

رازهای نهفته در تغییر فاز

عبدالرحمن رحیمی و محمود یکدل
معلمان شیمی. خواف؛ خراسان رضوی

چکیده

هنگامی که به مایعی گرما می‌دهیم دمای آن تا رسیدن به نقطه جوش، افزایش می‌یابد. در واقع، انرژی داده شده، صرف افزایش انرژی جنبشی مولکول‌ها می‌شود. با رسیدن به نقطه جوش، در حالی که گرم کردن مایع ادامه دارد، دمای آن افزایش نمی‌یابد زیرا انرژی داده شده به مایع، صرف سست کردن و از میان برداشتن نیروهای جاذبه بین مولکولی می‌شود. به دیگر سخن، از این پس، انرژی پتانسیل مولکول‌ها، با تغییر حالت فیزیکی، افزایش می‌یابد. به این ترتیب، هنگام تغییر فاز، دمای مایع ثابت می‌ماند در حالی که محتوای گرمایی ماده روبه افزایش است.

کلیدواژه‌ها: گرمای تبخیر، گرمای ذوب، نمودار گرمایش، هیپوترمی

مقدمه

در جریان هر تغییر فاز، تغییر در آنتالپی و آنتروپی مشاهده می‌شود. تغییر آنتالپی، ناشی از آزاد یا جذب شدن انرژی در جریان تغییر فاز است. تغییر آنتروپی نیز از تغییر در بی‌نظمی در هنگام تغییر حالت، نتیجه می‌شود. در فرایندهای ذوب، تصعید و تبخیر، آنتالپی و آنتروپی، هر دو افزایش می‌یابند. در حالی که، در انجماد، میعان و نهشت (تبدیل گاز به مایع)، بی‌نظمی و محتوای انرژی رو به کاهش می‌گذارند.

در یخ، میان مولکول‌ها، پیوندهای قوی هیدروژنی وجود دارد که سبب می‌شود جامدی سخت را تشکیل دهند. هنگامی که یخ را گرم می‌کنیم، تا زمانی که دمای آن به صفر درجه می‌رسد، گرمای داده شده صرف شکستن پیوندهای هیدروژنی می‌شود بی‌آن‌که، دما افزایش یابد. به گرمای صرف شده در این فرایند، آنتالپی ذوب یا گرمای ذوب گفته می‌شود که برای یخ برابر است با: 6.0 kJ/mol . $\Delta H_{\text{ذوب}}$. هنگامی که آب را باز هم گرما می‌دهیم، تا زمانی که دمای آن به 100°C برسد، بار دیگر دما ثابت می‌ماند؛ این بار هم افزودن گرمای بیشتر، صرف غلبه بر نیروهای جاذبه بین مولکولی میان مولکول‌های آب می‌شود. مقدار انرژی مورد نیاز برای تبدیل مایع به بخار را آنتالپی تبخیر یا گرمای تبخیر می‌نامند که مقدار آن برای آب برابر است با: 40.7 kJ/mol . $\Delta H_{\text{تبخیر}}$.

از آنجا که گوارش برف
مستلزم یک تغییر فاز است،
مقدار انرژی لازم برای
گوارش آن بسیار بیشتر از
مقدار انرژی مورد نیاز برای
گوارش جرم یکسانی از آب
هم دمای آن است



شکل ۱ پرورش دهندگان مرکبات در
شب‌های سرد روی درختان آب می‌پاشند!

فایده تغییر فاز

گرمای تبخیر آب بالاست و این بالا بودن باعث می‌شود که بسیاری از موجودات زنده، از تغییر فاز این ماده به عنوان یک سازوکار خنک‌کننده بهره بگیرند. هنگامی که بدن ما در نتیجه فعالیت شدید عرق می‌کند، تبخیر عرق از سطح پوست که با جذب گرما همراه است به ما احساس خنک شدن می‌دهد، شکل ۳. گرمای آزاد شده هنگام انجماد نیز در زندگی ما دارای اهمیت است. برای نمونه، پرورش دهندگان مرکبات، در شب‌های سرد روی درختان آب می‌پاشند تا از سرمازدگی میوه‌ها جلوگیری کنند. در این حال، آب پاشیده شده روی برگ و میوه‌های درختان، منجمد می‌شود و گرمای آزاد شده از این فرایند، گیاه را از سرمازدگی حفظ می‌کند، شکل ۲.

خطر تغییر فاز

اگر شما درد ناشی از سوختن با بخار آب را تجربه کرده باشید، می‌دانید که در شرایط یکسان، سوختن با بخار آب بسیار دردناک‌تر از سوختن با آب جوش است - حتی اگر آب جوش و بخار آن، دمای یکسانی داشته باشند. به کمک نمودار گرمایش^۱ می‌توان این تفاوت را توضیح داد، نمودار ۱.

هنگامی که آب جوش با پوست تماس پیدا می‌کند دمای آن تا رسیدن به دمای بدن، کاهش می‌یابد زیرا، در این مدت، محتوای گرمایی خود را به بدن منتقل می‌کند. مقدار گرمایی که توسط یک

نمونه آب 100°C به پوست شما منتقل می‌شود، با خط‌چین زیر نمودار نشان داده شده است. هنگامی که جرم معینی از بخار آب در تماس با پوست شما قرار می‌گیرد، نخست گرمای خود را از دست می‌دهد تا به آب تبدیل شود (گرمای تبخیر) و سپس، تا رسیدن به دمای بدن، سرد می‌شود. گرمایی که توسط یک نمونه بخار آب به پوست منتقل می‌شود با خط پُر در زیر نمودار نشان داده شده است. توجه کنید که گرمای منتقل شده به وسیله بخار آب چقدر از گرمای منتقل شده به وسیله آب هم دمای آن بیشتر است. بخار، حاوی گرمای بیشتری است زیرا در آغاز، برای رسیدن دمای آن به دمای جوش، گرما گرفته و سپس، با گرفتن گرمای بیشتر، تبخیر شده است. بنابراین گرمای اضافی که به وسیله آب جذب شده تا تبخیر شود، باعث می‌شود که سوختگی ناشی از بخار آب نسبت به آب جوش شدیدتر باشد.

برای توضیح این که چرا به رهنوردان گیر افتاده در بوران هشدار داده می‌شود که برای رفع تشنگی خود برف نخورند، نمودار گرمایش را می‌توان به کار برد. هنگامی که آب سرد می‌خورید بدن شما، برای گرم کردن این آب تا رساندن دمای آن به دمای بدن، انرژی مصرف می‌کند. حال اگر برف بخورید، بدنتان نخست باید انرژی لازم برای ذوب برف، یعنی آنتالپی ذوب را تأمین کند و سپس دمای آن را افزایش دهد.

از آنجا که گوارش برف مستلزم یک تغییر فاز است، مقدار انرژی لازم برای گوارش آن بسیار بیشتر از مقدار

انرژی مورد نیاز برای گوارش جرم یکسانی از آب هم دمای آن است. به همین دلیل خوردن برف می‌تواند منجر به هیپوترمی^۲ شود. هیپوترمی، افت چشمگیر و خطرناک دمای بدن است.

نمودار ۱



شکل ۲ هنگام عرق کردن، گرمای اضافی بدن، با تبخیر آب از سطح پوست، دفع می‌شود.



1. heating curve

2. hypothermia



1. Burdge, J. "chemistry", 2nd.ed.2011, p. 522.

Publisher: McGraw-Hill

۲. شیمی عمومی ۱، ویراست سوم (۲۰۰۱) جان مک موری، رابرت سی فای، ترجمه عیسی یآوری و مهدی ادیب.

۲. شیمی عمومی با نگرش کاربردی، اسمیت، اسموت، پرایس، ترجمه احمد خواجه نصیرطوسی، علی سیدی، منصور عابدینی.

4. www.zonaleducation.com

