الحرارة (Heat)

الحرارة ودرجة الحرارة والطاقة الحرارية.

الحرارة طاقة تنتقل من الجسم الذي يدرجة الحرارة الى الاقل درجة حرارة. الوحدة جول (J).

وحدة قياس الحرارة ~~الطاقة~~ في النظام العالمي هي الجول

هناك وحدة تقيس الطاقة الحرارية (Calonie-Cal)

$$\boxed{1\ Cal = 4.186\ J}$$

وتعني المقدار 4.186 J/Cal يلزم في درجة مئوية لرفع الحرارة

درجة الحرارة

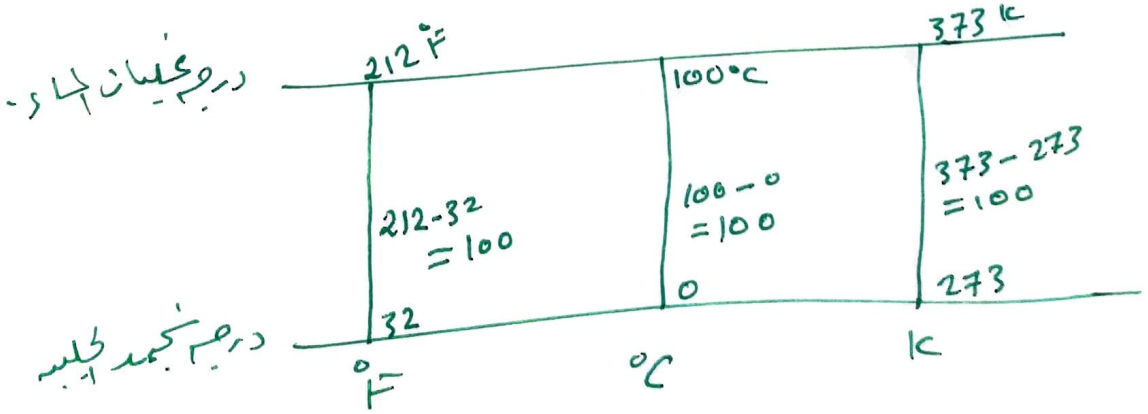
تقيس درجة الحرارة كمية الطاقة الكلية لجزيئات المادة.

تقاس في النظام العالمي بوحدة الكلفن (K)

الوحدات الاخرى هي: سلسيوس (°C) وفهرنهايت (°F)

المقاييس الحرارية:

الكلفن والسلسيوس والفهرنهايت.



$$180°F = 100°C = 100K \quad \therefore$$

مقادير التحويل

$$1\,K = 1^\circ C = \frac{9}{5}{}^\circ F$$

OR. $$1\,K = 1^\circ C = \frac{5}{9}{}^\circ F$$

∴ من °C ← °F

$$T_F = \frac{9}{5}T_C + 32$$

من °F ← °C

$$T_C = (T_F - 32)\frac{5}{9}$$

من °C ← K

$$T_K = T_C + 273$$

من K ← °C

$$T_C = T_K - 273$$

مثال: درجة حرارة غرفة 77°F، ما هي الدرجة بالمئوي

① الكلفن.

② الكلفن

الحل: ① المئوي:

$$T_C = (T_F - 32)\frac{5}{9}$$

$$= (77 - 32)\,5/9$$

$$T_C = {}^{5}\!\not{45} \times \frac{5}{\not{9}_1}$$

$$T_C = 25^\circ C$$

(3)

الحل ستة:

(ج) الكلفن:

$$T_K = T_C + 273$$
$$= 25 + 273$$
$$T_K = 298\ K$$

مثال: احسب الدرجة المئوية $(-10^\circ C)$ في الفهرنهايت والكلفن.

① الفهرنهايت

② الكلفن:

الحل: ① الفهرنهايت:

$$T_F = \frac{9}{5} T_C + 32$$
$$= \frac{9}{5}(-10) + 32$$
$$T_F = -18 + 32$$
$$T_F = 14^\circ F$$

② الكلفن:

$$T_K = T_C + 273$$
$$= -10 + 273$$
$$T_K = 263\ K$$

(4)

مثال: إذا كانت درجة الحرارة $-70°C$ فاحسب:

① الدرجة الفهرنهايتية

② بالتدريج الكلفن:

الحل:

$$T_F = \frac{9}{5} T_C + 32$$

$$= \frac{9}{5}(-70) + 32$$

$$= -126 + 32$$

$$T_F = -94°F$$

ج

$$T_K = T_C + 273$$

$$= -70 + 273$$

$$T_K = 203K$$

السعة الحرارية النوعية (c)

هي الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة وحدة الكتل من المادة درجة سيليزية (أو طاقة) واحدة.

الوحدة: $J/kg.K$

مثلاً الحرارة النوعية للماء: $C_w = 4186\ J/kg.K$

هذا يعني أن الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1kg من الماء درجة سيليزية واحدة هي 4186 J.

لحساب الحرارة اللازمة لرفع كتلة ما عدة درجات فإنه يمكن أن نكتب كالتالي:

$$\Delta Q = m c \Delta T$$

(ΔQ: كمية الحرارة، m: الكتلة، c: السعة الحرارية النوعية، ΔT: التغير في درجة الحرارة)

مثال: احسب الحرارة اللازمة لرفع درجة 20g من الماء من $30^\circ C$ إلى $90^\circ C$.

الحل:

$m = 20\ g \times 10^{-3}$

$m = 0.020\ kg$.

$\Delta Q = mC\Delta T = mc(T_f - T_i)$

$= 0.020 \times 4186 (90 - 30)$

$= 0.020 \times 4186 \times 60$

$\Delta Q = 5023\ J$.

(الطاقة الحرارية المكتسبة)

---

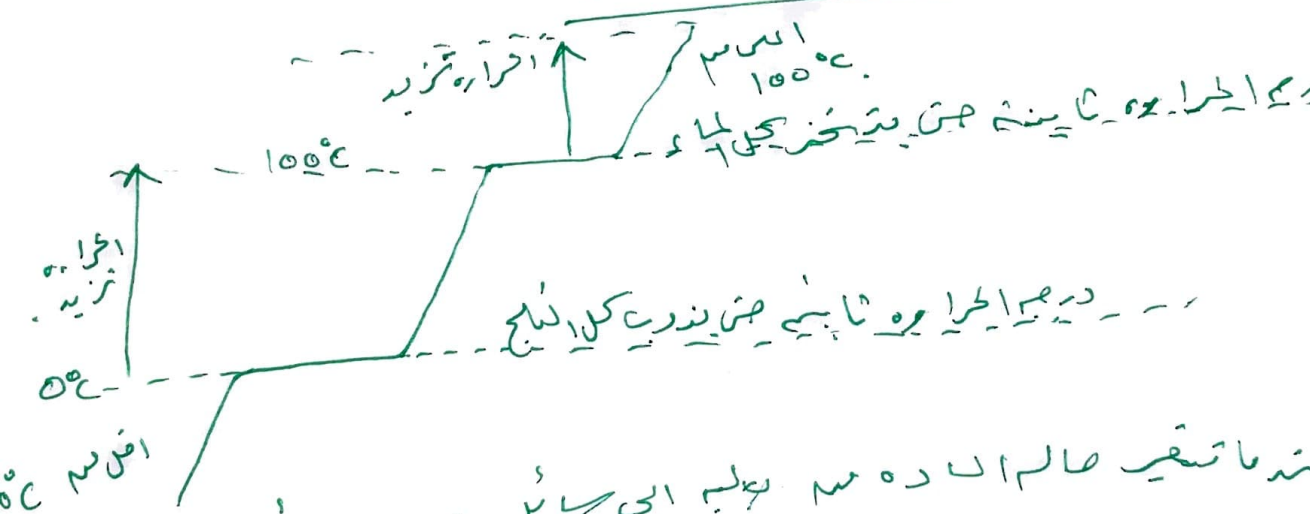
(6)

مثال: درجة حرارة طفل كتلته 30kg من 39°C (T_i) كم الطاقة الحرارية اللازمة لكي يدأ تخسرها الطفل لتحفظ درجة حرارة الى 37°C (T_f) علما أن $C = 3470 J/kg.°C$ لجسم الانسان.

الحل:

$$\Delta Q = mc\Delta T$$
$$= 30 \times 3470 \times (37-39)$$
$$= 30 \times 3470 (-2)$$
$$\Delta Q = -2.1 \times 10^5 J$$

الحرارة الكامنة للانصهار والتبخر



عند تغير حالة المادة من الصلب الى السائل او من السائل الى غاز فان الطاقة الحرارية التي تزود بها المادة تستخدم لتغيير حالة المادة فقط ولا ترتفع درجة حرارتها حتى تتحول المادة كليا الى سائل او غاز

الطاقة الحرارية اللازمة لتحويل وحدة الكتل الصلب الى السائل تسمى الحرارة الكامنة للانصهار L_f ووحدتها (J/kg)

والطاقة الحرارية اللازمة لتحويل وحدة الكتل السائل الى الحالة الغازية تسمى الحرارة الكامنة للتبخير (Lv) ووحدتها (J/kg)

(7)

اذا اراد الجسم الانصهار او التبخر نعطى:

$$\Delta Q = mL_f$$

$$\Delta Q = mL_v$$

مثال: وعاء يحتوي على كتلة من الماء مقدارها 0.25 kg عند درجة حرارة 20°C. وضع الماء في مجمدة (Freezer) فاذا تحول الماء الى ثلج عند درجة 0°C. فاحسب.

① الطاقة الحرارية التي خسرها الماء لينزل الى 0°C.

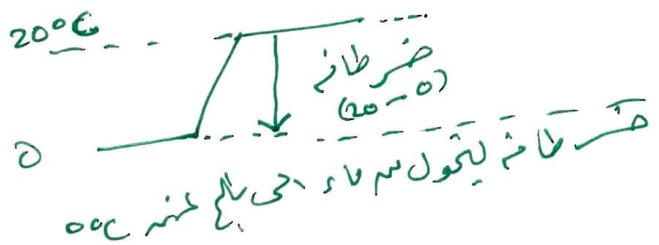
$C = 4.2\ kJ/kg.K$

② الطاقة الحرارية التي خسرها ليتحول من ماء الى ثلج عند 0°C

$L_f = 334\ kJ/kg$

③ الطاقة الكلية التي خسرها الماء ليتحول الى ثلج

الحل: ①



$$\Delta Q_c = mc\Delta T$$
$$= 0.25 \times 4.2 \times 10^3 \times (0 - 20)$$
$$= -0.25 \times 4.2 \times 10^3 \times 20$$
$$\Delta Q_c = -2.1 \times 10^4\ J$$

②

$$\Delta Q = -mL_f$$
$$= -0.25 \times 334 \times 10^3$$
$$\Delta Q_f = -8.35 \times 10^4\ J$$

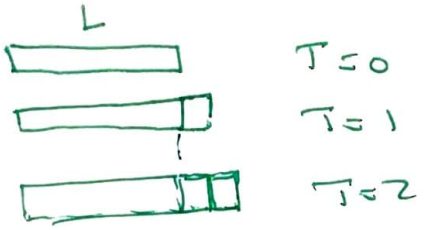
③ الطاقة الكلية:

$$\Delta Q = \Delta Q_c + \Delta Q_f$$
$$= -2.1 \times 10^4 + (-8.35 \times 10^4)$$
$$\Delta Q = 1.05 \times 10^5\ J$$

التمدد الحراري

التمدد الحراري الطولي:

يتمدد الجسم الصلب أو السائل أو الغاز عند رفع درجة حرارته لأنه يمتص طاقة تهتز وتزداد سعة اهتزازها مع ارتفاع درجة الحرارة.



وعليه فإن التمدد خطي وبزيادة بنفس المقدار لكل درجة مئوية واحدة يسمى معامل الزيادة ΔL في الطول كما يلي:

$$\Delta L \propto L \Delta T$$

طول الجسم — درجة الحرارة

$$\Delta L = \alpha L \Delta T$$

معامل تمدد المادة (يعتمد على المادة)

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L \Delta T}$$

مثال: قضيب من النحاس طوله (1 m)، ما مقدار الزيادة في طوله عند ارتفاع درجة حرارته بمقدار 50°C. علماً أن معامل التمدد الطولي للنحاس يساوي $1.9 \times 10^{-5}\ C^{-1}$؟

$$\Delta L = \alpha L \Delta T$$

$$= 1.9 \times 10^{-5} \times 1 \times 50 = 0.00095\ m$$

$$\Delta L = 9.5 \times 10^{-4}\ m$$

(9)

التمدد الحجمي:

$$\Delta V = \gamma V \Delta T$$

مثال: مكعب من الألمنيوم طول ضلعه 5cm وعند درجة حرارة $10^\circ C$. إذا رفعت درجة حرارته إلى $2010^\circ C$ فما التزايد في حجمه؟ $\gamma_{Al} = 23 \times 10^{-6} (^\circ C)^{-1}$

$$\Delta V = \gamma V \Delta T$$
$$= 23 \times 10^{-6} \times (5)^3 \times (2000 - 10)$$
$$\Delta V = 23 \times 10^{-6} \times 3.375 \times 2000$$
$$\Delta V = 0.155 \, m^3$$

مثال: كرة من الألمنيوم حجمها ($113 \, mm^3$) عند درجة حرارة $100^\circ C$ ما هو حجمها عند درجة حرارة $0^\circ C$ ($\gamma = 7.2 \times 10^{-5} (^\circ C)^{-1}$)

الحل: $\Delta V = \gamma V \Delta T$

$$\Delta V = 7.2 \times 10^{-5} \times 113 \times (0 - 100)$$
$$= -7.2 \times 10^{-5} \times 113 \times 100$$
$$\Delta V = -0.81 \, mm^3$$

$$V_0 = V_{100} - \Delta V$$
$$= 113 - 0.81$$
$$V_0 = 112.2 \, mm^3$$

$$\Delta V = 7.2 \times 10^{-5} \times 113 \times 10^{-3} \times (0 - 100)$$
$$= -7.2 \times 10^{-5} \times 113 \times 10^{-3} \times 100$$
$$\Delta V = -1.04 \times 10^{-5} \, m^3$$

$$V_0 = 1.44 \times 10^{-3} - 1.04 \times 10^{-5}$$
$$V_0 = 1.03 \times 10^{-3}$$

(10)

تمدد الماء :

اعلى كثافة للماء تصل عندما درجة حرارة 4°C وبالتالي يصير اقل حجماً . عندما تقل درجة حرارة الماء عن 4°C ← فان الحجم يزيد وبالتالي نجد انه انابيب الماء تتفجر عندما يتحول الماء الى ثلج عند 0°C . كون حجم الثلج

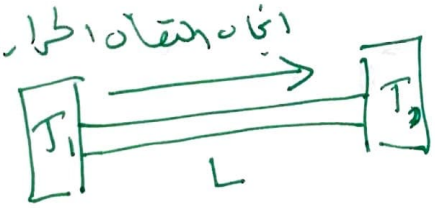
انتقال الحرارة.

طرق انتقال الحرارة:

١) التوصيل (يحتاج وسط)
٢) الحمل (يحتاج وسط)
٣) الإشعاع. (لا يحتاج وسط) الشمس تدفئنا بالإشعاع

١) انتقال الحرارة بالتوصيل:

تنتقل الحرارة في الجسم من الطرف الأسخن ذو درجة حرارة أعلى إلى الطرف الأقل درجة حرارة.



$T_1 > T_2$

ليتحقق هذا الشرط لابد من وجود مصدر حرارة يمد الطرف الساخن بالطاقة الحرارية.

وكذلك يتأثر معدل انتقال الطاقة الحرارية بعاملين هما كالتالي:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} \propto \frac{A \Delta T}{L}$$

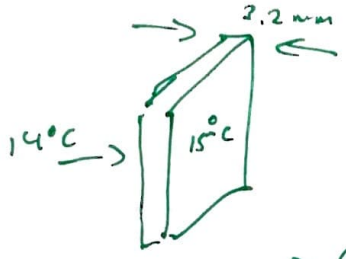
$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{k A (T_1 - T_2)}{L}$$

k معامل التوصيل الحراري للمادة

وحدته $\frac{J}{ms°C}$ أو $\frac{cal}{cms°C}$

(12) مثال: احسب معدل انتقال الحرارة $\left(\frac{\Delta Q}{\Delta t}\right)$ خلال نافذة منزل ابعادها $(2.m \times 1.5m)$ وسمكها $3.2mm$ ، اذا كانت درجتي الحرارة للسطحين الداخلي والخارجي هي $15°C$ و $14°C$ على الترتيب وكانت التوصيلية $K = 0.84 \frac{J}{MS°C}$.

الحل:



$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{KA(T_1 - T_2)}{L}$$

$$= \frac{0.84 \times (2 \times 1.5)(15 - 14)}{3.2 \times 10^{-3}}$$

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = 790 \, J/s$$

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = 0.19 \, K\frac{Cal}{s}$$

مثال: قضيب من النحاس الاصفر مساحة مقطعه $2cm^2$ وطوله $1m$ وضع احد طرفيه في ماء يغلي $(100°C)$ والاخر في مقطع كبير من الثلج. $K = 0.2 \frac{Cal}{cm s °C}$ ، $10 min$ احسب:

(1) احسب كمية الطاقة الحرارية التي انتقلت الى الثلج خلال $10 min$.

(2) احسب كتلة الثلج المنصهرة $\left(L_f = \frac{80 Cal}{g}\right)$

(13)

الحل: (أ) معدل انتقال الحرارة $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{kA(T_1 - T_2)}{L}$

$L = 1m$
$L = 100\,cm$

بالتعويض:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{0.2 \times 2\,(100-0)}{100}$$

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = 0.4\ cal/s$$

كمية الحرارة المنتقلة في 10min:

$$\Delta Q = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \times 10 \times 60$$

$$= 0.4 \times 10 \times 60$$

$$\Delta Q = 240\ Cal$$

(ب) $\Delta Q = mL_f$ (ج)

$$240 = m \times 80\ \frac{cal}{g}$$

$$m = \frac{240}{80}$$

$$m = 3g$$

---

(٢) انتقال الحرارة بالحمل:

عندما ترتفع درجة حرارة السائل أو الغاز يقل كثافته تقل وبالتالي يخف ويرتفع وكل محله السائل أو الغاز الأعلى حرارة (الأكثف) لأنه أثقل وهكذا يتكون تيارات الحمل داخل الغازات والسوائل لما هو الحمل اكال عن فكرة تسخين الحنازل في البيوت (تحتاج وسط)

٣) انتقال الحرارة بالإشعاع:

الحرارة تنتقل البتة بين القضاع من الشمس وهو عبارة عن موجات (كمات من الطاقة) وبالتالي فهي موجات كهرومغناطيسية.

معدل انتقال الحرارة بالإشعاع هو:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \sigma e A T^4$$

الوحدة واط (W).

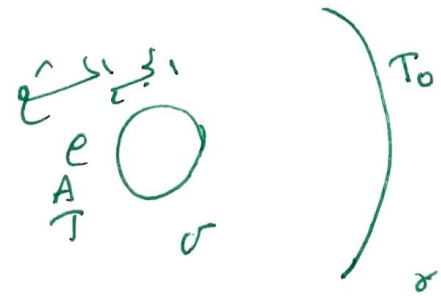
T - درجة حرارة الجسم المشع

A - مساحة السطح المشع

e - ثابت يسمى بـ ~~ثابت~~ ثابت الانبعاثية ويأخذ (0 → 1) حسب المادة المشعة.

σ - ثابت ستيفان

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2 K^4}$$



واذا كان الجسم المشع محاط بجسم آخر فإن معدل انتقال الحرارة يساوي:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \sigma e A (T^4 - T_0^4)$$

وعليه نقول بأن المصباح الحراري الجيد هو مشع حراري جيد