دليل المُعلِّم

الكيمياء

الصف العاشر

الفصل الدراسي الثاني

10

دليل المعلم مع اجابات الكتاب واوراق العمل لمادة الكمياء الوحدة الخامسة الطاقة الكيميائية الصف العاشر الفصل الثاني ٢٠٢١

الطاقةُ الكيميائيةُ
Chemical Energetics

أتأمّل الصورة

- وجِّه الطلبة إلى تأمل صورة الوحدة، ثم إجابة أسئلة «أتأمل الصورة» .
- استمع لإجابات الطلبة وناقشهم فيها، موضحاً لهم ما يأتي:

إن الذرات تختزن الطاقة في الروابط الناشئة بينها في ما يعرف بطاقة الرابطة، فعند تفاعل المواد تتكسر الروابط بين ذرات المواد المتفاعلة، وتنشأ روابط جديدة بين ذرات المواد الناتجة؛ ونتيجة لذلك فإن التفاعل قد يمتص الطاقة أو يبعثها في ما يُعرف بالطاقة المرافقة للتفاعل؛ وبهذا تعد الروابط الكيميائية المصدر الأساسي للطاقة المرافقة للتفاعلات الكيميائية.

الوحدةُ 5
الطاقةُ الكيميائيةُ
Chemical Energetics

أتأمّلُ الصورةَ

تُستخدَمُ الطاقةُ في العديدِ منْ مجالاتِ الحياةِ اليوميةِ، كاحتراقِ الوقودِ في السياراتِ والمركباتِ الفضائيةِ، والاستخداماتِ المنزليةِ، والصناعيةِ والتعدينِ وغيرِها، وتعدُّ التفاعلاتُ الكيميائيةُ مصدرًا رئيسًا للطاقةِ في مختلفِ المجالاتِ، فما مصدرُ الطاقةِ المرافقةِ للتفاعلاتِ الكيميائيةِ؟

الفكرة العامة:

- اقرأ الفكرة العامة للوحدة للطلبة، أو اكتبها على اللوح، ثم مهِّد للوحدة بالحديث عن الطاقة وأشكالها واستخداماتها في مجالات الحياة اليومية، ثم اطرح على الطلبة السؤالين الآتيين:

- ما مصدر الطاقة الأساسي على سطح الأرض؟

- ما مصدر هذه الطاقة؟

تعد الطاقة الشمسية المصدر الأساسي للطاقة المتجددة على سطح الأرض، وتنتج هذه الطاقة من تفاعلات الانصهار والاندماج النووي التي تحدث في لب الشمس.

بيِّن للطلبة أن التفاعلات الكيميائية من المصادر الرئيسة للطاقة على سطح الأرض، فكثير من التفاعلات الكيميائية يرافق حدوثَها انبعاث للطاقة؛ سواءٌ أكانت حرارية، أم كهربائية، أم غيرها.

- وفي هذه الوحدة سوف ندرس الطاقة الحرارية المرافقة للتفاعلات الكيميائية، وبعض التحولات الفيزيائية للمادة.

مشروع الوحدة:

- اقترح على الطلبة تصميم مشروع حول الطاقة الكيميائية، مثل:

1. مشروع تجارب في الكيمياء: كلِّف مجموعات الطلبة بإجراء التجارب الواردة في الوحدة، وتصويرها فيديو وتحميل هذه الفيديوهات على الموقع الإلكتروني للمدرسة أو صفحتها على موقع: (الفيس بوك).
2. مشروع «العب مع الكيمياء»: كلف مجموعة من الطلبة بعرض فيديوهات لتفاعلات كيميائية ممتعة تعتمد على الطاقة المرافقة للتفاعلات، أو بتنفيذ بعض التجارب وتصويرها، مثل: (نموذج البركان، أو كرة اللهب، أو التجمد الفوري، أو إشعال شمعة دون الاقتراب منها، وغيرها) وعرضها أمام الطلبة في حصص النشاط.

الفكرةُ العامةُ:

تعدُّ التفاعلاتُ الكيميائيةُ المصدرَ الأساسيَّ لأشكالِ الطاقةِ على سطحِ الأرضِ.

الدرسُ الأولُ: تغيراتُ الطاقةِ في التفاعلاتِ الكيميائيةِ.

الفكرةُ الرئيسةُ: يرافقُ التغيراتِ الكيميائيةَ والفيزيائيةَ التي تحدثُ للموادِّ امتصاصٌ للطاقةِ أوِ انبعاثٌ لَها.

الدرسُ الثاني: الطاقةُ الممتصةُ والمنبعثةُ منَ المادةِ.

الفكرةُ الرئيسةُ: تتبادلُ الموادُّ الطاقةَ في ما بينَها وبينَ الوسطِ المحيطِ تبعًا لطبيعتِها واختلافِ درجةِ حرارتِها.

الدرسُ الثالثُ: حساباتُ الطاقةِ في التفاعلاتِ الكيميائيةِ.

الفكرةُ الرئيسةُ: يرافقُ حدوثَ التفاعلاتِ الكيميائيةِ تغيرٌ في المحتوى الحراريِّ، يمكنُ حسابُهُ بطرائقَ مختلفةٍ.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **قضايا ذات العلاقة بالعمل:** التخطيط.

وجِّه الطلبة إلى أن التخطيط مرحلة أساسية في إدارة المشاريع، تساعد على قيادة المشروع نحو النجاح، وذلك بدءًا من: تحديد الأهداف من المشروع، والأنشطة والإجراءات، وتوزيع المهام والادوار المطلوبة للأداء ولتحقيق تلك الأهداف؛ الأمر الذي يساعد في نجاح المشروع واستدامته.

الطاقة المرافقة للتفاعل

الهدف: استكشاف الحرارة المرافقة للتفاعل.

زمن التنفيذ: 5 دقائق

إرشادات الأمن والسلامة:

- توجيه الطلبة إلى ضرورة اتباع إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- توجيه الطلبة إلى ارتداء معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.
- توجيه الطلبة إلى الحذر من تذوق محلول حمض الكبريتيك المركز، أو لمسه بأيديهم.
- توجيههم إلى ضرورة التخلص من النفايات بصورة صحيحة بعد الانتهاء من التجربة.

المهارات العلمية: القياس، الملاحظة ، الاستنتاج.

الإجراءات والتوجيهات:

- جهِّز المواد والأدوات قبل وصول الطلبة إلى المختبر.
- وزِّع الطلبة إلى مجموعات، واطلب إليهم اتباع خطوات تنفيذ التجربة بشكل متسلسل.
- تجوَّل بين مجموعات الطلبة موجِّها ومرشدًا ومساعدًا.
- تابع الطلبة أثناء تنفيذ الإجراءات، ووضِّح لهم الغاية من كل خطوة أثناء التنفيذ.
- تأكد من أن الطلبة تمكنوا من ملاحظة ارتفاع درجة الحرارة.

تنبيه: وجِّه انتباه الطلبة في الخطوة (3) إلى إضافة الحمض إلى الماء ببطء، والانتظار إلى حين ثبات درجة حرارة المحلول، ثم أخذ قراءة مقياس الحرارة.

توجيه: استثمر نتائج هذه التجربة؛ لتعريف الطلبة بالتفاعل الطارد للحرارة. واطلب إليهم الرجوع إلى الورقة الخاصة بالتجربة الاستهلالية في كتاب الأنشطة والتجارب العملية.

التحليل والاستنتاج:

1. تؤدي إضافة محلول الحمض إلى الماء إلى: تسخين المحلول، ورفع درجة حرارته.
2. أستنتج أن تفاعل إذابة الحمض في الماء طارد للحرارة.

استراتيجية التقويم: الملاحظة. **أداة التقويم:** سلم قائمة الرصد.

الرقم	معيار الأداء	التقدير: نعم	التقدير: لا
1	يأخذ الكمية المطلوبة من الحمض بشكل دقيق.		
2	يحدد كمية الحمض في المخبار المدرج بطريقة علمية صحيحة.		
3	يسكب محلول الحمض على الماء ببطء وحذر.		
4	يقرأ مقياس درجة الحرارة بشكل صحيح.		
5	ينظم المعلومات التي يحصل عليها في جدول.		
6	يصف النتائج التغيرات في درجة الحرارة بدقة.		
7	يتوصل إلى استنتاجات صحيحة من خلال التجربة.		

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **بناء الشخصية:** التعلم المتبادل.

وضِّح للطلبة أن توزيع المهام أثناء العمل يتيح لأفراد المجموعة المشاركة الفعالة في الإنجاز، ويوفر فرصة للجميع للتعلم دون أن يستأثر بعض أفراد المجموعة بالعمل بصورة منفردة، ويعزز التعلم المتبادل، ويجعل الطلبة مسؤولين عن تعلمهم.

الدرس 1

تغيرات الطاقة في التفاعلات الكيميائية
Energy Changes in Chemical Reactions

1 تقديم الدرس

الفكرة الرئيسة:

الطاقة المرافقة للتفاعل الكيميائي.

- اكتب الفكرة الرئيسة على اللوح. ثم وضِّح للطلبة أن التفاعلات الكيميائية وكذلك التحولات الفيزيائية يرافق حدوثَها انبعاث للطاقة أو امتصاص لها.

الربط بالمعرفة السابقة:

- اطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– ما المقصود بقانون حفظ الطاقة؟

استمع لإجاباتهم، وذكِّرهم بقانون حفظ الطاقة: «الطاقة لاتفنى، ولا تستحدث ولكنها تتحول من شكل الى آخر»، وذكِّرهم بأهم العمليات الحرارية كعمليات التسخين والتبريد، وعلمية التبخر وعملية التكاثف، وأن بعض هذه العمليات يؤدي إلى إنتاج طاقة حرارية، وبعضها الآخر يتطلب حدوثها تزويدها بكمية كافية من الطاقة الحرارية.

2 التدريس

بناء المفهوم:

- اطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– ما المقصود بالمحتوى الحراري؟

استمع لإجابات الطلبة، وبيِّن لهم أن كثيرًا من التفاعلات يرافق حدوثَها انبعاث للطاقة الحرارية مثل تفاعلات الاحتراق، وأن مصدر هذه الطاقة هو الطاقة المخزونة في المواد، في ما يُعرف بالمحتوى الحراري (الانثالبي) الذي يرمز إليه بالحرف (H)، وأن الطاقة المرافقة للتفاعلات تُسمّى التغير في المحتوى الحراري، ويرمز إليها بالرمز (ΔH).

استخدام الصور والأشكال:

- وجِّه الطلبة الى دراسة الشكل (1/أ، ب) وإجابة الأسئلة الآتية:

– هل تتغير طاقة المواد المتفاعلة في أثناء التفاعل؟

– أي الشكلين (أ) أم (ب) تكون فيه طاقة المواد الناتجة أعلى؟

– أي الشكلين (أ) أم (ب) زادت فيه طاقة المواد بعد التفاعل؟

– أي الشكلين (أ) أم (ب) قلَّت فيه طاقة المواد بعد التفاعل؟

استمع لإجابات الطلبة، وناقشهم فيها وبيِّن لهم أن طاقة المواد المتفاعلة تتغير خلال التفاعل وبعده، وأن التفاعلات يرافق حدوثَها تغير في المحتوى الحراري للمواد. طاقة المواد الناتجة في الشكل (أ) أعلى من طاقة المواد المتفاعلة، وهذا يشير إلى أن طاقة المواد زادت بعد التفاعل. وأن طاقة المواد الناتجة في الشكل (ب) أقل من طاقة المواد المتفاعلة، وهذا يشير إلى أن طاقة المواد قلَّت بعد التفاعل.

المناقشة:

- اطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– هل يكون التغير في المحتوى الحراري (ΔH) موجبًا أم سالبًا؟

استمع لإجابات الطلبة وناقشهم فيها، ثم بيِّن لهم أن التغير في المحتوى الحراري (ΔH) للتفاعل يكون موجبًا عند امتصاص المواد للطاقة، ويكون المحتوى الحراري للمواد الناتجة أكبر منه للمواد المتفاعلة الشكل (أ). ويكون سالبًا عند انبعاث الطاقة من التفاعل، ويكون المحتوى الحراري للمواد الناتجة أقل منه للمواد المتفاعلة الشكل (ب).

الفكرةُ الرئيسةُ:
يرافقُ التغيراتِ الكيميائيةَ والفيزيائيةَ التي تحدثُ للموادِّ امتصاصٌ للطاقةِ أو انبعاثٌ لَها.

نتاجاتُ التعلم:
- أبيِّنُ أهميةَ الطاقةِ في التفاعلاتِ الكيميائيةِ، وأشكالَها، وتطبيقاتِها.
- أصنفُ التفاعلاتِ الكيميائيةَ وفقَ الطاقةِ المصاحبةِ لَها إلى ماصَّةٍ وطاردةٍ.
- أوظفُ التكنولوجيا للبحثِ في الطاقةِ المصاحبةِ للتفاعلاتِ الكيميائيةِ.

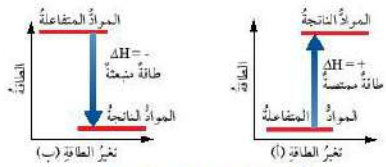
المفاهيمُ والمصطلحاتُ:
- الطاقةُ Energy
- المحتوى الحراريُّ Enthalpy
- تفاعلاتٌ طاردةٌ للحرارةِ Exothermic Reactions
- تفاعلاتٌ ماصةٌ للحرارةِ Endothermic Reactions
- الانصهارُ Fusion
- التبخرُ Evaporation
- التجمدُ Freezing
- التكاثفُ Condensation
- التسامي Sublimation
- طاقةُ الانصهارِ المولية Molar Fusion Energy
- طاقةُ التبخرِ المولية Evaporation Energy Molar

الطاقةُ المرافقةُ للتفاعلِ الكيميائيِّ:
Energy Accompaniment the Chemical Reactions

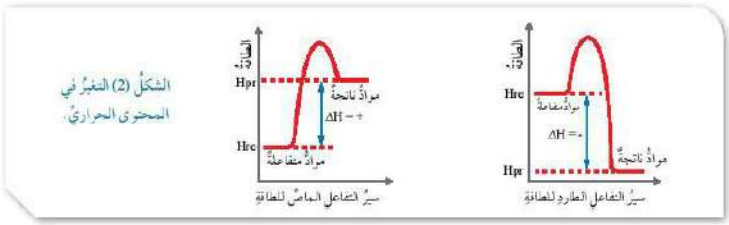
يرافقُ حدوثَ الكثيرِ منَ التفاعلاتِ انبعاثُ كمياتٍ منَ الطاقةِ مثلَ الناتجةِ عنِ احتراقِ الوقودِ (غازِ الطبخِ، والفحمِ وغيرِها)، في حينِ تحتاجُ بعضُ التفاعلاتِ إلى امتصاصِ الطاقةِ حتى تحدثَ، مثلَ طهوِ الطعامِ وتفاعلاتِ البناءِ الضوئيِّ وغيرِها، ويهتمُّ الكيميائيونَ بدراسةِ تغيراتِ الطاقةِ التي ترافقُ هذهِ العملياتِ والتفاعلاتِ، فما مصدرُ هذهِ الطاقةِ؟ وكيفَ يمكنُ تمييزُ التفاعلاتِ المختلفةِ؛ وفقًا لتغيراتِ الطاقةِ التي ترافقُ حدوثَها؟

التغيرُ في المحتوى الحراريِّ (الإنثالبي): Change in Enthalpy

تحدثُ الكثيرُ منَ التفاعلاتِ الكيميائيةِ في المختبراتِ، وفي أجسامِ الكائناتِ الحيةِ عندَ ضغطٍ ثابتٍ، ويرافقُ حدوثَها انبعاثٌ أو امتصاصٌ للطاقةِ، ما يشيرُ إلى تغيراتٍ تحدثُ على الطاقةِ المخزونةِ في الموادِّ المتفاعلةِ والناتجةِ التي تُسمّى المحتوى الحراريَّ Enthalpy، وهوَ كميةُ الطاقةِ المخزونةِ في مولٍ منَ المادةِ، ويُرمَزُ إليهِ بالرمزِ (H)، ويُطلَقُ على كميةِ الطاقةِ الممتصةِ أو المنبعثةِ خلالَ التفاعلِ التغيرَ في المحتوى الحراريِّ للتفاعلِ، ويُرمَزُ إليهِ بالرمزِ (ΔH)، وقدْ تكونُ إشارتُهُ موجبةً أوْ سالبةً؛ فإذا كانتِ الطاقةُ ممتصةً خلالَ التفاعلِ تكونُ (ΔH) ذاتَ إشارةٍ موجبةٍ (+)، أمّا إذا كانتِ الطاقةُ منبعثةً منَ التفاعلِ فتكونُ ذاتَ إشارةٍ سالبةٍ (–)، ويبينُ الشكلُ (1) مخططَ تغيرِ المحتوى الحراريِّ للتفاعلِ.



الشكلُ (1) تغيرُ المحتوى الحراريِّ للتفاعلِ.



الشكل (2) التغيرُ في المحتوى الحراريّ.

يعتمدُ التغيرُ في المحتوى الحراريّ (ΔH) على الحالةِ النهائيةِ والحالةِ الابتدائيةِ للتفاعلِ، ولا يعتمدُ على الطريقةِ التي يحدثُ بها التفاعلُ، كما يتضحُ منَ الشكلِ (2) الذي يبينُ مخططَ التغيرِ في المحتوى الحراريّ لتفاعلٍ طاردٍ للطاقةِ، وتفاعلٍ آخرَ ماصٍّ لَها.

يُلاحَظُ أنَّ التغيرَ في المحتوى الحراريّ للتفاعلِ يمثلُ الفرقَ بينَ المحتوى الحراريّ للموادِّ الناتجةِ (H_{pr})، والمحتوى الحراريّ للموادِّ المتفاعلةِ (H_{re})، ويُقاسُ بالكيلوجول/ مول (kJ/mol)، ويمكنُ حسابهُ باستخدامِ العلاقةِ الآتيةِ:

التغير في المحتوى الحراريّ للتفاعل =

المحتوى الحراريّ للموادّ الناتجة - المحتوى الحراريّ للموادّ المتفاعلة.

$$\Delta H = (H_{pr}) - (H_{re})$$

أفكر كيف يتمُّ انتقالُ الحرارةِ من المدفأةِ إلى الأشخاصِ المحيطين بها؟

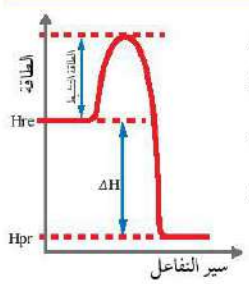
تفاعلاتٌ طاردةٌ للحرارةِ: Exothermic Reactions

تنتقلُ الطاقةُ في كثيرٍ منَ التفاعلاتِ منَ الموادِّ المتفاعلةِ إلى الوسطِ المحيطِ مثلَ تفاعلاتِ احتراقِ الوقودِ، وتفاعلاتِ التعادلِ التي تحصلُ بينَ الحمضِ والقاعدةِ. فمثلًا عندَ احتراقِ الوقودِ في المدفأةِ تنبعثُ عنهُ طاقةٌ حراريةٌ؛ ما يفضي إلى رفعِ درجةِ حرارةِ الوسطِ المحيطِ، ويشعرُ المحيطونَ بالمدفأةِ بالدفءِ، وكذلكَ عندَ احتراقِ سكرِ الجلوكوزِ في الخلايا فإنَّهُ يزودُها بالطاقةِ اللازمةِ لأداءِ العملياتِ الحيويةِ المختلفةِ. يُطلَقُ على التفاعلاتِ التي منْ هذا النوعِ اسمُ التفاعلاتِ الطاردةِ للحرارةِ Exothermic Reactions؛ حيثُ يكونُ المحتوى الحراريُّ للموادِّ الناتجةِ (H_{pr}) أقلَّ منَ المحتوى الحراريِّ للموادِّ المتفاعلةِ (H_{re})، وبناءً عليهِ؛ فإنَّ التغيرَ في المحتوى الحراريِّ (ΔH) للتفاعلِ يصبحُ سالبًا.

نشاط سريع التغير الفيزيائي.

أحضر أنبوب اختبار يحتوي (5ml) من محلول حمض الهيدروكلوريك، واطلب إلى بعض الطلبة أن يلمسوا قعر الأنبوب؛ للتحقق من درجة حرارته، ثم أسقط بلطف قطعة صغيرة من الكالسيوم وحرِّك الأنبوب، واطلب إلى الطلبة أن يلمسوا قعر الأنبوب، ويقارنوا بين درجة حرارته قبل إضافة الكالسيوم وبعدها، ثم اطلب إليهم أن يقدموا ملاحظاتهم.

معلومة إضافية



نظرية التصادم. تنص هذه النظرية على أن: «التفاعل بين المواد يحدث اثر تصادم دقائقها التي تمتلك طاقة كافية تصادما فعالا». ويُطلق على هذه الطاقة اسم طاقة التنشيط، وتُعرَّف بأنها: الحد الأدنى من الطاقة اللازمة للتغلب على التجاذب بين الذرات عند تصادمها.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- وجِّه الطلبة إلى تأمل الشكل (2) واطلب إليهم تتبع تغير الطاقة خلال سير التفاعل. ثم اطرح عليهم السؤالين الآتيين:

- كيف تتغير طاقة المواد المتفاعلة خلال سير التفاعل؟
- ما التغير النهائي الذي حدث على المحتوى الحراري للمواد المتفاعلة؟

- استمع لإجابات الطلبة وناقشهم فيها، ثم وضِّح لهم أن طاقة المواد المتفاعلة تزداد خلال سير التفاعل؛ لتصل إلى أعلى قيمة لها، ثم تنخفض عند تكوين المواد الناتجة، وأن تغير المحتوى الحراري (ΔH) يعتمد على الحالة النهائية والحالة الابتدائية لطاقة المواد.

وأنه يمثل الفرق بين المحتوى الحراري للمواد الناتجة والمتفاعلة، ثم اكتب العلاقة الرياضية للتغير في المحتوى الحراري (ΔH) على اللوح.

◄ المناقشة:

- اطرح على الطلبة السؤال الآتي:

- كيف يمكن تصنيف التفاعلات من حيث الطاقة المرافقة لحدوثها؟

استمع لإجابات الطلبة، وبيِّن لهم أن هناك تفاعلات طاردة للطاقة، وأخرى ماصة للطاقة مع ذكر بعض الأمثلة.

- اطرح على الطلبة الأسئلة الآتية:

- كيف تعمل المدفئة التي تعمل بالكيروسين على رفع درجة حرارة الجو المحيط؟
- كيف تحصل خلايا الجسم على الطاقة اللازمة لأدائها العمليات الحيوية المختلفة؟ وإلام تُصنف هذه التفاعلات؟

استمع لإجابات الطلبة وناقشهم فيها، وبيِّن لهم أن احتراق الوقود يؤدي إلى انبعاث طاقة حرارية.

ثم وضِّح لهم أن احتراق سكر الجلوكوز في الخلايا هو مصدر الطاقة اللازمة للخلية.

ثم بيِّن لهم انها تفاعلات طاردة للحرارة حيث يكون المحتوى الحراري للمواد الناتجة أقل منه للمواد المتفاعلة، وأن تغير المحتوى الحراري لهذه التفاعلات يكون سالبًا.

أفكر تنتقل الحرارة من المدفئة إلى الأشخاص المحيطين بها عن طريق الحمل والإشعاع.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- وجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (3) ومعادلة تفاعل المغنيسيوم مع حمض الهيدروكلوريك، واطلب إليهم تحديد: أيها له محتوى حراري أكبر: المواد المتفاعلة أم الناتجة؟

استمع لإجابات الطلبة، وبيِّن لهم أن كتابة الحرارة في جهة المواد الناتجة من المعادلة يشير إلى انبعاث الحرارة من التفاعل، وأن التفاعل طارد للطاقة، وأن هذه الحرارة تمثل التغير في المحتوى الحراري (ΔH) للتفاعل.

وبيِّن لهم أهم فوائد هذه الحرارة المنبعثة من التفاعل، واستخداماتها.

◄ المناقشة:

- اطرح على الطلبة السؤالين الآتيين:

- هل جميع التفاعلات طاردة للحرارة؟ ومتى يكون التفاعل ماصًّا لها؟

استمع لإجابات الطلبة وناقشهم بها وبيِّن لهم أن ليست جميع التفاعلات طاردة للطاقة، وأن بعض التفاعلات تكون ماصة للحرارة مثل تحلل $CaCO_3$، وتحلل $NaHCO_3$، والبناء الضوئي، إذ يتطلب حدوثها امتصاص مقدار كاف من الطاقة لكسر الروابط بين الذرات، ويكون المحتوى الحراري للمواد الناتجة (H_{pt}) أكبر من المحتوى الحراري للمواد المتفاعلة (H_{re}). ويكون التغير في المحتوى الحراري (ΔH) موجبًا.

التدريس المدمج:

وجِّه الطلبة إلى تنفيذ موضوع التعلم باستخدام برمجية (صانع الأفلام)، ومشاركته زملاءهم في الصف.

أتذكر وذلك لأن كمية الحرارة الناتجة من التفاعل أكبر بكثير من كمية الحرارة الممتصة اللازمة لبدء التفاعل.

◄ تعزيز: مفهوم التفاعل الماص للحرارة.

- وضِّح للطلبة أن انصهار قطعة من الجليد عند وضعها في وعاء من الماء أو العصير، يعود إلى أن قطعة الجليد تمتص الحرارة من الماء؛ مما يسبب انخفاض درجة حرارة الماء، وتبريده.

الشكلُ (3) التفاعلُ الطاردُ للطاقةِ.

فمثلاً يتفاعلُ شريطُ المغنيسيومِ (Mg) معَ محلولِ حمضِ الهيدروكلوريكِ (HCl) كما في الشكلِ (3)، وترتفعُ درجةُ حرارةِ المحلولِ، ما يعني أنَّ التفاعلَ طاردٌ للحرارةِ، حيثُ تنطلقُ طاقةٌ حراريةٌ منَ التفاعلِ تُسببُ رفعَ درجةِ حرارةِ المحلولِ، وهذهِ الطاقةُ تمثلُ التغيرَ في المحتوى الحراريِّ للتفاعلِ (ΔH)، ويمكنُ التعبيرُ عنِ التفاعلِ بالمعادلةِ الحراريةِ الآتيةِ:

$$Mg_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow MgCl_{2\,(aq)} + H_{2(g)} + Heat$$

يُستفادُ منَ الحرارةِ (Heat) المنبعثةِ منَ التفاعلاتِ الطاردةِ للطاقةِ في مختلفِ مناحي الحياةِ كعملياتِ طهوِ الطعامِ، والتسخينِ، وتشغيلِ المركباتِ، والآلاتِ الصناعيةِ وغيرِها.

أتذكر يُستخدمُ تفاعلُ الثيرمايتِ في لحامِ قضبانِ السككِ الحديديةِ، ويتطلبُ ذلكَ تزويدَهُ بكميةٍ كبيرةٍ منَ الحرارةِ لبدءِ التفاعلِ، ورغمَ ذلكَ يُعدُّ تفاعلُ الثيرمايتِ طارِدًا للحرارةِ. أفسِّرُ ذلكَ.

أعملُ فلمًا قصيرًا باستخدامِ برنامجِ صانعِ الأفلامِ (Movie Maker)، يبيِّنُ التفاعلاتِ الطاردةَ والماصةَ للطاقةِ، وعلاقتَها بالمحتوى الحراريِّ، وأحرصُ على أنْ يشتملَ على رسومٍ تخطيطيةٍ لمحياتِ الطاقةِ، وصورٍ لأمثلةٍ توضيحيةٍ، ثمَّ أشاركُهُ معلمي وزملائي في الصفِّ.

تفاعلاتٌ ماصَّةٌ للحرارةِ: Endothermic Reactions

تحتاجُ بعضُ التفاعلاتِ إلى كميةٍ منَ الطاقةِ للتغلبِ على الروابطِ بينَ ذراتِ الموادِّ المتفاعلةِ؛ فتمتصُّ هذهِ الموادُّ الطاقةَ منَ الوسطِ المحيطِ؛ ممَّا يسببُ انخفاضًا في درجةِ حرارةِ الوسطِ المحيطِ، مثلُ تفاعلاتِ التحللِ الحراريِّ، فمثلًا يتطلبُ تحللُ كربوناتِ الكالسيومِ ($CaCO_3$) امتصاصَ كميةٍ منَ الطاقةِ لكسرِ الروابطِ بينَ الذراتِ وتحللِ المادةِ، وكذلكَ تفاعلُ البناءِ الضوئيِّ الذي يحصلُ في النباتِ يمتصُّ الطاقةَ اللازمةَ لحدوثِهِ منْ ضوءِ الشمسِ، ويُطلَقُ على التفاعلاتِ التي منْ هذا النوعِ اسمُ التفاعلاتِ الماصَّةِ للحرارةِ Endothermic Reactions، حيثُ يكونُ المحتوى الحراريُّ للموادِّ الناتجةِ (H_{pt}) أكبرَ منَ المحتوى الحراريِّ للموادِّ المتفاعلةِ (H_{re})، ومنْ ثَمَّ؛ فإنَّ التغيرَ في المحتوى الحراريِّ (ΔH) يصبحُ موجبًا.

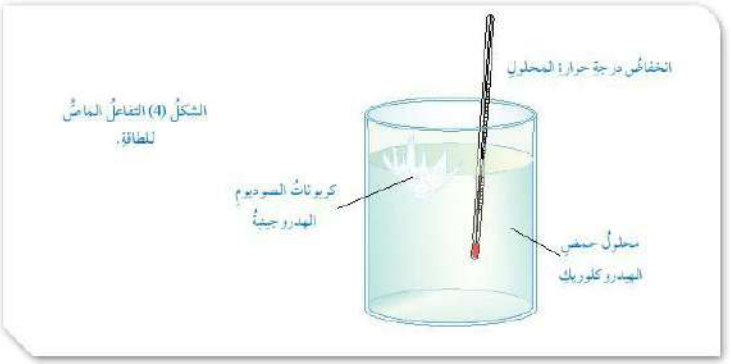
إضاءة للمُعلِّم

تفاعل الثيرمايت Thermite Reaction

اكتشف هذا التفاعل من قبل الكيميائي الألماني هانز جولدشميت عام (1895)، والثيرمايت مسحوق يتكون من أكسيد معدن مع مسحوق أحد المعادن ومن أشهر أنواعه: مسحوق الألمنيوم مع أكسيد الحديد III (Fe_2O_3). يعد تفاعل الثيرمايت من تفاعلات الإحلال الأحادي حيث يستخدم فيه الألمنيوم باعتباره وقودًا، فعند احتراق مسحوق الثيرمايت يحل الألمنيوم محل الحديد في الأكسيد؛ مما يؤدي إلى إنتاج كمية كبيرة من الطاقة تنطلق إلى الوسط المحيط، وتتسبب في رفع درجة حرارة الوسط المحيط بالتفاعل الى حوالي 2400 °C، وهذه الحرارة كافية لصهر الحديد الناتج من التفاعل ، ولذلك يستخدم تفاعل الثيرمايت في لحام قضبان السكك الحديدية، والمعادلة الآتية توضح ذلك:

$$Fe_2O_{3(s)} + 2Al_{(s)} \rightarrow 2Fe_{(l)} + Al_2O_{3(s)} + HEAT$$

ولا يقتصر مصطلح الثيرمايت على مسحوق الألمنيوم وأكسيد الحديد، وإنما يشمل كثيرًا من أنواع الفلزات مثل: المغنيسيوم، والخارصين، والتيتانيوم، وكذلك كثيرًا من الأكاسيد مثل: أكسيد البورون، واكسيد البزموث، وأكسيد السيليكون، وأكسيد المنغنيز، وغيرها.



فمثلاً لوحِظَ عندَ إضافةِ كربوناتِ الصوديومِ الهيدروجينيةِ ($NaHCO_3$) إلى محلولِ حمضِ الهيدروكلوريكِ (HCl) انخفاضٌ في درجةِ حرارةِ المحلول، كما يبينُ الشكلُ (4)؛ الأمرُ الذي يعني أنَّ التفاعلَ امتصَّ الطاقةَ منَ المحلولِ وتسببَ في خفضِ درجةِ حرارةِ المحلولِ، وهذهِ الطاقةُ تمثلُ التغيرَ في المحتوى الحراريِّ للتفاعلِ (ΔH)، ويمكنُ التعبيرُ عنِ التفاعلِ كما في المعادلةِ الآتيةِ:

$$NaHCO_{3(S)} + HCl_{(aq)} + Heat \rightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

أتحقَّقُ:

1- أيُّ التفاعلاتِ الآتيةِ يعدُّ ماصًّا للطاقةِ، وأيُّها يعدُّ طاردًا لَها:

أ) $C_{(S)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + Heat$

ب) $CaCO_{3(s)} + Heat \rightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$

2- ماذا تمثلُ الطاقةُ في كلٍّ منَ التفاعليْنِ السابقيْنِ؟ وما إشارتُها؟

أبحثُ

يُستفادُ منَ التفاعلاتِ الطاردةِ للحرارةِ في عملِ الوجباتِ الساخنةِ منْ دونِ لهبٍ. مستعينًا بالكلماتِ المفتاحيةِ الآتيةِ: (التسخينُ منْ دونِ لهبٍ، الوجباتُ الساخنةُ لروادِ الفضاءِ) أبحثُ كيفيةَ تحضيرِ هذهِ الوجباتِ، وأكتبُ تقريرًا بذلكَ، أوْ أصمِّمُ عرضًا تقديميًّا حولَ الموضوعِ، وأعرضُهُ أمامَ زملائي.

◄ استخدام الصور والأشكال:

وجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (4)، ومعادلة تحلل كربونات الكالسيوم الهيدروجينية، وإلى إجابة السؤال الآتي:

- كيف تستدل من المعادلة أن التفاعل ماصّ للطاقة؟

استمع لإجابات الطلبة، وبيِّن لهم أن طاقة حرارية أضيفت إلى المواد المتفاعلة في المعادلة؛ ما يعني أن المواد المتفاعلة امتصت الحرارة، والتفاعل ماصّ للحرارة، وأن هذه الحرارة تمثل التغير في المحتوى الحراري للتفاعل. وأن مجموع المحتوى الحراري للمواد المتفاعلة بالإضافة إلى الطاقة المرافقة للتفاعل يكون مساويًا لمجموع المحتوى الحراري للمواد الناتجة.

أبحثُ

وجِّه الطلبة إلى دراسة قضية البحث، باستخدام الكلمات المفتاحية (التسخين من دون لهب، الوجبات الساخنة لرواد الفضاء)، وإلى كتابة تقرير بذلك، أو تصميم عرض تقديمي حول الموضوع، وعرضه أمام زملائهم.

أتحقَّقُ:

1) أ) التفاعل طارد للطاقة.

ب) التفاعل ماص للطاقة.

2) الطاقة في كل من التفاعلين تمثل التغير في المحتوى الحراري للتفاعل. ويكون سالبًا للتفاعل في المعادلة الأولى، وموجبًا في التفاعل الثاني.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **بناء الشخصية:** التعلم المستمر.

يعد التعلم المستمر من الاستراتيجيات الأساسية في بناء الشخصية وتنميتها؛ فهو يساعد الفرد على الحصول على المعرفة في المجالات المختلفة من مصادر متعددة؛ ما يساعد الفرد على تنمية معارفه، وتعزيز قدراته على: الحفظ، والفهم، والتحليل، والتفكير المنطقي؛ ويفضي إلى تطوير مهاراته لمواكبة التطورات العلمية المتسارعة من حوله بشكل مستمر.

التجربة 1

التفاعل الطارد والتفاعل الماص للطاقة

الهدف: تمييز التفاعلات الطاردة والماصة للطاقة.

إرشادات الأمن والسلامة:

- توجيه الطلبة إلى ضرورة اتباع إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- توجيه الطلبة إلى ارتداء معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.
- توجيه الطلبة إلى الحذر من تذوق محلول حمض الهيدروكلوريك (HCl)، أو استنشاق بخاره.
- توجيههم إلى الحذر من لمس محلول هيدروكسيد الصوديوم أو كلوريد الأمونيوم أو تذوقهما.
- توجيههم إلى ضرورة التخلص من النفايات بصورة صحيحة بعد الانتهاء من التجربة.

المهارات العلمية: القياس، الملاحظة، الوصف، الاستنتاج.

الإجراءات والتوجيهات:

- جهِّز المواد والادوات قبل وصول الطلبة إلى المختبر، ويفضل أن تنفذ التجربة وحدك في يوم سابق.
- وزع الطلبة إلى مجموعات، واطلب إليهم اتباع خطوات تنفيذ التجربة بشكل متسلسل.
- تجوَّل بين مجموعات الطلبة موجِّهًا ومرشدًا ومساعدًا.
- تابع الطلبة اثناء تنفيذ الإجراءات، ووضِّح لهم الغاية من كل خطوة أثناء التنفيذ.
- تأكد من أنهم تمكنوا من ملاحظة تغيرات درجة حرارة المحاليل.

تنبيه: وجِّه انتباه الطلبة إلى أنه يجب اضافة محلول القاعدة إلى الحمض ببطء وحذر، والانتظار إلى حين ثبات درجة حرارة المحلول ثم أخذ قراءة مقياس الحرارة.

التحليل والاستنتاج:

1. تزداد درجة حرارة المحلول؛ أستنتج أن التفاعل طارد للحرارة.
2. تنخفض درجة حرارة المحلول؛ أستنتج أن التفاعل ماص للحرارة.
3. تزداد درجة حرارة؛ ما يعني أن التفاعل طارد للحرارة، وهذا ما سبَّب ارتفاع درجة حرارة المحلول الناتج.
4. في الحالتين الأولى والثالثة: تنتقل الحرارة من التفاعل إلى الوسط المحيط؛ مما يسبب ارتفاعًا في درجة حرارة المحلول الناتج في الحالتين. أما في حالة إضافة كلوريد الأمونيوم إلى الماء فإن الانخفاض في درجة حرارة المحلول يعود إلى أن التفاعل يحصل على الطاقة اللازمة لحدوثه من الماء؛ ما سبب انخفاض درجة حرارته، ما يعني أن الحرارة انتقلت من الوسط المحيط إلى التفاعل.

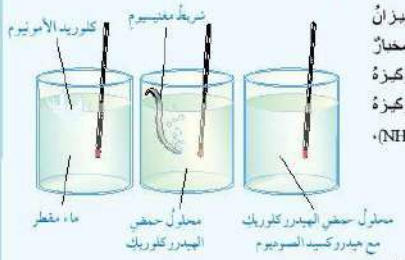
توظيف التكنولوجيا

ابحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن مقاطع فيديوهات تعليمية او عروض تقديمية لبعض التجارب الكيميائية الممتعة المتعلقة بالكيمياء الحرارية. ويمكنك مشاركة الطلبة هذه المواد التعليمية عن طريق الصفحة الإلكترونية للمدرسة، أو تطبيق التواصل الاجتماعي (الواتس اب) أو إنشاء مجموعة على تطبيق (Microsoft teams)، أو أية وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذويهم.

التجربة 1

التفاعلُ الطاردُ للطاقةِ والتفاعلُ الماصُّ للطاقةِ

المواد والأدوات: ثلاثُ كؤوسٍ زجاجيةٍ، ميزانُ حرارةٍ، ملعقةٌ، ميزانٌ حساسٌ، قضيبٌ زجاجيٌّ، مخبارٌ مدرجٌ، محلولُ حمضِ الهيدروكلوريك (HCl) تركيزهُ (0.5mol/L)، هيدروكسيدُ الصوديوم (NaOH) تركيزهُ (0.5mol/L)، بلوراتُ كلوريدِ الأمونيوم (NH_4Cl)، شريطٌ من المغنيسيوم (2cm)، ماءٌ مقطرٌ.



إرشاداتُ السلامةِ:

- أتبعُ إرشاداتِ السلامةِ العامةِ في المختبرِ.
- أرتدي معطفَ المختبرِ والنظاراتِ الواقيةَ والقفازاتِ.
- أحذرُ من تذوقِ محلولِ حمضِ الهيدروكلوريك (HCl)، أو استنشاقِ بخارهِ.
- أحذرُ من لمسِ محلولِ هيدروكسيدِ الصوديومِ أو كلوريدِ الأمونيومِ أو تذوقِ أيٍّ منهما.

خطواتُ العملِ:

1. **أقيسُ:** أضعُ في الكأسِ الأولى (20ml) منْ محلولِ حمضِ الهيدروكلوريك باستخدامِ المخبارِ المدرجِ. وأقيسُ درجةَ حرارةِ المحلولِ في الكأسِ، وأسجلُها.
2. **أقيسُ:** أضيفُ شريطًا من المغنيسيومِ طولُهُ (2cm)، أحركُ المحلولَ ببطءٍ، وأقيسُ درجةَ حرارتهِ، وأسجلُها.
3. **ألاحظُ** درجةَ حرارةِ المحلولِ بعدَ إضافةِ شريطِ المغنيسيومِ؛ هلِ ارتفعتْ أمِ انخفضتْ؟
4. **أقيسُ:** أضعُ في الكأسِ (20ml) باستخدامِ المخبارِ المدرجِ. وأقيسُ درجةَ حرارةِ الماءِ، وأسجلُها.
5. **أزنُ:** باستخدامِ الميزانِ الحساسِ أزنُ (5g) منْ كلوريدِ الأمونيومِ، وأضيفُها إلى الكأسِ، وأحركُ المحلولَ ببطءٍ، **وأقيسُ** درجةَ حرارةِ المحلولِ، وأسجلُها.
6. **ألاحظُ** درجةَ حرارةِ الماءِ بعدَ إضافةِ كلوريدِ الأمونيومِ؛ هلِ ارتفعتْ أمِ انخفضتْ؟
7. **أقيسُ.** أضعُ في الكأسِ الثالثةِ (20ml) منْ محلولِ حمضِ الهيدروكلوريك باستخدامِ المخبارِ المدرجِ. وأقيسُ درجةَ حرارتهِ وأسجلُها.
8. **أقيسُ:** أضيفُ إلى الكأسِ (20ml) من محلولِ هيدروكسيدِ الصوديومِ، وأحركُ المحلولَ ببطءٍ، وأقيسُ درجةَ حرارتهِ وأسجلُها.
9. **ألاحظُ** درجةَ حرارةِ المحلولِ بعدَ إضافةِ هيدروكسيدِ الصوديومِ؛ هلِ ارتفعتْ أمِ انخفضتْ؟
10. **أنظمُ:** أسجلُ البياناتِ والقياساتِ، وأنظمُها في جدولٍ.

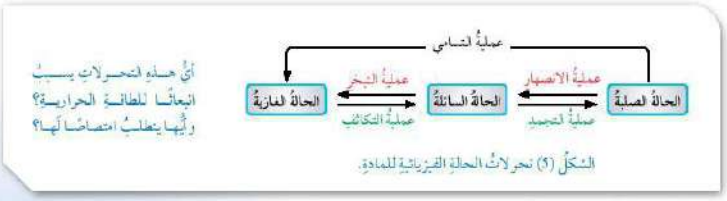
التحليلُ والاستنتاجُ:

1- **أصفُ** التغيرَ الذي يحدثُ لدرجةِ حرارةِ محلولِ حمضِ الهيدروكلوريك بعدَ تفاعلهِ مع شريطِ المغنيسيومِ. ماذا أستنتجُ؟

2- **أصفُ** التغيرَ الذي يحدثُ لدرجةِ حرارةِ الماءِ بعدَ تفاعلهِ مع كلوريدِ الأمونيومِ. ماذا أستنتجُ؟

3- **أصفُ** التغيرَ الذي يحدثُ لدرجةِ حرارةِ محلولِ حمضِ الهيدروكلوريك بعدَ إضافةِ هيدروكسيدِ الصوديومِ. ماذا أستنتجُ؟

4- **أفسرُ** التغيرَ الذي يحصلُ لدرجةِ الحرارةِ في كلِّ حالةٍ.



الشكلُ (5) تحولاتُ الحالةِ الفيزيائيةِ للمادةِ.

الطاقةُ والحالةُ الفيزيائيةُ للمادةِ:
Energy and Physical State of Matter

توجدُ المادةُ في حالاتٍ فيزيائيةٍ ثلاثٍ، هيَ: الصلبةُ والسائلةُ والغازيةُ، ولكلٍّ منْ هذهِ الحالاتِ خصائصُ معينةٌ تعتمدُ على طبيعةِ المادةِ والروابطِ بينَ جسيماتِها، ويمكنُ أنْ تتحولَ المادةُ منْ حالةٍ فيزيائيةٍ إلى أخرى، فيمكنُ تحوُّلُ الغازاتِ إلى سوائلَ بالضغطِ والتبريدِ، كذلكَ يمكنُ تحويلُ المادةِ الصلبةِ إلى السائلةِ بالتسخينِ، وهذا يشيرُ إلى أنَّهُ يرافقُ تحولَ المادةِ منْ حالةٍ فيزيائيةٍ إلى أخرى تغيراتٌ في الطاقةِ؛ فقدْ يكونُ هذا التحولُ ماصًّا للطاقةِ أوْ طاردًا لَها. ويبينُ الشكلُ (5) تغيراتِ الطاقةِ المصاحبةَ للتحولاتِ الفيزيائيةِ للمادةِ:

الانصهارُ Fusion:

عمليةُ تحويلِ المادةِ منَ الحالةِ الصلبةِ إلى الحالةِ السائلةِ، وهذا يتطلبُ تزويدَ المادةِ بكميةٍ كافيةٍ منَ الطاقةِ الحراريةِ؛ للتغلبِ على الترابطِ بينَ جزيئاتِ المادةِ أوْ ذراتِها، وهذا يعني أنَّ الانصهارَ عمليةٌ ماصَّةٌ للطاقةِ، فمثلًا يمتصُّ الجليدُ طاقةً حراريةً منَ الوسطِ المحيطِ لينحولَ إلى الماءِ السائلِ، وهوَ ما يفسرُ الشعورَ ببرودةِ الجوِّ نتيجةَ انخفاضِ درجةِ حرارتِه؛ بسببِ انصهارِ الثلجِ في أيامِ الشتاءِ، وتعتمدُ كميةُ الطاقةِ اللازمةُ للانصهارِ على كميةِ الجليدِ، وتُسمّى كميةُ الطاقةِ اللازمةُ لتحويلِ مولٍ منَ الجليدِ عندَ درجةِ حرارةٍ ثابتةٍ إلى الحالةِ السائلةِ **طاقةَ الانصهارِ المولية** Molar Fusion Energy، ولكلِّ مادةٍ طاقةُ انصهارٍ خاصةٌ بها، فطاقةُ الانصهارِ المولية للجليدِ مثلاً تساوي (6.01 kJ)، ويمكنُ التعبيرُ عنها بالمعادلةِ الكيميائيةِ الآتيةِ:

$$H_2O_{(s)} + 6.01kJ \rightleftharpoons H_2O_{(l)}$$

إجابة سؤال الشكل (5):

عمليتا الانصهار والتبخر وكذلك عملية التسامي يتطلب حدوثها تزويدها بكمية كافية من الحرارة، ومن ثَم فهي عمليات ماصة للحرارة.

بينما عمليتا التجمد والتكاثف يسبب حدوثهما انبعاثًا للحرارة، ما يعني أنهما عمليتان طاردتان للحرارة.

معلومة إضافية

قوى التجاذب بين الجزيئات

عند تكوين الجزيئات ينشأ بينها قوى تجاذب تسمى قوى التجاذب بين الجزيئات، تجعل جزيئات المادة مترابطة مع بعضها دون أن ينفصل كل جزيء عن الآخر، وهي تختلف عن أنواع الروابط التي تعرفتها في الدروس والصفوف السابقة، ومن أشهر هذه القوى: قوى التجاذب ثنائي القطب، وقوى الترابط الهيدروجيني، وقوى لندن، وهذه القوى هي المسؤولة عن التحولات الفيزيائية للمادة. وسوف تتعرف هذه القوى في الصف اللاحق.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- وجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (5)، ثم وجِّه إليهم السؤال الآتي:

– كيف يجري تحول المادة من حالة إلى أخرى في الشكل؟

– هل يرافق حدوثَ هذه العمليات تغير في التركيب الكيميائي للمادة ؟

استمع لإجابات الطلبة، وناقشهم فيها، وبيِّن لهم أن هذه التغيرات في الحالة الفيزيائية للمادة تحدث بتغير درجة الحرارة، والضغط المؤثر على المادة في حالة المادة الغازية. وأن التركيب الكيميائي للمادة لا يتغير خلال هذه العمليات، إنما تتغير فقط حالتها الفيزيائية، ويرافق ذلك امتصاص المادة للطاقة او انبعاثها منها.

◄ المناقشة:

- اطرح على الطلبة الأسئلة الآتية:

– ما المقصود بالانصهار؟

– كيف تحدث هذه العملية؟

استمع لإجابات الطلبة، وناقشهم فيها مبينًا لهم أن:

الانصهار: تحول المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة، حيث يتطلب ذلك تزويد المادة بكمية كافية من الطاقة للتغلب على التجاذب بين جزيئات المادة أو ذراتها؛ لتتحول إلى الحالة السائلة.

◄ بناء المفهوم:

- اطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– ما المقصود بطاقة الانصهار المولية؟

- وجِّه الطلبة إلى دراسة معادلة تحول الجليد إلى ماء سائل، وبيِّن لهم بالاعتماد على المعادلة أن انصهار مول من الماء الصلب (الجليد) وتحوُّله إلى مول من الماء السائل يتطلب تزويده بكمية من الطاقة تساوي (6.01kJ)، وهذه الكمية من الطاقة تُعرف (بطاقة الانصهار المولية للماء).
- وضِّح لهم أن كمية الطاقة اللازمة لتحول مول من المادة الصلبة إلى الحالة السائلة تُسمى (طاقة الانصهار المولية للمادة).

المناقشة:

- اطرح على الطلبة الأسئلة الآتية:

– ما المقصود بالتبخر؟ وكيف تحدث هذه العملية؟

– ما المقصود بطاقة التبخر المولية؟

استمع لإجابات الطلبة، وناقشهم فيها، وبيِّن لهم مفهوم التبخر مستعينًا بالشكل المرفق في الهامش، وبيِّن لهم أن عملية التبخر تتطلب تزويد المادة بكمية كافية من الحرارة؛ للتغلب على التجاذب بين جزيئات المادة أو ذراتها؛ لتتحول إلى الحالة الغازية.

ثم وظِّف معادلة تبخر الماء لتوضيح طاقة التبخر المولية. ووضِّح لهم المقصود بطاقة التبخر المولية للمادة.

المناقشة:

- اطرح على الطلبة الأسئلة الآتية:

– ما المقصود بعملية التجمد؟ وكيف تحدث هذه العملية؟

– ما المقصود بطاقة التجمد المولية؟

استمع لإجابات الطلبة وناقشهم بها، ثم بيِّن لهم المقصود بالتجمد ووضِّح لهم أنها تتطلب خفض درجة حرارة المادة وفقدها للطاقة؛ مما يزيد من التجاذب بين جزيئاتها أو ذراتها لتتحول إلى الحالة الصلبة. ثم وضِّح لهم المقصود بطاقة التجمد المولية للمادة.

طريقة أخرى للتدريس — الطاقة والحالة الفيزيائية للمادة

- العمل في مجموعات:

– قسِّم الطلبة إلى مجموعات.

– كلِّف كل مجموعة بدراسة إحدى التحولات الفيزيائية للمادة أو اثنتين منها.

– اطلب إلى المجموعات توزيع الأدوار بينهم.

– اطلب إلى المجموعات تعيين مؤقت للمجموعة.

– اطلب إلى المجموعة تعيين ملخص.

– يقدم أفراد المجموعة شرحًا توضيحيًّا للعملية (بحيث يتحدث كل فرد منها عن جزئية محددة).

– يقدم احد افراد المجموعة ملخصًا للحالة الفيزيائية لمجموعته.

– بعد تقديم المجموعات مهامَّها، استمع لأسئلة الطلبة، وأدر نقاشًا حول هذه التساؤلات، وقدم لهم إجابات عليها.

التبخرُ Evaporation:

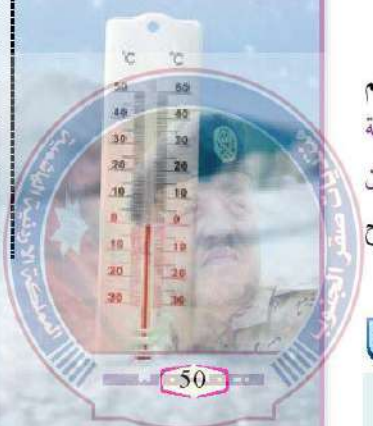
عمليةُ تحولِ المادةِ منَ الحالةِ السائلةِ إلى الحالةِ الغازيةِ، حيثُ تصبحُ جزيئاتُ المادةِ أوْ ذراتُها أكثرَ قدرةً على الحركةِ؛ ما يتطلبُ تزويدَها بكميةٍ منَ الطاقةِ الحراريةِ تعملُ على تحريرِ الجزيئاتِ أوِ الذراتِ منْ قوى الترابطِ بينَها في الحالةِ السائلةِ، وبذلكَ، فهيَ عمليةٌ ماصةٌ للطاقةِ؛ حيثُ تستمدُّ المادةُ الطاقةَ الحراريةَ اللازمةَ منَ الوسطِ المحيطِ، وهذا يفسرُ الشعورَ بالبرودةِ أوِ القشعريرةِ بعدَ الاستحمامِ، إذْ يتبخرُ الماءُ عنْ سطحِ الجسمِ مستمِدًّا الطاقةَ الحراريةَ اللازمةَ لذلكَ منَ الجلدِ؛ ما يخفِّضُ حرارةَ الجسمِ ويُحدِثُ الشعورَ بالبرودةِ، ويُطلَقُ على كميةِ الطاقةِ اللازمةِ لتبخيرِ مولٍ منَ المادةِ عندَ درجةِ حرارةٍ معينةٍ طاقةَ التبخرِ المولية Molar Evaporation Energy، ولكلِّ مادةٍ طاقةُ تبخرٍ خاصةٌ بِها؛ فطاقةُ التبخرِ المولية للماءِ مثلاً تساوي: (40.7 kJ)، ويمكنُ التعبيرُ عنْها بالمعادلةِ الكيميائيةِ الآتيةِ:

$$H_2O_{(l)} + 40.7\ kJ \rightleftharpoons H_2O_{(g)}$$

التجمدُ Freezing:

عمليةُ تحوُّلِ المادةِ السائلةِ إلى صلبةٍ عنْ طريقِ تبريدِها بخفضِ درجةِ حرارتِها؛ ممّا يقللُ منْ حريةِ حركةِ الجزيئاتِ أوِ الذراتِ، ويزيدُ منْ تجاذبِها وتماسكِها، وهذا يتطلبُ فقدانَها كميةً منَ الطاقةِ، ويُطلَقُ على هذهِ العمليةِ: التجمدُ Freezing، وكميةُ الطاقةِ الناتجةُ عنْ تجمدِ مولٍ منَ المادةِ عندَ درجةِ حرارةٍ معينةٍ تساوي الطاقةَ اللازمةَ لصهرِها عندَ درجةِ الحرارةِ نفسِها. فمثلًا يتجمدُ الماءُ ويتحولُ إلى جليدٍ عندَ درجةِ صفرٍ سليسيوس وفي الوقتِ نفسِهِ ينصهرُ الجليدُ ويتحولُ إلى الماءِ السائلِ عندَ درجةِ الحرارةِ نفسِها، فإذا تمَّ تجميدُ مولٍ منَ الماءِ وتحويلهُ إلى جليدٍ تنطلقُ نتيجةً لذلكَ كميةٌ منَ الطاقةِ تساوي (6.01 kJ)، وتُسمّى طاقةَ التجمدِ المولية Molar Freezing Energy.

أفكر تلعبُ عمليةُ التبخرِ دورًا مهمًّا في الحفاظِ على درجةِ حرارةِ سطحِ الأرضِ وتوزيعِ الحرارةِ عليهِ، أوضحْ ذلكَ.



المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

- يطلق بعض الطلبة على عملية الانصهار اسم الذوبان. وفي الواقع هما عمليتان مختلفتان، فعملية الانصهار عملية فيزيائية تحتفظ المادة خلالها بخواصها الكيميائية وتفقد العديد من خواصها الفيزيائية، بينما عملية الذوبان هي انتشار لمكونات المادة المذابة بين مكونات المذيب، وقد يرافق ذلك حدوث تغيرات في الخصائص الكيميائية والفيزيائية للمادة. أي أن عملية الذوبان تتطلب وجود مذيب ومذاب، في حين أن عملية الانصهار لا تتطلب ذلك.

أفكر عند تبخر المياه من المسطحات المائية فإنها تمتص الحرارة من أشعة الشمس والوسط المحيط، وتختزن هذه الطاقة في بخار الماء الذي ترتفع درجة حرارته وتقل كثافته ويرتفع للأعلى ويتحرك مع الرياح وعند وصوله إلى طبقات الجو العليا الأقل حرارة فإنه يبرد ويتكاثف ويفقد تلك الطاقة، وبهذا فإنه يساعد على نقل الطاقة وتوزيع الحرارة من مكان إلى آخر.

التكاثفُ Condensation:

يتكاثفُ الغازُ ويتحولُ إلى سائلٍ عندَ زيادةِ الضغطِ المؤثرِ عليه وخفضِ درجةِ حرارتِه؛ مما يتيحُ تقاربَ جزيئاتِ الغازِ منْ بعضِها بالقدرِ الذي يسمحُ بتجاذبِها وتحولِها إلى سائلٍ، ويُطلَقُ على هذهِ العمليةِ التكاثفُ Condensation، وهذا أيضًا يسببُ انبعاثَ طاقةٍ حراريةٍ. وتُسمّى كميةُ الطاقةِ المنبعثةُ عندَ تكاثفِ مولٍ منَ الغازِ عندَ درجةِ الغليانِ: طاقةَ التكاثفِ المولية Molar Condensing Energy، وهيَ تساوي طاقةَ التبخرِ المولية. وهكذا نجدُ أنَّ عمليتيْ التجمدِ والتكاثفِ هما تحولاتٌ طاردةٌ للطاقةِ الحرارية.

التسامي Sublimation:

تحولُ المادةِ منَ الحالةِ الصلبةِ إلى الحالةِ الغازيةِ دونَ المرورِ بالحالةِ السائلةِ، وهذا يتطلبُ تزويدَ المادةِ بالطاقةِ اللازمةِ لتكسيرِ الروابطِ بينَ جزيئاتِها أوْ ذراتِها، ويصبحُ التجاذبُ بينَها ضعيفًا جدًّا فتتحولُ إلى الحالةِ الغازية، فتسامي مولٍ منَ الجليدِ مثلاً يتطلبُ تزويدَهُ بمقدارٍ منَ الطاقةِ يساوي (46.71 kJ)، وكميةُ الطاقةِ هذهِ تساوي مجموعَ كميةِ الطاقةِ اللازمةِ في ما لو جرى تحويلُهُ إلى الحالةِ السائلةِ ثمَّ إلى الحالةِ الغازية، ويبينُ الشكلُ (6) تغيراتِ الطاقةِ المصاحبةَ لتحولاتِ الماءِ في الحالاتِ الثلاثِ.

الشكلُ (6) تحولاتُ الطاقةِ الخاصةُ بحالاتِ الماء.

أتحقَّقُ:

أيُّ التحولاتِ الفيزيائيةِ الآتيةِ يرافقُهُ انبعاثٌ للحرارةِ؟ وأيُّها يرافقُهُ امتصاصٌ لَها:

أ) جفافُ الملابسِ بعدَ غسلِها ونشرِها وتعريضِها لأشعةِ الشمسِ.

ب) انصهارُ الكتلِ الجليديةِ أيامَ الربيعِ في المناطقِ الشماليةِ منَ الكرةِ الأرضيةِ.

جـ) تكوُّنُ الصقيعِ (الجليدِ) في ليالي الشتاءِ الباردةِ.

أصممُ باستخدامِ برنامجِ السكراتش (Scratch) عرضًا يوضحُ دورةَ الماءِ في الطبيعةِ، وتحولاتِ الطاقةِ المرافقةِ لحدوثِها. ثمَّ أشاركُ معلمي وزملائي في الصفِّ.

التدريسُ المدمجُ:

وجِّه الطلبةَ إلى تصميمِ دورةِ الماءِ في الطبيعةِ باستخدامِ برنامجِ السكراتش، ومشاركتِه زملاءهم في الصف.

إضاءةٌ للمُعلِّم

الحرارة الكامنة للتصعيد

عند تسخين الماء إلى درجة الغليان فإنه يستمر بالتبخر دون حدوث زيادة في درجة حرارة الماء، أي أنه يكتسب طاقة حرارية مع بقاء درجة حرارته ثابتة عند درجة الغليان. وتسمى كمية الحرارة اللازمة لتحويل وحدة الكتلة من المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية عند درجة الغليان بالحرارة الكامنة للتصعيد أو التبخر. وأيضًا تسمى كمية الحرارة اللازمة لتحويل وحدة الكتلة من المادة الصلبة إلى الحالة السائلة عند درجة حرارة ثابتة، الحرارة الكامنة للانصهار.

المناقشة:

- اطرح على الطلبة الأسئلة الآتية:

– ما المقصود بالتكاثف ؟

– كيف تحدث هذه العملية؟

– ما المقصود بطاقة التكاثف المولية؟

تقبَّل إجابات الطلبة، وبيِّن لهم مفهوم التكاثف، وأنه يحدث عند انخفاض درجة حرارة المادة وعندما تتقارب جزيئاتها أو ذراتها بقدر يسمح بتجاذبها وتحوُّلها إلى الحالة السائلة؛ حيث تفقد كمية كافية من الطاقة، وأن كمية الطاقة الناتجة من تكاثف مول واحد من المادة االغازية عند درجة الغليان تسمى طاقة التكاثف المولية، وهي تساوي طاقة التبخر المولية للمادة.

بناء المفهوم:

- وجِّه انتباه الطلبة إلى أنه يمكن ملاحظة تصاعد البخار من الثلج المتراكم عند ظهور الشمس في أيام الشتاء، وبيِّن لهم أن الجليد أو الثلج يتحول من الحالة الصلبة مباشرة إلى الحالة الغازية بعملية تسمى تسامي الجليد، ووضِّح لهم هذه العملية.
- وظِّف الشكل (6) لتوضيح عملية التسامي بصفتها عملية فيزيائية تكتسب فيها المادة كمية كافية من الحرارة تساوي مجموع كمية الحرارة اللازمة للانصهار، وكمية الحرارة اللازمة للتبخر.

أتحقَّقُ:

أ): تمتص جزيئات الماء المتشربة داخل الملابس الطاقة الشمسية (الحرارية)؛ مما يسبب تبخرها ومغادرتها للملابس، ومن ثَم يسبب جفافها.

ب): عند سقوط أشعة الشمس على الكتل الجليدية فإنها تمتص الطاقة الشمسية (الحرارية)؛ مما يسبب انصهارها.

جـ): في ليالي الشتاء الباردة عند انخفاض درجات الحرارة إلى ما دون الصفر السيليزي، تبرد اليابسة بسرعة أكبر من الماء الموجود عليها وتنخفض درجة حرارتها، بينما يفقد الماء الحرارة بسرعة أقل وتبقى درجة حرارته أعلى من اليابسة؛ مما يسبب انتقال الحرارة من الماء إلى اليابسة وتنخفض درجة حرارته إلى حد كاف للتجمد وتكوُّن الصقيع.

الربط مع الحياة: الكمادات الباردة والساخنة

- وجِّه الطلبة إلى دراسة موضوع الكمادات الباردة والساخنة، ثم اطرح عليهم السؤال الآتي:

– ما علاقة التفاعلات الكيميائية بعمل الكمادات الباردة أو الساخنة على حد سواء؟

تقبَّل إجابات الطلبة وناقشهم فيها ، وبيِّن لهم أثر التفاعل الكيميائي في عمل الكمادات الباردة والساخنة، مبيناً أهم المواد الكيميائية التي تستخدم في صناعة الكمادات الباردة، وكذلك المواد الكيميائية التي تستخدم في صناعة الكمادات الساخنة. وبيِّن أهم المجالات التي تستخدم فيها هذه الكمادات.

أبحثُ

وجِّه الطلبة إلى دراسة قضية البحث باستخدام الكلماتِ المفتاحيةِ (الطاقة المرافقة للتفاعلات، أشكال الطاقة الكيميائية، الطاقة والتنفس) ثم كتابة تقرير بذلك، أو إعداد عرض تقديمي عن الموضوع، وناقشهم فيه.

نتائج متوقعة:

معظم النتائج سوف تشير إلى الطاقة الحرارية والطاقة الكهربائية والطاقة الضوئية: وقد نجد بعض النتائج تتحدث عن الطاقة النووية، أوخلية الوقود أو الطاقة الحيوية أو الطاقة المصاحبة للتفاعلات العضوية في أجسام الكائنات الحية كعمليات البناء الضوئي في النبات، وعمليات الأيض في الكائنات الحية.

الربطُ معَ الحياةِ: الكماداتُ الباردةُ والساخنةُ

يتعرضُ الرياضيونَ للإصاباتِ والكدماتِ أثناءَ المباريات الرياضيةِ أوْ أثناءَ التدريباتِ، وقد استُفيد منَ التفاعلاتِ الماصةِ والتفاعلاتِ الطاردةِ للحرارةِ في صناعةِ ما يُسمّى بالكماداتِ الفوريةِ التي تُستخدَمُ للتخفيف منَ الآلامِ الناتجة عنْ هذه الإصابات، وهيَ تتكونُ منْ كيسٍ بلاستيكيٍّ يحتوي على مادةٍ كيميائيةٍ بالإضافةِ إلى كيسٍ صغيرٍ منَ الماءِ، وعندَ الضغطِ على الكمادةِ ينفجرُ كيسُ الماءِ بداخلِها ويختلطُ بالمادةِ الكيميائيةِ ويعملُ على إذابتِها، ويرافقُ ذلكَ انبعاثُ طاقةٍ حراريةٍ ترفعُ درجةَ حرارةِ المحلولِ، وتتكونُ الكمادةُ الساخنةُ، وعادةً يُستخدَمُ كلوريدُ الكالسيومِ أوْ كبريتاتُ المغنيسيومِ في هذهِ الكماداتِ. وقد يُستخدَمُ في الكمادةِ مادةُ نترات الأمونيوم التي تؤدي إذابتُها في الماءِ إلى امتصاصِ طاقةٍ حراريةٍ منَ الوسطِ المحيطِ، ويؤدي إلى انخفاضِ درجةِ حرارةِ المحلولِ، وتتكونُ الكمادةُ الباردةُ، وبهذا يمكنُ استخدامُ النوعِ المناسبِ منَ الكماداتِ ضمنَ عملياتِ الإسعافِ الأوليةِ التي يقدمُها الاختصاصيونَ المرافقونَ للفريقِ أثناءَ المبارياتِ.

أبحثُ

لعلكَ لاحظتَ أنَّ التحولاتِ الفيزيائيةَ في حالةِ المادةِ يرافقُها امتصاصٌ أوِ انبعاثٌ للطاقةِ الحراريةِ، فهلْ جميعُ التحولاتِ الفيزيائيةِ والكيميائيةِ للموادِّ يرافقُها طاقةٌ حراريةٌ دائمًا؟

مستعينًا بالكلماتِ المفتاحيةِ الآتيةِ: (الطاقةُ المرافقةُ للتفاعلاتِ، أشكالُ الطاقةِ الكيميائيةِ، الطاقةُ والتنفسُ) أبحثُ عنْ أشكالٍ أخرى للطاقةِ ترافقُ التغيراتِ الكيميائيةَ والفيزيائيةَ للمادةِ، وأكتبُ تقريرًا بذلكَ أوْ أصممُ عرضًا تقديميًّا حولَ الموضوعِ، وأعرضهُ أمامَ زملائي.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **بناء الشخصية**: المشاركة

بيِّن للطلبة أن المشاركة تعد عنصرًا أساسيًّا في التفاعل الاجتماعي وهي المسؤولة عن تعزيز الروابط الاجتماعية، وان للمشاركة اشكالًا متعددة منها المشاركة في المعرفة، ولذلك من الضروري مشاركة الطلبة لبعضهم البعض بالمعرفة التي يتوصلوا اليها من خلال عمليات البحث؛ مما يساعد على تعزيز علاقاتهم ببعض، وينميها ويوسِّع نطاق البحث والفائدة.

مراجعة الدرس

1 **المحتوى الحراري:** كمية الطاقة المخزونة في مول واحد من المادة.

التفاعل الماص للحرارة: تفاعلات يتطلب حدوثها امتصاص كمية من الطاقة الحرارية؛ للتغلب على الروابط بين دقائق المواد المتفاعلة .

التفاعل الطارد: تفاعلات ينتج عن حدوثها انبعاث كمية من الطاقة الحرارية.

طاقة التبخر المولية: كمية الطاقة اللازمة لتبخير مول من المادة عند درجة حرارة معينة.

طاقة التكاثف المولية: كمية الطاقة المنبعثة عند تكاثف مول من الغاز عند درجة الغليان.

2 $\Delta H = (H_{pr}) - (H_{re})$

$\Delta H = 120kJ - 80kJ = 40kJ$

وتكون إشارته موجبة.

3 لأن المحتوى الحراري للمواد الناتجة أقل من المحتوى الحراري للمواد المتفاعلة.

4 **التفاعل الأول:** طارد للحرارة

التفاعل الثاني: ماصّ للحرارة

5 أ) لأن انصهار الجليد يتطلب امتصاص كميات من الطاقة يتم الحصول عليها من الوسط المحيط (اليابسة والهواء)؛ مما يسبب انخفاضًا في درجة حرارة الجو والهواء الملامس لسطح الأرض.

ب) لأن تفاعل المادة المكونة للكمادة الباردة يتطلب امتصاصًا للطاقة الحرارية يتم الحصول عليها من جسم الطفل؛ مما يسبب انخفاضًا في درجة حرارة الجسم.

6 $\Delta H = (H_{pr}) - (H_{re})$

$-60kJ = 140kJ - (H_{re})$

$H_{re} = 140kJ + 60kJ = 200kJ$

مراجعة الدرس

1 - **الفكرة الرئيسة:** ما المقصودُ بكلٍّ ممّا يلي:

- المحتوى الحراريُّ.
- التفاعلُ الماصُّ للحرارةِ.
- التفاعلُ الطاردُ.
- طاقةُ التبخرِ المولية.
- طاقةُ التكاثفِ المولية.

2 - **أحسبُ المتغيراتِ:** إذا كانَ المحتوى الحراريُّ للموادِّ الناتجةِ لتفاعلٍ ما (120kJ)، وللموادِّ المتفاعلةِ (80kJ)، فكمْ يكونُ التغيرُ في المحتوى الحراريِّ للتفاعلِ؟ وما إشارتهُ؟

3 - **أفسرُ:** التغيرُ في المحتوى الحراريِّ لبعضِ التفاعلاتِ يكونُ سالبًا (ΔH).

4 - **أُصنِّفُ** التفاعلاتِ الماصةَ للحرارةِ والتفاعلاتِ الطاردةَ لَها:

$$CaO_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow Ca(OH)_{2(s)} + 65.2kJ$$

$$2NaHCO_{3(s)} + 85kJ \rightarrow Na_2CO_{3(s)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

5 - **أفسرُ:**

أ) الانخفاضَ النسبيَّ لدرجةِ حرارةِ الهواءِ الملامسِ لسطحِ الأرضِ أثناءَ انصهارِ الثلجِ في أيامِ الشتاءِ.

ب) تُستخدَمُ الكمادةُ الباردةُ للمساعدةِ على خفضِ درجةِ حرارةِ الأطفالِ الذينَ يعانونَ منَ الحمّى.

6 - **أحسبُ المتغيراتِ:** إذا كانَ المحتوى الحراريُّ للموادِّ الناتجةِ عنْ تفاعلٍ ما (140 kJ)، والتغيرُ في المحتوى الحراريِّ للتفاعلِ (60 kJ-)، فكمْ يكونُ المحتوى الحراريُّ للموادِّ المتفاعلةِ ؟

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **التفكير:** التحليل

وجِّه الطلبة أثناء حل الأسئلة إلى أن يجب توظيف مهارات التحليل لمعطيات السؤال وتفحص المعلومات، والربط بينها، ثم تحديد العلاقات المرتبطة بها؛ للتوصل إلى نتائج صحيحة ومنطقية.

الدرس 2

الطاقة الممتصة والمنبعثة من المادة

Absorbed and Emitted Energy of Matter

1 تقديم الدرس

الفكرة الرئيسة:

تبادل الطاقة بين المادة والمحيط:

- قدِّم الفكرة الرئيسة للدرس، واكتبها على اللوح.
- وضِّح للطلبة أن المواد تتبادل الطاقة في ما بينها؛ تبعًا لطبيعتها واختلاف درجة حرارتها.

الربط بالمعرفة السابقة:

- وجِّه إلى الطلبة السؤال الآتي:

– ما طرائق انتقال الحرارة؟

استمع لإجابات الطلبة، وذكِّرهم بطرائق انتقال الحرارة (التوصيل والحمل والإشعاع)، وأنه يمكن للمادة أن تكتسب الحرارة أو تفقدها؛ تبعًا لدرجة حرارتها، ودرجة حرارة الوسط الذي توجد فيه.

2 التدريس

استخدام الصور والأشكال:

- وجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (7)، واطرح عليهم السؤال الآتي:

– كيف تنتقل الحرارة في كل من: التفاعلين الطارد للحرارة والماص لها؟

- استمع لإجابات الطلبة، ثم بيِّن لهم أن: المادة تتبادل الطاقة مع الوسط المحيط؛ تبعًا لدرجة حرارتها ودرجة حرارة الوسط المحيط، فالحرارة تنتقل من الوسط الأعلى درجة حرارة الى الوسط الأقل درجة حرارة. ووضِّح لهم اتجاه انتقال الحرارة في التفاعل الماص والتفاعل الطارد، وأثر ذلك على درجة حرارة المادة والوسط المحيط.
- وجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل(8)، واطرح عليهم السؤال الآتي:

– إذا سُخِّنَت كمية معينة من الماء مدة معينة باستخدام البرافين السائل؛ ماذا تتوقع أن يحدث لدرجة حرارة الماء؟ وما سبب ذلك؟

- استمع لإجابات الطلبة، ووضِّح لهم: أنه سوف ترتفع درجة حرارة الماء، وسبب ذلك أن احتراق الوقود

الفكرة الرئيسة:

تتبادلُ الموادُّ الطاقةَ في ما بينَها وبينَ الوسطِ المحيطِ؛ تبعًا لطبيعتِها واختلافِ درجةِ حرارتِها.

نتاجاتُ التعلم:

- أحسبُ كميةَ الطاقةِ التي تمتصُّها أوْ تصدرُها المادةُ.
- أجري تجاربَ عمليةً حولَ الطاقةِ الممتصةِ والمنبعثةِ منَ المادةِ.

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

السعةُ الحراريةُ	Heat Capacity
الحرارةُ النوعيةُ	Specific Heat
حالةُ المادةِ	Matter State
المُسعِرُ	Calorimetry
الحرارةُ الممتصةُ	Heat Absorbed
الحرارةُ المنبعثةُ	Heat Emitted

تبادلُ الطاقةِ بينَ المادةِ والمحيطِ:

Energy Exchange between Matter and the Surrounding

تتبادلُ الموادُّ المختلفةُ الحرارةَ معَ الوسطِ المحيطِ بِها، حيثُ تنتقلُ الحرارةُ عادةً منَ المادةِ ذاتِ درجةِ الحرارةِ العليا إلى المادةِ ذاتِ درجةِ الحرارةِ الدنيا، ولعلكَ تلاحظُ أنَّهُ عندَ تسخينِ كأسٍ تحتوي كميةً منَ الماءِ، فإنَّ الماءَ سوفَ ترتفعُ درجةُ حرارتِهِ، وعندَ وضعِ الكأسِ في الهواءِ لفترةٍ وجيزةٍ سوفَ تنخفضُ درجةُ حرارةِ الماءِ بداخلِهِ، ويرجعُ السببُ في ذلكَ إلى أنَّهُ فقدَ كميةً منْ طاقتِهِ الحراريةِ وانتقلتْ إلى الوسطِ المحيطِ بِهِ (الهواءِ)؛ ممّا يسببُ انخفاضًا في درجةِ حرارةِ الماءِ، ويبينُ الشكلُ (7) عمليةَ تبادلِ الحرارةِ بينَ الموادِّ والوسطِ المحيطِ بِها.

الشكلُ (7) تبادلُ الطاقةِ بينَ المادةِ والوسطِ المحيطِ.

تعدُّ تفاعلاتُ احتراقِ الوقودِ منَ التفاعلاتِ الطاردةِ للطاقةِ الحراريةِ؛ فمثلًا عندَ تسخينِ كميةٍ معينةٍ منَ الماءِ باستخدامِ البرافينِ السائلِ (الكازِ)، فإنَّ الحرارةَ الناتجةَ عنِ الاحتراقِ سوفَ تنتقلُ إلى الماءِ مسببةً رفعَ درجةِ حرارتِهِ، كما في الشكلِ (8).

ومنَ الجديرِ بالذكرِ أنَّ ارتفاعَ درجةِ حرارةِ الماءِ خلالَ فترةٍ زمنيةٍ معينةٍ منَ التسخينِ يعدُّ مؤشرًا على كميةِ الحرارةِ الناتجةِ عنِ الاحتراقِ، معَ مراعاةِ أنَّ جزءًا قليلًا منَ الحرارةِ الناتجةِ عنِ الاحتراقِ سوفَ يتنقلُ إلى الهواءِ المحيطِ، وتختلفُ كميةُ الحرارةِ الناتجةُ عنِ الاحتراقِ باختلافِ نوعِ الوقودِ المستخدمِ، كذلكَ تختلفُ الموادُّ في قدرتِها على امتصاصِ الحرارةِ باختلافِ نوعِ المادةِ وطبيعتِها. ولفهمِ هذهِ التغيراتِ سوفَ نتعرفُ بعضَ المفاهيمِ الخاصةِ بالحرارةِ، مثلَ: السعةِ الحراريةِ، والحرارةِ النوعيةِ.

الشكلُ (8) قياسُ الحرارةِ الناتجةِ عنِ احتراقِ الوقودِ.

تفاعل طارد للحرارة، وأن الماء سوف يمتص الحرارة الناتجة عن الاحتراق؛ ما يسبب الارتفاع في درجة حرارته، وأن مقدار الارتفاع في درجة حرارة الماء يعد مؤشرًا على كمية الحرارة الناتجة عن الاحتراق التي تختلف؛ باختلاف الوقود المستخدم.

نشاط سريع جهِّز موقدي اشتعال وضع في أحدهما كمية من البرافين السائل، وفي الآخر كمية مماثلة من الكحول الايثيلي، ضع في كأسين زجاجيتين 200 ml من الماء، اطلب إلى مجموعة من الطلبة تسخين الكأس الأولى على موقد البرافين ومجموعة اخرى تسخين الكأس الثانية على موقد الكحول، وقياس درجة الحرارة بعد دقيقتين بالضبط. واطلب إليهم ملاحظة اختلاف درجة حرارة الماء في الكأسين.

المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

- يعتقد بعض الطلبة أن البرودة تنتقل كانتقال الحرارة، والحقيقة أن البرودة والسخونة لا تنتقل، إنما هي صفات للمادة تُستخدم للتعبيرعن كمية الطاقة المخزونة في المادة، وتعد درجة الحرارة مقياسًا لمدى سخونة المادة أو برودتها.

السعةُ الحراريةُ Heat Capacity

عندَ تعريضِ المادةِ للحرارةِ فإنَّها سوفَ تمتصُّ كميةً منَ الحرارةِ وترتفعُ درجةُ حرارتِها، وتُسمّى كميةُ الحرارةِ اللازمةُ لرفعِ درجةِ حرارةِ المادةِ درجةً سيليزيةً واحدةً: السعةَ الحراريةَ، يُرمَزُ إليها بالرمزِ (C)، وهيَ تعتمدُ على كتلةِ المادةِ ومقدارِ التغيرِ في درجةِ حرارتِها، وتُقاسُ بوحدةِ جول/ درجة سيليزية (J/°C)، ويمكنُ قياسُ كميةِ الحرارةِ التي تمتصُّها المادةُ عندَ تسخينِها أوِ التي تنبعثُ منها عندَ تبريدِها باستخدامِ العلاقةِ الآتيةِ:

$$q = C \cdot \Delta t$$

q: كميةُ الحرارةِ الممتصةِ أوِ المنبعثةِ (J)

C: السعةُ الحراريةُ للمادةِ (J/°C)

Δt: التغيرُ في درجةِ الحرارةِ (درجةُ الحرارةِ النهائيةُ – درجةُ الحرارةِ الابتدائيةُ)

الحرارةُ النوعيةُ Specific Heat:

تعدُّ الحرارةُ النوعيةُ منَ الخصائصِ المميزةِ للمادةِ، وتُعرَّفُ بأنَّها كميةُ الحرارةِ اللازمةُ لرفعِ درجةِ حرارةِ غرامٍ واحدٍ منَ المادةِ درجةً سيليزيةً واحدةً عندَ ضغطٍ ثابتٍ. وتُقاسُ بوحدةِ (جول/ جرام. درجة سيليزية) أوْ (J/g.°C)، فمثلاً الحرارةُ النوعيةُ للماءِ تساوي (4.18 J/g.°C)، وهذا يعني أنَّهُ لرفعِ درجةِ حرارةِ غرامٍ واحدٍ من الماءِ درجةً سيليزيةً واحدةً فإنَّ الغرامَ الواحدَ يمتصُّ طاقةً حراريةً مقدارُها (4.18J)، بينَما الحرارةُ النوعيةُ للحديدِ تساوي (0.45 J/g.°C)، وهذا يعني أنَّهُ لرفعِ درجةِ حرارةِ غرامٍ واحدٍ منَ الحديدِ درجةً سيليزيةً واحدةً، فإنَّهُ يمتصُّ طاقةً حراريةً مقدارُها (0.45J)، وهذا أقلُّ بكثيرٍ من الحرارةِ التي يمتصُّها غرامٌ واحدٌ منَ الماءِ لتزدادَ درجةُ حرارتِهِ درجةً سيليزيةً واحدةً، أيْ أنَّهُ كلَّما قلَّتِ الحرارةُ النوعيةُ للمادةِ فإنَّها تمتصُّ كمياتٍ قليلةً منَ الحرارةِ، تؤدي إلى زيادةٍ ملحوظةٍ في درجةِ حرارتِها.

الربطُ مع الأحياءِ

الحرارةُ النوعيةُ للماءِ وعلمُ الأحياءِ: تُقدَّرُ الحرارةُ النوعيةُ للماءِ بحوالي (4.18J/g.°C) وبهذا يُعدُّ الماءُ أكبرَ المواداِ حرارةً نوعيةً في الطبيعةِ، وحيثُ إنَّهُ يشكِّلُ حوالي (70%) منْ أجسامِ الكائناتِ الحيةِ، فإنَّها لا تتأثرُ بتغيراتِ درجةِ الحرارةِ ليلًا ونهارًا صيفًا وشتاءً، فتبقى درجةُ حرارتِها ثابتةً، الأمرُ الذي يحافظُ على حياةِ الكائناتِ الحيةِ. وكذلكَ بالنسبةِ إلى مياهِ البحارِ والمحيطاتِ التي تتعرضُ لأشعةِ الشمسِ بشكلٍ كبيرٍ فإنَّ درجةَ حرارتِها لا تتأثرُ كثيرًا، ولا ترتفعُ درجةُ حرارتِها بشكلٍ كبيرٍ، ممّا يجعلُها بيئةً مناسبةً لحياةِ الكثيرِ منَ الكائناتِ البحريةِ التي تعيشُ في هذهِ المياهِ سواءٌ الأسماكُ بأنواعِها أمِ النباتاتُ.

طريقة أخرى للتدريس — الطاولة المستديرة

- وزِّع الطلبة الى مجموعتين تشكل كل منهما طاولة مستديرة.
- مرر إلى كل مجموعة ورقة تتضمن سؤالين:

الأول- ماذا نعني بالسعة الحرارية للمادة؟

الثاني- ماذا نعني بالحرارة النوعية للمادة؟

بحيث تمرر الورقة إلى أفراد المجموعة؛ ليضيف إليها كل طالب إسهامه في الإجابة.

- وبعد 5 دقائق اطلب إليهم التوقف، ثم أدر نقاشًا بينهم حول إجاباتهم للتوصل إلى الإجابة الصحيحة للسؤالين.

تعزيز: مفهوم الحرارة النوعية.

- وضِّح للطلبة أن المادة ذات الحرارة النوعية الأعلى تحتاج كمية كبيرة من الحرارة لرفع درجة حرارتها. وتحتاج وقتًا أطول لتفقد الحرارة التي اكتسبتها، بينما المادة ذات الحرارة النوعية الأقل فإنها تحتاج كمية قليلة من الحرارة لرفع درجة حرارتها ولكنها تخسر الحرارة التي اكتسبتها في زمن أقل أو أقصر.

بناء المفهوم:

- اطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– ماذا يحدث نتيجة لتعريض المادة للتسخين؟

استمع لإجابات الطلبة، ووضِّح لهم أن تسخين المادة يؤدي إلى تزويدها بكمية من الحرارة، وأن كمية الحرارة التي تكتسبها المادة، وتؤدي إلى رفع درجة حرارتها درجة سيليزية واحدة تسمى السعة الحرارية للمادة. وبيِّن لهم العوامل التي تعتمد عليها، واكتب على اللوح كيفية حساب كمية الحرارة التي يمكن أن تكتسبها أو تفقدها المادة.

الربطُ مع الأحياءِ

وجِّه للطلبة الى دراسة موضوع الربط مع الأحياء، ثم وجِّه اليهم السؤال الآتي: لماذا لا يتأثر جسم الإنسان بتقلبات الجو بدرجة كبيرة مثل المعادن؟

استمع لإجابات الطلبة، وبيِّن لهم أن جسم الإنسان يحتوى هلى الماء بنسبة (70٪)، ونظرًا لارتفاع الحرارة النوعية للماء؛ فإن تاثره بتقلبات درجات الحرارة اليومية يكون قليلًا. ثم وضِّح لهم أثر ارتفاع الحرارة النوعية للماء على عدم تأثر مياه البحاروالمحيطات بأشعة الشمس، وأثر ذلك على حياة الكائنات البحرية.

بناء المفهوم:

- وجِّه الى الطلبة السؤال الآتي:

– هل ترتفع درجة حرارة المواد المختلفة عند تسخينها بالمقدار نفسه؟

استمع لإجابات الطلبة، وناقشهم فيها، ثم بيِّن لهم أن تأثر المواد المختلفة بالحرارة يختلف من مادة إلى أخرى، وأن ذلك يعتمد على الحرارة النوعية للمادة، ووضِّح لهم المقصود بالحرارة النوعية. ثم بيِّن لهم أثر الحرارة النوعية على قدرة المادة على امتصاص الحرارة أو فقدانها، ومدى تغير درجة حرارتها، فالمادة الأعلى حرارة نوعية مثل الماء تتأثر بالحرارة بدرجة أقل؛ فتمتص كميات كبيرة من الحرارة، ولا ترتفع درجة حرارتها بشكل ملموس.

قراءة الجداول:

- وجّه الطلبة إلى دراسة الجدول (1)، ومقارنة الحرارة النوعية للماء بالحرارة النوعية للمواد الأخرى.
- ثم وجّه الى الطلبة السؤال الآتي:

– إذا سُخِّنَت كمية من الماء في وعاء فلزي مدة وجيزة، فأيهما يسخن أكثر: الماء أم الفلز؟

- استمع لإجابات الطلبة، وناقشهم بها، ثم بيّن لهم أن عملية التسخين مدة وجيزة وقبل وصول الماء إلى درجة الغليان، أي عند بداية التسخين فإن الوعاء يسخن قبل الماء وترتفع درجة حرارته أكثر من الماء، ويمكن ملاحظة ذلك من خلال قياس درجة حرارة الماء وقياس درجة حرارة طرف الوعاء البعيد عن الماء، وأن سبب ذلك انخفاض الحرارة النوعية للفلز مقارنة بالحرارة النوعية للماء، وأن انخفاض الحرارة النوعية للفلز يجعله أكثر تأثرًا بالحرارة من الماء رغم تعرضهما للحرارة نفسها وللمدة الزمنية نفسها.

استخدام الصور والأشكال:

- وجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (9) وتعرف أجهزة قياس الحرارة النوعية، والمقارنة بين المُسعِرين في الشكل من حيث المكونات.
- ثم اطرح على الطلبة السؤالين الآتيين:

– ما المُسعِر؟ وكيف يتم قياس الحرارة النوعية للمادة؟

- استمع لإجابات الطلبة وناقشهم فيها، وبيّن لهم مكونات كل من مُسعِر الماء ومُسعِر القنبلة واستخدام كل منهما.
- ثم وضّح لهم المقصود بالمُسعِر، وكيفية قياس الحرارة النوعية للمادة، وأنهم سوف يستخدمون المُسعِر في قياس الحرارة النوعية لمادة ما عمليًّا.

لمعلومة إثرائية: لأن (70%) من كتلة الجسم تتكون من الماء، ونظرًا لارتفاع الحرارة النوعية للماء؛ فإن تأثره بالحرارة يكون قليلاً، ومن ثَم فإن الجسم لا يتأثر بتغيرات الحرارة كباقي المواد.

الجدول (1): الحرارة النوعية لبعض المواد عند درجة حرارة (25°C).

المادة	الحرارة النوعية (J/g. °C)
الماء (السائل)	4.18
الثلج	2.03
بخار الماء	2.01
الهواء	1.01
الإيثانول	2.44
المغنسيوم	1.02
الألمنيوم	0.89
الكالسيوم	0.65
الحديد	0.45
النحاس	0.38
الفضة	0.24
الذهب	0.13

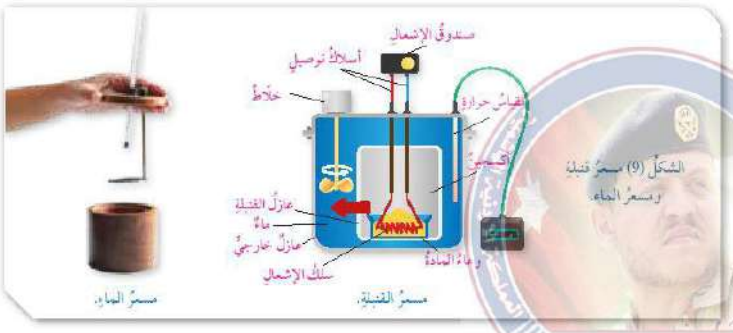
أيُهما أكبر: الحرارة النوعية للماء أم للفلزات؟

لمعلومة إثرائية: لماذا تبقى درجة حرارة جسم الإنسان السطحية ثابتة تقريبًا (37°C) رغم تعرضه إلى تقلبات الحرارة اليومية؟

وعلى سبيل المثال: عندَ تسخين وعاءٍ منَ الحديدِ أوِ الألمنيوم -يحتوي كميةً منَ الماءِ- لفترةٍ وجيزةٍ يُلاحَظُ أنَّ درجةَ حرارةِ طرفِ الوعاءِ البعيدِ عنِ الماءِ ترتفعُ بدرجةٍ أعلى بكثيرٍ منْ درجةِ حرارةِ الماءِ بداخلِهِ. والسببُ في ذلكَ هوَ أنَّ الحرارةَ النوعيةَ للفلزاتِ بصفةٍ عامةٍ أقلُّ (أوْ أدنى) بكثيرٍ منَ الحرارةِ النوعيةِ للماءِ؛ مما يجعلُها تكتسبُ حرارةً أكبرَ بكثيرٍ مما يكتسبُهُ الماءُ. ويبينُ الجدولُ (1) قيمَ الحرارةِ النوعيةِ لكثيرٍ منَ الموادِّ عندَ درجةِ حرارةِ (25°C).

قياسُ الحرارةِ النوعيةِ للمادةِ:

يُستخدَمُ لقياسِ الحرارةِ النوعيةِ للمادةِ جهازٌ يُسمّى **المُسعِرَ Calorimetry**، وهوَ وعاءٌ معزولٌ حراريًّا، يُستخدَمُ لقياسِ كميةِ الطاقةِ الممتصةِ أوِ المنبعثةِ منْ تفاعلٍ كيميائيٍّ أوْ تحوُّلٍ فيزيائيٍّ، حيثُ توضعُ فيهِ كميةٌ معلومةٌ منَ الماءِ تعملُ على امتصاصِ الحرارةِ الناتجةِ عنِ التفاعلِ أوْ تزويدِ التفاعلِ بالحرارةِ اللازمةِ، ويمكنُ قياسُ التغيرِ في درجةِ حرارةِ الماءِ باعتبارِها تمثّلُ التغيرَ في درجةِ حرارةِ التفاعلِ، وبذلكَ يمكنُ قياسُ الحرارةِ الممتصةِ أوِ المنبعثةِ وقياسُ الحرارةِ النوعيةِ. وللمُسعِرِ أنواعٌ وأشكالٌ متعددةٌ، مثلُ: مُسعِرِ القنبلةِ، ومُسعِرِ الماءِ، ومُسعِرِ الثلجِ، ومُسعِرِ التكثيفِ وغيرِها. ويبينُ الشكلُ (9) مُسعِرَ القنبلةِ ومُسعِرَ الماءِ.



الشكل (9) مسعرُ قنبلةٍ ومسعرُ الماءِ.

إجابة سؤال الشكل (5):

الحرارة النوعية للماء أكبر من الحرارة النوعية للفلزات.

إضاءة للمُعلِّم

مسعر القنبلة (Bomb Calorimeter): هو وعاء من الحديد الصلب يستخدم لقياس الحرارة النوعية لمادة ما يتم حرقها في جو غني بالأكسجين تحت ضغط مرتفع، حيث توضع المادة المراد حرقها داخل بوتقة وتوضع في الوعاء الصلب الداخلي الذي يسمى القنبلة ويحيط به الماء للتبريد، يتم إدخال الأكسجين تحت ضغط بين (20-30 atm) إلى القنبلة ويتم إشعالها باستخدام شرارة كهربائية (المشعل)، وبقياس الزيادة في درجة حرارة المسعر يمكن قياس الحرارة النوعية للمادة.

الربط مع علوم الأرض:

- وجِّه الطلبة الى دراسة نسيم البر، ونسيم البحر، وإجابة الأسئلة الآتية:

- ما المقصود بنسيم البر؟
- ما المقصود بنسيم البحر؟
- ما سبب حدوث كل منهما؟

- تقبَّل إجابات الطلبة وناقشهم فيها وبيِّن المقصود بنسيم البر ونسيم البحر، وبيِّن لهم أن اختلاف الحرارة النوعية للماء واليابسة يسبب حدوث هاتين الظاهرتين، وبيِّن لهم كيفية حدوثهما.

الربطُ مع علوم الأرض: نسيمُ البرِّ ونسيمُ البحر

يحدثُ نسيمُ البحرِ بسببِ اختلافِ تسخينِ أشعةِ الشمسِ لكلٍّ منْ ماءِ البحرِ، واليابسةِ المجاورةِ، وحيثُ إنَّ الحرارةَ النوعيةَ لليابسةِ أقلُّ منَ الحرارةِ النوعيةِ للماءِ؛ فإنَّ اليابسةَ تمتصُّ كميةً منَ الحرارةِ أكثرَ منَ التي يمتصُّها الماءُ، وتَسخُنُ بسرعةٍ أكبرَ منَ الماءِ، ويَسخُنُ الهواءُ فوقَ اليابسةِ بسرعةٍ أكبرَ منْ ذلكَ الموجودِ فوقَ الماءِ، ويرتفعُ إلى الأعلى، ويسببُ انخفاضًا في الضغطِ الجويِّ فوقَ اليابسةِ معَ بقاءِ الهواءُ الذي فوقَ الماءِ أقلَّ درجةَ حرارةٍ (أيْ أقلَّ حرارةً)، وأكثرَ كثافةً، وأكثرَ ضغطًا؛ فيندفعُ نحوَ اليابسةِ على شكلِ تياراتٍ هوائيةٍ تُسمّى نسيمَ البحرِ، ويحدثُ ذلكَ عادةً أثناءَ النهارِ أيامَ الصيفِ والربيعِ.

أما أثناءَ الليلِ وبسببِ ارتفاعِ الحرارةِ النوعيةِ للماءِ فإنَّهُ يفقدُ الحرارةَ ببطءٍ أكثرَ منَ اليابسةِ التي تفقدُ الحرارةَ بسرعةٍ أكبرَ، فتبقى درجةُ حرارةِ الهواءِ فوقَ الماءِ أكبرَ منَ الهواءِ فوقَ اليابسةِ، ويرتفعُ إلى الأعلى، ويقلُّ الضغطُ الجويُّ فوقَ الماءِ فيندفعُ الهواءُ الباردُ منَ اليابسةِ نحوَ البحرِ على شكلِ تياراتٍ هوائيةٍ باردةٍ تُسمّى نسيمَ البرِّ، وهذا يحدثُ عادةً أثناءَ الليلِ.

توظيف التكنولوجيا

ابحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن مقاطع فيديو أو عروض تقديمية عن تجارب قياس الحرارة النوعية للمادة، أو يمكنك إعداد بعض العروض التقديمية حول موضوع الحرارة النوعية.

شارك زملاءك هذه الفيديوهات أو العروض عن طريق موقع المدرسة أو مواقع التواصل الاجتماعي (الفيس بوك) أو (الواتس اب).

المناقشة:

- اطرح على الطلبة السؤالين الآتيين:

– ما العوامل التي تحدد كمية الحرارة الممتصة أو المنبعثة من المادة؟ وكيف يمكن قياس تلك الحرارة؟

- تقبَّل إجابات الطلبة وناقشهم فيها وبيِّن لهم أن كمية الحرارة الممتصة أو المنبعثة من المادة تعتمد على كتلتها وحرارتها النوعية، ومقدار التغير في درجة حرارتها.
- ثم اكتب على اللوح العلاقة التي يتم بها حساب كمية الحرارة الممتصة أو المنبعثة.

مثال إضافي

- ناقش الطلبة في المثال (1) ثم اطلب إليهم حل المثال الآتي:

جرى تسخين (10 g) من الماء من (20°C) إلى (50°C)، احسب كمية الحرارة الممتصة نتيجة لذلك.

$m = 10\ g$

$s = 4.18\ J/g.°C$

$\Delta t = 30°C$

الحل:

$q = s \times m \times \Delta t$

$q = 4.18 \frac{J}{g.°C} \times 10g \times 30°C = 1254\ J$

حسابُ كميةِ الحرارةِ الممتصةِ أو المنبعثةِ:

Calculate Quantity of Heat Absorbed or Emitted

عرفتُ في ما سبق أنَّ الحرارةَ النوعيةَ للفلزاتِ أقلُّ منْها للماءِ، وهذا يشيرُ إلى أنَّ قدرةَ الفلزاتِ على امتصاصِ الحرارةِ وتوصيلِها أكبرُ بكثيرٍ منْ قدرةِ الماءِ، فمثلًا عندَ تعريضِ كتلةٍ منَ الماءِ وقطعةٍ منَ الحديدِ أو الألمنيومِ لَهما الكتلةُ نفسُها لأشعةِ الشمسِ لمدةٍ محددةٍ، نجدُ أنَّ قطعةَ الحديدِ أو الألمنيومِ ترتفعُ درجةُ حرارتِها أضعافَ ما ترتفعُ إليهِ كتلةُ الماءِ، وهذا يعني أنَّها تمتصُّ كميةً منَ الحرارةِ أكبرَ منْ تلكَ التي تمتصُّها كتلةُ الماءِ، أيْ أنَّ كميةَ الحرارةِ الممتصةِ تعتمدُ على الحرارةِ النوعيةِ للمادةِ، والتغيُّرِ في درجةِ الحرارةِ، وكتلةِ المادةِ. ويمكنُ حسابُ كميةِ الحرارةِ التي تمتصُّها المادةُ نتيجةَ تعرضِها للحرارةِ منَ العلاقةِ الآتيةِ:

$$q = s \times m \times \Delta t$$

حيثُ:

- q : كميةُ الحرارةِ الممتصةِ أو المفقودةِ (J)
- s : الحرارةُ النوعيةُ للمادةِ (J/g.°C)
- m : كتلةُ المادةِ (g)
- t_1 : درجةُ الحرارةِ الابتدائيةُ (°C)
- t_2 : درجةُ الحرارةِ النهائيةُ (°C)
- Δt : التغيرُ في درجةِ الحرارةِ ($\Delta t = t_2 - t_1$)

المثالُ 1

جرى تسخينُ (20g) منَ الماءِ منْ (25°C) إلى (30°C)، أحسبُ كميةَ الحرارةِ التي امتصَّتْها هذهِ الكتلةُ منَ الماءِ.

تحليلُ السؤالِ (المعطياتُ):

$m = 20\ g$

$s = 4.18\ J/g.°C$

$\Delta t = t_2 - t_1 = 30 - 25 = 5°C$

المطلوبُ: حسابُ كميةِ الحرارةِ الممتصةِ q

الحلُّ:

$q = s \times m \times \Delta t$

$q = 4.18 \frac{J}{g.°C} \times 20\ g \times 5°C = 418\ J$

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **التفكير:** التحليل

أخبر الطلبة أن مهارة التحليل إحدى مهارات التفكير، التي يمكن توظيفها في العديد من القضايا. ومن مهارات التفكير الأخرى: تحليل البيانات والمعلومات وتحليل الأسئلة، التي يساعد استثمارها على تمييز المفاهيم وتعرف العلاقات بين المفاهيم، والربط بينها؛ ما يفضي في ما بعد إلى التوصل إلى نتائج منطقية صحيحة.

إضاءة للمُعلِّم

تُعرَّف الحرارة بأنها كمية الطاقة التي تنتقل من مادة إلى أخرى عند درجات حرارة مختلفة. وتعد درجة حرارة الجسم مقياسًا لحرارة الجسم أو الطاقة المخزونة داخله، وتسمى كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة غرام واحد من الماء النقي درجة سيليزية واحدة من (14.5°C) إلى (15.5°C)، السعر (Calorie) ويرمز إليه بالرمز (Cal)، ويعد الجول (J) (Joule) الوحدة العالمية لقياس كمية الحرارة، وهو يساوي ($\frac{1}{4.184}$ Cal) أي أن السعر الحراري (1Cal) يساوي (4.184 J).

المناقشة:

- اطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– كيف يمكن حساب الطاقة المنبعثة من التفاعل نظريًّا؟

استمع لإجابات الطلبة، وناقشهم فيها.

مثال إضافي

- ناقش الطلبة في المثالين(2و3)، ثم اطلب إليهم حل المثال الآتي:

جرى تعريض قطعة من الحديد كتلتها (50g) درجة حرارتها (40°C) إلى تيار هوائي بارد؛ فانخفضت درجة حرارتها إلى (25°C) احسب كمية الحرارة المنبعثة نتيجة لذلك.

تحليل السؤال:

$m = 50\ g$, $s = 0.45\ J/g.°C$

$\Delta t = -15°C$

الحل:

$q = s \times m \times \Delta t$

$q = 0.45\ \frac{J}{g.°C} \times 50g \times -15°C = -337.5\ J$

- دقق إجابات الطلبة ثم اطلب اليهم مقارنة إجاباتهم بالمثال (2) ثم وجِّه اليهم السؤال التالي:

– ما الفرق بين المثال الذي جرى حله والمثال(2)؟

- استمع لإجابات الطلبة وناقشهم فيها مبينًا لهم أن كمية الحرارة التي تمتصها كتلة محددة من المادة عند تسخينها درجات حرارة معينة هي نفسها التي تنبعث من المادة عند تبريدها لدرجات الحرارة نفسها.

- ناقش مع الطلبة مثال (3) وبيِّن لهم أن كمية الحرارة المنبعثة من المادة تأخذ إشارة سالبة.

المثال 2

سُخِّنَتْ قطعةٌ منَ الحديدِ كتلتُها (50g) فارتفعتْ درجةُ حرارتِها منْ (25°C) إلى (40°C) أحسبُ كميةَ الحرارةِ التي امتصتْها هذهِ الكتلةُ منَ الحديدِ.

تحليلُ السؤالِ (المعطياتُ):

$m = 50\ g$

$s = 0.45\ J/g.°C$

$\Delta t = t_2 - t_1 = 40 - 25 = 15°C$

المطلوبُ: حسابُ كميةِ الحرارةِ الممتصةِ q

الحلُّ:

$q = s \times m \times \Delta t$

$q = 0.45\ \frac{J}{g.°C} \times 50\ g \times 15°C = 337.5\ J$

يُلاحَظُ أنَّهُ عندَ تبريدِ المادةِ وخفضِ درجةِ حرارتِها فإنَّها ستفقدُ الطاقةَ الحراريةَ إلى الوسطِ المحيطِ، وتعتمدُ كميةُ الطاقةِ المنبعثةِ (المفقودةِ) أيضًا على التغيرِ في درجةِ حرارةِ المادةِ وكتلتِها، وتكونُ مساويةً لكميةِ الحرارةِ الممتصةِ عندَ الظروفِ نفسِها، وأيضًا يمكنُ حسابُها باستخدامِ العلاقةِ السابقةِ، والفارقُ أنَّ كميةَ الحرارةِ في هذهِ الحالةِ ستتخذُ إشارةً سالبةً، وهذا يعني أنَّ الحرارةَ منبعثةٌ منَ المادةِ.

المثال 3

وُضِعَتْ قطعةٌ منَ النحاسِ كتلتُها (5g) ودرجةُ حرارتِها (25°C) في حوضِ ماءٍ باردٍ؛ فانخفضتْ درجةُ حرارتِها إلى (15°C)، أحسبُ كميةَ الحرارةِ المنبعثةِ منْ هذهِ القطعةِ.

تحليلُ السؤالِ (المعطياتُ):

$m = 5\ g$

$s = 0.38\ J/g.°C$

$\Delta t = t_2 - t_1 = 15 - 25 = -10°C$

المطلوبُ: حسابُ كميةِ الحرارةِ المنبعثةِ q

الحلُّ:

$q = s \times m \times \Delta t$

$q = 0.38\ \frac{J}{g.°C} \times 5\ g \times -10°C = -19\ J$

أتحقَّقُ:

1) قطعةٌ منَ الألمنيومِ كتلتُها (150g)، ما كميةُ الحرارةِ اللازمةُ لرفعِ درجةِ حرارتِها (30°C)؟

2) عُرِّضَتْ قطعةٌ منَ الفضةِ كتلتُها (50g) ودرجةُ حرارتِها (45°C) لتيارٍ هواءٍ باردٍ؛ فانطلقتْ كميةٌ منَ الحرارةِ مقدارُها (240J)، فكمْ تكونُ درجةُ حرارتِها النهائيةُ؟

أتحقَّقُ:

1) تحليل السؤال:

$m = 150\ g$

$s = 0.89\ J/g.°C$

$\Delta t = 30°C$

الحل:

$q = s \times m \times \Delta t$

$q = 0.89\ \frac{J}{g.°C} \times 150\ g \times 30°C = 4005\ J$

2) تحليل السؤال:

$m = 50\ g$

$s = 0.24\ J/g.°C$

$q = 240\ J$

$t_1 = 45°C$

الحل:

$q = s \times m \times \Delta t$

$240 = 0.24\ \frac{J}{g.°C} \times 50\ g \times \Delta t$

$\Delta t = \frac{240J}{12J/°C} = 20°C$

$\Delta t = t_2 - t_1$

$20 = t_2 - 45$

$t_2 = 25°C$