

اهداف آموزشی:

1. خواص حرارتی مواد
2. انتقال حرارت توسط هدایت
3. معرفی درجه های حرارت
4. انبساط حرارتی
5. انبساط طولی

1. خواص حرارتی مواد

☑ خواص حرارتی مواد به ویژگی های مواد در برابر گرما و انتقال حرارت اشاره دارد. این خواص شامل مواردی مانند هدایت حرارتی، ظرفیت گرمایی، انبساط حرارتی و مقاومت حرارتی است که در مهندسی و طراحی کاربردهای مختلف اهمیت دارند.

مهمترین خواص حرارتی مواد:

• **هدایت حرارتی: (Thermal Conductivity)**

میزان توانایی یک ماده در انتقال گرما از یک نقطه به نقطه دیگر. مواد با هدایت حرارتی بالا، مانند فلزات، گرما را به سرعت انتقال می دهند، در حالی که مواد با هدایت حرارتی پایین، مانند عایق ها، انتقال گرما را کند می کنند.

• **ظرفیت گرمایی: (Specific Heat Capacity)**

مقدار گرمایی که برای افزایش دمای یک واحد جرم از یک ماده به میزان یک درجه سلسیوس نیاز است.

• **انبساط حرارتی: (Thermal Expansion)**

تغییر حجم یک ماده در اثر تغییر دما. برخی مواد در اثر گرما منبسط و در اثر سرما منقبض می شوند.

• **مقاومت حرارتی: (Thermal Resistance)**

توانایی یک ماده در جلوگیری از انتقال گرما. این خاصیت در عایق ها اهمیت دارد.

• **نقطه ذوب و جوش:**

دماهایی که در آنها ماده از حالت جامد به مایع (ذوب) یا از حالت مایع به گاز (جوش) تبدیل می شود.

• **پایداری حرارتی:**

توانایی یک ماده در حفظ خواص خود در برابر دماهای بالا.

• **نفوذپذیری حرارتی:**

میزان نفوذ گرما به داخل یک ماده.

• **انتقال حرارت:**

فرآیندهایی که گرما را از یک نقطه به نقطه دیگر منتقل می کنند، شامل هدایت، همرفت و تابش. اهمیت خواص حرارتی مواد:

خواص حرارتی مواد در بسیاری از زمینه ها از جمله موارد زیر اهمیت دارند:

• **طراحی و ساخت عایق های حرارتی:**

انتخاب مواد با هدایت حرارتی پایین برای جلوگیری از اتلاف گرما.

• **طراحی قطعات و سازه ها:**

در نظر گرفتن انبساط و انقباض حرارتی در طراحی اجزای مختلف.

• **صنایع الکترونیک:**

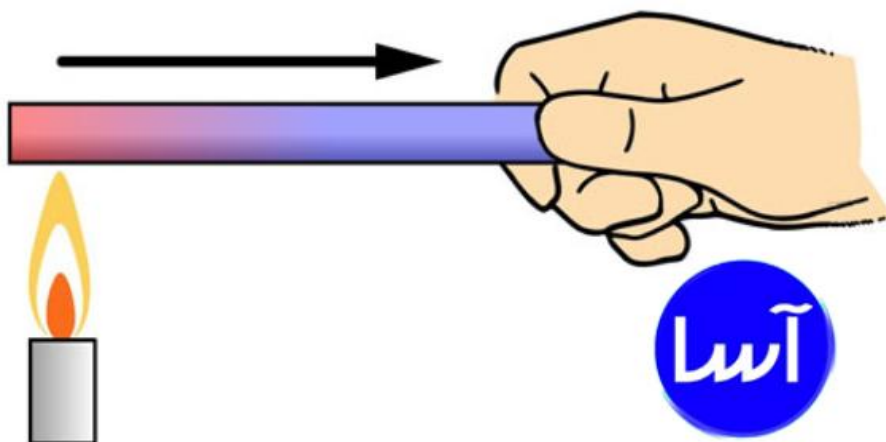
انتخاب موادی که بتوانند گرما را به خوبی دفع کنند تا از آسیب دیدن قطعات جلوگیری شود.



2. انتقال حرارت توسط هدایت

انتقال حرارت به روش هدایت (Conduction) روشی است که در آن گرما از طریق تماس مستقیم بین ذرات ماده، از یک ناحیه گرمتر به یک ناحیه سردتر منتقل می شود. این روش بیشتر در جامدات رخ می دهد، اما در مایعات و گازها نیز وجود دارد، اگرچه با سرعت کمتری.

این واحد بیشتر در ایالات متحده آمریکا و برخی مناطق دیگر کاربرد دارد. در این مقیاس، نقطه انجماد



آب ۳۲ درجه فارنهایت (۳۲° F) و نقطه جوش آن ۲۱۲ درجه فارنهایت (۲۱۲° F) است

• کلونین: (Kelvin)

این واحد، واحد اصلی دما در سیستم بین‌المللی واحدها (SI) است. صفر کلونین ۰ K به عنوان صفر مطلق شناخته می‌شود و معادل ۲۷۳/۱۵- درجه سلسیوس است تبدیل واحدها:

برای تبدیل دما از یک واحد به واحد دیگر، می‌توان از فرمول‌های زیر استفاده کرد:

• از سلسیوس به فارنهایت: $F = (C \times 9/5) + 32$

• از فارنهایت به سلسیوس $C = (F - 32) \times 5/9$

• از سلسیوس به کلونین $k = C + 273,15$

از کلونین به سلسیوس $C = k - 273,15$

اهمیت اندازه‌گیری دما:

اندازه‌گیری دما در بسیاری از زمینه‌ها اهمیت دارد، از جمله:

- علوم طبی تشخیص بیماری‌ها و بررسی وضعیت سلامت افراد]
- علوم فیزیک: مطالعه خواص مواد و پدیده‌های فیزیکی.
- مهندسی: طراحی و ساخت سیستم‌ها و تجهیزات مختلف.

توضیح کامل:

• مکانیسم:

در هدایت حرارتی، ذرات ماده (اتم‌ها یا مولکول‌ها) با افزایش انرژی حرارتی، بیشتر ارتعاش می‌کنند و با ذرات مجاور خود برخورد می‌کنند و انرژی را به آن‌ها منتقل می‌کنند. این انتقال انرژی به طور پیوسته ادامه می‌یابد تا زمانی که دما در تمام نقاط ماده یکسان شود (تعادل حرارتی)

• نقش مواد:

مواد مختلف، رسانایی حرارتی متفاوتی دارند. فلزات به دلیل وجود الکترون‌های آزاد، رسانای خوبی برای گرما هستند، در حالی که عایق‌هایی مانند چوب و پلاستیک، رسانایی حرارتی کمتری دارند.

• اهمیت در صنعت:

هدایت حرارتی در بسیاری از فرآیندهای صنعتی و زندگی روزمره نقش دارد. به عنوان مثال، گرم کردن یک کتری روی اجاق گاز، گرم شدن یک میله فلزی در یک کوره و یا انتقال گرما در دیوارهای یک ساختمان همگی نمونه‌هایی از انتقال حرارت به روش هدایت هستند.

• تفاوت با همرفت و تابش:

در حالی که هدایت حرارتی شامل انتقال انرژی از طریق تماس مستقیم ذرات است، همرفت شامل انتقال گرما توسط حرکت خود ماده (به عنوان مثال، جریان هوای گرم) و تابش شامل انتقال گرما از طریق امواج الکترومغناطیسی (مانند نور خورشید) است.

📌 تمرین:

1: سه نوع انتقال حرارت که در محیط تان به صورت هدایت می‌گیرد نام بیاورید؟

2:- در نوع انتقال حرارت بصورت هدایت را که چی نوع انرژی حرارتی عبور می‌کند توزیع هید؟

📌 3: - معرفی درجه های حرارت

درجه حرارت به عنوان یک کمیت فیزیکی، معیاری برای سنجش گرما و سرما است. واحدهای مختلفی برای اندازه‌گیری دما وجود دارند، از جمله سلسیوس، فارنهایت و کلونین.

واحدهای اصلی اندازه‌گیری دما:

• سلسیوس: (Celsius)

این واحد که با نماد °C نشان داده می‌شود، بیشتر در کشورهای مختلف برای مصارف روزمره استفاده می‌شود. صفر درجه سلسیوس (0°C) نقطه انجماد آب و ۱۰۰ درجه سلسیوس (۱۰۰°C) نقطه جوش آب در فشار استاندارد است

• فارنهایت: (Fahrenheit)

بساط حرارتی به تمایل ماده برای تغییر ابعاد فیزیکی خود (مانند طول، مساحت، یا حجم) در پاسخ به تغییر دما گفته می‌شود. این پدیده معمولاً با افزایش دما همراه است و باعث افزایش ابعاد می‌شود، اما در برخی موارد خاص، ممکن است ماده در اثر افزایش دما منقبض شود (انبساط حرارتی منفی)

توضیحات بیشتر:

• علت انبساط حرارتی:

هنگامی که گرما به ماده‌ای اعمال می‌شود، ذرات سازنده آن (اتم‌ها یا مولکول‌ها) بیشتر به حرکت در می‌آیند و به طور متوسط فاصله بیشتری از یکدیگر می‌گیرند. این افزایش فاصله بین ذرات منجر به افزایش ابعاد ماده می‌شود

• انواع انبساط حرارتی:

○ **انبساط خطی:** افزایش طول یک ماده .

○ **انبساط سطحی:** افزایش مساحت یک ماده .

○ **انبساط حجمی:** افزایش حجم یک ماده .

• ضریب انبساط حرارتی:

این ضریب نشان‌دهنده میزان انبساط یک ماده به ازای هر درجه افزایش دما است. مقادیر این ضریب برای مواد مختلف متفاوت است و با دما تغییر می‌کند

• کاربردهای انبساط حرارتی:

○ **دماسنج‌ها:** دماسنج‌ها بر اساس انبساط مایع (مانند جیوه) در اثر گرما کار می‌کنند .

○ **درز انبساط در پل‌ها و ساختمان‌ها:** این درزها برای جلوگیری از آسیب ناشی از انبساط و انقباض مواد در اثر تغییرات دما در نظر گرفته می‌شوند .

○ **خنک‌کننده‌های موتور خودرو:** رادیاتور خودروها از انبساط مایع خنک‌کننده برای انتقال حرارت و خنک کردن موتور استفاده می‌کنند .

• انبساط حرارتی منفی:

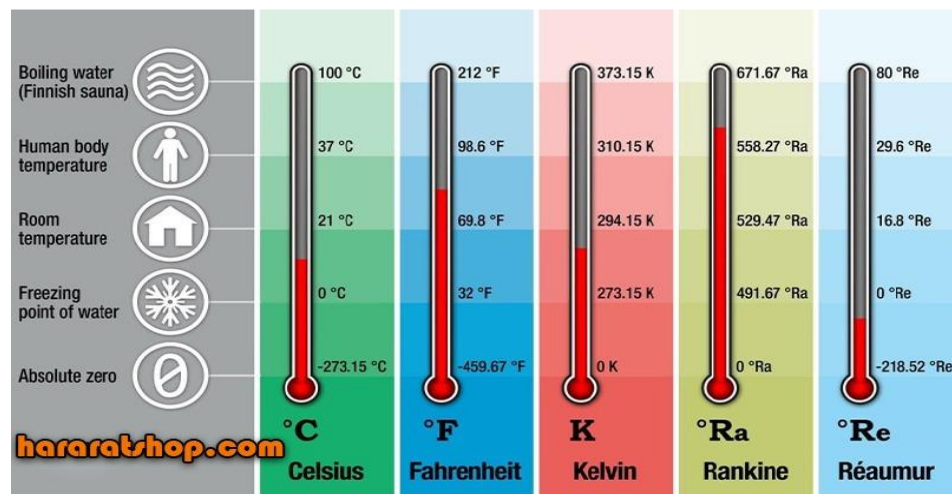
• **هواشناسی:** پیش‌بینی وضعیت آب و هوا و مطالعه تغییرات اقلیمی. نکات تکمیلی:

• دمای طبیعی بدن انسان حدود ۳۷ درجه سلسیوس (۹۸/۶ درجه فارنهایت) است .

• هایپوترمی (کاهش بیش از حد دمای بدن) و هایپرترمی (افزایش بیش از حد دمای بدن) هر دو می‌توانند برای سلامتی خطرناک باشند .

• درجه حرارت در مقیاس کلونین، بدون علامت درجه (°) نوشته می‌شود .

• صفر مطلق (۰ K) پایین‌ترین دمای ممکن است که در آن تمام حرکت مولکولی متوقف می‌شود



مثال‌ها:

1: 30 درجه سانتی‌گرید چند درجه کلونین می‌شود؟

حل: $k = ^\circ C + 273,15 = 310k$

مثال: 55 درجه فارنهایت چند درجه سانتی‌گرید می‌شود؟

حل:- $^{\circ}C = ({}^{\circ}F - 32) 5/9 = (55 - 32) 5/9 = 13^{\circ}C$

این ضریب برای هر ماده متفاوت است و نشان می‌دهد که آن ماده چقدر در برابر تغییرات دما منبسط می‌شود. به عنوان مثال، فلزات معمولاً ضریب انبساط خطی بالاتری نسبت به مواد دیگر دارند.

• مثال‌های عملی:

- ریل‌های قطار در تابستان به دلیل گرما کمی طولانی‌تر می‌شوند و شکاف‌هایی برای جبران این انبساط در نظر گرفته می‌شود.
- پل‌ها نیز برای جلوگیری از آسیب دیدن در اثر انبساط و انقباض ناشی از تغییرات دما، از اتصالات انبساطی استفاده می‌کنند.
- ترموستات‌ها که در وسایلی مانند اتو و یخچال استفاده می‌شوند، از خاصیت انبساط فلزات برای کنترل دما استفاده می‌کنند.



مثال: طول اولیه یک فولاد 2m است در صورت که تغییرات درجه حرارت 22C درجه سانتی‌گراد باشد. تغییرات طول را دریابید؟

حل:- $\Delta L = \alpha L_0 \Delta T = 12.10^{-6} C^{-1} \cdot 2m \cdot 22C = 0,000528m$

در برخی موارد خاص، مانند برخی از مواد در دمای پایین، ماده ممکن است با افزایش دما منقبض شود. این پدیده به عنوان انبساط حرارتی منفی شناخته می‌شود



● 5: - انبساط طولی.

انبساط خطی به افزایش طول یک جسم در اثر افزایش دما گفته می‌شود. این پدیده زمانی رخ می‌دهد که یک جسم در اثر گرما، انرژی جنبشی مولکول‌های خود را افزایش می‌دهد و در نتیجه از هم فاصله می‌گیرند و طول آن بیشتر می‌شود.

توضیحات بیشتر:

• انبساط خطی چیست؟

زمانی که یک جسم جامد گرم می‌شود، مولکول‌های آن شروع به ارتعاش بیشتر می‌کنند. این ارتعاشات باعث افزایش فاصله بین مولکول‌ها و در نتیجه افزایش طول جسم می‌شود. این افزایش طول در یک بعد را انبساط خطی می‌گویند.

• فرمول انبساط خطی:

تغییر طول (ΔL) یک جسم با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود: $(\Delta L = \alpha L_0 \Delta T)$

- ΔL : تغییر طول (افزایش طول).
- α : ضریب انبساط طولی (ضریبی که نشان دهنده میزان افزایش طول به ازای هر درجه سلسیوس افزایش دما است).
- L_0 : طول اولیه جسم.
- ΔT : تغییر دما (تغییر دمای جسم).
- ضریب انبساط خطی:

اهداف آموزشی:

6. انبساط حرارتی سطحی
7. انبساط حجمی
8. گرادیانت درجه حرارت
9. انتقال حرارت بواسطه جریان
10. انواع کانوکشن

1. انبساط حرارتی سطحی

تعریف: هنگامی که دمای یک جسم جامد افزایش می‌یابد، سطح آن گسترده‌تر می‌شود. این پدیده را **انبساط سطحی** می‌گویند.

• فرمول کلی:

$$\Delta A = A_0 \cdot \beta \cdot \Delta T$$

که در آن:

- A_0 سطح اولیه
- β ضریب انبساط سطحی (تقریباً دو برابر ضریب خطی است)
- ΔT تغییر دما
- **نمونه‌ها:**
 - باز شدن سطح فلزی در اثر گرما
 - بال زدن پل‌های فلزی در تابستان

ماده	ضریب انبساط حجمی: $\beta(1/C)$	ضریب انبساط خطی: $\alpha(1/C)$
مواد جامد		
آلومینیوم	$75 \cdot 10^{-6}$	$25 \cdot 10^{-6}$
برنج	$56 \cdot 10^{-6}$	$19 \cdot 10^{-6}$
مس	$51 \cdot 10^{-6}$	$17 \cdot 10^{-6}$
طلا	$42 \cdot 10^{-6}$	$14 \cdot 10^{-6}$
آهن و فولاد	$35 \cdot 10^{-6}$	$12 \cdot 10^{-6}$
آلیاژ نیکل-آهن	$27 \cdot 10^{-6}$	$9.9 \cdot 10^{-6}$
سرب	$87 \cdot 10^{-6}$	$29 \cdot 10^{-6}$
نقره	$54 \cdot 10^{-6}$	$18 \cdot 10^{-6}$
شیشه	$27 \cdot 10^{-6}$	$9 \cdot 10^{-6}$
شیشه (پیرکس)	$9 \cdot 10^{-6}$	$3 \cdot 10^{-6}$
کوارتز	$11 \cdot 10^{-6}$	$0.41 \cdot 10^{-6}$
پتن	$36 \cdot 10^{-6}$	$12 \cdot 10^{-6}$
مرممر	$2.11 \cdot 10^{-5}$	$7 \cdot 10^{-6}$
مایعات		
اتر	$165 \cdot 10^{-6}$	
الکل	$110 \cdot 10^{-6}$	
نفت خام	$95 \cdot 10^{-6}$	
کلیسیترین	$50 \cdot 10^{-6}$	
چپوه	$18 \cdot 10^{-6}$	
آب	$21 \cdot 10^{-6}$	
گازها		
هوا و اکثر گازها در فشار اتمسفر	$3400 \cdot 10^{-6}$	

تمرین:

1:- طول اولیه یک فولاد 12m است در صورت که تغییرات درجه حرارت 100C درجه سانتی‌گرید باشد تغییرات طول را دریابید؟

3. گرادیانت درجه حرارت (Temperature Gradient)

- **تعریف:** تغییر دما در یک واحد طول را گرادیانت حرارتی می‌گویند.

$$\frac{dT}{dx}$$

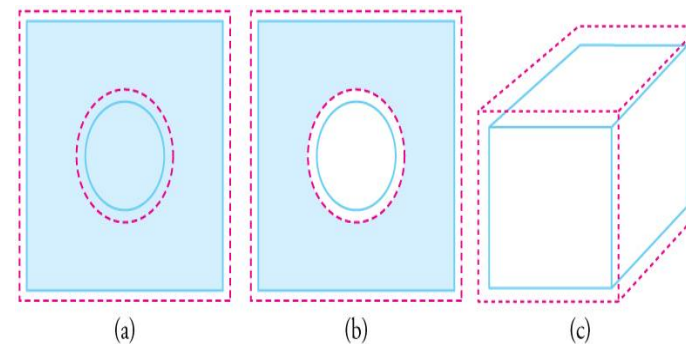
- **مفهوم:** اگر دو نقطه از یک جسم در تماس با هم باشند و دمای متفاوت داشته باشند، گرادیانت حرارتی وجود دارد.
- **اهمیت:** نیروی محرکه برای انتقال حرارت است.

4. انتقال حرارت توسط جریان - (Convection) کانوکشن

- **تعریف:** انتقال حرارت در مایعات و گازها به وسیله حرکت ذرات سیال را کانوکشن می‌نامند.
- **ویژگی:** همیشه نیاز به محیط سیال (مایع یا گاز) دارد.

5. انواع کانوکشن

1. **کانوکشن طبیعی: (Natural Convection)**
 - عامل حرکت: تفاوت چگالی ناشی از تغییر دما
 - مثال‌ها:
 - حرکت هوا در اتاق گرم
 - جریان آب در سماور
2. **کانوکشن اجباری: (Forced Convection)**
 - عامل حرکت: وسیله مکانیکی مانند پمپ یا پنکه
 - مثال‌ها:
 - کولر برقی
 - سیستم خنک کننده موتورها
3. **کانوکشن ترکیبی: (Mixed Convection)**
 - زمانی که هم عوامل طبیعی و هم عوامل مکانیکی دخالت داشته باشند.
 - مثال: تهویه طبیعی و پنکه کمکی در یک اتاق



2. انبساط حرارتی حجمی (انبساط حجمی)

- **تعریف:** اگر دمای یک جسم (جامد یا مایع) بالا رود، حجم آن افزایش می‌یابد. این پدیده را انبساط حجمی می‌نامند.
- **فرمول کلی:**

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T$$

- V_0 حجم اولیه
- γ ضریب انبساط حجمی (تقریباً سه برابر ضریب خطی است)
- ΔT تغییر دما
- **مثال‌های روزمره:**
 - پر شدن کامل بوتل شیشه‌ای از آب در زمستان باعث شکستن آن می‌شود.
 - مخزن‌های ذخیره سوخت باید جای خالی برای انبساط داشته باشند.

