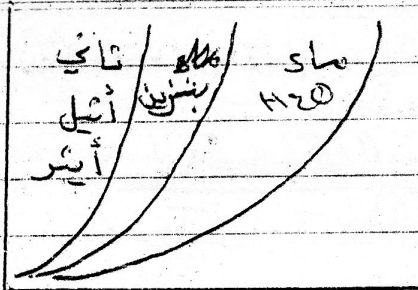


منحط بخار



درجة الحرارة

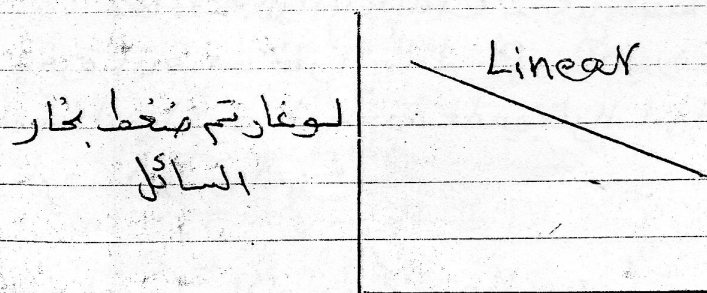
★ أهمية طبيعة السائل على منحط البخار ★

* يتصورنا النوع الذرات التي تتألف منها السائل وأيضا الأشكال الهندسية الفراغية لهذه الجزيئات مقدار قوة التجاذب والتجاذب المتبادلة بينهما. *
 الواضح أن القوة التي تربط الذرات مع بعضها ضمن الجزيئات تمثل الدواهن اللبائنة الموجودة بين الجزيئات، أما قوة التجاذب المتبادلة بين الجزيئات فتتمثل بقوة فاندرفال أو ما نسميه بقوة التجاذب بين العزوم ثنائي القطب، يمكن تمثيل علاقة منحط بخار السائل بدرجة الحرارة وطبيعة السائل بالمعادلة التالية:

$$\log p = \frac{-A}{T} + B$$

(A و B) - كميات ثابتة تعتمد على طبيعة السائل.

الغرض تحويل العلاقة السابقة إلى علاقة خطية بحيث أن نرسم:



$$\frac{1}{T}$$

فتمثل على خط مستقيم يمكن الاستفادة منه.

٥٢

«(Clausius - Clapeyron)»

$$2.303 \log \frac{P_2}{P_1} = \frac{\Delta H}{R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 * T_2} \right)$$

or

$$\log \frac{P_2}{P_1} = \frac{\Delta H}{2.303 * R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 * T_2} \right)$$

or

$$\log \frac{P_2}{P_1} = \frac{\Delta H}{2.303 (R)} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

→ (1.987 سعرة/مول درجة)

P_1 = يمثل ضغط بخار السائل

T_1 = يمثل درجة الحرارة المطلقة

ΔH = molar heat of vaporization المعتاداً كما يتم في المولى

(ΔH) - هي عبارة عن كمية الطاقة الحرارية اللازمة لتحويل مول واحد من

السائل إلى بخار عند نفس الظروف من ضغط ودرجة الحرارة.

معادلة (Clausius - Clapeyron) مهمة في حساب ΔH بدلالة المعلومات

المتوفرة عن ضغط بخار السائل P_1, P_2 بدرجتين حرارة T_1, T_2 وأيضاً يمكن حسابها

واستخدامها في حساب أحد ضغطي بخار السائل إذا عُرِفَ الضغط الآخر وعُرِفَ (ΔH)

وعُرِفَ (T_1, T_2)

ملاحظة :- الضغط يمكن قياسه بطرق متعددة وهي على نوعين :-

1- static methods .

2- dynamic methods .

مثال ١- اذا علمت أن الضغط البخاري لسائل CCl_4 في درجة حرارة $23^\circ C$ يساوي 100 ملم زئبق ويساوي 400 ملم زئبق عند درجة حرارة $58^\circ C$. ما مقدار المحتوى الحراري الكولي ΔH لهذا السائل في مجال هاتين الدرجتين الحراريتين؟

الحل

$$2.303 \log \frac{P_2}{P_1} = \frac{\Delta H}{R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right)$$

درجة الحرارة المحيطة الأولى والثانية

$$2.303 \log \frac{400}{100} = \frac{\Delta H}{1.987} \left(\frac{331 - 296}{331 \times 296} \right)$$

الخطوة $273 +$
 $296 = 273 + 23$
 $331 = 273 + 58$

$\Delta H = 7700$ سعرة/مول

مثال ٢- اذا علمت أن ضغط بخار $H_2O = 23.8$ ملم زئبق في درجة حرارة $25^\circ C$ ويساوي 42.2 ملم زئبق في درجة حرارة $35^\circ C$. ما مقدار المحتوى الحراري الكولي ΔH لهذا في درجة حرارة $30^\circ C$ ؟

الحل

$$2.303 \log \frac{P_2}{P_1} = \frac{\Delta H}{R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 \times T_2} \right)$$

نفس الحالة السابقة

$P_1 = 23.8$ mmHg

$P_2 = 42.2$ mmHg

$T_1 = 25 + 273 = 298 K^\circ$

$T_2 = 35 + 273 = 308 K^\circ$

$\Delta H = ?$

$$2.303 \log \frac{42.2}{23.8} = \frac{\Delta H}{1.987} \left(\frac{308 - 298}{298 \times 308} \right)$$

$\Delta H = 10400$ سعرة/مول

Angular molecules

شكل زاوي

Tetra hedral

شكل مجسم رباعي الوجوه

* لو اردنا عمل مقارنة بين (CCl_4 and H_2O)* جزيئات H_2O ذات شكل زاوي Angular molecules* جزيئات CCl_4 ذات شكل مجسم رباعي الوجوه Tetra hedral

* كلا المادتين توجد بجانباتها السائلة في درجة الحرارة الاعتيادية والضغط الجوي الاعتيادي.

* بسبب الشكل الذي تتخذه جزيئات H_2O فهي جزيئة مستقطبة Polar في حين CCl_4 غير مستقطبة Non - Polar* ونتيجة لذلك ان القوى التي تربط جزيئات H_2O هي قوى تجاذب بين عزوم ثنائي القطب والقوى التي تربط بين جزيئات CCl_4 هي قوى فاندرفال بدرجة رئيسية.* وبما ان قوى التجاذب بين عزوم ثنائي القطب هي البر عن قوى فاندرفال فان جزيئات H_2O هي اقوى ارتباطا فيما بينها من جزيئات CCl_4 .* ولهذا الاختلاف بين قوة التجاذب بين جزيئات هذين السائلين فان ضغط بخار CCl_4 سيكون البر عن ضغط بخار H_2O لان قوة التجاذب بين جزيئات CCl_4 اعنى ان جزيئات CCl_4 تسبخر افسر عن تسبخر جزيئات H_2O عند نفس درجة الحرارة.

★ درجة غليان السائل وعلاقتها بضغط البخار

* هي، لدرجة الحرارة التي يساوي عندها ضغط بخار السائل مع الضغط الجوي وبما أن الضغط يتغير بتغير الارتفاع عن مستوى سطح البحر فإن درجة الغليان تتغير تبعاً لذلك أيضاً عند مقارنة درجات غليان سوائل مختلفة ينبغي أن نلاحظ طبيعة هذه الجزئيات في هذه السوائل.

* درجة الغليان تعتمد بصورة مباشرة على ضغط بخار السائل وهذا بدوره يعتمد على طبيعة جزئيات بخار السائل وعليه بما أن جزئيات الماء أشد ارتباطاً ببعضها من جزئيات رباعي كلوريد الكربون CCl_4 فإن الماء يغلي في $(100^\circ C)$ بينما CCl_4 يغلي في $(80^\circ C)$.

* بالإضافة إلى أن درجة الغليان تعتمد على حجم وكثافة الجزئيات، فأن قوى فاندر فال بين الجزئيات كبيرة الحجم تكون أكبر مما هي عليه في الجزئيات صغيرة الحجم، لو قارنا بين سائلين غير مستقطبين عند نفس الدرجة الحرارية أحدهما يتألف من جزئيات ثقيلة وكبيرة الحجم كزيت المعركات وسائل آخر يتألف من جزئيات أقل كتلة وأصغر حجم مثل الكازولين.

* فالأول ضغطه البخاري أو لها من ضغط بخار السائل الأخر، وعليه فأن درجة غليان هذين السائلين سوف تكون يعكس تباين ضغط بخاريهما.

* في الصناعة يستخدمون التفريغ أو التركيز أو التبخير تحت ضغط منخفض للحصول على درجات غليان وانخفاض.

* ممكن تقدير درجة غليان السائل تحت تغير الضغط بالرجوع إلى معادلة (Clausius - Clapeyron)

٥٥

مثال: إذا علمت أن المحتوى الحراري المولاري للماء = 9700 سعرة/مول في درجة حرارة (100 °C). أحسب درجة غليان الماء عند ضغط مقاداره (0.75).

$$2.303 \log \frac{P_2}{P_1} = \frac{\Delta H}{R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 \cdot T_2} \right)$$

$$P_1 = 1.0 \text{ جو}$$

$$P_2 = 0.75 \text{ جو}$$

$$T_1 = 100 + 273 = 373 \text{ K}$$

$$T_2 = ?$$

$$2.303 \log \frac{0.75}{1} = \frac{9700}{1.987} \left(\frac{T_2 - 373}{373 \cdot T_2} \right)$$

$$T_2 = 365 \text{ K}$$

$$T_2 = 365 - 273 = 92 \text{ C}^\circ$$

خطوات الحل:

$$2.303 * -0.12 * 1.987 (373) T_2 = 9700 T_2$$

$$* 9700 (373)$$

$$-204.82 T_2 = 9700 T_2 - 3618100$$

$$3618100 = (9700 + 204.82) T_2$$

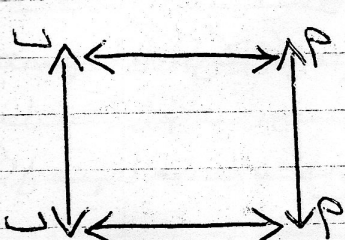
$$3618100 = 9904.82 T_2$$

$$T_2 = \frac{3618100}{9904.82} \Rightarrow T_2 = 365$$

تجزئة

المحاليل المثالية IDEAL SOLUTION

المقصود بها: هو ذلك الخليط المتجانس الذي تكون فيه قوة الجذب بين كل من جزيئات المادة المذابة وجزيئات المادة المذيبة مشابهة لكافة الجذب بين جزيئات المذيب لبعضها البعض وبين جزيئات المذاب ببعضها البعض.



* أي أن الجذب بين جميع الجزيئات في المحلول متساوية أو متساوية لو فرضنا أن الرمز (A) يمثل جزيئات المادة المذابة والرمز (B) يمثل جزيئات المادة المذيبة فإنه يمكن التصور أن الجذب بين كل الجزيئات (A, B) وبين جزيئات (A) وكذلك بين جزيئات (B) نفسها.

* صفات المحلول المثالي :-

المحلول المثالي يتصف بالصفات التالية :-

① ليس هناك أي تغير في درجة الحرارة عند الأذابة أي عند أذابة جزيئات المادة المذابة في جزيئات المادة المذيبة لا تظهر زيادة أو نقصان في درجة الحرارة عند الأذابة.

أما المعاليل غير المثالية نجد تغير في درجة الحرارة عند الأذابة أو المزج مثلاً عند إذابة H_2SO_4 في H_2O ترتفع درجة الحرارة نتيجة قوة الأتجماد بين كل من الماء والمخاض.

② حجم المحلول الكلي الناتج = مجموع هجوم المواد المضافة.

مثلاً: عند إضافة (100 سم³) من المحلول الميثيلي الكلي (100 سم³) من الكحول الميثيلي فإن الحجم للمحلول الناتج = 200 سم³ ودرجة الحرارة تبتعد دون تغير. نظرًا لوجود تشابه كبير بين جزيئات المادة المذابة والمذيبة.

Handwritten signature or notes at the bottom of the page.

فمثلاً: (100-3) من H_2SO_4 مضافاً إلى (100-3) من H_2O فإن حجم المحلول الناتج سيكون (182-3). لأن الحمض يتفكك في H_2O وأن جزيئات المحلول مختلفة عن بعضها البعض.

* ضغط البخار للمحلول المثالي = مجموع ضغوط البخار الجزيئية لمكوناته.

* ضغط بخار السائل يتحدد على سرعة هروب جزيئاته عن السطح، ولكن عند خلطه لسائلين مع بعضهما فإن تركيز كل منهما سيتغير في المحلول وتصبح الجزيئات الموجودة على السطح خليط من نوعين وبذلك يقل ضغط البخار لكلا منهما وأيضاً تقل سرعة هروب جزيئات كل منهما من على سطح الخليط.

مثال: لمحلول مثالي مكون من الكحول الأيثيلي والكحول الميثيلي فإن ضغط البخار لكل من هذين الكحولين في المحلول يتناسب طردياً مع حسره المولي حسب القانون التالي

$$P_E = N_E * P_E^{\circ}$$

حيث N_E = النسبة المولية
 P_E° = الضغط البخاري

* ضغط البخار الجزيئي للكحول الأيثيلي في المحلول

$$N_E = \frac{\text{عدد مولات الكحول الأيثيلي}}{\text{مجموع المولات الكلية}} = \text{النسبة المولية للكحول الأيثيلي}$$

* P_E° = ضغط البخار للكحول الأيثيلي النقي في نفس درجة حرارة المحلول

ولذلك الحال بالنسبة لضغط بخار الكحول الميثيلي في الخليط:

ويعرف هذا القانون بـ (قانون راؤولت) $P_m = N_m * P_m^{\circ}$
Raoult's Law

وضعه في عام (1884)

$$P = P_E + P_m$$

ضغط البخار الكلي للمحلول
letkan

٢٢

$$P = N_E P_E^{\circ} + N_M P_M^{\circ}$$

$$P = N_A P_A^{\circ} + N_B P_B^{\circ} + \dots \quad (\text{كيميعة عامة})$$

مثال: - أفرنا (100 غم) من المحلول الأيثاني إلى (100 غم) من المحلول الميثاني

م - أحسب ضغط بخار المحلول في درجة حرارة (100 م) إذا علمت طابقي:

| المادة | الوزن المولي (ج.ج) | ضغط البخار (P°) mmHg ودرجة حرارته 20 |
|------------------|--------------------|---|
| المحلول الأيثاني | 46.07 | 44.5 |
| المحلول الميثاني | 32.04 | 88.7 |

ف - ما هو تركيز كل منهما في البخار المتصاعد؟

$$N_E = \frac{\text{الوزن المولي} \times \text{الوزن}}{100} = \frac{46.07}{46.07 + 32.04}$$

$$= 0.410$$

المحلول الأيثاني - 0.410
المحلول الميثاني - 0.590

$$N_M = 1 - 0.410 = 0.590$$

$$P_E = N_E P_E^{\circ} = 0.410 \times 44.5 = 18.20 \text{ mmHg}$$

$$P_M = N_M P_M^{\circ} = 0.590 \times 88.7 = 52.30 \text{ mmHg}$$

$$P = P_E + P_M = 18.20 + 52.30$$

$$= 70.50 \text{ mmHg}$$

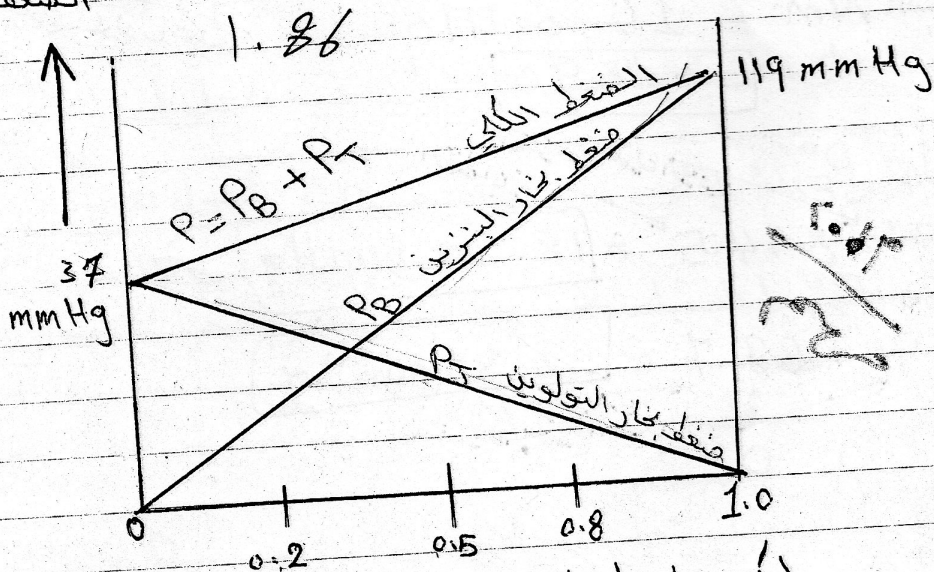
الحل: (ب) تتركز كل هذا الألكولين في البخار المتصاعد يتناسب كهرديا مع نسبة ضغط البخار كل منها إلى الضغط الكلي المحلول.

النسبة للألكول الإيثيلي في البخار المتصاعد (الكسور المولي) = $\frac{18.20}{70.50} = 0.258$

النسبة للألكول الميثيلي في البخار المتصاعد = $\frac{52.30}{70.50} = 0.742$

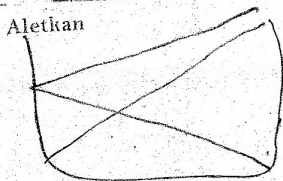
الاستنتاج - الألكول الميثيلي يكون النسبة الأكبر في البخار المتصاعد وهذا يعنى أن الألكول الميثيلي يمتلك ضغط بخاري أعلى من الضغط البخاري للألكول الإيثيلي. ولذلك فإن جزيئات الألكول الميثيلي تمتلك قوة أكبر للهروب من سطح المحلول وبالتالي يزداد معدل أو سرعة التبخر.

الضغط البخاري



المس المولي للبنزين

« رسم يوضح علاقة محلول من خليط بين المس المولي والضغط البخاري »
 * أن المجموع الكلي للضغط البخاري لمحاليل ذات تركيز مختلفة من البنزين والتولوين تمثل حدوداً



مثال

ما مقدار مكونات بخار في حالة توازن مع محلول مكون من البنزين والتولوين في درجة حرارة (30 م°) ؟

أ - عند ما يكون النسبة المولية للبنزين = 0.4

ب - عند ما يكون النسبة المولية للبنزين = 0.6

علما أن -

ضغط بخار البنزين النقي هو (119) ملم زئبق

ضغط بخار التولوين النقي هو (37) ملم زئبق

الحل:

نسبة المولية للبنزين (WB) ضغطه للبنزين

$$P_B = X_B P_B^0$$

$$P_T = X_T P_T^0$$

أ - عند ما يكون النسبة المولية للبنزين = 0.4

$$P_B = 119 \times 0.4 = 47.6 \text{ mmHg}$$

$$P_T = 37.0 \times \frac{0.6}{(1-0.4)} = 22.2 \text{ mmHg}$$

$$P = P_B + P_T \Rightarrow 47.6 + 22.2 \Rightarrow P = 69.8 \text{ mmHg}$$

النسبة المولية لبخار البنزين = $\frac{\text{ضغط بخار البنزين}}{\text{إجمالي الضغط الكلي}} = \frac{47.6}{69.8} = 0.682$

النسبة المولية لبخار التولوين = $\frac{\text{ضغط بخار التولوين}}{\text{الضغط الكلي}} = \frac{22.2}{69.8} = 0.318$

ب - عندما يكون الأثر المولي للبنزين = 0.6

$P_B = 119 \times 0.6 = 71.4 \text{ mmHg}$

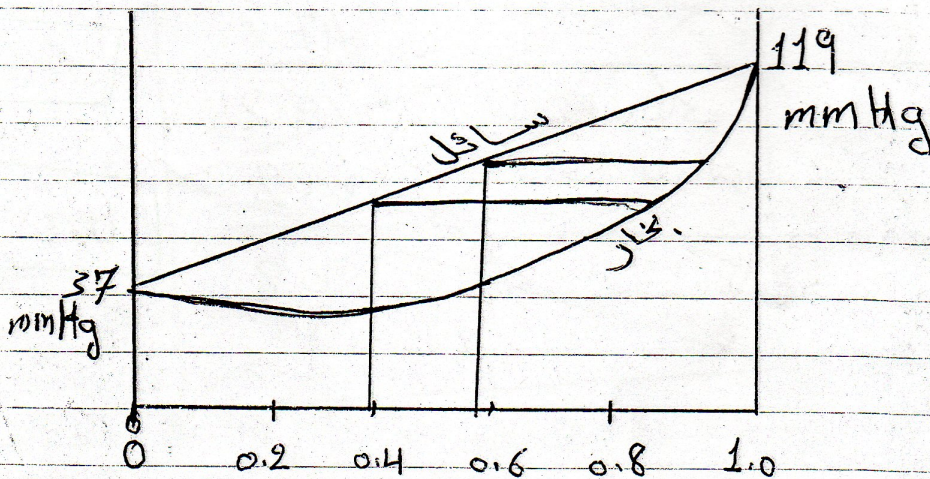
$P_T = 37.0 \times 0.4 = 14.8 \text{ mmHg}$

$P = 71.4 + 14.8 = 86.2 \text{ mmHg}$

النسبة المولية لبخار البنزين = $\frac{71.4}{86.2} = 0.828$

النسبة المولية لبخار التولوين = $\frac{14.8}{86.2} = 0.172$

* يلاحظ من المثال أن الأثر المولي للبنزين في طوره الغازي هو أعلى من الأثر المولي للبنزين في طوره السائل «هذا يوضح قاعدة عامة هو أن الطور البخاري أعلى بالكمون الذكري تطايراً من الطور السائل الموجود في حالة توازن معهما».



هذا الرسم يمثل حالة كإحدى مكونات السائل البخاري في حالة توازن المحاليل بين إسائلين التولوين و البنزين