الذائبيةُ
Solubility

الدرس 2

الفكرةُ الرئيسةُ:

تذوبُ معظمُ الموادِّ الصُّلْبةِ في الماءِ، وتعتمدُ كميّةُ المادة التي تذوبُ في كميّةٍ محددةٍ منَ الماءِ على طبيعةِ المادةِ، ودرجةِ الحرارةِ.

نتاجاتُ التعلُّمِ:

- أتعرّفُ مفهومَ كلٍّ منَ: الذوبانِ، والمحلولِ، والمُذابِ، والمُذيبِ.
- أعبّرُ عن كميّةِ المُذابِ في المُذيبِ بوحدةِ التركيزِ.

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

المخلوطُ المتجانسُ Homogenous Mixture

الذوبانُ Dissolving

المحلولُ Solution

المُذابُ Solute

المُذيبُ Solvent

التركيزُ Concentration

المحلولُ المشبعُ Saturated Solution

الذائبيةُ Solubility

الذَّوبانُ Dissolving

عندَ النظرِ إلى الصابونِ السائلِ الذي نستخدِمُهُ سيبدو لنا أنَّهُ يحتوي على مُكوِّنٍ واحدٍ ذي لونٍ واحدٍ، ولكنْ إذا تفحَّصْنا المكوِّناتِ المدوّنةَ على العلبةِ نجدُ أنَّ الصّابونَ يتكوّنُ منْ عدّةِ مكوِّناتٍ خُلِطَتْ معًا بانتظامٍ ونسَبٍ محدّدةٍ، ويطلَقُ على هذا النوعِ منَ المَخاليطِ اسمُ **المخلوطِ المتجانسِ** (Homogenous Mixture).

هو مخلوط يتكون من عدة مكونات خلطت مع بعضها باستخدام .

* صف كيف يذوب السكر في الماء؟!

من الأمثلةِ الأُخرى على المَخاليطِ المُتجانسةِ السكّرُ المُذابُ في الماءِ؛ إذ تنتشرُ جسيماتُ السكّرِ بينَ جزيئاتِ الماءِ، وتتوزّعُ بانتظامٍ، فتبدو كأنّها اختفتْ؛ إذْ لا يمكنُ رؤيتُها. تُعرَفُ هذهِ العمليّةُ بالذوبانِ (Dissolving)؛ إذْ يذوبُ السكّرُ في الماءِ مُكوِّنًا ما يُعرَفُ بالمحلولِ (Solution)، وهوَ مخلوطٌ متجانسٌ يتكوّنُ من مُذابٍ ومُذيبٍ، ويكونُ حجمُ جسيماتِ المُذابِ فيهِ صغيرًا جدًّا، ولا يمكنُ تمييزُهُ بالعينِ المجرّدةِ. يُعرَفُ المذابُ (Solute) بأنّهُ المادّةُ التي تتفكّكُ جسيماتُها بعضُها عنْ بعضٍ، وتنتشرُ بينَ جزيئاتِ المذيبِ، وقدْ تكونُ صُلْبةً، أوْ سائلةً، أوْ غازيّةً. يُعرَفُ المُذيبُ (Solvent) بأنّهُ المادّةُ التي تعملُ على تفكيكِ جسيماتِ المُذابِ؛ ففي مَحلولِ السكّرِ والماءِ يكونُ الماءُ هوَ المذيبَ والسكّرُ هوَ المذابَ، ألاحظُ الشكلَ (7).

✓ أتحقّقُ: ما المقصودُ بعمليّةِ الذوبانِ؟

هو عمليه انتشار جسيمات المذاب بين جزيئات الماء بانتظام.

كأسٌ تحتوي على ماءٍ نقيٍّ. إضافةُ السكّرِ إلى الماءِ. ذوبانُ السكّرِ في الماءِ. تكوُّنُ محلولِ ال

الشكلُ (7): ذوبانُ السكّرِ في الماءِ.

تجربة مفهومُ الذوبانِ

الموادُّ والأدواتُ: ماءٌ مقطّرٌ، وملحُ الطعامِ، وسكرُ المائدةِ، ورملٌ، وثلاثُ كؤوسٍ زجاجيّةٍ مرقّمَةٍ سعةُ كلٍّ منها (200 mL)، وملعقةٌ صغيرةٌ.

إرشاداتُ السلامةِ: أغسلُ يديَّ بعدَ الانتهاءِ منَ التجربةِ، وأحذرُ تذوُّقَ الموادِّ.

خطواتُ العملِ:

1. **أقيسُ:** أضعُ (200 mL) منَ الماءِ المقطَّرِ في كلِّ كأسٍ على حِدَةٍ.
2. أُضيفُ ملعقةَ ملحِ طعامٍ صغيرةً إلى الماءِ المقطرِ في الكأسِ (1)، معَ التحريكِ باستمرارٍ، ثمَّ أُدوِّنُ ملاحظاتي.
3. أكرِّرُ الخطوتينِ السابقتينِ بإضافةِ ملعقةِ سكّرٍ إلى الكأسِ (2)، وملعقةِ رملٍ إلى الكأسِ (3)، وأُدوِّنُ ملاحظاتي في كلِّ مرَّةٍ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. أيُّ الموادِّ يمكنُ تمييزُها في المخلوطِ بالعينِ المجرّدةِ؟
2. أيُّ الموادِّ انتشرتْ جسيماتُها بينَ جزيئاتِ الماءِ ولا يمكنُ تمييزُها في المخلوطِ؟
3. ما المقصودُ بالذوبانِ؟
4. هلْ تذوبُ السوائلُ في الماءِ؟ **أصمّمُ** -بالتعاونِ معَ زملائي/ زميلاتي- تجربةً أختبرُ فيها قابليّةَ ذوبانِ السوائلِ في الماءِ، ثمَّ أُدوِّنُ نتائجَ تجربتي، ثمَّ أناقشُها معَ معلّمي/ معلّمتي.

تركيزُ المحلولِ Concentration of Solution

الربطُ بالرياضيّاتِ

1 L = 1000 mL

1 kg = 1000 g

يُعَدُّ الماءُ مُذيبًا جيِّدًا لكثيرٍ منَ الموادِّ الصُّلْبةِ والسائلةِ والغازيّةِ، وتسمّى المحاليلُ التي يكونُ الماءُ فيها مُذيبًا (المحاليلَ المائيّةَ)، ولها أهميةٌ كبيرةٌ في مجالاتِ التفاعلاتِ والتطبيقاتِ الصناعيّةِ. فعندَ تفحُّصِ إحدى عُلَبِ العصيرِ أوْ زجاجاتِ الماءِ ألاحظُ وجودَ معلوماتٍ عنِ الموادِّ المُذابَةِ فيهِ، ولكلٍّ منْها كمّيّةٌ محددّةٌ بالنسبةِ إلى المحلولِ. يُستخدَمُ مفهومُ تركيزِ المحلولِ (Concentration of Solution) للتعبيرِ عنِ العلاقةِ بينَ كمّيّتَيِ المُذابِ والمُذيبِ في المحلولِ. وعندَ تحضيرِ المحاليلِ في الصناعاتِ المختلفةِ، فإنَّهُ منَ الضّروريِّ تحديدُ كمّيّتَيِ المُذابِ والمُذيبِ في المحلولِ لحسابِ تركيزِهِ.

عرف

الربطُ بعلمِ القياسِ

كثافةُ الماءِ المقطّرِ = 1g/mL

أيْ أنَّ كتلةَ 1 mL منَ الماءِ تساوي 1 g

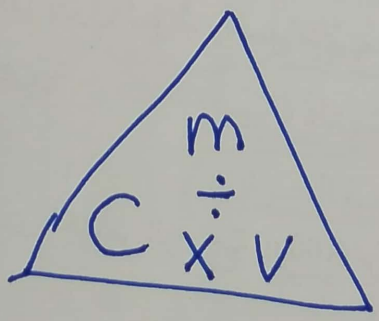
ن الطرائقِ المستخدَمةِ لحسابِ تركيزِ المحاليلِ حسابُ
كتلةِ المُذابِ بالغرام (g) إلى حجمِ المحلولِ بالملليتر
)، وتكونُ وحدةُ التركيزِ (g/mL)، كما في العلاقةِ
اضيةِ الآتيةِ:

$$\text{تركيزُ المحلولِ} = \frac{\text{كتلةُ المذابِ (g)}}{\text{حجمُ المحلولِ (mL)}}$$

فإذا رُمِزَ إلى التركيزِ بالرمزِ (C)، وكتلةِ المذابِ بالرمزِ (m)،
جمِ المحلولِ بالرمزِ (V)، فإنَّ العلاقةَ الرياضيَّةَ تُكتَبُ
موزِ: $C = \frac{m}{V}$

مثالٌ ١

أُذيبَ (10 g) منَ السكَّرِ في كمّيّةٍ منَ الماءِ النقيِّ، فتكوَّنَ محلولٌ حجمُهُ (110 mL).
أحسُبُ تركيزَ المحلولِ.



$C = \frac{m}{V}$

$V = \frac{m}{C}$

$m = C \times V$

المُعطياتُ: $m = 10\ g$

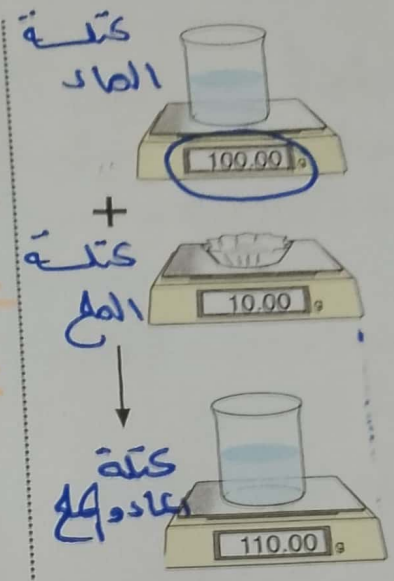
$V = 110\ mL$

الخطواتُ: $C = \frac{m}{V}$

$= \frac{10}{110}$

$= 0.09\ g/mL$

فمثلًا، عندَ قياسِ كتلةِ المحلولِ الناتجِ منْ إذابةِ كمّيّةٍ منَ السكّرِ في الماءِ نجدُ أنَّهُ يساوي مجموعَ كتلةِ الماءِ النقيِّ وكتلةِ السكّرِ المذابِ، وهذا يثبتُ أنَّ السكّرَ يحتفظُ بوجودِهِ في الماءِ، وأنَّ جسيماتِهِ انتشرتْ بينَ جزيئاتِ الماءِ بانتظامٍ في عمليّةِ الذوبانِ، ألاحِظُ الشكلَ (8).



الشكلُ (8): قياسُ كتلةِ محلولٍ.

أتحقَّقُ: أُذيبَ (30 g) منْ ملحِ الطعامِ في كمّيّةٍ كافيةٍ منَ الماءِ فتكوَّنَ محلولٌ تركيزُهُ (0.3 g/mL)، أحسُبُ حجمَ المحلولِ بوحدةِ اللّترِ.

$$V = \frac{m}{C} = \frac{30 \times 10}{0.3 \times 10} = \frac{300}{3} = 100\ mL$$

المواد والأدوات: ماءٌ مقطرٌ، وملحُ الطعامِ، وكبريتاتُ النحاسِ $CuSO_4$، وسكرُ المائدةِ، وكأسٌ زجاجيةٌ سعتُها (200 mL)، وملعقةٌ، وميزانٌ إلكترونيٌّ.

إرشاداتُ السلامةِ: أحذرُ عندَ التعاملِ معَ الكؤوسِ الزجاجيّةِ، وأحذرُ تذوُّقَ الموادِّ، وأغسلُ يديَّ بعدَ الانتهاءِ منَ التجربةِ.

خطواتُ العملِ:

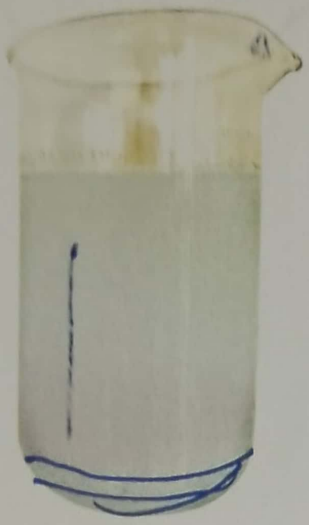
1. أضعُ في إحدى الكؤوسِ الزجاجيّةِ (100 g) منَ الماءِ المقطّرِ.
2. **أقيسُ** باستخدامِ الميزانِ الإلكترونيِّ كتلةَ (10 g) منْ ملحِ الطعامِ.
3. **ألاحِظُ:** أضيفُ ملحَ الطعامِ إلى الماءِ الذي في الكأسِ الزجاجيّةِ، وأُحرِّكُهُ حتى يذوبَ الملحُ تمامًا، وأُكرِّرُ ذلكَ إلى أنْ ألاحِظَ ظهورَ راسبٍ منْ ملحِ الطعامِ. ما كميّةُ ملحِ الطعامِ التي أُذيبَتْ في الماءِ؟
4. **أُجرِّبُ:** أُكرِّرُ الخطواتِ باستخدامِ ملحِ كبريتاتِ النحاسِ $CuSO_4$ مرَّةً، وسكّرِ المائدةِ مرَّةً أُخرى.
5. أُدوِّنُ كتلةَ المذابِ التي أُذيبَتْ في الماءِ لكلِّ مادّةٍ عندَ درجةِ حرارةِ الغرفةِ 25 °C، ثمَّ أُنظِّمُ البياناتِ التي حصلتُ عليها في جدولٍ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. ما المقصودُ بذائبيّةِ الموادِّ الصُّلْبةِ في الماءِ؟
2. ما أكبرُ كتلةٍ منْ ملحِ الطعامِ يمكنُ أنْ تذوبَ في لترٍ منَ الماءِ عندَ درجةِ الحرارةِ نفسِها؟
3. كيفَ يمكنُني إذابةُ المادةِ المتبقّيةِ؟

Solubility & Affecting Factors

عندما أُضيفُ كميّةً قليلةً منَ الملحِ إلى كأسٍ تحوي ماءً في درجةِ حرارةِ الغرفةِ فإنّها تذوبُ فيهِ، وإذا أضفْتُ كميّاتٍ أخرى منَ الملحِ إلى الكأسِ نفسِها فإنَّ المحلولَ يصلُ إلى حدٍّ لا يمكنُهُ أنْ يذيبَ فيهِ أيَّ كميّاتٍ إضافيةٍ منَ الملحِ، ويُسمّى عندئذٍ **المحلولَ المُشبَعَ** (Saturated Solution). أمّا إذا أضفْتُ كميّةً أخرى منَ الملحِ إلى المحلولِ المُشبَعِ فإنّها تترسَّبُ في قعرِ الكأسِ، ويُسمّى عندئذٍ المحلولَ فوقَ المُشبَعِ. ألاحظُ الشكلَ (9).



الشكلُ (9): تكوُّنُ راسبٍ في محلولٍ فوقَ مُشبَعٍ.

تُسمّى أكبرُ كتلةٍ منَ المذابِ التي تذوبُ في (100 g) منَ الماءِ عندَ درجةِ حرارةٍ معيّنةٍ **الذائبيةَ** (Solubility).

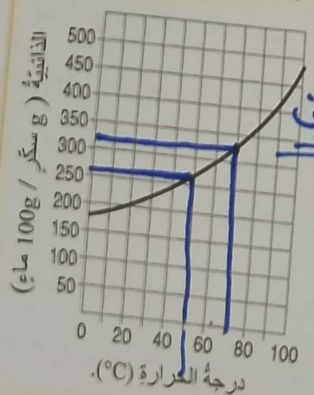
تتأثّرُ ذائبيّةُ الموادِّ الصُّلْبةِ في الماءِ بعواملَ عدَّةٍ، منْها: درجةُ الحرارةِ، وطبيعةُ المادَّةِ.

درجةُ الحرارةِ Temperature

عندَ إعدادِ محلولِ شرابِ السكّرِ (القَطْرِ) تُضافُ كمّيّةٌ كبيرةٌ منَ السكّرِ إلى حجمٍ محدَّدٍ منَ الماءِ. ولتتمَّ عمليّةُ الذوبانِ يُسَخَّنُ المحلولُ؛ إذْ تزدادُ ذائبيّةُ معظمِ الموادِّ الصُّلْبةِ في الماءِ بارتفاعِ درجةِ الحرارةِ. فعندَ تسخينِ المحلولِ تزدادُ حركةُ جزيئاتِ الماءِ؛ ما يزيدُ المسافاتِ والفراغاتِ بينَها، فتستوعبُ كميّاتٍ أكبرَ منْ جسيماتِ المذابِ التي تنتشرُ وتتوزَّعُ بانتظامٍ بينَ جزيئاتِ الماءِ في المحلولِ.

أتأملُ الشكلَ

أتأمّلُ الرسمَ البيانيَّ الآتيَ مبيِّنًا ذائبيّةَ السكّرِ عندَ درجةِ حرارةِ 50 °C و70 °C.



50 ⇒ 260g
70 ⇒ 325 g

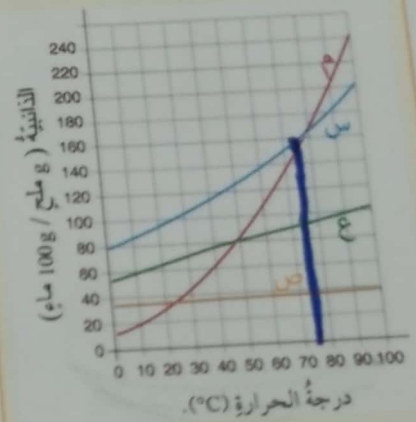
طبيعةُ المادّةِ Nature of Matter

تختلفُ الموادُّ في ذائبيَّتِها باختلافِ طبيعةِ كلٍّ منْها؛ فلكلِّ مادةٍ ذائبيَّةٌ خاصَّةٌ بها.

يمكنُ زيادةُ سرعةِ ذوبانِ المادةِ الصُّلْبةِ في الماءِ بطحنِها وتحويلِها إلى مسحوقٍ؛ إذْ تزدادُ مساحةُ سطحِ المادّةِ المُذابةِ فتلامِسُ عددًا أكبرَ منْ جزيئاتِ الماءِ، وتزدادُ سرعةُ ذوبانِها. فسرعةُ ذوبانِ السكّرِ المطحونِ في (100 g) منَ الماءِ عندَ درجةِ حرارةِ الغرفةِ أكبرُ منْ سرعةِ ذوبانِ مكعبِ السكّرِ عندَ الظروفِ نفسِها.

أتأمّلُ الشكلَ

أيُّ الأملاحِ لهُ أعلى ذائبيَّةٍ عندَ درجةِ حرارةِ 75°C؟



تجربةٌ العواملُ التي تؤثّرُ في سرعةِ الذوبانِ

سؤالُ فرضيّتي: كيفَ تُؤثّرُ مساحةُ سطحِ المادةِ المذابةِ في سرعةِ ذوبانِها في الماءِ عندَ درجةِ حرارةٍ معيَّنةٍ؟

توقُّعاتي: تزدادُ سرعةُ ذوبانِ المادةِ الصُّلْبةِ في الماءِ كلَّما ..... مساحةُ سطحِها الملامسةُ لجزيئاتِ الماءِ.

المواد والأدوات: مكعبُ سكّرٍ، وسكّرٌ مطحونٌ خشنٌ، وسكّرٌ مطحونٌ ناعمٌ، وميزانٌ إلكترونيٌّ، وماءٌ في درجةِ حرارةِ الغرفةِ، ومِخْبارٌ مُدرَّجٌ، وكؤوسٌ زجاجيَّةٌ (1، 2، 3)، وساعةُ توقيتٍ.

إجراءاتُ السلامةِ:

- الحفاظُ على غَسْلِ يديَّ عندَ الانتهاءِ منْ تنفيذِ الخطواتِ.
- الحذرُ عندَ التعاملِ معَ الأدواتِ الزجاجيّةِ.

خطواتُ العملِ:

1. استخدامُ المخبارِ المُدرَّجِ (100 mL) منَ الماءِ
2. أقيسُ كتلةَ مكعبِ السكّرِ باستخدامِ الميزانِ الإلكترونيِّ، ثمَّ أضعُهُ في الكأسِ.
3. أحسبُ باستخدامِ ساعةِ التوقيتِ الزمنَ اللازمَ لذوبانِ مكعبِ السكّرِ كلِّهِ، أفترضُ أنَّها تجربةٌ ضابطةٌ لزمنِ الذوبانِ، ثمَّ أدوِّنُ هذا الزمنَ في الجدولِ.
4. أكرّرُ الخطواتِ السابقةَ مستخدمًا الكتلةَ نفسَها منْ سكّرٍ مطحونٍ خشنٍ، ثمَّ سكّرٍ مطحونٍ ناعمٍ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. أمثّلُ بيانيًّا بالأعمدةِ النتائجَ السابقةَ التي تمثّلُ العلاقةَ بينَ الزمنِ اللازمِ للذوبانِ ومساحةِ سطحِ المادةِ الصُّلْبةِ المذابةِ.
2. أفسّرُ البياناتِ مُحدِّدًا أيَّها استغرقَ زمنًا أقلَّ للذوبانِ في الماءِ.
3. ما تأثيرُ درجةِ الحرارةِ في زمنِ الذوبانِ؟ أصمّمُ

ذائبيةُ الغازاتِ في الماءِ Solubility of Gases in Water

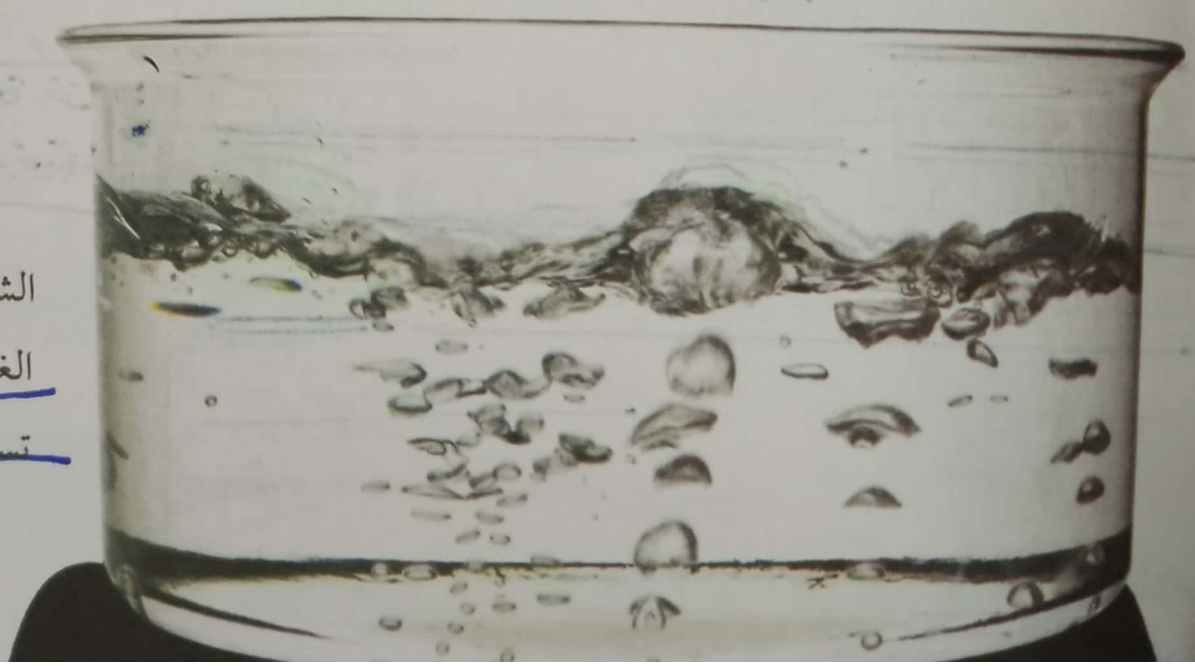
يُذيبُ الماءُ كثيرًا منْ غازاتِ الهواءِ الجويِّ مثلِ غازِ الأكسجينِ وغازِ ثاني أكسيدِ الكربونِ؛ إذْ تحتاجُ إليْها الكائناتُ الحيةُ التي تعيشُ في الماءِ للتنفُّسِ والبناءِ الضوئيِّ. تُعرَّفُ ذائبيةُ الغازاتِ (Solubility of Gases) بأنَّها أكبرُ كمّيّةٍ مِنَ الغازِ تذوبُ في لِترٍ منَ الماءِ عندَ درجةِ حرارةٍ معيَّنةٍ وضغطٍ جويٍّ محدَّدٍ.

وتتأثَّرُ ذائبيةُ الغازاتِ بعدَّةِ عواملَ، منْها الضّغطُ الواقعُ عليها؛ فكلَّما زادَ الضغطُ زادتْ ذائبيَّةُ الغازِ في الماءِ عندَ درجةِ حرارةٍ معيّنَةٍ، ولذلكَ عندَ فَتْحِ علبةِ مشروبٍ غازيٍّ ألاحظُ خروجَ فقاعاتِ غازٍ، وإذا تركْتُها مدَّةً منَ الزمنِ ستتصاعدُ فقاعاتٌ أكثرُ منَ الغازِ، وعندَما أتذوَّقُ المشروبَ الغازيَّ أجدُ طعمَهُ غيرَ مُستساغٍ بسببِ خروجِ الغازِ منْهُ، وتقلُّ ذائبيَّةُ الغازاتِ في الماءِ بزيادةِ درجةِ الحرارةِ، وهذا يفسِّرُ خروجَ فقاعاتٍ غازيّةٍ عندَ تسخينِ الماءِ؛ إذْ تقلُّ ذائبيّةُ الغازاتِ الذائبةِ في الماءِ، وتظهرُ على شكلِ فقاعاتٍ، ألاحظُ الشكلَ (10).

CO_2 تمتاز

✓ أتحقَّقُ: أُقارنُ بينَ تأثيرِ ارتفاعِ درجةِ الحرارةِ في ذائبيةِ الموادِّ الصُّلْبةِ وذائبيةِ الغازاتِ في الماءِ.

الصلبة	الغازية
كلما زادت درجة الحرارة تزداد الذائبية	كلما زادت درجة الحرارة تقل الذائبية



الشكلُ (10): تقلُّ ذائبيةُ الغازاتِ في الماءِ عندَ تسخينِهِ.

الشكلُ (11): أملاحُ البحرِ الميتِ.

استخلاصُ الأملاحِ Salts Extraction

تحتوي مياهُ البحارِ على كثيرٍ منَ الأملاحِ التي يمكنُ الاستفادةُ منها في مجالاتِ الصناعةِ، ويمكنُ فصلُ الأملاحِ عنِ الماءِ بطرائقَ عدَّةٍ، أهمُّها: التبخُّرُ، والتقطيرُ.

التبخُّرُ Evaporation

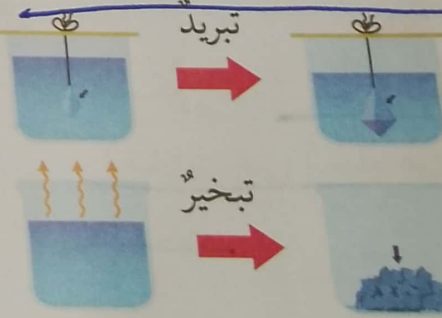
تُستخدمُ الطاقةُ الشمسيّةُ للحصولِ على أملاحِ البحرِ الميتِ في الأردنِّ كما في الشكلِ (11)، وذلك بتعريضِ مياهِ البحرِ إلى أشعّةِ الشمسِ، فيتبخّرُ الماءُ وتترسّبُ الأملاحُ بالتدريجِ وفقَ الاختلافِ في ذائبيّتِها في أحواضٍ خاصّةٍ تُسمّى المَلّاحاتِ، ثمَّ تُستخلَصُ بطرائقَ كيميائيّةٍ خاصّةٍ للاستفادةِ منها في صناعاتٍ عديدةٍ.

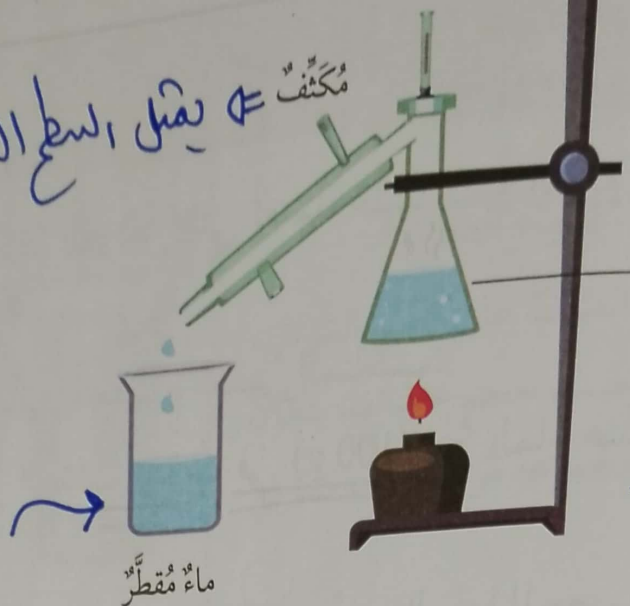
التقطيرُ Distillation

تُعَدُّ عمليّةُ التقطيرِ منْ أكثرِ الطرائقِ فعاليةً لاستخلاصِ الأملاحِ منْ محاليلِها المائيّةِ. ويتمُّ في عمليةِ التّقطيرِ تبخيرُ الماءِ وتكثيفُ بخارِهِ؛ للحصولِ على الماءِ النقيِّ في جهازِ تقطيرٍ

الربطُ بالكيمياءِ

تستخدمُ طريقةُ التبلورِ لفَصْلِ الموادِّ الصُّلْبةِ الذائبةِ في الماءِ اعتمادًا على الاختلافِ في ذائبيّتِها فيهِ باختلافِ درجةِ الحرارةِ. تحدثُ عمليّةُ التبلورِ بخَفْضِ درجةِ حرارةِ المَحلولِ المُشبعِ، أوْ تبخيرِ جزءٍ منَ الماءِ، فتترسَّبُ الأملاحُ على شكلِ بلّوراتٍ، كما في الشكلِ الآتي:





الشكلُ (12): جهازُ التقطيرِ.

ماءِ، كما في الشكلِ (12)، يتبخَّرُ الماءُ عندَ تسخينِ المحلولِ، صاعدُ بخارُ الماءِ إلى داخلِ المكثِّفِ (سطحٌ باردٌ)، فيتكاثفُ، حوّلُ إلى ماءٍ مقطّرٍ (نقيٍّ) يتجمَّعُ في الكأسِ الزجاجيّةِ، رسَّبُ الموادُّ الصُّلْبةُ في الدورقِ، وبهذهِ الطريقةِ يمكنُ حصولُ على الأملاحِ، إضافةً إلى ماءٍ نقيٍّ بدرجةٍ عاليةٍ.

✓ أتحقَّقُ: ما الفرقُ بينَ التبخيرِ والتقطيرِ؟

تجربةٌ استخلاصُ الأملاحِ منَ المحلولِ بالتقطيرِ

الموادُّ والأدواتُ: جهازُ تقطيرِ الماءِ، ومحلولُ كبريتاتِ النحاسِ، ورملٌ، وملحٌ، ومخبارٌ مدرَّجٌ، وموقدُ بنسن، ومنصَبٌّ ثلاثيٌّ، وشبكةُ تسخينٍ.

إرشاداتُ السلامةِ: أحذرُ الماءَ الساخنَ في أثناءِ تسخينِ المحلولِ.

خطواتُ العملِ:

1. **أقيسُ** (100 mL) مِنْ محلولِ كبريتاتِ النحاسِ، ثمَّ أضعُ هذهِ الكميّةَ في دورقِ التقطيرِ.
2. **أجرِّبُ:** أُرَكِّبُ جهازَ التقطيرِ كما في الشكلِ (12) مستعينًا بمعلِّمي/ معلِّمتي.
3. أسخِّنُ الدورقَ، حتّى يقاربَ الماءُ في المحلولِ على الانتهاءِ، ويتجمَّعَ في الكأسِ الزجاجيَّةِ.
4. **ألاحظُ** المادةَ المتبقيةَ في الدورقِ، ثمَّ أُدوِّنُ ملاحظاتي.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. ما العملياتُ التي حدثتْ في جهازِ التقطيرِ؟
2. ما نواتجُ عمليّةِ التقطيرِ؟
3. هلِ الماءُ الذي في الكأسِ الزجاجيّةِ نقيٌّ أمْ غيرُ نقيٍّ؟
4. **أستنتجُ:** ما أهميّةُ المكثِّفِ في جهازِ التقطيرِ؟