



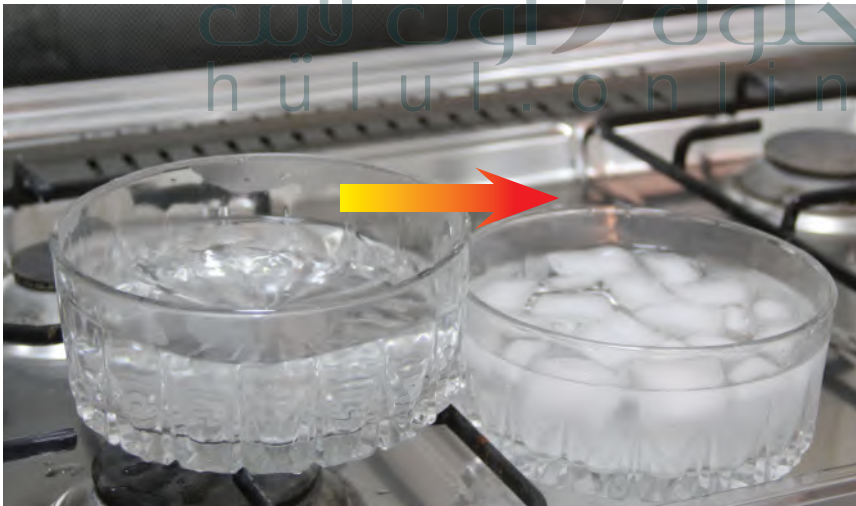
# انتقال الحرارة

## طرائق انتقال الحرارة

تنتقل الطاقة الحرارية من الجسم الأسخن إلى الجسم الأبرد دائماً، ولا يمكن أن تنتقل الطاقة الحرارية في الاتجاه المعاكس. ويفقد الجسم الأسخن طاقة حرارية، فتقل درجة حرارته، في حين يكتسب الجسم الأبرد طاقة حرارية تؤدي إلى رفع درجة حرارته، انظر الشكل ٣. ويمكن أن تحدث عملية نقل الطاقة الحرارية هذه بثلاث طرائق، هي: التوصيل أو الإشعاع أو الحمل.

## التوصيل

عندما تأكل فطيرة ساخنة فإنك تختبر ظاهرة التوصيل الحراري. فعندما تلامس الفطيرة الساخنة فمك تنتقل الطاقة الحرارية منها إلى فمك. ويسمى انتقال الطاقة الحرارية عن طريق التلامس المباشر **التوصيل** Conduction. يحدث التوصيل الحراري عندما تتصادم جزيئات مادة ما مع الجزيئات المجاورة لها. عندما تضع مكعباً من الثلج على راحة يدك، كما في الشكل ٤، فإن الجزيئات المتحركة بسرعة في جلد يدك تتصادم مع جزيئات الماء المتحركة ببطء في مكعب الثلج، فتنتقل الطاقة الحرارية



الشكل ٣ تنتقل الطاقة الحرارية بين جسمين إذا اختلفا في درجتي حرارتهما، وتنتقل من الجسم الأسخن إلى الجسم الأبرد دائماً.

## في هذا الدرس

### الأهداف

- **تصف** ثلاث طرائق تنتقل بها الطاقة الحرارية.
- **تمييز** المواد الموصلة والمواد العازلة.

### الأهمية

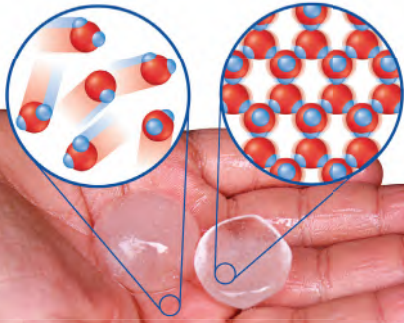
- تتمكن من السيطرة على عملية انتقال الطاقة الحرارية من منزلك وإليه؛ لكي تحافظ على أجواء معتدلة فيه.

### مراجعة المفردات

الحرارة: طاقة تنتقل من جسم إلى آخر نتيجة اختلاف درجتي حرارتهما.  
الموجة الكهرومغناطيسية: موجة تنتج عن اهتزاز الشحنات الكهربائية، وهي تنتقل في المادة وفي الفراغ.

### المفردات الجديدة

- التوصيل
- الإشعاع
- الحمل
- التوصيل الحراري
- الموصل
- الحرارة النوعية
- التلوث الحراري



من يدك الساخنة إلى الثلج البارد، فتزداد سرعة جزيء الماء فيه. ونتيجة لذلك يسخن الثلج، وترتفع درجة حرارته. أما جزيئات الجلد فتقل سرعتها نتيجة فقدانها طاقة حرارية، فتبرد يدك. تنتقل الحرارة بالتوصيل عادة في المواد الصلبة، وذلك بسبب قرب جزيئاتها بعضها من بعض، حيث تتصادم الجزيئات معاً دون أن تحتاج إلى قطع مسافات كبيرة. ونتيجة لذلك تكون سرعة انتقال الطاقة الحرارية بالمواد الصلبة أسرع من المواد السائلة ومن الغازات بسبب تقارب جزيئاتها.

**الشكل ٤** ينصهر مكعب الثلج في يدك بسبب توصيل الحرارة.

**ماذا قرأت؟** لماذا يكون انتقال الحرارة في المواد الصلبة والسائلة أسهل مما في الغازات؟

## الإشعاع

عند سيرك خارج المنزل في يوم مشمس تحس بحرارة الشمس. كيف انتقلت الطاقة الحرارية من الشمس إلى جو الأرض؟ بالتأكيد لم يكن هذا بطريقة التوصيل، بسبب وجود فراغ بين الأرض والشمس يخلو تقريباً من المادة، بل إن انتقال الطاقة الحرارية كان بطريقة الإشعاع. وتنتقل الطاقة الحرارية بالإشعاع Radiation عند نقل الطاقة على شكل موجات كهرومغناطيسية؛ حيث تحمل هذه الموجات الطاقة الحرارية خلال الفراغ، كما هو خلال المادة. أي أن نقل الحرارة بالإشعاع يحدث في المواد الصلبة والسائلة والغازات، وخلال الفراغ.

ليست الشمس المصدر الوحيد للإشعاع؛ فكل الأجسام تصدر إشعاعاً كهرومغناطيسياً، ويتفاوت مقدار الإشعاع؛ حيث تصدر الأجسام الساخنة إشعاعات أكثر من الأجسام الباردة. كما أن الدفء الذي تحس به عندما تجلس أمام المدفأة ناتج عن الطاقة الحرارية المنقولة إليك من المدفأة عن طريق الإشعاع.

## الحمل الحراري

عندما تقوم بتسخين إبريق ماء على الموقد فإن الطاقة الحرارية تنتقل خلال الماء بطريقة أخرى غير الإشعاع والتوصيل. ففي السوائل والغازات (الموائع) تتحرك الذرات والجزيئات بحرية أكبر مما في المواد الصلبة. ونتيجة لذلك تنتقل هذه الجزيئات من مكان إلى آخر حاملة معها طاقتها الحرارية. ويسمى هذا الانتقال للطاقة الحرارية داخل المادة

الحمل الحراري Convection.

ملاحظة الإشعاع

تجربة عملية

ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين



## تجربة

### مقارنة معدلات الانصهار

#### الخطوات

١. املاً كأساً بمكعبات من الثلج، ثم أضف إليها الماء، وانتظر حتى ينصهر الثلج كله.

٢. ضع مكعب ثلج في كوب.

٣. ضع مكعب ثلج آخر له نفس حجم المكعب في الخطوة ٢، في كوب مماثل، وأضف إليه بعض الماء الذي حضرته سابقاً إلى ارتفاع ستمتر واحد.

٤. راقب زمن انصهار كل مكعب من المكعبين.

#### التحليل

١. أي المكعبين انصهر أسرع؟ ولماذا؟

٢. أيهما أكثر عزلاً للحرارة: الماء أم الهواء؟ وضح إجابتك.

**نقل الطاقة الحرارية بالحمل** تنتقل الطاقة الحرارية بالحمل عند تسخين الماء في إبريق. في البداية تنتقل الطاقة الحرارية من الموقد إلى جزيئات الماء أسفل الإبريق، فتزداد سرعة حركة هذه الجزيئات بزيادة طاقتها الحرارية، ويتباعد بعضها عن بعض، وتقل كثافة الماء، بينما يبقى الماء البارد الأكثر كثافة في الأعلى. ونتيجة لذلك يتحرك الماء الساخن إلى أعلى، ليحل محله ماء بارد هابط إلى أسفل. ثم يتم تسخين الماء في الأسفل، فيرتفع إلى أعلى، وتستمر هذه الدورة حتى يسخن ماء الإبريق كله، ويصل إلى درجة الحرارة نفسها.

**الحمل الحراري الطبيعي** يحدث الحمل الحراري الطبيعي عندما يصعد المائع (غازاً أو سائلاً) الساخن القليل الكثافة إلى أعلى نتيجة دفع المائع البارد العالي الكثافة الهابط إلى أسفل. تأمل شاطئ البحر؛ ففي أثناء النهار يكون الماء أبرد من اليابسة، ويكون الهواء الذي يعلو البحر أبرد من الهواء الذي يعلو اليابسة كما في الشكل ٥، حيث يسخن الهواء الذي يعلو اليابسة، فتتباعه جزيئاته وتقل كثافته، فيرتفع إلى أعلى، ويتدفق الهواء البارد ذو الكثافة العالية من فوق البحر نحو اليابسة، فتشعر

**ج1: ينصهر مكعب الثلج في الماء الثلج أسرع؛ لأن الماء الثلج رديء العزل**

**ج2: الهواء عازل أفضل؛ لأن جزيئات الهواء تفصلها بعضها عن بعض مسافات أكبر من المسافات بين جزيئات فتكون تصادمها وقلها للطاقة الحرارية يكون بطيئاً**



**الشكل ٥** تنتج حركة الرياح عند شاطئ البحر بسبب الحمل الحراري الطبيعي.



**الشكل ٦** يستخدم هذا الحاسوب الحمل الحراري القسري، من أجل إحاطة المكونات الإلكترونية بالهواء البارد.

**ابحث** عن مثال آخر في الحمل الحراري القسري.



## استخدام مروحة كهربائية لجعل شخص يشعر بالبرودة

### ملاحظة الحمل الحراري

#### الخطوات

١. املاً كأساً زجاجية سعتها ٢٥٠ مل بماء في درجة حرارة الغرفة.
٢. سخّن كمية قليلة من الماء في كأس سعتها ٥٠ مل حتى يغلي.
٣. ضع بحذر قطعة نقد معدنية في الماء الساخن واتركها دقيقة واحدة.
٤. ارفع قطعة النقد من الماء بملقط، وضعها على الطاولة، وضع فوقها مباشرة الكأس التي سعتها ٢٥٠ مل.
٥. استخدم القطارة لتضع قطرة واحدة من صبغة الطعام داخل الكأس التي سعتها ٢٥٠ مل وبالقرب من قاعها.
٦. راقب ما يحدث في الكأس بضع دقائق.

### التحليل

ماذا حدث عندما وضعت قطرة صبغة الطعام داخل الماء بالقرب من قاع الكأس؟ فسّر ما شاهدته.

قوة خارجية في مائع، كالهواء أو الماء، فتحرّكه لكي ينقل الطاقة الحرارية. وتعد المروحة مثلاً على الأدوات المستخدمة لتحريك الهواء. ففي الحواسيب مثلاً تُستخدم مروحة صغيرة لدفع الهواء خلال المكونات الإلكترونية، لمنع الارتفاع المستمر في درجة حرارتها، وحمايتها من التلف. تدفع المروحة الهواء البارد نحو القطع الإلكترونية، كما هو موضح في الشكل ٦، فتنتقل الطاقة الحرارية من القطع الإلكترونية إلى الهواء المحيط بها، ثم يُطرد الهواء الساخن بسبب ضخ الهواء البارد بفعل المروحة. وتواصل القطع الإلكترونية فقدها للطاقة الحرارية كلما دخل إليها الهواء البارد بفعل المروحة.

## الموصلات الحرارية

لماذا تُصنع قدور الطبخ عادة من الألومنيوم أو الفلزات الأخرى؟ ولماذا يسخن مقبض ملعقة معدنية عندما تُوضع في إناء حساء ساخن؟ الإجابة في الحالتين هي أن الفلزات موصلات جيدة للحرارة. **فالموصل** Conductor هو أي مادة تنقل الطاقة الحرارية بسهولة. وتكون بعض المواد موصلات جيدة، بسبب نوع ذراتها، أو بسبب احتوائها على روابط كيميائية معينة.

### ماذا قرأت؟ ☒ ما المادة الموصلة؟ أي مادة يمكنها نقل الحرارة بسهولة

تذكر أن الذرة لها نواة محاطة بإلكترونات أو أكثر. ولذرات مواد معينة - ومنها الفلزات - إلكترونات ضعيفة الارتباط مع النواة، لذلك تكون هذه الإلكترونات حرة الحركة نسبياً، مما يمكنها من الانتقال من ذرة إلى أخرى، والمساعدة على نقل الطاقة الحرارية. وأفضل الموصلات الحرارية هي الفلزات، ومنها الذهب والنحاس.

## العوازل الحرارية

عند طهي الطعام، نرغب عادة في استخدام قدر يوصل الحرارة بسهولة من الموقد إلى الطعام، وفي الوقت نفسه نفضل ألا تسخن مقابض القدر. لذا تُصنع مقابض أواني الطهي من مواد عازلة. والعازل الحراري مادة لا تنتقل الطاقة الحرارية خلالها بسهولة. ويكون العزل الحراري للسوائل والغازات عادة أفضل منه للمواد الصلبة؛ فالهواء عازل جيد، وتحتوي معظم المواد العازلة على فقاعات هوائية تعمل على تقليل انتقال الطاقة الحرارية خلال المادة بطريقة التوصيل. والموصلات الجيدة - ومنها الفلزات - تكون عوازل رديئة، كما أن العوازل الجيدة موصلات رديئة.

تُبنى المنازل بحيث تحتوي جدرانها على طبقة من المواد العازلة لمنع انتقال الطاقة الحرارية عبر الجدران بين داخل المنزل وخارجه. ويبين الشكل ٧ استخدام الصوف الصخري للعزل المنزلي. وكذلك يوضع زجاج مزدوج لأبواب بعض النوافذ وثلاجات العرض، بحيث يحصر لوحا الزجاج بينهما طبقة من الهواء أو غازاً عازلاً آخر، فتزداد فاعلية التكييف في المنزل أو فاعلية التبريد في الثلاجة.



**الشكل ٧** تعمل المواد العازلة في المنازل والبنائيات على التقليل من انتقال الطاقة الحرارية بين الهواء داخل المنزل والهواء خارجه.

## امتصاص الحرارة

من السهل أن تسير حافي القدمين في يوم حار على العشب في حديقة عامة، ولكن هل جربت ذلك على أرضية الشارع المعبدة بالأسفلت؟ لماذا يكون الأسفلت أسخن من العشب؟ يعتمد مقدار تغير درجة حرارة جسم ما عند تسخينه على المادة المكوّنة له.

**الحرارة النوعية** يعتمد التغير في درجة حرارة جسم ما عند تسخينه على **الحرارة النوعية** Specific Heat لمادته؛ وهي مقدار الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة ١ كجم من المادة درجة سلسيوسية واحدة. وتحتاج المواد ذات الحرارة النوعية العالية إلى طاقة حرارية أكبر لرفع درجة حرارتها، مقارنة بالمواد ذات الحرارة النوعية المنخفضة. فرمال الشاطئ مثلاً لها حرارة نوعية أقل من الحرارة النوعية للماء، ولذلك يسخن الرمل أسرع من الماء عندما تُسخّنهما أشعة الشمس في النهار. أما في الليل فتحس ببرودة الرمل ودفء الماء؛ لأن درجة حرارة الماء تنخفض أبطأ من درجة حرارة الرمل عندما تنتقل الطاقة الحرارية من كل منهما إلى الهواء البارد.

## التلوث الحراري

الكثير من المصانع ومحطات توليد الطاقة الكهربائية تستخدم الماء في التبريد، ولذلك تُطرح الماء الحار من بين مخلفات التصنيع. وإذا تم التخلص من هذا الماء الحار في البحر أو البحيرات



ج1: يعتبر الهواء المحصور بين جزيئات هذه المواد موصلًا ضعيفًا للحرارة ويمنع الطاقة الحرارية من الانتقال بسهولة خلال المواد

ج2: للرمال حرارة نوعية منخفضة مقارنة بالماء ولذلك تتغير درجة حرارة الرمال بشكل أكبر من درجة حرارة الماء عندما يفقد الرمل والماء حرارتهما للوسط المحيط

**تأثير التلوث الحراري** يجبر ارتفاع درجة حرارة الماء الأسماك وباقي المخلوقات

ج3: لا، فالحرارة هي الطاقة الحرارية المنقولة لجسم لآخر على أكسجين مداب اقل مما في الماء البارد فقد تموت بعض المخلوقات بسبب نقص الأكسجين.

ج4: عندما تزداد درجة حرارة أحد طرفي المائع يصبح أقل كثافة ويدفع إلى أعلى بواسطة المائع الأبرد المجاور وفي أثناء ارتفاع المائع الساخن إلى أعلى يفقد طاقته الحرارية للوسط المحيط الأبرد حتى يبرد بما يكفي لغوصه ثانية

باستخدام أبراج خاصة، كالتي بينها الشكل ٨.

ج5: تعمل البطانية كوسط عازل يمنع من انتقال الطاقة الحرارية من جسمك إلى الوسط المحيط

**طاقة انتقال الحرارة**

ج6: بالقرب من سطح الأرض حيث يصعد الهواء الساخن إلى أعلى وينقل الطاقة الحرارية إلى كافة طبقات الهواء الباردة في أثناء صعوده

ج7: أضع قطعة شمع عند نهايتي قضيب حديد وقضيب خشب لهما نفس الأبعاد ثم أضع الطرف الساخن لكلا القضيبين في كأس ماء ساخن، سينصهر الشمع أولاً على القضيب الذي يوصل الحرارة أكثر، العوامل المستقلة هي درجة حرارة الماء الساخن وأبعاد كل من القضيبين، أما العوامل التابعة فهي: تركيب مادة القضيب

## الدرس ٢

### اختبر نفسك

١. وضح لماذا تكون بعض المواد - ومنها الفلين الصناعي والفرو والريش - رديئة التوصيل للحرارة؟
٢. وضح لماذا تبرد رمال الشاطئ ليلاً أسرع من ماء البحر؟
٣. استنتج إذا كان للمادة طاقة حرارية فهل يكون لها حرارة أيضاً؟
٤. صف كيف تنتقل الطاقة الحرارية من مكان إلى آخر بطريقة الحمل؟
٥. وضح لماذا تساعد البطانية على حفظ جسمك دافئاً؟
٦. التفكير الناقد إذا كان المطلوب تدفئة غرفة بشكل منتظم فأيهما أفضل: وضع فتحات التدفئة قرب أرضية الغرفة أم قرب السقف؟ فسر إجابتك.

### تطبيق المهارات

٧. تصميم تجربة لتحديد أيهما أفضل توصيلاً للحرارة: الحديد أم الخشب؟ حدد المتغيرات المستقلة والتابعة في تجربتك.

تستخدم محطة توليد كهرباء أبراج التبريد بخفض درجة حرارة الماء الحار الناتج عنها.