الباب الأول

مبادئ انتقال الحرارة

Chapter One

Heat Transfer Principles

1.0 مقدمة.

1.1 النظرية الجزيئية للمادة.

2.1 مصادر الطاقة الحرارية.

3.1 انتقال الحرارة.

4.1 طبيعة التدفق الحراري.

5.1 انتقال الحرارة بالتوصيل.

6.1 انتقال الحرارة بالحمل.

7.1 انتقال الحرارة بالحمل الطبيعي والقسري.

8.1 انتقال الحرارة بالإشعاع.

9.1 الحرارة النوعية للمادة.

10.1 التمدد الحراري.

11.1 درجة الحرارة.

12.1 الشغل والحرارة.

13.1 تمارين في الباب الأول.

obeikandl.com

1.0 المقدمة Introduction

من دراسة الديناميكا الحرارية علمنا بأن الطاقة يمكن أن تنتقل بالتبادل بين نظام والوسط المحيط به.هذه التبادلات يمكن أن نطلق عليها الشغل والحرارة.على أية حال ،علم الديناميكا الحرارية يتعامل مع الحالات النهائية للعملية التي يحدث خلالها التبادل ولا يوفر أية معلومات حول طبيعة ذلك التبادل أو المعدل الزمني عند حدوثه.إن موضوع هذا الباب هو توسيع التحليل الديناميكي الحراري من خلال دراسة طرق انتقال الحرارة عن طريق تطوير العلاقات التي يتم بموجبها حساب معدلات انتقال الحرارة.في هذا الباب سوف نتطرق إلى الإجابة عن أسئلة مهمة مثل ما هي الحرارة ؟ وما معنى انتقال الحرارة ولماذا تعتبر دراستها على جانب من الأهمية ؟.

إن حرارة جسم ما هيَ مقدار الطاقة الحركية الكلية لجزيئاته بينما تعني درجة حرارة الجسم هو مقياس لمعدل الطاقة لجزيئاته.إن النظرية الجزيئية للمادة تعطي تفسيرا للحرارة ودرجة الحرارة وتعتبر الحرارة النوعية أفضل طريقة للمقارنة بين مختلف المواد من حيث الحرارة.إن الطاقة الحرارية يمكن أن تسبب تمدد العديد من المواد.

ويمكن تعريف الحرارة أيضاً بأنها طاقة تنشأ من وجود مصدر حراري يؤدي إلى انتقال الطاقة من مكان لآخر بسبب وجود فرق في درجات الحرارة وعلم انتقال الحرارة يختص بدراسة معدل انتقال الطاقة الناشئة عن حدوث عدم اتزان في درجات الحرارة.

1.1 النظرية الجزيئية للمادة Molecular Theory of Matter

إن تفسير لمعنى الحرارة ياتي من النظرية الجزيئية للمادة والتي تبين بأن المادة تتكون من دقائق متناهية في الصغر تدعى الجزيئات.وهذه الدقائق هي في حركة ثابتة ضمن حدود المادة.وبما أن العلاقة بين الطاقة الحركية للمادة وسرعتها تعطى بالمعادلة:

$$KE = \frac{1}{2} mv^2 \qquad (1\text{-}1)$$

حيث أن KE هي الطاقة الحركية Kinetic Energy و m هي كتلة المادة أما v فهي السرعة.

والذي يعني بأنه كلما كانت المادة تمتلك طاقة أكبر، فإنها ستكون أسرع في الانتقال(والعكس صحيح).لذلك عندما نزود مادة ما بطاقة إضافية، يمكننا ان نتسبب في تسريع الجزيئات وهذه بالتالي يمكن أن تتسبب في تسريع الجزيئات الباقية.إن التأثير الإجمالي للسرعة أو الطاقة لهذه الجزيئات هو ظاهرة أصطلح على تسميتها بالحرارة heat.

2.1 مصادر الطاقة الحرارية Heat Energy Sources

إن الجزيئات يمكنها الحركة بطاقة عالية مما يسبب سريان الحرارة من مصادر الطاقة المختلفة وهي :-

- **الضوء** من الشمس التي تشع على الأشياء يمكنها نقل الطاقة إلى جزيئات المادة مما يتسبب في تعجيل حركتها بعبارة أخرى تسخن.
- **التفاعلات الكيميائية** إن أي شيء يحترق سيسبب الجزيئات المجاورة للتسارع مما ينتج عنه التأثير الحراري.

obeikandl.com

- **المقاومة الكهربائية** فمثلاً نلاحظ أنه عند تسخين سلك فإن جزيئاته ستتحرك بشكل أسرع نتيجة سريان التيار الكهربائي من خلال السلك وتزداد قوى التصادم بينها مما يؤدي إلى ارتفاع حرارة السلك.

- **الاحتكاك والتفاعلات النووية** يمكن أن تسبب أيضا في إنتاج حرارة.

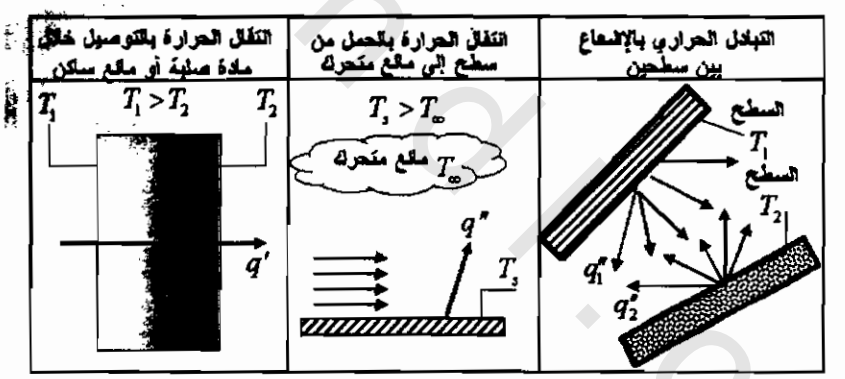
مما سبق يمكن تعريف الحرارة بأنها الطاقة المنتقلة من مادة بدرجة حرارة أعلى إلى جسم بدرجة حرارة أقل.من الملاحظ بأن المادة لا تمتلك "الحرارة" والعبارة الملائمة للطاقة المجهرية لمادة هو الطاقة الداخلية.إن الطاقة الداخلية لمادة (internal energy) يمكن زيادتها بنقل الطاقة إلى المادة من جسم ذات درجة حرارة أعلى(أكثر سخونة) وهذا ما يصطلح على تسميته بالتسخين.

3.1 انتقال الحرارة Heat Transfer

إن انتقال الحرارة هو علم يحلل الطاقة المنتقلة بين الأجسام نتيجة للفرق في درجات الحرارة لهذه الأجسام . وتنتقل الحرارة من الجسم الساخن إلى الجسم البارد والقوة الدافعة هي التي تتحكم في آلية انتقال الحرارة.
وانتقال الحرارة ما هو إلاّ انتقال للطاقة خلال مادة نتيجة للاختلاف في درجة الحرارة حيث يكون اتجاه انتقال الحرارة من المنطقة ذات درجة الحرارة الأعلى إلى المنطقة ذات درجة الحرارة الأقل.

إن علم انتقال الحرارة يوضح الطريقة التي يتم فيها نقل الحرارة ولكنها تقوم بإيضاح الطرق الخاصة لحساب معدلات انتقال الحرارة التي تحدث في مثل هذه الظروف أي أن علم انتقال الحرارة يقوم بالتعامل مع الأنظمة الحرارية غير المتزنة سواء كانت مستقرة أو غير مستقرة.أما علم

ديناميكا الحرارة Heat Dynamics فهو علم يتعامل مع الأنظمة التي تكـون في حالة اتزان حراري ومستقر ويقوم هذا العلم بحـساب الكميـات المختلفـة للطاقة التي يحتـاجها النـظام لـتحويلها من حالة استقرار ابتدائية إلى حالـة استقرار جديدة ثابتة فقط.جميع الظواهر سواء كانت ميكانيكية أم كيميائيـة أو أي شـكل آخر من العمليات الهندسـية سوف تتضمن إنتـاج أو امتـصاص للطاقة على هيئة حـرارة.إن القوانين التي تتحكم بانتقـال الحـرارة وأنـواع المعدات المستخدمة التي تمتلك القابلية على التحكم بانتقال الحرارة لابـد وأن تكون على جانب كبير من الأهمية.وكما تم شرحه تنتقل الحرارة من الجسم ذو درجة الحرارة العالية إلى الجسم ذو درجة الحرارة الواطئة ولذلك فإن انتقـال الحرارة سـيغير من الطاقة الكامنة أو الداخلية Internal Energy لكل مـن النظامين المحتواة فيهما وبموجب القانون الأول للديناميكا الحرارية ويوضـح الشكل رقم (1 – 1) العلاقة بين الحرارة وطرقها انتقالها المختلفة.



الشكل (1 – 1)

طرق انتقال الحرارة

4.1 طبيعة التدفق الحراري Nature of Heat Flow

بشكل عام هناك ثلاث آليات لانتقال الحرارة وهي كالتالي:-

1- انتـقال الحـرارة بـــالتوصيل Heat Transfer by Conduction

بين الأجسام الصلبة.

2 انتقال الحرارة بالحمل Heat Transfer by Convection بين جسم صلب وسائل أو بين سائلين.

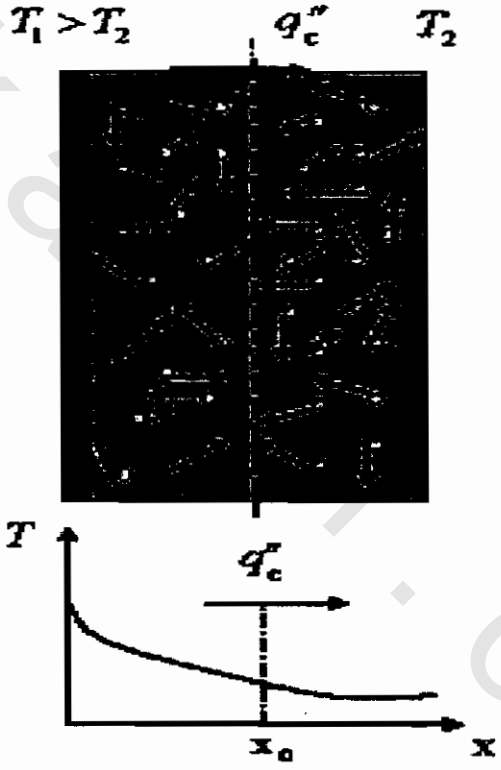
3 - انتقال الحرارة بالإشعاع Heat Transfer by Radiation مثل أشعة الشمس.

عندما يتلامس جسمين مختلفين في درجات الحرارة فإن سريان الحرارة سيبدأ من الجسم ذات درجة الحرارة العالية إلى الجسم ذات درجة الحرارة الواطئة وإن صافي السريان يكون دائما في اتجاه انحدار الحرارة أو تناقص الحرارة وهذه الميكانيكية ستتم بإحدى الطرق المذكورة أعلاه.وسيتم التطرق إلى كل طريقة من الطرق المذكورة أعلاه بشكل مختصر في هذا الباب وبالتفصيل في الأبواب اللاحقة.

5.1 انتقال الحرارة بالتوصيل Conduction

إذا تواجد انحدار درجة الحرارة في مادة فإن الحرارة تتدفق دون مصاحبة أي حركة ملحوظة للمادة.إن جريان الحرارة بهذا الأسلوب يدعى بالتوصيل conduction.في المواد الصلبة المعدنية ينتج التوصيل الحراري من حركة الإلكترونات الحرة ولذلك فإن هناك علاقة قريبة بين الموصلية الحرارية والموصلية الكهربائية.في المواد الصلبة ضعيفة التوصيل للكهربائية وفي معظم السوائل يكون التوصيل الحراري نتيجة الزخم المسلط من قبل الجزيئات الفردية على طول انحدار درجة الحرارة وفي الغازات يكون التوصيل نتيجة الحركة العشوائية للجزيئات بحيث تنتشر الحرارة من المناطق الحرارة إلى المناطق الباردة.إن أفضل مثال لانتقال الحرارة بالتوصيل هو في السريان الحراري خلال المواد الصلبة غير المنفذة أو غير الشفافة مثل جدار الطوب للأفران أو في الجدار الحديدي لأنبوب.

مما سبق يتبين أن التوصيل هو انتقال الحرارة بواسطة الحركة الجزيئية خلال المادة دون حتحرك المادة ككل.إذا كانت وضعت إحدى نهايتي قضيب معدني عند درجة حرارة عالية فسوف تنتقل الطاقة خلال القضيب باتجاه النهاية الباردة لأن الدقائق ذات السرعة العالية سوف تصطدم مع الدقائق البطيئة الحركة وسوف يحدث صافي انتقال للطاقة إلى الدقائق البطيئة.وكمثال على الانتقال بالتوصيل بين سطحي مستويين هو فقدان الحرارة خلال جدار منزل كما يوضحه الشكل(1 – 2).



الشكل (1 – 2) انتقال الحرارة بالتوصيل

6.1 انتقال الحرارة بالحمل Heat Transfer by Convection

عند مرور دقيقة يمكن رؤيتها بالعين المجردة وجارية من مائع لسطح معين، مثل حدود حجم متحكم فيه، فيمكنها حمل كمية محددة من المحتوى الحراري Enthalpy.إن هذا السريان لمحتوى الحرارة يدعى بجريان الحرارة نتيجة الحمل convective flow وبما أن الحمل هو ظاهرة عيانية فيكمن أن يظهر فقط عندما تؤثر قوى معينة على الدقيقة أو تيار المائع وتبقيه على حالته الحركية ضد قوى الاحتكاك.إن الحمل يكون مصاحبا بشكل خاص لميكانيكا الموائع وفي الحقيقة من ناحية الديناميكا الحرارية فإن الحمل لا يعتبر كجريان للحرارة ولكن فيض للمحتوى الحراري Enthalpy Flux. إن تعريف الحمل مع جريان الحرارة هو لمجرد التفريق بين المعنيين حيث أنه من الناحية العملية يكون من الصعب فصل الحمل عن التوصيل الحقيقي عندما تنتقل الحرارة كمادة مشتركة تحت اسم الحمل.وكمثال على ذلك انتقال المحتوى الحراري بواسطة دوامات الجريان المضطرب وتيارات الهواء الدافئة المتدفقة من الأفران المنزلية خلال الغرفة.إن انتقال الحرارة بالحمل يسببه حركة كتلة المائع مثل الهواء أو الماء عندما يبتعد المائع الساخن عن المصدر الحراري ويحمل الطاقة معه.يحدث الحمل فوق سطح ساخن بسبب تمدد الهواء الحار مما يجعله أقل كثافة ويرتفع عن موضعه.الماء سوف يسلك نفس السلوك حيث يصبح أخف ويرتفع عندما تقل كثافته مما يسبب في حصول تيارات الحمل التي تقوم بنقل الطاقة الحرارية.

في انتقال الحرارة الطبيعي على سطح الأرض،يكون من الصعب تحديد تأثيرات الحمل لأنه ضمنيا يعتمد على كميات صغيرة غير منتظمة وليست متناسقة في وسط متجانس ملائم.في الحالات مثل تبريد جسم الإنسان سوف تتم مناقشته كجزء من حالة التوصيل (الشكل 1 – 3).

الشكل (1 - 3) انتقال الحرارة بالحمل

الحمل يمكن أن يؤدي أيضا إلى الدوران في السائل مثل تسخين قدر من الماء فوق لهب. إن الماء المسخن سيتمدد ويصبح أخف كثافة أما الماء البارد أو الأكثر كثافة قرب السطح فسيهبط وتتكون مسالك الدوران على الرغم من أنها قد لا تكون نظامية كما موضحة في الشكل

7.1 انتقال الحرارة بالحمل الطبيعي والقسري
Natural and Forced Convection

إن القوى المستخدمة لخلق تيارات الحمل في الموائع هي بنوعين.إذا كانت التيارات كنتيجة قوى الطفو المتولدة(وهي قابلية جسم ما للطفو على سطح سائل أو القوة التي تدفع إلى أعلى جسما طافيا أو مغمورا) نتيجة الاختلاف في الكثافة والتي يسببها اختلاف درجات الحرارة في كتلة المائع،فإن هذا التأثير سوف يدعى بالحمل الطبيعي Natural Convection وأقرب مثال على هذا النوع من الحمل هو جريان الهواء خلال مشع مسخن Heated Radiator.
إذا تم إجبار هذه التيارات على الحركة بتأثير جهاز ميكانيكي مثل مضخة أو جهاز تحريك أو خلط agitator، فإن التدفق سيكون غير معتمد على انحدار الكثافة ويدعى هذا النوع بالحمل القسري Forced Convection .إن نوعي القوى المشار إليها قد تكون مؤثرة على المائع في نفس الوقت وبذلك سيظهر كل من الحمل الطبيعي والقسري سوية.

8.1 انتقال الحرارة بالإشعاع Heat Transfer by Radiation

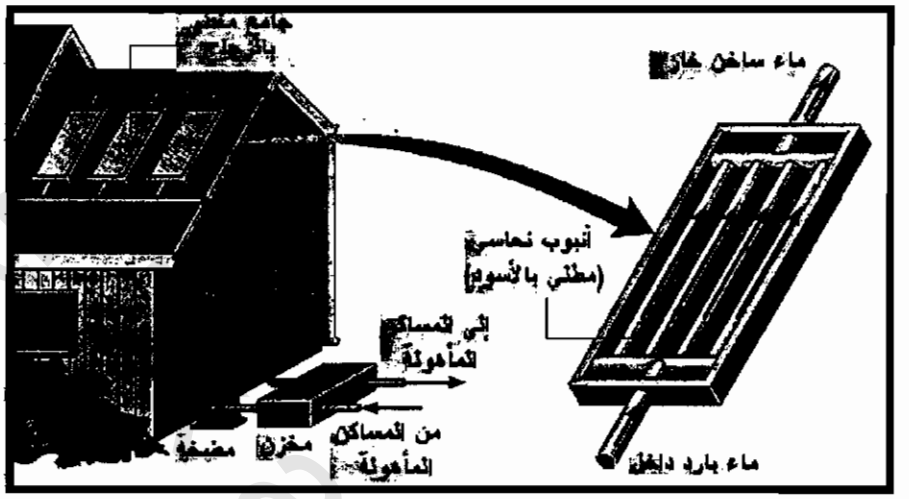
إن الإشعاع عبارة تعني انتقال الطاقة خلال الفراغ أو الفضاء بواسطة الموجات الكهرومغناطيسية.إذا كان الإشعاع مارا خلال فضاء فارغ لا

يمكنه أن يتحول إلى حرارة أو أي شكل آخر من الطاقة ولا يمكنه أيضا الحيود عن ممره.على أية حال،فإن الأمر سيبدو عند مرور ذلك الإشعاع في ممره الذي ينتقل فيه وهل سيمتص أم ينعكس.إن الطاقة الممتصة فقط ستظهر على شكل حرارة وهذا التحول هو كمي.وكمثال فإن حجر الكوارتز المصهور ينقل عمليا جميع الإشعاع الذي يسقط على سطحه.إن السطح المطلي غير الشفاف أو غير المنفذ أو سطح المرآة سيعكس معظم الإشعاع المصطدم به.السطح الأسود أو سطح الخليط المعدني سوف يمتص معظم الإشعاع المستلم من قبله وسيقوم بتحويل مثل تلك الطاقة الممتصة كميا إلى حرارة إن الغازات أحادية الجزيئات وثنائية الجزيئات هي ناقلة للإشعاع الحراري ومن الشائع أيضا أن نجد بأن الحرارة تنساب خلال كتل تلك الغازات سوية بواسطة الحمل والتوصيل وكذلك الإشعاع.ومن الأمثلة على الانتقال بطريقة الإشعاع هو فقدان الحرارة من مصدر مشع أو من أنبوب بخار غير معزول إلى هواء الغرفة وانتقال الحرارة في الأفران والمواقد ومعدات تسخين الغازات التي تعمل بدرجات حرارة عالية.إن التقنيتين هي مشتركة وغير معتمدة الواحدة على الأخرى ولكنها قد تظهر بشكل متوازي بحيث يمكن السيطرة على جريان الحرارة لتقنية معينة أو تغييره والاعتماد على التقنية الأخرى. يمكن دراسة كل من التوصيل والحمل والإشعاع بشكل منفصل وإضافة تأثيراتها المنفصلة معا في الحالات المهمة.بعبارات أخرى يكون الإشعاع مهما عندما تكون درجات الحرارة عالية جدا وغير معتمدة على ظروف جريان المائع أما كل من التوصيل والحمل فهي حساسة لظروف الجريان ولذلك لا تتأثر نسبيا بمستويات درجة الحرارة (الشكل 1 – 4).

9.1 الحرارة النوعية Specific Heat

بما أن جزيئات المواد المختلفة تمتلك حجوم وكتل مختلفة،لذلك فإن كمية الطاقة المطلوبة لتسريع تلك الجزيئات سوف تعتمد على نوع المادة.وبما أن

كمية الحرارة للمادة سوف تعتمد أيضا على الطاقة الكلية لجزيئاتها،لذلك فإن تلك الطاقة تتناسب مع كتلة المادة.من جميع هذه العوامل يمكننا تعريف وحدة الحرارة لمادة معينة.هذا ما يدعى بالحرارة النوعية Specific Heat.



الشكل (1 – 4)

انتقال الحرارة بالإشعاع

إن الحرارة النوعية لمادة يمكن تعريفها أيضا بكمية الحرارة (أو الطاقة) المطلوبة لرفع درجة حرارة جرام واحد من المادة درجة مئوية واحدة.تقاس هذه الوحدة من الحرارة بالسعر أو الكالوري Calorie.إن الحرارة النوعية للماء هي 1.0 كالوري / جرام.م°. في النظام الإنجليزي تعرف الحرارة النوعية بأنها كمية الحرارة المطلوبة لتسخين واحد باوند من الماء درجة فهرنهايتية واحدة.وتقاس الحرارة النوعية بالوحدات الحرارية البريطانية British Thermal Unit (BTU) وغالبا ما نجد مثل هذه الوحدات على الأفران والمسخنات المصنوعة في الولايات المتحدة الأمريكية.

10.1 التمدد الحراري Thermal Expansion

من أهم مؤثرات وجود الحرارة هو حقيقة أن معظم المواد تتمدد عند تسخينها وتتقلص عند تبريدها.أحد تلك التطبيقات هو وجود فواصل في خطوط الطرق الخارجية السريعة بقياس عدة انجات والتي تعزى إلى حصول تمدد في ذلك الطريق خلال فصل الصيف بسبب تمدد المواد المسخنة. من الظواهر الشاذة بهذا الخصوص هي ظاهرة الثلج والماء.على الرغم من أن الماء يتقلص عند تبريده إلاّ أن تحوله إلى ثلج أو جليد يعتبر استثناء من هذه القاعدة.فعندما يتحول الماء إلى ثلج سوف يتمدد وهذا هو السبب الرئيسي في وجود أخاديد في الطرق خلال فصل الشتاء.بالنسبة للغازات فإن قانون شارل ينص على أن حجم الغاز يتناسب طرديا مع درجة حرارته المطلقة عند ثبوت الضغط.هذا يعني بأنه عند تسخين الغاز فإن حجمه سيصبح أكبر وهذا يبدو واضحا في بالون الهواء الساخن.هذا يعني أيضا بأنه عند انضغاط أو تمدد الغاز يمكن زيادة أو خفض درجة حرارته وكذلك حرارته.إن الثلاجة Refrigerator هو تطبيق لهذا القانون لأنها تستخدم ظاهرة تمدد الغاز لخفض درجة الحرارة. نستخلص مما ذكر أعلاه أن الحرارة لمادة هي الطاقة الحركية الكلية لجزيئاتها وان النظرية الحركية للجزيئات تبين بأن تلك الجزيئات التي تمتلك طاقة اكثر سوف تتحرك بصورة أسرع.الحرارة النوعية هي وسيلة لمقارنة الحرارة للمواد المختلفة والحرارة يمكن أن تسبب في تمدد بعض المواد.

11.1 درجة الحرارة Temperature

إن درجة الحرارة لمادة هي متوسط الطاقة لجزيئاتها.كلما كانت جزيئات المادة أسرع كانت طاقتها أعلى.درجة الحرارة لها علاقة مع متوسط سرعة جزيئات المادة أي بعبارة أخرى هي مقياس لشدة الحرارة.إن درجة الحرارة تقاس بملاحظة كيفية تتمدد المادة عن حجمها الطبيعي عند نقطة بداية

معروفة مثل درجة إنجماد الماء.إن وحدة قياس درجة الحـــرارة هـــي درجـــة مئوية أو فهرنهايتية.عندما تنخفض درجة الحرارة،فإن متوسط الطاقة وسرعة الجزيئات سينخفض. هناك درجة حرارة تتوقف عندها جزيئات المـــادة عـــن الحركة وهذه الدرجة الحرارية تدعى بالصفر المطلق Absolute Zero وهذه درجة الحرارة الكثر برودة والتي يمكن الوصول إليها وتعادل – 273 درجـــة مئوية أو – 460 درجة فهرنهايتية ولغرض العمل العلمي مع طاقة الجزيئـــات يكون من الجيد وجود نقطة بداية حيث لا يتحرك شيء.مثل هذا المقياس قد تم معرفته اعتمادا على مقياس سيلسيوس Celsius Scale أو المقياس المئـــوي ولكن عند نقطة البداية أو الصفر المطلق فإن هذا المقياس يدعى بمقياس كلفن Kelvin Scale.

إن صيغة تحويل الدرجة المئوية إلى فهرنهايت هي كما يلي:-

$$^\circ F = \frac{9}{5}\,^\circ C + 32 \qquad (2-1)$$

بعبارة أخرى إذا كانت C = 100(درجة غليان الماء) فإن:-

$$^\circ F = \frac{(9)(100)}{5} + 32 = \frac{900}{5} + 32 = 180 + 32 = 212^\circ F$$

أما صيغة تحويل الفهرنهايت إلى مئوي فهي:-

$$^\circ C = \frac{5}{9}\left(^\circ F - 32\right) \qquad (3-1)$$

بعبارة أخرى إذا كانت F = 50 ° فإن:

$$°C = \frac{5}{9}(°F - 32) = \frac{5}{9}(50 - 32) = \frac{(5)(18)}{9} = 10°C$$

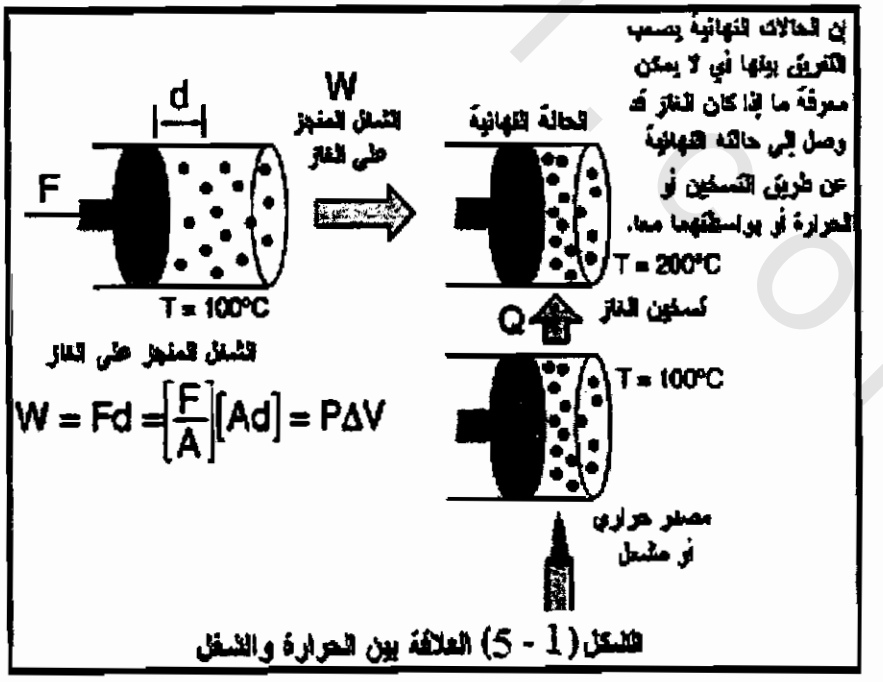
ولتحويل المئوي إلى كلفن فإن.

$$°K = °C + 273 \qquad (4\text{-}1)$$

أي أن 50 م° تعادل 50 + 273 = 323 كلفن.

12.1 الشغل والحرارة Work and Heat

إن القانون الأول للديناميكا الحرارية يوضح العلاقة بين الحرارة والشغل ويبين بأن كلاهما يعتبر وسيلة لنقل الطاقة والتي يمكن أن تتسبب في تغيير الطاقة الداخلية للنظام.على أية حال لن يصلح كل من المفهومين لوصف الحالة النهائية لنظام ما فقط الطاقة الداخلية يمكنها وصف حالة النظام (الشكل 1 – 5)



الشكل (1 - 5) العلاقة بين الحرارة والشغل

13.1 تمارين في الباب الأول

س1: كيف تفسر النظرية الجزيئية الحرارة ؟

س2 : ما هو معنى الحرارة النوعية ؟

س3: لماذا تتمدد الأشياء عند تسخينها ؟

س4: ما هي أهم مصادر الطاقة الحرارية ؟

س5: أختر الإجابة الصحيحة في كل مما يلي:

A – ما هو تعريف الحرارة ؟

1 – هي درجة الحرارة.

2 – هي الطاقة الكلية للجزيئات المتحركة.

3 – هي درجة سيليوس.

B – ما هي الكالوري أو السعر ؟

1– هي مقياس لكمية الشحوم الموجودة في جسم الإنسان.

2 – هي نفس مقياس الوحدة الحرارية البريطانية BTU.

3 – هي وحدة قياس الحرارة.

C– كيف يمكن للماء أن يسبب الأضرار عند تحوله إلى جليد ؟

1– يدخل للشقوق والتصدعات ويتمدد عند تحوله إلى ثلج مما يسبب توسع حجم التصدع

2 – يصبح الماء قابلا للانزلاق عند تحوله إلى ثلج مما يسبب سقوط البشر.

3 – ينص قانون شارل على أن حجم الماء يتقلص عند تحوله إلى جليد.

D – هل يمكن للحرارة أن تنتقل بين الغاز والصلب ؟

1 – نعم ، مثل الشعور بالتجلد من الهواء الساكن والبارد.

2 – لا، لأن التوصيل يحدث فقط في المواد الصلبة.

3 – يعتمد على نوع الغاز.

E – هل يحدث انتقال حرارة بالإشعاع خلال جدار ؟

obeikandl.com

1 – لا، لأن جدران الحائط تقوم بعكس الإشعاع.

2 – نعم، لأن الإشعاع ينتقل خلال الفراغ.

3 – فقط عندما تكون الجدران مصنوعة من معدن.

س6: إذا وضعت كرتي مضرب واحدة في ثلاجة والأخرى في فرن مالـذي سيحصل لهما ولماذا ؟ وضح ذلك.

س7: هل يتبخر الماء في قمة جبل أيفرست بنفس السرعة التي يتبخر بها فـي صحراء نيفادا ؟ ولماذا ؟ علل ذلك.

س8 : كيف يتم تحويل كل من المئوي والفهرنهايت إلى كلفن ؟

س9 :حول الدرجات المئوية التالية – 15 , 10 , 80 , 100 إلـى فهرنهايـت وكلفن.

س10: كيف تفسر الظواهر الموضحة في الشكل أدناه ؟

س11: ما هو نوع انتقال الحرارة الذي يحصل والموضح في الشكل أدناه مع بيان السبب ؟