



حمیدرضا تولا

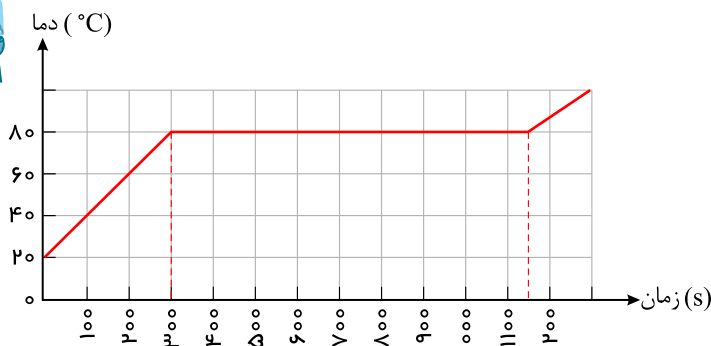
تمرین های کتاب درسی : فیزیک ۱ فصل ۴



۱) چهار بطری شیشه‌ای یکسان، دو رنگ جوهر قرمز و آبی، دو کارت ویزیت مقوایی و آب بسیار سرد و بسیار گرم تهیه کنید. در دو تا از بطری‌ها جوهر آبی و در دو بطری دیگر جوهر قرمز بریزید. سپس بطری‌های سرد آبی را با آب خیلی سرد و بطری‌های قرمز را با آب خیلی گرم پر کنید. اکنون در حالی که دهانه یک بطری قرمز را با کارت ویزیت گرفته‌اید، دهانه آن را دقیقاً روی دهانه یک بطری آبی قرار دهید و سپس کارت را بیرون بکشید. همین آزمایش را به‌طور معکوس نیز انجام دهید؛ یعنی این بار، یک بطری آبی رنگ که دهانه آن با کارت پوشیده شده است را روی دهانه یک بطری قرمز رنگ قرار دهید و سپس کارت را بیرون بکشید. گرم مشاهدات خود را توضیح دهید. از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

پاسخ: اگر بطری قرمز (شاره گرم) بالا باشد با بیرون کشیدن کارت، رنگ‌ها به حالت اولیه خود باقی می‌مانند و ترکیب نمی‌شوند. ولی اگر بطری آبی (شاره سرد) بالا باشد با بیرون کشیدن کارت، رنگ آبی به سمت پایین و رنگ قرمز به طرف بالا حرکت می‌کند و رنگ‌ها ترکیب می‌شوند. از این آزمایش نتیجه می‌گیریم که جریان همرفتی زمانی ایجاد می‌شود که شاره گرم‌تر پایین و شاره سردتر بالا باشد، زیرا چگالی آب گرم کمتر از چگالی آب سرد است.

۲) اگر به جسم جامدی که ابعاد آن به اندازه کافی کوچک است با توان ثابتی گرما بدهیم نمودار دما - زمان آن به صورت کیفی مانند شکل روبه‌رو می‌شود. این نمودار در اینجا برای جسم جامدی به جرم $500g$ رسم شده که توسط یک گرمکن با توان ثابت $100W$ گرم شده است.



الف) چقدر طول می‌کشد تا این جامد به نقطه ذوب خود برسد؟

ب) گرمای ویژه جامد آن را محاسبه کنید.

پ) گرمای نهان ذوب آن را محاسبه کنید.

پاسخ: الف) ۳۰۰s

ب)

$$P = \frac{mc\Delta\theta}{t} \rightarrow 10$$

$$= \frac{\cancel{100} \times c \times (10 - 20)}{\cancel{100}} \rightarrow c$$

$$= 1000 \frac{J}{kg \cdot K}$$

پ)

$$P = \frac{mL_F}{t} \rightarrow 10 = \frac{\frac{5}{100} \times L_F}{(1150 - 300)}$$

$$\rightarrow L_F = \frac{1150 \times 10}{\frac{5}{100}} = 1,7 \times 10^5 \frac{J}{kg}$$

۳) گرماسنجی به جرم ۲۰۰ گرم از مس ساخته شده است. یک قطعه ۸۰ گرمی از یک ماده نامعلوم همراه با ۵۰ گرم آب به درون گرماسنج ریخته می‌شود. اکنون دمای این مجموعه ۳۰°C شده است. در این هنگام ۱۰۰ گرم آب ۷۰°C به گرماسنج اضافه می‌شود، دمای تعادل ۵۲°C می‌شود.

$$\text{گرمای ویژه قطعه را محاسبه کنید. } (c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot K}, c_{\text{مس}} = 400 \frac{J}{kg \cdot K})$$

پاسخ: سه ماده اولیه (گرماسنج، ماده نامعلوم و آب اولیه) پیش از اضافه شدن آب ثانویه باهم در دمای ۳۰°C به تعادل رسیده‌اند.

$$\begin{cases} m_1 = 200g \\ \theta_1 = 30^\circ C \\ c_1 = 400 \frac{J}{kg \cdot K} \end{cases} \text{ گرماسنج ۱}$$

$$\begin{cases} m_2 = 80g \\ \theta_2 = 30^\circ C \\ c_2 = ? \end{cases} \text{ ماده نامعلوم ۲}$$

$$\text{آب ثانویه ۴} \begin{cases} m_3 = 100g \\ \theta_3 = 70^\circ C \\ c_3 = 4200 \frac{J}{kg \cdot K} \end{cases}$$

$$\theta_e = 52^\circ C$$

$$\text{آب اولیه ۳} \begin{cases} m_4 = 50g \\ \theta_4 = 30^\circ C \\ c_4 = 4200 \frac{J}{kg \cdot K} \end{cases}$$

با توجه به اطلاعات مسئله، دمای تعادل برابر است با:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 0$$

$$m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta - \theta_2) + m_3 c_3 (\theta - \theta_3) + m_4 c_4 (\theta - \theta_4) = 0$$

$$\frac{2}{1} \times 400 \cancel{J} \underbrace{(\cancel{52} - 30)}_{22} + \frac{1}{100} \times c_2$$

$$\times \underbrace{(\cancel{52} - 30)}_{22} + \frac{5}{1} \cancel{J} \times 42 \cancel{J} \underbrace{(\cancel{52} - 30)}_{22}$$

$$+ \frac{1}{1} \cancel{J} \times 4200 \cancel{J} \times \underbrace{(\cancel{52} - 70)}_{-18} = 0$$

$$\rightarrow 1760 + \frac{176}{100} c_p + 4620 - 7560 = 0$$

$$\rightarrow c_p = \frac{118000}{176} \simeq 670 \frac{J}{kg \cdot K}$$

۴ در یک روز گرم یک باری مخزنی حامل سوخت با $30,000 L$ بنزین بارگیری شده است. دمای هوا در محل تحویل سوخت $20,0^\circ C$ کمتر از

محلی است که در آنجا سوخت بار زده شده است. راننده چند لیتر سوخت را در این محل تحویل می‌دهد؟ $(\alpha_{بنزین} = 10^{-3} \frac{1}{K})$

پاسخ: حجم ثانویه سوخت به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\Delta V = V_f - V_i = V_i \beta (\Delta \theta) \rightarrow V_f$$

$$= V_i (1 + \beta \Delta \theta)$$

$$V_f = 3 \times 10^4 \underbrace{(1 + 10^{-3} \times (-20))}_{0.98}$$

$$= 2,94 \times 10^4 = 29400 L$$

۵ دو قوری هم جنس و هم اندازه را در نظر بگیرید که سطح بیرونی یکی سیاه‌رنگ و دیگری سفیدرنگ است. هر دو را با آب داغ با دمای یکسان پر می‌کنیم. آب کدام قوری زودتر خنک می‌شود؟

پاسخ: قوری سیاه‌رنگ، زیرا رنگ تیره همان طور که جذب گرمای بهتری نسبت به رنگ روشن دارد، در زمان تابش گرمایی، تابش بهتری نیز نسبت به رنگ روشن دارد.

۶ یک پالتو چگونه شما را گرم نگه می‌دارد؟ چرا استفاده از چند لباس زیر پالتو این عمل را تشدید می‌کند؟

پاسخ: هوا رسانای خوب گرما نیست (عایق گرما است). پوشیدن پالتو یا چند لباس زیر پالتو به دلیل حبس شدن هوا بین الیاف آن، مانع از خروج گرما از بدن ما شده و می‌تواند ما را گرم نگه دارد.

۷ اگر شما یک تیر چوبی و یک لوله فلزی سرد را که هم‌دمای هستند لمس کنید، چرا حس می‌کنید که لوله سردتر است؟ چرا ممکن است دست شما به لوله بچسبد؟

پاسخ: وقتی دمای تیرهای چوبی و فلزی از دمای بدن انسان (حدود $37^\circ C$) کمتر باشد، لوله فلزی به دلیل رسانش بهتر، گرمای بیشتری از بدن، جذب می‌کند؛ پس احساس می‌کنیم که لوله فلزی نسبت به تیر چوبی سردتر است. با تماس دست به لوله سرد فلزی، به دلیل انجماد رطوبت دست، ممکن است دست ما به لوله بچسبد.

۸ در چاله کوچکی $1,0 kg$ آب $0,0^\circ C$ قرار دارد. اگر بر اثر تبخیر سطحی قسمتی از آب تبخیر شود و بقیه آن یخ ببندد، جرم آب یخ‌زده

$$\text{چقدر می‌شود؟} (L_V = 2256 \frac{kJ}{kg}, L_F = 333 \frac{kJ}{kg})$$

پاسخ: گرمای مورد نیاز برای تبخیر سطحی، از انجماد بخش دیگری از آب تأمین می‌شود. پس داریم:

$$Q_{\text{تبخیر شده}} + Q_{\text{انجماد}} = 0 \rightarrow m_{\text{تبخیر شده}} L_V$$

$$- m_{\text{منجمد شده}} L_F = 0$$

$$\rightarrow 2256 m_{\text{تبخیر شده}} - 333 m_{\text{منجمد شده}} = 0$$

(۱)

$$m_{\text{تبخیر شده}} + m_{\text{منجمد شده}} = 1 kg$$

$$\xrightarrow{\times 333} 333 m_{\text{تبخیر شده}} + 333 m_{\text{منجمد شده}}$$

$$= 333 (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} 2589 m_{\text{تبخیر شده}} = 333 \rightarrow m_{\text{تبخیر شده}}$$

$$= 0,128 kg = 128 g \Rightarrow m_{\text{منجمد شده}}$$

$$= 872 J$$

از طرفی داریم:

۹) یک راه برای جلوگیری از سرد شدن بیش از حد یک سالن سربسته در شب هنگام، وقتی که دمای زیر صفر پیش‌بینی شده است، قرار دادن تشت بزرگ پر از آب در سالن است. اگر جرم آب درون تشت 15 kg و دمای اولیه آن 20°C باشد و همه آن به یخ 0°C تبدیل شود، آب چقدر گرما به محیط پیرامونش می‌دهد؟

$$(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}, L_F = 333 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}})$$

پاسخ:

$$Q_1 \quad 15\text{ kg آب } 20^\circ\text{C} \rightarrow 0^\circ\text{C آب } 15\text{ kg}$$

$$Q_2 \quad 15\text{ kg یخ } 0^\circ\text{C} \rightarrow 0^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{کل}} = Q_1 + Q_2 = mc\Delta\theta - mL_F$$

$$Q_{\text{کل}} = 15(4200 \times (0 - 20) - 333000)$$

$$= -6255000\text{ J} = -6255\text{ kJ}$$

۱۰) کمترین گرمای لازم برای ذوب کامل 200 g نقره که در آغاز در دمای 20°C قرار دارد چقدر است؟ (فشار هوا را یک اتمسفر فرض کنید)

$$(L_F = 88.3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, c_{\text{نقره}} = 36 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}, \theta_{\text{ذوب}} = 960^\circ\text{C})$$

پاسخ: مسیر فرایند طی شده تا ذوب کامل نقره را می‌نویسیم:

$$Q_1 \quad 200\text{ g نقره } 20^\circ\text{C} \rightarrow 960^\circ\text{C نقره } 200\text{ g}$$

$$Q_2 \quad 200\text{ g نقره ذوب شده } 960^\circ\text{C} \rightarrow 960^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{کل}} = Q_1 + Q_2 = mc\Delta\theta + mL_F$$

$$Q_{\text{کل}} = \frac{2}{100}(236 \times (960 - 20) + 88300) = 62028\text{ J}$$

۱۱) کدام گزینه درباره فرایند ذوب نادرست است؟

الف) افزایش فشار وارد بر جسم در بیشتر مواد، سبب پایین رفتن نقطه ذوب می‌شود.

ب) افزایش فشار بر روی یخ، سبب کاهش اندک نقطه ذوب آن می‌شود.

پ) فرایند ذوب، عملی گرماگیر است.

ت) گرمایی که جسم جامد در نقطه ذوب خود می‌گیرد تا به مایع تبدیل شود، سبب تغییر دمای آن نمی‌شود.

پاسخ: عبارت الف) نادرست و سایر عبارات درست هستند؛ افزایش فشار وارد بر جسم در بیشتر مواد، سبب بالا رفتن نقطه ذوب می‌شود.

۱۲) قبل از تزریق دارو یا سرم به یک بیمار، محل تزریق را با الکل تمیز می‌کنند. این کار سبب احساس خنکی در محل تزریق می‌شود. علت را توضیح دهید.

پاسخ: قطرات ریز الکل روی پوست برای تبخیر سطحی احتیاج به گرما دارند که این گرما را از بدن بیمار می‌گیرند؛ به همین دلیل بیمار احساس خنکی در محل تزریق می‌کند.

۱۳) یکی از روش‌های بالابردن دمای یک جسم، دادن گرما به آن است. اگر به جسمی گرما دهیم، آیا دمای آن حتماً بالا می‌رود؟ توضیح دهید.

پاسخ: خیر، ممکن است گرفتن گرما توسط جسم صرف تغییر حالت آن شود.

۱۴) طول خط‌های لوله گاز، نفت و فراورده‌های نفتی در کشورمان که عمدتاً مواد سوختی را از جنوب کشور به مرکز و شمال منتقل می‌کند به چند هزار کیلومتر می‌رسد. دمای هوا در زمستان ممکن است تا $-10^{\circ}C$ و در تابستان تا $+50^{\circ}C$ برسد. جنس این لوله‌ها عموماً از فولاد با $\alpha \approx 10 \times 10^{-6} K^{-1}$ است. طول خط لوله، بین دو ایستگاه تهران - اصفهان تقریباً $230 km$ است.



الف) در اثر این اختلاف دما، این خط چقدر منبسط می‌شود؟

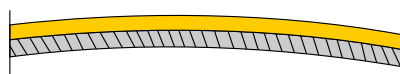
ب) چگونه می‌توان تأثیر این انبساط را برطرف کرد؟

پاسخ:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta = 230 \times 10^3 \times 10^{-6} \times (50 - (-10)) = 138 m$$

ب) با عایق بندی مناسب لوله‌ها در زیرزمین می‌توان مانع از تغییر دما و در نتیجه تغییر طول لوله‌ها شد. همچنین استفاده از اتصالات آکاردئونی (قابل انعطاف) می‌تواند از زخم شدن لوله‌ها در اثر تغییر طول جلوگیری کند.

۱۵) در شکل روبه‌رو با کاهش دما، نوار دو فلز به طرف پایین خم می‌شود. اگر یکی از نوارها، برنجی و نوار دیگر فولادی باشد (



فولاد $\alpha > \alpha_{\text{برنج}}$)

الف) نوار بالایی از چه جنسی است؟

ب) اگر نوارها را گرم کنیم به کدام سمت خم می‌شوند.

پاسخ: الف) فولاد، زیرا ضریب انبساط طولی و در نتیجه کاهش طول کمتری نسبت به برنج دارد.

ب) به سمت بالا.

۱۶) یک بزرگراه از بخش‌های بتونی به طول $250 m$ ساخته شده است. این بخش‌ها در دمای $10^{\circ}C$ ، بتون‌ریزی و عمل آورده شده‌اند. برای

جلوگیری از تاب برداشتن بتون در دمای $50^{\circ}C$ ، مهندسان باید چه فاصله‌ای را بین این قطعه‌ها در نظر بگیرند؟ ($\alpha_{\text{بتون}} \approx 14 \times 10^{-6} K^{-1}$)

پاسخ: مهندسان باید حداقل به مقدار افزایش طول این بخش‌های بتونی فاصله خالی در نظر بگیرند، تا پس از افزایش دما، تاب برندارند.

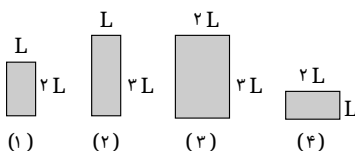
$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta = 25 \times 14 \times 10^{-6} \times (50 - 10) \rightarrow \Delta L = 0.014 m = 14 mm$$

۱۷) شکل روبه‌رو چهار صفحه فلزی هم‌جنس به اضلاع متفاوت را در یک دما نشان می‌دهد. اگر دمای همه آنها را به اندازه یکسان زیاد کنیم،

الف) ارتفاع کدام صفحه یا صفحه‌ها بیشتر افزایش پیدا می‌کند؟

ب) مساحت کدام یک بیشتر افزایش پیدا می‌کند؟

پ) اگر در هر چهار تایی آنها روزنه کوچک هم‌اندازه‌ای وجود داشته باشد، افزایش قطر چهار روزنه در اثر افزایش دمای یکسان را با هم مقایسه کنید.



پاسخ:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta \xrightarrow{\substack{(\alpha \Delta \theta) \text{ برای صفحات یکسان است.} \\ L_1 = L_3 > L_2 > L_4}} \Delta L_3 = \Delta L_2 > \Delta L_1 > \Delta L_4$$

$$\Delta A = A_1 \alpha \Delta \theta$$

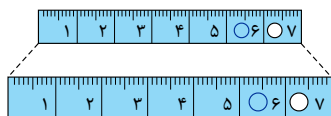
$$\left. \begin{array}{l} A_{1_r} = 2L^2 \quad A_{1_v} = 3L^2 \\ A_{1_p} = 6L^2 \quad A_{1_f} = 2L^2 \end{array} \right\} A_{1_p} > A_{1_v} > A_{1_r} = A_{1_f}$$

($\alpha \Delta \theta$) برای صفحات یکسان است.

$$\rightarrow \Delta A_p > \Delta A_v > \Delta A_r = \Delta A_f$$

پ) با توجه به اینکه روزنه‌ها دارای قطر یکسان هستند، بنابراین افزایش قطر یکسانی خواهند داشت.

۱۸) شکل روبه‌رو، یک خط‌کش فلزی را که در آن سوراخی ایجاد شده است در دو دمای متفاوت نشان می‌دهد (برای روشن بودن مطلب، انبساط به صورت اغراق آمیزی رسم شده است). از این شکل چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟



پاسخ:

۱ - انبساط در همه قسمت‌های توپر و توخالی یک جسم به یک نسبت رخ می‌دهد.

۲ - با انبساط و انقباض یک جسم، تمامی زوایا و شکل جسم ثابت می‌ماند و تنها ابعاد آن تغییر می‌کند.



۱۹) سرِ سرنگی را که پیستون آن آزادانه حرکت می‌کند به فشارسنجی می‌بندیم و آن را به‌طور افقی درون ظرف آبی می‌گذاریم و ظرف را به آرامی گرم می‌کنیم. توضیح دهید کدام یک از کمیت‌های دما، حجم، فشار و مقدار هوای درون سرنگ تغییر می‌کند و تغییر آنها چگونه است؟

پاسخ: ۱ - هوای سرنگ با آب داخل ظرف به تعادل گرمایی می‌رسد، در نتیجه دمای هوای داخل سرنگ افزایش می‌یابد.

۲ - چون پیستون می‌تواند آزادانه حرکت کند، فشار هوای درون سرنگ ثابت می‌ماند و مقدار آن برابر با مقدار فشاری است که از طرف محیط اطراف به سرنگ وارد می‌شود.

۳ - در فشار ثابت، حجم و دمای گاز نسبت مستقیم دارند. با افزایش دما، حجم گاز هم افزایش می‌یابد.

۴ - مقدار هوای داخل سرنگ تغییر نمی‌کند، زیرا هوایی از آن خارج یا به آن وارد نمی‌شود.

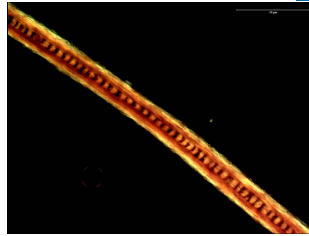


۲۰) پرتوسنج (رادایومتر) وسیله‌ای است که از یک حباب شیشه‌ای تشکیل شده است که درون آن چهار پره فلزی قائم قرار دارد که می‌توانند حول یک محور (سوزن عمودی) بچرخند. دو وجه هر چهار پره، یک‌درمیان سفید و سیاه است. وقتی این وسیله کنار یک چشمه نور قرار گیرد، پره‌ها حول سوزن عمودی می‌چرخند و هرچه شدت نور بیشتر باشد، این چرخش سریع‌تر است. در مورد دلیل چرخش پره‌ها تحقیق کنید.

پاسخ: پرتوسنجهای داخل یک محفظه شیشه‌ای قرار دارند که بخش عمده هوای آن تخلیه شده است؛ وقتی نور به پره‌ها تابانده می‌شود، بخش سیاه پره نسبت به بخش سفید آن، نور بیشتری را جذب می‌کند و گرم می‌شود. گرم شدن پره‌های سیاه، باعث افزایش جنبش مولکول‌های هوای اطراف آن می‌شود. به علت اختلاف دما، مولکول‌های هوا در طرف سیاه پره‌ها نسبت به طرف سفید آن، سریع‌تر حرکت کرده و نیروی بیشتری وارد می‌کنند. این ضربه‌ها باعث چرخش گره‌های پرتوسنج می‌شود. اگر در این وسیله خلاء کامل باشد پره‌ها نمی‌چرخند؛ زیرا مولکول‌های هوایی وجود ندارند.

۲۱) چه ارتباطی بین انتقال گرما به روش همرفت و ضریب انبساط حجمی، برای یک مایع وجود دارد؟

پاسخ: در اثر تغییر دمای یکسان برای مایع‌های مختلف، هرچه ضریب انبساط حجمی یک مایع بیشتر باشد، بیشتر منبسط می‌شود و چگالی آن بیشتر کاهش می‌یابد. پس تغییر چگالی ایجاد شده بین بخش‌های گرم و سرد شاره بیشتر شده و در نتیجه پدیده همرفت با سرعت بیشتری انجام خواهد شد.



تصویری بسیار بزرگ شده از موی یک خرس قطبی

۲۲) موهای خرس قطبی توخالی هستند. تحقیق کنید این موضوع چه نقشی در گرم نگه داشتن بدن خرس در سرمای قطب دارد؟

پاسخ: بخش عمده گرمای بدن جانداران از طریق فرایند رسانش به بیرون منتقل می شود. از آنجایی که هوا رسانای ضعیف گرما است، توخالی بودن موهای خرس قطبی موجب می شود انتقال گرما از طریق رسانش از بدن جاندار به حداقل برسد.

۲۳) در فرایندهای تغییر حالت (تغییر فاز) دما تغییر نمی کند، اما انرژی درونی ماده تغییر می کند. در این باره تحقیق کنید.

پاسخ: افزایش انرژی درونی درونی همیشه باعث افزایش دما نمی شود. انرژی درونی، مجموع انرژی های جنبشی همه ذرات جسم و انرژی پتانسیل مربوط به برهم کنش های بین آنهاست. با گرم شدن جسم، انرژی جنبشی ذرات تشکیل دهنده آن و در نتیجه، انرژی درونی آن افزایش می یابد. اما در زمان تغییر حالت ماده، چون گرمای داده شده صرف غلبه بر نیروهای بین مولکولی می شود، انرژی جنبشی متوسط مولکول ها تغییر نمی کند، بنابراین دما ثابت می ماند. در واقع گرمای داده به جسم قبل از اینکه سبب افزایش جنبش مولکول ها و در نتیجه افزایش دمای آنها شود، صرف سست کردن پیوندهای بین مولکول ها می شود و درون مولکول ها ذخیره می شود. انرژی پتانسیل آنها را افزایش می دهد که باعث افزایش انرژی درونی ماده می شود.



۲۴) در مورد ایجاد شبنم صبحگاهی روی گیاهان تحقیق کنید.

پاسخ: صبحگاهان، قبل از طلوع خورشید، خنک ترین زمان شبانه روز است. زیرا بیشترین فاصله زمانی را از زمان تابش خورشید به زمین دارد. در صبحگاهان بخار آب موجود در هوا در اثر برخورد با سطوح سردتر، مثل شاخه و برگ گیاهان با از دست دادن گرما، طی فرایند میعان به مایع تبدیل شده و شبنم صبحگاهی ایجاد می شود.

۲۵) الف) چرا غذا در دیگ زودپز، زودتر پخته می شود؟

ب) دلیل دیرتر پخته شدن تخم مرغ در ارتفاعات چیست؟ کوهنوردان برای رفع این مشکل چه کاری انجام می دهند؟

پاسخ: الف) بسته بودن در دیگ زودپز باعث افزایش فشار در سطح مایع می شود. بنابراین نقطه جوش مایع افزایش می یابد و غذا در دمایی بالاتر قرار می گیرد؛ در نتیجه غذا در دمای بالاتر زودتر پخته می شود.

ب) در ارتفاعات به دلیل کاهش فشار هوا، نقطه جوش آب پایین می آید. در نتیجه تخم مرغ در دمای کمتری قرار می گیرد و دیرتر پخته می شود. کوهنوردان برای حل این مشکل تخم مرغ ها را در ظروف در بسته می جوشانند، زیرا با بسته شدن در ظرف، فشار هوا و در نتیجه نقطه جوش افزایش می یابد؛ همچنین می توان با افزودن ناخالصی ای مانند نمک، نقطه جوش آب را کمی افزایش داد.

۲۶) چرا گرمای نهان تبخیر آب با افزایش دمای آن کاهش می یابد؟

پاسخ: با افزایش دما جنبش مولکولی و تندی حرکت مولکول ها افزایش می یابد و در نتیجه پیوند بین آنها سست تر می شود و مولکول ها برای جدا شدن از سطح مایع به انرژی کمتری نیاز دارند؛ بنابراین با افزایش دمای آب گرمای کمتری برای تبخیر شدن آن نیاز است.

۲۷) الف) بررسی کنید از دیدگاه مولکولی، افزایش دما و افزایش مساحت سطح مایع چگونه بر آهنگ تبخیر سطحی مایع اثر می گذارد؟

ب) با بررسی تبخیر سطحی در شرایط مختلف، عامل یا عامل های دیگری را بیان کنید که بر آهنگ تبخیر سطحی مؤثر باشند.

پ) تحقیق کنید کوزه های سفالی چگونه می توانند آب داخل خود را خنک کنند.



پاسخ: الف) تبخیر سطحی با افزایش دما زیاد می‌شود. زیرا با افزایش دما، انرژی جنبشی مولکول‌ها بیشتر می‌شود و مولکول‌ها انرژی لازم برای غلبه بر کشش سطحی آب را پیدا می‌کنند. در ضمن کشش سطحی آب هم با افزایش دما کم می‌شود که این هم به تبخیر ساده‌تر و سریع‌تر آب کمک می‌کند.

با افزایش سطح مایع، سطح تماس مولکول‌های مایع با هوا بیشتر شده و مولکول‌های بیشتری فرصت فرار از سطح آزاد مایع را خواهند داشت، بنابراین آهنگ تبخیر سطحی افزایش می‌یابد.

ب) ۱- جنس مایع: تبخیر سطحی در برخی مایع‌ها بیشتر از سایر مواد است. مثلاً تبخیر سطحی در الکل بسیار بیشتر از آب است. ۲- فشار سطح مایع و جریان هوا (باد): فشار سطح مایع و تبخیر سطحی نسبت عکس دارند، یعنی هرچه فشار در سطح مایع‌ها، کمتر باشد، آهنگ تبخیر سطحی بیشتر می‌شود. بنا بر همین قاعده، جریان هوا هم می‌تواند بر آهنگ تبخیر سطحی مؤثر باشد. طبق اصل برنولی، جریان هوا بر روی سطح مایع باعث کاهش فشار هوا در سطح مایع و در نتیجه افزایش آهنگ تبخیر سطحی می‌شود.

پ) کوزه‌های سفالی مولکول‌های آب را از دیواره متخلخل خود عبور می‌دهند و به سطح خارجی خود منتقل می‌کنند؛ این آب بخار می‌شود و چون تبخیر فرایندی گرماگیر است، این مولکول‌ها برای تبخیر شدن، گرمای آب درون کوزه را می‌گیرند و آب درون کوزه خنک می‌شود.

۲۸) وجود ناخالصی در مایع چه تأثیری بر نقطه انجماد آن دارد.

پاسخ: وجود ناخالصی سبب کاهش نقطه انجماد مایع می‌شود. به‌طور مثال وجود ضد یخ در آب رادیاتور اتومبیل، باعث می‌شود آب در دماهای خیلی پایین‌تر از صفر درجه یخ بزند، یعنی نقطه انجماد آب را کاهش می‌دهد.



۲۹) برف و یخ دو شکل آشنای حالت جامد آب هستند، اما با وجود این، ظاهر متفاوتی دارند. دلیل این امر را تحقیق کنید.

پاسخ: علت این تفاوت مربوط به نحوه فرایند تشکیل برف و یخ است. هوا شامل بخار آب است. اگر هوا خنک باشد، (هنوز به نقطه انجماد نرسیده باشد) پدیده میعان رخ می‌دهد و بخار آب تبدیل به باران، مه و شبنم می‌شود. با سردتر شدن هوا و رسیدن به نقطه انجماد، این آب‌ها یخ می‌زنند و به شکل تگرگ می‌شوند. اما اگر ناگهان هوا بسیار سرد شود و دما به زیر نقطه انجماد برسد، بخار بدون تبدیل به حالت مایع مستقیماً به حالت جامد تبدیل می‌شود (چگالش) و بلورهای یخ تشکیل می‌شود. این بلورها در مسیر فرود به زمین با مولکول‌های بخار آب برخورد می‌کنند. به محض برخورد بخار آب با بلور، بخار آب حالت گازی خود را از دست داده و به بلور جامد تبدیل می‌شود. با تکرار این فرایند بلورهای یخ معلق در هوا ضمن حفظ تقارن شش‌وجهی به آرامی رشد کرده و دانه‌های برف تشکیل می‌دهند. بنابراین تشکیل برف حاصل تبدیل بخار به جامد یا چگالش است، اما تشکیل یخ حاصل تبدیل مایع به جامد یعنی انجماد است.

۳۰) هدف: تعیین گرمای ویژه فلزی با جنس نامعین

وسایلهای مورد نیاز: گرماسنج با ظرفیت گرمایی معین، یک جسم کوچک فلزی (مثل یک وزنه فلزی قلاب‌دار)، دماسنج، ترازو، بشر شیشه‌ای، چراغ گازی، سه پایه و شعله پخش کن، انبر.

شرح آزمایش:

- ۱- مقداری آب با جرم معلوم را درون گرماسنج بریزید و صبر کنید تا دمای گرماسنج و آب، یکسان شود. این دما را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.
- ۲- جرم جسم فلزی را به کمک ترازو اندازه بگیرید و یادداشت کنید.
- ۳- جسم فلزی را درون بشر قرار دهید، مقداری آب روی آن بریزید و سپس مجموعه را روی چراغ گازی روشن بگذارید.
- ۴- صبر کنید تا آب چند دقیقه بجوشد. دمای آب را در این حالت اندازه بگیرید. این دما، همان دمای جسم فلزی نیز هست.
- ۵- جسم داغ‌شده را توسط انبر به سرعت درون گرماسنج بیندازید.
- ۶- آب درون گرماسنج را با همزن آن به هم بزنید و دمای تعادل را اندازه گرفته و یادداشت کنید.
- ۷- با استفاده از رابطه دمای تعادل گرمای ویژه جسم فلزی را به دست آورید.

پاسخ:

$$۱) C_{\text{گرماسنج}} = 78 \frac{J}{K}, \theta_{\text{آب}} = \theta_{\text{گرماسنج}}$$

$$= 20^{\circ}C, m_{\text{آب}} = 300g = 0.3kg$$

$$۲) m_{\text{فلز}} = 180g = 0.18kg$$

$$۴) \theta_{\text{فلز}} = 100^{\circ}C$$

$$۶) \theta = 24^{\circ}C$$

$$\begin{aligned}
 7) \quad & Q_{\text{آب}} + Q_{\text{فلز}} + Q_{\text{گرماسنج}} = 0 \\
 \Rightarrow & m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} (\theta - \theta_{\text{آب}}) \\
 & + m_{\text{فلز}} c_{\text{فلز}} (\theta - \theta_{\text{فلز}}) \\
 & + C_{\text{گرماسنج}} (\theta - \theta_{\text{گرماسنج}}) = 0 \\
 \Rightarrow & 0.3 \times 4187 \times (24 - 20) + 0.18 \\
 & \times c_{\text{فلز}} \times (24 - 100) + 78 \\
 & \times (24 - 20) = 0 \\
 \Rightarrow & 5024.4 + (-13.68c_{\text{فلز}}) + 312 \\
 = 0 \Rightarrow & c_{\text{فلز}} = \frac{5336.4}{13.68} \simeq 390 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}
 \end{aligned}$$

۳۱) چند گوی فلزی از جنس‌های مختلف، مثلاً از آلومینیم، فولاد، برنج، مس، سرب و ... را اختیار می‌کنیم که همگی جرم یکسانی داشته باشند. گوی‌ها را توسط ریسمان‌هایی داخل ظرف آبی قرار می‌دهیم که آب آن در حال جوشیدن است و پس از مدتی گوی‌ها را بیرون آورده و آنها را روی یک ورقه پارافین قرار می‌دهیم. به نظر شما کدام گوی، پارافین بیشتری را ذوب می‌کند و علت آن چیست؟

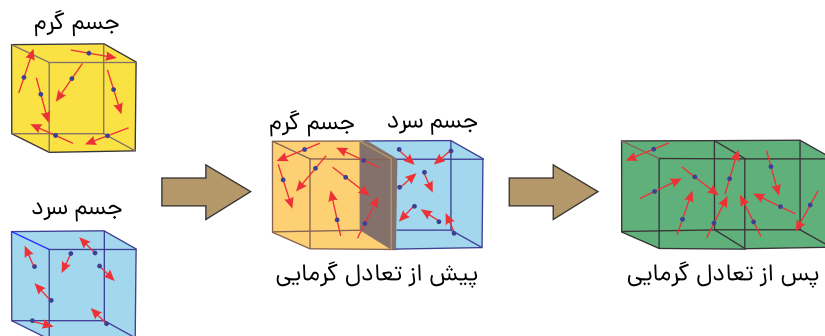
$$c_{\text{سرب}} > c_{\text{برنج}} > c_{\text{مس}} > c_{\text{فولاد}} > c_{\text{آلومینیم}}$$

پاسخ: چون گوی‌ها جرم و تغییرات دمایی یکسانی دارند، بنابراین گویی که گرمای ویژه بیشتری دارد، پارافین بیشتری را ذوب می‌کند. زیرا اجسامی که گرمای ویژه بالاتری دارند، در زمان سرد شدن (براساس فرمول $Q = mc\Delta T$) گرمای بیشتری را به محیط منتقل می‌کنند. در نتیجه آلومینیم پارافین بیشتری را ذوب می‌کند.

۳۲) الف) منظور از این جمله که «دماسنج‌ها دمای خودشان را اندازه‌گیری می‌کنند» چیست؟

ب) در یک کلاس درس میز، صندلی، دانش‌آموز، تخته، شیشه پنجره و ... وجود دارد. در یک روز زمستانی، دمای کدامیک از آنها بیشتر از دمای هوای اتاق است؟ دمای کدامیک کمتر از دمای هوای اتاق است؟

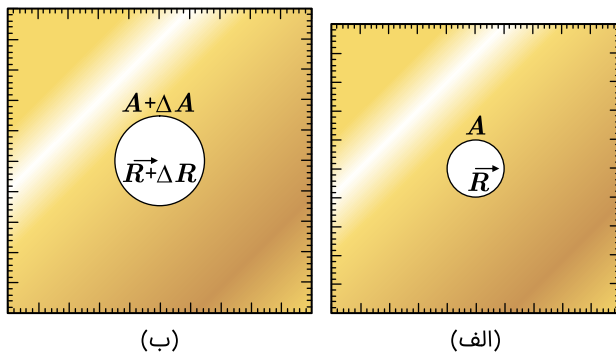
پ) در شکل داده‌شده میانگین انرژی جنبشی ذرات دو جسم چگونه تغییر کرده است؟



پاسخ: الف) چون در اندازه‌گیری دما، دماسنج و محیط به تعادل گرمایی رسیده و هم‌دم می‌شوند، دماسنج‌ها با نشان دادن دمای خودشان، دمای محیط را نیز نشان می‌دهند.

ب) بدن انسان چون منبع تولید گرما است، دمایی بیشتر از دمای هوای کلاس دارد. اجسامی مثل شیشه و پنجره که با هوای بیرون در ارتباط هستند، نیز به دلیل مبادله گرما با بیرون دمای کمتری نسبت به دمای هوای کلاس دارند. سایر اجسام داخل کلاس نیز چون همگی با هوای کلاس در تعادل گرمایی هستند، هم‌دم با هوای اتاق هستند.

پ) با رسیدن به تعادل گرمایی، میانگین انرژی جنبشی ذرات جسم گرم کاهش و میانگین انرژی جنبشی ذرات جسم سرد افزایش می‌یابد.



۳۳) شکل‌های (الف) و (ب) نشان می‌دهند که وقتی روی یک ورقه فلزی حفره‌ای دایره‌ای داشته باشیم و ورقه را گرم کنیم، قطر (یا مساحت) حفره بزرگ می‌شود. فرض کنید جنس ورقه، برنجی است و حفره‌ای به قطر یک اینچ (۲٫۵۴ cm) درون آن ایجاد شده است. وقتی دمای ورقه، $200^\circ C$ افزایش یابد، افزایش مساحت حفره چقدر خواهد شد؟

$$\left(\alpha_{\text{برنج}} = 19 \times 10^{-6} \frac{1}{K} \text{ و } r = 2,54 \text{ cm} \right)$$

پاسخ: حفره را مانند یک قرص دایره‌ای به شعاع r و هم‌جنس با صفحه فلزی در نظر می‌گیریم که در اثر افزایش دمای ΔT ، مساحت آن به اندازه ΔA افزایش می‌یابد. با داشتن شعاع r ، مساحت اولیه $A_1 = \pi r^2$ را محاسبه می‌کنیم و سپس با استفاده از رابطه $\Delta A = 2\alpha A_1 \Delta T$ ، افزایش مساحت به دست می‌آید.

$$\alpha_{\text{برنج}} = 19 \times 10^{-6} \frac{1}{K}, \quad r = \frac{2,54}{2}$$

$$= 1,27 \text{ cm}, \quad \Delta T = 200^\circ C$$

ابتدا مساحت اولیه حفره را محاسبه می‌کنیم:

$$A_1 = \pi r^2 = 3,14 \times (1,27)^2$$

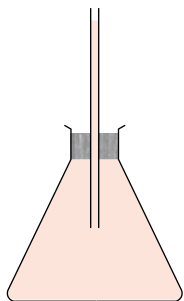
$$= 5,06 \text{ cm}^2$$

اکنون افزایش مساحت حفره برابر است با:

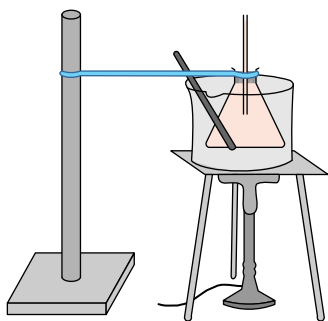
$$\Delta A = 2\alpha A_1 \Delta T = 2 \times 19 \times 10^{-6}$$

$$\times 5,06 \times 200 = 3,85 \times 10^{-2} \text{ cm}^2$$

۳۴) ارلنی شیشه‌ای با ضریب انبساط طولی $\frac{1}{C} \times 10^{-6}$ را که در دمای $20,0^\circ C$ گنجایشی برابر با 200 cm^3 دارد، مطابق شکل با گلیسرین در همان دما پر می‌کنیم. دمای ظرف و گلیسرین را به $60^\circ C$ می‌رسانیم. آزمایشی را طراحی و اجرا کنید که با آن بتوانید حجم گلیسرین سرریز شده را اندازه بگیرید. سپس از روی آن، ضریب انبساط حجمی گلیسرین را تعیین کنید.

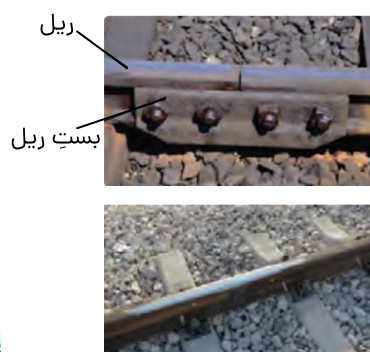


پاسخ:



وسایل آزمایش: گلیسرین، بشر، ارلن 100 ml ، دربوش پلاستیکی ارلن با سوراخ، دماسنج، لوله شیشه‌ای مدرج بلند، چراغ الکلی و پایه. شرح آزمایش: داخل ارلن تا حجم 100 cm^3 گلیسرین می‌ریزیم ($V_1 = 100\text{ cm}^3$). لوله شیشه‌ای را از سوراخ دربوش عبور داده و دربوش را طوری بر روی ارلن قرار می‌دهیم که گلیسرین تا صفر درجه‌بندی لوله مدرج بالا بیاید و هیچ هوایی در ارلن قرار نداشته باشد. سپس ارلن را درون بشر بزرگ پر از آبی قرار می‌دهیم و دمای اولیه گلیسرین را با استفاده از دماسنج درون بشر اندازه‌گیری می‌کنیم. ($\theta_1 = 20^\circ\text{C}$). بشر را بر روی پایه قرار داده و توسط چراغ الکلی به آن گرما می‌دهیم تا دمای آن به 60°C برسد ($\theta_2 = 60^\circ\text{C}$). گلیسرین منبسط شده و از لوله مدرج بالا می‌آید. حجم گلیسرین منبسط‌شده در دمای 60°C را توسط لوله مدرج مشخص می‌کنیم. ($\Delta V = 2\text{ cm}^3$) حال با کمک رابطه $\Delta V = \beta V_1 \Delta T$ ضریب انبساط حجمی گلیسرین را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{aligned} V_1 &= 100\text{ cm}^3, \theta_1 = 20^\circ\text{C}, \theta_2 \\ &= 60^\circ\text{C} \\ \Delta T &= \Delta\theta = 40^\circ\text{K}, \Delta V = 2\text{ cm}^3 \\ \Delta V &= \beta V_1 \Delta T \Rightarrow 2 = \beta \times 100 \times 40 \\ \Rightarrow \beta &= \frac{2}{4000} = 5 \times 10^{-4} \frac{1}{\text{K}} \end{aligned}$$



(۳۵) الف) شکل (الف) تصویری واقعی از دو قسمت متوالی خط آهن (ریل راه آهن)های قدیمی را در گذشته نشان می‌دهد. اگر فاصله خالی بین این دو قسمت به حد کافی زیاد نمی‌بود، چه مشکلی پیش می‌آمد؟

ب) امروزه بین قسمت‌های متوالی خط آهن فاصله‌ای در نظر گرفته نمی‌شود و این قسمت‌ها پشت سرهم (الف) جوشکاری می‌شوند (شکل ب). در این روش چگونه مشکل ناشی از انبساط در یک روز گرم تابستانی برطرف می‌شود؟

پاسخ: الف) تغییر طول هر بخش از ریل‌ها در اثر انبساط و انقباض ناشی از تغییرات دما، موجب وارد شدن نیرو به بخش‌های دیگر می‌شد و این نیرو باعث خمیده شدن ریل‌ها و یا جدا شدن اتصالات آن می‌گردید.

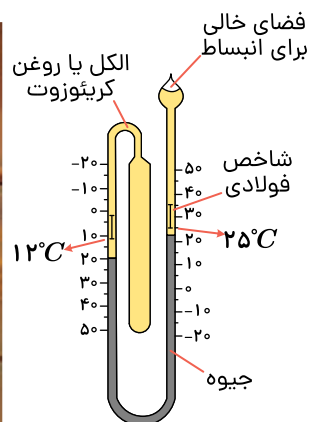
ب) امروزه قبل از جوش دادن ریل‌ها به هم، دمای آنها را به میانگین دمای منطقه مورد نظر می‌رسانند سپس آنها را به هم جوش می‌دهند. با اینکار، تغییرات طول ریل‌های راه آهن نسبت به قبل کاهش می‌یابد. در روش دیگر دو سر ریل‌ها را آزاد می‌گذارند، در نتیجه به راحتی منبسط می‌شوند.

(۳۶) الف) چرا بهتر است قفل و کلید یک در، هم جنس باشند؟

ب) چرا در برخی از فصل‌های سال، بعضی از درها در چارچوب خود گیر می‌کنند؟

پاسخ: الف) زیرا در این صورت در اثر تغییر دما، ابعاد هر دو به یک میزان تغییر کرده و کلید در قفل گیر نمی‌کند.

ب) زیرا تغییرات دما در فصول مختلف سال، تغییرات متفاوتی را در ابعاد در و چارچوب ایجاد کرده (این تغییرات می‌تواند به دلیل تفاوت جنس در و چارچوب باشد) و در نتیجه در گیر می‌کند. البته اگر در و چارچوب هم جنس باشند، باز هم به دلیل اینکه چارچوب در میان مصالحی نصب شده که انبساط و انقباض متفاوتی دارند، ممکن است در، در چارچوب گیر کند.



۳۷ نوع ویژه‌ای از دماسنج‌های مایعی که بیشینه و کمینه دما را در یک مدت زمان معین نشان می‌دهد، دماسنج بیشینه - کمینه نام دارد. از این دماسنج‌ها معمولاً در مراکز پرورش گل و گیاه، باغداری، هواشناسی و ... استفاده می‌شود. در مورد چگونگی کار این دماسنج‌ها تحقیق کنید.

پاسخ: در این نوع دماسنج، هنگامی که دما بالا می‌رود، به سبب انبساط الکل در مخزن سمت چپ، جیوه در لوله سمت راست به بالا رانده می‌شود و شاخص فولادی لوله سمت راست خود را بالا می‌برد. فنرهای ریزی به شاخص فولادی متصل است که باعث می‌شود اگر سطح جیوه در لوله سمت راست پایین بیاید، شاخص همراه با آن حرکت نکند و در همان محل قبلی خود در مقابل دمای بیشینه بایستد. هنگامی که دما کاهش می‌یابد، الکل منقبض می‌شود و جیوه از طرف چپ لوله U شکل بالا می‌رود و شاخص فولادی دیگر را در این طرف لوله به بالا می‌راند. اگر سطح جیوه در لوله سمت چپ پایین بیاید، شاخص فولادی سمت چپ نیز که به آن فنرهای ریزی متصل است همراه با آن حرکت نمی‌کند و در همان محل قبلی خود در مقابل دمای کمینه می‌ایستد. در پایان مدت زمان موردنظر، با استفاده از آهن ربا این دو شاخص به سطح جیوه برگردانده می‌شوند. در دماسنج شکل مقابل حداقل دما 12°C و حداکثر آن 25°C است.

در طراحی جدید این نوع دماسنج‌ها، به علت سستی بودن جیوه از مایع ترکیبی جدیدی به عنوان جایگزین استفاده می‌شود. این دماسنج به دماسنج *Stille* نیز مشهور است.

۳۸ تحقیق کنید برای نگهداری یاخته‌های بنیادی بند ناف خون، به چه دمایی نیازمندیم. این دما چگونه ایجاد و حفظ می‌شود؟

پاسخ: دمای نگهداری سلول‌های بنیادی بند ناف حدود 19.6°C است. این دما توسط نیتروژن مایع با نقطه جوش 196°C ایجاد می‌شود. در این حالت نیتروژن و سلول‌های بنیادی بند ناف در تانک‌های خلاء که مبادله گرما با محیط را تقریباً به صفر می‌رسانند نگهداری می‌شوند. در این تانک‌ها بین جداره داخلی و بیرونی خلاء وجود دارد.

۳۹ نشان دهید که تغییر دما در مقیاس‌های سلسیوس و کلوین با هم برابر است ($\Delta T = \Delta \theta$).

پاسخ: اگر T_1 و T_2 به ترتیب دمای اولیه و نهایی جسمی در مقیاس کلوین و θ_1 و θ_2 به ترتیب دمای اولیه و نهایی جسم در مقیاس سلسیوس باشد، می‌توان نوشت:

$$\left. \begin{aligned} T_1 &= \theta_1 + 273 \\ T_2 &= \theta_2 + 273 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \Delta T = T_2 - T_1$$

$$= (\theta_2 + 273) - (\theta_1 + 273) \Rightarrow \Delta T = \Delta \theta$$