دما و گرما

دما و دماسنجی:

ـ دما کمیتی است که میزان سردی و گرمی اجسام را مشخص می‌کند.

ـ برای اندازه‌گیری دما، لازم است مقیاس دمایی را داشته باشیم و برای این‌کار می‌توانیم از هر مشخصه قابل اندازه‌گیری بهره ببریم که با گرمی و سردی اجسام تغییر کند. به این ویژگی اصطلاحاً کمیت دماسنجی می‌گویند.

ـ تغییر کمیت دماسنجی، اساس کار دماسنج‌ها است.

ـ ساده‌ترین و رایج‌ترین نوع دماسنج، دماسنج‌های جیوه‌ای و الکلی است. در این دماسنج‌ها، کمیت دماسنجی، ارتفاع مایع درون لوله دماسنج هست که با افزایش دما منبسط با کاهش آن منقبض می‌شود.

مقیاس‌های دما:

ـ مقیاس دما بر حسب درجه سیلیسیوس: این مقیاس مبتنی بر دو نقطه‌ی ثابت است:

۱- دمایی که در آن آب خالص در فشار جو و متعارف (۱ atm) شروع به یخ زدن می کند که به این نقطه عدد صفر اختصاص می‌دهیم.

۲- نقطه‌ی دوم دمایی است که در آن آب خالص در فشار جو متعارف در حال جوشیدن است که به آن عدد ۱۰۰ نسبت می‌دهیم.

۳- فاصله‌ی بین این دو نقطه را به ۱۰۰ قسمت مساوی تقسیم می‌کنند و هر قسمت را یک درجه می‌نامند.

- قبلاً به این دماسنج، دماسنج با مقیاس درجه سانتی گراد گفته می شد. یکای درجه سلسیوس را با $^\circ C$ و دما برحسب درجه سلسیوس را با θ نشان می‌دهند.

ـ مقیاس دما بر حسب کلوین: یکای این مقیاس را با k و دما بر حسب کلوین را با T نمایش می‌دهند و داریم:

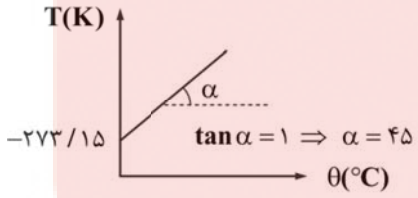
$$T = \theta + ۲۷۳/۱۵$$

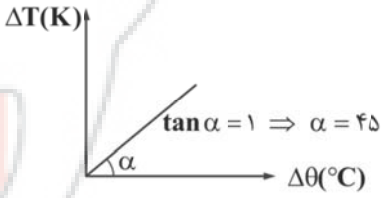
ـ صفر کلوین برابر $-۲۷۳/۱۵^\circ C$ است که کمترین دمای ممکن است است. اما برای بیشترین مقدار دما، حد بالایی وجود ندارد.

ـ مقدار دما بر حسب کلوین و درجه سلسیوس با هم برابر نیستند ولی تغییرات دما برحسب کلوین و درجه ی سیلیسیوس با هم برابرهستند.

$$\Delta T = \Delta\theta$$

ـ نمودارهای کلوین و درجه سلسیوس:





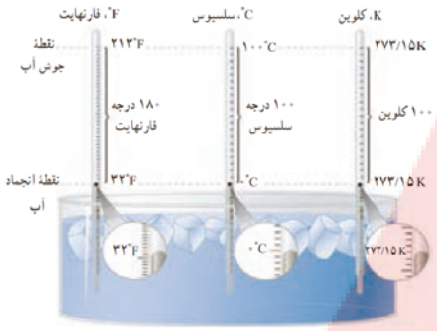
ـ مقیاس دما بر حسب فارنهایت: این یکا هنوز در صنعت و هواشناسی کاربرد دارد.

$$F = \frac{۹}{۵}\theta + ۳۲$$

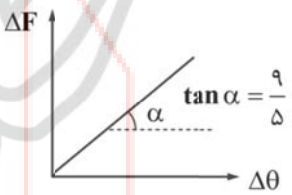
ـ مقدار تغییرات فارنهایت از مقدار تغییرات درجه سلسیوس بیشتر است.

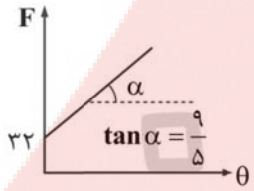
$$\Delta F = \frac{۹}{۵}\Delta\theta$$

ـ توجه داشته باشید که مقدار تغییرات کلوین و سلسیوس با هم برابر بوده و از مقدار تغییرات فارنهایت کمتر است.



ـ نمودارهای فارنهایت و درجه سلسیوس:





دماسنج‌های معیار:

ـ دانشمندان برای کارهای علمی، سه دماسنج را به عنوان دماسنج معیار برای اندازه‌گیری گسترده دماهای مختلف پذیرفتند.

۱- دماسنج گازی

۲- دماسنج مقاومت پلاتینی

۳- تف‌سنج (بر اساس آشکارسازی شدت تابش گرمایی کار می‌کند)

دماسنج با مقیاس نامعلوم:

اگر دماسنجی با مقیاس نامعلوم، دمای θ_1 درجه سانتی‌گراد را با عدد x_1 و دمای θ_2 درجه سانتی‌گراد را با عدد x_2 نشان دهد دمای θ درجه سانتی‌گراد را با عدد x نشان خواهد داد:

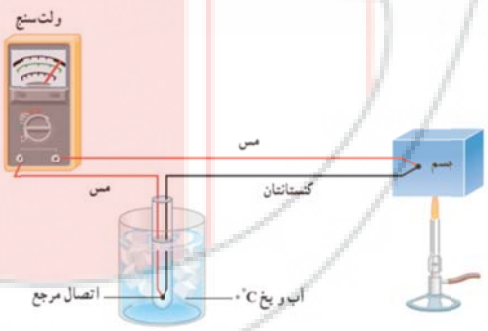
$$\frac{\theta-\theta_1}{\theta_2-\theta_1}=\frac{x-x_1}{x_2-x_1}$$

ترموکوپل:

ـ این دماسنج در گذشته جزو دماسنج‌های معیار شمرده می‌شد، اما به‌دلیل دقت کم نسبت به دماسنج‌های معیار، از این مجموعه کنار گذاشته شد.

ـ کمیت دماسنجی در این دماسنج ولتاژ است.

ـ مطابق شکل دو سیم رسانای غیر همجنس مانند مس و کنستانتان از طرفی در دمای ذوب یخ نگه داشته شده و از طرف دیگر در مکانی به‌هم متصل هستند که می‌خواهیم دمای آن را به‌دست آوریم.



ـ گستره دماسنجی یک ترموکوپل به جنس سیم‌های آن بستگی دارد.

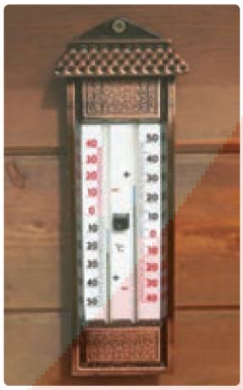
مزیت‌های ترموکوبل:

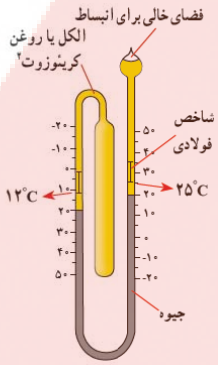
۱- به‌دلیل جرم کوچک محل اتصال، خیلی سریع با دستگاهی که دمای آن اندازه‌گیری می‌شود به حالت تعادل گرمایی می‌رسد.

۲- می‌تواند در مدارهای الکتریکی به‌کار رود که در بسیاری از وسایل صنعتی، گرمایشی و سرمایشی یافت می‌شود.

دماسنج بیشینه ــ کمینه:

نوع ویژه‌ای از دماسنج‌های مایعی که بیشینه و کمینه دما را در یک مدت زمان معین نشان می‌دهد. از این دماسنج‌ها معمولاً در مراکز پرورش گل و گیاه، باغداری، هواشناسی و ... استفاده می‌شود.





تمرین ۱: دمای ۱۲۲ درجه فارنهایت معادل با چند درجه سلسیوس و چند کلوین است؟

۱) ۵۰ و ۳۳۲ ۲) ۵۰ و ۳۲۳ ۳) ۵۹ و ۳۳۲ ۴) ۵۹ و ۳۲۳

تمرین ۲: دمای محیطی بر حسب کلوین، ۳ برابر دمای همان محیط برحسب درجه سلسیوس است. دمای آن محیط چند درجه سلسیوس است؟

۱) ۷۱۹ ۲) ۱۳۶/۵ ۳) ۷۲/۵ ۴) ۸۱

تمرین ۳: دمای جسمی ۲۷ درجه سلسیوس است. اگر این دما بر حسب کلوین ۹ درصد افزایش یابد، این دما چند برابر شده است؟

۱) ۹ ۲) ۸/۱ ۳) ۳ ۴) ۲

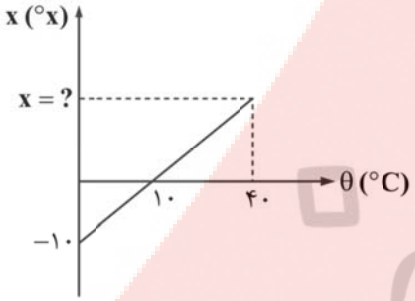
تمرین ۴: در چه دمایی برحسب کلوین، عدد دماسنج کلوین ۴ برابر عدد دماسنج سلسیوس است؟

۱) ۹۱ ۲) ۳۶۴ ۳) ۶۸/۲۵ ۴) ۳۴۱/۲۵

تمرین ۵: دماسنجی،دمای $10^{\circ}C$ را ۲۰درجه و دمای $30^{\circ}C$ را ۳۰ درجه نشان می‌دهد. دمای جوش آب در فشار ۱atm در این دماسنج برابر کدام عدد است؟

۱) ۱۰۰ ۲) ۷۵ ۳) ۶۵ ۴) ۴۰

تمرین ۶: نمودار دمای یک دماسنج با مقیاس مجهول برحسب دمای مقیاس سلسیوس مطابق شکل است. این دماسنج دمای $40^{\circ}C$ را چند درجه نشان می‌دهد؟



۱) ۴۰
۲) ۳۰
۳) ۲۰
۴) ۱۰

تمرین ۷: دمای جسمی را ۴۵ درجه فارنهایت افزایش می‌دهیم. دمای این جسم به ترتیب از راست به چپ،چند کلوین و چند درجه سلسیوس افزایش یافته است؟

۱) ۲۵ و ۲۵ ۲) ۲۵ و ۲۹۸ ۳) ۲۹۸ و ۲۵ ۴) ۲۹۸ و ۲۹۸

تمرین ۸: کمیت دماسنجی در یک دماسنج ارتفاع ستون مایع است. اگر در دمای $20^{\circ}C$ ارتفاع ستون مایع ۳۵ mm و در دمای $80^{\circ}C$ ارتفاع ستون مایع ۴۰ mm باشد،در چه دمایی برحسب درجه سلسیوس، ارتفاع ستون مایع ۳۶ mm می‌شود؟

۱) ۲۲ ۲) ۳۲ ۳) ۲۴ ۴) ۳۴

تمرین ۹: اگر از دمای جسمی برحسب سلسیوس ۲۰ درجه کاهش دهیم. دمای آن برحسب فارنهایت ۱۷۶ F خواهد شد، دمای اولیه جسم چند کلوین است؟

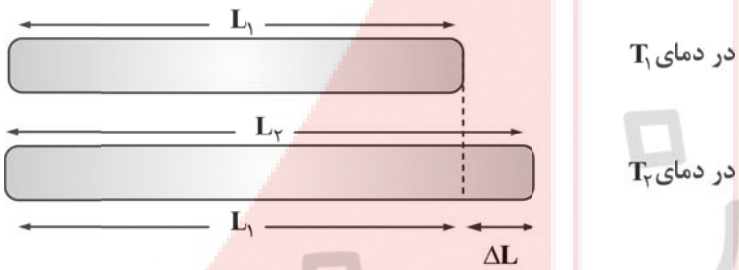
۱) ۲۱۲ ۲) ۱۰۰ ۳) ۳۷۳ ۴) ۲۷۳

انبساط گرمایی:

ـ بیشتر اجسام با افزایش دما، حجمشان زیاد و با کاهش دما، حجمشان کم می‌شود.

انبساط طولی:

در صورتی‌که میله‌ای فلزی به طول L_1 داشته باشیم و دمای آن را به اندازه ΔT افزایش دهیم، آن‌گاه میله منبسط شده و طول آن به L_2 می‌رسد.



$$L_2 = L_1 + \Delta L \quad , \quad \Delta L = \alpha L_1 \Delta\theta$$

در این رابطه α ضریب انبساط طولی میله است که به جنس میله و مقدار ناچیزی به دمای میله وابسته است.

ـ چون وابستگی ضریب انبساط طولی به دما بسیار ناچیز است، معمولاً در محاسبات معمولی نادیده گرفته می‌شود.

ـ یکای ضریب انبساط طولی $(k^{-1}) = \frac{1}{k}$ یا $(^\circ C^{-1}) = \frac{1}{^\circ C}$ می‌باشد.

ـ نسبت انبساط طولی:

$$\frac{\Delta L}{L_1} = \alpha \Delta\theta$$

این نسبت بیان می‌کند که تغییر طول میله چه کسری از طول اولیه بوده است.

ـ درصد انبساط طولی:

۱۰۰×نسبت انبساط طولی

ـ رابطه $\Delta L = \alpha L_1 \Delta T$ نشان می دهد، هرچه طول اولیه میله (L_1) بیشتر و تغییر دما (ΔT) بیشتر باشد، تغییر طول میله هم بیشتر خواهد بود.

ـ در صورتی‌که اختلاف طول اولیه دو میله در دمای θ_1 برابر x و اختلاف طول دو میله در دمای θ_2 باز هم x باشد داریم:

$$\Delta L_1 = \Delta L_2$$

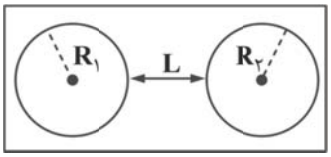
ـ در صورتی‌که در دمای θ_1، طول میله اول به اندازه‌ی x از میله‌ی دوم بیشتر باشد و در دمای θ_2 به اندازه y خواهیم داشت:

$$\Delta L_1 - \Delta L_2 = |x - y|$$

ـ در صورتی‌که در دمای θ_1، طول میله اول به اندازه‌ی x از میله‌ی دوم بیشتر باشد و در دمای θ_2، طول میله دوم به اندازه‌ی y از میله‌ی اول بیشتر باشد، خواهیم داشت:

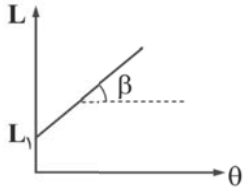
$$\Delta L_2 - \Delta L_1 = x + y$$

ـ هنگامی‌که جسمی را حرارت می‌دهیم، طول تمام قسمت‌های آن به یک نسبت تغییر می‌کند:



$$\Delta R_1 = \alpha R_1 \Delta\theta$$
$$\Delta R_2 = \alpha R_2 \Delta\theta$$
$$\Delta L = \alpha L \Delta\theta$$
$$\frac{\Delta R_1}{R_1} = \frac{\Delta R_2}{R_2} = \frac{\Delta L}{L}$$

ـ نمودار طول بر حسب دما:

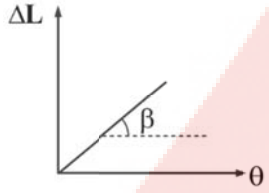


در این مدار محل برخورد نمودار با محور طول برابر طول اولیه است.

شیب این خط برابر با αL_1 می‌باشد.

$$\tan\beta = \alpha L_1$$

ـ نمودار تغییرات طول بر حسب دما:



شیب این خط برابر αL_1 می‌باشد.

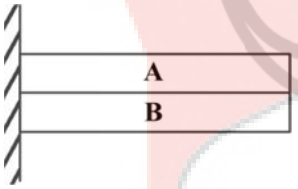
$$\tan\beta = \alpha L_1$$

ـ برای دو میله هم‌جنس، هرچه شیب خط بیشتر باشد، شیب نمودار مربوط به آن میله بیشتر است.

ـ در صورتی‌که مجموع طول میله‌های به‌هم چسبیده L_1 و L_2 برابر طول میله‌ی L_3 باشد $(L_3 = L_1 + L_2)$ و در هر دمایی این برابری طول برقرار باشد، خواهیم داشت:

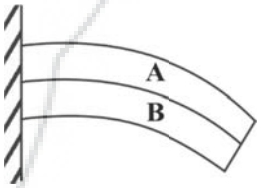
$$\Delta L_3 = \Delta L_1 + \Delta L_2$$

ـ از خاصیت انبساط طولی در ساخت دماسنج نواری دو فلزه و ترموستات (دما پا) استفاده می‌شود. نوار دو فلزه، از دو تیغه فلزی متفاوت مانند برنج و آهن که سرتاسر آن به‌هم جوش داده شده یا پرچ شده‌اند ساخته شده است. با توجه به آن که ضریب انبساط طولی این دو فلز با هم متفاوت است، با افزایش و یا کاهش دما تغییر طول آن‌ها با هم متفاوت خواهد بود بنابراین، این نوار دو فلزه یا تغیر دما منحرف خواهد شد.

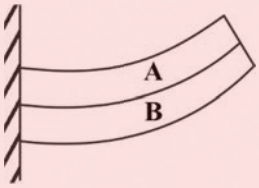


$$\alpha_A > \alpha_B$$

با افزایش دما، $L_A > L_B$ خواهد بود



با کاهش دما، $L_A < L_B$ خواهد بود

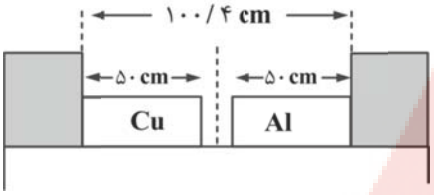


ـ توجیه انبساط گرمایی مبتنی بر دیدگاه میکروسکوپی است. انبساط گرمایی یک جسم پیامد تغییر فاصله بین اتم‌ها یا مولکول‌های تشکیل‌دهنده آن است.

ـ با افزایش دمای جسم جامد، فاصله متوسط بین اتم‌ها افزایش یافته و لذا جسم جامد منبسط می‌شود.

ـ در مایعات با افزایش دما، حرکت کاتوره‌ای اتم‌ها و مولکول‌ها بیشتر می‌شود. این افزایش حرکت باعث دور شدن اتم‌ها و مولکول‌ها از هم می‌شود و حجم مایع، افزایش می‌یابد.

تمرین ۱۰: دومیله مسی و آلومینیومی بین دو دیوار ثابت قرار دارند. دمای دو میله را چند کلوین بالا بریم تا دومیله به یکدیگر برسند؟ $(\alpha_{Al} = ۲/۳\times۱۰^{-۵}\,۱/K\ ,\ \alpha_{مس} = ۱/۷\times۱۰^{-۵}\,۱/K)$



۱) ۴۷۰

۲) ۳۴۷

۳) ۲۵۰

۴) ۲۰۰

تمرین ۱۱: دو میله‌ی فلزی A و B در دمای $۲۰^\circ C$ به ترتیب دارای طول‌های ۵۰ cm و ۷۰ cm می‌باشند. دمای دو میله را $۳۰^\circ C$ افزایش می‌دهیم. باز هم اختلاف طول آن‌ها ۲۰ cm می‌شود. نسبت ضریب انبساط طولی میله A به ضریب انبساط طولی میله‌ی B کدام است؟

۱) $\frac{۳}{۷}$ ۲) $\frac{۷}{۳}$ ۳) $\frac{۵}{۷}$ ۴) $\frac{۷}{۵}$

تمرین ۱۲: طول تیرآهنی ۱۲متر است. اگر دمای آن از صفر درجه سلسیوس به ۵۰ درجه سلسیوس برسد، طول آن چند میلی‌متر افزایش می‌یابد؟ $(\alpha_{آهن} = ۱/۲\times۱۰^{-۵}\,\frac{۱}{^\circ C})$

۱) ۷/۲ ۲) ۷۲ ۳) $۷/۲\times۱۰^{-۱}$ ۴) $۷/۲\times۱۰^{-۲}$

تمرین :۱۳ یک تیرآهن در اثر افزایش دمای ۵۰ درجه‌ی سلسیوس، ۰/۰۶ درصد به طولش اضافه می‌شود. ضریب انبساط طولی این تیرآهن در SI، کدام است؟

۱) $۱/۲\times۱۰^{-۵}$ ۲) $۱/۶\times۱۰^{-۵}$ ۳) ۶×۱۰^{-۵} ۴) ۸×۱۰^{-۵}

تمرین ۱۴: ضریب انبساط طولی یک حلقه‌ی فلزی $۲\times۱۰^{-۵}K^{-۱}$ است. اگر دمای این حلقه را به آرامی ۵۰ درجه سلسیوس افزایش دهیم. قطر حلقه چند درصد افزایش می‌یابد؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۰/۱ ۴) ۰/۲

تمرین ۱۵: در دمای صفر درجه سلسیوس، مجموع طول میله‌های بهم چسبیده، L_1 و L_2 با طول میله‌ی L_3 برابر است و ضریب انبساط طولی میله‌ها به‌ترتیب α_1 و α_2 و α_3 است. اگر در هر دمای بالاتر از صفر نیز این تساوی طول برقرار باشد، کدام رابطه درست است؟

۱) $\alpha_3 = \alpha_1 + \alpha_2$

۲) $\alpha_3 = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}$

۳) $\alpha_3 = \frac{L_1\alpha_1 + L_2\alpha_2}{L_3}$

۴) $\alpha_3 = \frac{|L_1\alpha_1 - L_2\alpha_2|}{L_3}$

تمرین ۱۶: طول دومیله‌ی فلزی A و B در دمای $20^\circ C$ هریک برابر ۲ متر است. دمای دو میله را چند درجه سلسیوس افزایش دهیم تا اختلاف طول آن‌ها برابر $0/8\ mm$ شود؟ $(\alpha_A = 12\times10^{-6}\ \frac{1}{^\circ C}\ ,\ \alpha_B = 20\times10^{-6}\ \frac{1}{^\circ C})$

۱) ۳۰ ۲) ۵۰ ۳) ۷۰ ۴) ۹۰

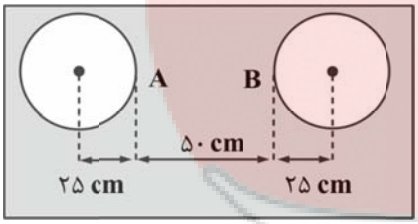
تمرین ۱۷: طول یک میله‌ی آهنی در دمای صفر درجه سلسیوس، یک میلی‌متر بیشتر از طول یک میله‌ی مسی در همین دما است. اگر دمای میله‌ها را به ۱۰۰درجه سلسیوس برسانیم، طول میله‌ی مسی ۰/۵ میلی‌متر بیشتر از طول میله‌ی آهنی خواهد شد. طول اولیه میله‌ی آهنی چند متر است؟ (ضریب انبساط طولی آهن و مس در SI به ترتیب $2/2\times10^{-5}$ و $1/8\times10^{-5}$است)

۱) ۱/۱۰۲ ۲) ۲/۴۹۸ ۳) ۲/۵۰۳ ۴) ۴/۴۴۸

تمرین ۱۸: در درون یک مکعب فلزی به ضلع ۲۰ cm حفره خالی کروی به شعاع ۵ cm وجود دارد. اگر در اثر افزایش دما ضلع مکعب به اندازه ۰/۰۰۴ میلی‌متر افزایش یابد، شعاع حفره ..... می‌یابد.

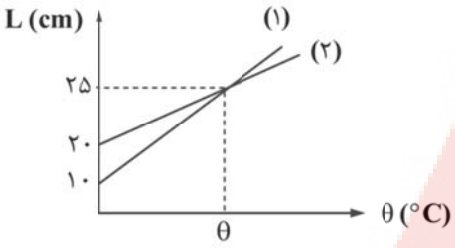
۱) ۰/۰۰۱ میلی‌متر کاهش
۲) ۰/۰۰۱ میلی‌متر افزایش
۳) ۰/۰۰۳ میلی‌متر کاهش
۴) ۰/۰۰۳ میلی‌متر افزایش

تمرین ۱۹: در وسط یک صفحه‌ی فلزی نازک که ضریب انبساط سطحی آن $3/6\times10^{-5}\ K^{-1}$ است. دو دایره به شعاع‌های ۲۵ سانتی‌متر را در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس خارج نموده‌ایم. اگر دمای صفحه را به آرامی از صفر به ۲۰۰ درجه‌ی سلسیوس برسانیم، فاصله‌ی A و B چند میلی‌متر می‌شود؟



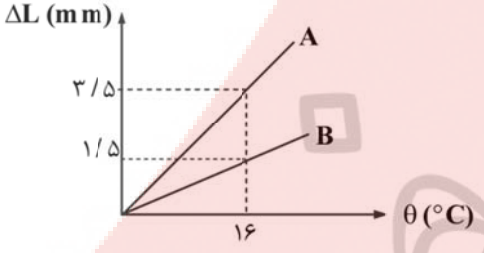
۱) ۴۹۶/۴
۲) ۴۹۸/۲
۳) ۵۰۱/۸
۴) ۵۰۳/۶

تمرین ۲۰: با توجه به نمودار شکل مقابل $\frac{\alpha_1}{\alpha_2}$ چند است؟



۱) ۶
۲) $\frac{۱}{۶}$
۳) ۳
۴) $\frac{۱}{۳}$

تمرین ۲۱: شکل مقابل نمودار تغییرات طول دو میله‌ی A و B که دمای اولیه‌ی آن‌ها برابر صفر درجه‌ی سلسیوس است را برحسب افزایش دمای آن‌ها نشان می‌دهد. اگر طول دو میله در دمای $۸۰^\circ C$ با یکدیگر برابر شود، اختلاف طول اولیه آن‌ها چند سانتی‌متر است؟



۱) ۲۵
۲) ۱۰
۳) ۲/۵
۴) ۱

تمرین ۲۲: دومیله A و B به ترتیب با طول‌های اولیه L_A و L_B و ضرایب انبساط طولی $\alpha_A = ۲\alpha B$ در اختیار داریم. دمای دو میله A و B را به ترتیب به اندازه ۲۰۰ و ۳۰۰ درجه سلسیوس افزایش می‌دهیم. اگر با افزایش دما، افزایش طول دومیله A و B برابر باشند، نسبت $\frac{L_B}{L_A}$ کدام است؟

۱) $\frac{۸}{۵}$
۲) $\frac{۵}{۸}$
۳) $\frac{۳}{۴}$
۴) $\frac{۴}{۳}$

ـ انبساط سطحی:

در صورتی‌که مساحت اولیه‌ی جسم جامدی A_1 و افزایش دما ΔT باشد آن‌گاه می‌توان (ΔA) را به‌صورت زیر به‌دست آورد.

$$\Delta A = ۲\alpha A_1 \Delta T$$

ـ با افزایش مساحت به اندازه ΔA مساحت ثانویه A_2 خواهد بود. در این حالت خواهیم داشت:

$$A_2 = A_1 + \Delta A$$

ـ ۲α ضریب انبساط سطحی می‌باشد.

ضریب انبساط طولی × ۲ = ضریب انبساط سطحی

ـ نسبت انبساط سطحی:

این نسبت بیان می‌کند که تغییر مساحت جسم چه کسری از مساحت اولیه آن بوده است.

$$\frac{\Delta A}{A_1} = ۲\alpha \Delta \theta$$

ـ درصد انبساط سطحی = ۱۰۰× نسبت انبساط سطحی

ـ نسبت انبساط سطحی دو برابر نسبت انبساط طولی است.

$$\frac{\Delta A}{A_1} = ۲\frac{\Delta L}{L_1}$$

تمرین ۲۳: دمای یک میله مسی را $100^\circ C$ افزایش می‌دهیم. طول آن ۰/۱۷ درصد افزایش می‌یابد. اگر دمای یک ورقه مسی را $100^\circ C$ افزایش دهیم. مساحت آن چند برابر می‌شود؟

۱) ۰/۰۰۱۷ ۲) ۰/۰۰۳۴ ۳) ۰/۳۴۰۰ ۴) ۱/۰۰۳۴

تمرین ۲۴: دمای یک قرص فلزی را ۲۵۰درجه سلسیوس افزایش می‌دهیم. در نتیجه مساحت آن یک درصد افزایش می‌یابد. ضریب انبساطی خطی فلز در SI کدام است؟

۱) 2×10^{-5} ۲) 4×10^{-5} ۳) 2×10^{-6} ۴) 4×10^{-6}

تمرین ۲۵: ضریب انبساط طولی آلومینیوم $2/3\times10^{-5}K^{-1}$ است و روی یک ورقه تخت آلومینیومی، حفره‌ای دایره‌ای شکل ایجاد کرده‌ایم که مساحت آن در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس $50\ cm^2$ است. اگر دمای ورقه را به آرامی به ۸۰ درجه سلسیوس برسانیم. مساحت حفره چند سانتی‌متر مربع می‌شود؟

۱) ۴۹/۸۱۶ ۲) ۴۹/۹۰۸ ۳) ۵۰/۰۹۲ ۴) ۵۰/۱۸۴

تمرین ۲۶: درون یک صفحه فلزی به ضریب انبساط طولی، $10^{-5}K^{-1}$ یک سوراخ دایره‌ای شکل وجود دارد. اگر دمای صفحه را به آرامی ۱۰۰درجه سلسیوس افزایش دهیم، سطح سوراخ چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ۰/۲ درصد افزایش ۲) ۰/۲ درصد کاهش ۳) ۰/۱ درصد افزایش ۴) ۰/۱ درصد کاهش

انبساط حجمی:

در صورتی که حجم اولیه جسم جامدی V_1 و افزایش دما ΔT باشد، جسم افزایش حجمی به اندازه ΔV پیدا می کند که از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$\Delta V = 3\alpha V_1 \Delta T$$

ـ در این رابطه 3α ضریب انبساط حجمی جسم و α ضریب انبساط طولی آن است.

ضریب انبساط طولی $\times 3$ = ضریب انبساط حجمی

ـ در صورتی‌که حجم ثانویه جسم V_2 باشد، خواهیم داشت:

$$V_2 = V_1 + \Delta V$$

ـ نسبت انبساط حجمی:

این نسبت بیان می‌کند که تغییر حجم جسم چه کسری از حجم جسم اولیه بوده است.

$$\frac{\Delta V}{V_1} = 3\alpha\Delta\theta$$

ـ نسبت انبساط حجمی سه برابر نسبت انبساط طولی و $\frac{۳}{۲}$ برابر با نسبت انبساط سطحی است.

$$\frac{\Delta V}{V_۱} = ۳\frac{\Delta L}{L_۱} \quad , \quad \frac{\Delta V}{V_۱} = \frac{۳}{۲}\frac{\Delta A}{A_۱}$$

ـ درصد انبساط حجمی $= ۱۰۰ \times$ نسبت انبساط حجمی

ـ با توجه به آن که مایعات شکل معینی ندارند، در آن‌ها فقط انبساط حجمی بررسی می‌شود.

$$\Delta V = \beta V_۱ \Delta\theta$$

ـ در این رابطه، β ضریب انبساط حجمی مایع است.

ـ انبساط طولی بیشتر جامدها، و در راستاهای مختلف، با ضریب انبساط طولی یکسان صورت می‌گیرد.

ـ مقدار ضریب انبساط حجمی جامدها از ضریب انبساط حجمی مایع‌ها خیلی کمتر است و قابل صرف‌نظر کردن می‌باشد.

تمرین ۲۷: دمای یک ورقه فلزی را ۲۵۰ درجه سلسیوس افزایش می‌دهیم. مساحت آن یک درصد افزایش می‌یابد. ضریب انبساط حجمی آن فلز در SI کدام است؟

۱) ۲×۱۰^{-۴} ۲) ۲×۱۰^{-۵} ۳) ۲×۱۰^{-۵} ۴) ۶×۱۰^{-۴}

تمرین ۲۸: مکعبی به ضریب انبساط طولی $\frac{۱}{K}$ ۱۲×۱۰^{-۶} در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس قرار دارد، اگر دمای آن به $۱۰۰^{\circ}C$ برسد، حجم مکعب چند درصد افزایش می‌یابد؟

۱) ۰/۱۲ ۲) ۰/۳۶ ۳) ۱۲ ۴) ۳۶

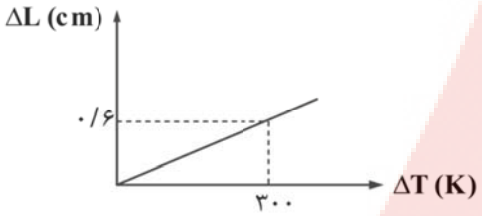
تمرین ۲۹: دمای یک قرص فلزی $۱۰۰\,K$ افزایش می‌یابد. اگر شعاع اولیه‌ی آن $۱۰\,cm$ و ضخامت اولیه‌ی آن $۴\,mm$ باشد، تغییر حجم قرص چند سانتی‌متر مکعب است؟ $(\pi \simeq ۳ \,,\, \alpha = ۵\times۱۰^{-۵}\frac{۱}{K})$

۱) ۰/۱۲ ۲) ۰/۱۸ ۳) ۱/۲ ۴) ۱/۸

تمرین ۳۰: دمای یک کره‌ی فلزی را ۸۰ درجه‌ی سلسیوس افزایش می‌دهیم. حجم آن ۰/۰۸ درصد افزایش می‌یابد. اگردمای این کره را ۶۰ درجه سلسیوس افزایش دهیم، سطح کره چند درصد افزایش می‌یابد؟

۱) ۰/۱۲ ۲) ۰/۰۸ ۳) ۰/۰۶ ۴) ۰/۰۴

تمرین ۳۱: نمودار تغییرات طول یک میله‌ی فلزی به طول اولیه‌ی ۲ متر برحسب دمای آن مطابق شکل زیر است. ضریب انبساط حجمی میله در SI کدام است؟



۱) ۲×۱۰^{-۴}

۲) ۳×۱۰^{-۴}

۳) ۳×۱۰^{-۵}

۴) $۱۰^{-۵}$

ـ دماسنج‌های جیوه‌ای و الکلی، بر اساس انبساط حجمی مایعات کار می‌کنند. در صورتی‌که دماسنجی را ابتدا با الکل پر کنیم و سپس همان دماسنج را با جیوه پر کنیم، چون ضریب انبساط حجمی جیوه از ضریب انبساط حجمی الکل بیشتر است، دماسنج دوم یعنی دماسنجی که با جیوه پر شده، هر دمای مثبتی را از دماسنج اول یعنی دماسنجی که با الکل پر شده بیشتر نشان می‌دهد.

ـ در صورتی که ظرفی لبریز از مایعی باشد و دمای آن را افزایش دهیم، چون ضریب انبساط حجمی مایع از ضریب انبساط حجمی ظرف بیشتر است، مقداری از مایع از ظرف بیرون می‌ریزد. حجم مایع بیرون ریخته از ظرف برابر است با:

$$V_{\text{مایع}} = \Delta V_{\text{مایع}} - \Delta V_{\text{ظرف}}$$

$$V_{\text{مایع}} = (\beta - ۳\alpha) V_۱ \Delta\theta$$

در این رابطه β ضریب انبساط حجمی مایع و ۳α ضریب انبساط حجمی ظرف است.

ـ در صورتی که در ظرف مقداری مایع باشد (لبریز نباشد) و با افزایش دما، به دلیل بیشتر بودن ضریب انبساط حجمی مایع نسبت به جسم، ارتفاع مایع درون ظرف افزایش یابد:

$$Ah = \Delta V_{\text{مایع}} - \Delta V_{\text{ظرف}}$$

در این رابطه A سطح مقطع ظرف و h افزایش ارتفاع مایع است. سطح مقطع ظرف ثابت فرض شده است.

ـ در صورتی که در ظرف مقداری مایع باشد (لبریز نباشد) و با افزایش دما، به دلیل بیشتر بودن ضریب انبساط حجمی مایع نسبت به جسم، ظرف لبریز شده و مقداری مایع بیرون بریزد.

$$Ah + V = \Delta V_{\text{ظرف}} - \Delta V_{\text{ظرف}}$$

در این رابطه A سطح مقطع، h افزایش ارتفاع و V حجم مایع بیرون ریخته است.

تمرین ۳۲: در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس حجم ظرف شیشه‌ای توسط یک لیتر جیوه کاملاً پر شده است. وقتی دمای مجموعه را به ۸۰ درجه سلسیوس می‌رسانیم، $۱۲\ cm^۳$ جیوه از ظرف خارج می‌شود. اگر ضریب انبساط حجمی جیوه $۱/۸\times۱۰^{-۴}\ K^{-۱}$ باشد، ضریب انبساط خطی شیشه در SI چقدر است؟

۱) $۱/۲\times۱۰^{-۴}$ ۲) $۱۰^{-۴}$ ۳) $۱۰^{-۵}$ ۴) ۳×۱۰^{-۵}

تمرین ۳۳: ضریب انبساط طولی فلزی $۱۰^{-۵}K^{-۱}$ است. اگر دمای قطعه‌ای از این فلز را ۱۰۰درجه‌ی سلسیوس افزایش دهیم، حجم آن چند درصد افزایش می‌یابد؟

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۳ ۳) ۱ ۴) ۳

تمرین ۳۴: به یک میله آنقدر گرما می دهیم تا طول آن یک درصد افزایش یابد. حجم آن تقریبا چند درصد افزایش می‌یابد؟

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

ـ افزایش دما که به‌طور معمول باعث افزایش حجم جسم می شود، بر جرم آن‌ها تأثیری ندارد. به همین دلیل با افزایش حجم، مقدار چگالی اجسام کاهش می‌یابد. رابطه‌ی دقیق چگالی جسم پس از افزایش دمای ΔT به‌صورت زیر است:

$$\rho_۲ = \frac{\rho_۱}{۱+\beta\Delta\theta}$$

با تقریب مناسبی می‌توان رابطه‌ی بالا را به‌صورت زیر نوشت:

$$\rho_۲ = \rho_۱(۱-\beta\Delta\theta)$$

ـ نسبت تغیر چگالی جسم:

$$\frac{\Delta\rho}{\rho_۱} = -\rho_۱\beta\Delta\theta$$

در روابط بالا، $\rho_۱$ چگالی اولیه ی جسم، $\rho_۲$ چگالی ثانویه جسم، β ضریب انبساط حجمی جسم و $\Delta\theta = \Delta T$ تغییرات دما می‌باشد.

تمرین ۳۵: یک گلوله ی سربی به شعاع $۱\,cm$ و جرم $۴۴\,g$ در دمای $۰^\circ C$ قرار دارد. اگر دمای گلوله به $۱۰۰^\circ C$ برسد، چگالی آن چند کیلوگرم بر متر مکعب و چگونه تغییر می‌کند؟ $(\pi = ۳\,,\ \alpha_{\text{سرب}} = ۳\times۱۰^{-۵}\,\frac{۱}{k})$

۱) ۳۳، کاهش می‌یابد. ۲) ۳۳، افزایش می‌یابد.

۳) ۹۹، کاهش می‌یابد. ۴) ۹۹، افزایش می‌یابد.

گرما:

هرگاه جسمی با دمای بیشتر در تماس گرمایی با جسمی با دمای کمتر قرار بگیرد، بر اثر اختلاف دمای دو جسم، انرژی از جسم گرم‌تر به جسم سردتر منتقل می‌شود. به این انرژی انتقال یافته بر اثر اختلاف دمای دو جسم، گرما گفته می‌شود.

ـ اشاره کردن به گرمای موجود در جسم اشتباه است. گرما مربوط به انرژی در حال گذار است.

ـ انتقال انرژی از جسمی به جسم دیگر ابتدا با آهنگ سریع تر و سپس با آهنگ کندتری رخ می دهد و این انتقال گرما تا برابر شدن دمای دو جسم ادامه می‌یابد. در این حالت اصطلاحاً می‌گوییم تعادل گرمایی رخ داده است.

ـ یکای انرژی گرمایی، همان یکای انرژی یعنی ژول (J) می‌باشد. یکای دیگر گرما، کالری است که در موارد خاصی مورد استفاده قرار می‌گیرد. $(1\,cal = 4/186\ J)$

ـ وقتی دو جسم سرد و گرم در تماس با هم قرار می‌گیرند، از دیدگاه میکروسکوپی آن‌چه اتفاق می‌افتد، کاهش انرژی‌های جنبشی و پتانسیل مربوط به حرکت کاتوره‌ای اتم‌ها، مولکول‌ها و سایر اجزای میکروسکوپی داخل جسم گرم و افزایش همین انرژی‌ها در داخل جسم سرد است، تا آن‌که دو جسم به تعادل گرمایی برسند.

ـ مقدار گرمای لازم برای آنکه دمای جسمی، بدون تغییر حالت، به اندازه ΔT یا $\Delta\theta$ تغییر کند از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$Q = mc\Delta T$$

در این رابطه، m مقدار جرم بر حسب kg، C ظرفیت گرمایی ویژه جسم بر حسب $\frac{J}{kg^\circ C}$ و ΔT تغییرات دما بر حسب کلوین (یا درجه سلسیوس) می‌باشد.

ـ ظرفیت گرمایی ویژه (c) مقدار گرمایی است که باید به یک کیلوگرم از جسم داده شود تا دمای آن یک درجه سلسیوس (کلوین) افزایش یابد.

ـ ظرفیت گرمایی ویژه یک جسم به جنس ماده‌ی تشکیل‌دهنده‌ی آن بستگی دارد و به جرم جسم بستگی ندارد.

ـ ظرفیت گرمایی، مقدار گرمایی است که باید به یک جسم بدهیم تا دمای آن یک کلوین (درجه سلسیوس) افزایش یابد.

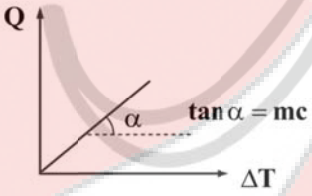
یکای ظرفیت گرمایی $\frac{J}{k}$ یا $\frac{J}{^\circ C}$ می‌باشد.

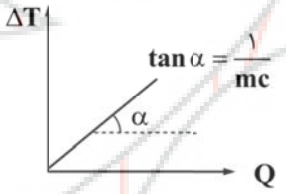
$$C = mc$$

در این رابطه C ظرفیت گرمایی، m جرم جسم بر حسب kg و c ظرفیت گرمایی ویژه است.

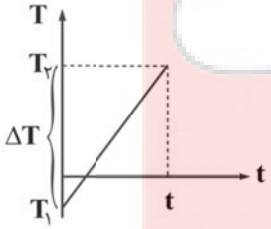
ـ ظرفیت گرمایی بر خلاف ظرفیت گرمایی ویژه به جرم جسم بستگی دارد.

ـ نمودارهای مربوط به گرما:





ـ در نمودار دما بر حسب مدت زمان، توان هم مطرح می‌شود.



$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = Pt$$

$$Q = mc\Delta T \Rightarrow pt = mc\Delta T$$

ـ در برخی مسائل انواع انرژی به گرما تبدیل می‌شود. مثلاً اگر در مسئله‌ای که گفته بود $\frac{1}{3}$ انرژی جنبشی جسم به گرمای آن تبدیل می‌شود، داریم:

$$\frac{1}{3}K = Q$$

و یا اگر گفته بود نیمی از انرژی پتانسیل گرانشی جسم به گرما تبدیل شده، داریم:

$$\frac{1}{2}U = Q$$

ـ برای مقایسه گرمای لازم برای تغییر دمای دو جسم:

$$Q = mc\Delta T \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \frac{c_2}{c_1} \times \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}$$

در صورتی که دو جسم هم‌جنس باشند:

$$\rho_1 = \rho_2 \, , \, c_1 = c_2$$

ـ در صورتی که در مسئله به جای جرم از چگالی و حجم اجسام صحبت کرده بود:

$$\left.\begin{matrix} Q = mc\Delta\theta \\ m = \rho V \end{matrix}\right\} \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{V_2}{V_1} \times \frac{c_2}{c_1} \times \frac{\Delta\theta_2}{\Delta\theta_1}$$

ـ در صورتی‌که بخواهیم توسط دو گرم‌کن به توان‌های P_1 و P_2، دمای دو جسم را افزایش دهیم، خواهیم داشت:

$$Pt = mc\Delta\theta \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} \times \frac{t_2}{t_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \frac{c_2}{c_1} \times \frac{\Delta\theta_2}{\Delta\theta_1}$$

ـ در صورتی‌که گرم‌کن‌ها یکسان باشند:

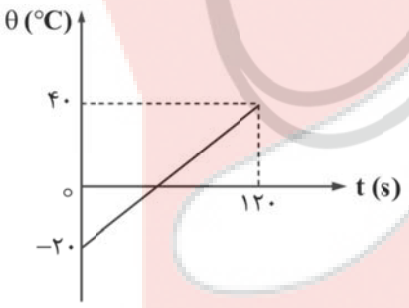
$$P_1 = P_2$$

ـ با توجه به بالا بودن ظرفیت گرمایی ویژه آب، از آن در شوفاژ منازل و رادیاتور اتومبیل استفاده می‌شود.

آزمایش نیندال:

چند گوی هم جرم را که دارای جنس‌های متفاوت بودند، در ظرف آب جوش وارد کرده تا دمای همه آن‌ها به یک اندازه برسد. سپس گوی‌ها را روی ورقه پارافین قرارداد. هر گوی که ظرفیت گرمایی ویژه بالاتری داشت، مقدار پارافین بیشتری ذوب کرد.

تمرین ۳۶: نمودار تغییرات دمای جسم جامدی به جرم ۱۰۰ گرم، برحسب زمان مطابق شکل است. اگر گرمای ویژه‌ی جسم $400 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$ باشد، جسم در هر ثانیه چند ژول گرما گرفته است؟



۱) ۱۰

۲) ۱۲

۳) ۲۰

۴) ۲۴

تمرین ۳۷: یک گلوله‌ی سربی به جرم ۲۰ گرم با سرعت $400 \frac{m}{s}$ به یک قطعه چوب برخورد می‌کند و درون آن متوقف می شود. اگر ۵۰ درصد انرژی جنبشی گلوله صرف گرم کردن خودش شود و گرمای ویژه سرب $125 \frac{J}{kg \cdot K}$ باشد، دمای گلوله چند کلوین افزایش می‌یابد؟

۱) ۳۲۰ ۲) ۵۹۳ ۳) ۶۴۰ ۴) ۹۱۳

تمرین ۳۸: گرمای Q، دمای ۳ گرم از ماده‌ی A را ۵ درجه‌ی سلسیوس و دمای ۲ گرم از ماده‌ی B را ۳ درجه سلسیوس بالا می‌برد. گرمای ویژه ماده‌ی A چند برابر گرمای ویژه ماده‌ی B است؟

۱) ۰/۴ ۲) ۰/۵ ۳) ۱/۵ ۴) ۲/۵

تمرین ۳۹: گرمای ویژه آب $۴۲۰۰ \frac{J}{kg \cdot K}$ است. چند کیلوژول گرما به یک کیلوگرم آب بدهیم تا دمای آن ۹ درجه‌ی فارنهایت افزایش یابد؟

۱) ۱۸/۹ ۲) ۲۱ ۳) ۳۷/۸ ۴) ۴۲

تمرین ۴۰: یک نیروگاه هسته‌ای روزانه $۱۰^۵ m^۳$ آب از رودخانه می‌گیرد و ۲۱۰۰ گیگاژول از گرمای اتلافی خود را به این آب می‌دهد. اگر دمای آب ورودی $۲۵^\circ C$ باشد، دمای آب خروجی چند درجه سلسیوس است؟

$(\rho_{آب} = ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^۳} , C_{آب} = ۴۲۰۰ \frac{J}{kg^\circ C})$

۱) ۵۰ ۲) ۲۵/۵ ۳) ۳۰ ۴) ۷۵

تمرین ۴۱: از یک ورق مسی، دو صفحه‌ی دایره‌ای شکل به مساحت‌های $S_۱ , S_۲ = ۲S_۱$ بریده و جدا کرده‌ایم. حال اگر به اولی گرمای $Q_۱$ و به دومی گرمای $Q_۲ = ۲Q_۱$ را بدهیم و براثر گرما، افزایش شعاع آن‌ها به‌ترتیب $\Delta R_۱$ و $\Delta R_۲$ باشد، $\frac{\Delta R_۲}{\Delta R_۱}$ چقدر است؟

۱) $\sqrt{۲}$ ۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ ۳) ۲ ۴) $\frac{۱}{۲}$

تمرین ۴۲: دوکره‌ی فلزی هم جنس A و B، اولی توپر به شعاع ۲۰ cm و دیگری توخالی که شعاع خارجی آن ۲۰ cm و شعاع حفره‌ی داخلی ۱۰ cm است.اگر به دوکره، به یک اندازه گرما بدهیم و تغییر حجم کره‌ی A برابر ΔV_A و تغییر حجم فلز به‌کار رفته در کره‌ی B برابر ΔV_B باشد، نسبت $\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B}$ کدام است؟

۱) $\frac{۷}{۸}$ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) $\frac{۸}{۷}$

تمرین ۴۳: ظرفی به حجم یک لیتر از مایعی کاملا پرشده است. چنانچه دمای ظرف و مایع ۸۰ درجه‌ی سلسیوس افزایش یابد. چند سانتی‌متر مکعب مایع از ظرف بیرون می‌ریزد؟ (ضریب انبساط حجمی مایع $۲\times۱۰^{-۴}K^{-۱}$ و ضریب انبساط طولی ظرف $۰/۵\times۱۰^{-۵}K^{-۱}$ است.)

۱) ۱۴/۸ ۲) ۱۵/۴ ۳) ۱۶/۴ ۴) ۱۷/۲

تمرین ۴۴: یک لوله‌ی مسی را بریده و جرم آن را نصف می‌کنیم. ظرفیت گرمایی و گرمای ویژه آن به ترتیب چند برابر می‌شوند؟

۱) $\frac{۱}{۲}$ و ۱ ۲) $\frac{۱}{۲}$ و $\frac{۱}{۲}$ ۳) ۱ و $\frac{۱}{۲}$ ۴) ۱ و ۱

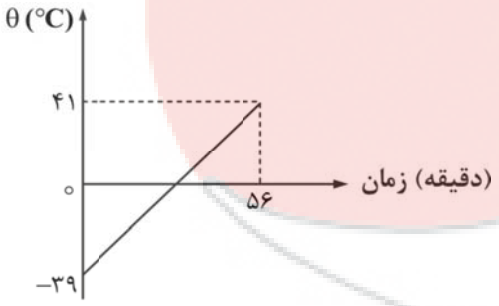
تمرین ۴۵: دو کره‌ی فلزی همجنس A و B، اولی توپر و شعاع آن ۲۰ cm است. دومی تو خالی و شعاع خارجی آن ۲۰ cm و شعاع حفره‌ی داخلی آن ۱۰ cm است. اگر به دو کره به یک اندازه گرما بدهیم و تغییر دمای آن‌ها به ترتیب $\Delta\theta_A$ و $\Delta\theta_B$ باشد، نسبت $\frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A}$ کدام است؟

۱) ۱ ۲) $\frac{۸}{۷}$ ۳) $\frac{۵}{۴}$ ۴) ۲

تمرین ۴۶: به دو کره‌ی فلزی توپر A و B که جرم مساوی دارند و حجم کره‌ی B، ۴ برابر حجم کره‌ی A است، گرمای مساوی می‌دهیم. اگر گرمای ویژه‌ی A نصف گرمای ویژه‌ی B و ضریب انبساط خطی A نصف ضریب انبساط خطی B باشد، تغییر حجم کره‌ی A چند برابر تغییر حجم کره‌ی B است؟

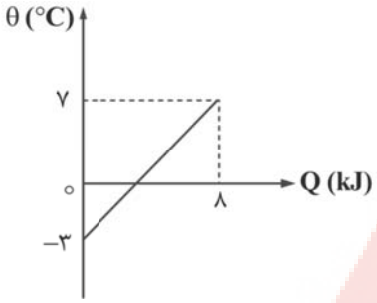
۱) ۴ ۲) ۲ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) $\frac{۱}{۴}$

تمرین ۴۷: به مایعی به جرم ۵۰۰ گرم در هر دقیقه ۱۰۰ J گرما می‌دهیم. اگر نمودار تغییرات دما برحسب زمان به‌صورت شکل زیر باشد، گرمای ویژه‌ی مایع در SI کدام است؟



۱) ۱۴۰
۲) ۱۶۰
۳) ۲۸۰
۴) ۳۲۰

تمرین ۴۸: نمودار تغییرات دما برحسب گرمای داده شده به جسمی به جرم ۲ kg مطابق شکل زیر است. چند کیلوژول گرما لازم است تا دمای این جسم ۳ کلوین افزایش یابد؟



۱) ۶

۲) ۴/۸

۳) ۳

۴) ۲/۴

دمای تعادل:

ـ اگر دو یا چند جسم با دماهای مختلف در تماس با یکدیگر قرار گیرند، پس از مدتی هم‌دما می‌شوند. یعنی دمای آن‌ها به مقدار یکسانی می‌رسد که به این دمای برابر، دمای تعادل می‌گویند.

ـ با استفاده از قانون پایستگی انرژی می‌توان دمای تعادل را به‌دست آورد.

ـ در این حالت بعضی از اجسام گرما می‌گیرند $(Q > 0)$ و برخی دیگر گرما از دست می‌دهند. $(Q < 0)$

ـ بنا به قانون پایستگی انرژی، در صورتی‌که انرژی تلف نشود، همان قدر که اجسام گرم انرژی از دست می‌دهند، اجسام سرد انرژی می‌گیرند. بنابراین جمع جبری گرماها برابر صفر می‌شود:

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

در شکل مقابل دو جسم(۱) و (۲) با دماهای اولیه ی θ_1 و θ_2 $(\theta_1 > \theta_2)$ به هم متصل شده‌اند و گرما از جسم با دماهای بالاتر به جسم با دماهای پایین‌تر منتقل می‌شود و این انتقال گرما تا برابر شدن دمای دو جسم ادامه می‌یابد. این دمای برابر (θ) همان دمای تعادل است.

ـ گرما از جسم (۱) به جسم (۲) منتقل شده است، پس $Q_1 < 0$ و $Q_2 > 0$ است.

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m_1c_1\Delta\theta_1 + m_2c_2\Delta\theta_2 = 0 \Rightarrow$$
$$\Delta\theta_1 = \theta - \theta_1 \quad , \quad \Delta\theta_2 = \theta - \theta_2$$

ـ درصورتی که در حالت تعادل، انرژی تلف شده و تغییر حالت نداشته باشیم، می‌توان دمای تعادل را به‌صورت زیر به‌دست آورد.

$$\theta = \frac{m_1c_1\theta_1 + m_2c_2\theta_2}{m_1c_1 + m_2c_2}$$

ـ در صورتی که در مسائل، ظرفیت گرمایی جسمی را داده باشد، باید تمام یکاها را SI وارد کنیم، اما اگر ظرفیت گرمایی را نداده بود و اطلاعات مسئله شامل جرم و ظرفیت گرمای ویژه بود، می توانیم از یکاهای غیر SI هم استفاده کنیم. اما توجه داشته باشید که مثلا اگر m_1 برحسب گرم باشد، m_2 هم حتما برحسب گرم جای‌گذاری می‌شود.

گرماسنج و گرماسنجی:

ـ گرماسنج که به آن کالری متر هم می‌گویند، شامل ظرف درپوش داری می‌باشد که به‌خوبی عایق‌بندی شده است. این ظرف در آزمایش‌های گرماسنجی مانند تعیین گرمای ویژه اجسام به‌کار می‌رود.

ـ در گرماسنج مقداری آب با جرم معین می‌ریزیم و پس از هم‌دما شدن آب و گرماسنج، دمای آب را اندازه می‌گیریم، سپس جسمی را که می‌خواهیم گرمای ویژه‌اش را پیدا کنیم و جرم و دمای اولیه آن معلوم است، درون گرماسنج قرار می‌دهیم. آن‌گاه به کمک هم‌زن، آب را به‌هم می‌زنیم تا مجموعه سریع‌تر به دمای تعادل برسد. پس از برقراری تعادل و با چشم پوشی از اثر ناچیز دماسنج و هم‌زن در مبادله گرما داریم:

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{جسم}} + Q_{\text{ظرف}} = 0$$

اگر جرم آب m_1، ظرفیت گرمایی ویژه آن c_1 و دمای اولیه‌ی آن θ_1 و جرم جسم m_2 و دمای اولیه‌ی آن θ_1 و ظرفیت گرمایی ویژه‌ی آن c_2 و ظرفیت گرمایی ظرف C_3 و دمای اولیه‌ی آن θ_1 (توجه داشته باشید دمای اولیه‌ی ظرف و آب یکسان است) باشد، خواهیم داشت:

$$m_1c_1(\theta-\theta_1)+m_2c_2(\theta-\theta_2)+C_3(\theta-\theta_1)=0$$

در این رابطه θ دمای تعادل است.

گرماسنج بمبی:

ـ از این گرماسنج برای تعیین ارزش غذایی مواد با اندازه‌گیری انرژی آزاد شده آن‌ها در حین سوختن استفاده می‌شود.

ـ نمونه‌ای که جرم آن به دقت اندازه‌گیری شده را در ظرف سر بسته‌ای که محتوی گاز اکسیژن است (اصطلاحاً به این ظرف بمب گفته می‌شود) قرار می‌دهیم. سپس محفظه را در آب یک گرماسنج قرار داده و توسط جریان الکتریکی عبوری از یک سیم نازک، نمونه داخل آن سوزانده می‌شود. با اندازه‌گیری تغییر دمای آب، انرژی حاصل از احتراق ماده موردنظر را به‌دست می‌آوریم که تقریباً معادل انرژی آزاد شده از آن ماده است.

ـ اساس کار دماسنجی بمبی، احتراق ماده موردنظر است.

تمرین ۴۹: ظرفی که عایق گرما است، محتوای ۸۰ گرم آب ۱۱/۵ درجه سلسیوس است. یک قطعه مس به جرم ۴۲۰ گرم و دمای ۱۰۰ درجه‌ی سلسیوس را در آب می‌اندازیم. اگر فقط بین آب و مس تبادل گرما صورت گیرد و $c_{\text{آب}} = 4200\ \frac{J}{kg\cdot K}$ و $c_{\text{مس}} = 380\ \frac{J}{kg\cdot K}$ باشد، تا برقراری تعادل گرمایی، دمای آب چند کلوین افزایش می‌یابد ؟

۱) ۲۸/۵ ۲) ۴۰ ۳) ۳۱۳ ۴) ۳۰۱/۵

تمرین ۵۰: یک شمش آلومینیوم به حجم $200\ cm^3$ و چگالی $2/7\ \frac{g}{cm^3}$ را که دمایش $100^\circ C$ است، درون $540\ cm^3$ آب $20^\circ C$ می‌اندازیم. پس از برقراری تعادل حرارتی، دمای آب تقریباً به چند درجه‌ی سلسیوس می‌رسد؟ (از مبادله گرمای بین آب و ظرف صرف نظر شود.) (چگالی آب $1\ \frac{g}{cm^3}$ و گرمای ویژه آب و آلومینیوم به ترتیب $4/2\ \frac{J}{g\cdot K}$ و $0/9\ \frac{J}{g\cdot K}$ است)

۱) ۲۸ ۲) ۳۴ ۳) ۴۶ ۴) ۵۳

تغییر حالت‌های ماده:

ـ موادی که در اطراف ما وجود دارند، معمولاً در سه حالت (فاز) جامد، مایع و گاز(بخار) یافت می شوند.گذار از یک حالت (فاز) به حالت (فاز) دیگر را تغییر حالت (گذار فاز) می‌نامند.

ـ تغییر حالت‌ها معمولاً با گرفتن یا از دست دادن گرما همراهند.

نام انواع تغییر حالت:

۱- مایع $\xrightarrow{\text{ذوب}}$ جامد

۲- بخار $\xrightarrow{\text{تبخیر}}$ مایع

۳- جامد $\xrightarrow{\text{انجماد}}$ مایع

۴- مایع $\xrightarrow{\text{میعان}}$ بخار

۵- بخار $\xrightarrow{\text{تصعید}}$ جامد

۶- جامد $\xrightarrow{\text{چگالش}}$ بخار

ـ نفتالین در دمای اتاق به‌طور مستقیم از جامد به بخار تبدیل می‌شود.

ـ در صبح‌های بسیار سرد زمستان، برفکی که روی گیاهان و یا روی شیشه پنجره می‌نشیند، بخار آبی است که به‌طور مستقیم به بلورهای یخ تبدیل شده است.

تبدیل حالت جامد به مایع:

ـ اگر عمل گرما دادن را برای جامدهای خالص و بلورین ادامه دهیم، وقتی دمای جسم به مقدار مشخصی برسد، افزایش دما متوقف می‌شود و دما ثابت می‌ماند. در این حالت جسم شروع به ذوب شدن می‌کند و به مایع تبدیل می‌شود. این دمای ثابت را نقطه ذوب یا دمای گذار جامد به مایع می‌نامند.

ـ نقطه ذوب به جنس جسم و فشار وارد بر آن بستگی دارد.

ـ به استثنای چند مورد خاص، حجم جامدهای بلوری هنگام ذوب شدن افزایش می‌یابد، زیرا حجمی که بلور با آرایش منظم مولکول‌ها در حالت جامد اشغال می‌کند، نسبت به این حجم در حالت مایع که آرایش مولکولی نامنظمی دارد کمتر است.

ـ برخلاف جامدهای خالص و بلورین، جامدهای بی‌شکل مانند شیشه و قیر نقطه ذوب کاملاً مشخصی ندارند. در واقع وقتی این مواد را گرم می‌کنیم، پیش از ذوب شدن خمیری می‌شوند.

این مواد در گستره‌ای از دما به تدریج ذوب می‌شوند.

ـ معمولاً افزایش فشار وارد بر جسم، سبب بالا رفتن نقطه ذوب جسم می‌شود اما در برخی موارد مانند یخ، افزایش فشار باعث کاهش نقطه ذوب می‌شود.

ـ مقدار کاهش نقطه ذوب به‌دلیل افزایش فشار، در مورد یخ بسیار ناچیز است.

ـ عمل ذوب فرایندی گرماگیر است، گرمایی که به جسم در نقطه ذوب می‌دهیم، دمای جسم را تغییر نمی‌دهد بلکه سبب تغییر حالت آن می‌شود.

ـ به جسم جامدی که به دمای ذوب خود رسیده، باید گرما بدهیم تا به مایع تبدیل شود، زیرا مولکول‌های جامد باید از ساختار صلب خود رها شوند. این گرما باعث تغییر دمای جسم نمی‌شود بلکه باعث تغییر حالت جسم خواهد شد.

ـ گرمای منتقل شده برای تغییر حالت جسم از جامد به مایع یا از مایع به جامد، با جرم جسم نسبت مستقیم دارد. نسبت این گرما به جرم جسم را گرمای نهان ذوب گفته و آن را با L_F نشان می‌دهند.

گرمای نهان ذوب $(\frac{J}{kg})$ $\rightarrow Q_F = m L_F$ گرمای لازم برای ذوب

جرم جسم (kg)

ـ وقتی تغییر فاز از جامد به مایع انجام شود، جسم گرما می‌گیرد در این حالت $Q_F > 0$ است.

$$Q_F = +mL_F$$

ـ اگر تغییر فاز از مایع به جامد انجام شود، جسم گرما از دست می‌دهد در این حالت $Q_F < 0$ است.

$$Q_F = -mL_F$$

ـ اگر قرار باشد، یخ $-10^\circ C$ را به آب $20^\circ C$ تبدیل کنیم باید روند زیر طی شود:

$$\text{یخ } -10^\circ C \xrightarrow[Q_1]{} \text{یخ } 0^\circ C \xrightarrow[Q_F]{} \text{آب } 0^\circ C \xrightarrow[Q_2]{} \text{آب } 20^\circ C$$

$$Q_1 = mc_1\Delta\theta_1 \ , \ Q_F = mL_F \ , \ Q_2 = mc_2\Delta\theta_2$$

ـ اما اگر بخواهیم آب ۲۰ درجه سلسیوس را به یخ ۱۰- درجه سلسیوس تبدیل کنیم باید روند زیر را طی کنیم:

$$\text{یخ } -10^\circ C \xleftarrow[Q_2]{} \text{یخ } 0^\circ C \xleftarrow[Q_F]{} \text{آب } 0^\circ C \xleftarrow[Q_1]{} \text{آب } 20^\circ C$$

$$Q_1 = mc_1\Delta\theta_1 \ , \ Q_F = -mL_F \ , \ Q_2 = mc_2\Delta\theta_2$$
$$Q = Q_1 + Q_F + Q_2$$

ـ در صورتی‌که در مسئله‌ای صحبت از حداقل گرمای لازم برای تبدیل یخ $-\theta^\circ C$ به آب شد، روند زیر را طی می‌کنیم:

$$\text{یخ } -\theta^\circ C \xrightarrow[Q_1=mc\Delta\theta]{} \text{یخ } 0^\circ C \xrightarrow[Q_f=ml_F]{} \text{آب } 0^\circ C$$

$$Q = Q_1 + Q_F$$

ـ هنگامی که مقداری یخ $-\theta^\circ C$ در اختیار داریم و به آن مقداری گرما می‌دهیم، اما تمام یخ ذوب نشود، ابتدا باید مقدار گرمای لازم برای تبدیل به یخ $-\theta^\circ C$ به یخ $0^\circ C$ را از گرمایی که به یخ داده‌ایم کم کنیم. گرمای باقی‌مانده، باعث ذوب یخ خواهد شد. مثلاً به قطعه یخی به جرم m و دمای $-\theta^\circ C$ گرمای Q می‌دهیم. قسمتی از یخ ذوب شود.

$$\text{یخ } -\theta^\circ C \longrightarrow \text{یخ } 0^\circ C \longrightarrow \text{آب } 0^\circ C$$

کل جرم یخ این قسمت را طی می‌کند. $Q_1 = mC_1\Delta\theta_1$

تمام یخ ذوب نمی‌شود. بلکه جرم m' از آن ذوب می‌شود. $Q_F = m'L_F$

$$Q = Q_1 + Q_F$$

ـ هنگامی که به کمک یک گرم کن، یخ $0^\circ C$ را به آب $0^\circ C$ و سپس به آب $\theta^\circ C$ تبدیل کنیم، اگر مدت زمان مرحله ی اول t_1 و مدت زمان مرحله‌ی دوم t_2 باشد خواهیم داشت:

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = Pt$$

$$\text{یخ } 0^\circ C \xrightarrow[\text{مدت زمان } t_1]{Q_1 = mL_F} \text{یخ } 0^\circ C \xrightarrow[\text{مدت زمان } t_2]{Q_1 = mc\Delta\theta} \text{آب } \theta^\circ C$$

$$\text{تبدیل یخ } 0^\circ C \text{ به آب } 0^\circ C \Rightarrow Pt_1 = mL_f \Rightarrow \frac{t_2}{t_1} = \frac{c\Delta\theta}{L_F}$$

$$\text{تبدیل آب } 0^\circ C \text{ به آب } \theta^\circ C \Rightarrow Pt_2 = mc\Delta\theta$$

تمرین ۵۱: به $500\ g$ یخ $-20^\circ C$ مقداری گرما با آهنگ $10/5\ \frac{kJ}{min}$ در مدت ۲۰ دقیقه می‌دهیم. دمای نهایی آب حاصل،چند درجه سلسیوس است؟ $(c_{\text{یخ}} = 2c_{\text{آب}} = 4200\ \frac{J}{kg.^\circ C}\ ,\ L_F = 336000\ \frac{J}{kg})$

۱) صفر ۲) ۵ ۳) ۱۰ ۴) ۱۵

تمرین ۵۲: یک قطعه‌ی ۵۰۰ گرمی از مس را که دمای آن $67^\circ C$ است در ظرفی عایق حرارت که حاوی ۳۸۰ گرم آب در دمای $20^\circ C$ است می‌اندازیم، دمای تعادل چند درجه‌ی سلسیوس می‌شود؟ (ظرفیت گرمایی ویژه آب و مس به ترتیب $4200\ \frac{J}{kg\cdot K}$ و $380\ \frac{J}{kg\cdot K}$ و اتلاف گرما ناچیز است)

۱) ۲۳ ۲) ۲۴ ۳) ۲۵ ۴) ۲۸

تمرین۵۳: یک قطعه آلومینیوم یک کیلوگرمی با دمای ۹۰ درجه سلسیوس و قطعه مس ۲ کیلوگرمی با دمای ۹۵ درجه سلسیوس را در یک محیط قرار می دهیم تا با محیط به تعادل حرارتی برسند، مقدار گرمایی که در این فرایند آلومینیوم از دست داده چند برابر گرمایی است که مس از دست داده است؟ $(c_{Cu} = 400\ \frac{J}{kg\cdot K}\ ,\ c_{Al} = 900\ \frac{J}{kg\cdot K})$

۱) $\frac{8}{9}$ ۲) $\frac{9}{4}$

۳) $\frac{9}{8}$ ۴) بستگی به دمای محیط دارد.

تبدیل حالت مایع ـ بخار:

ـ تا پیش از رسیدن به نقطه‌ی جوش، تبخیر به‌طور پیوسته‌ای از سطح مایع رخ می‌دهد که به آن تبخیر سطحی می‌گویند. مانند خشک شدن لباس خیسی که روی بند رخت آویخته شده است یا خشک شدن سریع یک زمین خیس در هوای گرم تابستان.

ـ در پدیده تبخیر سطحی، تندی برخی از مولکول‌های مایع به حدی می‌رسند که می‌توانند از سطح مایع فرار کنند.

ـ آهنگ رخ دادن فرآیند تبخیر سطحی به عواملی از جمله دما و مساحت سطح مایع بستگی دارد.

ـ آغاز فرایند جوشیدن همراه با بالا آمدن حباب‌های گاز از درون مایع است که در دمای مشخص رخ می‌دهد.

ـ هنگام گرم شدن آب دمای قسمت‌های پایینی از دمای قسمت‌های بالایی بیشتر است. هنگامی‌که حباب‌ها بالا می‌آیند، به آب کمی سردتر رسیده و با صدای تیزی فرو می‌پاشند و در آن‌جا دوباره به مایع تبدیل می‌شوند.

ـ با افزایش دمای مایع، حباب‌ها بیشتر بالا می‌روند تا این‌که سرانجام به سطح آزاد آب رسیده و در سطح آزاد آب، با صدای غلغل کردن فرو می‌پاشند.

ـ هنگامی‌که حباب‌ها، در سطح آب با صدای غلغل کردن فرو می‌پاشند، می‌گوییم آب به جوش کامل رسیده و آهنگ تبخیر سطحی به بیشترین مقدار خود می‌رسد.

ـ در جوشیدن، کل مایع در فرآیند تبخیر شرکت می‌کند.

ـ به فرآیند تبخیر تا پیش از رسیدن به نقطه جوش، تبخیر سطحی و به فرآیند تبخیر در نقطه جوش اصطلاحاً جوشیدن گویند.

ـ گرمای منتقل شده برای تبخیر هر مایع با جرم آن نسبت مستقیم دارد.

ـ گرمای نهان تبخیر: نسبت گرمای منتقل شده برای تبخیر یک مایع در نقطه جوشش به جرم جسم را گرمای نهان ویژه تبخیر می‌گویند که برای سادگی آن را گرمای نهان تبخیر می‌نامند و با L_V نشان می دهند.

$$L_V = \frac{Q_v}{m} \Rightarrow Q_v = mL_V$$

ـ گرمای نهان تبخیر هر مایع به جنس و دمای آن بستگی دارد و یکای آن $\frac{J}{kg}$ است.

ـ گرمای نهان تبخیر آب با افزایش دمای آن کاهش می‌یابد.

ـ اگر تغییر فاز از مایع به بخار انجام شود، مایع گرما گرفته است. پس داریم:

$$Q_V = +mL_v$$

ـ اما اگر تغییر فاز از بخار به مایع انجام شود، بخار گرما از دست داده است. پس داریم:

$$Q_V = -mL_v$$

ـ تبدیل آب $50^\circ C$ به بخار آب $100^\circ C$ در فشار $1\,atm$:

$$\text{آب } 50^\circ C \xrightarrow{Q_1} \text{آب } 100^\circ C \xrightarrow{Q_v} \text{بخار آب } 100^\circ C$$

$$Q_1 = mc\Delta\theta \qquad Q_V = mL_V$$

$$Q_t = Q_1 + Q_V$$

ـ تبدیل بخار آب $100^\circ C$ به آب $50^\circ C$ در فشار $1\,atm$:

$$\text{بخار آب } 100^\circ C \xrightarrow{Q_V} \text{آب } 100^\circ C \xrightarrow{Q_1} \text{آب } 50^\circ C$$

$$Q_1 = mc\Delta\theta \qquad Q_V = -mL_V$$

$$Q_t = Q_1 + Q_V$$

ـ نقطه جوش هر مایع به جنس و فشار وارد بر آن بستگی دارد.

ـ افزایش فشار باعث بالا رفتن نقطه‌جوش مایع می‌شود.

ـ زودپز باعث افزایش فشار بر مایع می‌شود. بنابراین نقطه‌جوش مایع بالا رفته و غذا سریع‌تر پخته می‌شود.

ـ افزایش ارتفاع باعث کاهش فشار بر مایع می‌شود. بنابراین نقطه‌ی جوش مایع کاهش یافته و غذا دیرتر پخته می‌شود.

ـ یکی از عواملی که موجب می‌شود در هوایی که رطوبت آن زیاد است، احساس گرمای بیشتری کنیم میعـان بخـار آب روی بدنمان است چون بخار آب با دادن گرما به بدن ما به مایع تبدیل می‌شود.

ـ در فرآیندهای تغییر حالت، دما تغییر نمی کند، اما انرژی درونی تغییر خواهد کرد.

ـ در صورتی‌که مقداری یخ $-۱۰^\circ C$ را به اندازه‌ی کافی گرما دهیم و آن را به بخار آب $۱۰۰^\circ C$ تبـدیل کنـیم مسـیر تبـدیل را به‌صورت زیر می‌نویسیم:

$$\text{یخ } -۱۰^\circ C \xrightarrow[Q_۱]{} \text{یخ } ۰^\circ C \xrightarrow[Q_F]{} \text{آب } ۰^\circ C \xrightarrow[Q_۲]{} \text{آب } ۱۰۰^\circ C \xrightarrow[Q_V]{} \text{بخار آب } ۱۰۰^\circ C$$

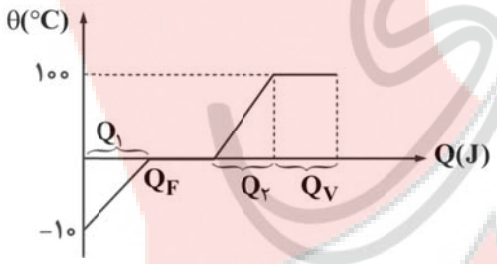
$c_۱$ ظرفیت گرمایی ویژه یخ و $\Delta\theta_۱ = ۱۰^\circ C$ خواهد بود.

$$Q_۱ = mc_۱\Delta\theta_۱$$
$$Q_F = mL_F$$

$c_۲$ ظرفیت گرمایی ویژه آب و $\Delta\theta_۲ = ۱۰۰^\circ C$ خواهد بود.

$$Q_۲ = mc_۲\Delta\theta_۲$$
$$Q_V = mL_V$$

- نمودار این تبدیلات به‌صورت زیر خواهد بود:



ـ در صورتی‌که $m_۱$ گرم بخار آب $۱۰۰^\circ C$ را با $m_۲$ گرم یخ $-۵^\circ C$ مخلوط کنیم تا نهایتاً آب $\theta^\circ C$ داشته باشیم:

$$\text{یخ } -۵^\circ C \xrightarrow[Q_۱]{} \text{یخ } ۰^\circ C \xrightarrow[Q_F]{} \text{آب } ۰^\circ C \xrightarrow[Q_۲]{} \text{آب } \theta^\circ C \xleftarrow[Q_۳]{} \text{آب } ۱۰۰^\circ C \xleftarrow[Q_V]{} \text{بخار آب } ۱۰۰^\circ C$$

در این روابط $C_۱$ ظرفیت گرمایی ویژه‌ی یخ و $C_۲$ ظرفیت گرمایی ویژه‌ی آب است.

$$Q_۱ = m_۱c_۱\Delta\theta_۱$$
$$Q_F = m_۱L_F$$
$$Q_۲ = m_۱c_۲\Delta\theta_۲$$
$$Q_۳ = m_۲c_۲\Delta\theta_۳$$
$$Q_V = -m_۲L_V$$

$$\Delta\theta_۱ = ۵ \ , \ \Delta\theta_۲ = \theta$$
$$\Delta\theta_۳ = \theta - ۱۰۰$$

چون به حال تعادل رسیده‌اند، بنابراین مجموع گرماهای مبادله شده صفر است.

$$Q_۱ + Q_F + Q_۲ + Q_۳ + Q_V = ۰$$

ـ در صورتی‌که مقداری آب $\theta(^\circ C)$ و مقداری یخ صفر درجه سیلیسیوس را باهم مخلوط کنیم و تمام یخ ذوب نشود. اندازه مقدار گرمایی که آب می‌تواند تولید کند برابر است با:

$$Q = mc\theta$$

این گرما باعث ذوب شدن جرم M از یخ می‌شود.

$$Q_F = ML_f \Rightarrow mc\theta = ML_F$$

در این حالت جرم آب موجود برابر است با:

$$\text{جرم آب} = m + M$$

ـ هنگامی که m گرم مخلوط آب و یخ داریم که m' گرم آن یخ است و با جسم دیگری به جرم M و دمای اولیه‌ی θ' در تبادل گرمایی قرار می‌گیرد تا نهایتاً آب θ درجه سلسیوس داشته باشیم، باید روندهای زیر طی شود:

$$\text{جسم } \theta' \xleftarrow{Q_2} \text{جسم } \theta \qquad \text{یخ } ^\circ \xrightarrow{Q_F} \text{آب } ^\circ \xrightarrow{Q_1} \text{آب } \theta$$

$$Q_F = m'L_f$$
$$Q_1 = mc_1\Delta\theta = mc\theta$$
$$Q_2 = Mc_2\Delta\theta = Mc_2(\theta - \theta')$$
$$Q_F + Q_1 + Q_2 = 0$$

ـ هنگامی‌که آب صفر درجه و یخ $-\theta^\circ C$ داشته باشیم، یخ $-\theta^\circ C$ تمایل دارد به یخ $0^\circ C$ تبدیل شود و برای این کار گرما را از آب $0^\circ C$ می‌گیرد. آب $0^\circ C$ با از دست دادن گرما به یخ $0^\circ C$ تبدیل شده و به این ترتیب جرم یخ افزایش می‌یابد.

ـ در صورتی که در ظرفی یخ $-\theta^\circ C$ و آب $\theta'^\circ C$ داشته باشیم و بخواهیم بدانیم بعد از تعادل گرمایی چه چیزی خواهیم داشت، ابتدا هر دو را به آب $0^\circ C$ تبدیل خواهیم کرد:

$$\text{یخ } -\theta^\circ C \xrightarrow{Q_1} \text{یخ } 0^\circ C \xrightarrow{Q_F} \text{آب } 0^\circ C \xleftarrow{Q_2} \text{آب } \theta'^\circ C$$

بررسی حالت‌های مختلف:

۱- $|Q_2| < Q_1$: در این حالت یخ برای رسیدن به دمای صفر درجه سلسیوس از آب صفر درجه سلسیوس که گرما می گیرد و جرم یخ افزایش خواهد یافت.

۲- $|Q_2| = Q_1$: دمای تعادل صفر خواهد بود و جرم یخ و آب ثابت می‌ماند.

۳- $Q_1 < |Q_2| < Q_1 + Q_F$: دمای تعادل صفر بوده مقداری از یخ ذوب می شود. جرم یخ کاهش یافته و جرم آب افزایش می‌یابد. مقدار یخ ذوب شده از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$|Q_2| - Q_1 = mL_F$$

۴- $|Q_2| = Q_1 + Q_F$: تمام یخ ذوب شده و دمای تعادل صفر خواهد بود. یعنی فقط آب صفر درجه سلسیوس داریم.

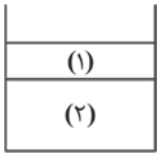
۵- $|Q_2| > Q_1 + Q_F$: تمام یخ ذوب شده و دمای مجموعه از صفر بیشتر خواهد بود. در این حالت دمای تعادل θ'' می باشد که به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$|Q_2| - Q_1 - Q_F = MC\theta''$$

در این حالت M، مجموعه جرم آب و یخ است.

ـ اگر در ظرفی m گرم آب صفر درجه داشته باشیم و قسمت بالایی آن تبخیر شده و قسمت پایینی آن یخ بزند.

قسمت (۱) آب تبخیر شده به جرم m_1 گرم است.



$$Q_V = m_1 L_V$$

قسمت (۲) آب منجمد شده به جرم m_2 گرم است.

$$Q_F = -m_2 L_F$$

دو معادله به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} m_1 + m_2 = m \\ Q_V + Q_F = 0 \end{cases}$$

با حل این دستگاه مقدار m_1 و m_2 به‌دست می‌آید.

تمرین ۵۴: حداقل چند گرم یخ $-20^\circ C$ را داخل ۲۰۰ گرم آب صفر درجه بیندازیم تا تمام آب یخ ببندد؟

$$(c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{J}{kg \cdot K} , L_F = 3/36 \times 10^5 \frac{J}{kg})$$

۱) ۱۶۰ ۲) ۳۶۰ ۳) ۱۲۰۰ ۴) ۱۶۰۰

تمرین ۵۵: در ظرفی که عایق گرما است،یک قطعه یخ صفر درجه سلسیوس وجود دارد. اگر ۸۰۰ گرم آب ۵۰ درجه سلسیوس در ظرف بریزیم. پس از برقراری تعادل گرمایی، ۱۰۰گرم یخ در ظرف باقی می ماند. جرم اولیه یخ چند گرم بوده است؟ (فقط بین آب و یخ تبادل گرما صورت می‌گیرد $c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kgK}$ و $L_F = 336000 \frac{J}{kg}$)

۱) ۳۰۰ ۲) ۴۰۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۶۰۰

تمرین ۵۶: در ظرفی ۲۰۰ گرم یخ -5 درجه سلسیوس وجود دارد .حداقل چند گرم آب ۱۰۰ درجه سلسیوس در ظرف وارد کنیم تا یخی در ظرف باقی نماند؟ (فقط بین آب و یخ تبادل گرما صورت می‌گیرد)

$$(c = 2100 \frac{J}{kg \cdot K} , c = 4200 \frac{J}{kg \cdot K} , L_F = 336000 \frac{J}{kg})$$

۱) ۵ ۲) ۱۶۰ ۳) ۱۶۵ ۴) ۲۰۰

تمرین ۵۷: درون ظرفی ۴۰۰ g مخلوط آب و یخ در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس در حالت تعادل قرار دارد . اگر فلزی به جرم ۲۰۰ g و دمای $105^\circ C$ را داخل آب بیندازیم، بعد از برقراری تعادل، دمای آب به $5^\circ C$ می‌رسد، جرم یخ چند گرم بوده است؟ $(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg^\circ C} , c_{\text{فلز}} = 840 \frac{J}{kg^\circ C} , L_F = 336 \frac{kJ}{kg})$

۱) ۲/۵ ۲) ۵ ۳) ۲۵ ۴) ۵۰

تمرین ۵۸: $1\,kg$ یخ $-10^\circ C$ را در فشار یک جو در $5\,kg$ آب $20^\circ C$ می‌اندازیم. پس از برقراری تعادل حرارتی، چه خواهیم داشت؟ $(L_F = 336\frac{J}{g}\ ,\ c_{آب} = 4200\frac{J}{kg^\circ C}\ ,\ c_{یخ} = 2100\frac{J}{kg^\circ C})$

۱) $6\,kg$ یخ $0^\circ C$

۲) $6\,kg$ آب $0^\circ C$

۳) $6\,kg$ آب $3/75^\circ C$

۴) $6\,kg$ آب $2/5^\circ C$

تمرین ۵۹: درون یک کیلوگرم آب با دمای ۳۰ درجه سلسیوس، چند گرم یخ صفر درجه سلسیوس بیندازیم تا پس از تعادل گرمایی، آب با دمای ۲۰ درجه سلسیوس حاصل شود؟ $(L_f = 336\frac{kJ}{kg}\ ,\ c_{H_2O} = 4200\frac{J}{kg\cdot K})$ تبادل گرمایی فقط بین آب و یخ انجام می‌شود)

۱) ۱۰۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۱۲۵ ۴) ۱۷۵

تمرین ۶۰ : قطعه‌ای مس به جرم ۲۸۲ گرم و دمای $\theta^\circ C$ را داخل ۱۰۰ گرم آب $100^\circ C$ می‌اندازیم. اگر ۵ گرم آب بخار شود، θ چند درجه‌ی سلسیوس است؟ $(c_{مس} = 400\frac{J}{kg^\circ C}\ ,\ L_V = 2256\frac{kJ}{kg})$

۱) ۱۵۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۳۰۰ ۴) ۴۰۰

تمرین ۶۱: اگر ۹۰ درصد گرمایی را که ۸۰۰ گرم آب ۵۰ درجه‌ی سلسیوس از دست می‌دهد تا به آب صفر درجه‌ی سلسیوس تبدیل شود، به یک قطعه یخ صفر درجه‌ی سلسیوس بدهیم، چند گرم از یخ ذوب می‌شود؟

$(c_{آب} = 4200\frac{J}{kg\cdot K}\ ,\ L_f = 336000\frac{J}{kg})$

۱) ۵۰۰ ۲) ۴۵۰ ۳) ۵۰ ۴) ۴۵

تمرین ۶۲: قطعه یخی به جرم m و دمای صفر درجه‌ی سلسیوس را درون همان جرم آب ۹۰ درجه‌ی سلسیوس می‌اندازیم. اگر از اتلاف گرما صرف‌نظر کنیم، دمای تعادل چند درجه‌ی سلسیوس خواهد شد؟

$(L_F = 80\times 4200\frac{J}{kg}\ ,\ c_{آب} = 4200\frac{J}{kg\cdot K})$

۱) صفر ۲) ۲/۵ ۳) ۵ ۴) ۱۰

تمرین ۶۳: در ظرفی یک قطعه یخ صفر درجه‌ی سلسیوس وجود دارد. اگر ۸۰۰ گرم آب ۲۰ درجه‌ی سلسیوس در ظرف وارد کنیم و فقط بین آب و یخ تبادل گرما صورت گیرد، پس از برقراری تعادل گرمایی، $\frac{۱}{۳}$ جرم قطعه یخ در ظرف باقی می‌ماند. جرم اولیه‌ی قطعه یخ چند گرم بوده است؟ $(c_{آب} = ۴۲۰۰ \frac{J}{kg \cdot K} , L_F = ۳۳۶۰۰۰ \frac{J}{kg})$

۱) ۲۰۰ ۲) $\frac{۸۰۰}{۳}$ ۳) ۳۰۰ ۴) ۶۰۰

تمرین ۶۴: ظرفی محتوی ۱۰۰۰ گرم آب و ۲۰۰ گرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس،در تعادل گرمایی است. یک قطعه فلز به گرمای ویژه $۴۰۰ \frac{J}{kg \cdot K}$ و دمای ۲۵۰ درجه‌ی سلسیوس را درون ظرف می‌اندازیم، جرم فلز، حداقل چند گرم باشد، تا یخی در ظرف باقی نماند؟($L_F = ۳۳۶۰۰۰ \frac{J}{kg} , c_{آب} = ۴۲۰۰ \frac{J}{kg \cdot K}$ و اتلاف گرما ناچیز است)

۱) ۳۷۵ ۲) ۶۷۲ ۳) ۸۶۰ ۴) ۹۵۰

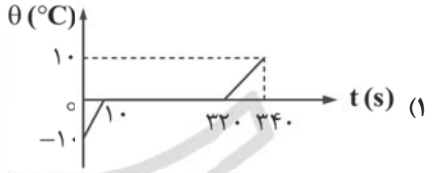
تمرین ۶۵: درون $۲\ kg$ آب $۴۰^\circ C$ مقداری یخ $-۵^\circ C$ می‌اندازیم. اگر این آب $۲۹۴kJ$ گرما از دست بدهد تا سیستم به دمای تعادل برسد، جرم یخ چند گرم بوده است؟ $(L_F = ۳۳۶ \frac{kJ}{kg} , C_{یخ} = ۲۱۰۰ \frac{J}{kg \cdot K} , C_{آب} = ۴۲۰۰ \frac{J}{kg \cdot K})$

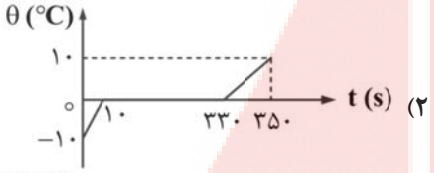
۱) ۴۰۰ ۲) ۶۰۰ ۳) ۸۰۰ ۴) ۱۲۰۰

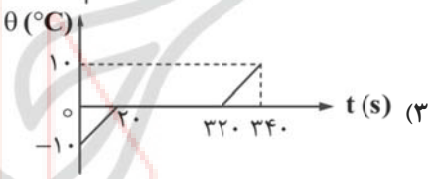
تمرین ۶۶: چند گرم آب ۵۰ درجه ی سلسیوس را روی ۴۵۰ گرم یخ صفر درجه ی سلسیوس بریزیم تا پس از برقراری تعادل، ۵۲۰ گرم آب صفر درجه ی سلسیوس در ظرف ایجاد شود؟ ($L_F = ۳۳۶ \frac{kJ}{kg} , c_{آب} = ۴۲۰۰ \frac{J}{kg \cdot K}$ و گرما فقط بین آب و یخ مبادله می‌شود)

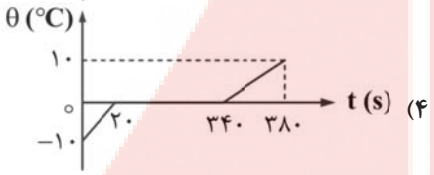
۱) ۷۰ ۲) ۲۶۰ ۳) ۳۰۰ ۴) ۳۲۰

تمرین ۶۷: به ۲۰۰ g یخ $-10^\circ C$ با آهنگ ثابت $210 \frac{J}{s}$ گرما می‌دهیم تا به آب $10^\circ C$ تبدیل شود. کدام نمودار، تغییرات دما را برحسب زمان درست نشان می‌دهد؟ $(c_{آب} = 2c_{یخ} = 4200 \frac{J}{kg^\circ C}, L_F = 336000 \frac{J}{kg})$

۱)


۲)


۳)


۴)


تمرین ۶۸: اگر گرمای ویژه‌ی آب و یخ به ترتیب $4200 \frac{J}{kg \cdot K}$ و $2100 \frac{J}{kg \cdot K}$ و همچنین $L_F = 335000 \frac{J}{kg}$ باشد، چند کیلوژول گرما لازم است تا ۲۰۰ گرم یخ (-5) درجه‌ی سلسیوس به آب ۵۰ درجه‌ی سلسیوس تبدیل شود؟

۱) ۱۱/۳۲ ۲) ۱۱۱/۱ ۳) ۱۱۳/۲ ۴) ۱۱۱۱۰۰

تمرین ۶۹: از ۵۰۰ گرم آب صفر درجه‌ی سلسیوس در فشار یک اتمسفر، $100/8\ kJ$ گرما می‌گیریم. اگر گرمای نهان ذوب یخ $336 \frac{kJ}{kg}$ باشد، چند درصد آب، منجمد می‌شود؟

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۸۰ ۴) ۶۰

تمرین ۷۰: در دماسنجی که ظرفیت گرمایی آن ناچیز است، ۵۰۰ گرم یخ با دمای $-6^\circ C$ وجود دارد. اگر یک گرمکن الکتریکی که توان آن ۷۵۰ وات و بازده‌ی آن ۸۰ درصد است درون یخ قرار گیرد، پس از ۱۲۲/۵ ثانیه چند گرم یخ در گرماسنج باقی می‌ماند؟ $(c_{یخ} = 2100 \frac{J}{kg \cdot K}, L_F = 336000 \frac{J}{kg})$

۱) ۳۰۰ ۲) ۲۵۴ ۳) ۲۰۰ ۴) ۱۵۰

تمرین ۷۱: در ظرفی مقداری یخ صفر درجه‌ی سلسیوس وجود دارد، ۵۰ گرم بخار آب ۱۰۰ درجه سلسیوس در ظرف وارد می‌کنیم. بعد از تعادل گرمایی در ظرف فقط آب با دمای ۴۰ درجه سلسیوس باقی می‌ماند، اگر تبادل گرما با ظرف و محیط ناچیز باشد، جرم یخ چند گرم است؟ $(c_{آب} = 4/2 \frac{J}{g \cdot K}, L_F = 336 \frac{J}{g}, L_V = 2268 \frac{J}{g})$

۱) ۱۰۰ ۲) ۱۵۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۲۵۰

تمرین ۷۲: به مقداری یخ صفر درجه‌ی سلسیوس در فشار $1\,atm$ گرما می‌دهیم و آن را به آب با دمای ۲۰ درجه‌ی سلسیوس تبدیل می‌کنیم. چند درصد گرمای داده شده،صرف ذوب کردن یخ شده است؟

$(c_{\text{آب}} = 4200\ \frac{J}{kg\cdot K}\ ,\ L_F = 336\ \frac{kJ}{kg})$

۱) ۹۰ ۲) ۸۰ ۳) ۸۵ ۴) ۷۵

تمرین ۷۳: ۲۰ گرم یخ در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس (نقطه ذوب) قرار دارد. چند ژول گرما لازم است تا آن را ذوب کرده و دمای آب حاصل را به ۵۰ درجه‌ی فارنهایت برساند؟ $(L_F = 336\ \frac{J}{g}\ ,\ c_{\text{آب}} = 4/2\ \frac{J}{g^\circ C})$

۱) ۱۰۹۲۰ ۲) ۹۰۵۰ ۳) ۸۱۹۰ ۴) ۷۵۶۰

تمرین ۷۴: گرماسنجی که ظرفیت گرمایی آن $80\ \frac{J}{K}$ محتوی ۱۰۰ گرم آب $20^\circ C$ است. فلزی که جرم آن ۲۰۰ گرم و دمای آن $80^\circ C$ است را درون گرماسنج قرار می‌دهیم. اگر دمای تعادل مجموعه $30^\circ C$ شود،گرمای ویژه‌ی فلز چند $\frac{J}{kg\cdot K}$ است؟ $(c_{\text{آب}} = 4200\ \frac{J}{kg\cdot K})$

۱) ۴۲۰ ۲) ۵۰۰ ۳) ۸۴۰ ۴) ۱۰۰۰

تمرین ۷۵: درون ظرفی با ظرفیت گرمایی $350\ \frac{J}{^\circ C}$، ۵۰۰ g گرم آب $7^\circ C$ قرار دارد. قطعه‌ای فلزی به دمای $62^\circ C$ را در آن وارد می‌کنیم. دمای تعادل مجموعه به $12^\circ C$ می‌رسد، اگر مقدار $750\ J$ انرژی گرمایی در این تبادل به هوای اطراف داده شود، ظرفیت گرمایی قطعه فلز چند $\frac{J}{^\circ C}$ است؟ (گرمای ویژه آب $4200\ \frac{J\,kg}{C}$ است)

۱) ۳۵۰ ۲) ۱۷۵ ۳) ۲۶۰ ۴) ۲۳۰

روش‌های انتقال گرما:

ـ شارش گرما به سه صورت متفاوت انجام می‌شوند که عبارتند از:

۱- رسانش گرمایی ۲- همرفت ۳- تابش گرمایی

ـ در هر فرآیند انتقال گرما ممکن است هر سه‌ی این ساز و کارها دخالت داشته باشند.

ـ اختلاف دما باعث شارش گرما از جسم با دمای بالاتر به جسم با دمای پایین‌تر می‌شود. این انتقال گرما، از جسم سرد به جسم گرم تا وقتی ادامه می‌یابد که دو جسم هم دما شوند و اصطلاحاً به تعادل گرمایی برسند.

رسانش گرمایی:

ـ رسانش گرمایی در اجسامی مانند شیشه و چوب، به‌دلیل ارتعاش اتم‌ها و گسترش این ارتعاش‌ها در طول آن‌ها می‌باشد. به‌دلیل نداشتن الکترون آزاد، این اجسام رسانا‌های خوبی برای گرما نیستند. به همین دلیل از آن‌ها به‌عنوان عایق در ساختمان‌ها استفاده می‌کنند.

ـ در فلزات، ارتعاش‌های اتمی و الکترون‌های آزاد، هر دو در رسانش شرکت می‌کنند.

ـ در رسانا‌های فلزی، سهم الکترون‌های آزاد در رسانش گرما بیشتر از اتم‌ها است. در واقع چون الکترون‌ها بسیار کوچک هستند و به‌سرعت حرکت می‌کنند با برخورد با سایر الکترون‌ها و اتم‌ها سبب رسانش گرمایی می‌شوند.

ـ موهای خرس قطبی توخالی است و درون آن هوا وجود دارد. هوا رسانای خوبی برای گرما نیست، بنابراین وجود موهای تو خالی باعث گرم ماندن بدن خرس قطبی می‌شود.

همرفت:

ـ انتقال گرما در مایعات و گازها که معمولاً رسانا‌های گرمایی خوبی نیستند، عمدتاً به روش همرفت یعنی همراه با جابه‌جایی بخشی از خود ماده انجام می‌شود.

ـ پدیده همرفت بر اثر کاهش چگالی شاره، با افزایش دما صورت می‌گیرد.

ـ همرفت می‌تواند در همه شاره‌ها چه مایع و چه گاز به وقوع بپیوندد.

ـ در همرفت، بر خلاف رسانش گرمایی، انتقال گرما با انتقال بخش‌هایی از خود ماده صورت می‌گیرد.

ـ در همرفت نیروی شناوری موثر است.

ـ گرم شدن هوای داخل اتاق به کمک بخاری و رادیاتور شوفاژ، گرم شدن آب درون قابلمه، جریان‌های باد ساحلی، انتقال گرما از مرکز خورشید به سطح آن، نمونه هایی از همرفت طبیعی هستند.

ـ هر چه ضریب انبساط حجمی شاره بزرگ‌تر باشد،پدیده همرفت در آن بیشتر خواهد بود.

ـ در همرفت واداشته شاره به کمک یک تلمبه (مصنوعی یا طبیعی) به حرکت واداشته می‌شود تا با این حرکت انتقال گرما صورت گیرد.

ـ سیستم گرم‌کننده مرکزی در ساختمان‌ها، سیستم خنک‌کننده موتور اتومبیل و گرم و سرد شدن بخش‌های مختلف بدن بر اثر گردش خون نمونه‌هایی از همرفت واداشته هستند.

تابش گرمایی:

ـ هر جسم در هر دمایی تابش الکترومغناطیس می‌کند. که به آن تابش گرمایی می‌گویند.

ـ تابش گرمایی در دماهای زیر حدود $500^\circ C$ به‌صورت تابش فرو سرخ است که نامرئی می‌باشد.

ـ برای آشکارسازی تابش های فروسرخ از ابزاری موسوم به دمانگار استفاده می‌کنیم و به تصویر به‌دست آمده از آن دما نگاشت گویند.

ـ تابش گرمایی از سطح هرجسم علاوه بر دما، به مساحت، میزان صیقلی بودن و رنگ سطح آن جسم بستگی دارد.

ـ سطوح صاف و درخشان با رنگ‌های روشن، تابش گرمایی کمتری دارند، در حالی‌که تابش گرمایی سطوح تیره، ناصاف و مات بیشتر است.

ـ تابش گرمایی در شکار تابش فروسرخ توسط مارهای زنگی موثر است.

ـ کلم اسکانک به کمک تابش گرمایی دمای محیط اطرافش را بالا می‌برد.

ـ به کمک تفسنج، دمای اجسام را به روش تفسنجی و با استفاده از تابش گرمایی، اندازه می‌گیرند.

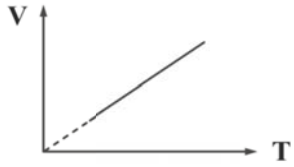
ـ تفسنج‌ها، به خصوص در اندازه‌گیری دماهای بالاتر از $1100^\circ C$ اهمیت دارد.

ـ تفسنج تابشی و تفسنج نوری، دو نوع تفسنج هستند که تفسنج نوری به عنوان تفسنج معیار استفاده می‌شود.

بررسی گاز در فشار ثابت: (رشته‌ی ریاضی)

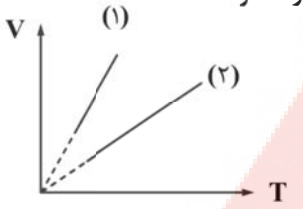
ـ قانون ژاک شارل: اگر فشار مقدار معینی از یک گاز ثابت نگه داشته شود حجم آن با دما بر حسب کلوین رابطه مستقیم دارد.

ـ نتیجه‌ی آزمایش ژاک شارل به‌صورت زیر نمایش داده می‌شود.



$$\frac{V}{T} = \text{ثابت}$$

ـ شیب این نمودار با مقدار فشار رابطه عکس دارد. یعنی هر چه فشار بیشتر باشد شیب نمودار کمتر است.

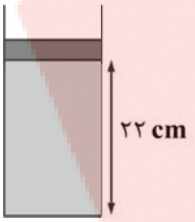


$$m_1 > m_2$$
$$\Rightarrow P_2 > P_1$$

ـ با توجه به ثابت بودن مقدار $\frac{V}{T}$ خواهیم داشت:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

تمرین ۷۶: مطابق شکل زیر، پیستون بدون اصطکاک، گاز کاملی با دمای $57^\circ C$ محبوس است. دمای گاز را به تدریج به $27^\circ C$ می‌رسانیم. دراین‌صورت پیستون چند سانتی‌متر جابه‌جا می‌شود؟



۱) ۰/۵
۲) ۲
۳) ۲/۵
۴) ۵

تمرین ۷۷: دمای ۳ گرم گاز هیدروژن را در فشار ثابت، از ۲۷ درجه‌ی سلسیوس به ۷۸درجه‌ی سلسیوس می‌رسانیم. حجم گاز در این فرایند چند درصد افزایش می‌یابد؟

۱) ۱۵ ۲) ۲۰ ۳) ۲۵ ۴) ۳۰

تمرین ۷۸: دمای گاز کاملی در فشار ثابت، از صفر درجه‌ی سلسیوس به ۲۷درجه‌ی سلسیوس افزایش می‌یابد، در این فرآیند جرم حجمی گاز چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ۳۰ درصد کاهش ۲) ۳۰ درصد افزایش ۳) ۹ درصد کاهش ۴) ۹ درصد افزایش

تمرین ۷۹: در فشار ثابت، دمای گازی θ درجه سلسیوس است. اگر دمای گاز برحسب درجه‌ی سلسیوس ۲ برابر شود، حجم گاز K برابر می‌شود،کدام گزینه درباره‌ی K صحیح است؟ $(\theta > 0)$

۱) $K = 2$ ۲) $1 < K < 2$ ۳) $K > 2$ ۴) $K < 1$

تمرین ۸۰: حجم گاز کاملی ۱۲۰ سانتی‌متر مکعب و دمای آن ۲۷درجه‌ی سانتی‌گراد است. دمای این گاز را در فشار ثابت، چند درجه‌ی سانتی‌گراد کاهش دهیم تا حجم آن ۱۸ سانتی‌متر مکعب تغییر کند؟

۱) ۳۶ ۲) ۳۸ ۳) ۴۲ ۴) ۴۵

تمرین ۸۱: دمای مقدار معینی گاز کامل را از ۲۷ درجه‌ی سلسیوس به ۲۲۷ درجه‌ی سلسیوس می‌رسانیم. اگر در این فرآیند فشار گاز ثابت بماند و حجم آن ۲ لیتر، افزایش یابد،حجم گاز در دمای ۲۷ درجه ی سلسیوس چند لیتر بوده است؟

۱) ۵ ۲) ۶ ۳) ۳ ۴) ۴

تمرین ۸۲: دمای مقدار معینی گاز کامل $27^{\circ}C$ است. دمای آن را در فشار ثابت، چند درجه‌ی سلسیوس زیاد کنیم تا افزایش حجم آن $\frac{1}{3}$ حجم اولیه‌اش باشد؟

۱) ۲۲۷ ۲) ۹۰۰ ۳) ۱۲۷ ۴) ۱۰۰

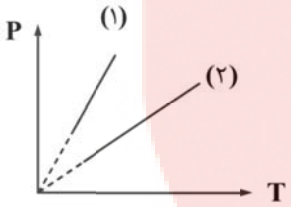
بررسی گاز در حجم ثابت:

ـ ژوزف لوئیس گی لوساک: اگر حجم مقدار معینی از یک گاز ثابت نگه داشته شود فشار آن مستقیماً با دما (بر حسب کلوین) متناسب است.

ـ نتیجه‌ی آزمایش گی لوساک به‌صورت زیر نمایش داده می‌شود.

$$\frac{P}{T} = \text{ثابت}$$

ـ شیب این نمودار با مقدار حجم گاز رابطه عکس دارد. یعنی هرچه حجم بیشتر باشد، شیب نمودار کمتر است.



$$m_1 > m_2$$
$$\Rightarrow V_2 > V_1$$

ـ با توجه به ثابت بودن مقدار $\frac{P}{T}$ خواهیم داشت:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

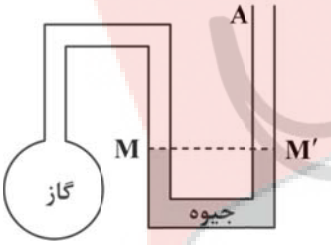
تمرین ۸۳: اگر در حجم ثابت، دمای مقدار معینی گاز کامل را از ۴۵/۵ درجه‌ی سلسیوس به ۹۱ درجه‌ی سلسیوس برسانیم، فشار گاز چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{۴}{۳}$ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) $\frac{۸}{۷}$

تمرین ۸۴: در شکل زیر، جرم پیستون یک کیلوگرم، جرم وزنه‌ی روی آن ۴ کیلوگرم و دمای گاز درون ظرف ۲۷ درجه‌ی سلسیوس است. اگر دمای گاز را به آرامی به ۷۸ درجه‌ی سلسیوس برسانیم، ضمن گرم شدن گاز، چند کیلوگرم وزنه به تدریج باید روی پیستون اضافه کنیم تا پیستون جابه‌جا نشود؟ (سطح قاعده پیستون $۵\ cm^۲$ فشار هوا $۱۰^۵$ پاسکال و $g = ۱۰\ \frac{m}{s^۲}$ است)

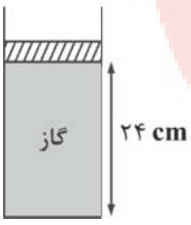
۱) ۲
۲) ۳
۳) ۶
۴) ۷

تمرین ۸۵: درشکل زیر دمای گاز ۲۷ درجه‌ی سلسیوس و فشار آن ۷۵ سانتی‌متر جیوه است. اگر دمای گاز را ۳۰ درجه‌ی سلسیوس افزایش دهیم. چند سانتی‌متر به ارتفاع جیوه در شاخه‌ی A اضافه کنیم تا سطح جیوه در شاخه‌ی سمت چپ، در سطح M باقی بماند؟



۱) ۲۰
۲) ۱۵
۳) ۷/۵
۴) ۵/۵

تمرین ۸۶: در مکانی که فشار هوا $۰/۸۴ \times ۱۰^۵\ Pa$ است. مطابق شکل زیر مقداری گاز با دمای ۷درجه سلسیوس در استوانه‌ای به سطح قاعده‌ی $۱۰\ cm^۲$ زیر پیستونی به جرم ۳/۶ کیلوگرم که می تواند آزادانه و بدون اصطکاک حرکت کند، محبوس است. اگر وزنه ای به جرم ۲/۴ کیلوگرم روی پیستون اضافه کنیم. برای آن‌که پیستون جابه‌جا نشود، دمای گاز را چند کلوین باید بالا ببریم؟



۱) ۴۸
۲) ۵۶
۳) ۶۵
۴) ۷۰

تمرین ۸۷: اگر در حجم ثابت، دمای مقدار معینی گاز کامل را از $27^\circ C$ به $87^\circ C$ برسانیم فشار گاز چند درصد افزایش می‌یابد؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۱۲ ۴) ۱۵

تمرین ۸۸: دمای گاز کاملی ۲۷ درجه‌ی سلسیوس است. اگر در حجم ثابت، دمای آن را ۳ درجه‌ی سلسیوس افزایش دهیم، فشار آن چند درصد افزایش می‌یابد؟

۱) ۱ ۲) ۳ ۳) ۹ ۴) ۲۷

تمرین ۸۹: درون محفظه‌ای که درب آن بسته است مقدار معینی گاز با دمای ۱۸۲ درجه‌ی سلسیوس قرار دارد. اگر دمای گاز برحسب درجه‌ی سلسیوس ۳ برابر شود، فشار گاز چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ٪۲۵، افزایش ۲) ٪۸۰، افزایش ۳) ٪۲۵، کاهش ۴) ٪۸۰، کاهش

تمرین ۹۰: در حجم ثابت،دمای مقدار معینی گاز را از $100^\circ C$ به $300^\circ C$ می‌رسانیم. فشار گاز k برابر می‌شود. کدام گزینه درباره k صحیح است؟

۱) $k = 2$ ۲) $k = 3$ ۳) $2 < k < 3$ ۴) $k < 2$

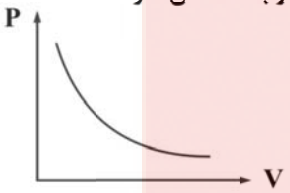
تمرین ۹۱: در صبح یک روز زمستانی که دمای هوا $-3^\circ C$ است. فشار هوای درون لاستیک اتومبیلی ۲/۷ اتمسفر است. اگر این اتومبیل به منطقه‌ای برده شود که بعد از تعادل حرارتی، فشار گاز درون لاستیک به ۳ اتمسفر برسد، دمای این منطقه چند درجه‌ی سلسیوس است؟ (حجم تایر ثابت فرض شده است)

۱) ۳ ۲) ۱۳ ۳) ۲۷ ۴) ۳۷

بررسی گاز در دمای ثابت:

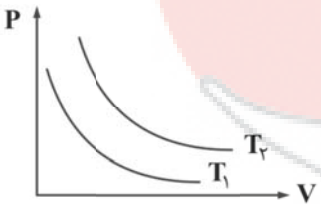
ـ قانون بویل و ماریوت: اگر دمای مقدار معینی از گاز ثابت نگه داشته شود، فشار آن با حجمش رابطه عکس دارد.

ـ نتیجه قانون بویل و ماریوت به‌صورت زیر نشان داده می‌شود:



$$PV = \text{ثابت}$$

ـ هرچه نمودار $P - V$ در دمای ثابت بالاتر باشد، دمای گاز بیشتر است.



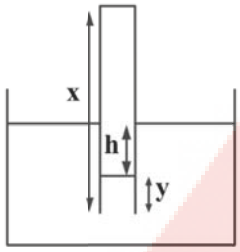
ـ با توجه به ثابت بودن دما خواهیم داشت:

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

ـ در صورتی‌که هر سه قانون را با هم ترکیب کنیم، به عبارت زیر می‌رسیم:

$$\frac{PV}{T} = \text{مقدار ثابت} \Rightarrow \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

ـ در ترکیب مسائل فشار و گرما، باید در دو حالت مختلف نسبت $\frac{PV}{T}$ را تشکیل داد و سپس نتیجه حاصل از این دو حالت را باهم برابر قرار دهیم. به‌عنوان مثال اگر لوله‌ای به طول x داشته باشیم و بخواهیم مقدار y از آن را در آب فرو ببریم: (دما ثابت) قبل از فرو بردن لوله در آب، حجم لوله برابر Ax و فشار هوای درون آن P_0 بوده است.



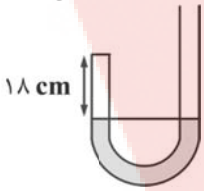
$$V_1 = Ax \quad , \quad P_1 = P_0$$

اما پس از فرو بردن لوله در آب:

$$V_2 = A(x-y) \quad , \quad P_2 = P_0 + \rho gh$$

$$P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow P_0 \times Ax = [P_0 + \rho gh]A(x-y)$$

تمرین ۹۲: در شکل زیر، جیوه در دو طرف لوله‌ی U شکل در یک سطح قرار دارد و سطح مقطع لوله $1\,cm^2$ است. از طرف باز لوله $21\,cm^3$ جیوه می‌ریزیم و ارتفاع هوا در طرف بسته به $15\,cm$ می‌رسد. فشار هوای محیط چند سانتی‌متر جیوه است؟ (دمای هوای داخل لوله ثابت فرض شود)



۱) ۷۳

۲) ۷۴

۳) ۷۵

۴) ۷۶

تمرین ۹۳: در دمای ثابت، حجم گاز کاملی ۶۰ درصد تغییر می‌کند. در نتیجه فشار آن $15\times10^4\,Pa$ افزایش می‌یابد. فشار اولیه گاز چند پاسکال بوده است؟

۱) 10^5 ۲) 2×10^5 ۳) $3/75\times10^4$ ۴) 9×10^4

تمرین ۹۴: ۲۰ گرم گاز کامل در فشار ۴ اتمسفر در محفظه‌ای به حجم ۳۰ لیتر قرار دارد. در دمای ثابت ۱۰ گرم از گاز را خارج کرده وحجم محفظه را نیز نصف می‌کنیم. فشار آن چند اتمسفر می‌شود؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۸

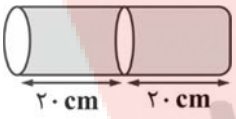
تمرین ۹۵: مقداری گاز کامل زیر پیستونی به وزن W و سطح مقطع $40\,cm^2$ قرار دارد. وقتی وزنه ای هم وزن پیستون را روی آن قرار می‌دهیم، پیستون پایین می‌رود و حجم گاز به $\frac{2}{3}$ مقدار اولیه می‌رسد. وزن وزنه چند نیوتن است؟ (دما ثابت و فشار هوا 10^5 پاسکال فرض شود)

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۳۰۰ ۴) ۴۰۰

تمرین ۹۶: لوله‌ی استوانه‌ای شکلی به طول $40\,cm$ را که دو طرف آن باز است تا ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر به‌طور قائم در جیوه فرو می بریم و سپس انگشت خود را در بالای لوله قرار داده و لوله را از جیوه بیرون می آوریم. اگر فشار هوا در محل $75\,cm\,Hg$ باشد و دما ثابت بماند، چند سانتی‌متر از جیوه در لوله باقی می‌ماند؟

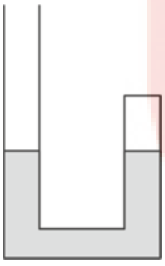
۱) ۱۰ ۲) ۱۵ ۳) ۲۵ ۴) ۲۰

تمرین ۹۷: در شکل روبه‌رو، درون یک استوانه، یک پیستون رسانای گرما و بدون اصطکاک در وسط استوانه، ثابت نگه داشته شده است. دریک ظرف استوانه گاز کاملی در فشار $2\,atm$ و دمای $27^\circ C$ و در ظرف دیگر گاز کاملی در فشار $5\,atm$ و دمای $227^\circ C$ وارد می‌کنیم و در همان لحظه، پیستون را رها می‌کنیم و پس از مدتی دو گاز هم دما می‌شوند تا رسیدن به حالت تعادل، پیستون نسبت به حالت اولیه چند سانتی‌متر جابه‌جا می‌شود؟



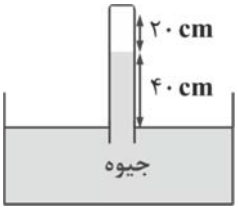
۱) ۲
۲) ۴
۳) ۵
۴) ۱۰

تمرین ۹۸: در شکل زیر، داخل لوله U شکلی به سطح مقطع $1\,cm^2$ مقداری جیوه در دو طرف لوله، در یک سطح قرار دارد. ارتفاع هوای موجود در ظرف بسته لوله برابر ۷۷ میلی‌متر است. چند سانتی‌متر مکعب جیوه درون لوله بریزیم تا ارتفاع هوای موجود در طرف بسته لوله به ۵۰ میلی‌متر برسد؟ ($P_0 = 10^5\,pa$, $g = 10\,\frac{m}{s^2}$, $\rho_{جیوه} = 13500\,\frac{kg}{m^3}$ و دمای هوا ثابت است)



۱) ۳۰
۲) ۴۰
۳) ۴۲/۷
۴) ۴۵/۴

تمرین ۹۹: در ظرفی مطابق شکل روبه‌رو، مقداری هوا بالای ستون جیوه در لوله وجود دارد. لوله را به آرامی چند سانتی‌متر پایین ببریم، تا ارتفاع ستون هوا نصف شود؟ (فشار هوا را $76\ cm\ Hg$ در نظر بگیرید و دما ثابت است)



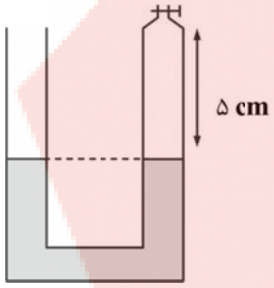
۱) ۱۰

۲) ۳۰

۳) ۳۶

۴) ۴۶

تمرین ۱۰۰: در شکل زیر، شیر R را بسته و دمای هوا محبوس در لوله را از ۳۹ درجه‌ی سلسیوس، چند درجه افزایش بدهیم تا اختلاف ارتفاع ستون جیوه در دو لوله به ۲ سانتی‌متر برسد؟ (فشار هوای محل ۷۸ سانتی‌متر جیوه و قطر دو لوله با یکدیگر مساوی است، از انبساط جیوه و ظرف صرف‌نظر کنید)



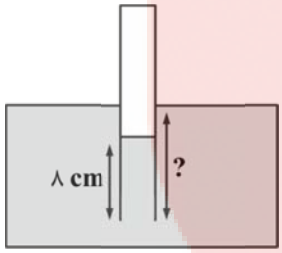
۱) ۷۲

۲) ۱۰۰

۳) ۲۱۱

۴) ۳۸۴

تمرین ۱۰۱: لوله‌ای به طول $L = ۲۴\ m$ که یک طرف آن بسته است حاوی هوا با فشار $۱۰^۵\ pa$ است. این لوله را به‌طور قائم در یک دریاچه‌ی آب شیرین فرو می‌بریم تا وقتی که آب همانند شکل تا $\frac{۱}{۳}$ طول لوله بالا بیاید، لوله چند متر در آب فرو رفته است؟ (دما در تمام نقاط برابر و ثابت فرض شود) $(\rho = ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^۳},\ g = ۱۰ \frac{m}{s^۲})$



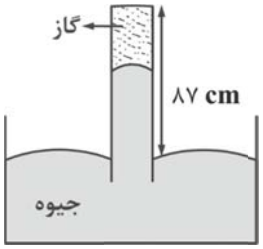
۱) ۸

۲) ۵

۳) ۱۳

۴) ۲۰

تمرین ۱۰۲: در شکل زیر،پیوسته $87\ cm$ از لوله خارج از جیوه نگه داشته است. درشرایطی که فشار هوا $75\ cmHg$ و دما گاز $27^\circ C$ است. ارتفاع ستون جیوه در لوله $72\ cm$ است. بر اثر افزایش فشار هوا ستون جیوه بالا می‌رود، دما گاز را به $47^\circ C$ می‌رسانیم تا دوباره ستون جیوه به همان $72\ cm$ برسد ،فشار هوا چگونه تغییر کرده است؟



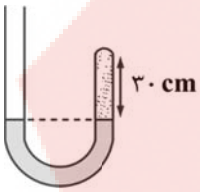
۱) ۲ میلی‌متر جیوه کاهش یافته است.

۲) ۲ میلی‌متر جیوه افزایش یافته است.

۳) ۰/۲ میلی‌متر جیوه کاهش یافته است.

۴) ۰/۲ میلی‌متر جیوه افزایش یافته است.

تمرین ۱۰۳: درشکل زیر، در ابتدا ارتفاع جیوه در دو طرف لوله یکسان است و مقداری گاز کامل در طرف راست لوله محبوس است. اگر جیوه به شاخه سمت چپ افزوده شود، به‌طوری که اختلاف ارتفاع جیوه در دو طرف لوله به ۳۸ سانتی‌متر برسد، ارتفاع ستون گاز چند سانتی‌متر می‌شود؟ (فشار هوا ۷۶سانتی‌متر جیوه است و دما ثابت فرض شود)



۱) ۵

۲) ۱۰

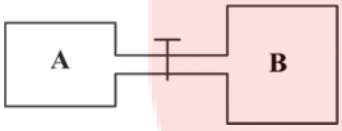
۳) ۱۵

۴) ۲۰

تمرین ۱۰۴: درون استوانه ای ۴ لیتر گاز کامل در دمای $27^\circ C$ قرار دارد. فشارسنج، فشار گاز را $4\ atm$ نشان می‌دهد. اگر دمای گاز را $87^\circ C$ و حجم آن را به ۸ لیتر برسانیم. فشارسنج فشار گاز را چند اتمسفر نشان می‌دهد؟ (فشار هوای بیرون $1\ atm$ است)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تمرین ۱۰۵: در شکل روبه‌رو، ظرف A به حجم ۲ لیتر حاوی گاز اکسیژن با دمای $47^\circ C$ و فشار ۴ اتمسفر است و ظرف B به حجم ۵ لیتر، کاملاً خالی است، اگر شیر رابط را باز کنیم و دمای گاز در ظرف‌ها به ۷ درجه سلسیوس برسد، فشار گاز چند اتمسفر می‌شود؟



۱) ۰/۷۵

۲) ۱/۲۵

۳) ۱

۴) ۲

تمرین ۱۰۶: یک حباب هوا به حجم ۱/۴۰ سانتی‌متر مکعب از عمق دریاچه‌ای که فشار در آن محل $1/8\times10^5$ پاسکال و دما ۷ درجه سلسیوس است، به سطح دریاچه می‌رسد که دما ۲۷ درجه سلسیوس و فشار $1/0\times10^5$ پاسکال است. در این انتقال، حجم حباب چند سانتی‌متر مکعب تغییر می‌کند؟

۱) ۱/۳۰ ۲) ۱/۲۸ ۳) ۱/۰۷ ۴) ۰/۷۰

قانون آووگادرو:

ـ در دما و فشار یکسان، نسبت حجم گاز (V) به تعداد مولکول‌های آن (N) ثابت است.

$$\frac{V}{N}=\text{ثابت}$$

ـ با توجه به آن‌که $N=nN_A$ (n تعداد مول، N_A عدد آووگادو و N تعداد مولکول های گاز) می باشد، خواهیم داشت:

$$\frac{V}{n}=\text{ثابت}\Rightarrow\frac{V_1}{n_1}=\frac{V_2}{n_2}$$

قانون گازهای کامل (آرمانی):

ـ یک گاز آرمانی به اندازه کافی رقیق بوده و چگالی آن به حد کافی کم است.

ـ در گازهای آرمانی، مولکول‌ها به‌حدی از هم دور هستند که بر هم تأثیر چندانی نمی‌گذارند.

ـ قانون گازهای کامل، برای گازهایی که چگالی بالایی دارند، نتیجه تقریبی دارد.

ـ قانون گاز کامل به‌صورت زیر است:

$PV=nRT$

- P: فشار بر حسب pa
- V: حجم بر حسب m^3
- T: دمای کلوین گاز
- R: ثابت گازها $8/314\ \frac{J}{mol\cdot k}$
- n: تعداد مول

ـ می‌توان تعداد مول را از رابطه‌ی $n=\frac{m}{M}$ به‌دست آورد که در آن m جرم گاز و M جرم مولی آن است.

ـ در صورتی‌که مقدار مشخصی گاز در دو حالت مختلف باشد:

$$\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2}$$

ـ در صورتی‌که مقادیر متفاوت گاز در دو حالت مختلف قرار داشته باشد:

$$\frac{P_2}{P_1}\times\frac{V_2}{V_1}=\frac{n_2}{n_1}\times\frac{T_2}{T_1}$$

ـ اگر در ظرفی n مول گاز داشته باشیم و n_1 مول آن خارج و n_2 مول گاز در ظرف باقی بماند:

$$n=n_1+n_2\Rightarrow\frac{PV}{T}=\frac{P_1V_1}{T_1}+\frac{P_2V_2}{T_2}$$

در این حالت حجم V_2 با حجم اولیه (V) برابر است.

ـ در صورتی که دو ظرف به حجم‌های V_1 و V_2 و فشار های P_1 و P_2 در دماهای T_1 و T_2 داشته باشیم و آن‌ها را به کمک یک لوله رابط به‌هم وصل کنیم تا فشار گاز در آن‌ها، پس از رسیدن به تعادل برابر با P و دمای آن T شود، خواهیم داشت:

$$\frac{P(V_1+V_2)}{T}=\frac{P_1V_1}{T_1}+\frac{P_2V_2}{T_2}$$

ـ در صورتی‌که گاز درون یک مخزن باشد، حجم ثابت است.

ـ در صورتی که گاز درون ظرفی با پیستون متحرک باشد، به گونه‌ای که بر پیستون نیروی ثابتی وارد شود، فشار ثابت است.

ـ در صورتی‌که گاز در تماس با منبع گرما باشد، دما ثابت است.

تمرین ۱۰۷: یک کپسول فلزی به حجم ۳۰ لیتر محتوی گاز اکسیژن در فشار 5×10^5 پاسکال و دمای ۲۷ درجه سلسیوس است. مقداری از اکسیژن را از کپسول خارج می‌کنیم، به‌طوری که فشار گاز باقی‌مانده به $2/9\times10^5$ پاسکال و دمای ۱۷درجه سلسیوس می‌رسد. جرم گاز خارج شده از کپسول چند گرم است؟ $(Mo_2 = 32\frac{g}{mol}\ ,\ R = 8\frac{J}{mol\cdot K})$

۱) ۴۰ ۲) ۶۰ ۳) ۸۰ ۴) ۱۰۰

تمرین ۱۰۸: حجم گاز آرمانی (کامل) در دمای $47^\circ C$ برابر ۲ لیتر و فشار آن 2×10^5 pa است. ابتدا در فشار ثابت دمای گاز $40^\circ C$ افزایش می یابد و سپس در دمای ثابت حجم گاز ۲۰ درصد کاهش می یابد. فشار نهایی گاز چند پاسکال است؟

۱) $2/4\times10^5$ ۲) $2/5\times10^5$ ۳) 4×10^5 ۴) 8×10^5

تمرین ۱۰۹: در فشار ثابت، $1/5\times10^5$ Pa دمای ۳ مول گاز آرمانی را چند درجه ی سلسیوس کاهش دهیم تا حجم آن ۴ لیتر کاهش پیدا کند؟ $(R = 8\frac{J}{mol\cdot K})$

۱) ۵۰ ۲) ۳۰ ۳) ۲۵ ۴) ۱۵