

انبساط گرمایی جامدات

هدف آزمایش

۱. بررسی انبساط در اثر ازدیاد دما
۲. تعیین ضریب انبساط طولی برای اجسام با جنس های متفاوت

وسایل مورد نیاز

دستگاه انبساط طولی ، دماسنج ، ظرف تهیه بخار ، میله هایی با جنس های متفاوت

تئوری آزمایش

انبساط گرمایی

بیشتر مواد در اثر گرم شدن منبسط و در اثر سرد شدن منقبض می گردند . مقدار این تغییر حجم برای گازها بسیار زیاد است و در مورد مایعات مقدار آن قابل ملاحظه است . این انبساط در مورد فلزات ناچیز است ، با این وجود ، در طرح ماشین ها و دستگاههای صنعتی به ویژه اگر تغییرات دما زیاد باشد نمی توان از آن چشم پوشی کرد .

نظریه انبساط گرمایی مواد بر اساس نظریه ملکولی به صورت زیر توضیح داده می شود : با افزایش دما انرژی جنبشی ملکولها افزایش می یابد و بنابراین فاصله متوسط ملکولی به دلیل برخورد شدید آنها با یکدیگر بزرگتر می شود و در نتیجه حجم ، طول و یا سطح مواد در اثر افزایش دما ، افزایش می یابد .

چنانچه میله ی فلزی ای را که در دمای صفر درجه $(T_0 = 0)$ ، به طول L_0 بوده است حرارت دهیم تا در دمای T به طول L برسد ، رابطه ی تناسب تجربی ای بین این طولها و دماها برقرار است و ضریب این تناسب یعنی λ ضریب انبساط طولی میله است.

$$\Delta T = T - T_0 \quad (۱)$$

$$L = L_0 + L_0 \lambda (\Delta T) = L_0 (1 + \lambda \Delta T) \quad (۲)$$

برای محاسبه ی λ از این رابطه یک مشکل وجود دارد ، ما معمولاً اطلاعی از طول میله در دمای صفر درجه نداریم ، بلکه طول آن در دمای اتاق را می دانیم. برای حل این مشکل رابطه ی ۲ را دوبار می نویسیم. بار اول برای میله ای که از دمای صفر درجه و طول L_0 ، به دمای اتاق (T_1) رسیده و طول آن L_1 شده است .

$$L_1 = L_0(1 + \lambda T_1) \quad (۳)$$

به همین ترتیب بار دوم هم رابطه را برای میله ای می نویسیم که از دمای صفر درجه و طول L_0 ، به دمای بخارآب جوش (T_2) رسیده و طول آن L_2 شده است .

$$L_2 = L_0(1 + \lambda T_2) \quad (۴)$$

در مورد میله های فلزی انبساط خطی (طولی) آنها مورد توجه است . اگر طول میله در دمای اولیه T_1 برابر L_1 و در دمای نهایی T_2 برابر با L_2 باشد . ازدیاد طول برابر با $\Delta L = L_2 - L_1$ است . تغییر طول میله به جنس میله ، تغییر دما و طول اولیه آن بستگی دارد . ضریب انبساط طولی میله ی تنها به جنس میله بستگی دارد و طبق تعریف برابر با تغییر طول میله به ازای افزایش دمای یک درجه سانتیگراد برای واحد طول میله است . با حذف L_0 از رابطه های ۳ و ۴ ، به رابطه ی زیر دست خواهیم یافت که مستقل از طول میله در دمای صفر درجه است:

$$\lambda = \frac{L_2 - L_1}{L_1 T_2 - L_2 T_1} \cong \frac{1}{L_1} \frac{L_2 - L_1}{T_2 - T_1} \quad (۵)$$

براساس این رابطه، واحد λ ، معکوس واحد دما است و λ مستقل از واحد بکار رفته در اندازه گیری طولهایی است که در روند آزمایش اندازه گیری می شوند.

به این ترتیب ، تغییر طول میله را می توان برحسب ضریب انبساط خطی تغییر و طول اولیه میله به صورت زیر نوشت :

$$L_2 - L_1 = \lambda L_1 (T_2 - T_1) \quad (۶)$$

به طور مشابه ، انبساط های سطحی و حجمی را نیز می توان به صورتهای زیر نوشت:

$$S_2 - S_1 = 2\lambda S_1 (T_2 - T_1) \quad (۷)$$

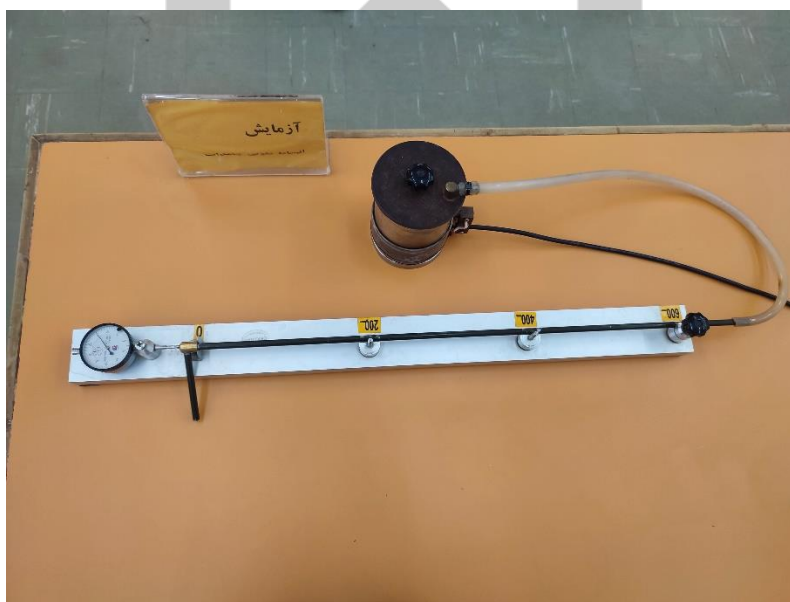
$$V_2 - V_1 = 3\lambda V_1 (T_2 - T_1) \quad (۸)$$

که در آن λ ۲ ضریب انبساط سطحی و λ ۳ ضریب انبساط حجمی است .

روش آزمایش

(۱) اندازه گیری ضریب انبساط طولی

دستگاه تعیین ضریب انبساط طولی که در شکل ۱ نشان داده شده است . برای اندازه گیری ضریب انبساط طولی میله هایی با جنس های مختلف به کار می رود . گرم کردن میله ها توسط جریان بخار آب از داخل آنها صورت می گیرد . ازدیاد طول میله از طریق یک دندان به عقربه ای انتقال می یابد و در نتیجه مقدار آن از روی صفحه درجه بندی شده بر حسب میلی متر خوانده می شود .



شکل ۱

میله های فلزی این آزمایش توخالی و به صورت لوله هستند تا بتوانیم با عبور بخار آب آنها را گرم کنیم . به جهت آنکه مسیری برای خروج بخار آب وجود داشته باشد، به یک انتهای میله قسمت L مانندی اضافه شده است. برای نصب میله روی پایه ی مخصوص آزمایش ، انتهای L مانند میله را در سمت پیستون و صفحه ی مدرج پایه ی آزمایش قرار داده و سر دیگر میله را در جهت آزاد پایه قرار دهید. و انتهای بسته ی آن را داخل میله را به وسیله ی مهره ای که روی پیچ ۶۰۰ میلیمتر می بندید، ثابت کنید. دقت کنید که شیار پیچ دقیقاً روی میله قرار گرفته باشد . عقربه ی صفحه مدرج را روی صفر میزان کنید . طول موثر میله را ۶۰۰ میلیمتر در نظر بگیرید . آب را به جوش آورید تا بخار از داخل لوله عبور کند . پس از متوقف شدن حرکت عقربه ، یک دقیقه دیگر صبر کنید و سپس تغییر طول میله را یادداشت نمایید . آزمایش را برای طول های موثر ۲۰۰ و ۴۰۰ میلیمتر تکرار کنید و مقادیر به دست آمده را به همراه دمای اطاق در جدول ۱ یادداشت نمایید . همین آزمایش را برای میله های دیگر با جنسهای متفاوت تکرار کرده و مقادیر را در جدولهای ۲ و ۳ و ۴ یادداشت کنید.

جنس میله :					
$\bar{\lambda}(1/^{\circ}\text{C})$	$\lambda(1/^{\circ}\text{C})$	دمای نهایی ($^{\circ}\text{C}$)	دمای اولیه ($^{\circ}\text{C}$)	طول نهایی (mm)	طول اولیه (mm)

جدول ۱

جنس میله :					
$\bar{\lambda}(1/^{\circ}\text{C})$	$\lambda(1/^{\circ}\text{C})$	دمای نهایی ($^{\circ}\text{C}$)	دمای اولیه ($^{\circ}\text{C}$)	طول نهایی (mm)	طول اولیه (mm)

جدول ۲

جنس میله :					
$\bar{\lambda}(1/^{\circ}\text{C})$	$\lambda(1/^{\circ}\text{C})$	دمای نهایی ($^{\circ}\text{C}$)	دمای اولیه ($^{\circ}\text{C}$)	طول نهایی (mm)	طول اولیه (mm)

جدول ۳

جنس میله :					
طول اولیه (mm)	طول نهایی (mm)	دمای اولیه (°C)	دمای نهایی (°C)	$\lambda(1/^{\circ}\text{C})$	$\bar{\lambda}(1/^{\circ}\text{C})$

جدول ۴

(۲) مشاهده انبساط حجمی جامدات

دستگاه انبساط حجمی شامل یک حفره مدور است که بر روی پایه ای فلزی تعبیه شده است و یک کره فلزی به داخل حفره آویزان است. قطرهای کره و حفره هنگامی که هر دو در دمای اطاق باشند با یکدیگر برابر است و کره می تواند از داخل حفره بگذرد. اگر به هر صورت حجم کره یا قطر آن به تنهایی افزایش یابد این افزایش با عبور نکردن کره از داخل حفره آشکار می شود.

در این آزمایش ابتدا تحقیق کنید که کره فلزی از حفره ی دستگاه آزمایش انبساط حجمی عبور می کند. سپس به وسیله اجاق گاز کره فلزی را به تنهایی گرم کنید و آن را در بالای حفره قرار دهید. مشاهدات و نتیجه آزمایش را بنویسید. سپس با فرو بردن کره در ظرف محتوی آب سرد آن را به دمای اطاق برگردانید. و عبور آن را از حفره مشاهده و نتیجه گیری نمایید.

محاسبات ، بررسی نتایج و پرسشها

- متوسط ضرایب انبساط طولی اجسام مختلف در آزمایش ۱ را با یکدیگر مقایسه کرده و به ترتیب بزرگی $\bar{\lambda}$ بنویسید.
- با توجه به جنس کره ی فلزی آزمایش ۲ و با استفاده از ضریب انبساط طولی به دست آمده در آزمایش ۱ ، ضریب انبساط حجمی کره فلزی آزمایش ۲ را تعیین نماید .
- از مشاهده آزمایش دوم چه نتیجه ای می گیرید؟