آگزتیک‌ها و تغییر موضع یک قانون

مهری طاهری
معلم شیمی نیشابور

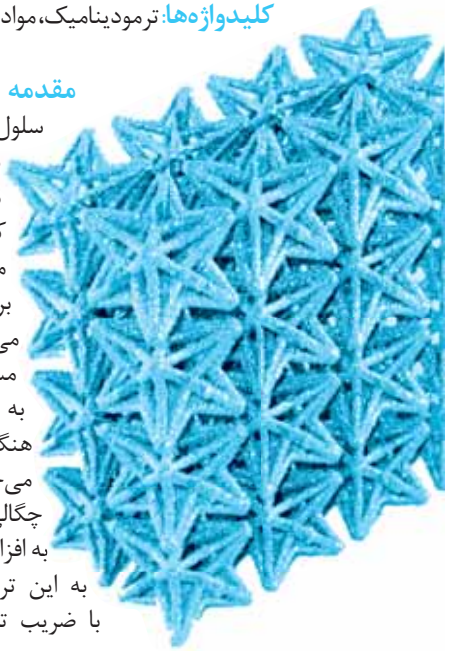
چکیده

بنابر قانون اول ترمودینامیک، تابع حالت شدتی E -که به انرژی کل سامانه معروف است- برای هر فرایند در سامانهٔ بسته به‌صورت $\Delta E = q + w$ نوشته می‌شود اما برای فرایندهای بسیار کوچک، معادلهٔ قانون اول ترمودینامیک به این شکل درمی‌آید:

$$du = dq + dw$$

مواد آگزتیک، موادی با ضریب تراکم‌پذیری هم‌دمای منفی‌اند و با بسیاری از مواد که قانون اول ترمودینامیک روی آن‌ها آزموده شده است، تفاوت دارند. در این مقاله نخست به ویژگی‌ها و کاربردهای مواد آگزتیک می‌پردازیم و در ادامه به تناقض موجود دربارهٔ آن‌ها، از دیدگاه قانون ترمودینامیک اشاره می‌کنیم.

کلیدواژه‌ها: ترمودینامیک، مواد آگزتیک، ضریب تراکم‌پذیری



مقدمه

سلول واحد مواد آگزتیک[1] به‌شکل شش‌ضلعی مقعر است. این مواد، هنگام اِعمال تنش کششی عمودی، برخلاف مواد معمول، در راستای عمود بر نیروی وارد شده ضخیم‌تر می‌شوند. در ساختار آگزتیک‌ها مستطیل یا مربع‌های متصل به هم وجود دارند. مستطیل‌ها هنگام کشش در جای خود می‌چرخند و باعث کم شدن چگالی ماده می‌شوند در حالی‌که به افزایش ضخامت آن می‌انجامند. به این ترتیب مواد آگزتیک، موادی با ضریب تراکم‌پذیری هم‌دمای منفی شناخته می‌شوند. یادآوری می‌شود ضریب تراکم‌پذیری هم‌دما (β)، عبارت از اثر تغییرات فشار بر حجم یک سامانهٔ هیدرواستاتیک است هنگامی‌که، دمای سامانه ثابت نگه داشته می‌شود.

انواع مواد آگزتیک

در سال ۱۹۴۷، ضریب تراکم‌پذیری هم‌دمای منفی توسط لاو[2] گزارش شد. در آن زمان دانشمندان بر این باور بودند که مواد با ضریب تراکم‌پذیری منفی، دست‌نایافتنی‌اند و این پدیده، تنها به‌عنوان یک نقص بلوری در آهن سولفید معرفی شد. در سال ۱۹۸۷، لیکس[3] ضریب تراکم‌پذیری منفی را در فوم پلی‌اورتان کشف کرد.

مواد با ضریب تراکم‌پذیری منفی، کمتر به‌صورت طبیعی یافت می‌شوند. نمونه‌ای از مواد آگزتیک طبیعی، استخوان است. ویژگی مربوط به ضریب تراکم‌پذیری در چندسازه‌های لایه‌ای، فوم‌های پلیمری و فلزی دیده شده است. هنگامی‌که جامدهای اتمی با ساختار مکعبی کشیده می‌شوند، چنین رفتاری از خود نشان می‌دهند.

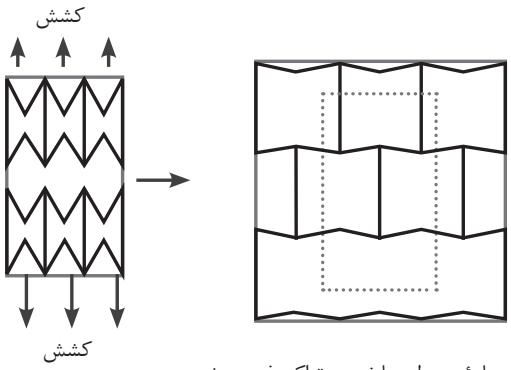
مواد آگزتیک از دیدگاه چگونگی تشکیل به چهار دسته تقسیم می‌شوند که به این قرارند:

- ✓ جامدها با ساختار مولکولی؛
- ✓ پلیمرهای ریز حفرهٔ آگزتیک؛
- ✓ چندسازه‌های آگزتیک؛
- ✓ مواد آگزتیک مولکولی.

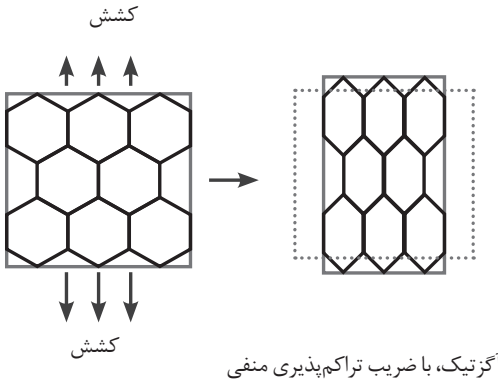
کاربردها

مواد آگزتیک در برابر ضربه، مقاوم‌اند و از این‌رو، در ساخت سپر و کمربند خودروها، واشر و جلیقهٔ ضدگلوله مورد استفاده قرار می‌گیرند. این مواد در جذب صدا، لرزش و ضربه نیز به‌خوبی عمل می‌کنند و این ویژگی آن‌ها را برای عایق‌بندی صوتی،

در ساختار آگزتیک‌ها مستطیل یا مربع‌های متصل به هم وجود دارند. مستطیل‌ها هنگام کشش در جای خود می‌چرخند و باعث کم شدن چگالی ماده می‌شوند در حالی‌که به افزایش ضخامت آن می‌انجامند

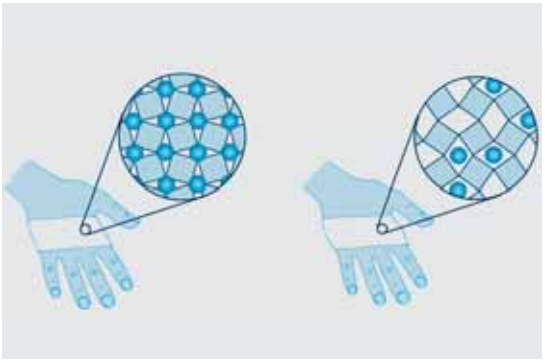


مادهٔ معمولی، با ضریب تراکم‌پذیری مثبت



مادهٔ آگزتیک، با ضریب تراکم‌پذیری منفی

لرزش‌گیری و جذب ضربه مناسب می‌کند. پژوهش‌ها، گسترهٔ جدیدی از کاربردهای این مواد را معرفی می‌کند. پانسمان‌هایی که با ورم کردن عضو، به‌طور خودکار دارو آزاد می‌کنند یا تهیه صافی‌های هوشمند که قابلیت تغییر در اندازهٔ حفره‌ها را دارند، نمونه‌ای از این کاربردها به‌شمار می‌روند.



قانون اول ترمودینامیک و مواد آگزتیک

قانون اول ترمودینامیک برای موادی با ضریب انبساط گرمایی منفی و مواد آگزتیک نیاز به تغییر و اصلاح دارد. این یافته‌ها نشان می‌دهند که در معادله‌های ترمودینامیکی، تراکم از معادلهٔ انتقال گرما پیروی نمی‌کند و باید به‌طور مستقل نوشته شود.

طرح پیشنهادی ساخته شده این است که در قانون اول ترمودینامیک، انرژی فعال‌سازی باید در سمت چپ نوشته شود ولی اثر آن در سمت راست در نظر گرفته شود. قانون اول ترمودینامیک برای تغییرات گرما و فشار علامت‌های مختلفی دارد. برای تشریح تغییرات گرما شکلی از قانون اول استفاده می‌شود که برای توصیف فشار نباید از آن استفاده کرد. این برآمد در حل تناقض به‌وجود آمده بسیار سودمند بود. نتیجهٔ به‌دست آمده اگر درست باشد اهمیت زیادی در تمام زمینه‌های ترمودینامیک خواهد داشت و می‌تواند تناقض‌های معروف ترمودینامیک را توضیح دهد که قضیهٔ گیبس و تناقض مخلوط، نمونه‌ای از آن است.

* پی‌نوشت‌ها

1. auxetic
2. Love
3. Lakes

* منابع

۱. آرتورشارپ، دیوید ویلیام؛ فرهنگ شیمی، ترجمهٔ دکتر عیسی یاوری، چاپ دوم، انتشارات فاطمی، ۱۳۷۸.
۲. افضل صمدی، علی؛ شیمی عمومی، چاپ اول، نشر نی، ۱۳۷۷.
۳. لوین، ایرا؛ شیمی فیزیک، ترجمهٔ دکتر غلامرضا اسلامپور، دکتر غلامعباس پارسافر، دکتر علی مقاری، دکتر بیژن نجفی، جلد اول، چاپ اول، انتشارات فاطمی، ۱۳۷۸.
٤. مارک والدو زیمانسکی، ریچارد دیتمن؛ گرما و ترمودینامیک، ترجمهٔ حسین توتونچی و دیگران؛ ویرایش سوم.
5. Callen Herbert B. (1985). Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics (2nd Ed). New York: John Wiley & Sons.

ضریب‌های α و β	قانون اول ترمودینامیک	معادلهٔ تراکم
$\alpha < 0$ $\beta < 0$	$\delta Q = Tds = dU + PdV$	$PdV = -dU - \delta Q$
$\alpha < 0$ $\beta > 0$	$\delta Q = Tds = dU + PdV$	$PdV = dU + \delta Q$
$\alpha > 0$ $\beta < 0$	$\delta Q = Tds = dU - PdV$	$PdV = -dU - \delta Q$
$\alpha > 0$ $\beta > 0$	$\delta Q = Tds = dU - PdV$	$PdV = dU + \delta Q$