الوحـدة السابعة

القياسات الحرارية

أهـداف الوحـدة:

نتوقع منك عزيزي الطالب بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:

- ❖ تفرق بين كلاً من : كمية الحرارة ودرجة الحرارة – التدريج المئوي والتدريج المطلق وتدريج الفهرنهايت – والطرق المختلفة لأنتقال الحرارة - .
- ❖ تعرف المصطلحات التالية : درجة حرارة جسم – الصفر المطلق – الحرارة النوعية – المسعر – السعة الحرارية لجسم – معامل التوصيل الحراري لمادة .
- ❖ تفسر كلاً من : انتقال الحرارة (بالتوصيل – بالحمل – بالإشعاع) .
- ❖ تذكر الطرق المختلفة لانتقال الحرارة .
- ❖ تحسب كلاً من : السعة الحرارية لجسيم – كمية الحرارة المكتسبة أو المفقودة .
- ❖ الحرارة النوعية مع ذكر وحدات قياسها – معامل التوصيل الحراري لمادة .
- ❖ تذكر العلاقة بين درجة الحرارة المئوية ودرجة الحرارة المطلقة .
- ❖ تذكر العوامل التي تتوقف عليها كمية الحرارة التي تنتقل بالتوصيل .
- ❖ نقوم بحل المسائل المتعلقة بقوانين هذه الوحدة .

القياسات الحرارية

١- لقد سبق لك معرفة أن المادة تتكون من جزيئات متشابهة ولكنها تختلف عن جزيئات أي مادة أخرى.

٢- توجد بين جزيئات أو ذرات المادة مسافات (فراغات) تكون صغيرة جداً في المواد الصلبة ومتوسطة في السوائل وكبيرة جداً في الغازات.

٣- توجد بين جزيئات المادة قوى تماسك تكون كبيرة جداً في المواد الصلبة ومتوسطة في السوائل وضعيفة جداً في الغازات.

٤- جزئيات المادة في حالة حركة مستمرة وتكون هذه الحركة اهتزازية حول مواضع اتزانها في الأجسام الصلبة وانتقالية دورانية في السوائل. وعشوائية في الغازات.

❖ **وعلى ذلك تكتسب جزيئات المادة (الجسم) طاقة حركية ناشئة عن حركتها وطاقة وضع (كامنة) ناشئة عن تغير أوضاعها.**

❖ **وقد أطلق على مجموع طاقتي الحركة والوضع اسم (الطاقة الداخلية للجسم)**

أي أن: طاقة حركة الجزيئات + طاقة وضع الجزيئات (الطاقة الكامنة) = الطاقة الداخلية للجسم.

كمية الحرارة **: تعد مقياس للطاقة الداخلية للجسم.**

درجة الحرارة: **تعد مقياس لمتوسط الطاقة الحركية لجزيئات الجسم.**

- **لقد وجد من خلال التجارب العملية، أنه عندما يكتسب جسم كمية من الحرارة تزداد حركة جزيئاته وبالتالي تزداد تبعاً لذلك الطاقة الداخلية له. ويصاحب هذا التغير ارتفاع في درجة حرارة الجسم ويحدث العكس تماماً في حالة فقدان الجسم كمية من الحرارة.**

ملحوظة:

تحتوي مادة أي جسم على عدد كبير جداً من الجزيئات (٢٥ × ١٠ ^{١٨} جزيء/م^{٣}) دائبة الحركة. هذه الجزيئات لا تتحرك بسرعات متساوية وإنما تتحرك بسرعات مختلفة وعندما نتناول سرعة جزئيات جسم ما بالحديث فإننا نعني السرعة المتوسطة للجزيئات وبالتالي عندما نتحدث عن طاقة حركة الجزيئات فإننا نعني متوسط طاقة الحركة لها.

درجة حرارة الجسم: **هي حالة الجسم الحرارية التي تسبب سريان الحرارة منه أو إليه عند اتصاله أو تلامسه بجسم آخر.**

كيف تعين أو تقيس درجة الحرارة:

- **تقاس درجة حرارة جسم باستخدام الترمومترات مثل الترمومتر الزئبقي والكحولي.**
- **تعيين درجة حرارة جسم بالترمومترات يتم بواسطة ثلاثة تداريج مختلفة هي:**

١)التدريج المئوي: **وفيه تكون درجة حرارة الجليد المنصهر = صفر درجة مئوية (صفر^{o}م) ودرجة غليان الماء في الضغط الجوي المعتاد = ١٠٠ م**

٢)التدريج المطلق: **وفيه تكون درجة حرارة الجليد المنصهر = ٢٧٣ درجة مطلقة، ودرجة غليان الماء في الضغط الجوي المعتاد = ٣٧٣ ^{o}K.**

ملحوظة: الفرق بين درجة غليان الماء ودرجة انصهار الجليد في التدريجين السابقين تساوي ١٠٠ م في التدريج المئوي وتساوي ١٠٠ (K)درجة مطلقة في في التدريج المطلق.

- **في التدريج المئوي يكون الفرق بين درجة غليان الماء ودرجة انصهار الجليد = ١٠٠ – صفر = ١٠٠ ^{o}م**
- **في التدريج المطلق يكون الفرق بين درجة غليان الماء ودرجة انصهار الجليد = ٣٧٣ – ٢٧٣ = ١٠٠ ^{o}K**

∴ الدرجة الواحد المطلقة = الدرجة الواحدة المئوية

العلاقة بين درجة الحرارة المئوية ودرجة الحرارة المطلقة:

K = C + ٢٧٣ ، C = K - ٢٧٣

- **ومن هذه العلاقة نجد أنه عند درجة (-٢٧٣ م) تكون درجة الحرارة المطلقة تساوي (صفر K) ويطلق على درجة الحرارة هذه اسم (درجة الصفر المطلق) أو (الصفر المطلق).**
- **درجة الحرارة المطلقة تتناسب تناسباً طردياً مع متوسط الطاقة الحركية لجزيئات المادة.**

الصفر المطلق: **هو درجة الحرارة التي تنعدم عندها طاقة الحركة لجزيئات المادة.**

٣)تدريج الفهرنهايت: **وفيه تكون درجة حرارة الجليد المنصهر = ٣٢ ^{o}F ودرجة غليان الماء في الضغط الجوي المعتاد = ٢١٢ ^{o}F**

العلاقة بين درجة الحرارة المئوية ودرجة الحرارة بالفهرنهايت:

$$C^o = \frac{5}{9}(F - ٣٢) \quad \text{ومنها} \quad F = C^o \frac{9}{5} + ٣٢$$

العلاقة بين درجات الحرارة في التداريج الثلاثة:

$$\frac{C^o}{100} = \frac{F^o - 32}{180} = \frac{K^o - 273}{100}$$

ملحوظة: الترمومتر الزئبقي لا يعمل تحت درجة -٣٩ م لأن الزئبق يتجمد عند هذه الدرجة ولقياس درجات الحرارة المنخفضة يستخدم الكحول أو البنتان لأن درجة تجمدها منخفضة وهناك ترمومترات تستخدم الغازات بدلاً من السوائل لأن درجة تجمدها منخفضة جداً.

يعد التدريج المطلق الأكثر استخداماً في التطبيقات العلمية وفي التكنولوجيا .

مثال١: أوجد درجات الحرارة على التدريج المطلق وعلى تدريج الفهرنهايت المناظرة لدرجات الحرارة المئوية الآتية:

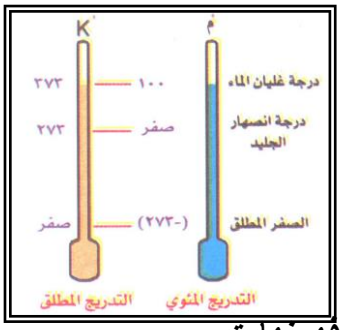
١-درجة غليان الكبريت (٤٤٤.٦°م) ٢-درجة غليان الزئبق (٣٥٦.٧°م)

٣- درجة انصهار الألومنيوم (٦٦٠°م) ٤-درجة انصهار التنجستين (٣٤١٠°)

٥-نقطة غليان الهيدروجين (-٢٥٣°م)

٦- جسم درجة حرارته (-٤٠°م)

٧- درجة حرارة جسم الإنسان (٣٧)



الحل :

١) $K = C^o + ٢٧٣ = ٤٤٤.٦ + ٢٧٣ = ٧١٧.٦$ درجة مطلقة (K)

$F^o = C^o \frac{9}{5} + ٣٢ = ٤٤٤.٦ \times \frac{9}{5} + ٣٢ = ٨٣٢.٢٨$ درجة فهرنهايت

٢) $K = C^o + ٢٧٣ = ٣٥٦.٧ + ٢٧٣ = ٦٢٦.٧$درجة مطلقة

$F^o = C^o \frac{9}{5} + ٣٢ = ٣٥٦.٧ \times \frac{9}{5} + ٣٢ = ٦٧٤.٠٦$درجة فهرنهايت

٣) $K = C^o + ٢٧٣ = ٦٦٠ + ٢٧٣ = ٩٣٣$ درجة مطلقة

$F^o = C^o \frac{9}{5} + ٣٢ = ٦٦٠ \times \frac{9}{5} + ٣٢ = ١٢٢٠$درجة فهرنهايت

٤) $K = C^o + ٢٧٣ = ٣٤١٠ + ٢٧٣ = ٣٦٨٣$درجة مطلقة

$F^o = C^o \frac{9}{5} + ٣٢ = ٣٤١٠ \times \frac{9}{5} + ٣٢ = ٦١٧٠$ درجة فهرنهايت

٥) $K = C^o + ٢٧٣ = -٢٥٣ + ٢٧٣ = ٢٠$ درجة مطلقة (K)

$F^o = C^o \frac{9}{5} + ٣٢ = (-٢٥٣) \times \frac{9}{5} + ٣٢ = -٤٢٣.٤$درجة فهرنهايت

٦) $K = C^o + ٢٧٣ = K ٢٣٣$

$F^o = C^o \frac{9}{5} + 32$ = (-٤٠) × $\frac{9}{5}$ + ٣٢ = -٤٠ درجة فهرنهايت

٧) (K ٣١٠ ، F ٩٨.٦)

$F^o = C^o \frac{9}{5} + 32$ = ٣٧ × $\frac{9}{5}$ + ٣٢ = ٩٨.٦ درجة فهرنهايت

وحدات قياس كمية الحرارة:

❖ إن كمية الحرارة هي تسمية تطلق على مقدار الطاقة الحرارية المعطاة للجسم عند تسخينه أو المأخوذة منه عند تبريده.

، بما أن الطاقة تقاس بالجول أو الإرج

إذن يمكن قياس كمية الحرارة بالجول أو الإرج

كما يمكن قياسها بوحدة أخرى تسمى السعر.

السعر: هو كمية الحرارة اللازم صرفها لتسخين واحد جرام من الماء لترتفع درجة حرارته درجة واحدة مئوية من (١٤.٥ م إلى ١٥.٥ م)

أو هو: كمية الحرارة التي يفقدها واحد جرام من الماء عندما تنخفض درجة حرارته درجة واحدة مئوية.

ملحوظات: ١) الكيلو سعر = ١٠٠٠ سعر

٢) السعر = ٤.١٨٦ جول = ٤.٢ جول تقريباً

٣) كيلو جول = ١٠٠٠ جول

٤) كيلو سعر = ٤.٢ × ١٠٠٠ = ٤٢٠٠ جول = ٤.٢ كيلو جول تقريباً

* لكل جسم خاصية حرارية ترتبط بنوع مادته تسمى (الحرارة النوعية).

فما المقصود بالحرارة النوعية لمادة.

الحرارة النوعية لمادة ($خ_N$):

هي كمية الحرارة اللازمة لتسخين واحد كيلو جرام من المادة لترتفع درجة حرارته درجة واحدة مئوية.

أو هي كمية الحرارة (بالسعر) اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من المادة درجة واحدة مئوية.

وحدات قياس الحرارة النوعية:

هي ١) جول/ كجم × م ٢) سعر/ جم × م

٣) كيلو سعر/ كجم × م

ملحوظة: الحرارة النوعية للماء عالية جداً وهي تساوي ٤٢٠٠ جول/ كجم × م^o أو ١ سعر/ جم × م^o لذا يعتبر الماء من أفضل السوائل استخداماً للتدفئة المنزلية فهو يحتفظ بالحرارة فترة طويلة من الزمن.

والعلاقة بين الوحدات الثلاث هي: ١ سعر/جم × م = ١ كيلو سعر/ كجم × م

= ٤٢٠٠ جول كجم × ٥م

❖ ما معنى أن الحرارة النوعية للنحاس = ٠.٠٩٢ سعر/ جم × م^o ؟

معنى ذلك أن كل واحد جرام من النحاس يحتاج كمية حرارة مقدارها ٠.٠٩٢ سعر لرفع درجة حرارته درجة مئوية واحدة.

❖ والآن هل تعرف ما معنى أن الحرارة النوعية للماء = ٤٢٠٠ جول/كجم× م^o أو كيلو سعر/ كجم × ٥ م^o ؟

✍مثـال : إذا كانـت الحـرارة النوعيـة للـذهب (٠.٠٣) كيلـو سـعر/ كجـم × ٥ م فأوجـد قيمتهـا بالوحـدات التالية: أ-بالسعر/ جـم × م م

ب- بالجول/ كجم × ٥ م

جـ بالكيلو جول/ كجـم × ٥ م

الحـل:

أ) بما أن سـعر/ جم × ٥ م = كيلو سعر/كجم × ٥ م

إذن الحرارة النوعية للذهب بوحدة سعر/جم × ٥ م = ٠.٠٣ سعر/جم × ٥ م

ب) بما أن سعر = ٤.٢ جول ، كيلو سعر = ٤٢٠٠ جـول

إذن الحرارة النوعية للذهب = ٠.٠٣ × ٤٢٠٠ = ١٢٦ جول/كجم × ٥ م

جـ) بما أن الكيلو جـول = ١٠٠٠ جـول

إذن الحرارة النوعية للذهب = $\frac{126}{1000}$ = ٠.١٢٦ كيلو جول/كجم ×٥م

ملحوظـة:

١- لتحويل السعر إلى جول نضرب × ٤.٢

٢- لتحويل الجول إلى سعر نقسم على ٤.٢

٣- لتحويل الكيلو سعر إلى جول نضرب × ٤٢٠٠

٤- لتحويل الكيلو جول إلى كيلو جول نضرب × ٤.٢

٥- لتحويل الكيلو جول إلى كيلو سعر نقسم على ٤.٢

٦- لتحويل الكيلو جول إلى سعر نضرب × $\frac{1000}{4.2}$

ملحوظة: الحرارة النوعية للمادة الواحدة لا تعتبر مقداراً ثابتاً ثبوتاً مطلقاً فهي تعتمد على درجة حرارة المادة كما أن الحرارة النوعية للمادة الواحدة تعتمد أيضاً على حالة تلك المادة، هل هي صلبة أم سائلة أم غازية. فالحرارة النوعية للثلج (٠.٥٣) أقل من الحرارة النوعية للماء (١) سعر/ جم. °م أما بخار الماء ٠.٤٦ سعر/جم. م°.

حساب كمية الحرارة المكتسبة أو المفقودة (حـر):

كمية الحرارة التي يكتسبها أو يفقدها جسم (حـر) = كتلة الجسم × الحرارة النوعية لمادته × فرق درجات الحرارة

∴ $\boxed{\text{حـر} = ك \times ح_{ن} \times \Delta T \longrightarrow}$ حيث (ΔT) = التغير أو الفرق في درجات الحرارة.

✍مثـال١: إذا كانت الحرارة النوعية للزجاج (٠.١٩١) سعر/جم. °م وتم تسخين (٥٠) جم منه بمقدار (٦) °م. أحسب كمية الحرارة اللازمة لذلك بالسعر وبالجول.

الحـل:

حـر = ك × ح ن × ΔT سعر = ٥٠ × ٠.١٩١ × ٦ = ٥٧.٣ سعر

بما أن السعر = ٤.٢ جـول إذن كمية الحرارة اللازمة = ٢٤٠.٦٦ جول

✍مثـال٢: أضيفت كمية من الماء كتلتها (١.٦) كجم درجة حرارتها (٢٥ °م) إلى كميـة أخرى من المـاء كتلتها (٠.٤) كجم ودرجة حرارتها (١٠٠) °م فأصبحت حرارة الخليط النهائية (٤٠ °).

١- أحسب كمية الحرارة التي اكتسبها الماء البارد.
٢- أحسب كمية الحرارة التي فقدها الماء الساخن. ماذا تستنتج؟ علماً بأن الحرارة النوعية للماء = ٤٢٠٠جول/ كجم. °م

الحل:

حر١ = ك١ × ح ن × Δ T جول

= ١.٦ × ٤٢٠٠ × (٤٠ – ٢٥) = ١٠٠٨٠٠ جول = ١٠٠.٨ كيلوجول

حـر٢ = ك١ × ح ن × Δ T = ٠.٤ × ٤٢٠٠ × (١٠٠ – ٤٠) = ١٠٠٨٠٠ جـولاً = ١٠٠.٨ كيلـو جول

نستنتج: أن كمية الحرارة التي اكتسبها الماء البارد = كمية الحرارة التي فقدها الماء الساخن. وهذه حالة مثالية لا تحدث إلا إذا أجريت في جهاز عزل حراري ويسمى هذا الجهاز (بالمسعر) الحراري.

مثال٣: أحسب كمية الحرارة (حر) مقدرة بالكيلو سعر وبالجول التي يكتسبها جسم من الحديد كتلته (٥) كجم عندما ترتفع درجة حرارته من ٢٠ °م إلى ١٨٠ °م، علماً بأن الحرارة النوعية للحديد (ح ن) = ٠.١٢ سعر/جم × °م

الحل: حر = ك × ح ن × Δ T جول = ٥٠٠ × ٠.١٢ × (١٨٠ – ٢٠) = ٩٦٠٠ سعر

حر = $\frac{96000}{1000}$ = ٩٦ كيلو سعر

حر = ٩٦٠٠٠ × ٤.٢ = ٤٠٣٢٠٠ جول = ٤٠٣٢ × ١٠ ° جول = ٤٠٣.٢ كيلو جول

المسعر: عبارة عن وعاء إسطواني من النحاس مغلق من الخارج بمادة عازلة للحرارة مثل اللباد.

السعة الحرارية لجسم (سعح) هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الجسم كله درجة مئوية واحدة :

العلاقة بين السعة الحرارية والحرارة النوعية وكمية الحرارة (حر):

إذا كانت كتلة الجسم هي (م) والحرارة النوعية لمادته هي (ح ن) فإن:

السعة الحرارية = كتلة الجسم × الحرارة النوعية لمادته

∴ سعح = ك × ح ن

∵ حر = ك × ح ن × Δ T

∴ حر = سعح × Δ T سعر

∴ سعح = $\frac{\text{حر}}{T}$ سعر/ °م أو جول/ °م

وحدات قياس السعة الحرارية: هي سعر/ °م أو جول/ °م

مثال١: أحسب السعة الحرارية لقطعة من الألومنيوم كتلتها (١٠) كجم إذا كانت الحرارة النوعية للألومنيوم = ٩٢٤ جول/كجم. °م

الحل: سعح = ك × ح ن = ١٠ × ٩٢٤ = ٩٢٤٠ جول/ °م

مثال٢: جسم من الفضة سعته الحرارية (١١٢) سعر/ °م. فكم تكون كتلة هذا الجسم إذا كانت الحرارة النوعية للفضة = ٠.٠٥٦ سعر/ جم. °م

الحل: سعح = ك × ح ن سعر/°م

إذن ك = $\frac{\text{سع}_{ح}}{\text{ح ن}}$ = $\frac{112}{0.056}$ = ٢٠٠٠ جم = ٢ كجم

مثال٣: كمية من الكحول رفعت درجة حرارتها من (٢٠) °م إلى (٤٠) °م فاكتسبت كمية من الحرارة مقدارها ١٢٠٠ سعر. أحسب السعة الحرارية للكحول.

الحل: سع ح = $\frac{\text{حر}}{T\Delta}$ = $\frac{1200}{(20-40)}$ = $\frac{1200}{20}$ = ٦٠ سعر/°م

تفسير انتقال الحرارة في الأوساط المختلفة

الطرق المختلفة لانتقال الحرارة:

تنتقل الحرارة من مكان إلى آخر بإحدى ثلاث طرق مختلفة هي:

١) التوصيل: وهو الطريقة الوحيدة لانتقال الحرارة في المواد الصلبة من الأجزاء التي درجة حرارتها أعلى إلى الأجزاء التي درجة حرارتها أقل وتعتبر الغازات والسوائل (ما عدا الزئبق) رديئة التوصيل للحرارة.

٢) الحمل: وهو الطريقة الأساسية لانتقال الحرارة في السوائل والغازات من أسفل إلى أعلى نتيجة نقص كثافة الأجزاء الساخنة من الوسط وارتفاعها إلى أعلى وإحلال الأجزاء الباردة منها مكانها.

٣) الإشعاع: وهو انتقال الحرارة في الفراغ دون الحاجة إلى وسط مادي ويتم ذلك عن طريق أشعة حرارية تنبعث من الأجسام الساخنة وتنتشر في الفراغ المحيط بها، فإذا ما صادفت جسماً أبرد منها في طريقها فإنه يمتصها وترتفع درجة حرارته.

أولاً: تفسير انتقال الحرارة بالتوصيل في ضوء النظرية الجزيئية للمادة:

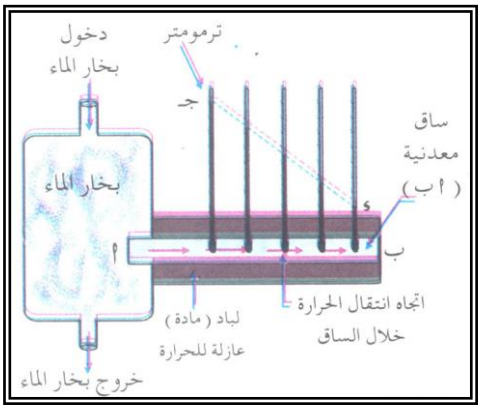
إذا أمسكت ساق معدنية من أحد طرفيه وعرضت الطرف الآخر له للهب بنزن فإنك تحس بعد فترة زمنية بسخونة الطرف الملامس ليدك فما تفسير ذلك؟

- **يفسر ذلك بأنه عندما يكتسب أحد طرفي ساق معدنية كمية من الحرارةن تزداد الطاقة الحركية الاهتزازية لجزيئات هذا الطرف وترتفع درجة حرارته، ويصحب ذلك زيادة في سعة الاهتزاز لجزيئاته.**
- **تصدم هذه الجزيئات جزيئات الطبقة المجاورة لها من الساق، وتنقل إليها جزءاً من طاقة حركتها، فترتفع درجة حرارة هذه الطبقة، وتزداد سعة اهتزاز جزيئاته.**
- **تقوم هذه الجزيئات بدورها في نقل بعض من طاقة حركتها إلى الطبقة التي تليها فترتفع درجة حرارة هذه الطبقة أيضاً، وهكذا يستمر انتقال الحرارة من طبقة إلى أخرى في الساق على شكل انتقال لطاقة الحركة الاهتزازية للجزيئات حتى تصل إلى الطرف الآخر للساق وعندئذ تحس بارتفاع درجة حرارة هذا الطرف الملامس ليدك.**

كيف تتغير درجة الحرارة على طول الساق المعدنية؟

- **في الشكل المقابل ساق معدنية (أ ب) موضوعة بين طبقتين من اللباد كمادة عازلة للحرارة ويخترق الطبقة العلوية منها خمسة ترمومترات مستودعاتها تلامس الساق المعدنية والطرف (أ) للساق موجود في غرفة تحتوي على بخار ماء لتسخين الساق.**

❖ **تلاحظ انخفاض مستويات الزئبق في الترمومترات تدريجياً على طول الساق من الطرف (أ) إلى الطرف (ب).**



أي أن درجة حرارة الساق تقل تدريجياً من طبقة إلى أخرى في اتجاه انتقال الحرارة خلالها ويستمر هذا حتى تصل الساق إلى حالة الاتزان الحراري، تثبت عندها قراءات الترمومترات .

تم التحميل من مدونة ملخصات ثالث ثانوي المنهج اليمني

/http://ye-thirdsecondr.blogspot.com

ومدونة اقرا معي وتعلم على الانترنت

/https://aimn2013.blogspot.com