دولة ليبيا
وزارة التعليم
مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

# الفيزياء

## للسنة الثانية بمرحلة التعليم الثانوي

## القسم العلمي

## الدرس السادس

المدرسة الليبية بفرنسا ـ تور

العام الدراسي:
1441 / 1442 هـ . 2020 / 2021 م.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الوحدة 4

# الانصهار والغليان

# Melting and Boiling

نتعلم من دراسة الانصهار والغليان كيفية تنظيم الجزيئات لنفسها في السوائل، والغازات، والأجسام الصلبة. ففي الانصهار يتغير الشكل الصلب للمادة إلى شكلها السائل، ويتطلب ذلك طاقة حرارية كثيرة. وفي الغليان يتغير الشكل السائل للمادة إلى شكلها الغازي، الأمر الذي يتطلب طاقة حرارية أكثر. وتقودنا تلك المشاهدات لتطوير أفكارنا عن سلوك الجزيئات في الأجسام الصلبة، والسوائل، والغازات.

## مخرجات التعلم

في هذه الوحدة، سوف:

- ☐ تصف الانصهار / التجمد، والغليان / التكثيف كعمليات تحويل للطاقة من دون أي تغير في درجة الحرارة.
- ☐ تفسر الفرق بين الغليان والبخر.
- ☐ تعرِّف مصطلحات: *الحرارة الكامنة، والحرارة الكامنة النوعية*.
- ☐ تشرح الحرارة الكامنة بدلالة السلوك الجزيئي.
- ☐ تتذكر وتطبق العلاقة:
  *الطاقة الحرارية تساوي الكتلة X الحرارة الكامنة النوعية*.
- ☐ ترسم وتفسر منحنى تبريد بياني.



جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

## 4 – 1 الانصهار والتجمد (التصلب)

Melting and Solidification

**الانصهار هو تحول الحالة من صلبة إلى سائلة دون أي تغير في درجة الحرارة.**

### الانصهار

عند تحول جسم صلب إلى سائل بالتسخين، نطلق على حالة التحول تلك **انصهارًا**. وبالنسبة لأي مادة خام، يحدث الانصهار عند درجة حرارة محددة أو ثابتة، تُعرف **بدرجة انصهار المادة**. ويبين جدول 4 – 1 درجات انصهار بعض المواد.

جدول 4 – 1 درجة انصهار بعض المواد

| المادة | درجة الانصهار (°C) |
|---|---|
| الكحول الإثيلي | -117 |
| الثلج | 0 |
| الشمع | 57 |
| القصدير | 232 |
| الذهب | 1067 |

شكل 4 – 1 الانصهار



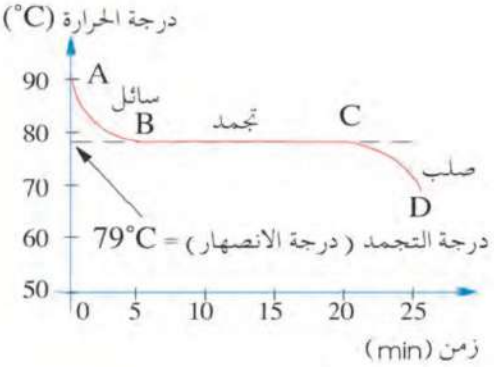
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

يبين شكل 4 – 8 منحنى التبريد للنفتالين. ونشاهد من الرسم البياني أن :

1- درجة حرارة النفتالين السائل تهبط أثناء تبريد النفتالين من 90°C إلى 79°C كما يوضحه الجزء AB من المنحنى.

2- ومن ثم تبقى درجة الحرارة ثابتة عند 79°C أثناء تجمد النفتالين كما يوضحه الجزء المستقيم BC للمنحنى. ويحدث ذلك بالرغم من فقد الحرارة وانتقالها للأجسام المحيطة. ولا يوجد تغير في درجة الحرارة.

3- عند تجمد كل النفتالين، تهبط درجة حرارة النفتالين الصلب مرة أخرى كما يوضحه الجزء CD للمنحنى.



شكل 4 – 8

وبناءً على المشاهدات، نستنتج أن :

1- نقطة تجمد النفتالين هي 79°C لأنها درجة الحرارة الثابتة التي يتحول عندها النفتالين من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة.

2- أثناء التحول من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة، لا يوجد تغير في درجة الحرارة بالرغم من فقد الحرارة إلى الأجسام المحيطة أثناء تبريد النفتالين. فمن أين تأتي الطاقة؟ يمكن تفسير ذلك مرة أخرى عن طريق النموذج الجزيئي الحركي للمادة المذكور سابقًا مع الانصهار. تنطلق الحرارة أثناء تكون الروابط البين جزيئية عند اتحاد الذرات أو الجزيئات السائلة معًا لتكوين جسم صلب. وتتخذ الآن الذرات أو الجزيئات بنية أكثر تنظيمًا مقارنة بالبنية الأقل تنظيمًا للذرات أو الجزيئات المتحركة للسائل. ويفسر ذلك عدم وجود تغير في درجة الحرارة أثناء التجمد. وتتغير درجة الحرارة فقط عندما تبرد المادة في نفس الحالة، أي الحالة السائلة ( 90°C إلى 79°C )، والحالة الصلبة ( 79°C إلى درجة حرارة الغرفة ).

**تبقى أثناء التجمد درجة الحرارة ثابتة عند درجة التجمد، وتطلق المادة حرارة.**


جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

### تأثير الشوائب على درجة تجمد الماء

يؤدي أحيانًا تمدد الماء عند تجمده أثناء الشتاء في البلاد الباردة إلى انفجار الأنابيب في أجهزة تبريد السيارات أو في المنازل. ولتجنب ذلك يستخدم السائقون مانع التجمد لخفض درجة تجمد الماء، فلا يتحول بذلك الماء إلى ثلج حتى لو انخفضت درجة حرارته تحت $0^{\circ}C$، لوجود مانع التجمد كأحد «الشوائب».

**وجود الشوائب يقلل من درجة تجمد الماء.**

شائبة أخرى مفيدة تخفض من درجة تجمد الماء هي الملح. فيوضع الملح على الطرقات أثناء الشتاء لمنع تكوُّن الثلج الذي يعيق حركة المرور.

يعتبر إضافة الملح للثلج تطبيقًا مفيدًا آخر لتكوين مخلوط تجميد يبّرد الشيء إلى ما تحت $0^{\circ}C$. وبالرغم من أن الملح يمكن أن يحل مشكلة التجمد إلا أنه لا يُستخدم في جهاز تبريد السيارة لأنه يخلق مشكلة أخرى ألا وهي تآكل أجزائها.

### تأثير الضغط على درجة انصهار الثلج

هل لاحظت عند ضغطك مكعبين من الثلج معًا إلتصاقهما ببعض حتى بعد تركهما؟ وبالمثل يمكن تكوين كرات الجليد بضغط قطع منها معًا بيدك. وتبين تلك الأمثلة أن درجة انصهار الثلج تنخفض مع زيادة الضغط.

فعند ضغط مكعبات أو قطع الثلج معًا، تنصهر الأجزاء الواقعة تحت الضغط العالي. وعند انتهاء الضغط يتجمد الماء مرة أخرى، وبذلك تلتحم مكعبات الثلج أو قطع الثلج معًا.

شكل 4 – 9 الضغط على مكعبي ثلج معًا

يكون السير على الثلج صعبًا بسبب تأثير الضغط هذا الذي يخفض من درجة انصهاره. فإذا كان الضغط الذي تبذله القدم كافيًا لصهر الثلج وتحويله إلى ماء، فإن الماء يتجمد مرة أخرى عند ارتفاع القدم عنه، أما الثلج المتكون على نعل الحذاء عند رفع القدم عنه فيعيق السير.

وكثيرًا ما يستخدم انخفاض درجة انصهار الثلج نتيجة الضغط لتفسير آلية التزلج على الثلج. فعند تحرك المتزلج، يحمل طرف النصل الدقيق لأداة التزلج وزنه الكلي. ولأن مساحة تلامس النصل الدقيق مع الثلج هي كسر بسيط من مساحة النصل، يكون الضغط المبذول كافيًا لصهر الثلج. وتساعد طبقة الماء المتكوِّنة على المزلجة من التزلج بسهولة. وتوجد نظرية أخرى تقول بأن طبقة الماء تتكون نتيجة الاحتكاك بين النصل وسطح الثلج. والإجابة في الغالب مزيج من التأثيرين.

**تقل درجة انصهار الثلج مع زيادة الضغط.**

### أسئلة التقويم الذاتي

(أ) لا يوجد أثناء الانصهار تغير في درجة الحرارة بالرغم من اكتساب حرارة. فأين ذهبت الحرارة؟

(ب) لا يوجد أيضًا أثناء التجمد تغير في درجة الحرارة بالرغم من فقد حرارة، فمن أين تأتي الطاقة؟

(جـ) يخفض إضافة الملح للثلج درجة انصهار الثلج. فما رأيك في إضافة السكر؟

(د) اذكر مثالاً يبين تأثير الضغط على درجة انصهار الثلج.



جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

## 4 - 2 الغليان والتكثيف

Boiling and Condensation

عند تحول سائل نقي إلى بخار بالتسخين عند درجة حرارة مستمرة أو ثابتة فإن هذا التغير في الحالة يسمى **غليان**، وتُعرف درجة الحرارة هذه بدرجة غليان المادة. ويبين جدول 4 – 2 درجات غليان بعض المواد.

الغليان هو تحول الحالة من سائل إلى بخار، ويحدث عند درجة حرارة ثابتة تسمى درجة الغليان.

جدول 4 – 2 درجات غليان بعض المواد

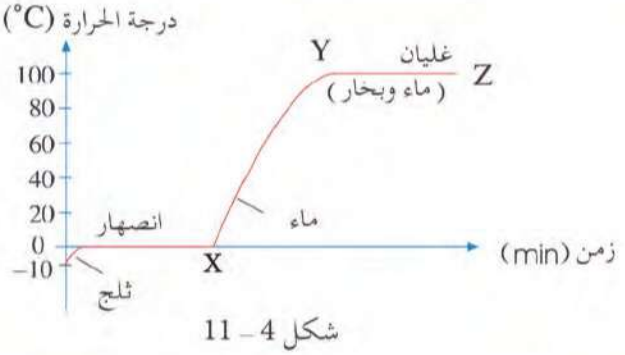
| المادة | درجة الغليان (°C) |
|---|---|
| هيدروجين | -253 |
| أكسجين | -183 |
| إثير | 35 |
| كحول | 79 |
| ماء | 100 |
| زئبق | 357 |

التكثيف هو العملية التي يتحول فيها البخار إلى سائل عند نفس درجة الحرارة الثابتة. وتنبعث حرارة أثناء التكثيف.

**التكثيف** هو عكس الغليان، بمعنى أنه عند تبريد بخار المادة، يتحول إلى سائل عند نفس درجة الحرارة الثابتة كما في الغليان. وتنطلق حرارة أثناء التكثيف. ولتحديد درجة الغليان ( درجة التكثيف ) لمادة ما، يمكننا الاستمرار في تسخين الماء في التجربة 4 – 1 حتى يغلي. وتبين العلاقة البيانية النموذجية لدرجة الحرارة مقابل الزمن في شكل 4 – 11 منحنى تسخين الماء.

شكل 4 – 10 الغليان

شكل 4 – 12 التكثيف




شكل 4 – 11

ومن العلاقة البيانية، نشاهد :

1- أن درجة حرارة الماء ترتفع بالتسخين إلى 100°C كما يوضحه الجزء XY من المنحنى، ويوجد تغير في درجة الحرارة لاكتساب الماء حرارة.

2- ومن ثم تبقى درجة الحرارة ثابتة عند 100°C عند غليان الماء وتحوله إلى بخار كما يوضحه الجزء المستقيم YZ . إن درجة حرارة 100°C الثابتة أو المستمرة هذه هي درجة غليان الماء. وأثناء تحول الحالة من ماء إلى بخار، لا يوجد تغير في درجة الحرارة بالرغم من وجود كمية من الحرارة يتم امتصاصها. فأين ذهبت هذه الكمية من الحرارة؟ ونستخدم كما في حالة الانصهار النموذج الجزيئي الحركي للمادة في شكل 4 – 13 لتعليل تلك الكمية المكتسبة من الحرارة.

أثناء الغليان، تبقى درجة الحرارة ثابتة عند درجة غليانها حيث تكتسب المادة حرارة.


جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

شكل 4 – 13 عند حدوث الغليان

ويتبين من شكل 4 – 13 أن الحرارة المكتسبة بواسطة السائل تستخدم لأداء شغل في فصل الجزيئات، وتُستخدم أيضًا في دفع الهواء الجوي المحيط إلى الخلف.

والجزيئات الآن متباعدة ( بمعنى زيادة ضخمة في الحجم ) ولها قوى جذب بين جزيئية لا تذكر. وعند حدوث ذلك نقول أن تحولًا قد حدث في الحالة ( غليان ) من السائلة إلى الغازية.

والحرارة التي تكتسبها المادة دون تغير في درجة الحرارة تسمى **حرارة البخر** الكامنة للمادة. وسيعطي الجزء 4 – 3 تحليلًا كميًّا لحرارة البخر الكامنة.

### تأثير الشوائب على درجة غليان الماء

إن إضافة الشوائب مثل الملح أو السكر إلى الماء النقي يرفع من درجة غليانه. ومانع التجمد المضاف للماء في جهاز تبريد السيارة يُمكِّن الماء جزئيًّا من الغليان فوق 100°C . ( والعامل الآخر هو الضغط الذي عند زيادته، ترتفع كذلك درجة غليان الماء. )

وإذا استخدمنا ماء البحر، الذي يحتوي على نسبة عالية من الملح، والماء العذب، فيمكن بالتجربة توضيح أن ماء البحر له درجة غليان أعلى قليلًا من الماء العذب. شكل 4 – 14

شكل 4 – 14 إضافة الملح للماء النقي يزيد من درجة غليانه



جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا