
_	دمای فارنهایت: t_F	۳-۲-الف	درجه فارنهایت:°F	$\frac{t_F}{^{\circ}F} := \frac{9}{5}\frac{t}{^{\circ}C} + 32 = \frac{9}{5}\frac{T}{K} - 459{,}67$ یکای درجه فارنهایت با یکای درجه رانکین برابر می باشد. باید توجه کرد که در نوشتن قبل از نماد درجه فارنهایت فاصله ای منظور شود.
۶-۳	گرما،مقدار گرما	۳-۶-الف	یکای گرمای بریتانیا Btu	1Btu:=788.169ft.lbf≈1055.056 علاوه بر این تعدادی از یکاهای گرمایی بریتانیایی قبلا مورد استفاده قرار گرفته اند.
۷-۳	آهنگ جریان گرما	۳-۷-الف	یکای گرمای بریتانیا بر ساعت:Btu/h	1Btu/h≈0.293071w
۹-۳	رسانایی گرمایی	۳-۹-الف	یکای گرمای بریتانیا برثانیه در فوت در درجه رانکین: Btu/(s.ft. °R)	1 Btu/(s.ft. °R) ≈6230.64W/(m.K)

۱۰-۳	ضریب انتقال گرما	۳-۱۰-الف ۳-۱۰-ب	یکای گرمایی بریتانیا برثانیه در فوت مربع در درجه رانکین: Btu/(s.ft2. °R) یکای گرمایی بریتانیا برساعت در فوت مربع در درجه رانکین: Btu/(h.ft2. °R)	1 Btu/(s.ft2. °R) ≈20441.7W/(m2.K) 1 Btu/(h.ft2. °R) ≈5.67826W/(m2.K)
شماره ردیف کمیت	**کمیت**	**شماره ردیف یکا**	**نام یکا با نماد**	**فاکتور های تبدیل و ملاحظات**
۱۴-۳	بخشندگی گرمایی	۱۴-۳-الف	فوت مربع بر ثانیه ft2/s	1ft2/s=0.092903m2/s
۱-۱۶-۳	ظرفیت گرمایی ویژه	۱۶-۳-الف	یکای گرمایی بریتانیا بر پوند درجه رانکین Btu/(lb. °R)	1 Btu/(lb. °R)=4186.8 J/(Kg.K)
۱۹-۳	انتروپی ویژه	۱۹-۳-الف	یکای گرمایی بریتانیا بر پوند درجه رانکین Btu/(lb. °R)	1 Btu/(lb. °R)=4186.8 J/(Kg.K)
۱-۲۱-۳ ۲-۲۱-۳ ۳-۲۱-۳ ۴-۲۱-۳ ۵-۲۱-۳	انرژی ویژه انرژی ترمودینامیکی ویژه آنتالپی ویژه انرژی هلم هولتز ویژه انرژی گیبس ویژه	۲۱-۳-الف	یکای گرمایی بریتانیا بر پوند Btu/lb	1Btu/lb=2326 J/Kg

پیوست ب

(اطلاعاتی)

سایر یکاهای که در سیستم بین المللی متریک نیستند بویژه آنها که با فاکتور های تبدیل مرتبط هستند

شماره ردیف کمیت	کمیت	شماره ردیف یکا	نام یکا با نماد	فاکتور های تبدیل و ملاحظات
۶-۳	گرما، مقدار گرما	۳-۶-ب-الف	کالری۱۵ درجه سلسیوس cal_{15}	یکcal_{15} مقدار گرمای لازم برای گرم کردن یک گرم آب از دمای $14.5^{\circ}c$ تا $15.5^{\circ}c$ در فشار ثابت ۱۰۱.۳۲۵ kpa می باشد. $1cal_{15}\approx 4.1855(5)J$
		۳-۶-ب-ب	کالری I.T cal_{IT}	$1\ cal_{IT}:=4.1868J$ $1M\ cal_{IT}:=1.163Kw.h$
		۳-۶-ب-ج	کالری ترمودینامیک cal_{th}	$1cal_{th}:=4.184\ J$