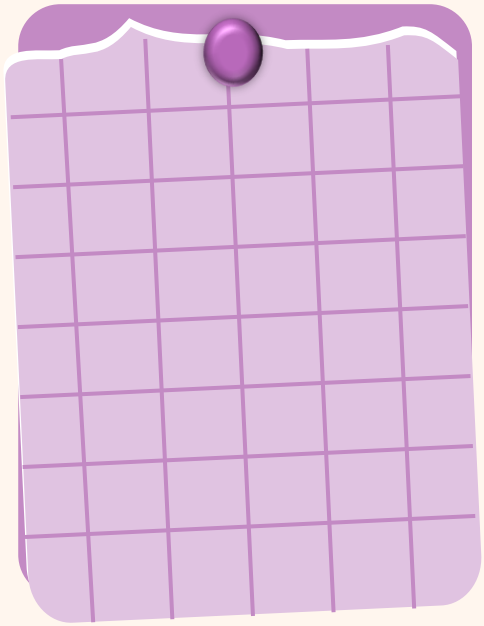
إحسانك وعطاؤك وحب الخير
لغيرك، ونقاء قلبك وسلامة
صدرك، وكثرة ذكرك لربك،
وعدم خوضك في أعراض
الآخرين . . .
كل هذا يزيد من سعادتك،
واطمئنانك، وراحة بالك،
وسيعود عليك بالخير بإذن الله

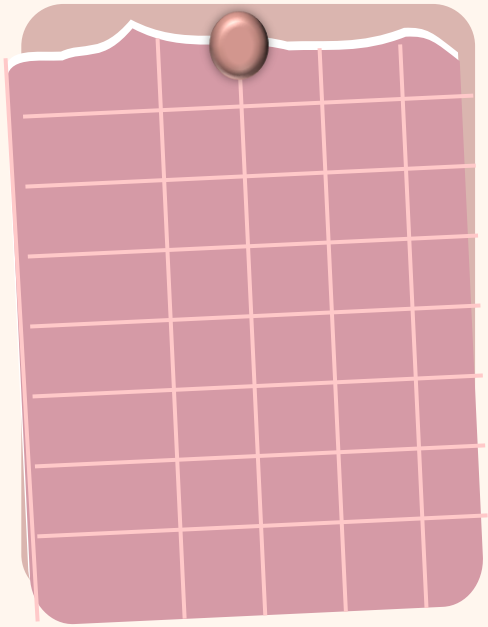
١

٢

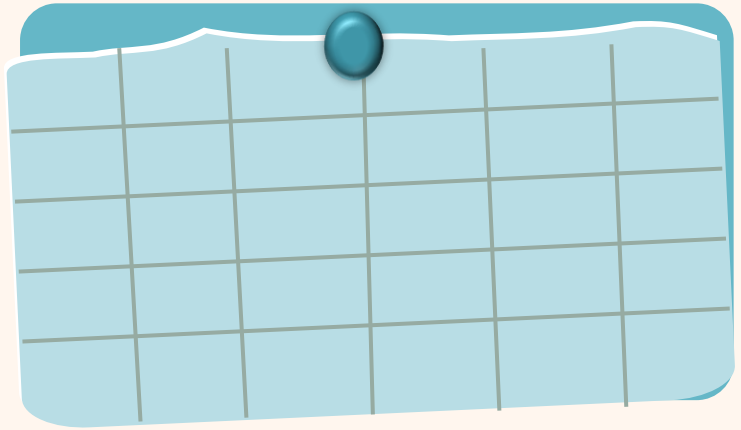
٣



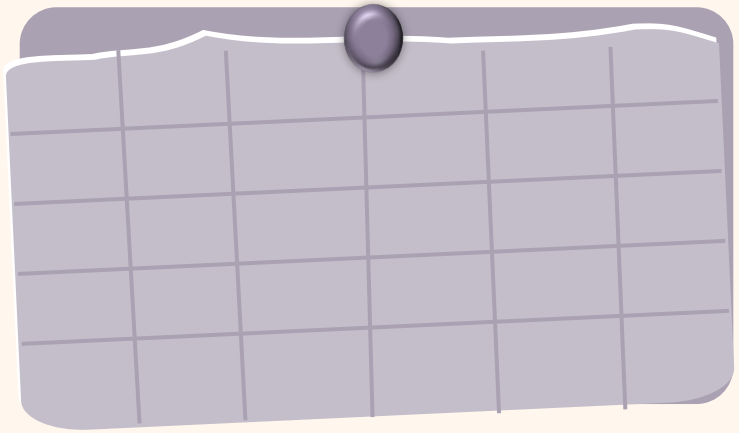
٤



٥



٦



تقويم الدرس السابق

لماذا يجب تحريك عصير البرتقال في الإبريق قبل سكبه في الكأس؟

لأن لُبَّ عصير البرتقال استقر أسفل الإبريق، لذا فإن تحريك عصير البرتقال يجعله أكثر تمازجًا.

ما وجه الشبه بين عصير التفاح الفوار وعصير البرتقال؟

عصير التفاح مخلوط يمكن اعتباره متجانسًا أو غير متجانس، أما عصير البرتقال فهو مخلوط غير متجانس.

ما هو موضوع درسنا لهذا اليوم

الخواص الجامعة للمحاليل

ماذا أعرف؟

ماذا أريد أن
اعرف؟
تصفح الدرس

الأهداف

١ تصف الخواص الجامعة

٢ تعرف أربع خواص جامعة للمحاليل

٣ تحدد الارتفاع في درجة الغليان، والانخفاض في درجة التجمد للمحلول

مراجعة
المفردات

الأيون
ذرة مشحونة
كهربائية

المفردات الجديدة

الخواص الجامعة
الانخفاض في الضغط البخاري
الارتفاع في درجة الغليان
الانخفاض في درجة التجمد
الخاصية الأسموزية
الضغط الأسموزي

الفكرة الرئيسة

تعتمد الخواص الجامعة على عدد جسيمات المذاب في المحلول .

الربط مع الحياة

إذا كنت قد عشت في منطقة ذات طقس بارد جداً في الشتاء ، فلعلك لاحظت أن الناس يرشون الملح على الأرصفة والطرق لأزالة الثلج والجليد ، فكيف يساعد الملح على جعل القيادة في الشتاء أكثر أمناً.

المواد المتأينة والخواص الجامعة

ما المقصود بالخواص الجامعة؟

خواص فيزيائية للمحاليل تتأثر بعدد جسيمات المذاب وليس بطبيعتها

أمثلة على الخواص الجامعة

- الانخفاض في الضغط البخاري
- الارتفاع في درجة الغليان
- الانخفاض في درجة التجمد
- الضغط الأسموزي

درست سابقًا أنّ المركبات الأيونية مواد توصل محاليلُها التيارَ الكهربائي، لذا تسمى مواد إلكتروليتية؛

لماذا؟

لأنها تتفكك في الماء إلى أيونات.

هل تتأين المركبات الجزيئية (التساهمية) في الماء؟

نعم، وتكون محلولاً متأيناً

ماذا يطلق على المواد المتأينة التي تنتج أيونات كثيرة في المحلول؟

مواد متأينة قوية

المواد المتأينة في المحلول المائي

مواد متأينة قوية	مواد متأينة ضعيفة
تنتج أيونات كثيرة في المحلول	تنتج أيونات قليلة في المحلول
مثال NaCl	مثال السكروز

الشكل ١ـ ١٨

محلول كلوريد الصوديوم موصل جيد للكهرباء؛ وذلك لأنه محلول لمادى متأينة، في حين لا يوصل محلول السكروز التيار الكهربائي؛ لأنه محلول لمادة غير متأينة

كلوريد الصوديوم مادة متأينة قوية؛ حيث يتفكّك في المحلول وينتج أيونات

$$NaCl_{(s)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

فإذابة 1mol من كلوريد الصوديوم في 1Kg من الماء لا تنتج محلولاً تركيز أيوناته 1m (المولالية)، بل تنتج 2mol من جسيمات المذاب في المحلول، أي 1mol لكل من أيوني Na^+ وCl^-

السكروز مثال على المواد غير المتأينة؛ حيث يحتوي محلول السكروز الذي تركيزه 1m على 1mol فقط من جزيئات السكروز

$$1mol\ C_{12}H_{22}O_{11} \rightarrow 1mol\ C_{12}H_{22}O_{11}$$

ماذا قرأت

استنتج أي المركبين له تأثير أكبر في الخواص الجامعة: كلوريد الصوديوم أم السكروز؟

كلوريد الصوديوم له تأثير أكبر في الخواص الجامعة

لماذا؟

لأنه يتفكك في المحلول ويعطي أيونات أكثر

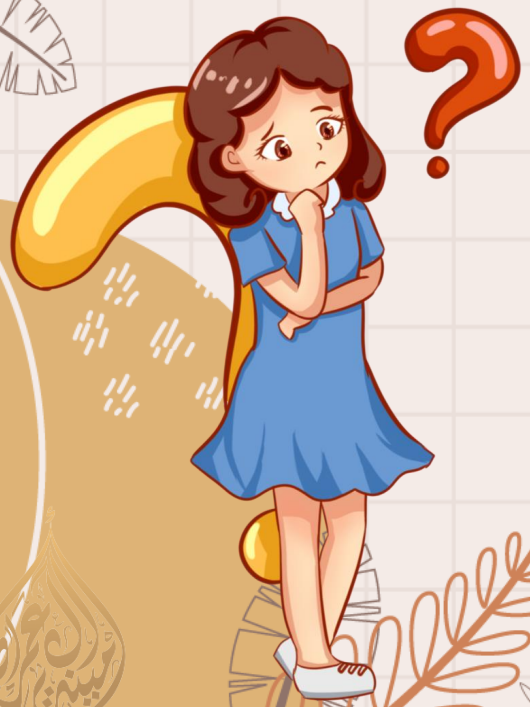
١

الانخفاض في الضغط البخاري

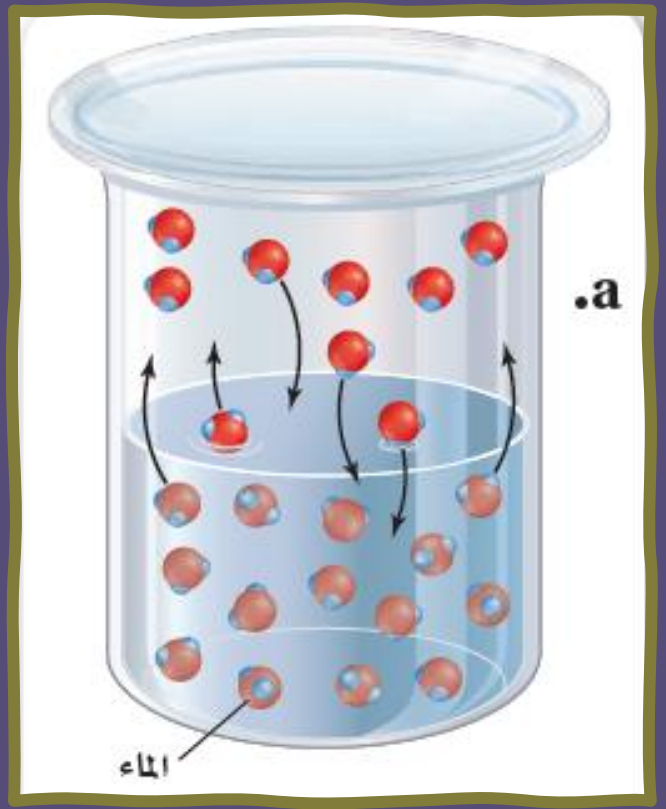
ما المقصود بالضغط البخاري؟

الضغط الناتج عن بخار السائل عندما يكون في حالة اتزان ديناميكي مع سائله في وعاء مغلق عند درجة حرارة وضغط ثابتين

عند هذه النقطة تتساوى سرعتي
التبخر والتكاثف



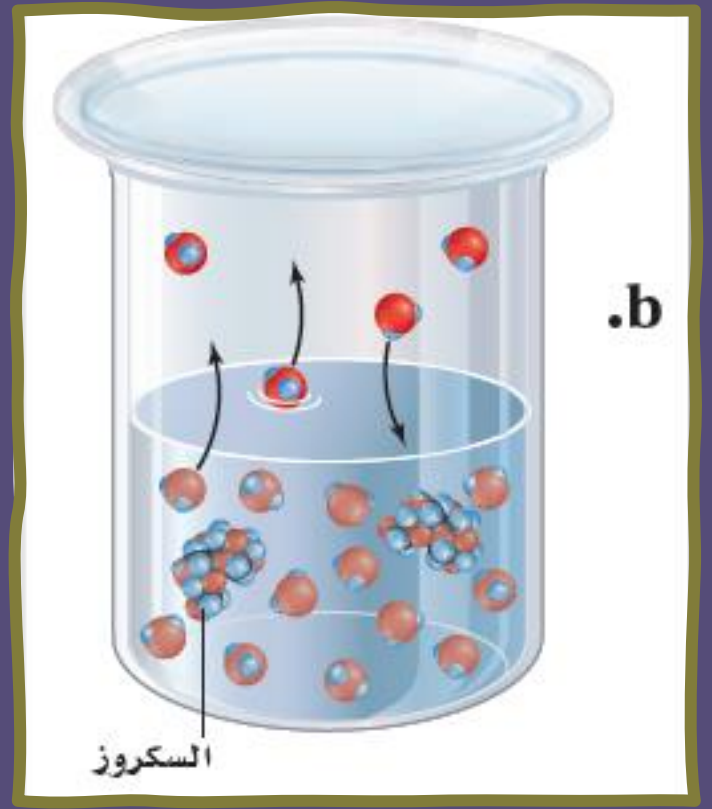
الشكل ١- ١٩
الضغط البخاري لمذيب نقي أكبر من الضغط لمحلول يحتوي على مذاب غير متطاير



أن الجسيمات التي تحدث الضغط البخاري تتبخر من سطح السائل عندما يكون المذيب نقياً. تشغل جسيماته مساحة السطح كلها

الضغط البخاري لمذيب نقي أكبر

لذلك فهو من الخواص الجامعة



عندما يحتوي المذيب على مذاب (غير متطاير) فإن خليط جسيمات المذاب والمذيب يحتل مساحة سطح المحلول. وبسبب وجود كمية قليلة من جسيمات المذيب على السطح يتحول القليل منها إلى الحالة الغازية،

ومن ثم ينخفض الضغط البخاري

كلما ازداد عدد جسيمات المذاب في المذيب قل الضغط البخاري

الانخفاض في الضغط البخاري

كلما ازداد عدد جسيمات المذاب في المذيب قل الضغط البخاري الناتج

(العلاقة عكسية)

أي أن الانخفاض في الضغط البخاري يعتمد على عدد جسيمات المذاب في المحلول

لذلك فهو من الخواص الجامعة

فسر

كلما ازداد عدد جسيمات المذاب في المذيب قل الضغط البخاري الناتج؟

تشغل جسيمات المذاب جزء من سطح المحلول

فيقل عدد جسيمات المذيب على السطح

فيقل عدد جسيمات المذيب المتبخرة

فيقل الضغط البخاري

رتب المركبات المتأينة التالية تصاعدياً حسب تأثيرها في الضغط البخاري

$NaCl$, $AlCl_3$, Na_2SO_4

من الصغير
إلى الكبير

١

$$NaCl_{(s)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$
$$1mol\ NaCl_{(s)} \rightarrow 1mol\ Na^+_{(aq)} + mol\ Cl^-_{(aq)}$$
$$1\ mol \rightarrow 2mol$$

٢

$$Na_2SO_{4\ (s)} \rightarrow 2Na^+_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$
$$1mol\ Na_2SO_{4\ (s)} \rightarrow 2mol\ Na^+_{(aq)} + mol\ SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$
$$1\ mol \rightarrow 3mol$$

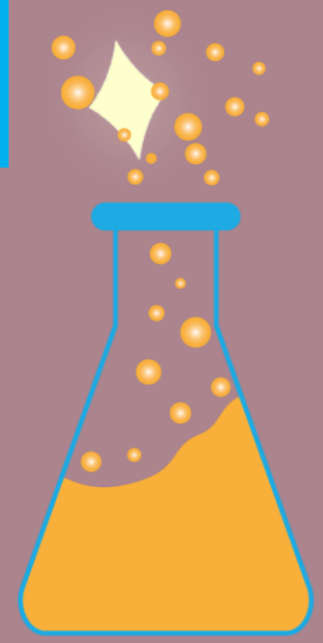
٣

$$AlCl_{3\ (s)} \rightarrow Al^{3+}_{(aq)} + 3Cl^-_{(aq)}$$
$$1mol\ AlCl_{3\ (s)} \rightarrow mol\ Al^{3+}_{(aq)} + 3mol\ Cl^-_{(aq)}$$
$$1\ mol \rightarrow 4mol$$

الانخفاض في الضغط البخاري

$NaCl$, Na_2SO_4 , $AlCl_3$

جميع المركبات السابقة تؤثر في الضغط البخاري وتؤدي إلى انخفاضه ولكن كلما زاد عدد الجسيمات في المحلول زاد تأثيرها وزاد الانخفاض في الضغط البخاري



ماذا تعلمنا اليوم

الخلاصة

- تقلل المواد المذابة غير المتطايرة الضغط البخاري للمحلول

هيا نفكر
مع التحصيلي

أي التالي ليس من الخواص الجامعة للمحاليل

أ) الارتفاع في درجة الغليان

ب) الضغط الأسموزي

ج) الكثافة

د) الانخفاض في درجة التجمد

أي التالي ليس من الخواص الجامعة للمحاليل

أ) الضغط الأسموزي

ب) الانخفاض في الضغط البخاري

ج) الضغط الجوي

د) الارتفاع في درجة الغليان

الضغط البخاري ..... عدد جسيمات المذاب في المذيب

أ) يزيد بزيادة

ب) لا يتأثر بتغير

ج) ينقص بزيادة

د) ينقص بنقصان

تأثير الضغط البخاري لـ 1mol NaCl أقل من تأثير الضغط البخاري لـ ...

أ) 1mol KCl

ب) 1mol MgCl

ج) 1mol HBr

د) 1mol $AlCl_3$

لماذا نضيف الملح إلى الثلج لصناعة المثلجات؟

لا شك أن كل من قام بصناعة المثلجات في المنزل يعرف أن خليط الملح والثلج يُحدث درجة حرارة منخفضة جداً تكفي لتجميد الجيلاتي. في حين أن استخدام الثلج بمفرده لا يصلح لهذه العملية. ويرجع ذلك إلى أن الملح أثناء ذوبانه في المحلول يمتص الحرارة من الثلج، وبذلك يسبب انخفاضاً في درجة حرارة المحلول.

وتستخدم مادة شبيهة بذلك في تثليج المياه في الرحلات إلا أنها مادة باهظة التكاليف، وهي مادة (الهايبو) التي تستخدم في التصوير ويكفي أن توضع هذه المادة في الماء وتغطس الزجاجة الحاوية على السائل المراد تبريده في المحلول، لنحصل على سائل بارد كالثلج.

٢

الارتفاع في درجة الغليان

استراتيجية
القراءة الموجهة

هيا إلى المعرفة
صفحة ٤٠

ما المقصود بالارتفاع في درجة الغليان ؟

الفرق بين درجة حرارة غليان المحلول ودرجة غليان المذيب النقي

ما المقصود بدرجة الغليان؟

درجة الحرارة التي يتعادل فيها الضغط البخاري مع الضغط الجوي

مقارنة درجة غليان المحلول ودرجة غليان المذيب النقي

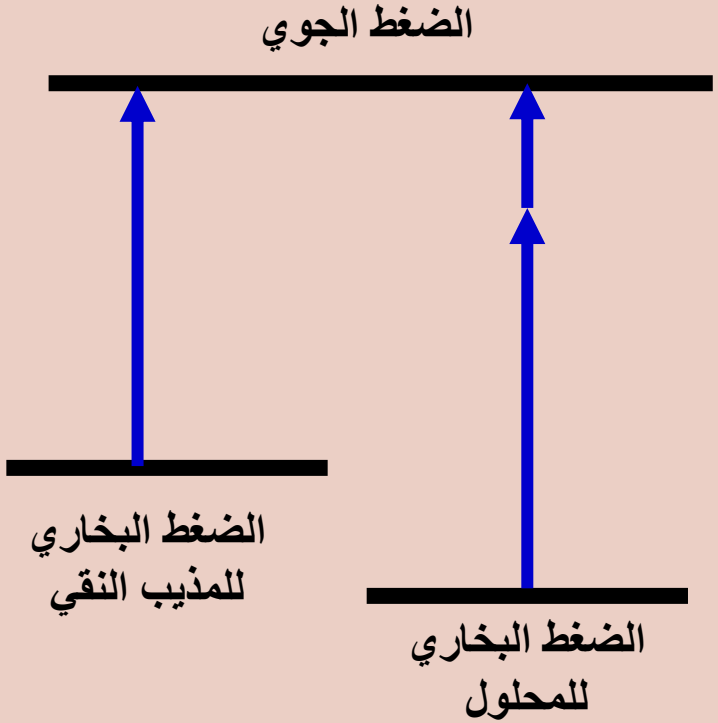
درجة غليان المحلول أعلى من درجة غليان المذيب النقي

وجود جسيمات المذاب في المحلول يؤدي إلى انخفاض الضغط البخاري

لذلك يجب أن نسخن المحلول إلى درجة أعلى

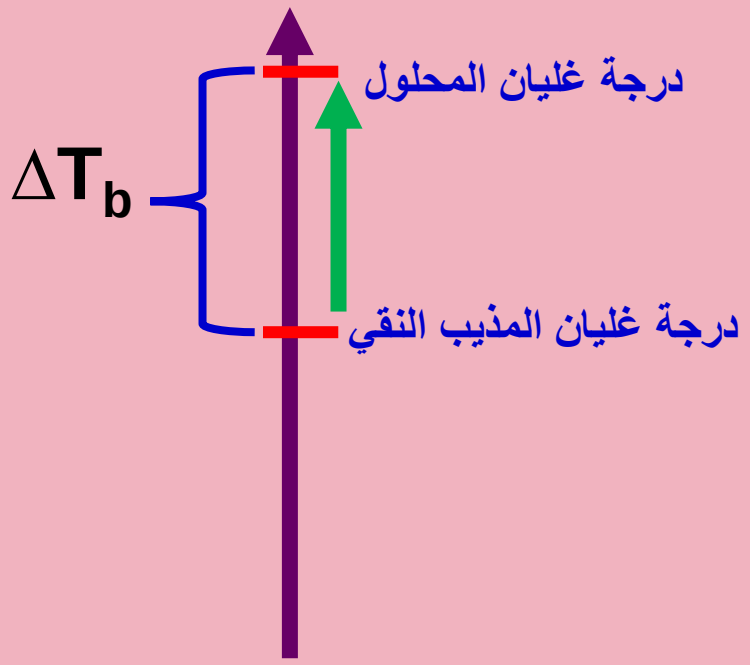
حتى يتساوى الضغط البخاري مع الضغط الجوي

لذلك ترتفع درجة غليان المحلول



الارتفاع في درجة الغليان

$$\Delta T_b = K_b m$$

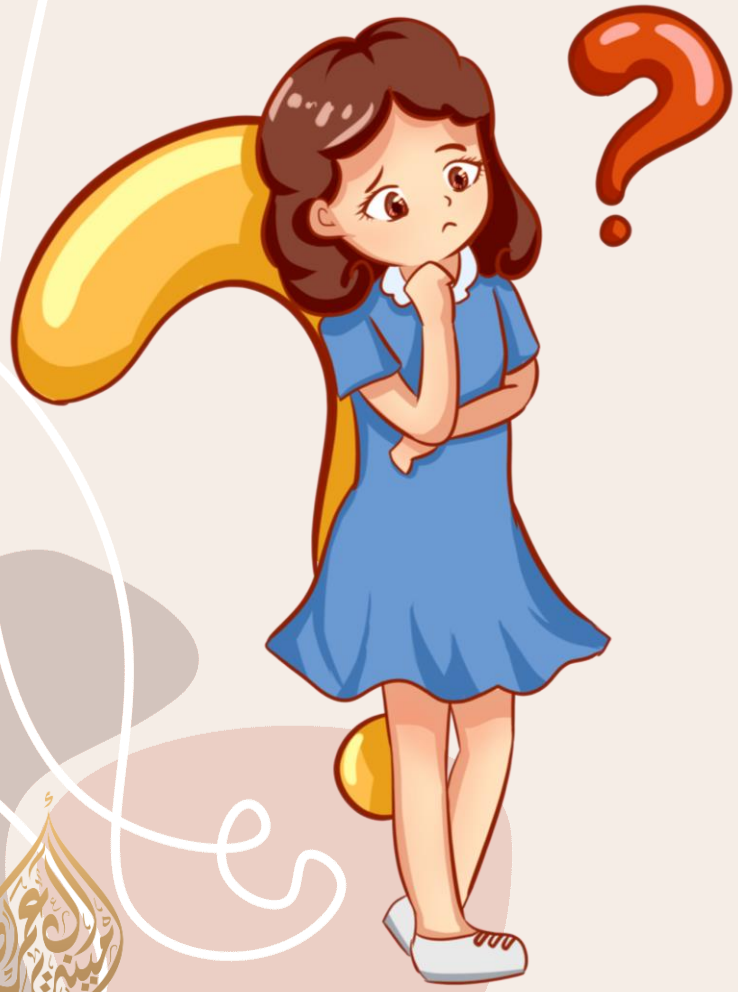


ΔT_b ارتفاع درجة الغليان

K_b ثابت الارتفاع في درجة الغليان المولالي

m مولالية المحلول

$$\text{المولالية } m = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{كتلة المذيب(Kg)}}$$



فكر

لماذا عبرنا عن التركيز بالمولالية وليس بالمولارية؟

المولالية تعتمد على الكتلة لذلك لا تتأثر بتغير درجة الحرارة

يبين الجدول (١-٥) ثابت الارتفاع في درجة الغليان المولالي.

لاحظ أن قيمة K_b للماء هي 0.512 °C/m ؛ وهذا يعني أن 1m من محلول مائي يحتوي على مذاب غير متطاير وغير متأين يغلي عند درجة حرارة 100.512 °C ، وهذا الدرجة تزيد 0.512 °C على درجة غليان الماء النقي 100 °C

المذيب	درجة الغليان °C	K_b °C/m
الماء	100.0	0.512
البنزين	80.1	2.53
رابع كلوريد الكربون	76.7	5.03
الإيثانول	78.5	1.22
الكلوروفورم	61.7	3.63

كما ان ثابت ارتفاع درجة الغليان المولالي K_b هو الفرق بين درجة غليان محلول يحتوي على 1m من مذاب غير متطاير وغير متأين ودرجة غليان المذيب النقي . والوحدة المستعملة للتعبير عن ارتفاع درجة الغليان هي °C/m وتختلف قيمة الثابت باختلاف المذيب

٣

الانخفاض في درجة التجمد

ما المقصود بالانخفاض في درجة التجمد ؟

هو الفرق بين درجة تجمد المحلول
ودرجة تجمد المذيب النقي الموجود في المحلول .

قارني بين درجة تجمد المحلول ودرجة تجمد المذيب النقي ؟

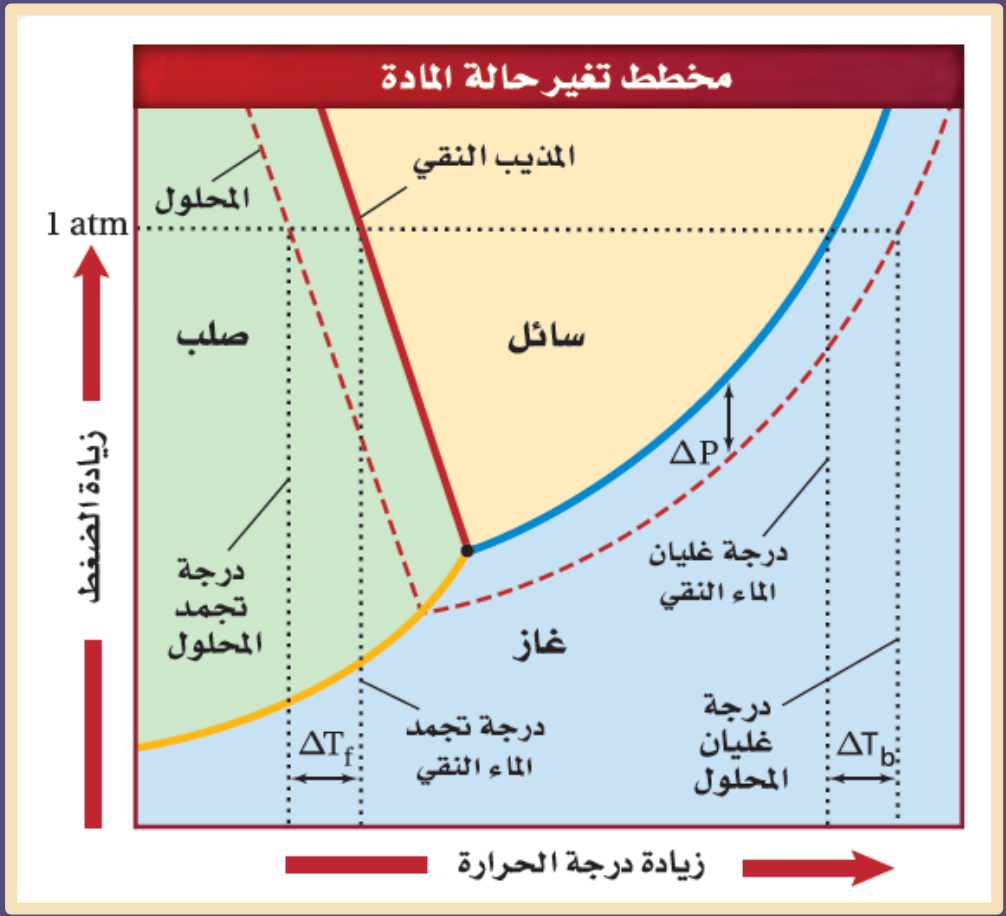
درجة تجمد المحلول أقل من درجة تجمد المذيب النقي

فسر : درجة تجمد المحلول أقل من درجة تجمد المذيب النقي؟

في الحالة الصلبة تترتب الجسيمات في بنية أكثر تنظيماً
ووجود جسيمات المذاب في المحلول يؤدي إلى إضعاف قوى التجاذب بين جسيمات المذيب
فتمنع المذيب من الوصول إلى الحالة الصلبة عند درجة التجمد
لذلك تنخفض درجة تجمد المحلول

الشكل ١-٢٠

يؤثر الضغط والحرارة في حالة المذيب النقي (الخط المتصل)، الصلبة أو السائلة أو الغازية، ويؤثران أيضا في المحلول (الخط المتقطع)



وتكون درجة تجمد المحلول دائماً أقل من درجة تجمد المذيب النقي ويبين الشكل (١-٢٠) الفرق بين درجات الغليان والتجمد للماء النقي والمحلول المائي
وعند مقارنة الخطوط المتصلة مع المتقطعة في الرسم سوف تلاحظ أن نطاق درجة الحرارة للمحلول المائي في الحالة السائلة أكبر مما للماء النقي

صف كيف يمثل الفرق بين الخطين (المتصل والمتقطع) الانخفاض في الضغط البخاري، والارتفاع في درجة الغليان، والانخفاض في درجة التجمد؟ استعمل بيانات من الرسم البياني لدعم إجابتك.

انخفاض الضغط البخاري (ΔP)، يمثل الفرق بين الخط الكامل، والمتقطع، عند حدود (السائل- الغاز)، كما يمثل الارتفاع في درجة الغليان (ΔT_b) الفرق بين درجة الغليان الاعتيادية على الخط الكامل، ونقطة التماثل على الخط المتقطع. وبالمثل يمثل الانخفاض في درجة التجمد (ΔT_f) الفرق في درجة التجمد الاعتيادية للماء

الكيمياء في واقع الحياة

الانخفاض في درجة التجمد

الأسماك التي تعيش في المياه المالحة إن المحافظة على التركيز الملحي المناسب في غاية الأهمية للأسماك التي تعيش في المياه المالحة؛ فوجود الملح في المناطق القطبية من المحيط ضروري للمحافظة على المياه من التجمُّد، مما يسمح بالمحافظة على الحياة البحرية.

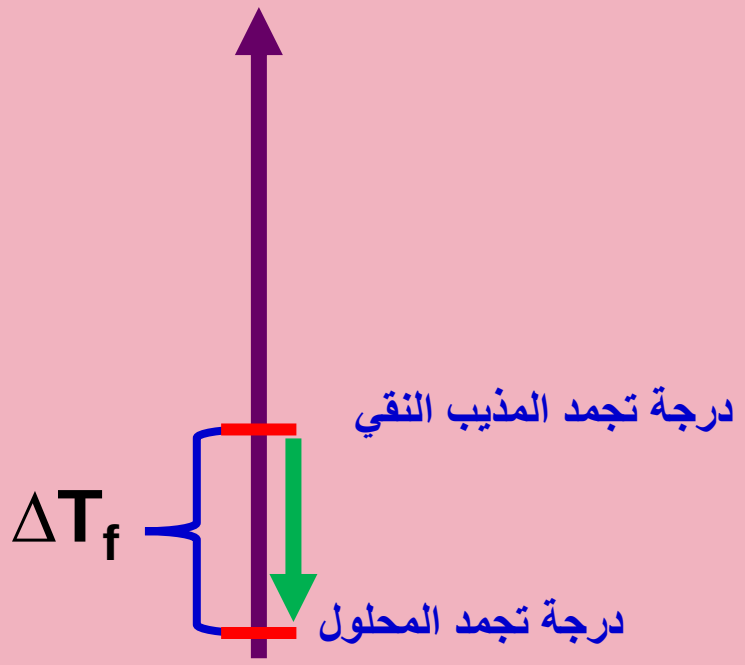
الشكل ١-٢١

تعمل إضافة الأملاح إلى الجليد على تقليل درجة تجمد الجليد، مما يؤدي إلى انصهار الجليد على الطرق. وتعمل إضافة الملح إلى الجليد عند صنع الآيس كريم على تقليل درجة التجمد، مما يسمح للماء الناتج بتجميد الآيس كريم

يبين الشكل ١-٢١ تطبيقين شائعين لاستعمال الملح لتقليل درجة تجمد المحلول المائي

الانخفاض في درجة تجمد المحلول ΔT_f

هو درجة تجمد المذيب النقي مطروحاً منها درجة تجمد المحلول



$$\Delta T_f = K_f m$$

ΔT_f درجة حرارة

K_f ثابت الانخفاض في درجة التجمد

m مولالية

$$\text{المولالية } m = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{كتلة المذيب(Kg)}}$$

ويبين الجدول (٢-٦) ثابت الانخفاض في درجة التجمد المولالي لكثير من المذيبات .

الجدول 6-2	ثابت الانخفاض في درجة التجمد المولالي K_f	
المذيب	درجة التجمد °C	K_f (°C/m)
الماء	0.0	1.86
البنزين	5.5	5.12
رابع كلوريد الكربون	−23.0	29.8
الإيثانول	−114.1	1.99
الكلوروفورم	−63.5	4.68

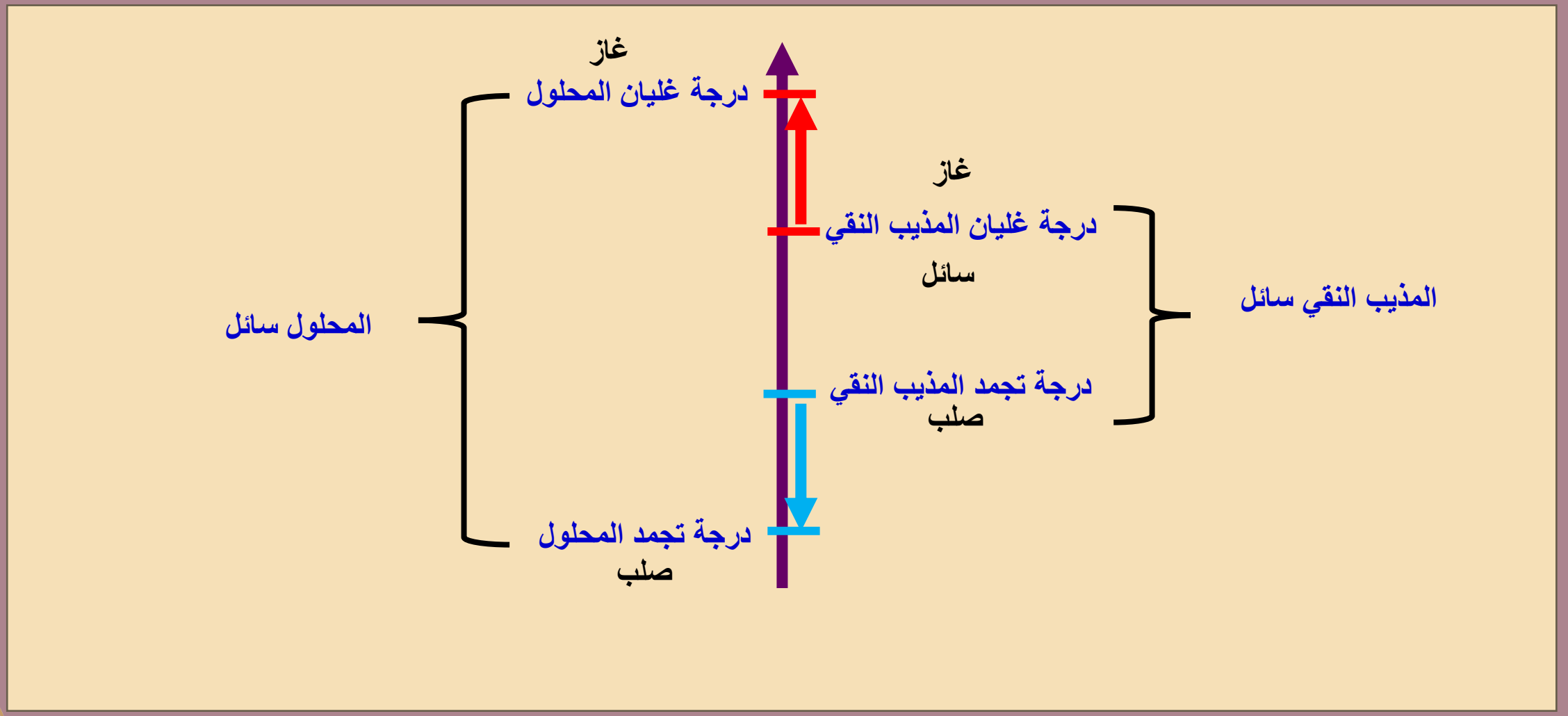
حيث إن تتناسب قيم الانخفاض في درجة التجمد للمواد غير المتأينة تناسبًا طرديًا مع مولالية المحلول.

هو الحال مع قيم K_b فإن قيم K_f تعتمد على طبيعة المذيب. ولأن ثابت انخفاض درجة التجمد للماء (K_f) يساوي 1.86 °C/m فإن المحلول المائي الذي تركيزه 1m يتجمد، ويحتوي على مذاب غير متطاير وغير متأين عند درجة -1.86 °C/m وهي أقل من درجة تجمد الماء النقي (0.0 °C). ويعد الجليسرول مذاب غير متأين، وينتجه الكثير من الأسماك والحشرات لحماية دمائها من التجمد في الشتاء القارص. كذلك فإن مقاوم التجمد أو مانع تكوين الجليد يحتوي على مذاب غير متأين، هو جليكول الإثيلين.

$$\Delta T_f = K_f m \qquad \Delta T_b = K_b m$$

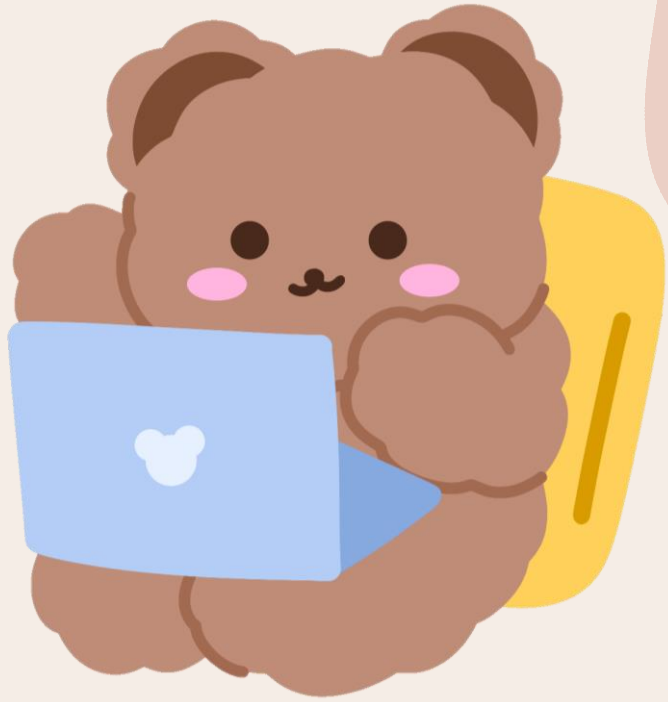
لاحظ أن معادلات الارتفاع في درجة الغليان والانخفاض في درجة التجمد تحدد مولالية المواد غير المتأينة. أما في حالات المواد المتأينة فيجب استعمال المولالية الفعلية للمحلول والتي تأخذ بعين الاعتبار عدد جسيمات المذاب المتفككة

مقارنة الارتفاع في درجة غليان المحلول والانخفاض في درجة التجمد للمحاليل



تجربة
الانخفاض في درجة التجمد

مشاهدة ممتعة



مثال ١-٦ صفحة ٤٣
تعليم ذاتي

مسائل تدريبية

45. احسب درجة الغليان ودرجة التجمد لمحلول مائي تركيزه $0.625\ m$ من أي مذاب غير متطاير وغير متأين.

46. ما درجة غليان محلول السكروز في الإيثانول, الذي تركيزه $0.40\ m$؟ وما درجة تجمده؟ علماً بأن السكروز مادة غير متأينة ؟

47. تحفيز تم اختبار محلول تركيزه $0.045\ m$ يحتوي على مذاب غير متطاير وغير متأين، ووجد أن الانخفاض في درجة تجمده بلغ $0.084\ ^\circ C$. ما قيمة ثابت الانخفاض في درجة تجمده K_f؟ وهل المذيب المكوَّن منه المحلول في هذه الحالة هو الماء أو الإيثانول أو الكلوروفورم؟

ماذا تعلمنا اليوم

الخلاصة

- تقلل المواد المذابة غير المتطايرة الضغط البخاري للمحلول
- يرتبط الارتفاع في درجة الغليان مباشرة بمولالية المحلول
- يكون الانخفاض في درجة التجمد للمحلول أقل من درجة تجمد المذيب النقي

هيا نفكر
مع التحصيلي

الفرق بين درجة حرارة غليان المحلول ودرجة غليان المذيب النقي

أ) الانخفاض في درجة الغليان

ب) درجة تجمد المذيب النقي

ج) الارتفاع في درجة غليان المذاب

د) درجة غليان المذاب

محلول تركيزه 0.5m ، K_b= 0.5 °C/m ، فإن الارتفاع في درجة غليانه

أ) 0°C

ب) 0.25°C

ج) 0.5°C

د) 0.75°C

عندما يعادل ضغط السائل ضغط الغاز المحيط به يحدث

أ) انصهار

ب) ذوبان

ج) انخفاض في درجة التجمد

د) غليان

يعتمد ثابت الارتفاع في درجة الغليان على

أ) طبيعة المذيب

ب) طبيعة المذاب

ج) مولارية المحلول

د) مولالية المحلول

الفرق بين درجة تجمد المحلول ودرجة تجمد مذيبه النقي

أ) الانخفاض في درجة الغليان

ب) درجة غليان المذيب النقي

ج) الانخفاض في درجة التجمد

د) الارتفاع في درجة الغليان

إضافة الملح إلى الجليد على الطرق في فصل الشتاء تؤدي إلى

أ) رفع درجة تجمد الجليد فتزيد صلابة الطريق

ب) خفض درجة حرارة الجليد فيزيد صلابة

ج) رفع درجة حرارة الجليد فينصهر

د) خفض درجة التجمد للجيد فينصهر

عند إضافة مادة غير متطايرة إلى سائل نقي فإن

أ) درجة الغليان تنخفض ودرجة التجمد ترتفع

ب) درجة الغليان ترتفع ودرجة التجمد تنخفض

ج) درجة الغليان لا تتأثر

د) درجة الغليان ودرجة التجمد تنخفضان

٤

الضغط الأسموزي

ما لمقصود بالخاصية الاسموزية ؟

هي انتشار المذيب خلال غشاء شبه منفذ من المحلول الأقل تركيزاً إلى المحلول الأكثر تركيزاً

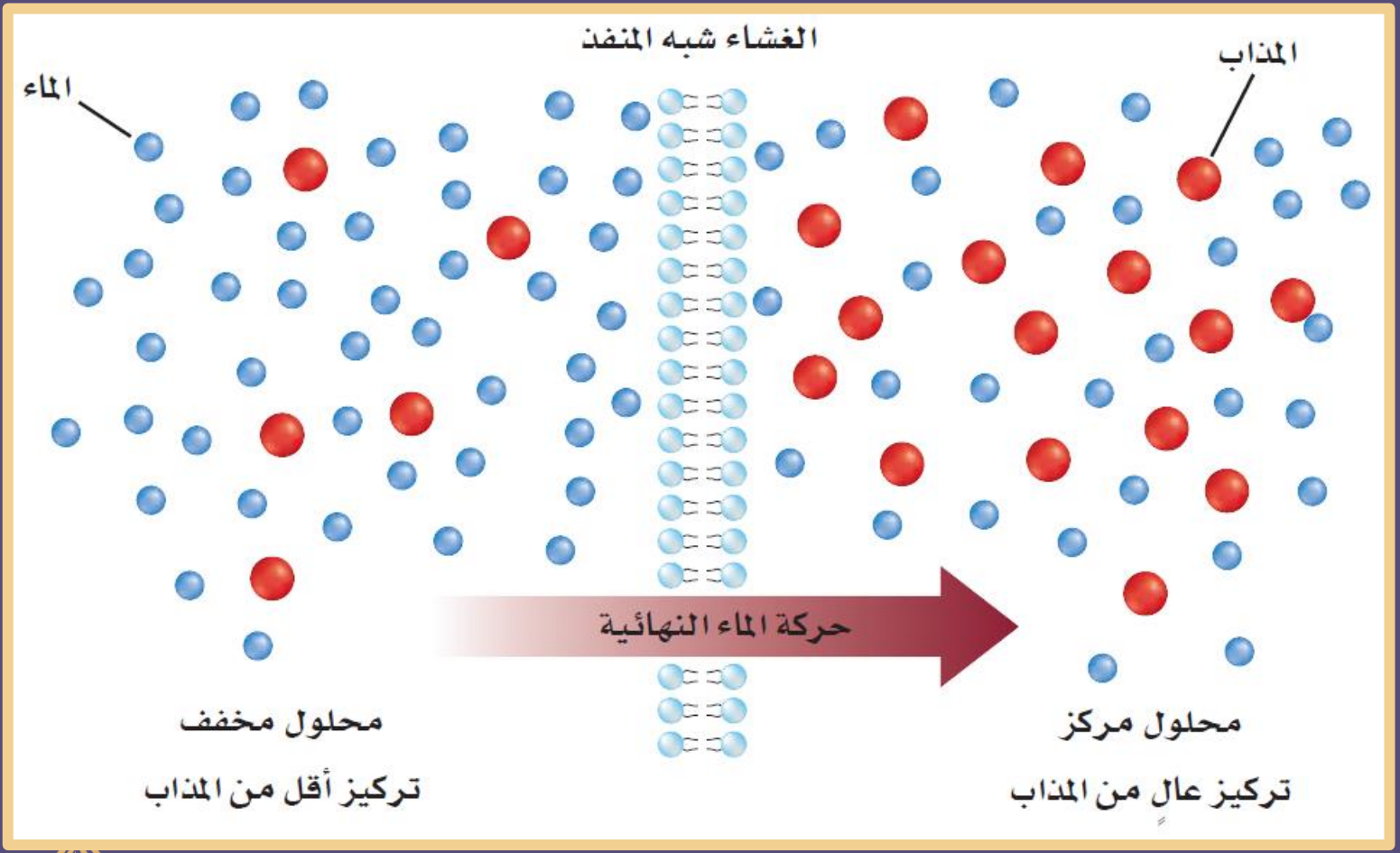
ما المقصود بالأغشية شبه المنفذة ؟

حواجز تسمح لبعض الجسيمات بالعبور، والاغشية التي تحيط بالخلايا الحية جميعها عبارة عن أغشية شبه منفذة .

ما المقصود بالضغط الاسموزي ؟

كمية الضغط الإضافي الناتج عن انتقال جزيئات الماء إلى المحلول المركز

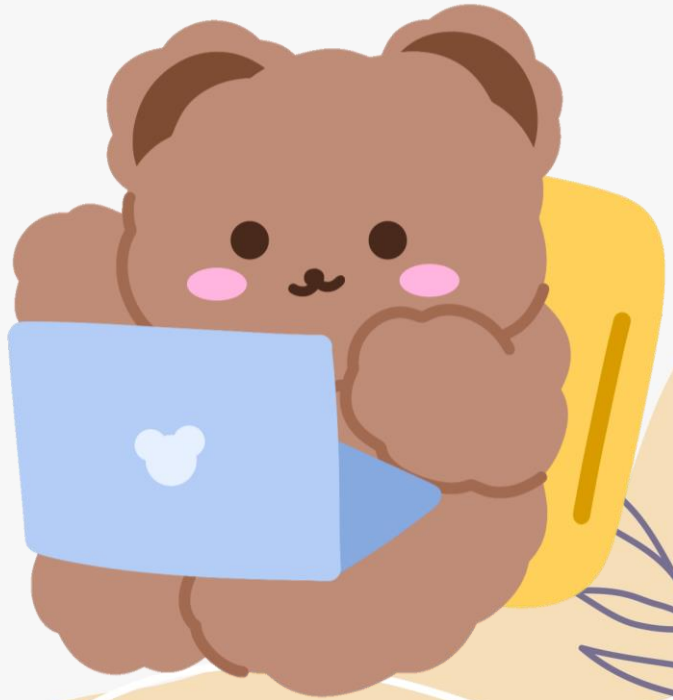
الشكل ١-٢٢
تنتشر المذيبات بسبب الخاصية الأسموزية من التركيز الأقل إلى التركيز الأعلى خلال أغشية شبه منفذة

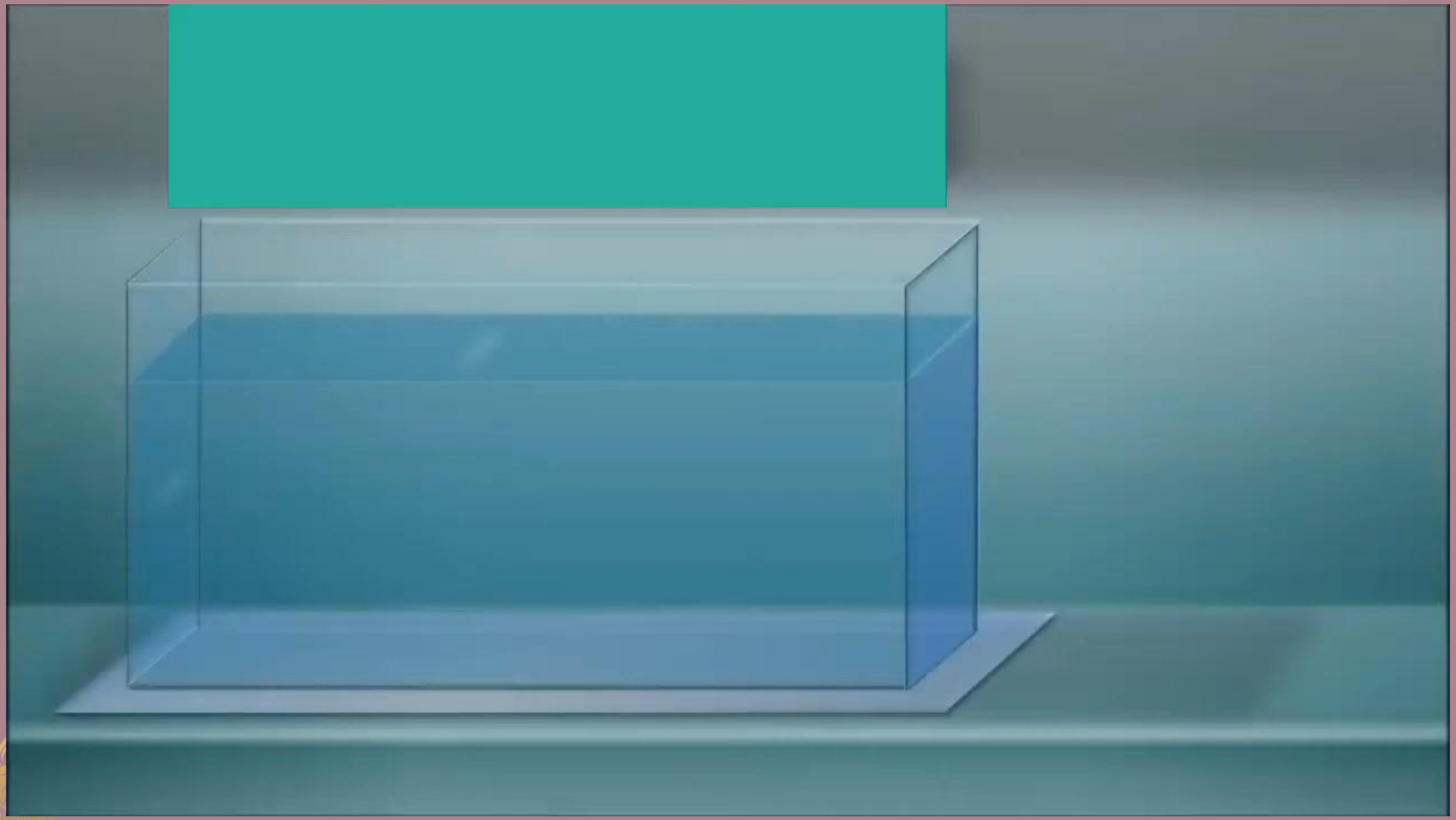


ويعتمد الضغط الاسموزي على عدد جسيمات المذاب في كمية محددة من المحلول
مع ملاحظة أن جزئيات المذاب لا تستطيع العبور من الاغشية شبه منفذة

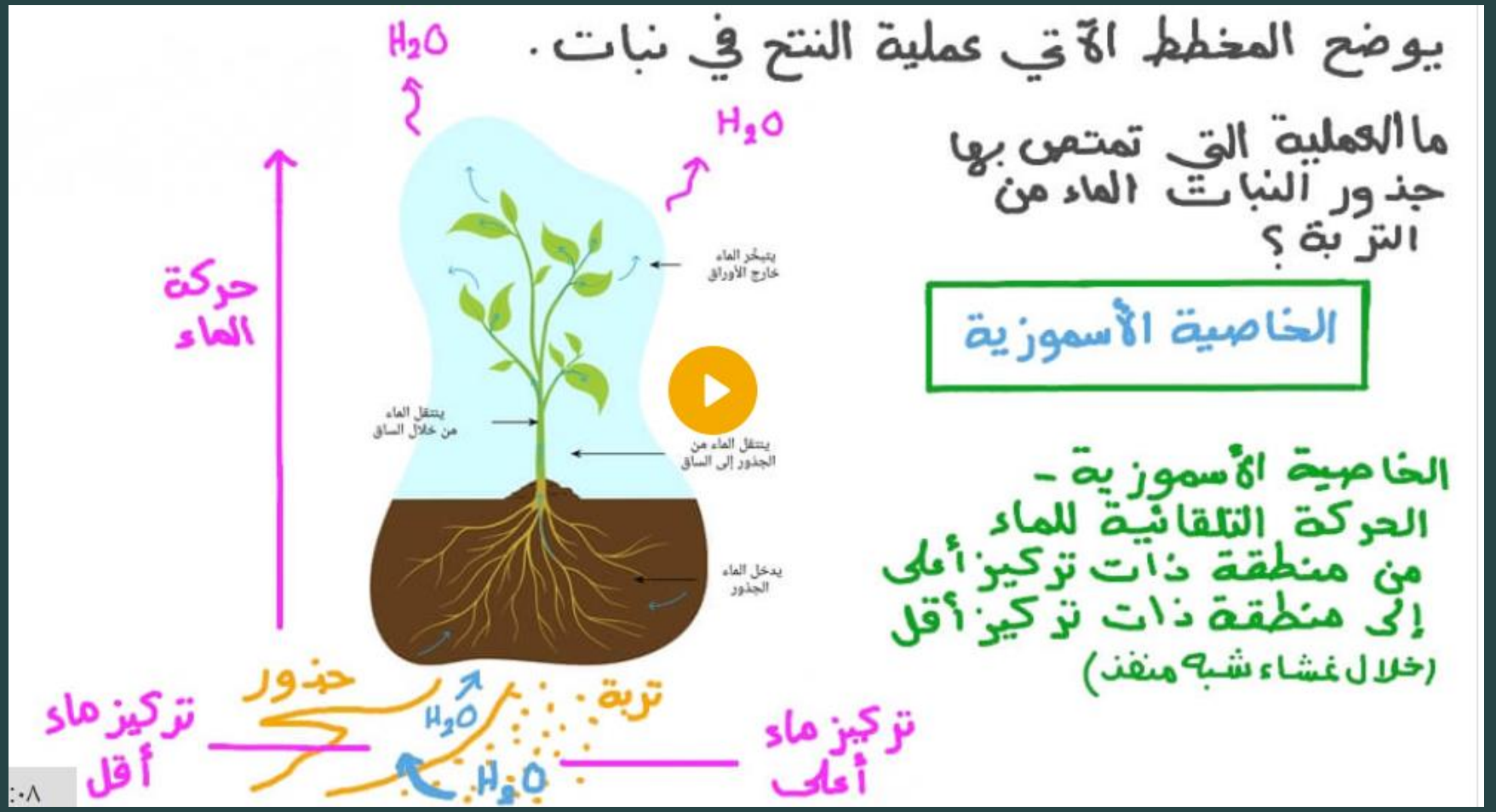
مقارنة بين الخاصية الأسموزية والانتشار

مشاهدة ممتعة





الربط مع علم الاحياء



ينتقل الماء والأملاح من التركيز المنخفض في التربة إلى داخل الجذر الذي يكون ذا تركيز مرتفع من خلال عملية نشطة يبذل جهد لإنجاحها وهي الخاصية الاسموزية .

ماذا تعلمنا اليوم

الخلاصة

- تقلل المواد المذابة غير المتطايرة الضغط البخاري للمحلول
- يرتبط الارتفاع في درجة الغليان مباشرة بمولالية المحلول
- يكون الانخفاض في درجة التجمد للمحلول أقل من درجة تجمد المذيب النقي
- يعتمد الضغط الأسموزي على عدد جسيمات المذاب في حجم معين

هيا نفكر
مع التحصيلي

انتشار المذيب من المحلول الأقل تركيزاً إلى المحلول الأكثر تركيزاً

أ) التركيز المولاري
ب) التخفيف
ج) الخاصية الأسموزية
د) الذائبية

محلول تركيزه 0.5m

أ) 0°C
ب) 0.25°C
ج) 0.5°C
د) 0.75°C

عندما يعادل

أ) انصهار
ب) ذوبان
ج) انخفاض في درجة التجمد
د) غليان

إلى اللقاء في الحصة
القادمة