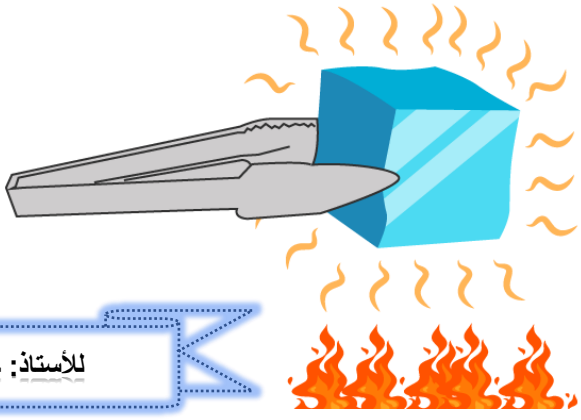
الوحدة (6)

الحرارة



للأستاذ: حمزة أبو صعيليك

1 الدرس الأول: درجة الحرارة وتدريجات قياسها

- **أستخدم حاسة اللمس أحياناً لأتعرفُ على مدى سخونة الأجسام أو برودتها، فمثلاً أشعر بالبرودة عندما أمسك بقطعة جليد، وأتعامل مع الأطعمة والمشروبات الساخنة بحذر، لأني أحس بسخونتها**

- **إذا أردتُ أن أكون أكثر دقة في التعبير عن مدى سخونة الأجسام أو برودتها، أقيس درجة حرارتها باستخدام (مقياس درجة الحرارة)**

درجة الحرارة: متوسط الطاقة الحركية للجُسيمات المكوِّنة للجسم

- **الطاقة الحركية** هي الطاقة التي يكتسبها الجسم نتيجة حركته

سؤال **أصف العلاقة بين درجة حرارة الجسم ومتوسط الطاقة الحركية للجُسيمات المكوِّنةِ لهُ.**

- عندما تزداد سرعة هذه الجسيمات، يزداد متوسط الطاقة الحركية لها، فترتفع درجة حرارة الجسم

سائلٌ ساخنٌ

سائلٌ باردٌ

- متوسط سرعة جُسيمات السائل الساخن أكبر من متوسط سرعة جُسيمات السائل البارد

- **تحدِّدُ درجة الحرارة اتجاه انتقال الطاقة بين جسمين أو منطقتين**

الحرارة: كمية الطاقة المنتقلة من الجسم الأسخن إلى الجسم الأقل سخونة

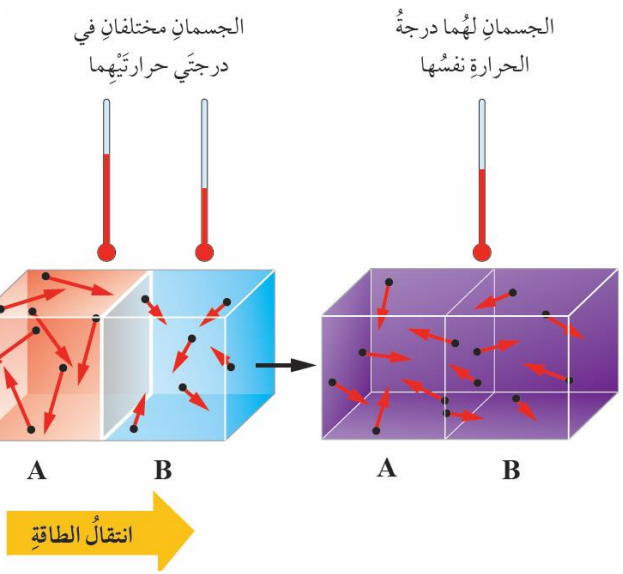
سؤال **ماذا يحدث عندما يتلامس جسمان مختلفان في درجتي حرارتهما؟**

- ↓ **تفقد** الجُسيمات المكوِّنةُ للجسم الساخن طاقة حركية، **فتقل** طاقتها
- ↑ **تكسب** الجُسيمات المكوِّنةُ للجسم البارد هذه الطاقة، **فتزداد** طاقتها

- **يستمر انتقال الطاقة بين الجسمين إلى أن يُصبح لهما درجة الحرارة نفسها. وهذه ما يُعرف (بالاتّزان الحراري)**

سؤال **متى يتوقف انتقال الطاقة بين جسمان متلامسان لهما درجتي حرارة مختلفتان؟**

- عندما يُصبح لهما درجة الحرارة نفسها، (الوصول إلى حالة الاتّزان الحراري)



انتقال الطاقة من الجسم الأسخن إلى الجسم الأقل سخونة

- **فمثلاً، كي أحصل على ماء فاتر أضيف كمية من الماء البارد إلى ماء ساخن، فتنتقل الطاقة من الماء الساخن إلى الماء البارد إلى أن تُصبح لهما درجة الحرارة نفسها**

الدرس الأول: درجة الحرارة وتدريجات قياسها

قياس درجة الحرارة

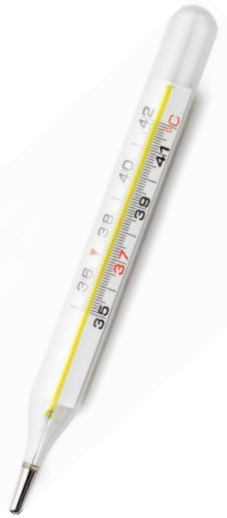
- تُقاس درجة الحرارة علمياً باستخدام (مقياس درجة الحرارة)
- تختلف مقاييس درجة الحرارة في دقتها وتركيبها ومدى درجات الحرارة التي تقيسها

سؤال ما هي مقاييس درجة الحرارة

1) مقياس درجة الحرارة الزئبقي(الطبي) (يستخدم في قياس درجة حرارة الجسم)
2) مقياس درجة الحرارة الكحولي

سؤال ما هي التدريجات المستخدمة للتعبير عن درجة الحرارة؟

1) السلسيوس: يُرمز لهُ بالرمز (°C)
2) الفهرنهايت: يُرمز لهُ بالرمز (F)
3) الكلفن: يُرمز لهُ بالرمز (K)



الشكل (3) مقياس درجة الحرارة الزئبقي (الطبي)

- ما هي الوحدة المعتمدة لقياس درجة الحرارة في النظام الدولي للوحدات، وأين تستخدم؟
  - الكلفن (K): ويستخدمها العلماء في التجارب والأبحاث العلمية

سؤال ما أهمية استخدام مقياس درجة الحرارة الزئبقي؟

- يستخدم في قياس درجة حرارة الجسم

سؤال ما أهمية استخدام مقياس درجة الحرارة الكحولي؟

- لمعرفة درجة الحرارة في المنزل

- يوجد على مقياس درجة الحرارة الكحولي مقياسين أحدهما بالسلسيوس والآخر بالفهرنهايت
- نلاحظ من الشكل (4) وجود تدريجين على مقياس درجة الحرارة الكحولي، أحدهما بالسلسيوس (°C) والآخر بالفهرنهايت (F)، يُقرأ درجة حرارة مقدارها (30 °C) يُقابلها بتدريج الفهرنهايت (86 F)

الشكل (4) مقياس درجة الحرارة الكحولي

تدريج مقياس درجة الحرارة

سؤال وضّح خطوات قياس درجة حرارة سائل باستخدام مقياس درجة الحرارة الزئبقي؟

1) أضع المقياس في السائل
2) ألاحظ التغيّرَ في ارتفاع الزئبق في الساق الزجاجية للمقياس
3) وعندما يثبتُ عند مستوى معيّن، أقرأ الرقم المقابل لمستوى سطح الزئبق ليدل على درجة حرارة السائل

سؤال كيف يمكن تدريج مقياس درجة الحرارة؟

- يُدرّج مقياس درجة الحرارة باختيار درجتين شائعتين يمكن تحديدهما بسهولة، مثل درجة تجمّد الماء ودرجة غليانه

سؤال ما الدرجتان اللتان اعْتمدتا لتدريج مقياس درجة الحرارة بتدريج السلسيوس؟

- درجة تجمّد الماء ودرجة غليانه

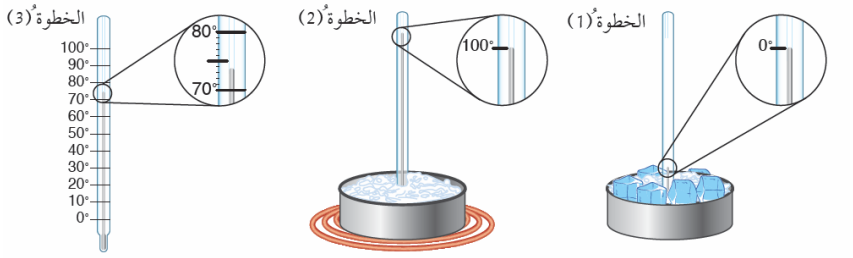
وضّح كيف يمكن تدريج مقياس درجة حرارة زئبقي بتدريج السلسيوس؟

1) وضع مقياس درجة الحرارة في خليط من قطع الثلج الصغيرة والماء، فيشير ارتفاع الزئبق في الساق إلى درجة الصفر ($0^{\circ}C$)
2) ثم يوضع المقياس في ماء يغلي، فيشير ارتفاع الزئبق في الساق الزجاجية إلى درجة المئة ($100\ ^{\circ}C$)
3) ثم يتم تقسيم المسافة بين أعلى تدريج وأدنى تدريج إلى مئة جزء، على أن يُمثل كل جزء درجة واحدة

علل لماذا سُميت درجة سلسيوس بهذه الاسم.

- نسبة إلى العالم أندريس سيلسيوس الذي أقترح هذه التدريج

الشكلُ (5): تدريجُ مقياسِ درجةِ الحرارةِ الزئبقيِّ.



يوضعُ المقياسُ في خليطٍ منْ قطعِ الجليدِ والماءِ ، فيشيرُ ارتفاعُ السائلِ إلى درجةِ الصفرِ سلسيوس.

يوضعُ المقياسُ في ماءٍ يَغلي، فيشيرُ ارتفاعُ السائلِ إلى درجةِ المئةِ سلسيوس.

تُقسمُ المسافةُ بينَ أعلى وأدنى تدريجٍ إلى مئةِ جزءٍ.

علل تم تقسيم تدريج الفهرنهايت إلى (180) جزء.

- لأن في تدريج الفهرنهايت، درجة تجمّد الماء ($32\ ^0F$) ودرجة غليانه ($212\ ^0F$)، فيكون الفرق بينهما (180) درجة، لذا تُقسم المسافة بينهما إلى (180) جزءًا

سؤال ماذا يُطلق على اسم الجزء الواحد في تدريج الفهرنهايت؟

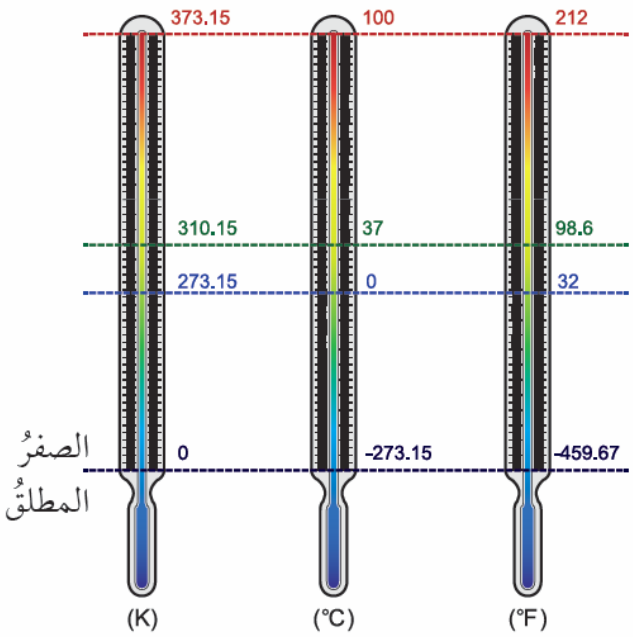
- درجة فهرنهايت

علل تم تقسيم تدريج الكلفن إلى (100) جزء؟

- لأن درجة تجمّد الماء تساوي ($273.15\ ^0K$) ودرجة غليانه ($373.15\ ^0K$) فيكون الفرق بينهما (100) درجة، لذا تُقسم المسافة بينهما إلى (100) جزء

سؤال ماذا يُطق على اسم الجزء الواحد في تدريج الكلفن؟

- الكلفن



الشكل (6) تدريجات قياس درجة الحرارة

- يمكن التعبير عن درجة الحرارة نفسها بأرقام مختلفة في التدريجات الثلاثة.

- للتحويل من تدريج إلى آخر أطبق العلاقات الرياضية الآتية.

للتحويل من:	العلاقة الرياضية
سلسيوس إلى فهرنهايت	$^{\circ}F = (^{\circ}C \times 1.8) + 32$
فهرنهايت إلى سلسيوس	$^{\circ}C = \frac{(^{\circ}F - 32)}{1.8}$
سلسيوس إلى كلفن	$K = ^{\circ}C + 273.15$

سؤال أكتب علاقة رياضية لتحويل درجة الحرارة من كلفن إلى سلسيوس.

$$^{\circ}C = K - 273.15$$

مثالٌ 1

يقدّرُ العلماءُ أنَّ درجةَ حرارةِ سطحِ الشمسِ (5772.15K).
أحسبُ درجةَ حرارةِ سطحِها بالسلسيوس.

الحلُّ:

للتحويلِ منْ كلفن إلى سلسيوس، أطبّقُ العلاقةَ:

$^{\circ}C = K - 273.15$

$^{\circ}C = 5772.15 - 273.15 = 5499\ ^{\circ}C$

مثالٌ 2

أحوّلُ درجةَ الحرارةِ (40 °C) إلى فهرنهايت .

الحلُّ:

للتحويلِ منْ سلسيوس إلى فهرنهايت، أطبّقُ العلاقةَ:

$^{\circ}F = (^{\circ}C \times 1.8) + 32$

$^{\circ}F = (40 \times 1.8) + 32 = 104\ ^{\circ}F$

سؤال أحول درجة الحرارة (98 °F) إلى سلسيوس

$$^{\circ}C = \frac{(^{\circ}F - 32)}{1.8} = \frac{98-32}{1.8} = 36.7\ ^{\circ}C$$

1. **الفكرة الرئيسية: أوضح المقصود بالحرارة ودرجة الحرارة.**

← **الحرارة** كمية الطاقة المنتقلة من الجسم الأسخن إلى الجسم الأقل سخونة

← **درجة الحرارة** متوسط الطاقة الحركية للجُسيمات المكوِّنة للجسم

2. **ثلاثة أكواب متماثلة فيها الكمية نفسها من الماء، درجة الحرارة في الأكواب الثلاثة على الترتيب ($40\ ^oF$)، ($15\ ^oC$)، ($50\ ^oC$)، ودرجة حرارة الهواء في الغرفة ($20\ ^oC$).**

أحدد اتجاه انتقال الطاقة بين الماء في كل كوب والوسط والمحيط.

← نحسب درجة الحرارة في الكوب الأول بوحدة السلسيوس بتطبيق العلاقة التالية:

$$^0C = \frac{^0F - 32}{1.8} = \frac{40 - 32}{1 \cdot 8} = 4.4\ ^0C$$

تنتقل الحرارة من الوسط المحيط (هواء الغرفة) إلى الكوب الأول وإلى الكوب الثاني، وتنتقل من الكوب الثالث إلى الوسط المحيط

أفسر ثبات درجة حرارة الماء في الأكواب الثلاثة عند ($20\ ^oC$) بعد مرور مدة من الزمن.

← بسبب وصول الماء في كل كوب إلى حالة اتزان حراري مع الوسط المحيط (غرفة الهواء)

3. **أصف ثلاث خطوات أقوم بها لتدريج مقياس درجة الحرارة.**

1) وضع مقياس درجة الحرارة في خليط من قطع الثلج الصغيرة والماء، فيشير ارتفاع الزئبق في الساق إلى درجة الصفر (0^oC)
2) ثم يوضع المقياس في ماء يغلي، فيشير ارتفاع الزئبق في الساق الزجاجية إلى درجة المئة ($100\ ^oC$)
3) ثم يتم تقسيم المسافة بين أعلى تدريج وأدنى تدريج إلى مئة جزء، على أن يُمثل كل جزء درجة واحدة

°C	°F
-10	14
-5	23
0	32
10	50
20	68
30	86
40	104

4. **التفكير الناقد: يبين الجدول الآتي درجات حرارة بالسلسيوس وما يقابلها بالفهرنهايت. أستعين بالجدول للإجابة عن الأسئلة الآتية:**

أ) أيهما أكثر برودة ($30\ ^oC$) أم ($30\ ^oF$)؟

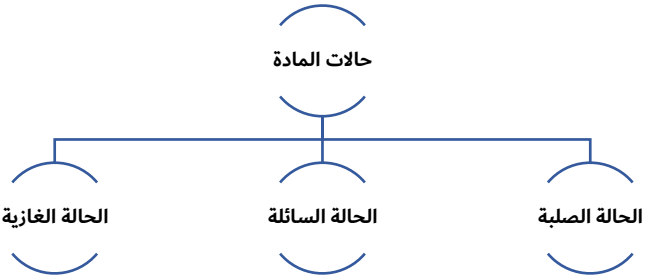
← ($30\ ^oF$) لأنها تقابل الصفر سلسيوس تقريباً

ب) في مستودع لتخزين الأغذية، توجد غرفتان: الأولى درجة حرارتها ($15\ ^oF$)، والثانية ($25\ ^oF$). فأي الغرفتين أنسب لتخزين بضاعة كُتب عليها عبارة "تُحفظ في درجة حرارة أقل من ($-5\ ^oC$)".

← ($15\ ^oF$)

ج) يضبط أحمد درجة حرارة مكيف الهواء في غرفته على ($70\ ^oF$) تقريباً، لأنه يعتقد أنها تساوي ($20\ ^oC$) تقريباً. فهل اعتقاده صحيح أم خاطئ؟

← صحيح لأن الجدول يبين أن ($20\ ^oC$) تساوي ($68\ ^oF$) تقريباً.



الانصهار تحول المادة من الحالة الصُلبة إلى الحالة السائلة

التجمّد تحول المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الصُلبة

سؤال **متى تنصهر المادة**

- تنصهر المادة عندما تكتسب طاقة

سؤال **متى تتجمّد المادة**

- عندما تفقد المادة الطاقة

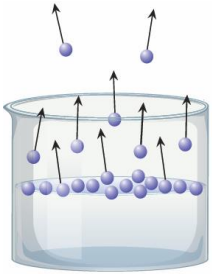
- **يحدث الانصهار والتجمّد للمادة النقية عند درجة حرارة محددة، وتكون درجة الانصهار هي نفسها درجة التجمّد**
- **مثلاً: درجة تجمّد الماء النقي ودرجة انصهاره (0 ^{o}C)**

التبخر والغليان

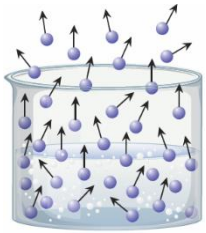
سؤال **متى تتحول المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية؟**

- عندما تكتسب جُسيمات السائل طاقة كافية لتتحرّر من السائل

- **أشكال تحول المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية**
  1) التبخّر
  2) الغليان



التبخّر



الغليان

سؤال **متى يحدث التبخّر**

- عندما تمتلك جُسيمات السائل القريبة من السطح طاقة حركية تمكّنُها من التغلّب على قوى الترابط فيما بينها، وتتحرر تماماً، وتصبح حرة الحركة وتنطلق إلى خارج سطح السائل على شكل بخار

- **لا توجد درجة حرارة محددة لتبخّر المادة، فالماء مثلاً يمكن أن يتبخّر عند درجات الحرارة المُختلفة**

- **يُشكل البخار المُتجمّع فوق سطح السائل ضغطاً يُسمى ((ضغط البخار))**

سؤال **ماذا يحدث عند استمرار تزويد السائل بالطاقة؟**

- يتجمّع قدر كافٍ من البخار فوق سطح السائل، بحيث يُصبح ضغط البخار مساوياً للضغط الجوي، فيصل السائل إلى درجة الغليان

سؤال **متى يصل السائل إلى درجة الغليان؟**

- عندما يُصبح ضغط البخار مساوياً للضغط الجوي

سؤال **ماذا يحدث للسائل عندما يصل إلى درجة الغليان؟**

عدد كبير من جُسيمات السائل تكون قد امتلكت طاقة حركية كافية للتغلب على قوى الترابط فيما بينها

سؤال **متى يحدث الغليان؟**

- يحدث الغليان عند درجة حرارة معينة تُسمى درجة الغليان

درجة الغليان: هي درجة الحرارة التي يتساوى عندها ضغط بخار السائل مع الضغط الجوي

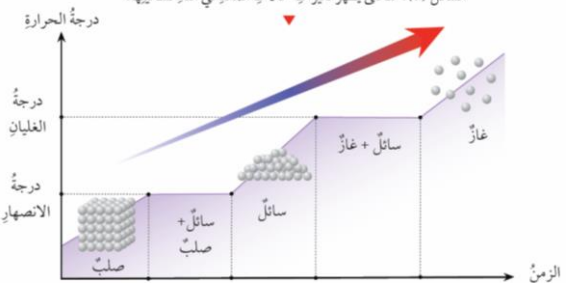
- **فمثلاً عند مستوى سطح البحر تكون درجة غليان الماء ($100\,^{o}C$)**

درجتا الانصهار والغليان

سؤال **كيف يمكن قياس درجتي الانصهار والغليان لمادة ما؟**

1) رصد التغيّر في درجة الحرارة لقطعة صُلبة من المادة في أثناء تسخينها
2) تمثيل العلاقة بين درجة الحرارة وزمن التسخين بيانياً وهو ما يُعرف ب (منحنى التسخين)

الشكلُ (9): منحنى يُظهرُ تغيّراتِ حالاتِ المادّةِ في أثناءِ تسخينِها.



- يبين المنحنى أن المادة تمرُ بمراحل مختلفة في أثناء تسخينها
- تتحول المادة من الحالة الصُلبة إلى الحالة السائلة ثم إلى الحالة الغازية

- يتضح من المنحنى أن درجة حرارة المادة تثبت في أثناء الانصهار والغليان، على الرغم من استمرار تزويدها بالطاقة

علل **يهتم العلماء بدراسة وتحليل منحنى التسخين للمواد المختلفة.**

- للاستفادة من هذه الدراسة في التطبيقات العملية

- **فمثلاً: يمتص الماء قدراً كبيراً من الطاقة قبل تحوّله إلى بخار، لذا فأن بخار الماء يحتوي على قدر هائل من الطاقة، تستخدم في تدوير توربينات المولدات الكهربائية**

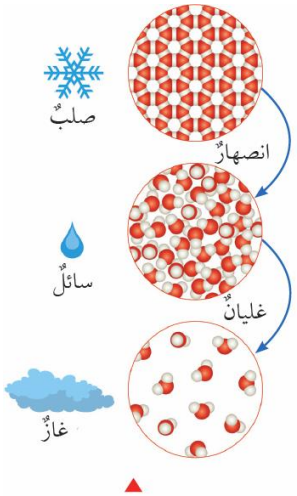
تعد درجتا الانصهار والغليان من الخصائص المميزة للمادة النقية، إذ تمتاز كل مادة نقية بدرجة انصهار ودرجة غليان خاصتين بهما

يبين الجدول الآتي درجة الانصهار ودرجة الغليان لبعض المواد، عند مستوى سطح البحر

المادّةُ	درجةُ الانصهارِ °C	درجةُ الغليانِ °C
الكحولُ الإيثيليُّ	-114	78
الماءُ النقيُّ	0	100
الزئبقُ	-39	357
الألمنيوم	660	2467

أفسر لماذا تثبت درجة حرارة المادة في أثناء الانصهار وفي أثناء الغليان، على الرغم من استمرار تزويدها بالطاقة؟

- تكون قوى الترابط بين جُسيمات المادة الصلبة كبيرة
- عندما تصل المادة إلى درجة الانصهار فأن الطاقة التي تُزوَّدُ بها المادة تعمل على اضعاف قوى الترابط بين جُسيماتها، ما يعطيها درجة كافية من حرية الحركة
- تتحول المادة إلى حالة جديدة هي الحالة السائلة
- تبقى درجة الحرارة ثابتة إلى أن تتحول المادة جميعها إلى الحالة السائلة
- يحدث الأمر نفسه عند تحول المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية



قوى الترابط بين جزيئات الماء

ما هي العوامل التي تؤثر في معدّل التبخر؟

1) درجة الحرارة
2) مساحة سطح السائل المعرض للتبخر
3) سرعة الرياح
4) الرطوبة

سؤال ما هي العلاقة بين معدل التبخر ودرجة حرارة الوسط المحيط بالسائل؟

- **يزداد** معدل التبخر **بزيادة** درجة حرارة الوسط المحيط بالسائل، فبزيادة درجة الحرارة، تزداد كمية الطاقة المنقولة إلى السائل، فيزداد عدد جُسيماته القادرة على التحرر من السطح

سؤال ما هي العلاقة بين معدل التبخر ومساحة السطح المعرَّض للتبّخر؟

- **يزداد** معدل التبّخر **بزيادة** مساحة السطح المعرَّضة للتبّخر، فالتبخر عملية تحدث للجُسيمات الموجودة على سطح السائل، وزيادة المساحة تعني زيادة عدد الجُسيمات على التبخر

سؤال ما هي العلاقة بين معدل التبّخر وسرعة الرياح؟

- يزداد معدل التبّخر **بزيادة** سرعة الرياح، فالهواء السريع يحمل بخار الماء المتجّمع فوق سطح السائل بعيداً عن السطح، ما يتيح المجال للمزيد من الجُسيمات أن تتحرر

سؤال ما هي العلاقة بين معدل التبّخر والرطوبة؟

- يقل معدل التبّخر بزيادة الرطوبة، فالهواء الرطب يحمل في الأصل كمية كبيرة من بخار الماء، لذا عندما يكون الهواء المحيط بالسائل رطباً، يقل عدد جُسيمات السائل القادرة على الإفلات من سطحه، والانتقال إلى الوسط المحيط

1. **الفكرة الرئيسية: أصف ماذا يحدث لجُسيمات المادة السائلة عندما تكتسب طاقة.**

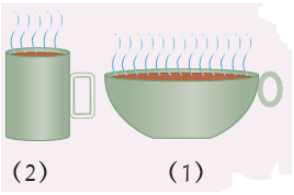
- عند تزويد السائل بالطاقة، يتجمّع قدر كافٍ من البخار فوق سطح السائل، بحيث يُصبح ضغط البخار مساوياً للضغط الجوي، فيصل السائل إلى درجة الغليان، وعندئذ فأن عدداً كبيراً من جُسيمات السائل تكون قد امتلكت طاقة حركية كافية للتغلب على قوى الترابط فيما بينها

- عندما تكتسب جُسيمات السائل طاقة كافية لتتحرر من السائل، فأنها تتحول من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية

2. **أذكر: ما الشرط اللازم توافره كي تصل المادة إلى درجة الغليان؟**

- أن يتساوى ضغط بخار الماء فوق السائل مع الضغط الجوي

3. **بالاعتماد على الشكل المجاور، أجيب عن السؤالين الآتيين:**



- **أفسر: أي الكوبين أفضل للمحافظة على القهوة ساخنة مدة زمنية أطول؟**

- الكوب الثاني لأن مساحة سطحه أقل

- **أفسر: يؤدي تحريك الهواء فوق سطح الفنجان إلى تبريد القهوة.**

- تحريك الهواء يؤدي إلى زيادة سرعته، الذي يحمل معه البخار المتجمّع فوق السائل بعيداً عن السطح

4. **التفكير الناقد: ما الذي يجعل الماء مناسباً لإطفاء بعض أنواع الحرائق؟ وكيف يعمل الماء على إطفائها؟**

- الماء يمتص قدراً كبيراً من الطاقة قبل أن يتحول إلى بخار، لذا عند رش الماء على منطقة الحريق يمتص قدراً كبيراً من الطاقة الناتجة عن الحريق فيساعد على إطفاءه.

تطبيقُ الرياضيّاتِ

يبيّنُ الجدولُ الآتي القراءاتِ التي حصلَ عليها مجموعةٌ منَ الطلبةِ، عندَ رصدِ التغيّرِ في درجةِ حرارةِ قطعةٍ منَ الجليدِ مدةً منَ الزمنِ، في أثناءِ تحوّلِها منَ الحالةِ الصُّلبةِ إلى الحالةِ السائلةِ، ثمَّ إلى الحالةِ الغازيةِ.

الزمنُ (min)	درجةُ الحرارةِ (°C)	الزمنُ (min)	درجةُ الحرارةِ (°C)
0	-2	10	83
2	0	12	98
4	0	14	100
6	29	16	100
8	57	18	100

1. **أمثّلُ بيانيًّا** العلاقةَ بينَ درجةِ الحرارةِ وزمنِ التسخينِ.
2. أحدّدُ على الرسمِ درجةَ الانصهارِ ودرجةَ الغليانِ.
3. أحدّدُ على الرسمِ المدّةَ أو المددَ الزمنيةَ التي تتحوّلُ فيها المادةُ منْ حالةٍ إلى أخرى.