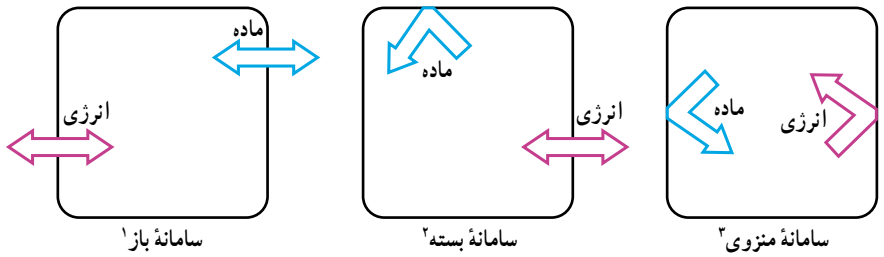


سامانهٔ منزوی[3]	سامانهٔ بسته[2]	سامانهٔ باز[1]
فلاسک چای، یخدان (برای مدّت کوتاه و معین).	یخچال هنگامی‌که کار می‌کند و در آن بسته است، دماسنج، کنسرو، کمپوت.	یخچال هنگامی‌که کار می‌کند و در آن باز است؛ استکان محتوی چای داغ و ظرف غذا در حال پختن غذا روی اجاق.

شکل ۹ــ نمایش انواع سامانه

نکتهٔ جالب توجه این است که ما تنها می‌توانیم سامانه‌های منزوی را برای زمان‌های کوتاه و معین تهیه کنیم و این سامانه‌ها واقعاً منزوی نیستند. فلاسک چای، یخدان و... نمونه‌هایی از سامانه‌های منزوی‌اند که تا مدتی همانند یک سامانهٔ منزوی رفتار می‌کنند. در آزمایشگاه نیز سامانه‌های منزوی برای هدف و زمان‌های معینی ساخته می‌شوند؛ زیرا با گذشت زمان به‌تدریج انرژی و گاهی ماده نیز با محیط پیرامون داد و ستد می‌کنند.

پاسخ «فکر کنید» صفحهٔ ۴۵

۱ــ آ) سامانهٔ بسته

ب) سامانهٔ باز

پ) سامانهٔ باز

۲ــ خیر؛ زیرا هر سامانهٔ منزوی برای هدف و زمان معینی توصیف و ساخته می‌شود و هیچ سامانه‌ای برای درازمدت منزوی نخواهد بود.

خواص سامانه

در بررسی‌های ترمودینامیکی، پس از انتخاب سامانه (و در پی آن محیط پیرامون) برای توصیف و بیان حالت آن، باید مقدار برخی خواص ترمودینامیکی مشخص باشد. توجه کنید که برای بیان حالت سامانه نیاز نیست که همهٔ خواص آن مشخص باشد؛ زیرا مشخص شدن برخی از آنها، مقدار دیگر خواص سامانه را نیز تعیین می‌کند. برای نمونه سامانه‌ای محتوی ۸۰/۰g آب خالص را در فشار یک اتمسفر و دمای ۲۵°C در نظر بگیرید. برای این سامانه دیگر خواص مانند حجم، ظرفیت گرمایی و... ثابت است و می‌توان آنها را از روی جرم، فشار و دمای سامانه تعیین کرد. از آنجا که در فشار یک اتمسفر و دمای ۲۵°C، چگالی آب خالص (d) برابر با $۱/۰۰\,g.mL^{-۱}$ است،

۱ــ Open System

۲ــ Closed System

۳ــ Isolated System

حجم این نمونه آب برابر خواهد بود با :

$$d = \frac{m}{V} \rightarrow V = \frac{m}{d} = \frac{۸۰/۰\,g}{۱/۰۰\,g.mL^{-۱}} = ۸۰/۰\,mL$$

همچنین در $۲۵^{\circ}C$، ظرفیت گرمایی ویژهٔ آب خالص برابر با $۴/۱۸\,J.g^{-۱}.^{\circ}C^{-۱}$ است؛ از این‌رو ظرفیت گرمایی برای این نمونه آب برابر است با :

$$C_p = mc_p = (۸۰/۰\,g) \times (۴/۱۸\,J.g^{-۱}.^{\circ}C^{-۱}) = ۳۲۱/۴۴\,J.^{\circ}C^{-۱}$$

هنگامی‌که خواص شدتی در سرتاسر سامانه ثابت است، سامانه همگن می‌باشد. هر بخش همگن از سامانه، یک فاز نام دارد.

خواصی که برای توصیف هر سامانه به‌کار می‌برید یا مقداری‌اند یا شدتی. یک خاصیت ترمودینامیکی مقداری، خاصیتی است که مقدار آن برابر با مجموع مقادیر آن خاصیت در بخش‌های گوناگون سامانه باشد. برای نمونه اگر سامانه‌ای به دو یا چند قسمت نابرابر و فرضی تقسیم شود، جرم و حجم سامانه برابر با مجموع جرم و حجم‌های بخش‌های گوناگون آن سامانه می‌شود. ازاین‌رو جرم و حجم یک سامانه، خاصیت‌های مقداری[۱] به‌شمار می‌روند.

این درحالی است که یک خاصیت ترمودینامیکی شدتی[۲]، به مقدار مادهٔ موجود در سامانه وابسته نیست؛ مانند چگالی، فشار سیال و غلظت محلول. برای نمونه هر مقداری از آب خالص در دما و فشار اتاق موجود باشد، چگالی آن برابر با $۱/۰۰\,g.mL^{-۱}$ است. همچنین اگر فشار هوای درون اتاق را در دمای ثابت اندازه‌گیری کنیم، در همهٔ بخش‌های اتاق یکسان است.

نکتهٔ مهم این است که اگر یک کمیت مقداری سامانه به ازای یک گرم، یک مول و یک لیتر (یا یک $m^{۳}$ و یا یک $cm^{۳}$) بیان شود، به یک کمیت شدتی تبدیل می‌شود. برای نمونه جرم مادهٔ خالص موجود در سامانه یک کمیت مقداری است؛ درحالی‌که جرم یک متر مکعب (یا یک سانتی‌متر مکعب) از آن، یک کمیت شدتی به‌نام چگالی است. همچنین جرم یک مول از آن یک کمیت شدتی به‌نام جرم مولی است.

ظرفیت گرمایی یک نمونه ماده وابسته به جرم ماده است؛ زیرا مقدار آن برای افزایش $۱^{\circ}C$ دمای $۲۰\,g$ از همین ماده متفاوت از $۵۰\,g$ از آن ماده است، به همین دلیل ظرفیت گرمایی یک کمیت مقداری به‌شمار می‌رود. درحالی‌که ظرفیت گرمایی ویژهٔ هر ماده، کمیتی شدتی است؛ زیرا برای یک گرم از ماده بیان می‌شود. اینک هر جرمی از این ماده که در اختیار باشد، ظرفیت گرمایی ویژه، چگالی و جرم مولی آن به مقدار ماده بستگی ندارد.

پاسخ «فکر کنید» صفحهٔ ۴۶

جرم، حجم و ظرفیت گرمایی کاهش یافته؛ درحالی‌که غلظت، چگالی و رنگ محلول ثابت مانده است. ازاین‌رو جرم، حجم و ظرفیت گرمایی خواص مقداری هستند اما رنگ، چگالی و غلظت محلول خواص شدتی به‌شمار می‌روند.

❊ پرسش این است که چرا فشار سیال (شاره) یک کمیت شدتی به‌شمار می‌رود؟

فشار هم‌ارز با نیروی وارد بر واحد سطح است ($p = \frac{F}{A}$) و با یکای $N.m^{-۲}$ (یا پاسکال، Pas)

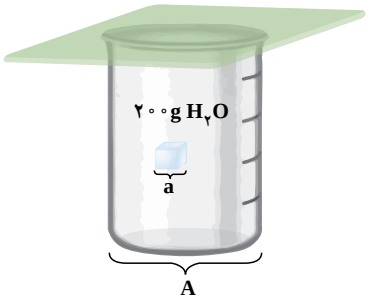
۱ــ Extensive Properties

۲ــ Intensive Property

بیان می‌شود. نیرو یک کمیت مقداری است و هنگامی‌که به‌ازای یک واحد از سطح بیان می‌شود، فشار نامیده می‌شود و یک کمیت شدتی (به‌ویژه برای سیال) به‌شمار می‌رود.

برای نمونه سامانهٔ بسته‌ای محتوی ۲۰۰g آب خالص را در نظر بگیرید (شکل ۱۰). در این سامانه فشار وارد بر ته ظرف (سامانه) ناشی از نیروی وزن آب به سطح مقطع ظرف است ($p=\frac{F}{A}$). اگر بخشی از این سامانه را با سطح مقطع a در نظر بگیرید، برای این بخش نیز فشار وارد بر سطح مقطع آن، ناشی از نیروی وزن آب در همان بخش وارد بر سطح مقطع a است. از آنجا که نیروی وزن آب در این بخش کمتر از نیروی وزن آب در کل سامانه است (f<F)، از این رو نیروی وزن کمیتی مقداری است، درحالی‌که فشار سیال کمیتی شدتی است؛ زیرا :

$$p=\frac{F}{A}=\frac{f}{a}$$



شکل ۱۰ــ فشار سیال