الفصل الثانى:

السـوائل

أولا: بعض التعريفات والقوانين المهمة

- تعريف السائل
- الضغط البخارى لسائل
- حرارة التبخير للسائل
- الحرارة النوعية للبخر
- الحرارة الجزيئية للتبخير
- نقطة غليان السائل
- الحرارة النوعية للانصهار
- الحرارة الجزيئية للانصهار
- تأثير الحرارة على الضغط البخارى لسائل
- درجة الحرارة الحرجة
- التوتر السطحى لسائل ° γ
- اللزوجة
- معامل اللزوجة

ثانيا: بعض العلاقات الرياضية المهمة

- حرارة التبخير
- ضغط بخار السائل
- التوتر السطحى لسائل
- التوتر السطحى لسائل فى وجود بخاره
- التوتر السطحى (بطريقة وزن النقطة)
- تعيين لزوجة السائل

(أ) طريقة ستوك

(ب) طريقة بواسيل

- العلاقة بين معامل اللزوجة وحجم السائل

ثالثا: مسائل وحلولها

رابعا: مسائل غير محلولة

أولا: بعض التعريفات والقوانين المهمة

تعريف السائل:

هو أحد حالات المادة الثلاث المعروفة (بالإضافة إلى الصلب والغاز). وهو مائع جزيئاته حرة فى تحركها بالنسبة لبعضها البعض، بحيث تبقى فى حالة انزلاق متلامس.

الضغط البخارى لسائل:

هو ضغط البخار المشبع للسائل عند درجة الحرارة المعينة. إذا كان الضغط البخارى باقيا دون تغيير، فإن السائل لايبدى قابلية لكى يتبخر.

وعند أى ضغط بخارى خارجى أقل منه لضغط بخار السائل، فإن السائل يبتخر (فى الصنف الغازى).

وعند أى ضغط بخارى خارجى أعلى منه لضغط بخار السائل، فإن السائل يتكثف حتى يصل إلى حالة اتزان.

حرارة التبخير للسائل:

هى كمية الحرارة اللازمة لكل كتلة معينة من سائل لكى تتحول إلى الحالة البخارية.

وحرارة التبخير (ΔH_v) تكون دائما موجبة الإشارة، وهى تساوى عدديا كمية الحرارة المنطلقة أثناء عملية التكثيف والتى تكون اشارتها دائما سالبة.

الحرارة النوعية للبخر:

هى كمية الحرارة بالسعر التى يمتصها واحد جرام من السائل ليتحول إلى الحالة البخارية (يطلق عليها أيضا "الحرارة الكامنة للتصعيد").

الحرارة الجزيئية للتبخير:

الحرارة الجزيئية للتبخير = الحرارة النوعية للتبخير × الوزن الجزيئى للسائل.

نقطة غليان السائل:

هى درجة الحرارة التى يكون عندها الضغط البخارى للسائل مساويا للضغط الخارجى.

الحرارة النوعية للانصهار:

هى كمية الحرارة التى يمتصها جرام واحد من الصلب لكى ينصهر (يتحول من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة).

الحرارة الجزيئية للانصهار:

الحرارة الجزيئية للانصهار = الحرارة النوعية للانصهار × الوزن الجزيئى.

تأثير الحرارة على الضغط البخارى لسائل:

رفع درجة حرارة سائل ما يؤدى إلى زيادة عدد الجزيئات التى تترك سطحه (وتتحول إلى الحالة البخارية)، وبذلك يزيد الضغط البخارى للسائل.

ويمكن تمثيل تغير الضغط البخارى لسائل بتغير درجة حرارته، بالمعادلة:

$$\log P = \frac{a}{T} + b$$

حيث : P هى الضغط البخارى للسائل

T درجة حرارته المطلقة

a, b ثابتين

درجة الحرارة الحرجة:

هى درجة الحرارة التى إذا سخن فوقها السائل فإنه سوف يتحول إلى بخار مهما كان الضغط الواقع عليه، كذلك فإن بخار السائل عندها لايمكن أن يتحول إلى سائل مهما كان الضغط الواقع عليه.

التوتر السطحى لسائل " γ":

هو القوة بالداين التى تؤثر بزاوية عمودية على خط طوله (1 cm) من سطح السائل.

أو هو تلك القوة بالداين التى تؤثر على وحدة الأطوال من سطح السائل.

أو هو الشغل بالأرج اللازم لإحداث زيادة فى مساحة سطح السائل قدرها وحدة المساحات.

أى هو الشغل اللازم لدفع جزيئات السائل بعيدا ناحية السطح ضد قوى الجذب الداخلية. ولذلك يشار إلى التوتر السطحى بأنه الطاقة الحرة لسطح السائل لكل (١ سم^{٢}) من المساحة.

وحدات التوتر السطحي:

وحدات التوتر السطحي هى dynes/cm

أو erg/cm^2

اللزوجة:

تعرف لزوجة السائل بأنها المقاومة التى يبديها السائل للسريان أو الجريان على سطح صلب.

وتقل لزوجة السوائل برفع درجة حرارتها. أى ان العلاقة بين اللزوجة للسائل ودرجة الحرارة هى علاقة عكسية، فكلما زادت الحرارة قلت اللزوجة للسائل.

معامل اللزوجة:

هو القوة بالنيوتن لكل وحدة مساحة، واللازمة لتثبيت الفرق بين سطحين متوازيين من السائل يتحركان بسرعة ثابتة بمقدار (1 cm).

وحدة اللزوجة:

هى البواز (Poise)

أو (cm.gm.sec)

ثانيا: بعض العلاقات الرياضية المهمة

حرارة التبخير ΔH_v:

يتم تعيين قيم (ΔH_v) باستخدام العلاقة التالية:

$$\log \frac{P_2}{P_1} = \frac{\Delta H_v}{2.303R} \cdot \frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2}$$

حيث P_1 ضغط السائل فى حالته الأولى عند درجة الحرارة T_1

P_2 ضغط السائل فى حالته الثانية عند درجة الحرارة T_2

R الثابت العام للغازات

ΔH_v حرارة التبخير للسائل

ضغط بخار السائل:

يحسب باستخدام العلاقة:

$$PV = nRT$$

$$PV = \frac{m}{M} RT$$

التوتر السطحي لسائل γ:

$$\gamma Cos\ \theta = ½\ rhdg$$

حيث γ التوتر السطحي للسائل

θ زاوية التلامس بين السائل والصلب

r نصف قطر الأنبوبة الشعرية

h ارتفاع السائل داخل الأنبوبة الشعرية

d كثافة السائل

g عجلة الجاذبية الأرضية

التوتر السطحي لسائل في وجود بخاره:

$$\gamma = ½(h + \frac{r}{3})(d_L - d_V)\ rg$$

حيث d_L هي كثافة السائل

d_V هي كثافة البخار

التوتر السطحي (بطريقة وزن النقطة):

$$\frac{\gamma_A}{\gamma_B} = \frac{d_A n_B}{d_B n_A}$$

γ_A التوتر السطحي للسائل A

γ_B التوتر السطحي للسائل B

d_A كثافة السائل A

d_B كثافة السائل B

n_A عدد النقط للسائل A

n_B عدد النقط للسائل B

تعيين لزوجة السائل:

(أ) طريقة ستوك:

$$\eta = \frac{2r^2(d_s - d_L)g}{g\,V}$$

$$\eta = \frac{2r^2(d_s - d_L)g}{g\,l/t}$$

حيث l هى المسافة بين مستويين التى يتحركها الجسم

d_s كثافة الجسم الصلب

d_L كثافة السائل

g عجلة الجاذبية

r نصف قطر القطرة من السائل

η معامل لزوجة السائل

(ب) طريقة بواسيل:

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{d_1 t_1}{d_2 t_2}$$

η_1 لزوجة السائل الأول

η_2 لزوجة السائل الثانى

d_1 كثافة السائل الأول

d_2 كثافة السائل الثانى

t_1 زمن مرور السائل الأول

t_2 زمن مرور السائل الثانى

العلاقة بين معامل اللزوجة وحجم السائل:

العلاقة بين معامل اللزوجة وحجم السائل الذى يمر خلال أنبوبة دقيقة (شعرية) ذات نصف قطر (r) وطول (L) فى الزمن (t) بالثانية تحت ضغط (P)، تعطى بالعلاقة:

$$\eta = \frac{\pi p t r^4}{g V L}$$

حيث: g عجلة الجاذبية الأرضية

v حجم السائل

η معامل لزوجة السائل

ثالثا: مسائل وحلولها

(1) إذا كانت درجة الغليان العادية للكلوروفورم ($CHCl_3$) هـي (334 °C)، وعنـد 328°K كان الضغط البخار للكلورفورم هو (0.824 atm). فما هـي حـرارة التبخير للكلورفورم لهذا المدى من درجة الحرارة.

الحل:

من المعطيات نجد أن

$T_1 = 328$ °K , $P_1 = 0.824$ atm

$T_2 = 334$ °K , $P_2 = 1.0$ atm

$R = 8.314$ J/°K mol

ولايجاد حرارة التبخير (ΔH_V) للكلورفورم، تعوض بالقيم السابقة فى المعادلة:

$$\log \frac{P_2}{P_1} = [\Delta H_V/2.303\ R]\ [(T_2-T_1)/T_1T_2]$$

$$\Delta H_V = \log \frac{P_2}{P_1} \times 2.303\ R\ [T_1T_2/(T_2-T_1)]$$

$$\Delta H_V = \log \frac{1}{0.824} \times 2.303 \times 8.314\ [109552/6]$$

$$\Delta H_V = 0.08407 \times 2.303 \times 8.314 \times 18258.66667$$

$$\Delta H_V = 29390.979\ J/mol$$

(2) إذا كان الضغط البخارى لثانى كـبريتيد الكربـون (CS_2) عنـد 301°K هـو (0.526 atm). أحسب الضغط البخارى لثانى كبريتيد الكربون عنـد 273°K، علما بأن كمية حرارة البخر المولارية له فى هذا المدى من درجات الحرارة هـو (27.6 KJ) لكل مول.

الحل:

من المعطيات، نجد أن:

$T_1 = 273$°K $P_1 = ?$, $\Delta H_V = 27.6$ KJ

$T_2 = 301°K$ $P_2 = 0.526$ atm, $R = 8.314$ J/°K mol

بالتعويض عن القيم السابقة فى المعادلة:

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

$$\log 0.526 - \log P_1 = \left(\frac{27.6}{2.303 \times 8.314}\right)\left(\frac{301 - 273}{301 \times 273}\right)$$

$$-0.279014 - \log P_1 = \frac{27.6}{19.147142} \times \frac{28}{82173}$$

$$-0.279014 - \log P_1 = 1.4441468 \times 0.0003407$$

$$0.279014 - \log P_1 = 0.491108$$

$$\log P_1 = -0.491108 - 0.279014$$

$$\log P_1 = -0.770122$$

$$P_1 = 0.169 \text{ atm}$$

(3) ماهى درجة غليان الماء عند ضغط 0.695 atm، إذا علمت أن حرارة تبخير الماء هى (40.7 KJ) لكل مول.

الحل:

درجة غليان الماء عند الضغط الجوى تساوى 100°C

$T_1 = 100 + 273 = 373°K$, $P_1 = 1$ atm, $\Delta H_V = 40.7$ KJ

$T_2 = ?$, $P_2 = 0.695$ atm, $R = 8.314$ J/°K mol

وبالتعويض عن القيم السابقة فى المعادلة:

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

$$\log \frac{0.695}{1} \left(\frac{40.7 \times 1000}{2.303 \times 8.314}\right)\left(\frac{T_2 - 373}{373\, T_2}\right)$$

$$-0.158 = 2125.643 \times \frac{T_2 - 373}{373\ T_2}$$

$$\frac{T_2 - 373}{373\ T_2} = -\frac{0.158}{2125.6436}$$

$$\frac{T_2 - 373}{373\ T_2} = -0.00007433$$

$$T_2 - 373 = -0.027725249\ T_2$$

$$T_2 + 0.027725249\ T_2 = 373$$

$$T_2\ (1.027725249) = 373$$

$$T_2 = 362.9\ ^\circ K$$

$$t = 362.9 - 273.0 = 89.9$$

$$t^\circ C = 89.9\ ^\circ C$$

(4) أحسب ضغط بخار الماء المشبع عند درجة 27°C، إذا علمت أن 100 L من غاز الهيليوم الجاف أمرت فى (65.44 gm) من الماء. وبعد مرور الغاز تبقى (63.13 gm) من الماء.

الحل:

من المعطيات نجد أن:

W = الوزن الجزيئى للماء = 18

m = كمية الماء التى تبخرت = 65.44 – 63.13 = 2.31 gm

V = حجم الغاز = 100 L

T = 27 + 273 = 300°C

P = ?

ولكن، وبالتعويض عن القيم السابقة فى المعادلة:

PV = nRT

$$PV = \frac{m}{M} RT$$

$$P = \frac{m}{M} \frac{R}{V} T$$

$$P = \frac{2.31}{18} x \frac{0.0821}{100} x 300$$

$$P = 0.0316 \text{ atm}$$

$$P = 0.0316 \times 760$$

$$P = 24.01 \text{ mm Hg}$$

(5) عند إمرار (30 L) من غاز النيتروجين الجاف خلال (50 gm) من سائل رابع بروميد الكربون (CBr_4) عند درجة حرارة (27°C)، كان وزن السائل المتبقى عند حالة الاتزان (48.175 gm). أحسب الضغط البخارى لرابع بورميد الكربون.

الحل:

M = الوزن الجزيئى لرابع بروميد الكربون = 332

m = كمية CBr_4 التى تبخرت = 50.000 – 48.175 = 1.825 gm

V = 30 L

T = 27 + 273 = 300°K

R = 0.0821 L.atm/°K mol

وبالتعويض عن القيم السابقة فى المعادلة:

$$PV = nRT$$

$$PV = \frac{m}{M} RT$$

$$P = \frac{m}{M} \frac{R}{V} T$$

$$P = \frac{1.825}{332} x \frac{0.0821}{30} x 300$$

$$P = 0.0045 \text{ atm}$$

$$P = 0.0045 \times 760$$

$$P = 3.42 \text{ mm Hg}$$

(6) ارتفع سائل كثافته (0.866 gm/cm^3) في أنبوبة شعرية نصف قطرها (0.0335 cm) لمسافة قدرها (2.0 cm) عندما وضعت الأنبوبة رأسيا في السائل. أحسب التوتر السطحي للسائل، علما بأن عجلة الجاذبية الأرضية هي 981.

الحل:

من المعطيات، نجد أن:

$d = 0.866 \text{ gm/cm}^3$, $r = 0.0335 \text{ cm}$

$h = 2 \text{ cm}$, $g = 981$, $\gamma = ?$

بالنسبة لمعظم السوائل التي تبلل الزجاج فإن: $\theta = 0$ ($\theta = 0$

$$\text{Cos } \theta = \text{Cos } 0 = 1$$

بالتعويض عن القيم السابقة في المعادلة:

$$\gamma \text{ Cos } \theta = \tfrac{1}{2} \text{ rhdg}$$

$$\gamma = \tfrac{1}{2} (0.0335) (2) (0.866) (981)$$

$$\gamma = 28.46 \text{ dyne/cm}$$

(7) إذا كان التوتر السطحي للكلوروفورم عند 20°C يساوي 16.2 dyne/cm، وكانت كثافتا السائل وبخاره عند نفس درجة الحرارة هما (0.9188 gm/cm^3) و (0.0110 gm/cm^3)، على الترتيب، فإذا وضعت أنبوبة شعرية نصف قطرها (0.0105 mm) في السائل. أحسب ارتفاع السائل في الأنبوبة، علما بأن زاوية التلامس = صفر.

الحل:

في هذه الحالة تستخدم العلاقة التالية:

$$\gamma \, Cos\, \theta = \tfrac{1}{2} \left(h + \frac{r}{3}\right) (d_L - d_V) rg$$

حيث d_L كثافة السائل، d_V : كثافة بخاره

ومن المعطيات، نجد أن:

$g = 981, \quad r = 0.0105$ mm

$\gamma = 16.2$ dyn/cm, $\quad d_L = 0.9188$ gm/cm^3, $h = ?$

$d_V = 0.011$ gm/cm^3, $\quad \theta = 0 \quad Cos\, 0 = 1$

بالتعويض عن القيم السابقة في المعادلة:

$$16.2 = \tfrac{1}{2}\left(h + \frac{0.0105}{3}\right) (0.9188 - 0.0110) \times 0.0105 \times 981$$

$$16.2 = \tfrac{1}{2} \left(\frac{3h + 0.0105}{3}\right) \times 0.9078 \times 0.0105 \times 981$$

$$16.2 = (h + 0.0035)\, 4.67539$$

$$h + 0.0035 = \frac{16.2}{4.67539}$$

$$h = 3.4649 - 0.0035 = 3.4614$$

$$h = 3.46 \text{ cm}$$

(8) عند تعيين التوتر السطحي لسائل "A" باستخدام طريقة وزن النقطة باستخدام "الاستالاجموميتر"، أعطى السائل (A) 55.0 نقطة، وأعطى نفس الحجم من الماء (السائل B) 25.0 نقطة، وكانت كثافتاهما 0.80 gm/cm^3 و 0.996 gm/cm^3، على الترتيب. فإذا كان التوتر السطحي للماء هو 72.0 dym/cm، أحسب التوتر السطحي للسائل (A).

الحل:

تستخدم في هذه الحالة العلاقة التالية:

$$\frac{\gamma_A}{\gamma_B} = \frac{d_A n_B}{d_B n_A}$$

ومن المعطيات نجد أن:

$\gamma_A = ?$, $\gamma_{B(H_2O)} = 72.0$ dyne/cm, $d_A = 0.800$ gm/cm^3,

$d_B = 0.996$ gm/cm^3 , $n_A = 55.0$, $n_B = 25.0$

وبالتعويض عن القيم السابقة فى المعادلة المعطاة، نجد أن:

$$\gamma_A = \gamma_B \cdot \frac{d_A n_B}{d_B n_A}$$

$$\gamma_A = \frac{72.0 \times 0.80 \times 25}{0.996 \times 55}$$

$$\gamma_A = \frac{1440}{54.78}$$

$$\gamma_A = 26.29 \text{ dyne/cm}$$

(9) إذا كان الزمن اللازم لسريان حجم من الماء خلال "فسكوميتر اوستفالد" هو (1.52 min)، والزمن اللازم لسريان حجم مساو من سائل عضوى كثافته 0.80 gm/cm^3 هو (2.25 min). أوجد لزوجة السائل منسوبة إلى لزوجة الماء، ثم أوجد لزوجته المطلقة. علما بأن كثافة الماء هى 1 gm/cm^3 ولزوجة الماء هى (1.002 x 10^{-2} pois).

الحل:

فى هذه الحالة، تستخدم العلاقة التالية:

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{d_1 t_1}{d_2 t_2}$$

ومن المعطيات، نجد أن:

$\eta_1 = ?$, $d_1 = 0.80$ gm/cm^3, $t_1 = 2.25$ min

$\eta_2 = 1.002 \times 10^{-2}$ poise, $d_2 = 1$ gm/cm^3, $t_2 = 1.52$ min

المطلوب أولا:

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{0.8 \times 2.25}{1.0 \times 1.52} = \frac{1.8}{1.52} = 0.844$$

المطلوب ثانيا:

$$\eta_1 = \eta_2 \frac{d_1 t_1}{d_2 t_2}$$

$$\eta_1 = 1.002 \times 10^{-2} \times \frac{0.8 \times 2.25}{1.0 \times 1.52}$$

$$\eta_1 = 1.187 \times 10^{-2} \text{ poise}$$

(10) كرة من الصلب كثافتها ($7.99\ gm/cm^3$) وقطرها ($4\ mm$)، تتطلب زمنا قدره ($53\ sec.$) لكي تهبط مسافة قدرها ($1\ m$)، خلال سائل من الزيت كثافته ($1.10\ gm/cm^3$). أحسب لزوجة الزيت بالبواز.

<u>الحل:</u>

في هذه الحالة، تستخدم العلاقة التالية:

$$\eta = \frac{2r^2(d_s - d_L)g}{9(l/t)}$$

حيث: l هي المسافة التي يتحركها الجسم

t الزمن المقطوع

d_S كثافة الجسم الصلب

d_L كثافة السائل

ومن المعطيات نجد أن:

$r = 0.2\ cm,\ d_S = 7.99\ gm/cm^3,\ d_L = 1.10\ gm/cm^3$

$g = 981$, $l = 100\ cm,$ $t = 53\ sec.$

وبالتعويض عن القيم السابقة في المعادلة المعطاة:

$$\eta = \frac{2 \times (0.2)^2 (7.99 - 1.10) 981}{9(100/53)}$$

$$\eta = \frac{540.7272}{16.98113208}$$

$$\eta = 31.84 \text{ poise}$$

(11) إذا كان الضغط البخارى للإيثانول عند (40°C)هو (135.5 mm Hg) وعند 70°C يساوى 524.5 mm Hg. أحسب الحرارة المولارية للتبخير، وكذلك الضغط البخارى للإيثانول عند (50°C).

الحل:

من المعطيات، نجد أن:

$P_1 = 135.5$ mm Hg, $T_1 = 40 + 273 = 313°K$, $T_2 = 70 + 273 = 343°K$

$P_2 = 524.5$ mm Hg, $R = 1.987$ L.atm/°K.mol

ولحساب الحرارة المولارية للتبخير ΔH، نعوض بالقيم السابقة فى المعادلة:

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

$$\log \frac{524.5}{135.5} = \frac{\Delta H_v}{2.303 \times 1.987}\left(\frac{343 - 313}{343 \times 313}\right)$$

$$0.6024604 = \Delta H_V \times 6.1064807 \times 10^{-5}$$

$$\Delta H_V = 9865.91 \text{ Cal}$$

ولحساب الضغط البخارى للإيثانول عند 50°C، فإننا نستخدم القيم:

$T_2 = 343°K$, $T_1 = 313°K$, $P_2 = 524.5$ mm Hg, $\Delta H_V = 9865.91$ Cal

وبالتعويض عن القيم السابقة فى المعادلة المعطاة:

$$\log \frac{524.5}{P_1} = \frac{9865.91}{2.303 \times 1.987}\left(\frac{343 - 313}{343 \times 313}\right) = 0.602459894$$

$$\log P_1 = 2.719745493 - 0.602459894$$

$$\log P_1 = 2.117285599$$

$$P_1 = 131.00 \text{ mm Hg}$$

(12) إذا كان نقطة غليان البنزين هى (353.3°K)، وباعتبار انطباق قـاعدة تروتـن. أحسب نقطة غليان السائل عند ضغط قدره (25 mm Hg).

الحل:

نقطة غليان البنزين هى $T_b = 353.3°K$

وبتطبيق قاعدة تروتن

$$\frac{\Delta H_v}{T_b} = 21$$

$$\Delta H_V = 21 \times 353.3 = 7419.3 \text{ cal/mol}$$

ولتحديد نقطة غليان البنزين عند ضغط قدره (25 mm Hg)، نستخدم العلاقة:

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

ومن المعطيات، نجد أن:

$T_2 = 353.3°K$, $P_1 = 25$ mm Hg, $P_2 = 1$ atm $= 760$ mm Hg,

$\Delta H_V = 7419.3$ cal/mol, $R = 1.987$, $P_1 = ?$

وبالتعويض بالقيم السابقة فى المعادلة المعطاة:

$$\log \frac{760}{25} = \frac{7414.3}{2.303 \times 1.987}\left(\frac{353.3 - T_1}{353.3 T_1}\right)$$

$$0.3231295 \times T_1 = 353.3 - T_1$$

$$1.3231295 \times T_1 = 353.3$$

$$T_1 = 267°K$$

$$t° = 267 - 273$$

$$t° = -6°C$$

(13) يرتفع الماء فى الأنبوبة الشعرية ذات نصف القطـر (0.2×10^{-2} m) عنـد 30°C، علما بأن كثافة الماء هى (0.996×10^3 Kgm/m). أحسـب ارتفـاع الماء بفرض أن زاوية الالتصاق (θ) مع سطح الزجاج مسـاوية للصفـر، وأن التوتر السطحى للماء هو (71.18×10^{-3} Newton/m).

الحل:

من المعطيات، نجد أن:

$\gamma = 71.18 \times 10^{-3}$ Newton/m, $\theta = 0$, $d = 0.996 \times 10^{3}$ kgm/m

$r = 0.2 \times 10^{-2}$ m , $g = 981 \times 10^{-2}$ ms^{-2}, h = ?

بالتعويض عن القيم السابقة فى العلاقة:

$\gamma \cos\theta = \frac{1}{2}$ hdgr

$(\cos\theta = \cos 0 = 1)$

$\gamma = \frac{1}{2}$ hdgr

$$h = \frac{2\gamma}{gdr}$$

$$h = \frac{2 \times 71.18 \times 10^{-3}}{981 \times 10^{-2} \times 0.996 \times 10^{3} \times 0.2 \times 10^{-2}}$$

$h = 0.07285 \times 10^{5}$

$h = 72.85 \times 10^{3}$ m

(14) الضغط البخارى للبنزين عند درجة 50°C هـــو (272 mm Hg). أحســب الضغط البخارى عند 60°C إذا كانت حرارة التبخير هى 3.08×10^{4} J/mol.

الحل:

من المعطيات، نجد أن:

$T_1 = 50 + 273 = 323$°K, $P_1 = 272$ mm Hg, $P_2 = ?$

$T_2 = 60 + 273 = 333$°K, $\Delta H_V = 3.08 \times 10^{4}$ J/mol

بالتعويض عن القيم السابقة فى المعادلة التالية:

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

$$\log \frac{P}{272} = \frac{3.08 \times 10^{4}}{2.303 \times 8.314}\left(\frac{333-323}{323 \times 333}\right)$$

$$\log \frac{P}{272} = 1.4955468 \times 10^{-1}$$

بأخذ مقابل اللوغاريتم

$$\frac{P}{272} = 1.411$$

$$P = 1.411 \times 272$$

$$P = 383.8 \text{ mm Hg}$$

رابعا: مسائل غير محلولة

(1) إذا كانت نقطة الغليان للكلوروفورم هى 334°K. (الضغط فى هذه الحالة يساوى 1 atm، الضغط الجوى)، فإذا كان الضغط البخارى للكلورفورم عند 328°K هو 0.823. أحسب حرارة التبخير فى هذا المدى من درجات الحرارة.

(2) إذا كان الضغط البخارى لثانى كبريتيد الكربون عند (301°K) هو (0.526 atm). ما هو الضغط البخارى لذلك المركب عند 273°K، علما بأن حرارة التبخير فى هذه المدى من درجات الحرارة هى 6.60 K.Cal/mol.

(3) كرة من الصلب كثافتها $7.9\ gm/cm^3$، وقطرها (4 mm)، يلزمها (55 sec.) كى تسقط مسافة قدرها (1 m)، خلال سائل كثافته $1.1\ gm/cm^3$. أحسب لزوجة السائل بالبواز.

(4) كرة نصف قطرها (5×10^{-2})، وكثافتها $1.1\ gm/cm^3$، تسقط بسرعة ثابتة خلال سائل كثافته $1.00\ gm/cm^3$ ولزوجته 1.00 poise. أحسب سرعة سقوط الكرة.

(5) إذا كان زمن نزول H_2O خلال فسكوميتر أوستفالد هو 1.52 min، وبالنسبة لنفس الحجم من مركب عضوى كثافته $0.8\ gm/cm^3$، كان الزمن (2.25 min). أحسب لزوجة السائل بالنسبة للزوجة الماء . ثم أحسب قيمتها المطلقة بالمللى بواز، علما بأن درجة الحرارة 20°C.

(6) إذا كانت درجة الغليان العادية لسائل الكلوربنزين هى 132°C، وحرارة تبخيره المولارية هى 36.5 KJ/mol. أحسب نقطة غليان هذا السائل عند ضغط (0.1 atm).

(7) إذا كان كان الضغط البخارى لسائل النتروبنزين البخارى 0.0136 atm عند 85°C، فى حين أن ضغطه البخارى 0.51 atm عند 115°C. أحسب حرارة التبخير المولارية فى هذا المدى من درجات الحرارة لهذا السائل.

(8) إذا كان الضغط البخارى للكحول الميثيلى عند 50°C هو (0.53 atm)، وحرارة تبخيره المولارية عند نفس هذه الدرجة هى 37.6 KJ/mol. أحسب نقطة الغليان العادية لهذا السائل.

(9) إذا كان الضغط البخارى لسائل السليكوهكسان عند 61°C هو 0.527 atm، وحرارة تبخيره المولارية عند نفس هذه الدرجة هى (31.8 KJ/mol). أحسب الضغط البخارى لهذا السائل عند 50°C.

(10) ضغط بخار البرومين عند 20°C هو 175 mm Hg، وحرارته الكامنة للتبخير هى 30 KJ/mol. أحسب:

أ- ضغط بخار البرومين عند 5°C.

ب- درجة غليان البرومين العادية.

(11) إذا كان الضغط البخارى للبنزين هو 75 mm Hg عند درجة 20°C، وكان (118 mm Hg) عند درجة 30°C. أحسب حرارة التبخير المولارية للبنزين.

(12) أحسب درجة غليان الماء عند قمة جبل ارتفاعه (9 km) إذا كان الضغط الجوى عند هذا الارتفاع 230 mm Hg، وأن حرارة التبخير المولارية للماء تساوى 40.7 KJ/mol.

(13) إلى أى ارتفاع يصعد الماء عند 20°C فى أنبوبة نصف قطرها (0.024 cm). وإلى أى ارتفاع يصعد الطولوين فى نفس الأنبوبة عند (20°C) إذا كان توتره السطحى عند تلك الدرجة هو 28.4 dyne/cm، وكثافته $0.866\ gm/cm^3$.

(14) إذا كان للأسيتون والإيثانول نفس الكثافتين عند 20°C. أحسب النسبة بين الأزمنة اللازمة لحجم قدره ($3\ cm^3$) من كل منهما لكى يسرى خلال فيسكومتر عند تلك الدرجة من الحرارة.