# الحرارة - تعريفات عامة

**الحرارة** من أهم أنواع الطاقة. وعندما نفكر في الحرارة نفكر عادة في الإحساس الذي تجعلنا الحرارة نحس به. فعلى سبيل المثال، في اليوم شديد الحرارة، ربما تجعلنا نحس بالضيق وعدم الراحة. ولكن أهمية الحرارة في حياتنا تتجاوز بكثير مجرد الشعور الذي تجعلنا نحس به.

ويجب أن نحتفظ بكميات محدودة من الحرارة بحذر وإحكام كي نظل على قيد الحياة. وتستخدم أجسامنا الطعام الذي نأكله لتوليد كمية الحرارة التي تحفظ درجة حرارة الجسم عند حوالي 37°م. فإذا ارتفعت درجة حرارة أجسامنا ارتفاعًا كبيرًا فوق الدرجة الطبيعية، أو إذا انخفضت انخفاضًا كبيرًا تحتها فلربما نموت. ونحن نرتدي في موسم **البرد** ملابس ثقيلة لنُبقي الحرارة داخل أجسامنا. بينما نرتدي أثناء الطقس الدَّافئ، ملابس خفيفة، لنتخلّص من الحرارة الزائدة عن الحاجة.

ولا يعلم أحد الحد الأقصى الذي يُمكن أن ترتفع إليه درجات الحرارة. لكن درجة الحرارة داخل أسخن النجوم تُقدَّر بملايين الدرجات. أما أقلّ درجة حرارة يمكن (نظريًا) الوصول إليها، وتُسمّى **بالصفر المطلق**، فهي - 273,15°م.

عند درجة الصفر المطلق، لا تحتوي الأجسام على طاقة حرارية أبدًا. ولم يتمكن الفيزيائيون حتى الآن من تبريد أيّ جسم من الأجسام إلى درجة الصفر المطلق، لذا فإن أيّ جسم ـ بما في ذلك أبرد الأجسام ـ يحتوي على بعض الطاقة الحرارية. انظر :**الصفر المطلق**.

ونستخدم الحرارة في منازلنا في مجالات شتى؛ إذ نستخدمها في تدفئة المنازل وطبخ الطعام وتسخين الماء وتجفيف الملابس بعد غسلها، كما أن الحرارة هي التي تجعل المصابيح الكهربائية تضيء.

أما مجالات استخدام الحرارة في الصناعة فتكاد لا تحصر. فنحن نستخدمها في فصل الفلزات من خاماتها وفي تكرير البترول الخام. ونستخدمها في صهر الفلزات وتشكيلها وقطعها وتغليفها وتقويتها وضمّها بعضها لبعضٍ. ونستخدم الحرارة أيضًا في صناعة أو تحضير الأغذية والزجاج والورق والمنسوجات وعدّة منتجات أخرى.

ونستخدم الحرارة أيضًا في تشغيل معداتنا الآلية؛ فالحرارة التي تتولّد من الوقود المحترق في محركات كل من الطائرات والسيارات والصواريخ والسفن توفر القدرة اللازمة لتحريك هذه الآليات. وكذلك تجعل الحرارة التوربينات الضخمة تدور وتولد الكهرباء التي تزودنا بالإضاءة والقدرة اللازمة لتشغيل كلّ أنواع الأجهزة، من مشحذة أقلام الرصاص الكهربائية إلى القاطرة الكهربائية.

وتتناول هذه المقالة مصادر الحرارة وماهيتها وكيفية انتقالها ووظائفها. وتصف المقالة، كذلك، كيف وظّفنا الحرارة في إنجاز بعض الأعمال وتصف الاكتشافات التي تمّت في ميدان الحرارة.

**مصادر الحرارة**

مصدر الحرارة هو أي شيء يُعطي حرارة. تصدر الحرارة التي نستخدمها، أو التي تؤثر على الحياة والأحداث على ظهـر الأرض، من ستة مصـادر رئيسيـة هي: 1- الشمس و2- الأرض و3- التفاعلات الكيميائية و4- الطاقة النووية و5 -الاحتكاك و6- الكهرباء .

نحن نتحكّم في بعض هذه المصادر دون بعضها الآخر .ونستخدم المصادر التي نتحكم فيها، مثل الكهرباء والطاقة النووية، في تدفئة المنازل وفي أشغال أخرى. ولكننا نستفيد أيضًا من المصادر التي لا نتحكّم فيها. فعلى سبيل المثال تبثّ الشمس الضوء والحرارة اللذين يعتمد عليهما قوام الحياة. وكل مصادر الحرارة، حتّى التي نتحكّم عادة فيها، يمكن أن تسبّب أضرارًا جسيمة إذا أفلت زمامها. فالحرائق مثلاً، وهي تفاعلات كيميائية، تتلف كثيرًا من ممتلكاتنا في كلّ عام.

الشمس .مصدرنا الحراريّ الأهم. فلو قُدّر لها أن تبرد، فإن الأرض ستبرد وستنعدم فيها الحياة. ويصل جزء يسير جدًا من الحرارة المنتجة في الشمس إلى الأرض. ومع ذلك يكفي هذا الجزء اليسير لاستمرارية الحياة على الأرض لنا ولكل أنواع الكائنات الحية.

وتمتص البحار وسطح الأرض والنباتات والغلاف الجويّ حرارة الشمس. ويمكن جمع كميّات كبيرة من حرارة الشمس باستخدام أجهزة مثل **الأفران الشمسية** الضخمة. وتحتوي هذه الأفران الشمسية على مرايا تعكس أشعة الشمس من مساحة واسعة لتركّزها على بقعة واحدة.

وبعض الأفران الشمسية يمكن أن تنتج كمية من الحرارة تكفي لصهر الفولاذ بينما يمكن أن تجمع الأفران الصغيرة كمية حرارة تكفي للطبخ. انظر :**الطاقة الشمسية**؛ **الشمس** .

الأرض .تحتوي على كميات كبيرة من الحرارة على أعماق بعيدة بباطنها. ويتسرَّب جزء من هذه الحرارة إلى السطح عندما يثور بركان. والمادة المنبعثة من البراكين ما هي إلا صخور صهرتها الحرارة الكامنة على أعماق بعيدة في باطن الأرض. وتتسرَّب بعض الحرارة الموجودة في باطن الأرض أيضًا إلى السطح في شكل **حِمم فوارة** .وتقذف هذه النوافير الفوارة إلى الخارج بماء يغلي تم تسخينه بوساطة الصخور الساخنة الموجودة في باطن الأرض. وقد بدأ الناس في استخدام الحرارة الصادرة عن الأرض في توليد الكهرباء وتدفئة المباني وفي أشغال أخرى. انظر : **الحمة الفوارة** ؛ **البركان** .

التفاعلات الكيميائية .يمكن أن تُنتج الحرارة بعدّة طُرق .ويُسمَّى التفاعل الكيميائيّ الذي تتّحد فيه مادة ما مع الأكسجين **الأكسدة** .وتنتج الأكسدة السريعة الحرارة بسرعة تكفي لإشعال اللّهب. وعندما يحترق الفحم أو الخشب أو الغاز الطبيعي أو أيّ وقود آخر، تتحد بعض المواد الموجودة في ذاك الوقود مع أكسجين الهواء فتكوّن مركّبات أخرى. ويُنتج هذا التفاعل الكيميائي، الذي يُعرف **بالاحتراق**، حرارة ونارًا.

ويستعمل الناس النار بأساليب متعددة .فالنار الناتجة من الموقد الغازي تولّد الحرارة التي تستخدم في الطبخ. والنار الناتجة من الفحم أو زيت الوقود أو الغاز في الأفران والغلايات المنزلية تستخدم في تدفئة المباني. وتسخن النار الفلزات لدرجة الاحمرار مما يُسهّل عملية صياغتها في عدّة أشكال مختلفة. كذلك توجد أنواع خاصة من مشاعل التقطيع يمكن أن تولّد اللهب بسخونة تكفي لقطع الفلزات. انظر :**النار**.

ويمثل احتراق البترول في أسطوانات محرك العربة مثالاً آخر لعملية الاحتراق. وتنتج هذه العملية الحرارة التي تجعل الغازات الموجودة في الأسطوانات تتمدّد وبالتالي تدفع وتحرك أجزاءً تشغل المحرك. انظر :**الاحتراق**.

ويمثل صدأ الحديد، كذلك، مثالاً لعملية الاحتراق. ولكنه ـ بعكس النار ـ يحدث ببطء بحيث تكون كمية الحرارة المولدة ضئيلة ولا يَنْتُجُ لهبٌ. انظر :**الأكسدة**.

وينتج مزج أنواع معينة من المواد الكيميائية بعضها مع بعض حرارة كذلك. فمثلا، إذا مُزج حامض الكبريتيك المركز مع الماء، فإن المزيج يصير ساخنًا لدرجة الغليان.

وفي كل الكائنات الحية، يتحول الطعام إلى حرارة، بالإضافة إلى طاقة وأنسجة حيّة عن طريق **عملية التفاعل الحيوي**، والتي تُسمى أيضًا **الأيض** .والأيض سلسلة تفاعلات كيميائية معقدة متوالية تقوم بها الخلايا الحية. انظر :**الأيض** .

الطاقة النووية .يمكنها أن تنتج كميات كبيرة من الحرارة .فالأسلحة النووية تُطلق كميات الحرارة بدرجة من الكثافة والسرعة بحيث تدمّر كل ما هو موجود حول مكان سقوطها. ولا يمكن التحكّم في الحرارة المنبعثة من هذه الأسلحة للاستفادة منها كما نريد. ولكن من الممكن أن تنتج الحرارة من الطاقة النووية ببطء كاف للاستفادة منها في توليد الكهرباء وإنجاز أعمال أخرى وذلك في جهاز يُسمّى **المفاعل النووي** انظر :**الطاقة النووية** ؛ **المفاعل النووي** .

الاحتكاك .عندما يحتك جسم بجسم آخر تنتج حرارة. ويمثل الاحتكاك في معظم الأحيان مصدر حرارة غير مرغوب فيه لأنه ربما يُتلف الأشياء .فمثلاً الحرارة التي تنتج في أية آلة عندما تحتك أجزاؤها بعضها ببعض ربما تؤدي إلى تآكل هذه الأجزاء. ولذا يوضع زيت التشحيم بين أجزاء الآليات المتحركة المتلامسة، وينقص زيت التشحيم فاعلية الاحتكاك وبالتالي يقلّل توليد الحرارة. انظر :**الاحتكاك** .

الكهرباء .يولد انسياب الكهرباء خلال الفلزات والسبائك وسائر الموصّلات (مواد تحمل أو توصل التيار الكهربائي) حرارة. ويستعمل الناس هذه الحرارة في تشغيل العديد من الأجهزة. ومن هذه الأجهزة المحرقات الكهربائية والأفران الكهربائية، وأجهزة التجفيف، والتدفئة ومحمصات الخبز الكهربائية، والكاويات الكهربائية. انظر :**الكهرباء** .

## ما الحرارة

الحرارة شكل من أشكال الطاقة. ولا يمكن رؤية الحرارة أو الطاقة ولكن يمكن رؤية الأثر الذي يحدثانه .فمثلاً، ينتج عن احتراق الوقود في محركات الطائرة النفاثة غازات ساخنة تتمدد فتوفر القدرة اللازمة لتحريك الطائرة. انظر :**الطاقة** .

درجة الحرارة وكميتها .تتكوّن كل الأشياء من ذرات أو جزيئات في حالة حركة دائمة. وتُكسِب هذه الحركة الأجسام **طاقة داخلية** .ويعتمد **منسوب** الطاقة الداخلية للجسم على مدى سرعة تحرك ذراته أو جزيئاته. فإذا تحركت ببطء فإن منسوب طاقة الجسم الداخلية يكون منخفضًا .أما إذا كانت تتحرك بشدة فإن الجسم يكون له منسوب طاقة داخلية مرتفع. وللأجسام الساخنة منسوب طاقة داخلية أعلى مما للأجسام الباردة. والكلمتان **ساخن وبارد** تشيران إلى درجة حرارة الجسم.

وتدل درجة الحرارة على منسوب الطاقة الداخلية. ويُستخدم الترمومتر لقياس درجة الحرارة. وهو يحتوي على تدريج مرقم، وبالتالي يمكن التعبير عن درجة الحرارة بالدرجات. والتدريج (الميزان **السلسيوسي ـ أو المئوي ـ والتدريج الفهرنهايتي** هما أكثر أنواع تدريجات الحرارة شيوعًا. انظر :**درجة الحرارة**.

وتحدد درجة حرارة أي جسم ما إذا كان ذلك الجسم سيكسب مزيدًا من **الطاقة الداخلية** أو سيفقد جزءًا منها عندما يمس جسمًا آخر. فإذا مسّت صخرة ساخنة أخرى باردة فإن بعض الطاقة الداخلية في الصخرة الساخنة سينتقل إلى الصخرة الباردة في شكل حرارة. فإذا ثُبِّت محرار على الصخرة الساخنة فإنه سيُظهر هبوطًا مطردًا في درجة حرارتها. أما إذا ثُبّت محرار على الصخرة الباردة فإنه سيظهر ارتفاعًا مطردًا في درجة الحرارة. وفي نهاية الأمر، فإن المحراريْن سيظهران نفس درجة الحرارة. وبعد ذلك لا يحدث انتقال أو انسياب للحرارة.

وينساب الماء من أعلى إلى أسفل فقط، والحرارة كذلك تنساب فقط أسفل **منحدر درجة الحرارة**، منتقلة من جسم ذي درجة حرارة أعلى إلى آخر ذي درجة حرارة أقل. وكلما كان الفرق في درجة الحرارة بين جسمين أكبر، كان انتقال الحرارة بينهما أسرع .

ومن المهم جدًا أن ندرك أنّ درجة وكمية الحرارة شيئان مختلفان وليسا شيئًا واحدًا. فدرجة حرارة الجسم هي دليل على منسوب طاقته، بينما كمية الحرارة هي الطاقة المنتقلة من جسم لآخر .

وأكثر ثلاث وحدات شيوعًا في قياس كمية الحرارة هي السُّعر والجول والوحدة الحرارية البريطانية. والسعر الحراري هو كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء 1°م. والسعر الحراري المستخدم في قياس الطاقة الحرارية الناتجة من الأطعمة، يساوي 1000 ضِعْف هذا السعر الحراري الذي عرّفناه .**والوحدة الحرارية البريطانية** الواحدة هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة رطل واحد من الماء 1°ف. وتُستخدم غالبًا في الهندسة، بينما يُستخدم السعر الحراري في العلوم. أما **الجول** فيمكن أن يُستخدم في قياس كل أنواع الطاقة، بما في ذلك الحرارة. والجول الواحد هو كمية الطاقة المستهلكة ـ أو الجهد المبذول ـ عندما تحرك قوة مقدارها نيوتن واحد جسمًا مسافة متر واحد في اتجاهها. انظر :**الوحدة الحرارية البريطانية؛ السعر الحراري** .

الفوضى .تشكل درجة الحرارة والطاقة الداخلية جزءًا فقط من قصة الحرارة. ولكي نقص القصة كلها يلزمنا أن نعرف ما يحدث لذرّات أو جزيئات الجسم عندما تنساب إليه الحرارة.

يزداد تجول الذرّات أو الجزيئات داخل الجسم عندما تنساب إليه الحرارة. فكلما زادت كمية الحرارة المنسابة إلى الجسم صارت ذراته أو جزيئاته أكثر تجولاً وصارت بالتالي أكثر تبعثرًا واضطرابًا. فمثلاً، لجزيئات الماء الموجودة في ندفة ثلجية نمط ترتيب منتظم. ولكن، إذا أدخلت ندفة ثلجية داخل غرفة دافئة فإنها ستنصهر وتتحول إلى قطرة ماء ـ ويختفي نمط الترتيب المنتظم. ويعني ذلك أن الحرارة تغير نمط ترتيب الندفة الثلجية المنتظم إلى فوضى.

ويستعمل العلماء مصطلح **العشوائية الداخلية**) الإنتروبي) للتعبير عن درجة الفوضى الموجودة في الجسم. انظر :**العشوائية الداخلية**.

تزيد الحرارة التي تنساب إلى جسم ما، الطاقة الداخلية ودرجة الفوضى لذاك الجسم. وترفع كمية الحرارة المضافة درجة الحرارة. وفي المقابل، تُنقص كمية الحرارة التي تتسرب من الجسم طاقته الداخلية ودرجة الفوضى فيه، وتخفض عادة كمية الحرارة المفقودة درجة الحرارة كذلك .

### كيف تنتقل الحرارة

تنتقل الحرارة من جسم أو من مكان لآخر بثلاث طرق: 1 -التوصيل و2- الحمل و3- الإشعاع .

التوصيل .هو انتقال الحرارة خلال مادة ما. وعندما تنتقل الحرارة بالتوصيل، فإنها تتحرك داخل المادة دون أن تحمل معها أي جزء من المادة. فمثلاً، عندما يوضع أحد طرفي قضيب نحاسي في نار، فإن الطرف الآخر يسخن سريعا. وتفسير ذلك أن ذرات النحاس عند الطرف الساخن تبدأ في الاهتزاز بصورة أسرع وعلى نطاق أوسع، فتصطدم بذرات أخرى مجاورة لها. ويجعل التصادم الذرات المصدومة تهتز كذلك بصورة أسرع وأوسع وبالتالي تصطدم بذرات أخرى مجاورة لها من ناحية الطرف البارد .

وبهذه الطريقة تنتقل الحرارة من ذرة إلى أخرى حتى تصل الطرف الآخر من القضيب. ولكن لا تنتقل الذرات نفسها من طرف لآخر أثناء هذه العملية.

الحمل .هو انتقال الحرارة بوساطة تحرك مادة مسخنة. مثلاً، تُسخِّن المدفأة الموجودة في حجرة الهواء المحيط بها بالحمل. يتمدد هذا الهواء المسخَّن، وبالتالي يصبح أخف وزنًا من طبقة الهواء الأبرد المحيطة به، ومن ثم يصعد إلى أعلى ويحل محله هواء أبرد. بعدئذ يسخن الهواء الأبرد المجاور للمدفأة ويصعد إلى أعلى وتحل محله طبقة هواء أبرد أخرى وهكذا دواليك. ويُسمى تحرك الهواء المسخَّن بعيدًا عن المنطقة الساخنة وانسياب هواء أبرد نحو تلك المنطقة **تيار الحمل** .وتحمل تيارات الحمل الهواء الساخن، وبالتالي الحرارة إلى كل أنحاء الحجرة .

ويتم انتقال الحرارة بالحمل في السوائل وفي الغازات معًا. على سبيل المثال، نجد تيارات الحمل في إناء به ماء بارد وموضوعة على موقد ساخن. فعندما يسخن الماء المجاور لقاع الإناء ويتمدد، يصير أخفّ وزنًا من الماء البارد الموجود بالقرب من أعلى الإناء. ويهبط هذا الماء البارد ـ الأثقل ـ إلى أسفل ويدفع الماء المسخَّن ـ الأخف ـ إلى أعلى. ويستمر تيار الحمل حتى يصل كل الماء في الإناء إلى نفس درجة الحرارة

الإشعاع .يعتمد انتقال الحرارة في عمليتي التوصيل والحمل على حركة الجُسيمات الساخنة (في حالة التوصيل الحركة اهتزازية). ولكن في حالة الإشعاع يمكن أن تنتقل الحرارة خلال الفراغ الذي لا يحوي جسيمات. تولِّد الذرات أو الجزيئات المتحركة داخل أي جسم موجات من الطاقة الإشعاعية تُسمَّى هذه **الأشعة تحت الحمراء** .وتشع الأجسام الساخنة كمية من الأشعة تحت الحمراء أكبر من الكمية التي تشعها الأجسام الباردة. وتنتقل الأشعة تحت الحمراء خلال الفضاء بطريقة مشابهة جدًا لانتقال موجات الماء على سطح بركة. فعندما تصدم الطاقة الإشعاعية جسمًا فإنها تزيد من سرعة ذراته أو جزيئاته .وتنتقل الطاقة من الشمس إلى الأرض خلال الفضاء بالإشعاع. وتُسخِّن هذه الأشعة سطح الأرض عندما تصله. انظر :**الأشعة تحت الحمراء** .

العزل الحراري .هو طريقة للتحكُّم في تحرك الحرارة بحبسها داخل أو خارج مكان ما. فمثلاً، تُعزل المباني السكنية حراريًا لتحبس الحرارة داخلها في فصل الشتاء وخارجها في فصل الصيف. ويستخدم الناس ثلاث طرق للعزل الحراري لأن الحرارة تنتقل بإحدى ثلاث طرق مختلفة.

وهناك مواد معينة، كالخشب والبلاستيك، عوازل جيدة ضد انتقال الحرارة بالتوصيل. ولهذا السبب تصنع مقابض العديد من أواني المطبخ الفلزية من هذه المواد. وتسخن هذه الأواني الفلزية بسرعة بالتوصيل ولكن تبقى مقابضها باردة.

ويمكن منع تحرك الحرارة بالحمل خلال الهواء بسد المجال بين منطقة حارة ومنطقة باردة **بهواء ساكن** .فمثلاً، تعمل طبقة الهواء الموجودة بين النافذة الخارجية والنافذة الداخلية على الشباك عازلاً للحمل.

وتمنع السطوح التي تعكس الأشعة دون الحمراء انتقال الحرارة بالإشعاع. فعلى سبيل المثال، تعكس السقوف الفلزية اللامعة أشعة الشمس، وتمنع بالتالي انتقال حرارة الشمس إلى الداخل عن طريق السقف. انظر :**العزل** .

### ماذا تعمل الحرارة

عندما تنساب الحرارة إلي داخل جسم أو تخرج منه يمكن أن تحدث تغييرات في ذلك الجسم بثلاث طرق. فالحرارة يمكن أن تسبب تغييرات في: 1- درجة الحرارة و2- أبعاد الجسم (طول، مساحة، حجم) 3- حالة المادة.

التغيّرات في درجة الحرارة .تُعتبر من أكثر الآثار المترتبة على انسياب الحرارة شيوعًا. وتسمى كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من مادة درجة مئوية واحدة السعة الحرارية النوعية لتلك المادة. ويطلق غالبًا على **السعة الحرارية النوعية**، اسم **الحرارة النوعية** . ويستعمل العلماء الحرارة النوعية للماء ـ التي تساوي واحدًا ـ كمرجع قياسي لحساب الحرارة النوعية لكل المواد .

يمكنك أن تعرف الارتفاع الذي يحدث في درجة حرارة جسم عندما تنساب إليه كمية معلومة من الحرارة إذا عرفت **كتلة** ذاك الجسم (مقدار ما يحتويه الجسم من مادة) والحرارة النوعية لمادته. أولاً، اضرب كتلة الجسم في الحرارة النوعية لمادته. ثم بعد ذلك اقسم كمية الحرارة التي أضيفت إلى الجسم على حاصل الضرب أعلاه. مثلاً، إذا انتقلت عشرة سعرات من الحرارة في جرام واحد من الماء، فكم درجة ترتفع درجة حرارة الماء؟ حاصل ضرب جرام واحد في حرارة نوعية مساوية 1، يعطي واحدًا .وحاصل قسمة عشرة سعرات على 1 يساوي ارتفاعًا في درجة الحرارة مقداره عشر درجات مئوية .

ويحتاج الجسمان المتساويان في الكتلة وفي درجة الحرارة والمختلفان في الحرارة النوعية إلى كميتين مختلفتين من الحرارة المضافة لترتفع درجتا حرارتيهما بذات المقدار. ترتفع درجة حرارة الجسم ذي الحرارة النوعية المنخفضة بمقدار أكبر من المقدار الذي ترتفع به درجة حرارة الجسم ذي الحرارة النوعية المرتفعة عندما يستقبل الجسمان كميتين متساويتين من الحرارة المضافة. فمثلاً، يُحْتَاج إلى عشرة سعرات من الحرارة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء عشر درجات، ولكن عشرة سعرات من الحرارة ترفع درجة جرام واحد من النحاس 111 درجة. والنحاس له حرارة نوعية منخفضة ومساوية 0,09 بالمقارنة مع الحرارة النوعية للماء التي تساوي.1

تغيُّرات الأبعاد .كما رأينا سابقًا، تزداد حركة ذرات أو جزيئات جسم عندما تنساب إليه حرارة. ونتيجة لزيادة حركة الذرات أو الجزيئات، فإنها تحتل حيزًا أكبر ولذا يتمدد الجسم. ويحدث العكس عندما تخرج الحرارة من الجسم، حيث تتحرك الذرات أو الجزيئات ببطء أكبر. وتحتل بالتالي، حيزًا أقل ومن ثم ينكمش الجسم.

تتمدد كل الغازات ومعظم السوائل والمواد الصلبة عندما تسخن، ولكنها لا تتمدّد بنفس المعدل. فعندما يستقبل غاز وسائل وجسم صلب كميات من الحرارة تكفي لرفع درجات حرارتها بمقادير متساوية فإن الغاز يكون هو الأكثر تمددًا والسائل يكون أقل منه بكثير في التمدد، بينما يكون الجسم الصلب هو الأقل تمددًا.

ويعمل المحرار ومنظم الحرارة (الثيرموستات) وعدة أجهزة حرارية أخرى على أساس مبدأ التمدُّد والانكماش. ويحوي كثير من المحارير سائلاً كالكحول أو الزئبق يتمدد أو ينكمش بمقادير متساوية نتيجة التغيُّرات المتساوية في درجة الحرارة. ويحْدِث الارتفاع أو الانخفاض في درجة الحرارة تمددًا أو انكماشًا طفيفًا في حجم السائل. ولكن عندما نضع السائل في أنبوب ضيق المجرى، فإن عمود السائل داخل الأنبوب يتغير تغيرًا يكفي لملاحظة التغير في درجة الحرارة.

وتؤدي تغيرات درجة الحرارة إلى تمدد وانكماش المواد المستخدمة في الجسور والمباني والمنشآت الهندسية الأخرى أيضًا. ويُمكن أن يسبب هذا التمدّد أو الانكماش مشكلات معقدة ذات عواقب وخيمة مالم يضع له المصممون اعتبارًا خاصًا؛ فأعمدة الحديد المستخدمة في مبنى ما مثلاً، ستنحني أو تنكسر ما لم يُترك لها حيز للتمدّد. ولهذا السبب، تحوي المنشآت الهندسية **وصلات التمدُّد** التي توفر حيزًا لتمدد أو انكماش المواد الموصلة بها عندما تتغير درجة الحرارة دون إحداث أيّ تلف.

وتمكِّن معرفةُ **معامل التمدد الطولي** للمادة، المهندسين من تحديد الزيادة أو النقصان في طول أي مادة عندما تتغير درجة الحرارة .ويدل معامل التمدّد الطولي على الزيادة التي تحدث في طول كل متر من المادة عندما تزيد درجة حرارة المادة درجة واحدة. فمعامل التمدّد الطولي للألومنيوم 0,00023ولذا فإن طول كل متر من قضيب الألومنيوم يزيد بمقدار 0,000023 من المتر مع زيادة درجة مئوية واحدة على درجة حرارة القضيب .

تغيرات الحالة .تتغير درجة حرارة جسم عادة عندما تنساب إليه حرارة. ولكن في ظروف محدّدة، لا تسبب إضافة الحرارة تغيرًا في درجة حرارة الجسم الذي تنساب إليه. وبدلاً من ذلك يزداد تبعثر واضطراب ذرات أو جزيئات الجسم مما يسبب تحولاً في حالة مادة الجسم .

وإذا أضيفت حرارة إلى قطعة من الثلج درجة حرارتها أبرد من صفر°م، فإن درجة حرارتها ترتفع حتى تصل إلى صفر°م، وهي نقطة انصهارها. ومن ثَمّ يتوقف الارتفاع في درجة حرارة القطعة لفترة من الزمن. وبالرغم من انسياب مزيد من الحرارة للقطعة، فالحرارة المضافة، تحت هذه الظروف، تزيد من تبعثر واضطراب جزيئات قطعة الثلج وتتسبب في انصهارها. ولكن درجة حرارة الماء المتكوّن تبقى في صفر°م حتى تنصهر كل القطعة. وتسمى كمية الحرارة اللازمة لتحويل الثلج إلى ماء **حرارة الانصهار** .ويحتاج كل جرام من الثلج عند صفر°م إلى 80 سُعرًا من الحرارة لصهره إلى ماء درجة حرارته صفر°م .

وعندما يمتص الماء المتكون عند درجة الصفر المئوي مزيدًا من الحرارة، فإن درجة حرارته ترتفع ثانية حتى تصل إلى 100°م، وهي نقطة غليان الماء. وعندئذ لا يرفع إضافة مزيد من الحرارة تحت تأثير الضغط الجوي الطبيعي درجة حرارة الماء، وبدلا من ذلك يتحول بعض الماء إلى بخار. ولا تجعل إضافة مزيد من كمية الحرارة درجة الحرارة ترتفع مرة ثالثة، إلا بعد أن يتحوّل كل الماء إلى بخار. وتُسمَّى كمية الحرارة اللازمة لتحويل الماء عند100° م إلى بخار عند نفس درجة الحرارة **حرارة التبخر** .ويحتاج كل جرام من الماء درجة حرارته 100°م، إلى 540 سُعرًا حراريًا لتحويله إلى بخار عند نفس درجة الحرارة .وإضافة مزيد من الحرارة إلى البخار المتكوّن سيرفع درجة حرارته فوق100° م .

ويمكن أن يتحول سائل إلى بخار عند درجة حرارة أقل من درجة غليانه بوساطة التبخر. وتحدث عملية التبخر عند سطوح السوائل. فالجزيئات الموجودة على السطح تتخلص من ارتباطها بالجزيئات الموجودة تحت السطح وتفْلت من سطح السائل وتدخل في الهواء كغاز. وتعتمد سرعة حدوث التبخر على نوع السائل ودرجة حرارته وكمية بخار السائل الموجودة فوق سطحه.

وتُسمّى كمية الحرارة اللازمة لتحويل جسم صلب إلى سائل أو تحويل سائل إلى غاز **الحرارة الكامنة** .ويجب إبعاد هذه الكمية من الحرارة من الجسم لإرجاع الغاز إلى سائل أو السائل إلي صلب مرة أخرى؛ أي يجب إبعاد 540 سُعرًا حراريًا من كل جرام من بخار الماء عند 100°م لتحويله إلى ماء. ويجب إبعاد 80 سُعرًا من كل جرام من الماء عند صفر°م لتحويله إلى ثلج .**ولنقطتي غليان وتكثيف المادة** نفس درجة الحرارة وكذلك الحال بالنسبة لنقطتي الانصهار والتجمُّد. وتحدد كمية الحرارة التي يكتسبها الجسم أو يفقدها حالته.

ويمكن كذلك، ربط الحرارة الكامنة بالتغيرات التي تحدث في بنية البلورات المكونة للأجسام الصلبة. وعمومًا، تحتاج هذه التغيرات إلى حرارة كامنة أقل بكثير من الحرارة الكامنة للانصهار أو التبخر.

## توظيف الحرارة

تحويل الحرارة إلى حركة .توجد علاقة بين **الطاقة الميكانيكية والطاقة الحرارية** .فمثلاً، تتحول الطاقة الميكانيكية إلى حرارة بوساطة الاحتكاك بين الأجزاء المتحركة لأي آلة. ويمكن، في المقابل، تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية في **المحركات الحرارية**.

ويمكن تقسيم المحركات الحرارية إلى مجموعتين: 1 -**محركات الاحتراق الخارجي** و2-**محركات الاحتراق الداخلي** .وتُنْتَج الحرارة اللازمة لتشغيل محركات الاحتراق الخارجي خارج هذه المحركات. وتتضمن هذه المحركات التوربينات) العنفات) الغازية والبخارية والمحركات البخارية الترددية. أما محركات الاحتراق الداخلي، فإنها تنتج حرارة تشغيلها من الوقود المحترق بداخلها. وتتضمن هذه المحركات محركات الديزل والمحركات التي تُدار بالبنزين ومحركات الطائرة النفاثة ومحركات الصواريخ.

ويمثل **التوربين البخاري** مثالاً جيدًا لمحركات الاحتراق الخارجي. هنا، تحوِّل الحرارة الصادرة من وقود محترق أو مفاعل نووي الماء في الغلاية إلى بخار. وينقل البخار خلال أنابيب إلى التوربين الذي يحتوي على سلسلة من عجلات ذات زعانف معدنية مثبتة بعمود. ويتمدّد البخار ذو درجة الحرارة المرتفعة عندما يندفع خلال التوربين وبالتالي يدفع الزعانف ويجعلها تدور هي والعمود. وتكون درجة حرارة البخار الخارج من التوربين أقل بكثير من درجة حرارة البخار الداخل .ويمكن للعمود الدوّار في هذا المحرك، أن يدير مولدًا كهربائيًا أو يحرك المروحة التي تدفع سفينة أو أن يعمل عملاً آخر مفيدًا.

ويعد محرك سيارة يدار بالبنزين مثالاً جيدًا لمحركات الاحتراق الداخلي. يولد احتراق الوقود (البنزين هنا) في الأسطوانات غازات ساخنة . وتتمدد هذه الغازات وتدفع المكابس إلى أسفل داخل الأسطوانات. ثم تحرك حركة المكابس أجزاء أخرى من السيارة تعمل على دوران العجلات .

التبريد .يمكن خفض درجة حرارة جسم بملامسته لجسم آخر أبرد منه. ويجعل الفرق في درجات الحرارة بين الجسمين الحرارة تنساب من الجسم الأسخن إلى الأبرد. فمثلاً، يحفظ الثلج الموضوع في صندوق معزول الطعام باردًا بإبعاد الحرارة منه. وهناك طريقة أخرى لإبعاد الحرارة من جسم من دون أن يلامس جسمًا آخر أبرد منه وهي طريقة **التبريد الميكانيكي**.

ويعمل التبريد الميكانيكي بتغيير مادة تُسمّى **المبرِّد** من الحالة الغازية إلى حالة السيولة ثم إلى الحالة الغازية مرة أخرى. ففي الثلاجة مثلاً، تعصر المضغطة مبردًا غازيًا إلى حجم صغير. ويقلل الضغط تبعثر واضطراب المبرد بقدر كبير بحيث يتحول إلى سائل. بعد ذلك، يتمدد المبرد السائل المضغوط عند صمام يؤدي إلى أنابيب موجودة في الجزء المعزول من الثلاجة. وعندما ينخفض الضغط بسبب التمدّد تنخفض درجة الحرارة كذلك، وبالتالي يمتص المبرد حرارة من الطعام الموجود في الثلاجة. وتنخفض درجة حرارة الطعام متى ما ظلت الحرارة تنساب خارجة منه. ويتحول المبرد المسخن بامتصاصه للحرارة إلى غاز ومن ثَمّ ينساب خلال أنابيب أخرى راجعًا إلي المضغطة، ومن ثَمّ تبدأ دورة التبريد مرة أخرى.

نظريًا، أبرد درجة حرارة يمكن أن يصل إليها جسم هي **الصفر المطلق**، وهو يساوي -273,15°م.وتقع دراسة كيفية الوصول إلى درجات حرارة مقاربة للصفر المطلق ضمن مجال فيزياء الحرارة المنخفضة. انظر :**التقريس، علم** .

## التعرف على الحرارة

نظرية السائل السعري .كان معظم الفيزيائيين حتى أواخر القرن الثامن عشر الميلادي يعتقدون أن الحرارة مائع غير مرئي يُسمّى **السائل السعري** .واعتقدوا أن الأجسام تسخن عندما ينساب السائل السُّعري إليها وتصير باردة عندما ينساب خارجًا منها. ولأن الأجسام لها الوزن نفسه سواء أكانت ساخنة أم باردة، فقد استنتج الفيزيائيون أن السائل السعري ليس له وزن، وبالتالي لا يمكن أن يكون مادة.

وأثارت بحوث شخصين في حوالي أواخر القرن الثامن عشر الميلادي أسئلة عن الحرارة عجزت نظرية السائل السعري عن الإجابة عليها؛ ففي عام1798 م شاهد الفيزيائي الأمريكي المولد بنيامين تومسون، الذي يعرف أيضًا بلقب كونت رومفورد، عملية صناعة المدافع بميونيخ في ألمانيا. لاحظ هذا الفيزيائي أن المثقابات التي تستخدم في ثقب المدافع، تنتج حرارة بالاحتكاك حتى بعد أن تصير كليلة ولم تعد تقطع أيّ جزء من الفلز. ولا تستطيع نظرية السائل السعري تفسير انبعاث الحرارة إلا إذا كان المثقاب يقطع بالفعل فلزًا. ومع ذلك، تنتج كمية من الحرارة غير محدودة متى ما أدير مثقاب ليدور على فلز حتى لو لم يقطعه المثقاب.

وفي عام 1799م، صهر الكيميائي البريطاني السّير همفري ديفي، قطعتين من الثلج بدلكهما معًا داخل إناء عند درجة حرارة تحت نقطة تجمد الماء .وعجزت نظرية السائل السعري مرة أخرى عن تفسير عملية إنتاج الحرارة. وأثارت ملاحظات تومسون وديفي شكوكًا حول نظرية السائل السعري. ولكن لم يقترح أحد تفسيرًا آخر للحرارة.

الحرارة والطاقة .بُرْهِنَتْ فكرة أن الحرارة شكل من أشكال الطاقة في منتصف القرن التاسع عشر الميلادي. ولقد طوّر البرهان إلى حد كبير ثلاثة أشخاص هم جوليوس روبرت فون ماير، وهو طبيب وفيزيائي ألماني، وهيرمان فون هيلمولتز، وهو فيزيائي ألماني، وجيمس جول، وهو فيزيائي بريطاني.

لاحظ ماير أن الناس في المناخات الباردة والمناخات الساخنة يحتاجون كميات مختلفة من طاقة الطعام للحفاظ على درجة حرارة أجسامهم عند الدرجة الطبيعية المعتادة. ونشر أبحاثه في عام 1842م، ولكنها لم تحظ بتطوير علمي لعدد كبير من السنين. وفي عام 1847م، نشر هيلمهولتز بحثًا عن الحرارة والطاقة، وأورد في بحثه هذا أن الحرارة شكل من أشكال الطاقة، وحظيت فكرته هذه بقبول سريع .

خلال الأربعينيات من القرن التاسع عشر الميلادي، قاس جول كمية الطاقة الميكانيكية اللازمة لرفع درجة حرارة كمية معينة من الماء بدرجات حرارة معينة. وسُمِّيت العلاقة بين الطاقة الميكانيكية والطاقة الحرارية **المكافئ الميكانيكي للحرارة**.

ودلت تجارب جول المبكرة على أن 4,507 جول من الطاقة الميكانيكية تنتج سُعرًا حراريًا واحدًا. وقام الفيزيائيون في وقت متأخر بعد ذلك بقياسات أكثر دقة للمكافئ الميكانيكي للحرارة، فوجدوه يساوي 4,182 جول لكل سُعر حراري. ويرجع مُسمَّى الجول إلى الفيزيائي البريطاني جيمس بريسكوت جول .

الديناميكية الحرارية .هي علم دراسة العلاقة بين الحرارة وأشكال الطاقة الأخرى. وهي مبنية على ثلاثة **قوانين**.

والقانون الأول للدينامية الحرارية هو قانون بقاء الطاقة .ويقرر هذا القانون أن الطاقة تحتفظ بمقدارها، لا تنقص ولا تزيد خلال العمليات الطبيعية. ويمكن أن تغير الطاقة شكلها مثلاً، من طاقة داخلية إلى طاقة حركية ميكانيكية ولكن تبقى الطاقة الكلية لأي **منظومة** مقدارًا ثابتًا.

ووفقًا للقانون الثاني تعمل **كل الأحداث التلقائية**) الطبيعية) لزيادة الإنتروبي (أي درجة الفوضى) داخل المنظومة. يمكن أن تبذل منظومة شغلاً مفيدًا مستمرًا حتى تصل إلى أقصى إنتروبي أو فوضى ممكنة لها. ولكن عندما تبذل منظومة شغلاً فإن الإنتروبي تزداد إلى أن تصبح المنظومة عاجزة عن بذل أي شغل بعد ذلك.

ويتعلق القانون الثالث للدينامية الحرارية بالصفر المطلق. ويقرر هذا القانون أنه لايمكن خفض درجة حرارة أي منظومة إلى الصفر المطلق

**أسئلة**

1. ماذا كانت تعني نظرية السائل السُّعري؟
2. لماذا يكون للجسور والمباني وصلات تمدد؟
3. ما الطرق الثلاث لانتقال الحرارة؟
4. ما أهم مصادرنا للحرارة؟
5. ما الحرارة النوعية؟
6. ما الفرق الأساسي بين درجة الحرارة وكمية الحرارة؟
7. كيف يوقف العزل انتقال الحرارة بالحمل؟
8. ماذا تفعل المحركات الحرارية؟
9. بأيّ طرق يُحدث اكتساب أو فقدان كمية من الحرارة تغييرًا في المادة؟

جميع الحقوق محفوظة لموقع عيون البصائر
http://www.elbassair.net