محمد عزوز
٩٧٥٢٢٣٥٧

الكيمياء

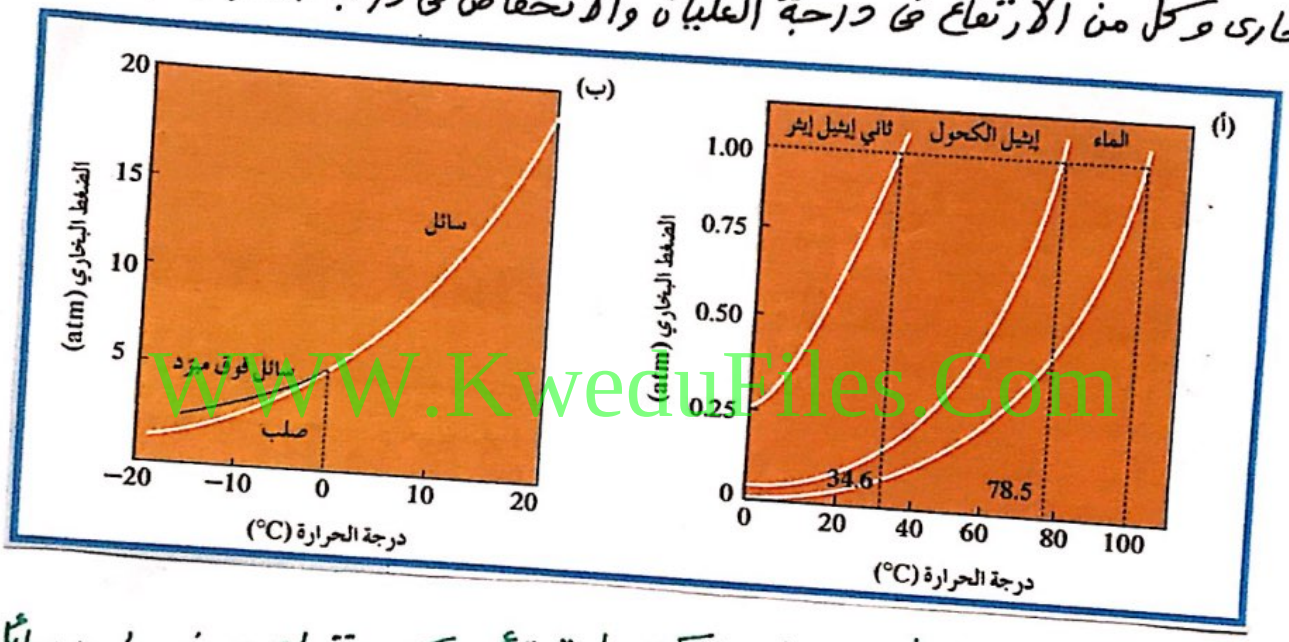
- الدرس الرابع :- الحسابات المتعلقة بالخواص المجمعة للمحاليل :-

الدرس الرابع :- الحسابات المتعلقة بالخواص المجمعة للمحاليل

الانخفاض فى الضغط البخارى — الارتفاع فى درجة الغليان — الانخفاض فى درجة التجمد

- الانخفاض فى الضغط البخارى :-

- الضغط البخارى هو ضغط البخار على السائل عند حدوث حالة اتزان بين السائل وبخاره عند درجة حرارة معينة .
- لكل سائل نقى ضغط بخارى معين عند درجة حرارة معينة وتوجد علاقة طردية بين الضغط البخارى وكل من الارتفاع فى درجة الغليان والانخفاض فى درجة التجمد كالآتى :-



www.KweduFiles.Com

- عند إذابة مادة غير متطايرة وغير إلكتروليتية أى مركب تساهمى فى مذيب سائل نقى سوف ينخفض الضغط البخارى للمحلول عن الضغط البخارى للسائل النقى عند درجة الحرارة نفسها ويرجع ذلك إلى أنّ بعض جسيمات المذاب تحل محل بعض جزيئات المذيب الموجودة على سطح المحلول وبالتالى يقل عدد جزيئات المذيب التى يمكنها الانطلاق إلى الحالة الغازية فيقل فى هذه الحالة الضغط البخارى للمحلول عن الضغط البخارى للسائل النقى .
- مثل عند إذابة سكر الطعام أو الجلوكوز ($C_6H_{12}O_6$) إلى الماء (H_2O) ينخفض الضغط البخارى للماء (H_2O) .

Scanned with CamScanner

- الارتفاع فى درجة الغليان :-

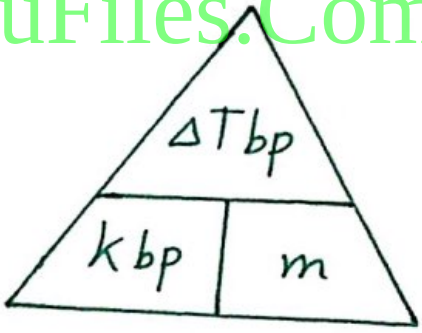
- عند إذابة مادة غير متطايرة وغير إلكتروليتية أى مركب تتساهمى فى مذيب سائل نقى سوف ترتفع درجة غليان المذيب .
- مثل عند إذابة سكر الطعام أو الجلوكوز ($C_6H_{12}O_6$) إلى الماء (H_2O) ترتفع درجة غليان الماء (H_2O) عن $100^\circ C$.
- التغير فى درجة الغليان هو عبارة عن الارتفاع فى درجة غليان المذيب وتساوى الفرق بين درجة غليان المحلول إلى درجة غليان المذيب النقى وهو يتناسب طرديًا مع المولالية أو التركيز المولالى باعتبار أن المذاب مركب جزيئى وغير أيونى ويُرمز له بالرمز (ΔT_{bp}) ويُقاس بوحدة السيليزيوس (C°) ويُعبر عنه رياضيًا كالآتى :-

$$\Delta T_{bp} = T_2 - T_1 = K_{bp} \times m = \frac{K_{bp} \times n}{Kg\ solvent} = \frac{K_{bp} \times m_s}{Kg\ solvent \times M.wt.}$$

- ΔT_{bp} : التغير فى درجة غليان المحلول أو الارتفاع فى درجة غليان المذيب (C°)
- T_2 : درجة غليان المحلول (C°)
- T_1 : درجة غليان السائل النقى أى المذيب $100^\circ C$
- K_{bp} : ثابت الغليان المولالى أو الجزيئى (C°/m)
- m : المولالية أو التركيز المولالى
- n : عدد المولات mol
- $Kg\ solvent$: كتلة المذيب kg
- m_s : الكتلة بالجرام g
- $M.wt.$: الكتلة المولية الجزيئية g/mol

WWW.KweduFiles.Com

محمد عزوز
٠١٧٥٢٣٣٥٧



- ثابت الغليان المولالى أو الجزيئى هو يساوى التغير فى درجة غليان محلول تركيزه المولالى واحد مولال لمذاب جزيئى وغير متطاير وتعتمد قيمته على نوعية المذيب ويُرمز له بالرمز (K_{bp}) ويُقاس بوحدة السيليزيوس / مولال (C°/m) ويُعبر عنه رياضيًا كالآتى :-

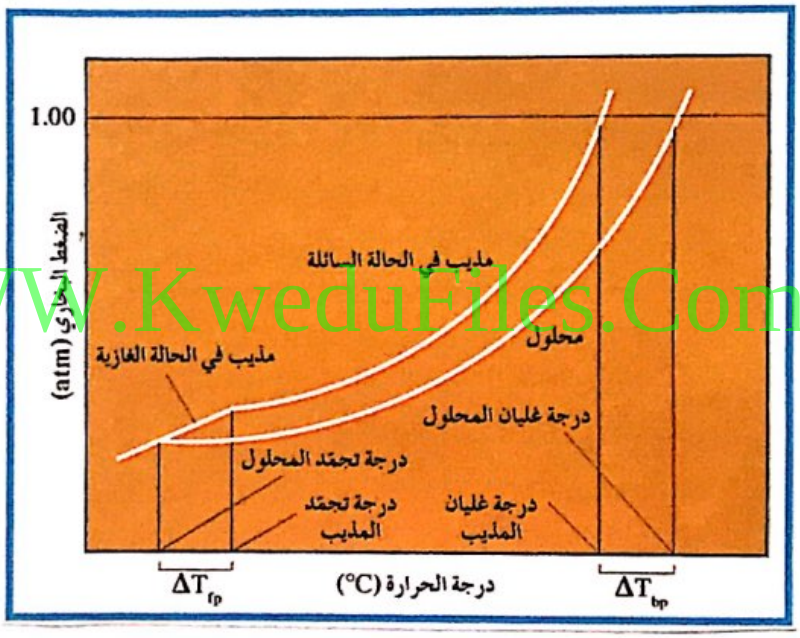
$$K_{bp} = \frac{\Delta T_{bp}}{m}$$

- ثابت الغليان المولالى أو الجزيئى (K_{bp}) ثابت للمذيب الواحد ويمكن توضيح ثابت الغليان المولالى أو الجزيئى (K_{bp}) لبعض المذيبات كالآتى :-

Scanned with CamScanner

المذيب	K_{bp} (°C/m)
الماء	0.512
الإيثانول	1.19
البنزين	2.53
الهكسان الحلقي	2.79
حمض الأستيك	3.07
الفينول	3.56
نيتروبنزين	5.24
الكافور	5.95

- يمكن توضيح قيم ثابت الغليان المولالى أو الحزيئ (Kbp) للماء (H_2O) وبعض المذيبات الأخرى كالآتى :-



www.KweduFiles.Com

مثال :-

- أحسب درجة غليان محلول الجلوكوز ($C_6H_{12}O_6$) تركيزه 1.5 m علماً بأنّ $K_{bp}(H_2O) = 0.512$ °c/m .

الحل :-

محمد عزوز
٩٧٥٢٣٣٥٧

$m = 1.5\ m$

$K_{bp} = 0.512$ °c/m

$T_1 = 100$ °c

$T_2 = ?$

$\Delta T_{bp} = T_2 - T_1 = K_{bp} \times m$

$T_2 = (K_{bp} \times m) + T_1 = (0.512 \times 1.5) + 100 = 100.77$ °c .

Scanned with CamScanner

مثال :-

- أحسب درجة غليان محلول يحتوه على $1.25 mol$ من $C_6H_4(OH)_2$ في $1400 g$ من الماء علماً بأنّ $Kbp(H_2O) = 0.512 \, ^\circ C/m$.

الحل :-

$n = 1.25 mol$

$Kg\ Solvent = 1400 g = 1400 \times 10^{-3} kg$

$kbp = 0.512 \, ^\circ C/m$

$T1 = 100 \, ^\circ C$

$T2 = ?$

$$\Delta Tbp = T2 - T1 = \frac{kbp \times n}{kg\ solvent}$$

$$T2 = \left(\frac{kbp \times n}{Kg\ Solvent}\right) + T1 = \left(\frac{0.512 \times 1.25}{1400 \times 10^{-3}}\right) + 100 = 100.45 \, ^\circ C .$$

محمد عزوز
٩٧٥٢٢٢٥٧

مثال :-

- أحسب كتلة السكروز $(C_{12}H_{22}O_{11})$ اللازمة للذوبان في $1500 g$ من الماء لرفع درجة الغليان بمقدار $0.2 \, ^\circ C$ علماً بأنّ الكتلة المولية للسكروز $(C_{12}H_{22}O_{11})$ تساوي $342 g/mol$ و $Kbp(H_2O) = 0.512 \, ^\circ C/m$.

WWW.KweduFiles.Com

الحل :-

$Kg\ Solvent = 1500 g = 1500 \times 10^{-3} kg$

$\Delta Tbp = 0.2 \, ^\circ C$

$M.wt. = 342 g/mol$

$Kbp = 0.512 \, ^\circ C/m$

$m_s = ?$

$\Delta Tbp = Kbp \times m$

$$m = \frac{\Delta Tbp}{Kbp} = \frac{0.2}{0.512} = 0.39 \, m$$

$$m = \frac{n}{Kg\ solvent}$$

$$n = m \times Kg\ solvent = 0.39 \times 1500 \times 10^{-3} = 0.585 \, mol$$

$$n = \frac{ms}{M.wt.}$$

$$ms = n \times M.wt. = 0.585 \times 342 = 200.07 \, g .$$

Scanned with CamScanner

- الانخفاض فى درجة التجمد :-

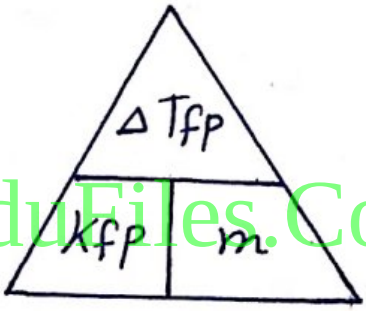
- عند إذابة مادة غير متطايرة وغير إلكتروليتية أى مركب تساهمى فى مذيب سائل نقى سوف تنخفض درجة تجمد المذيب .

- مثل عند إذابة سكر الطعام أو الجلوكوز ($C_6H_{12}O_6$) إلى الماء (H_2O) تنخفض درجة تجمد الماء (H_2O) عن $0\ ^\circ C$.

- التغير فى درجة التجمد هو عبارة عن الانخفاض فى درجة تجمد المذيب وتساوى الفرق بين درجة تجمد المذيب النقى إلى درجة تجمد المحلول وهو يتناسب طرديًا مع المولالية أو التركيز المولالى باعتبار أنّ المذاب مركب جزيئى وغير أيونى ويُرمز له بالرمز (ΔTfp) ويُقاس بوحدة السيليزيوس (C°) ويُعبر عنه رياضيًا كالآتى :-

$$\Delta Tfp = T_2 - T_1 = Kfp \times m = \frac{Kfp \times n}{Kg\,solvent} = \frac{Kfp \times ms}{Kg\,solvent \times M.wt.}$$

- ΔTfp : التغير فى درجة تجمد المحلول أو الانخفاض فى درجة تجمد المذيب ($^\circ C$)
- T_2 : درجة تجمد السائل النقى أى المذيب ($0\ ^\circ C$)
- T_1 : درجة تجمد المحلول ($^\circ C$)
- Kfp : ثابت التجمد المولالى أو الجزيئى ($^\circ C/m$)



محمد عزوز
٩٧٥٢٣٣٥٧

WWW.KweduFiles.Com

- ثابت التجمد المولالى أو الجزيئى هو يساوى التغير فى درجة تجمد محلول تركيزه المولالى واحد مولال لمذاب جزيئى وغير متطاير وتعتمد قيمته على نوعية المذيب ويُرمز له بالرمز (Kfp) ويُقاس بوحدة السيليزيوس / مولال (C°/m) ويُعبر عنه رياضيًا كالآتى :-

$$Kfp = \frac{\Delta Tfp}{m}$$

- ثابت التجمد المولالى أو الجزيئى (Kfp) ثابت للمذيب الواحد ويمكن توضيح ثابت التجمد المولالى أو الجزيئى (Kfp) لبعض المذيبات كالآتى :-

Scanned with CamScanner

المذيب	K_{fp} (°C/m)
الماء	1.86
حمض الأستيك	3.90
البنزين	5.12
نيتروبنزين	7.00
الفينول	7.40
الهكسان الحلقي	20.20
الكافور	37.70

مثال :-

- تنخفض درجة تجمد الماء إلى $-0.39\ ^\circ C$ عندما يُذاب $3.9\ g$ من مذاب جزيئي وغير متطاير في $475\ g$ من الماء أحسب الكتلة المولية للمذاب علماً بأنّ

- $K_{fp}(H_2O) = 1.86\ ^\circ C/m$

الحل :-

محمد عزوز
٩٧٥٢٢٣٥٧

$T_1 = -0.39\ ^\circ C$

$T_2 = 0\ ^\circ C$

$m_s = 3.9\ g$

$Kg_{solvent} = 475\ g = 475 \times 10^{-3}\ kg$

$K_{fp} = 1.86\ ^\circ C/m$

$M.wt. = ?$

$$\Delta T_{fp} = T_2 - T_1 = \frac{K_{fp} \times m_s}{Kg_{solvent} \times M.wt.}$$

$$0 - (-0.39) = \frac{1.86 \times 3.9}{475 \times 10^{-3} \times M.wt.}$$

$$M.wt. = 39.2\ g/mol$$

or

$$\Delta T_{fp} = T_2 - T_1 = K_{fp} \times m$$

$$m = \frac{T_2 - T_1}{K_{fp}} = \frac{0 - (-0.39)}{1.86} = 0.21\ m$$

$$m = \frac{n}{Kg_{solvent}}$$

$$n = m \times Kg_{solvent} = 0.21 \times 475 \times 10^{-3} = 0.0997\ mol$$

WWW.KweduFiles.Com

Scanned with CamScanner

$$n = \frac{ms}{M.wt.}$$

$$M.wt. = \frac{ms}{n} = \frac{3.9}{0.0997} = 39.2\ g/mal.$$

مثال :-

- محلول يحتوى على 16.9 g من مركب جزيئي وغير متطاير في 250 g من الماء ودرجة تجمده $-0.744\ ^\circ C$ أحسب الكتلة المولية لهذا المحلول علماً بأن $K_{fp}(H_2O) = 1.86\ ^\circ C/m$.

الحل :-

محمد عزوز
٩٧٥٢٢٢٥٧

$ms = 16.9\ g$

$Kg\,Solvent = 250\ g = 250 \times 10^{-3}\ kg$

$T_1 = -0.744\ ^\circ C$

$T_2 = 0\ ^\circ C$

$K_{fp} = 1.86\ ^\circ C/m$

$M.wt. = ?$

WWW.KweduFiles.Com

$$\Delta T_{fp} = T_2 - T_1 = \frac{K_{fp} \times ms}{Kg\,Solvent \times M.wt.}$$

$$0 - (-0.744) = \frac{1.86 \times 16.9}{250 \times 10^{-3} \times M.wt.}$$

$M.wt. = 169\ g/mol$

or $\Delta T_{fp} = T_2 - T_1 = K_{fp} \times m$

$$m = \frac{T_2 - T_1}{K_{fp}} = \frac{0 - (-0.744)}{1.86} = 0.4\ m$$

$$m = \frac{n}{Kg\,solvent}$$

$$n = m \times Kg\,Solvent = 0.4 \times 250 \times 10^{-3} = 0.1\ mol$$

$$n = \frac{ms}{M.wt.}$$

$$M.wt. = \frac{ms}{n} = \frac{16.9}{0.1} = 169\ g/mal.$$

Scanned with CamScanner

مثال :-

- أُذيب 49.63 g من مركب غير إلكتروليتي في 1 kg من الماء علماً بأنّ درجة تجمد هذا المحلول هي -0.27 °C - أحسب الكتلة المولية لهذا المركب علماً بأنّ $K_{fp} = 1.86$ °C/m

محمد عزوز
٩٧٥٢٢٣٥٧

الحل :-

$m_s = 49.63$ g

$Kg_{Solvent} = 1$ kg

$T_1 = -0.27$ °C

$T_2 = 0$

$K_{fp} = 1.86$ °C/m

$M.wt. = ?$

$$\Delta T_{fp} = T_2 - T_1 = \frac{K_{fp} \times m_s}{Kg_{solvent} \times M.wt.}$$

$$0 - (-0.27) = \frac{1.86 \times 49.63}{1 \times M.wt.}$$

$$M.wt. = 341.9 \text{ g/mol}$$

WWW.KweduFiles.Com

or

$$\Delta T_{fp} = T_2 - T_1 = K_{fp} \times m$$

$$m = \frac{T_2 - T_1}{K_{fp}} = \frac{0 - (-0.27)}{1.86} = 0.145 \text{ m}$$

$$m = \frac{n}{Kg_{Solvent}}$$

$$n = m \times Kg_{solvent} = 0.145 \times 1 = 0.145 \text{ mol}$$

$$n = \frac{m_s}{M.wt.}$$

$$M.wt. = \frac{m_s}{n} = \frac{49.63}{0.145} = 341.9 \text{ g/mol}.$$

مثال :-

- حسب درجة تجمد محلول عند إذابة 12 g رابع كلوريد الكربون في 750 g نيزبين عطرى درجة تجمده 5.48 °C علماً بأنّ كتلته المولية هي 154 g/mol علماً بأنّ $K_{fp} = 5.12$ °C/m .

Scanned with CamScanner

الحل :-

$m_s = 12\,g$

$Kg\ solvent = 750\,g = 750 \times 10^{-3}\,kg$

$T_2 = 5.48\ ^\circ C$

$M.wt. = 154\ g/mol$

$K_{fp} = 5.12\ ^\circ C/m$

$T_1 = ?$

محمد عزوز
٩٧٥٢٢٢٥٧

$$n = \frac{m_s}{M.wt.} = \frac{12}{154} = 0.078\ mol$$

$$m = \frac{n}{Kg\ solvent} = \frac{0.078}{750 \times 10^{-3}} = 0.104\ m$$

$$\Delta T_{fp} = T_2 - T_1 = K_{fp} \times m$$

$$T_1 = -(K_{fp} \times m) + T_2 = -(5.12 \times 0.104) + 5.48 = 4.95\ ^\circ C$$

or

$$\Delta T_{fp} = T_2 - T_1 = \frac{K_{fp} \times m_s}{Kg\ solvent \times M.wt.}$$

WWW.KweduFiles.Com

$$5.48 - T_1 = \frac{5.12 \times 12}{750 \times 10^{-3} \times 154}$$

$T_1 = 4.95\ ^\circ C$.

مثال :-

- يستخدم الجليكول اثيلين ($C_2H_6O_2$) في نظام التبريد في السيارة والمطلوب حساب الآتي :-

١- كتلة الجليكول اثيلين ($C_2H_6O_2$) اللازم لإضافتها إلى 2000 g من الماء لتكوين محلول يتجمد عند $-0.12^\circ C$ علماً بأن ثابت التجمد والغليان للماء هما $0.51\ ^\circ C.kg/mol$ و $1.86\ ^\circ C.kg/mol$ و $C = 12\,g$ و $H = 1\,g$ و $O = 16\,g$.

٢- درجة غليان المحلول .

٣- التركيز بالكسر الجزيئي للمذاب والمذيب .

Scanned with CamScanner

١٠

الحل :-

١-

Kg solvent = 2000 g = 2000×10^{-3} kg

محمد عزوز
٩٧٥٢٢٢٥٧

Kbp = 0.51 c°.kg/mol

T1 = 100 c°

Kfp = 1.86 c°.kg/mol

T1 = −0.12 c°

T2 = 0 c°

ms = .?

M.wt.($C_2H_6O_2$) = 2C + 6H + 2O = (2×12) + (6×1) + (2×16) = 62 g/mol

$\Delta T_{fp} = T_2 - T_1 = K_{fp} \times m$

$T_2 - T_1 = K_{fp} \times m$

$0 - (-0.12) = 1.86 \times m$

m = 15.5 m

WWW.KweduFiles.Com

ms = m × Kg solvent × M.wt. = 15.5 × 2 × 62 = 1922 g

T2 = .?

٢-

$\Delta T_{bp} = T_2 - T_1 = K_{bp} \times m$

$T_2 - T_1 = K_{bp} \times m$

$T_2 = (K_{bp} \times m) + T_1 = (0.51 \times 15.5) + 100 = 107.9$ c°

X_A = .?

X_B = .?

٣-

n_A ($C_2H_6O_2$) = $\frac{ms}{M.wt.} = \frac{1922}{62} = 31$ mol

n_B (H_2O) = $\frac{ms}{M.wt.} = \frac{2000}{18} = 111.11$ mol

$X_A = \frac{n_A}{n_A + n_B} = \frac{31}{31 + 111.11} = 0.219$

$X_B = \frac{n_B}{n_A + n_B} = \frac{111.11}{31 + 111.11} = 0.781$

$X_A + X_B = 0.219 + 0.781 = 1$.

Scanned with CamScanner

س :- أكتب المصطلح العلمى الذى تدل عليه العبارات الآتية :-

١- ضغط البخار على السائل عند حدوث حالة اتزان بين السائل وبخاره عند درجة حرارة معينة (الضغط البخارى).

٢- الفرق بين درجة غليان المحلول إلى درجة غليان المذيب النقى (التغير فى درجة الغليان أو الارتفاع فى درجة الغليان).

٣- يساوى التغير فى درجة غليان محلول تركيزه المولالى واحد مولال لمذاب حزيئى وغير متطاير (ثابت الغليان المولالى أو الحزيئى).

٤- الفرق بين درجة تجمد المذيب النقى إلى درجة تجمد المحلول (التغير فى درجة التجمد أو الانخفاض فى درجة التجمد).

٥- يساوى التغير فى درجة تجمد محلول تركيزه المولالى واحد مولال لمذاب حزيئى وغير متطاير (ثابت التجمد المولالى أو الحزيئى).

س :- علل لكل من العبارات الآتية :-

١- يُرش الملح على الطرقات فى الضاحى الباردة شتاءً .

٢- يُضاف سائق السيارات مادة الجليكول اثيلين أى مضاد التجمد إلى مبرد السيارة فى الضاحى الباردة .

٣- عند إذابة مادة غير متطايرة وغير الكتروليتية أى مركب تساهمى فى مذيب سائل يقل الضغط البخارى للمحلول عن الضغط البخارى للسائل النقى عند نفس درجة الحرارة .

www.KweduFiles.Com

ج :-

١- لمنع تراكم الجليد عليها حيث يعمل الملح على خفض درجة تجمد الماء إلى ما دون صفر سيليزى (٥ ْ).

٢- لأنها تعمل على خفض درجة التجمد وبالتالى تمنع تجمد الماء فى المبرد .

٣- لأن جسيمات المذاب ستحل محل بعض جزيئات المذيب الموجودة على سطح المحلول وبالتالى سيقل عدد جزيئات المذيب التى يمكنها الانطلاق إلى الحالة الغازية فيقل الضغط البخارى للمحلول عن الضغط البخارى للسائل النقى .

محمد عزوز
٩٧٥٢٢٣٥٧

Scanned with CamScanner