فصل چهار: دماگرما

دما: کمیتی اصلی، نشان‌دهندهٔ میزان سردی و گرمی اجسام، متناسب با انرژی جنبشی ذرات سازنده.

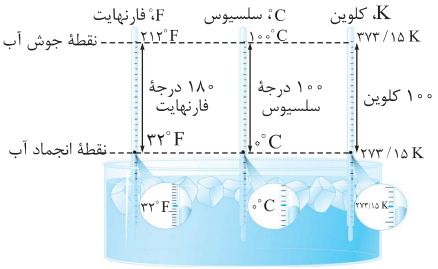
کمیت دماسنجی: مشخصه‌ای که با دما «تغییر» می‌کند و قابلیت «اندازه‌گیری» دارد و از تغییر آن به تغییر دما پی می‌بریم.

مقیاس‌های دما:

سلسیوس «θ»: نماد یکاها «$^\circ C$»

کلوین «T»: یکای دما در SI و با نماد «K» $T \simeq \theta + 273$

فارنهایت «F»: نماد یکاها «$^\circ F$» $F = \frac{9}{5}\theta + 32$



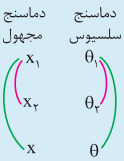
نکته

رابطهٔ تغییرات دما در مقیاس‌های دما:

$$\Delta F = \frac{9}{5}\Delta\theta \ , \ \Delta\theta = \Delta T$$

نکته

اگر دماسنج دماهای θ_1 و θ_2 را به ترتیب x_1 و x_2 و دمای θ را x نشان دهد، خواهیم داشت:



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

نکته

دماسنج	کمیت دماسنجی
جیوه‌ای و الکلی	ارتفاع مایع درون لوله
ترموکوپل	ولتاژ
مقاومت پلاتینی	مقاومت الکتریکی
گازی	حجم یا فشار گاز

دماسنج‌های معیار

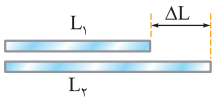
نام دماسنج	اساس کار
گازی	قانون گازهای کامل «تغییرات حجم یا فشار گاز»
مقاومت پلاتینی	تغییرات مقاومت الکتریکی فلز پلاتینی
تف‌سنج	اندازه‌گیری مشخصه‌های تابش گرمایی

ترموکوپل

دماسنجی که براساس تغییر ولتاژ، تغییر دما را اندازه می‌گیرد. در ساختمان آن از دو سیم فلزی غیر هم‌جنس استفاده شده است. جزء دماسنج‌های معیار محسوب نمی‌شود. دمای جسم را سریع اندازه‌گیری می‌کند و در صنعت و وسایل گرمایی و سرمایشی کاربرد دارد.

انبساط گرمایی

– انبساط طولی –



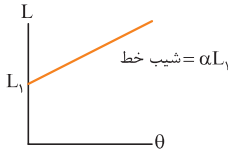
تغییرات دمایی برحسب کلوین یا سلسیوس $\rightarrow \Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta$: تغییر طول میله

(α: ضریب انبساط طولی که به میله بستگی دارد. $(K)^{-1}$ ، L_1: طول اولیه)

توجه یکافای L_1 ، L_2 و $\Delta\ell$ کی است یکسان باشند.

توجه ضریب انبساط طولی اندکی به دما وابسته است که چشم‌پوشی می‌کنیم.

نمودار انبساط طولی



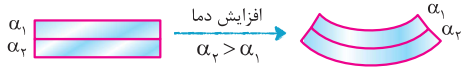
@DaneshSad

نکته

درصد تغییر طول: $\text{درصد تغییر طول} = \frac{\Delta L}{L_1} \times ۱۰۰ = \alpha \Delta\theta \times ۱۰۰$

دو موضوع در کتاب درسی

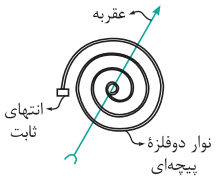
۱ دماپا (ترموستات):



فلزی که انبساط طولی بیشتری دارد، با تغییر دما، تغییرات طولی بیشتری پیدا می‌کند. با خم‌شدن نوارها اتصال مداری که دماپا در آن است قطع یا وصل می‌شود و دما کنترل می‌شود.

۲ نوار منبع دوفلزه (بی‌متال):

یک سر این نوار دوفلزه ثابت است و انتهای دیگر آن به عقربه‌ای متصل است. در اثر تغییر دما، انحنای نوار تغییر کرده و عقربه می‌چرخد.

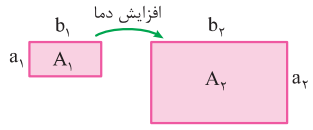


انبساط سطحی

تغییر مساحت سطح: $\Delta A = A_1(۲\alpha)\Delta\theta$ (ضریب انبساط طولی)

مساحت ثانویه سطح: $A_2 = A_1(۱ + (۲\alpha)\Delta\theta)$

درصد تغییر مساحت: $\frac{\Delta A}{A_1} \times ۱۰۰ = (۲\alpha)\Delta\theta \times ۱۰۰$



توجه یکای A_1 ، A_2 و ΔA ، کافی است یکسان باشند.

انبساط حجمی

تغییر حجم ماده: $\Delta V = V_1 \beta \Delta\theta$ (ضریب انبساط حجمی $\beta = ۳\alpha$)

حجم ثانویهٔ ماده: $V_2 = V_1(۱ + \beta\Delta\theta)$

درصد تغییر حجم ماده: $\frac{\Delta V}{V_1} \times ۱۰۰ = \beta\Delta\theta \times ۱۰۰$

گرما (Q)

نوعی انرژی که از جسم با دمای بالاتر به جسم با دمای پایین‌تر منتقل می‌شود. (یکا: ژول (J))

– تغییر دما در اثر مبادلهٔ گرما –

استفاده از گرمای ویژه: $Q = m c \times \Delta\theta$ (گرمای ویژه $\frac{J}{kg.K}$، جرم جسم (kg))

استفاده از ظرفیت گرمایی: $Q = C \times \Delta\theta$ (گرما (J)، تغییرات دما (K یا °C)، ظرفیت گرمایی (J/K))

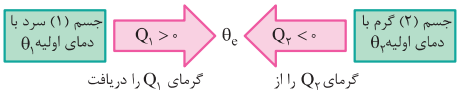
	ظرفیت گرمایی (C)	گرمای ویژه (c)
تعریف	مقدار گرمایی که جسم می‌گیرد تا دمای آن ۱ K افزایش یابد.	مقدار گرمایی که به یک کیلوگرم از جسم داده می‌شود تا بدون تغییر حالت دمای آن ۱ K افزایش یابد.
نکته	به جنس و جرم بستگی دارد.	فقط به جنس بستگی دارد.
یکا	J / K	$\frac{J}{kg.K}$ یا $\frac{J}{kg.°C}$

نکته

توان گرمایی: $Q = P \times t \times Ra$ (زمان (s)، توان (W)، بازده)

تعادل گرمایی

دو جسم با دمای متفاوت، اگر در تماس با هم باشند، در نهایت هم‌دما می‌شوند. به این دمای نهایی یکسان، دمای تعادل می‌گوییم.

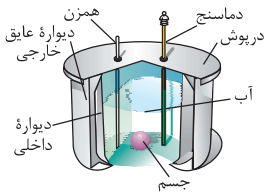


$Q_1 + Q_2 = ۰ \Rightarrow m_1 c_1 \underbrace{(\theta_e - \theta_1)}_{\text{افزایش دما}} + m_2 c_2 \underbrace{(\theta_e - \theta_2)}_{\text{کاهش دما}} = ۰$

@DaneshSad

گرماسنج

وسیله‌ای عایق‌بندی‌شده به شکل مقابل که در آزمایش‌های تعادل گرمایی و گرماسنجی استفاده می‌شود.



$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{جسم}} + Q_{\text{گرماسنج}} = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} (\theta_e - \theta_1) + m_{\text{جسم}} c_{\text{جسم}} (\theta_e - \theta_2) + C(\theta_e - \theta_3) = 0$$

(θ_1: دمای اولیه آب، θ_2: دمای اولیه جسم، θ_3: دمای اولیه گرماسنج، C: ظرفیت گرمایی گرماسنج)

تغییر حالت‌های ماده

نام تغییر حالت	تبدیل فاز	گرماگیر یا گرماده
ذوب	جامد به مایع	گرماگیر
انجماد	مایع به جامد	گرماده
تبخیر	مایع به بخار	گرماگیر
میعان	بخار به مایع	گرماده
تصعید	جامد به گاز	گرماگیر
چگالش	گاز به جامد	گرماده

نکته

اثر افزایش فشار بر دمای ذوب و انجماد

الف) تمام جامدات جز یخ: افزایش دمای ذوب و انجماد

ب)
- یخ: کاهش دمای ذوب
- آب: کاهش دمای انجماد

نکته

در اکثر موارد پس از ذوب، حجم ماده افزایش می‌یابد.

تفاوت تغییر سطحی و جوشیدن

نوع تغییر	ویژگی
تغییر سطحی	۱) در هر دمایی به‌جز نقطهٔ جوش رخ می‌دهد. ۲) فقط مولکول‌های سطحی مایع در آن مشارکت دارند.
جوشیدن	۱) فقط در نقطهٔ جوش رخ می‌دهد. ۲) تمامی مولکول‌های مایع در آن مشارکت دارند. ۳) حباب‌هایی از کف ظرف به بالا می‌آیند.

توجه هنگام تبخیر سطحی دمای جسم کاهش می‌یابد.

عوامل مؤثر بر آهنگ تغییر سطحی

عوامل مؤثر	نحوهٔ تغییر آهنگ تبخیر سطحی
۱) افزایش مساحت سطح مایع ۲) افزایش دمای محیط	افزایش
۱) افزایش فشار وارد بر سطح مایع ۲) افزایش میزان بخار مایع در محیط	کاهش

محاسبهٔ گرمای لازم برای تغییر حالت

رابطه	$Q = mL_F$	$Q = -mL_F$	$Q = mL_V$	$Q = -mL_V$
نوع تغییر حالت ماده	جامد به مایع	مایع به جامد	مایع به گاز	گاز به مایع

در روابط جدول بالا، m، جرم جسم برحسب کیلوگرم است.

@DaneshSad

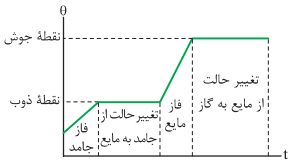
نکته

الف) L_F
- گرمای نهان ذوب نام دارد.
- یکا: J/kg
- به جنس جسم بستگی دارد.

ب) L_V
- گرمای نهان تبخیر نام دارد.
- یکا: J/kg
- به جنس و دمای مایع بستگی دارد (با افزایش دمای مایع L_F کم می‌شود).

– نمودار تغییرات دما برحسب زمان –

هنگام تغییر حالت، دمای جسم ثابت می‌ماند.



انتقال گرما

روش‌های انتقال گرما	رسانش گرمایی	۱) در هر سه حالت ماده رخ می‌دهد. اما در گازها بسیار ناچیز است. ۲) شیوهٔ انتقال: افزایش ارتعاشات اتم‌های گرماگرفته و گسترش ارتعاشات به اتم‌های مجاور ۳) در رساناها سهم الکترون‌های آزاد در رسانش گرمایی، بیشتر از خود اتم‌هاست.
	همرفت	۱) فقط در شاره رخ می‌دهد. ۲) شیوهٔ انتقال: جابه‌جایی قسمتی از شاره که گرما گرفته، به قسمت‌های سردتر. ۳) دو نوع طبیعی و واداشته دارد: الف) همرفت طبیعی: جابه‌جایی مایع به دلیل اختلاف چگالی است. (مثل انتقال گرما از مرکز خورشید به سطح آن) ب) جابه‌جایی مایع به وسیلهٔ تلمبه رخ می‌دهد. (مثل گردش خون و سیستم خنک‌کنندهٔ خودرو) ۴) در اثر جریان همرفت، در روز نسیم از دریا به ساحل و در شب، نسیم از ساحل به دریا است.
	تابش گرمایی	۱) در هر سه حالت ماده رخ می‌دهد. ۲) شیوهٔ انتقال: گسیل امواج الکترومغناطیسی (هر جسمی در هر دمایی از خود موج الکترومغناطیسی گسیل می‌کند.) ۳) تابش گرمایی در دماهای زیر $500\ ^\circ C$، به صورت فروسرخ است. ۴) اجسام صاف و صیقلی و روشن تابش‌کننده‌های خوبی نیستند. ۵) اجسام ناصاف و مات و تیره تابش‌کننده‌های خوبی هستند. ۶) نمونه: کلم اسکانک و شکار توسط مار زنگی با تابش فروسرخ

نکته

دو نوع تف‌سنج داریم:
- تف‌سنج تابشی
- تف‌سنج نوری (دماسنج معیار)

@DaneshSad