كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الاولى

المادة : فيزياء حيوية

المحاضرة : الثانية/نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

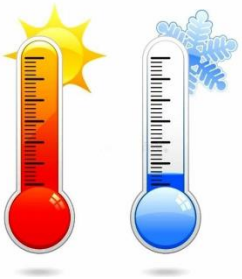
Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

٦

2025

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960



الفصل الثاني

الحرارة والخواص الحرارية للمادة

1- مفاهيم

تعريف الحرارة Heat :

هي شكل من أشكال الطاقة التي ترافق حركة الجزيئات أو الذرات أو أي جسيم يدخل في تركيب المادة (النواة أو مكوناتها).

ويمكن الحصول على الحرارة إما بطرق فيزيائية مثل الاحتكاك أو تهييج جزيئات المادة، أو بطرق كيميائية مثل الحرارة الناتجة عن التفاعلات الكيميائية والاحتراق أو بطرق نووية مثل التفاعلات النووية.

والحرارة طاقة قابلة للانتقال بطرق مختلفة ولا يمكن للحرارة أن تنتقل بين جسمين إلا في حالة اختلاف درجة حرارتهما.

طرق انتقال الحرارة:

1- انتقال الحرارة بالتوصيل:

- ✓ يحدث في المواد الصلبة الموصلة.
- ✓ يحدث عبر تصادم ذرات المادة الصلبة المهتزة المتجاورة وذلك دون انتقالها من مكانها، وينجم عن ذلك انتقال طاقة حرارية.

مثال على ذلك: عند تسخين قضيب معدني من جهة معينة، فإنه يحصل انتقال للحرارة بالتوصيل إلى الجهة الأخرى.

2- انتقال الحرارة بالحمل:

- ✓ يحدث في السوائل والغازات فقط.
- ✓ يحدث عبر انتقال (حركة) جزيئات المادة الحارة ومن ثم اصطدامها بالجزيئات الباردة، وينجم عن ذلك انتقال طاقة حرارية، أي في هذه الحالة هناك انتقال لجزيئات المادة نفسها من مكان إلى آخر.

مثال على ذلك: انتقال الهواء الساخن في الغرفة من الأسفل إلى الأعلى.

3- انتقال الحرارة بالإشعاع:

- ✓ يحدث في أي وسط مادي.

يحدث عندما يضرب الإشعاع الكهرومغناطيسي المنبعث من جسم ساخن (درجة حرارته مرتفعة) جسمًا آخر ويتم امتصاصه.

مثال على ذلك: عند التعرض لأشعة الشمس في يوم حار، فإنه يحصل انتقال للحرارة بالإشعاع

درجة الحرارة Temperature :

هي كمية فيزيائية أساسية تعتبر مقياس لدرجة سخونة أو برودة الجسم .وتقاس وفق أجهزة خاصة تسمى موازين الحرارة والتي يمكن معايرتها لإظهار تدريجات مختلفة للحرارة. وتختلف هذه الدرجة تبعًا لسلم درجة الحرارة المستخدم.

التوازن الحراري:

إذا وُضع جسمان مختلفان في درجة الحرارة في وعاء مغلق ومعزول حراريًا، وتم التماس بينهما، يحدث انتقال للحرارة من الجسم الساخن إلى الجسم البارد. وبعد فترة من الزمن، يصل الجسمان إلى درجة حرارة واحدة، وهي ما يُعرف بحالة **الاتزان الحراري**.

2- سلالم وموازين درجة الحرارة:

موازين الحرارة:

تُعرف أيضاً بالترمومترات، و هي الأجهزة المستخدمة لقياس درجة الحرارة تصنع من مواد تتميز بإحدى خصائصها الفيزيائية بحساسية ملحوظة للتغيرات الحرارية ضمن مجال معين مثل الزئبق أو الكحول لأنهما يبقيان سائلين ضمن مدى واسع من درجات الحرارة، أو المزدوجة الكهروحرارية.

سلالم الحرارة:

هي التدريجات المعتمدة لتحديد درجة الحرارة عند استخدام الترمومتر، وتعتمد في بناء تدريجها على نقطتي تجمد وغليان الماء.

ومن أهم مقاييس درجة الحرارة:

1. المقياس المئوي (سيليزيوس) C^0
2. المقياس المطلق (كلفن) K
3. مقياس فهرنهايت F^0
4. مقياس ريومر R^0

درجة حرارة المقياس	T_{C^0}	T_K	T_{F^0}	T_{R^0}
درجة التجمد	0	273,15	32	**0**
درجة الغليان	100	373,15	212	**80**
الفرق	100	100	180	**80**

للتحويل بين درجات الحرارة نستخدم العلاقة:

$$\frac{T_{C^0}-0}{100}=\frac{T_K-273{,}15}{100}=\frac{T_{F^0}-32}{180}=\frac{T_{R^0}-0}{80}$$

للتحويل من السيليزيوس الى الكلفن وبالعكس:

$$T_K = 273{,}15 + T_{C^0}$$

$$T_{C^0} = T_K - 273{,}15$$

للتحويل من السيليزيوس الى الفهرنهايت وبالعكس:

$$T_{F^0} = \frac{9}{5} T_{C^0} + 32$$

$$T_{C^0} = \frac{5}{9}(T_{F^0} - 32)$$

للتحويل من الكلفن إلى الفهرنهايت وبالعكس:

$$T_{F^0} = \frac{9}{5}(T_K - 273,15) + 32$$

$$T_K = 273,15 + \frac{5}{9}(T_{F^0} - 32)$$

سؤال 1:

نعلم أن درجة حرارة الإنسان الطبيعية هي $t(C^0) = 37$ مئوية، والمطلوب: احسب درجة حرارة الإنسان في كل من سلم كلفن وسلم فهرنهايت.

الحل:

من أجل $T(K)$:

$$T(K) = t(C^0) + 273,15$$

$$; t(C^0) = 37$$

$$\Longrightarrow T(K) = 37 + 273,15 = 310,15\ K^0$$

من أجل $t(F^0)$:

$$t(F^0) = \frac{9}{5} t(C^0) + 32$$

$$; t(C^0) = 37$$

$$\Longrightarrow t(F^0) = \frac{9}{5}(37) + 32 = 66,6 + 32 = 98,6\ F^0$$

إذن:

- درجة حرارة الإنسان على سلم كلفن $310,15\ K$
- درجة حرارة الإنسان على سلم فهرنهايت $98.6\ F^0$

سؤال 2:

أجب عن كل مما يلي:

1. هل توجد درجة حرارة يتطابق عندها سلمَا سيلزيوس وفهرنهايت؟
2. هل توجد درجة حرارة يتكافأ عندها سلمَا سيلزيوس وكلفن؟
3. حوّل $50\ C^0$ إلى F^0.
4. حوّل $35{,}6\ F^0$ إلى K .

الحل:

1.

$$t(C^0) = t(F^0)$$

$$\Longrightarrow t(F^0) = \frac{9}{5}t(F^0) + 32$$

$$\Longrightarrow t(F^0) - \frac{9}{5}t(F^0) = 32$$

$$\Longrightarrow -\frac{4}{5}\ t(F^0) = 32$$

$$\Longrightarrow\ t(F^0) = -\frac{32 \times 5}{4} = -40$$

أي أن الدرجتان $-40\ C^0$ وَ $-40\ F^0$ متطابقتان

2.

$$t(C^0) = t(K)$$

$$t(K) = t(K) + 273{,}15$$

$$t(K) - t(K) = 273{,}15$$

$$\Longrightarrow 0 \neq 273{,}15$$

لا، لا توجد درجة حرارة يتطابق عندها السلمان السيلزيوس والكلفن، لأن العلاقة بينهما تعتمد على فرق ثابت وهو 273.15 .

3. $$T_{F^0} = \frac{9}{5} T_{C^0} + 32$$

$$T_{F^0} = \frac{\mathbf{9}}{\mathbf{5}} (50) + 32 = 122\ F^0$$

4.

$$T_K = \mathbf{273,15} + \frac{5}{9} (T_{F^0} - 32)$$

$$T_K = \mathbf{273,15} + \frac{5}{9} (35{,}6 - 32) = 275{,}15\ K$$

3- مفاهيم: كمية الحرارة، السعة الحرارية، والحرارة النوعية:

كمية الحرارة:

هي مقدار الطاقة التي يكتسبها الجسم ليُظهر تغييرًا معينًا مثل ارتفاع درجة حرارته أو تمدده أو حدوث أي نشاط فيزيائي آخر.

الجسم الذي ترتفع درجة حرارته يكتسب طاقة حرارية والجسم الذي تنخفض درجة حرارته يفقد طاقة حرارية.

الطاقة الحرارية:

إذا انتقلت الطاقة من جسم درجة حرارته عالية (الطاقة الحركية للذرات عالية) إلى جسم درجة حرارته منخفضة (الطاقة الحركية للذرات أقل) نتيجة فرق درجة الحرارة بينهما هذا ما يسمى بالطاقة الحرارية.

وتُحسب كمية الحرارة المتبادلة بالعلاقة:

$$Q = C.\Delta t$$

أو بالعلاقة:

$$Q = mc\Delta t$$

$$;[Q] = Cal = 4{,}18\ J$$

حيث أن:

Q : كمية الحرارة المكتسبة أو المفقودة (J)

m : الكتلة (Kg)

C : السعة الحرارية النوعية $(J.Kg^{-1}C^{-1})$

Δt: التغير في درجة الحرارة (°C)

وجد بالتجارب العملية أن كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة $1\ Kg$ من الماء درجة مئوية واحدة تساوي $4186\ J$ ولكن لرفع درجة حرارة $1\ Kg$ من النحاس درجة مئوية واحدة يلزم $387\ J$ و لهذا فإننا نحتاج إلى تعريف كمية فيزيائية جديدة تأخذ في الحسبان طبيعة المادة المكتسبة او الفاقدة للحرارة وهذه الكمية هي السعة الحرارية.

- **السعة الحرارية:**

هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جسم كامل درجة مئوية واحدة (أو كلفن واحدة) لأن $1C^0 \approx 1K^0$ وتعتمد على طبيعة الجسم وكُتلته، وتُقاس بـ $[C] = J//\ K^0$ أو $[C] = Cal/C^0$.

- **السعة الحرارية النوعية:**

هي السعة الحرارية لواحدة الكتل، أي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة وحدة الكتلة من المادة درجة مئوية واحدة أو كلفن واحدة.وتُقاس بوحدة $[c] = J/Kg.C^0$ أو $[c] = Cal/g.K^0$.

- **درجة حرارة التوازن الحراري لمجموعة أجسام مادية على تماس مع بعضها:**

عندما تتلامس مجموعة من الأجسام المادية المختلفة وكتلتها m_i والسعات الحرارية النوعية لها C_i ودرجات الحرارة الابتدائية $t_i(C^0)$، فإن درجة حرارة التوازن النهائية تُحسب بناءً على مبدأ حفظ الطاقة الحرارية (أي أن الحرارة المفقودة تساوي الحرارة المكتسبة) ووهي لحظة الاتزان الحراري يكون:

$$\sum_{i=1}^{n} Q_i = 0\ ;\ Q_i = c_i\, m_i\, (t - t_i)$$

حيث إن:

Q_i: هي كمية الحرارة المتبادلة بين الجسم ذو الرقم وباقي الأجسام.

t_i: درجة حرارة الجسم الابتدائية للجسم ذو الرقم.

t: درجة حرارة الاتزان الحراري للجملة وتعطى بالعلاقة:

$$t = \sum_{i=1}^{n} m_i c_i t_i / \sum_{i=1}^{n} m_i c_i$$

مثال على ذلك: تعطى درجة الاتزان الحراري لجسمين ناقلين للحرارة t_2،t_1 , m_2،m_1 ومن نوعية واحدة بالعلاقة:

$$t = (m_1 t_1 + m_2 t_2)/(m_1 + m_2)$$

ملاحظات:

- ✓ السعة الحرارية النوعية للماء تساوي $4186\ J/Kg.C^0$، وهذا يعني أننا نحتاج إلى $4186\ J$ من الطاقة $1\ Kg$ معينة من الماء درجة مئوية واحدة.
- ✓ كما أن الماء هو أكثر العناصر من حيث السعة الحرارية في الطبيعة، وهذا يجعله الأقل تأثرًا بتغير درجة الحرارة.

سؤال3:

سُخنت كتلة من المعدن $50\ gr$ إلى درجة حرارة 200 °C، ثم أُسقطت في قدح $0.4\ Kg$ يحتوي على كمية من الماء درجة حرارته 20 °C، وبعد قياس درجة التوازن النهائية للجملة وجد أنها تساوي قيمة 22.4 °C. **والمطلوب:**

1- احسب الحرارة النوعية للمعدن.

2- ما هي الحرارة الكلية المنتقلة إلى الماء من المعدن المُبرّد؟

الحل:

1- الحرارة المكتسبة من الماء = الحرارة المفقودة من المعدن أي أن:

$$\sum_{i=1}^{n} Q_i = 0$$

$$\Longrightarrow Q_1 + Q_2 = 0$$

$$\Longrightarrow m_1 c_1 (t - t_1) = m_2 c_2 (t_2 - t)$$

$$\Longrightarrow (0{,}05).c_1.(200 - 22{,}4) = (0{,}4)(4186)(22{,}4 - 20)$$

$$\Longrightarrow 0{,}05\ .\ 177{,}6\ .\ c_2 = 0{,}4\ .\ 4186\ .\ 2{,}4$$

$$\Longrightarrow c_1 = \frac{0{,}4\ .\ 4186\ .\ 2{,}4}{0{,}05\ .\ 177{,}6} = 453\ J/\ Kg.C^0$$

2- كمية الحرارة المنتقلة من المعدن إلى الماء (المفقودة من المعدن):

$$Q_1 = m_1 c_1 (t - t_1) = 0{,}05\ .\ 453\ .\ (22{,}4 - 200) = -4022{,}64\ J$$

والإشارة السالبة دلالة عن الحرارة قد تم فقدها من قبل المعدن لصالح الماء.

4- **الحرارة الكامنة والحرارة الكامنة للانصهار والحرارة الكامنة للغليان:**

وجدنا وفق القانون أنه دائمًا يكون هناك تغير في درجة الحرارة مع الانتقال الحراري، **ولكن هذا ليس صحيحًا في جميع الحالات،** "حيث إن درجة الحرارة تثبت عندما تتحول المادة من صورة إلى أخرى"، مثل تحول الماء إلى بخار ماء، حيث تثبت درجة الحرارة عند 100 درجة مئوية عند الضغط الجوي، وتسمى بدرجة الغليان، وهذا يعني أن كمية الحرارة التي يكتسبها الجسم لا تزيد من درجة حرارته بل تعمل على تحويل حالته من صورة (طور) إلى أخرى، وبذلك فإن كمية الحرارة اللازمة لتغيير حالة المادة من طور إلى آخر تُعطى بالعلاقة:

(يُطلق عليها أيضًا حرارة التحول)

$$Q = m\ L$$

حيث أن L الحرارة الكامنة

يوجد نوعان من الحرارة الكامنة (التحول):

- ✓ **في حالة الانصهار**: تتحول المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة تحت فعل الحرارة الكامنة للانصهار.
- ✓ **في حالة الغليان**: تتحول المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية تحت فعل الحرارة الكامنة للغليان.

المسألة الأولى:

ما هي كمية الحرارة اللازمة لتحول $(1\ gr)$ من الثلج في الدرجة $(-30\ ^\circ C)$ إلى بخار في الدرجة $(120\ ^\circ C)$؟

علمًا أن الحرارة النوعية للثلج هي $(c_{ice} = 2090\ J/Kg.C^0)$، والحرارة النوعية للماء السائل $(c_w = 4186\ J/Kg.C^0)$ أما الحرارة النوعية لبخار الماء $(c_{steam} = 2000\ J/Kg.C^0)$،وبالنسبة للحرارة الكامنة للانصهار والتبخر فهي على التوالي

$$L_v = 2260000\ J/Kg \quad ، \quad L_f = 333000\ J/Kg$$

الحل:

لإيجاد كمية الحرارة المطلوبة لتحول الثلج إلى ماء ومن ثم إلى بخار يلزم أن نقوم بالحسابات التالية:

أولًا: كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الثلج من $(-30\ C^0)$ إلى $(0\ C^0)$

ثانيًا: كمية الحرارة اللازمة لتحول الثلج إلى ماء عند درجة $(0\ C^0)$

ثالثًا: كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الماء من $(0\ C^0)$ إلى $(100\ C^0)$

رابعًا: كمية الحرارة اللازمة لتحول الماء إلى بخار عند الدرجة$(100\ C^0)$

خامسًا: كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة البخار من $(100\ C^0)$ إلى $(120\ C^0)$

1- العملية الأولى:

Ice from (-30 C^0) to $(0\ C^0)$

$$Q = m_{ice}.c_{ice}.\Delta t = (0{,}001\ Kg)\left(2090\ J.Kg^{-1}.C^{0^{-1}}\right)(30\ C^0) = 62{,}7\ J$$

2- العملية الثانية:

From ice to water +ice at $0\ C^0$

$$Q = m\ L_f = (0{,}001\ Kg)(333000\ J.Kg^{-1}) = 333\ J$$

3- العملية الثالثة:

Water from $(0\ C^0)$ to $(100\ C^0)$

$$Q = m_w.C_w.\Delta t = (0{,}001\ Kg)\left(4186\ J.Kg^{-1}.C^{0^{-1}}\right)(100) = 418{,}6\ J$$

4- العملية الرابعة:

From water to steam +water at $(100\ C^0)$

$$Q = m\ L_v = (0{,}001\ Kg)(2260000\ J.Kg^{-1}) = 2260\ J$$

5- العملية الخامسة:

Steam from to $(100\ C^0)$ to $(120\ C^0)$

$$Q = m_{\text{steam}}.\ C\text{steam}\ \ .\Delta t = (0{,}001\ Kg)\left(2000\ J.Kg^{-1}.C^{0^{-1}}\right)(20\ C^0) = 40\ \text{J}$$

وعليه يكون:

$$\text{The total heat energy}\ =\ 62{,}7 + 333 + 418{,}6 + 2260 + 40 = 3114{,}3\ \text{J}$$

المسألة الثانية:

تُسخَّن قطعة من النحاس كتلتها $(75\ gr)$ في فرن حتى الدرجة (312 °C) ثم توضع في كأس زجاجي كتلته $(50\ gr)$ يحتوي على كمية من الماء كتلتها $(220\ gr)$ ودرجة حرارة الماء مع الكأس الابتدائية.(12 °C)

إذا علمت أن السعة الحرارية لمادة الكأس هي $(720\ J/Kg.K)$، والسعة الحرارية للماء هي $(4186\ J/Kg.K)$، والسعة الحرارية لمادة النحاس هي$(400\ J/Kg.°\text{C})$ ،

المطلوب: احسب درجة الحرارة النهائية للجملة (نحاس، ماء، كأس).

الحل:

$$\sum_{i=1}^{n} Q_i = 0\ ;$$

$$\Rightarrow \sum_{i=1}^{3} Q_i = 0\ ;$$

$$\Rightarrow Q_w + Q_{Cu} + Q_{glass} = 0$$

وهذا يعني أن المجموع الجبري لكميات الحرارة المنتقلة من أجزاء الجملة يكون مساويًا للصفر.

$$Q_w = m_w c_w (t - t_w)$$

$$Q_{Cu} = m_{Cu} c_{Cu} (t - t_{Cu})$$

$$Q_{glass} = m_{glass} c_{glass} (t - t_{glass})$$

$$\Longrightarrow m_w c_w (t - t_w) + m_{Cu} c_{Cu} (t - t_{Cu}) + m_{glass} c_{glass} (t - t_{glass}) = 0$$

$$t = \frac{m_w c_w t_w + m_{Cu} c_{Cu} t_{Cu} + m_{glass}\, c_{glass}\, t_{glass}}{m_w c_w + m_{Cu} c_{Cu} + m_{glass}\, c_{glass}}$$

$$t = \frac{(220 \,.\, 10^{-3} Kg)\left(4186 J.Kg^{-1}.K^{0^{-1}}\right)(12) + (75 \,.\, 10^{-3} Kg)(400)(312) + (50 \,.\, 10^{-3} Kg)(720)(12)}{(220 \,.\, 10^{-3} Kg)\left(4186 J.Kg^{-1}.K^{0^{-1}}\right) + (75 \,.\, 10^{-3} Kg)(400) + (50 \,.\, 10^{-3} Kg)(720)}$$

$$= \frac{11051{,}04 + 9360 + 432}{920{,}92 + 30 + 36} \cong 21{,}12\ C^0$$

المسألة الثالثة:

يطلق رجل قذيفة كتلتها $(2\ gr)$ بسرعة $(200\ m.s^{-1})$ إلى جدار، والمطلوب:

ما هو التغير الحاصل في درجة حرارة المقذوفة علمًا أن الحرارة النوعية للجسم هي $C = 234\ J/\ Kg.C^0$

الحل:

بما أن الحرارة صورة من صور الطاقة، فعند اصطدامها بالجدار يمكن أن تتحول طاقتها الحركية بمجملها إلى طاقة حرارية.

والطاقة الحركية للقذيفة هي :

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \,.\, (2 \,.\, 10^{-3}\ Kg).(200\ \ m.s^{-1})^2 = 40\ J$$

ولدينا علاقة الطاقة الحرارية بالشكل:

$$Q = m\ c\ \Delta t$$

$$\Longrightarrow \Delta t = \frac{Q}{m\ c} = \frac{40\ J}{(2 \,.\, 10^{-3}\ Kg).\left(234\ J.Kg^{-1}.C^{0^{-1}}\right)} \cong 85{,}5\ C^0$$

انتهى الفصل الثاني

مكتبة A to Z