Chemistry (107)

اساسيات كيمياء عامة (107)

التمام

اعداد الطلاب : شيماء السعودي ,حنان حسن ,أكثم اللوزي

شرح شامل وأسئلة شاشات

مادة فيرست

Chapter 3

MASS RELATIONSHIPS IN CHEMICAL REACTIONS

العلاقة الكتلة في التفاعلات الكيميائية

ابدأ مذكراتك باسم الله واستعن به في كل امرك هو الرحمن الرحيم.

Chapter3:Mass Relationships in Chemical Reactions

1) Transfers between mass and number of moles and number of atom or molecules

* التحويل بين الكتلة وعدد المولات وعدد الجزيئات

* The mole : amount of substance that contains as many elementary entities as there are in exactly 12.00g of c^{12}

* المول: كمية المادة التي تحتوي على عدد من الوحدات البنائية يساوي عدد الذرات الموجود في 12 غرام من الكربون c^{12}

* المول : هو عدد افجادرو من اي اشي .

Avogadro number (NA) = 6.022×10^{23}

$1mole \rightarrow 6.022 \times 10^{23}$

$$\text{Mole} = \frac{Mass(\text{الكتلة})\text{m}}{Molar\ Mass(\text{الكتلة المولية})M.M}$$

$$\text{Mole} = \frac{NO(\text{عدد الذرات})}{NA(\text{عدد افجادرو})}$$

EX: calculate Molar Mass for compounds ? احسب الكتلة المولية للمركب

- molar mass (ca =40.08 /O=16 / H=1 / C =12) g/mole

1. $C_3H_8O_2$ M.M=(12×3)+(1×8)+(16×2)=76 g/mole
2. $caco_3$ M.M=(1×40.08)+(3×16)+(1×12)=100.08g/mole

الكتلة المولية للمركب = الكتلة المولية للعنصر × عدد ذراتة + الكتلة المولية للعنصر الثاني × عدد ذراتة

EX: How many mole of $(CH_4)$are present in8.07g of (CH_4)?

(C=12/H=1)g/mole

*كم عدد مولات (CH_4) الموجودة في 8.07غرام من المركب

1. نحسب الكتلة المولية للمركب
2. نحسب عدد المولات من الكتلة والكتلة المولية

M.M = 12+(4×1) = 16

$$n = \frac{m}{M.M} = \frac{8.07}{16} = 0.5\ mole$$

EX: How many atoms (Ca) are in 60g calcium?(ca=40.07g/mole)

* كم عدد ذرات الكالسيوم (ca)

1. نحسب عدد المولات من الكتلة والكتلة المولية
2. نحسب عدد الذرات من عدد المولات

$$n = \frac{m}{M.M} = \frac{60}{40.07} = 1.5\ mole$$

$$n = \frac{No}{NA} \quad \rightarrow \quad No = n \times NA$$

= 1.5×6.022×10^{23} = 9×10^{23} atom

EX: calculate the mass of 3 (AL)atoms ? (AL=26.98 g/mole)

*احسب كتلة ثلاث ذرات من(AL)

1. نحسب عدد المولات من عدد الذرات وعدد افجادرو
2. نحسب الكتلة من عدد المولات والكتلة المولية

$$n = \frac{No}{NA} = \frac{3}{6.022 \times 10^{23}} = 4.98 \times 10^{-24} mole$$

m = n × M.M $= 4.98 \times 10^{-24} \times 26.98 = 1.3 \times 10^{-22}$g

EX: How many (ca) atoms are there in 80g $ca_3(po_4)_2$?

(Ca=40/O=16/p=30.97)g/mole

*احسب عدد ذرات(ca) الموجودة في المركب

1. نحسب الكتلة المولية للمركب كامل
2. نحسب عدد المولات من الكتلة والكتلة المولية
3. نحسب عدد جزيئات المركب
4. نحسب عدد ذرات (ca)

1. M.M = (40×3)+(2×30.97)+(8×16) = 309.94 g/mole
2. $n = \frac{m}{M.M} = \frac{80}{309.97} = .258 mole$
3. No=n × NA=.258×6.022×10^{23}=1.55×10^{23} molecules
4. Number of (ca) atom = 3×1.55× $10^{23} = 4.65 \times 10^{23} atom$

ملاحظة : عندما يطلب السؤال عدد جزيئات المركب بكون الجواب فقط للخطوة الثالثة

ولكن عندما يطلب عدد ذرات عنصر معين بكون الجواب للخطوة الرابعة

2) Percent composition of compounds

النسبة المئوية لمكونات (عناصر)المركب

*Percent composition of an element=$\frac{n \times molar\ mass\ of\ elament}{molar\ mass\ of\ compound} \times 100\%$

$$\text{النسبة المئوية للعنصر} = \frac{\text{عدد الذرات العنصر} \times \text{الكتلة المولية للعنصر}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times 100\%$$

النسبة المئوية للعنصر =كتلة المركب × النسبة المئوية للعنصر

- The sum of % of all elements =100%

*شرط: مجموع النسبة المئوية المكونة للمركب تساوي 100%

EX: calculate the mass percent of H/P and O in H_3po_4?

(H=1/o=16/p=30.97)g/mole

* احسب النسبة المئوية للعناصر في المركب

1. نحسب الكتلة المولية المركب
2. نحسب النسبة المئوية لكل عنصر من المركب

M.M= (3×1)+(1×30.97)+(4×16)= 97.97 g/mole

%H= $\frac{3\times1}{97.97} \times 100\% = 3.06\%$

%p= $\frac{30.97\times1}{97.97} \times 100\% = 31.61\%$

%O = $\frac{4\times16}{97.97} \times 100\% = 65.32\%$

EX: Calculate the mass of oxygen in 25g of H_3PO_4 ?

(H=1/O=16/P=30.98)g/mole $(H_3PO_4 = 97.97$ g/mole)

* احسب كتلة الاكسجين في المركب ؟

1. نحسب نسبة المئوية للأكسجين في المركب
2. نحسب كتلة العنصر من النسبة المئوية للعنصر وضرب كتلة المركب كامل

$\%O = \frac{4 \times 16}{97.97} = 65.31\%$

Mass(O) = 65.31×25 = 16.32g

EX: Calculate the number of grams of cu in 3.71g of $(cufes_2)$?

(cu=63.55/fe=55.84/s=32)g/mole

* احسب عدد غرامات النحاس الموجودة في المركب

1) نحسب الكتلة المولية للمركب
2) نحسب النسبة المئوية للعنصر
3) نحسب كتلة النحاس

M.M = (63.55+55.84+2×32)=183.39g/mole

$\%cu = \frac{63.55}{183.39} \times 100\% = 34.7\%$

Mass(cu) = 34.7%×3.71 = 1.287g

3) Experimental Determination of Empirical Formula

الصيغة البدائية والصيغة الجزيئية

A. Empirical formula(E.F): الصيغة البدائية

هي ابسط صورة وصيغة قد يصل اليها المركب

* مثال: N_2O_5/CH_5N

B. Molecular formula (M.F): الصيغة الجزيئية

هي صيغة اكثر تعقيدا وتمثل حاصل ضرب عدد صحيح بالصيغة البدائية

* مثال: $H_2O_2/CL_2/C_2H_4$

$$L(\text{عدد صحيح}) = \frac{M.M\ of\ molecular\ formula\ (\text{الكتلة المولية للصيغة الجزيئة})}{M.M\ of\ empirical\ formula\ (\text{الكتلة المولية للصيغة البدائية})}$$

✓ ملاحظة: تحول النسبة المئوية للعنصر في السؤال الى كتلة

63.5% →63.5g

❖ خطوات حل :

1. ايجاد كتلة العناصر (ملاحظة: في الاغلب موجودة في نص السؤال الكتلة او على صورة نسبة مئوية)
2. نحسب عدد المولات
3. القسمة على اقل عدد مولات
4. نكتب الصيغة البدائية للمركب ونحسب الكتلة المولية لها
5. نحسب العدد الصحيح(L)

EX: Compound contains only (C/H/O) has 40.92g C/4.58g H/54.5g O Determine it empirical formula ?(C=12/H=1/O=16)

❖ احسب الصيغة البدائية ؟

1. احسب عدد المولات من الكتلة
2. القسمة على اقل عدد مولات
3. احسب الصيغة البدائية

n (C) $= \frac{40.92}{12}$ = 3.41mole

n(H) $= \frac{4.58}{1}$ = 4.58 mole

n (O) =$\frac{54.5}{16}$ = 3.406 mole

C=$\frac{3.41}{3.406}$ =1 / H=$\frac{4.58}{3.406}$ =1.3 / O=$\frac{3.406}{3.406}$ =1

3× $(C_1H_{1.3}O_1) \rightarrow$ $E.F: (C_3H_4O_3)$

EX: Calculate empirical formula of the compound that is 80% S and 20%O ?(S=32.06/O= 16)g/mole

*احسب الصيغة البدائية ؟

1. نحسب كتلة العناصر من النسبة المئوية
2. نحسب عدد المولات
3. نقسم على اقل عدد مولات
4. نكتب الصيغة البدائية

/ $20\%\ O \rightarrow 20g$ $80\%\ S \rightarrow 80g$

n(s) = $\frac{80}{32.06}$ = 2.495mole

n(o) = $\frac{20}{16}$ = 1.25 mole

S = $\frac{2.495}{1.25} = 1.99 \approx 2$

O = $\frac{1.25}{1.25}$ = 1 E.F: (S_2O)

EX: Combustion analysis of 0.600g an unknown compound containing carbon hydrogen and oxygen produced 1.043g of CO_2 and 0.5670g of H_2O .

a) What is the empirical formula and of the compound ?
(C =12/O=16/H=1)g/mole

*احسب الصيغة البدائية

1. نحسب كتلة(O/C/H)
2. نحسب الكتلة المولية
3. نقسم على اقل عدد مولات
4. احسب الصيغة البدائية

1. Mass (C) = %C × mass (CO_2)

$= \frac{12}{44} \times 1.043 = 0.284g\ C$

Mass (H) =%H × mass(H_2O)

$= \frac{2}{18} \times 0.567 = 0.063\ g\ H$

Mass(O) = $M_{total} - (M_C + M_H) = 0.600 - (0.063 + 0.284)$

= 0.0253g O

$$2.\ n(C) = \frac{m}{M.M} = \frac{0.284}{12} = 0.024\ mole$$

$$n\ (H) = \frac{m}{M.M} = \frac{0.063}{1} = 0.063\ mole$$

$$n\ (O) = \frac{m}{M.M} = \frac{0.253}{16} = 0.016\ mole$$

$$C = \frac{0.024}{0.016} = 1.5$$

$$H = \frac{0.063}{0.016} = 4$$

$$O = \frac{0.016}{0.016} = 1$$

$$(C_{1.5}H_4O) \times 2 \rightarrow (C_3H_8O_2)$$

b) What is the Molecular formula of the compound the molar mass is known to be 152g/mole ?

احسب الصيغة الجزيئية اذا علمت ان الكتلة المولية للصيغة الجزيئية 152

1. نحسب الكتلة المولية للصيغة البدائية من الفرع الاول
2. نحسب العدد الصحيح(L)

M.M= (12×3+8×1+16×2) = 76

$$L = \frac{M.M\ (M.F)}{M.M\ (E.F)} = \frac{152}{76} = 2$$

$$M.F:\quad 2 \times (C_3H_8\ O_2) \rightarrow (C_6H_{16}O_4)$$

4) ***Limiting Reagent*** العامل المحدد للتفاعل

- Stoichiometric amounts: the proportions indicated by the balanced equation

  الكميات المكافئة (اتحاد العناصر):نسب العناصر الى بعضها التي توضحها المعادلة الكيميائية

- Limiting reagent: reactant used up first in the reaction(or) Reactant that is consumed completely

  المادة المحدد: المادة المتفاعلة التي تستهلك اولا في التفاعل الكيميائي (او) المادة التي تستهلك تماما في التفاعلات

- Excess reagent: reactants present in quantities greater than necessary to react with the quantity of Limiting reagent

  المادة الزائدة :المادة المتفاعلة التي تتوفر بكمية اكبر من التي يحتاجها التفاعل مع المادة المحددة

$$Zn + S \rightarrow ZnS$$

(المتفاعلات) Reactant product (النواتج)

- خطوات الحل
1. نجد الكتلة (تذكر في السؤال)
2. نحسب عدد المولات(قد يكتب في السؤال عدد الجزيئات فنحسب عدد المولات)
3. نقسم عدد مولات المتفاعلات على معاملها في المعادلة
4. العامل المحدد للتفاعل هو اصغر رقم

EX:22g(CO) reacted with 1.7g $H_2$to produce CH_3OH . with is the limiting reagent?(C=12/H=16/H=1)g/mole

$$CO_g + 2H_{2(g)} \rightarrow CH_3OH_g$$

*ما هو العامل المحدد؟

1. نحسب عدد المولات
2. نقسم عدد المولات على معامل كل عنصر في المعادلة
3. اقل قيمه هو العامل المحدد

$$n(CO) = \frac{m}{M.M} = \frac{22}{(12+16)} = \frac{22}{28} = 0.78mole$$

$$n(H_2) = \frac{1.7}{2} = 0.85mole$$

$$\text{CO} = \frac{0.78}{1} = 0.78 \qquad / \quad H_2 = \frac{0.85}{2} = 0.425$$

L.R=H_2

EX: Ammonia reacts with diatomic oxygen to from nitric oxide and water vapor :$4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$ when 30g of NH_3 and 40g of O_2 are allowed to react How many grams of NO? (N=14/O=16/H=1) g/mole

*احسب كتلة (NO)

1. نحسب عدد المولات لكل متفاعل
2. نقسم على عدد المولات على معاملات العنصر
3. نحدد العامل المحدد
4. باستخدام النسبة والتناسب نحدد عدد المولات (NO)
5. نحسب كتلة (NO) من عدد المولات

$$n(NH_3) = \frac{m}{M.M} = \frac{30}{17} = 1.76mole$$

$$n(O_2) = \frac{m}{M.M} = \frac{40}{32} = 1.25\ mole$$

$$NH_3 = \frac{1.76}{4} = 0.44$$

$$O_2 = \frac{1.25}{5} = .25$$

العامل المحدد للتفاعل $L.R = O_2$

$$5mole\ O_2 \rightarrow 4mole\ NO$$
$$1.25mole\ O_2 \rightarrow X$$

$$\frac{4mole\ NO \times 1.25mole\ O_2}{5mole\ O_2} = 1mole\ NO$$

M.M (NO) = 14+16 = 30

m = n× M.M = 1×30 = 30g

EX: Nitric oxide (NO) reacts with oxygen gas to from nitrogen dioxide (NO_2) a dark-brown gas:

$$2NO_g + O_{2g} \rightarrow 2NO_{2g}$$ (N=14/O=16)g/mole

In one experiment 0.886mole of NO is mixed with 0.503 mole of O_2.

1) Calculate the number of mole of NO_2 produced

1. احسب عدد مولات النواتج (NO_2)
   - احسب عدد مولات المتفاعلات(في السؤال)
   - نقسم على معاملاتها
   - نحدد العامل المحدد لتفاعل

n(NO)=0.886 mole

$n(O_2) = 0.503\ mole$

NO= $\frac{0.886}{2} = 0.443$

$O_2 = \frac{0.503}{1} = 0.503$

L.R= 0.443NO

$$2mole\ NO \rightarrow 2\ mole\ NO_2$$
$$0.886mole\ NO \rightarrow X$$

X = 0.886 NO_2 mole

2. Calculate the excess reactant in gram ?

*احسب كتلة المادة الفائضة؟

1. نسبة وتناسب لحساب عدد المولات
2. نحسب الكتلة الفائضة

$$2mole\ NO \rightarrow 1mole\ O_2$$
$$0.886mole \rightarrow X$$

X = 0.443 mole O_2

الفائض = عدد المولات الكلي (العدد الاكبر)- عدد المولات الداخلة في التفاعل (العدد الاصغر)

$$0.503 - 0.443 = 0.06\ mole\ O_2$$

$$\text{mass}O_2 = n \times M.M = 0.06 \times 46 = 2.76\ g\ O_2$$

5) ***Reaction Yield*** المردد المئوي

- Theoretical Yield :amount of product that would result if all limiting reagent reacted

الناتج النظري : كمية المادة الناتجة حسابيا (نظريا) عند استهلاك كامل المواد المتفاعلة المحددة للتفاعل

- Actual Yield: amount of product actually obtained from a reaction

الناتج الفعلي : كمية المادة الناتجة الحقيقية في المختبر

- ✓ ملاحظة: الناتج الحقيقي اصغر من الناتج الافتراضي
- ✓ يقصد بالناتج الحقيقي (ناتج كتلة النواتج الحقيقية التي تعطى في السؤال)
- ✓ يقصد الناتج الافتراضي (ناتج كتلة النواتج الافتراضي التي تحسب من المعادلات الكيميائية).

❖ خطوات حل :

1) نحدد العامل المحدد للتفاعل
2) نسبة وتناسب بين مولات العامل المحدد ومولات الناتج من المعادلة لحساب عدد مولات الناتج
3) نحسب كتلة الناتج الافتراضي
4) نحسب المردود المئوي

EX: In a certain industrial operation $3.54 \times 10^7 g$ of $TiCL_4$ are reacted with $1.13 \times 10^7 g$ of Mg $TiCL_{4g} + 2Mg_L \rightarrow Ti_s + 2MgCL_{2l}$.

(Ti = 47.9/CL = 35.45/Mg = 24.3) g/mole

a) Calculate the theoretical yield of Ti in grams ?

*احسب ناتج الكتلة الافتراضي(Ti)

1. نحسب عدد المولات
2. نقسم على معاملات ونحدد العامل المحدد لتفاعل
3. نحسب الكتلة Ti (الناتج الافتراضي)

$$n(TiCL_4) = \frac{m}{M.M} = \frac{3.54\times10^7}{(47.9+4\times35.45)} = \frac{3.54\times10^7}{189.7} = 186 \times \quad 10^3$$
$$\approx \quad 1.86 \times 10^5 \; mole$$

$$n(Mg) = \frac{1.13 \times 10^7}{24.3} = 465 \times 10^3 \approx 4.65 \times 10^5 \; mole$$

$$TiCL_4 = \frac{1.86 \times 10^5}{1} = 1.86 \times 10^5$$

$$Mg = \frac{5.34 \times 10^5}{2} = 2.32 \times 10^5$$

$$1mole\ TiCL_4 \rightarrow 1mole\ Ti$$

$$1.86 \times 10^5 mole\ TiCL_4 \rightarrow X$$

$$X = 1.86 \times 10^5 mole\ Ti$$

Mass = n× M.M $= 1.86 \times 10^5 \times 47.9 =$

$$89.1 \times 10^5 \approx 8.9 \times 10^6 g = theoretical\ yield$$

b) Calculate the percent yield if $7.91 \times 10^6 g$ of Ti are actually obtained

*احسب المردود المئوي ؟

$$\%yield = \frac{actually\ yield}{theoretical\ yield} \times 100\%$$

$$\frac{7.91 \times 10^6}{8.9 \times 10^6} \times 100\% = 88.8\%$$

Chapter5

GASES

الغازات

- سيجبر الله قلبك لا تدع الاحباط ينال منك.

Chapter 5 : Gasses

الغازات

معلومة

❖ Properties of common gases: الخصائص الشائعة للغازات

- Despite wide differences in chemical properties, all gases more or less obey the same set of physical properties

على الرغم من الاختلافات الكبير في الخواص الكيميائية تطيع الغازات بشكل او باخر نفس الخصائص الفيزيائية

❖ Four physical properties of gases اربع خصائص فيزيائية للغازات

1. Pressure(P) الضغط
2. Volume (V) الحجم
3. Temperature (T) درجة الحرارة
4. Amount = mole (n) الكمية (عدد المولات)

1. Presser (p) الضغط

1atm = 760torr =760 mmHg	1atm=101325 pa(باسكال)

2. Volume (V) الحجم

1L= 1000ML	1L = $1000 cm^3$

3. Temperature (T) درجة الحرارة

℃ , K	K=C+273

1. The Gas Laws قوانين الغازات

A. **Boyle law**: pressure and volume relationship

قانون بويل : العلاقة بين الحجم والضغط

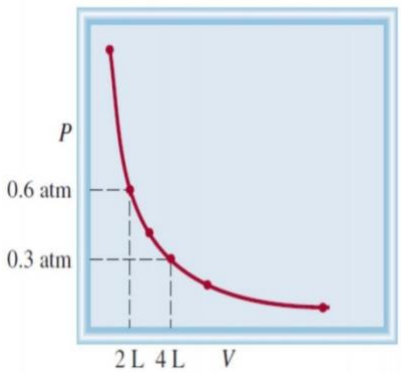
- The presser of a fixed amount of gas at a constant temperature is inversely proportional to the volume of the gas

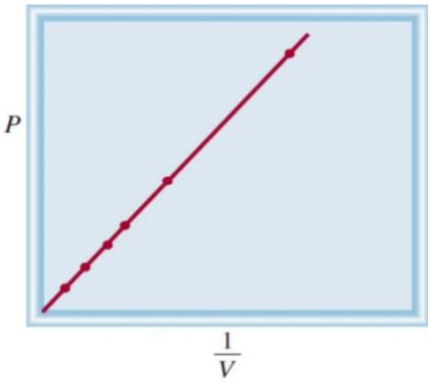
  ضغط كمية ثابتة من الغاز في درجة حرارة ثابته يتناسب عكسيا مع حجم الغاز
- Studied relationship between (P) and (V)

  العلاقة بين الضغط والحجم
- Work done at constant (T) and constant number of mole (n)

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

لا يشترط استخدام وحدة معينة





العلاقة عكسية بين الضغط والحجم

$$P \propto \frac{1}{V}$$

$$P = K \times \frac{1}{V}$$

EX: A 4.50L cylinder contains He_g at an unknown pressure it is now connected to a 92.5L Evacuated cylinder. When the connecting valve between the two cylinder is opened ,the pressure falls to 1.40atm . what was the pressure in the 4.50L cylinder ?

- تحتوي اسطوانة على4.50 لتر على ضغط غير معروف , يتم توصيلة الان باسطوانة تم اخلائها 92.5 لتر عندما يكون صمام الاتصال بين الاسطوانتين مفتوحا, ينخفض الضغط الى 1.40 احسب ضغط الاسطوانة ؟
  - باستخدام قانون بويل
  - انتبه انه الحجم الثاني بجمع الاول مع الثاني لأنه السؤال تم توصيل الاسطوانة الاولى مع الاسطوانة الثانية بصمام مفتوح

$$V_1 = 4.50L \qquad V_2 = 92.5 + 4.50 = 97.0\text{L}$$

$$P_1 = ??atm \qquad P_2 = 1.140atm$$

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

$$P_1 = \frac{P_2V_2}{V_1} = \frac{1.140\ atm \times 97.0L}{4.50L} = 30.2\ atm$$

EX: 2.4L sample of gas at pressure 650torr if the pressure increased to 685torr at constant temperature , what is the new volume ?

❖ احسب الحجم الجديد

✓ نطبق على قانون بويل

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

$$V_2 = \frac{P_1V_1}{P_2} = \frac{650 \times 2.4}{685} = 2.27L$$

B. Charles Law : volume/ temperature relationship

قانون شارل : العلاقة بين الحجم و درجة الحرارة

- For a fixed amount of gas at constant pressure , volume increases as temperature increases.

لكمية ثابتة من الغاز في الضغط المستمر , زيادة الحجم مع زيادة درجة الحرارة

- Charles worked on relationship of how volume changes with temperature

عمل شارل على العلاقة بين (كيفية تغير الحجم و درجة الحرارة)

- (p) and (n) constant

عند ثبات الضغط وعدد المولات

$$V \uparrow as\ T \uparrow$$

علاقة طردية بين الحجم ودرجة الحرارة

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

درجة الحرارة بالكلفن (K)

- Absolute Zero (zero K),theoretically the lowest attainable temperature

الصفر المطلق :ادنى درجة حرارة يمكن بلوغها

- Zero Kelvin temperature scale $= -273\ c$

(K)$= c + 273$

EX : Decreasing the temperature of 10.00 L of H_{2_g} from 25c to (-77 c) decreases it volume to what volume ?

❖ احسب حجم العينة؟

نحول درجة الحرارة الى كلفن

نطبق على قانون شارل

$T_1 = 25 + 273 = 298\ K$

$T_2 = -77 + 273 = 196\ K$

$V_1 = 10.00L$

$V_2 = ??L$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1} = \frac{10 \times 196}{298} = 6.58L$$

C. Gay-Lussac Law قانون جاي- لوساك

- Worked on relationship between pressure and temperature

العلاقة بين الضغط ودرجة الحرارة

- Volume and number of mole (n) are constant

عند ثبات الحجم وعدد المولات

علاقة طردية بين الضغط ودرجة الحرارة

$P \uparrow as\ T \uparrow$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

EX: 8atm of(CO_2) at 30 C if pressure increased to5atm ,what is the new temperature?

احسب درجة الحرارة الجديدة

1. نحول درجة الحرارة الي كلفن
2. نطبق على قانون جاي لوساك

$T_1 = 30 + 273 = 303\ K$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{T_1 P_2}{P_1} = \frac{303 \times 5}{8} = 189.37\ K$$

D.Combined Gas Law

قانون الشامل للغازات

- Worked on relationship between pressure and temperature and volume

العلاقة بين الحجم والضغط ودرجة الحرارة

- Constant for fixed amount of gas (n)

ثابت لكمية ثابته من الغاز(عند ثبات عدد المولات)

درجة الحرارة كلفن

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

❖ STP: standard temperature and pressure

الحالة القياسية للضغط والحرارة

❖ Standard (T) $= -273\ k$ / P$= 1atm$

EX: What will be the final pressure of a sample of nitrogen gas with a volume of$950cm^3$at 745 torr and 25.0 C if it is heated to 60.0 C and given a final volume of $1150cm^3$.

❖ احسب ضغط العينة الثانية

1. نحول درجة الحرارة الى كلفن
2. نطبق على القانون

$T_1 = 25 + 273 = 298\ K$

$T_2 = 60 + 273 = 333\ K$

$P_2 = ??\ torr$ $\quad P_1 = 745\ torr$

$V_2 = 1150cm^3$ $\quad V_1 = 950cm^3$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

$$P_2 = \frac{P_1V_1T_2}{T_1V_2} = \frac{745\times950\times333}{298\times1150} = 687\ torr$$

EX: If a sample of air occupies 500 mL at STP ,What is the volume at 85 C and 560 torr ?

*احسب الحجم الجديد للعينه

✓ تطبيق على قانون الشامل للغازات

$V_1 = 500mL$ $V_2 = ??ml$

$T_1 = 273\ K$ $T_2 = 85 + 273 = 358\ K$

$P_1 = 760\ torr$ $P_2 = 560\ torr$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

$$V_2 = \frac{P_1V_1T_2}{P_2T_1} = \frac{760\ torr\ \times 500mL\ \times 358K}{560\ torr\ \times 273K} = 889mL$$

E. The Volume – Amount relationship :Avogadro Law

علاقة الحجم مع عدد المولات (الكمية) : قانون افجادرو

- When measured at same (T) and (P) ,equal (V)of gas contain equal number of mole

  عندما تقاس في نفس درجة الحرارة والضغط , حجم متساوي من الغاز يحتوي على عدد متساوي من المولات

- Worked on relationship between volume and amount (n)

  العلاقة بين الحجم وعدد المولات

- Constant (P)and (T) عند ثبات الضغط ودرجة الحرارة

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

$H_{2(g)} + CL_{2(g)} \rightarrow 2HCL_g$			
Mole	1	1	2
Molecules	1	1	2
Volume	1	1	2

✓ حالات خاصة مهم :

- Stander molar volume الحجم المولي القياسي
- Stander condition of temperature and pressure (STP)
- STP=1atm and 273K(0.0 C)
- Under these condition تحت هذا الظروف
- 1mole gas occupies(V) = 22.4 L
- 22.4 L = stander molar volume

EX: Calculate the volume of ammonia formed by the reaction of 25 L of hydrogen with excess nitrogen ? $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2N$

<u>مهم فكرة مكررة</u>: احسب حجم (NH_3)

- نسبة وتناسب من المعادلة

$3L\ H_2 \rightarrow 2L\ NH_3$

$25L\ H_2 \rightarrow X$

$$\frac{2LNH_3 \times 25L\ H_2}{3LH_2} = 17\ L\ NH_3$$

EX: What is the mole of 16.2L of SF_6 at STP ?

- احسب عدد مولات(SF_6)؟

1. نطبق على قانون افجادرو

$$V_2 = 22.4\ L\ V_1 = 16.2\ L$$
$$n_2 = 1\ mole\ n_1 = ??\ mole$$

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

$$n_1 = \frac{V_1 n_2}{V_2} = \frac{16.2L\ \times 1mole}{22.4\ L} = 0.723\ mole$$

F. *Ideal Gas Law* قانون الغاز المثالي

- **Hypothetical gas** : that obeys ideal gas law relationship over all ranges of (T, V, n and P)

الغاز الافتراضي : هو الغاز الذي يطيع علاقة قانون الغاز المثالي على جميع النطاقات درجة الحرارة والضغط والحجم و عدد المولات

$T \uparrow and\ P \downarrow$

فقط في الغاز المثالي علاقة درجة الحرارة مع الضغط عكسية

$$PV = nRT$$

$$R = \frac{0.0821\ L\ .atm}{mole\ .K}$$

❖ $n = \frac{m}{M.M} \longrightarrow PV = \frac{m}{M.M} \times RT \longrightarrow PV \times M.M = m \times RT$

$\frac{1}{V} \times (PVM.M = mRT) \longrightarrow PM.M = DRT$

(Density كثافة) $D = \frac{m}{V}$

EX: How many liters of $N_{2(g)}$ at 1.00 atm 25.0 C are produced by the decomposition of NaN_3 $m = 150.0g$? ($NaN_3 = 65.00$ g/mole)

$$2NaN_3(s) \rightarrow 2Na_{(s)} + 3N_{2(g)}$$

❖ احسب حجمN_2) (

1. نحول درجة الحرارة الى كلفن
2. نحسب عدد مولات(NaN_3)
3. نسبة وتناسب لحساب عدد مولات (N_2)
4. نطبق على القانون

T=25+273=298 K

$$n(NaN_3) = \frac{m}{M.M} = \frac{150.0}{65.0} = 2.3mole$$

$$2mole\ NaN_3 \rightarrow 3moleN_2$$

$$2.30\ mole\ NaN_3 \rightarrow X$$

$$X = \frac{3mole\ N_2 \times 2.30mole\ NaN_3}{2mole\ NaN_3} = 3.45mole\ N_2$$

$n = 3.45\ mole\ N_2 \qquad P = 1atm \qquad T = 298K$

$R = 0.0821$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{3.45 \times 0.0821 \times 298}{1} = 84.4\ L$$

2. ***Dalton Law of partial pressures***

قانون دالتون للضغط الجزئي

- For mixture of non-reacting in container

مزيج من الغازات الغير متفاعلة في الانبوب

- Partial pressure : pressure that partial gas would exert if it was alone in container

هو الضغط الذي يمارسه غاز معين اذا كان وحدة في الانبوب

- The total pressure is the sum of the partial pressure

$$P_{total} = P_1 + P_2 + P_3 \ldots..$$

- $P_1, P_2\ and\ P_3 = partial\ pressures$(الضغط الجزئي)

$$P_1 = \frac{n_1 RT}{V}$$

$$P_{total} = \frac{n_1 RT}{V} + \frac{n_2 RT}{V} + \frac{n_3 RT}{V} \ldots\ldots$$

$$P_{total} = \frac{RT}{V}(n_1 + n_2 + n_3 \ldots\ldots)$$

مهم $P_{total} = P_{gas} + P_{H_2O}$

EX: A mixture of (Ne) and (N_2) ,(Ne) has 30 L at 2atm and (N_2) has 10 L at 3atm at the same temperature .what will be the total pressure when we mix them in 3L container ?

❖ احسب الضغط الكلي المكون من غازين

1. نحسب كل ضغط من الغازات على حده من قانون بويل
2. نجمع الضغوط

(Ne)

$$P_1V_1 = P_2V_2 \longrightarrow P_2 = \frac{P_1V_1}{V_2}$$

$$P_2 = \frac{30 \times 2}{3} = 20\text{atm (Ne)}$$

(N_2)

$$P_1V_1 = P_2V_2 \longrightarrow P_2 = \frac{P_1V_1}{V_2}$$

$$P_2 = \frac{10 \times 3}{3} = 10atm\ (N_2)$$

$$P_{total} = P_{Ne} + P_{N_2} = 20+10 = 30\text{atm}$$

3. ***Mole fractions and mole percent***

الكسر المولي والنسبة المولية

a) Mole fraction الكسر المولي

- Ratio of number mole of given component in mixture to total number moles in mixture

نسبة عدد المولات عنصر معين في المركب الى اجمال عدد مولات المركب كامل .

$$\checkmark X_1 = \frac{n_1}{n_1+n_2+n_3 \ldots\ldots} = \frac{n_1}{n_{total}}$$

$$n = P(\frac{v}{RT})$$

$$X_1 = \frac{P_1(\frac{V}{RT})}{P_1(\frac{V}{RT})+P_2(\frac{V}{RT})+P_3(\frac{V}{RT})+\cdots}$$

✓ $X_1 = \frac{P_1}{P_1+P_2+P_3\ldots.} = \frac{P_1}{P_{total}}$

$$X_1 = \frac{P_1}{P_{total}} = \frac{n_1}{n_{total}}$$

$$P_1 = X_1 P_{total}$$

✓ قانون ثاني من الكسر المولي نحسب ضغط عنصر معين من الكسر المولي للعنصر والضغط الكلي

b) ***Mole percent (mole%)*** **النسبة المولية**

Mole% = $X_1 \times 100$

EX: The partial pressure of oxygen was observed to be 156torr in air with total atmospheric pressure of 743torr.Calculate the mole fraction of (O_2) present

❖ احسب الكسر المولي للأكسجين

✓ للتذكير (partial pressure) الضغط الجزئي

❖ نطبق على القانون

$$X_{O_2} = \frac{P_{O_2}}{P_{total}} = \frac{156torr}{743torr} = 0.210$$

EX: A sample of natural gas contains 8.24 moles of CH_4 ,0.421 moles of C_2H_6, and 0.116 moles of C_3H_8 if the total pressure of the gasses is 1.37atm , What is the partial pressure of propane (C_3H_8) ?

❖ احسب الضغط الجزئي (C_3H_8)

1. نحسب الكسر المولي من عدد المولات
2. نحسب الضغط الجزئي من الكسر المولي والضغط الكلي

$P_{total} = 1.37 \qquad n_{C_2H_6} = 0.421mole \qquad n_{(CH_4)} = 8.24mole$

$n_{C_3H_8} = 0.116\ mole$

$$X_{C_3H_8} = \frac{n_{C_3H_8}}{n_{C_3H_8} + n_{C_2H_6} + n_{CH_4}} = \frac{0.116}{8.24 + 0.421 + 0.116} = 0.013$$

$$P_{(C_3H_8)} = X_{C_3H_8} \times P_{total} = 0.0132 \times 1.37atm = 0.0181atm$$

4. ***Root mean square speed*** (U_{rms}) السرعة

Molar Mass ∝ temperature effect الكتلة المولية وأثر درجة الحرارة

$$U_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M.M \times 10^{-3}}}$$

- R = 8.314 ثابت
- U_{rms} = السرعة
- T = درجة الحرارة
- M.M = الكتلة المولية

مهم

✓ العلاقة بين السرعة والكتلة المولية (عكسية)

✓ العلاقة بين السرعة ودرجة الحرارة (طردية)

EX: For the series of gases He ,Ne ,$Ar, H_2 and\ O_2$. What is thy order of increasing rate of effusion ?

M.M(He =4/Ne =20/$Ar = 40$ / $H_2 = 2$ /$O_2 = 32$)g/mole

❖ ما هو ترتيب (معدل)سرعة الانتشار (ترتيب تصاعدي)

$$H_2 > He > Ne > O_2 > Ar$$

EX: Calculate the root mean square speed of He molecules at 17 C ?

(M.M=4 g/mole)

❖ احسب السرعة ؟

1. نحول درجة الحرارة الي كلفن
2. نطبق على القانون

T=17+273=290 K

$$U_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M.M \times 10^{-3}}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.314 \times 290}{4 \times 10^{-3}}} = 261.3$$

5) ***Diffusion*** الانتشار

Diffusion :is the process by which one gas mixes with another as a result of molecular movement.

هي العملية التي يختلط فيها الغاز مع اخر نتيجة للحركة الجزيئية

EX: **Perfume in room** العطر في الغرفة

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{t_2}{t_1} = \sqrt{\frac{Molar\ Mass_2}{Molar\ Mass_1}}$$

- NH_4CL collects closer to HCL

  NH_4CL يجمع اقرب الى جزيئات HCL
- HCL molecule larger than NH_3molecules

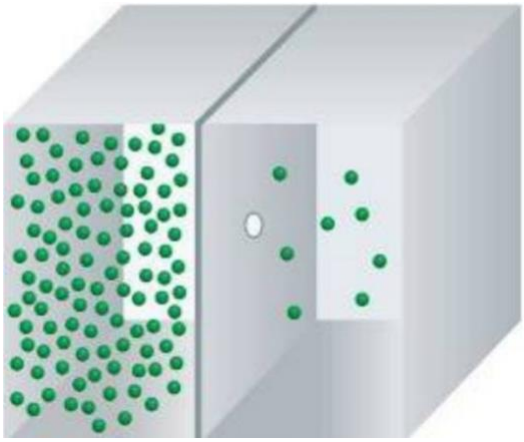
  جزيئات (HCL) اكبر من جزيئات (NH_3)

6) ***Effusion*** التدفق

Effusion :is the process in which a gas under pressure escapes from it is container through a small hole

هي العملية التي تخرج فيها غاز تحت الضغط من الانبوب خلال ثقب صغير

Gas vacuum



EX: Calculate the ratio of the effusion rates of hydrogen gas (H_2) and uranium hexafluoride (UF_6) a gas used in the enrichment process to produce fuel for nuclear reactors ?

$M.M(H_2 = 2 \,/\, UF_6 = 352.02$) g/mole

❖ احسب سرعة الانتشار

✓ للتذكير (effusion rates) سرعة الانتشار

1. نطبق على القانون

$$\frac{effusion\ rate H_2(r_{H_2})}{effusion\ rate\ UF_6\ (r_{UF_6})} = \sqrt{\frac{M.M\ (UF_6)}{M.M(H_2)}} = \sqrt{\frac{352.02}{2}}$$

$$= 13.2$$

EX: If it takes me than 3.0 minutes to diffuse 10.0 m , How long will it take sulfur dioxide to travel the same distance ?

M.M($CH_4 = 16$ / $SO_2 = 64.06$) g/mole

❖ احسب كم من الوقت سوف يستغرق ثاني اكسيد الكبريت ؟

$t_1 = 3minutes$ $t_2 = ??$

$$\frac{t_1}{t_2} = \sqrt{\frac{M.M_1}{M.M_2}}$$

$$\frac{3}{t_2} = \sqrt{\frac{16}{64}}$$

$$t_2 = \frac{3}{\sqrt{\frac{16}{64}}} = \frac{3}{.5} = 6.0\ m$$

Chapter 11

INTERMOLECULAR FORCES

قوى الجزيئات

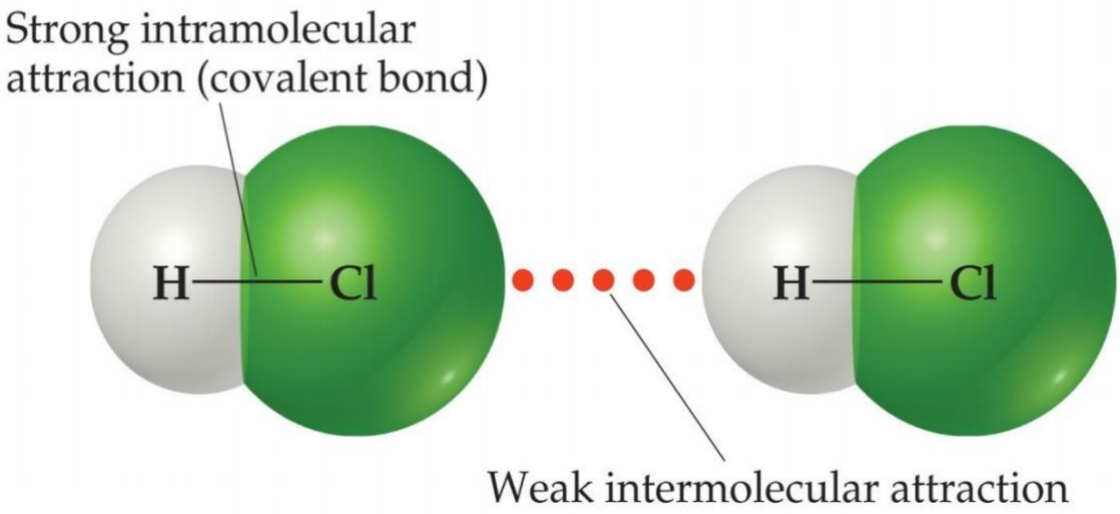
اذهب بثقة تجاه أحلامك عش الحياة التي لطالما حلمت بها

Chapter 11: Intermolecular forces

	قوى الحركية	قوى الترابط
Gas غاز	عالية ↑	قليلة ↓
Liquid سائل	اقل من الغاز ↓	أعلى من الغاز ↑
solid صلب	صفر	عالية جدا ↑

❖ ***Types of forces between molecules***

انواع الروابط بين الجزيئات



A. Interamolecular forces الرابطة بين الذرات

- Hold atoms together in a molecule ربط الذرات معا في جزيء
- Tow type: 1) covalent bond رابطة تساهمية

2) ionic bond رابطة ايونية

- Strong قوية

EX: $H - CL$ (covalent bond) / $Na - CL$ (ionic bond)

B. Intermolecular forces الرابطة بين الجزيئات

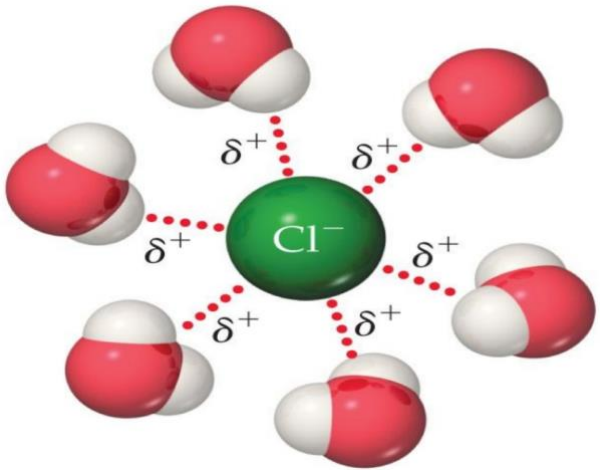
- Attraction forces between molecules قوى الجذب بين الجزيئات
- Weak ضعيف

❖ ***For type of intermolecular forces***

1) Ion Dipole forces (I.D) الرابطة الايونية

- Attraction between ion and charged end of polar molecules
  جذب بين أيون ونهاية مشحونة من الجزيئات القطبية
- Strongest intermolecular attraction اقوى الروابط بين الجزيئات

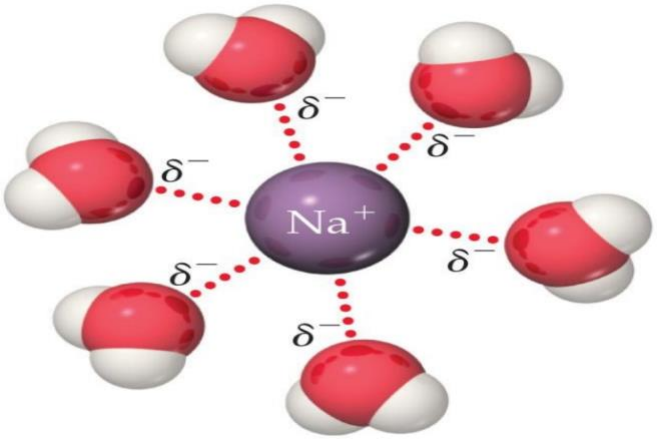
EX:



Positive ends of polar molecule are oriented toward negatively charged anion .

يتم توجيه النهايات الايجابية من الجزيئات القطبية نحو انيون سالبة الشحنة

EX:



Negative ends of polar molecules are oriented toward positively charged cation

يتم توجيه النهايات السلبية للجزيئات القطبية نحو كاتيون موجبة الشحنة.

✓ اهم اشي بالرابطة الايونية تحتوي على الفلزات :

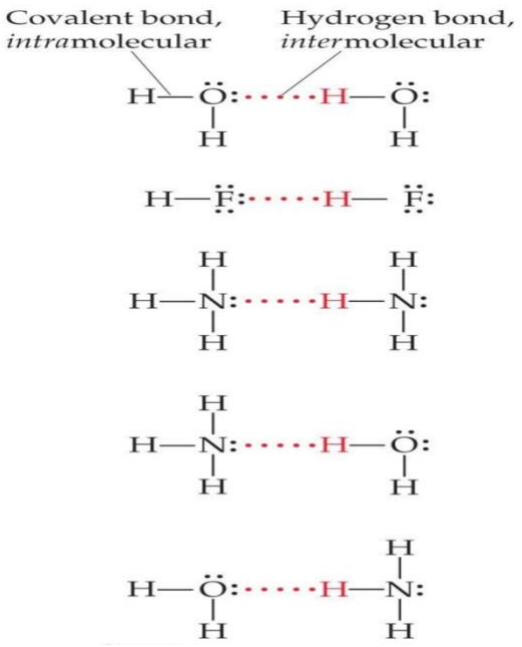
(Ag/Au/Cu/ CL/Cs/Ca/ Sr /Na/ Li /Mg /B/K/Fe)

❖ Hydrogen Bond(H.B) الرابطة الهيدروجينية

- The hydrogen interactions experienced when(H)bonded to(N/O/F) are unusually strong
-

تكون تفاعلات الروابط الهيدروجينية التي يتم اختبارها عندما يرتبط (H) مع (N/O/F) قوية بشكل غير عادي

EX:



❖ Dipole - Dipole الرابطة ثنائية قطب

- Occur only between polar molecules

تحدث فقط بين الجزيئات القطبية (اقطاب سالبة وموجبة)

- The positive end of one is attracted to the negative end

تنجذب النهاية الايجابية الى النهاية السلبية

EX: PH_3 / $N(CH_3)$

❖ London forces قوى لندن

- Intermolecular forces between nonpolar molecules

القوى بين الجزيئات الغير قطبية

- Electron cloud distorts تشوية السحابة الالكترونية
- Repulsion causes electron clouds in each to distort and polarize

يؤدي تشوية السحب الالكترونية في كل منها واستقطابها

❖Five state of London forces خمس حالات من قوى لندن

1. (x_2) عناصر على صيغة

   EX:O_2, CL_2, N_2
2. (Ax_2) عناصر على صيغة

   EX:CH_2, CO_2
3. (Ax_4) عناصر على صيغة

   EX:CCL_4
4. الغازات النبيلة

   EX: (Ar) ارغون / (He) هيليوم / (Ne) نيون / (Xe) زنون / (Kr) كربتون
5. مركبات تحتوي على (C / H) عضوية

   EX:C_2H_4 / CH

ترتيب القوى بين الجزيئات

Ion dipole → Hydrogen bond → dipole dipole → London forces

Ion dipole >Hydrogen bond > dipole dipole >London forces

✓ ملاحظة: العلاقة طردية بين الكتلة المولية وقوى الروابط
✓ كل ما كانت المولية اكبر قوى الترابط بين الجزيئات اكبر
✓ اذ كان في السؤال جزيئات لها نفس قوى الترابط الجواب يكون حسب الكتلة المولية . اكبر كتلة مولية هو جزيء يمتلك اقوى رابطة

❖ خطوات حل :
1. نحدد كل جزيء ونوع الرابطة الموجودة
2. نرتب الجزئيات تنازلي من الاقوى رابطة الى اقل
3. *اذا كان لهم نفس الرابطة نرتب حسب الكتلة المولية من الاعلى الى الاقل .

EX: Determine the bond type in the following molecules

$(CH_3Br, H_2, H_2O\ , HF\ )$

حدد نوع الرابطة في الجزيئات التالية

$CH_3Br \rightarrow dipole\ dipole$

$H_2 \rightarrow London\ forces$

$H_2O \rightarrow Hydrogen\ bond$

$HF \rightarrow Hydrogen\ bond$

EX: arrange according to intermolecular forces ?

(H_2S , CH_3OH , CBr_4)

رتب المركبات حسب قوى روابطها

$H_2S \rightarrow dipole\ dipole$ / $CH_3OH \rightarrow Hydrogen\ bond$

$CBr_4 \rightarrow london\ forces$

($CH_3OH > H_2S > CBr_4$)

EX: What the intermolecular forces ($HBr,\ Br_2,\ CH_4,\ PH_3$)

حدد نوع الرابطة؟

$HBr \rightarrow dipole\ dipole$ $CH_4 \rightarrow london\ forces$

$Br_2 \rightarrow london\ forces$ $PH_3 \rightarrow dipole\ dipole$

❖ ***Properties of liquids*** خصائص السائل

1) **Surface tension** التوتر السطحي

- Is the amount of energy required to stretch or increase the surface of a liquid by a unit area

هي كمية الطاقة اللازمة لتمديد او زيادة سطح منطقة وحدة

- Surface tension increases as strength of intermolecular forces increases

يزداد التوتر السطحي مع زيادة قوة القوى الجزيئية

EX: surface tension H_2O > suface tension C_2H_5OH

$Intermol \uparrow surface \uparrow$

العلاقة طردية بين التوتر السطحي و الرابطة بين الجزيئات

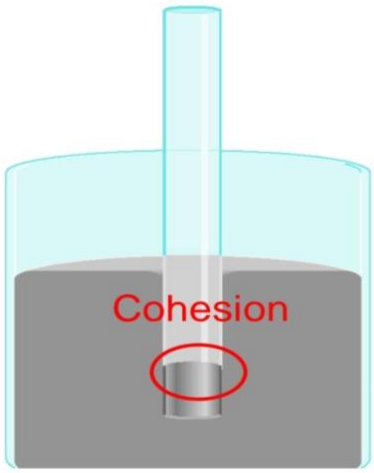
➢ *Cohesion* قوى التماسك

Cohesion : is the intermolecular attraction between like molecules

قوى التماسك : بين الجزيئات من النوع نفسة (جزيئات متشابه)

Cohesion → التماسك

Cohesive forces → قوى تماسك



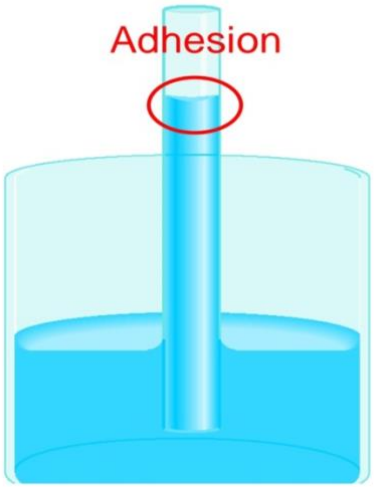
➢ *Adhesion* قوى التلاصق

Adhesion : is an attraction between unlike molecules

قوى التلاصق : بين انواع من الجزئيات (جزيئات مختلفة)

Adhesion → التصاق

Adhesive forces → قوى التلاصق



2) Viscosity اللزوجة

- Is a measure of a fluid resistance to flow .

هو مقياس لمقاومة السائل للتدفق

- Viscosity ↓ when temperature ↑ . اللزوجة تقل عندما تزداد درجة الحرارة
- Viscosity increases as strength of intermolecular forces

تزداد اللزجة مع زيادة قوة القوى الجزيئية (علاقة طردية)

↑ viscosity ↑ intermolecular

❖ اهم الملاحظات

- As the temperature rises the fraction of molecules that have enough energy to break free increases

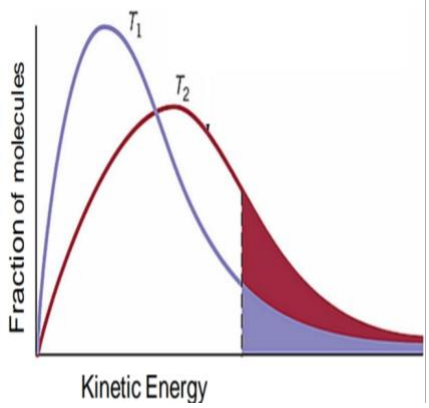
مع ارتفاع درجة الحرارة تزداد الطاقة الكافية لكسر الروابط بين الجزيئات

❖ ارتفاع درجة الحرارة تقل القوى الرابطة بين الجزيئات وتزيد الطاقة الحركية

العلاقة بين درجة الحرارة الطاقة الحركية طردية

العلاقة بين درجة الحرارة والقوى الرابطة عكسية

$T \uparrow . \uparrow KE . \downarrow inter$



Kinetic Energy (K.E) الطاقة الحركية

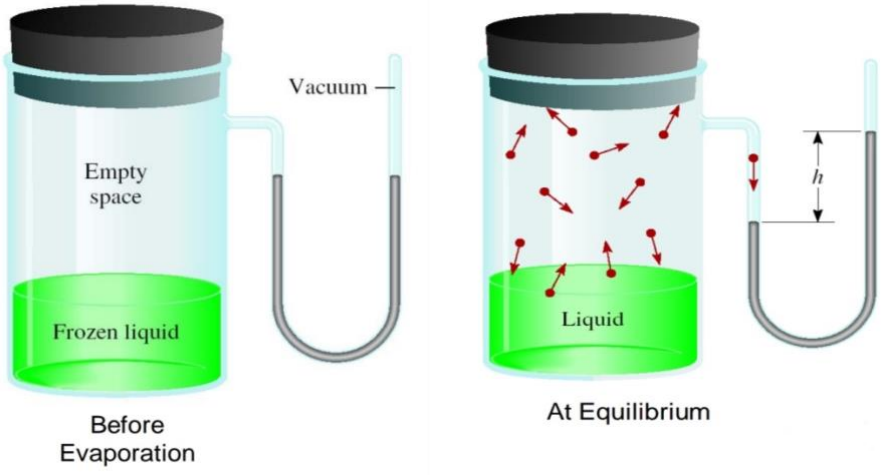
3) vapor pressure الضغط البخاري

- Pressure of gas when liquid or solid is at equilibrium with it gas phase increases

ضغط الغاز عندما يكون سائل او صلب في حالة توازن مع زيادة مرحلة الغاز

- Increasing temperature increases vapor pressure because conversion is endothermic

زيادة درجة الحرارة تزيد من الضغط البخاري لان التحويل ماص للحراة



Liquid سائل

At equilibrium التوازن

Vacuum هواء

Frozen liquid

سائل مجمد

Before evaporation

قبل التبخر

Empty spaces

مساحة فارغة

عند زيادة درجة الحرارة يزداد الضغط البخاري وتقل قوة الرابطة بين الجزيئات

$T \uparrow .(V.p) \uparrow .intermoleculare \downarrow$

❖ ***How calculate the vapor pressures***

$$\ln \frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{\Delta H_{vap}}{R}\right)\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)$$

P= vapor pressure (الضغط البخاري)/ T= (K) درجة الحرارة / R= (8.314)

$\Delta H_{vap} = molar$ heat of vaporization (الحرارة المولية للتبخر)

Or heat of vaporization

لتحويل من $KJ \rightarrow J$ نضرب ب 1000

$1KJ \rightarrow 1000J$

ملاحظة : درجة الحرارة كلفن

الحرارة المولية للتبخر بجول

في الاله (ln) الحاسبة

EX: The vapor pressure of diethyl ether is 401 mmHg at 18 c and mole heat vaporization is 26 KJ/ mole . calculate it vapor pressure at 32c ?

احسب الضغط البخاري عند درجة حرارة 32

1. نحول درجة الحرارة الى كلفن
2. نحول الحرارة المولية للتبخر (ΔH_{vap})الى جول
3. نطبق على القانون مباشره

$P_1 = 401mmHg\ T_1 = 18 + 273 = 291\ K$

$P_2 = ??\ T_2 = 32 + 273 = 301\ K$

$$\Delta H_{vap} = 26KJ \times \frac{1000J}{1KJ} = 26 \times 10^3 J$$

$$\ln\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{\Delta H_{vap}}{R}\right)\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)$$

من الاله الحاسبة

e= shift+ Ln

$$\ln\frac{P_1}{P_2} = \frac{26 \times 10^3}{8.314} \times \left(\frac{1}{301} - \frac{1}{291}\right) = -0.491$$

$$e^{\ln\frac{P_1}{P_2}} = e^{-0.491}$$

$$\frac{p_1}{p_2} = 0.612 \quad / \quad \frac{401}{p_2} = 0.612 \quad p_2 = 6.55 \times 10^2 mmHg$$

EX: Calculate the heat of vaporization in J/mole , for benzene using the following vapor pressure data .

$T_1 = 60.6\ C$ $P_1 = 400\ torr$

$T_2 = 80.1\ C$ $P_2 = 760\ torr$

احسب حرارة التبخر ؟

1. نحول درجة الحرارة الى كلفن
2. نطبق على القانون

$T_1 = 60.6 + 273 = 333.6K$

$T_2 = 80.1 + 273 = 353.1\ K$

$$\ln\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{\Delta H_{vap}}{R}\right)\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)$$

$$\ln\frac{400}{760} = \left(\frac{\Delta H_{vap}}{8.314}\right)\left(\frac{1}{353.1} - \frac{1}{333.6}\right)$$

$$-6.64 = \Delta H_{vap} \times -1.099 \times 10^{-5}$$

$$\Delta H_{vap} = 333 \times 10^{-5} J/\text{ mole}$$

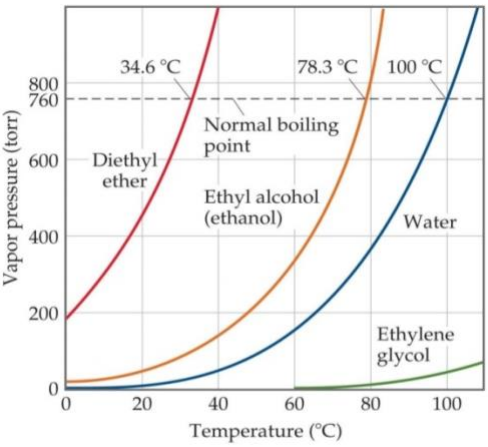
4) Boiling point (b.p) درجة الغليان

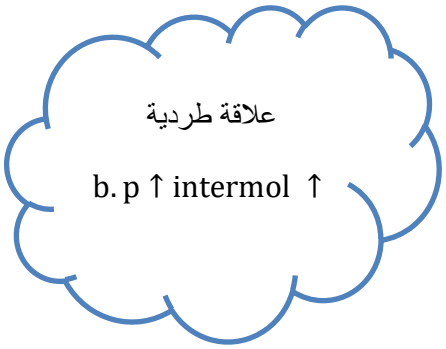
- The boiling point of liquid is the temperature at which it vapor pressure equals atmospheric pressure

  نقطة غليان السائل هي درجة الحرارة التي يساوي فيها ضغط البخار الضغط الجوي
- (T) at which vapor pressure = 1atm = 760torr

- boiling point increases as strength of intermolecular forces increases

تزداد درجة الغليان مع زيادة قوة القوى الجزيئية.





EX: Calculate water boiling point if the vapor pressure at 25 C is 34torr and it $\Delta H_{vap}$is 38KJ/mole

احسب درجة الغليان (درجة الحرارة الثانية)

1. لتذكير اذا طلب ذكر في السؤال درجة الغليان يكون الضغط البخاري يساوي 1atm
2. نحول درجة الحرارة الى كلفن
3. نطبق على القانون

$$P_1 = 34\ torr\ T_1 = 25 + 273 = 298K$$

$T_2 = ???$ $p_2 = 760\ torr$

$\Delta H_{vap} = 38 \times 10^3$

$$\ln \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{\Delta H_{vap}}{R}\right)\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)$$

$$\ln \frac{34}{760} = \frac{38\times10^3}{8.314}\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{298}\right)$$

$$-3.2 = 4570\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{298}\right)$$

$$\frac{1}{T_2} = 2.68 \times 10^{-3}$$

$$T_2 = 373K = 100℃$$

❖ Freezing point(F.P) درجة التجمد

Freezing point increases as strength of intermolecular forces increases

تزداد درجة التجمد مع زيادة قوى الرابطة الجزيئية

علاقة طردية

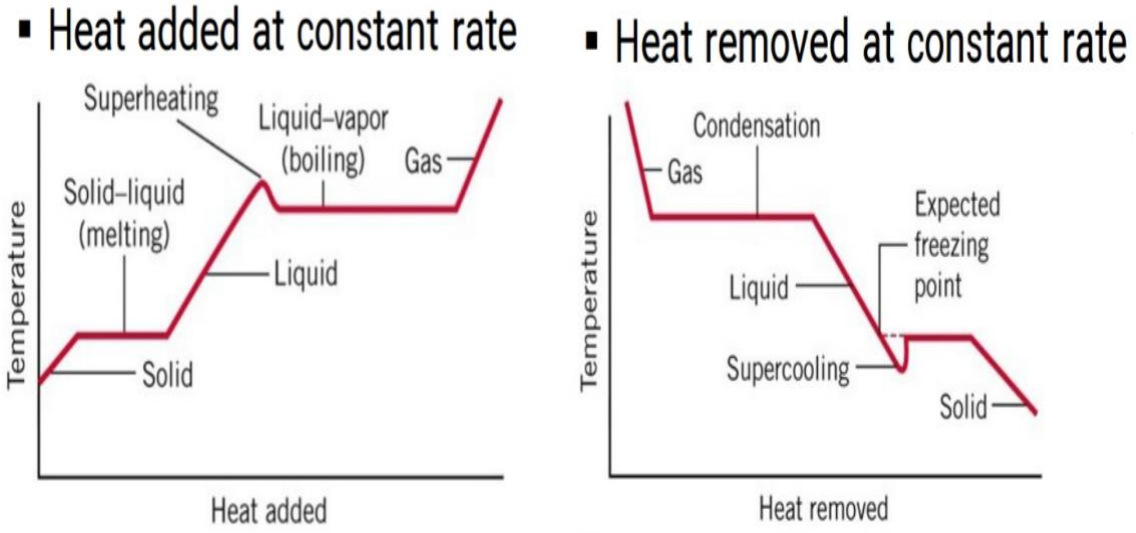
$F.P \uparrow intermoleculare \uparrow$

ملاحظة

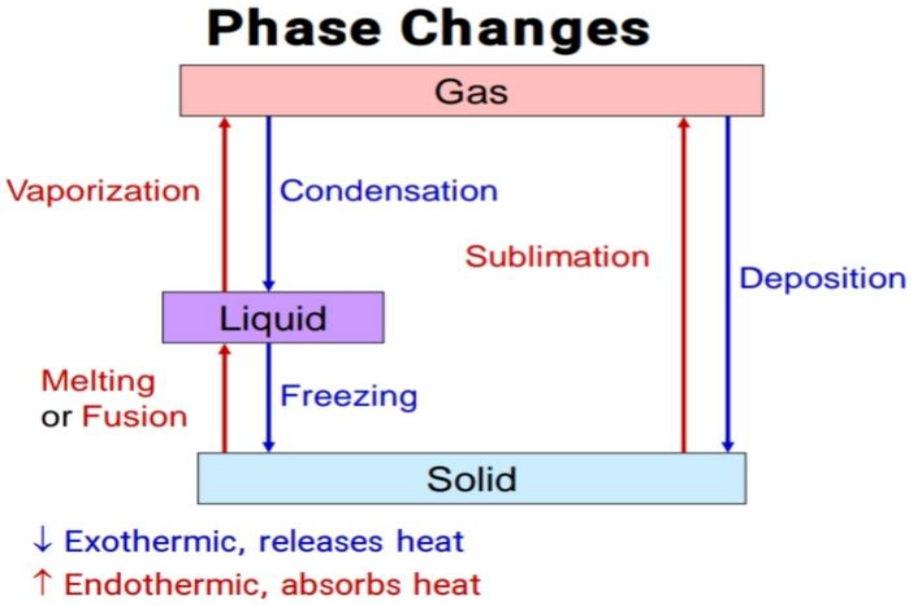
❖ The critical pressure (C.P) is the minimum pressure that must be applied to bring about liquefaction at the critical temperature

الضغط الحرج: هو الحد الادنى للضغط الذي يجب استخدامه لتحقيق التميع عند درجة حرارة حرجة

✓رسمات مهمه:



❖ ***<u>Phase change</u>*** تحولات المادة



- ***Solid (صلب)→ gas*** (غاز) ***(Sublimation)(تسامي)***
- ***Gas (غاز)→ solid*** (صلب) ***(Deposition)(ترسب)***
- ***Solid (صلب)→liquid (سائل)*** ***(melting)(ذوبان) (Fusion)(انصهار)***
- ***Liquid (سائل)→solid (صلب)*** ***(freezing)(تجمد)***
- ***Liquid(سائل)→ gas (غاز)*** ***(vaporization)(تبخر)***
- ***Gas (غاز)→ liquid (سائل)*** ***(condensation)(تكاثف)***

End of the first exam

اختبر نفسك

(اسئلة شاشات)

Question 1:

1mole of which of the following will contain the largest number of atoms?

1. Rubidium (atomic mass =85.4 g/mole)
2. Argon (atomic mass =39.9 g/mole)
3. Silver (atomic mass =107.8 g/mole)
4. Magnesium (atomic mass =24.3g/mole)
5. 1mole of any element will contain the same number of atoms

الجواب (5)

Question 2: which one of the following decreases as the strong of the attractive intermolecular force increase?

1. The normal boiling pointe
2. The ideality of gas
3. The heat of vaporization
4. The vapor pressure of liquid

الجواب (4)

Question 3:

How many C_2H_4 molecules are contained in 45.8g of C_2H_4? The molar mass of C_2H_4 is 28.05 g/mole (Avogadro number = 6.02×10^{23})

1. $4.69 \times 10^{23} C_2H_4\ moleccules$
2. $9.83 \times 10^{23} C_2H_4\ molecules$
3. $2.71 \times 10^{20} C_2H_4\ molecules$
4. $3.69 \times 10^{23} C_2H_4 molecules$
5. $7.74 \times 10^{26} C_2H_4\ molecules$

الجواب (2)

$$n = \frac{m}{M.M}$$

$$n = \frac{45.8}{28.05} = 1.632\ mole$$

$$n = \frac{NO}{NA}$$

$$NO = n \times NA = 1.632 \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$NO = 9.83 \times 10^{23}$$

Question 4:

What volume of CO_2gas STP could be produced by the reaction of 25 g of $CaCO_3$(M.M=100.09g/mole) according to the equation? $CaCO_{3_S} \rightarrow CaO_S + CO_{2g}$

1. 0.449L
2. 22.4L
3. 25.0L
4. 34.8L
5. 5.6L

الجواب(5)

T = 273 K P = 1atm

R = 0.0821

$$n = \frac{m}{M.M} = \frac{25}{100.09} = 0.249 mole$$

VP = RTn $V = \frac{RTn}{P}$

$$V = \frac{0.0821 \times 273 \times 0.249}{1} = 5.59 \approx 5.6\ L$$

Question5 :

Which has the smallest dipole –dipole forces

1. CH_3Br
2. H_2
3. H_2O
4. HF

الجواب (2)

H_2 $(london\ forces)$

Question 6:

As intermolecular forces increase between molecules which of the following would be increased

1) Vapor pressure , viscosity , surface tension
2) Heat of vaporization , boiling point ,viscosity, surfaces
3) Vapor pressure only
4) Boiling point only

الجواب(2)

Question 7 :

States that at constant pressure and temperature , the volume of a gas is directly proportional to the number of moles of the gas present .

1. Charles law
2. Dalton law
3. Boyle law
4. Gay – lussac
5. Avogadro law

الجواب (5)

Question 8 :

How many atoms are in 0.0728g of CO_2?

(molar mass $CO_2 = 44.0$ g/mole)/ NA=6.022× 10^{23}

1) $2.99 \times 10^{21} atoms$
2) $4.38 \times 10^{22} atoms$
3) $6.02 \times 10^{24}\ atoms$

الجواب (1)

$$n = \frac{m}{M.M} = \frac{0.0728}{44} = 1.65 \times 10^{-3}\ mole$$

$$NO(molecule) = n \times NA$$

$$1.65 \times 10^{-3} \times 6.022 \times 10^{23} = 9.937 \times 10^{20}$$

$$NO(atoms) = 3atom \times 9.937 = 2.98 \times 10^{21}$$

Question 9 :

A balloon contains 0.76 moleN_2,0.18moleO_2, 0.031mole He and 0.026mole H_2 at 730mmHg .what is the partial pressure of O_2?

1) 132 mmHg
2) 19 mmHg
3) 560 mmHg
4) 23 mmHg

الجواب (1)

$$X_{O_2} = \frac{n_{O_2}}{n_{H_2} + n_{N_2} + n_{O_2} + n_{He}} = \frac{0.18}{0.026 + 0.031 + 0.18 + 0.76}$$

$$=0.18 = X_{O_2}$$

$$Partial\ prassure = X_{O_2} \times P_{O_2}$$

$$0.18 \times 730 = 131.79mmHg$$

Question 10 :

A0.917g sample of an unknown pure gas occupies volume of 0.335L at a pressure of 1.00atm and temperature of 100°C .

1) Helium (molar mass = 4.0 g/mole)
2) Xenon (molar mass = 131.3 g/mole)
3) Krypton (molar mass = 83.8 g/mole)

الجواب (3)

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

$$M.M = \frac{mRT}{PV} = \frac{0.917 \times 0.0821 \times 373}{1 \times 0.335} = 83.8$$

Question 11 :

$$Zn_{(S)} + 2HCL_{aq} \rightarrow H_{2_g} + ZnCL_{2_{aq}}$$

How many liters of H_2 gas , collected over water at an atmospheric pressure of 752mmHg and a temperature of 21.0℃ can be made front 3.566g of Zn and excess HCL? The partial pressure of water vapor is 18.65 mmHg at 21.0 ℃

(molar mass of Zn = 65.4 g/ mole)

1. 0.0975 L
2. 1.33 L
3. 1.36 L

الجواب(2)

$$P_{H_2} = \frac{752mmHg \times 1\ atm}{760\ mmHg} = 0.989\ atm$$

T = 21 + 273 = 294 K

$$n_{Zn} = n_{H_2}$$

$$n_{H_2} = \frac{m}{M.M} = \frac{3.566}{65.4} = 0.054\ mole$$

$$V = \frac{nRT}{p} = \frac{0.054 \times 0.0821 \times 294}{0.989} = 1.33\ L$$

Question 12 :

The vapor pressure of benzene is 100 mmHg at 299 K calculate it vapor pressure at 334K . $\Delta H_{vap} = 31.0 \times 10^3$g/mole

1) 54 mmHg
2) 230 mmHg
3) 369 mmHg
4) 76 mmHg

الجواب (3)

$$\ln \frac{P_1}{P_2} = \frac{\Delta H_{vap}}{R}\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)$$

$$\ln \frac{P_1}{P_2} = \frac{31 \times 10^3}{8.314}\left(\frac{1}{334} - \frac{1}{299}\right)$$

$$\frac{100}{P_2} = 0.27 \qquad P_2 = 369 mmHg$$

Question 13 :

When a nonpolar liquid displays a convex meniscus in a glass tube , which of the following explains this behavior?

1) It has a low surface tension ,and therefore adheres to the glass
2) The liquid viscosity is low
3) The cohesive forces are strong than the adhesive forces toward the glass
4) None of these

الجواب (3)

Question14 :

Calculate the molar mass of unknown gas , if oxygen gas O_2 effuses at a rate equal to three times that of the unknown gas

(molar mass of atom(O) is 16 g/mole)

1) 43 g/mole
2) 288 g/mole
3) 176 g/mole
4) 78 g/mole

الجواب (B)

$$\frac{r_{O_2}}{r_X} = \sqrt{\frac{M.M_X}{M.M_{O_2}}}$$

$$M.M_X = M.M_{O_2} \times (\frac{r_{O_2}}{r_X})^2$$

$$= 32 \times 9 = 288 \text{ g/mole}$$

Question 15 :

The vapor pressure of a liquid in a closed container depends upon

1) The surface area of the liquid
2) The temperature
3) The amount of liquid
4) The volume of the container
5) All of the above

الجواب (2)

Chapter 12

PHYSICAL PROPERTIES OF SOLUTIONS

الخصائص الفيزيائية للمحاليل

- استمر بالمحاولة فالله لن يخذلك

Chapter 12: **physical properties of solution**

الخصائص الفيزيائية للمحاليل

❖ A solution is a homogenous mixture of 2 or more substances

المحلول :خليط متجانس من مادتين او اكثر

❖ The solute is (are) the substance(s) present in the smaller amount(s)

المذاب : مادة او مواد تكون موجودة بكمية قليلة في المحلول .

❖ The solvent is the substance present in the large amount

المذيب: مادة تكون موجودة بكمية كبيرة في المحلول.

Solution (المحلول)= solute (المذاب)+solvent(المذيب)

Concentration units وحدات التركيز

The concentration of a solution is the amount of solute present in a given quantity of solvent or solution.

تركيز المحلول هو مقدار المادة المذابة الموجودة في كمية معينة من المذيب او المحلول

1) Percent by mass of solute النسبة المئوية لكتلة المذاب

$$\%\ by\ mass\ of\ solute \text{ النسبة المئوية لكتلة للمذاب } = \frac{mass\ of\ solute \text{ كتلة المذاب}}{mass\ of\ solute \text{ كتلة المذاب} + mass\ of\ solvent \text{ كتلة المذيب}} \times 100\%$$

2) Mole fraction (x) الكسر المولي

$$X_A = \frac{moles\ of A}{moles\ of\ A + moles\ of\ B} = \frac{mole\ of\ solvent}{mole\ of\ solvent + mole\ of\ solute}$$

3) Molarity (M) المولارية

$$M = \frac{moles\ of\ solute\ (n) \text{ عدد المولات المذاب}}{volume\ of\ solution\ (v) \text{ حجم المحلول}}$$

$$\text{M} = \frac{(n)}{(v)} = \frac{mole}{l} = \text{ mole/L = M}$$

4) Molality (m) المولالية

$$m = \frac{mole\ of\ solute\ (n) \text{ عدد المولات المذاب}}{mass\ of\ solvent\ (m) \text{ كتلة المذيب}}$$

$$\text{m} = \frac{(n)}{(m)kg} = \text{ mole/L = m}$$

1 Kg = 1000g

1L = 1000 mL

EX: A sample of 0.892g of potassium chloride (KCL) is dissolved in 54.6g of water. What is the percent by mass of(KCL) in the solution?

احسب النسبة المئوية للمذاب في المحلول

✓ تطبيق غلى القانون

$$\% \, KCL = \frac{mass \, (KCL)}{mass \, (kcl) + mass(H_2O)} \times 100\%$$

$$= \frac{0.892}{0.892+54.6} \times 100\% = 1.6\% \, KCL$$

EX: calculate Molarity for solution prepared by dissolved 15g of (NaOH) in enough water to option solution , it is volume 1500ml

(M.M(NaOH) = 40 g/ mole)

احسب المولارية

1) نحول من (ml) الى(L)
2) نحول من الكتلة الى المولات
3) نطبق على القانون

Volume (solution)$= \frac{1500ml}{1000ml} \times 1 \, L = 1.5L$

$$n(NaOH) = \frac{m}{M.M} = \frac{15}{40} = 0.375mole$$

$$M = \frac{n}{v} = \frac{0.375}{1.5} = 0.25 \, mole/\text{L}$$

EX: calculate the molality for solution prepared by dissolve 5.6g of (KOH) in 200g of (H_2O) (M.M(KOH) = 56g/ mole)

احسب المولالية

1) نحول كتلة المذيب (الماء) الى (Kg)
2) نحول الكتلة الى عدد المولات

$$\text{mass } (H_2O) = \frac{200g}{1000g} \times 1Kg = 0.2Kg$$

$$n(KOH) = \frac{m}{M.M} = \frac{5.6}{56} = .1mole$$

$$molality = \frac{mole\ of\ solute}{(kg)of\ solvent} = \frac{0.1}{0.2} = 0.5\text{mole/kg} = 0.5\text{m (مولال)}$$

Colligative properties of nonelectrolyte solutions

الخصائص التبادلية التي تعتمد على التركيز

- Colligative properties are properties that depend only on the number of solute particles in solution and not on the nature of the solute particles

الخواص التبادلية هي خواص تعتمد فقط على عدد الجزيئات الذائبة في المحلول وليس على طبيعة الجزيئات الذائبة

- Volatile solute: does have a measurable vapor pressure

المذاب المتطاير: مذاب لدية ضغط بخاري قابل للقياس

- Nonvolatile solute: does not have a measurable vapor pressure

المذاب الغير متطاير: مذاب ليس لدية ضغط بخاري قابل للقياس

1) Vapor pressure الضغط البخاري

$$p_1 = x_1 p_1^\circ$$ → Raoult law

p_1 = vapor pressure of solution الضغط البخاري للمحلول

p_1° = vapor pressure of pure solvent الضغط البخاري للمذيب

x_1 = mole fraction the solvent الكسر المولي للمذيب

$$x_1 = \frac{mole\ of\ solvent}{mole\ of\ solvent + mole\ of\ solute}$$

$$x_1 + x_2 = 1$$

x_2 = mole fraction of the solute الكسر المولي للمذاب

- What happen if we make dissolving liquid in liquid ?

ماذا يحدث عند اذابة سائل في سائل

$$P_{total} = P_A + P_B$$
$$P_{total} = X_A P_A^\circ + X_B P_B^\circ$$

$P_{total} = total\ pressure\ of\ solution$ الضغط الكلي للمحلول

X_A, X_B = mole fraction of solvent and solute

الكسر المولي للمذيب والمذاب

P_A, P_B = Vapor pressure of solvent and solute

الضغط البخاري للمذاب والمذيب

EX: calculate the expected vapor pressure at 25 ℃ for a solution prepared by dissolving 158g of sucrose (M.M = 342.3 g/mole) in 643.5ml of water at 25℃ , the density of water is 0.9971 g/ml and vapor pressure is 23.76torr ?

احسب الضغط البخاري للمحلول؟

1. نحسب عدد مولات المذيب (السكر)
2. نحسب كتلة المذاب (الماء) من الكثافة والحجم
3. نحسب عدد مولات المذاب (الماء)
4. نحسب الكسر المولي للمذيب
5. نطبق على القانون

$$n = \frac{m}{M.M} = \frac{158}{342.3} = 0.4616\ mole$$

$$Density\ (H_2O) = \frac{mass}{volume}$$

$$0.9971 = \frac{mass}{643.5} \qquad mass\ (H_2O) = 641.34g$$

$$n(H_2O) = \frac{m}{M.M} = \frac{641.34}{18} = 35.64\ mole$$

$$X_{H_2O} = \frac{mole\ of\ solvent}{mole\ of\ solvent + mole\ of\ solute}$$

$$= \frac{35.64}{35.64+0.461} = 0.9872$$

$$P_{solution} = X_{H_2O} \times P°_{H_2O} = 0.9872 \times 23.76 = 23.45torr$$

EX: predict the vapor pressure of a solution prepared by mixing 35g solid Na_2SO_4(M.M=142g/mole) with 175g water at 25 ℃ (M.M=18g/mole) $p°_{H_2O}$ =23.76torr

احسب الضغط البخاري للمحلول

1. نحول الكتلة الى عدد مولات لكل من المذاب والمذيب
2. نحسب الكسر المولي للمذيب
3. نطبق على القانون

$$n(H_2O) = \frac{m}{M.M} = \frac{175}{18} = 9.722mole$$

$$n(NaSO_4) = \frac{m}{M.M} = \frac{35}{142} = 0.246mole$$

$$X_{H_2O} = \frac{9.722}{9.722+0.246} = 0.9753$$

$$P_{solution} = X_{H_2O} \times P°_{H_2O} = 0.9753 \times 23.76 = 23.17torr$$

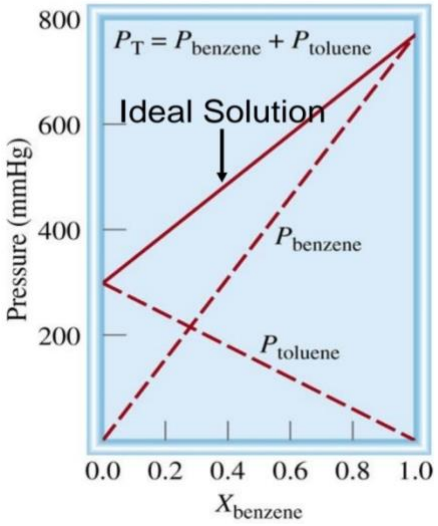
EX: at a given temperature the vapor pressure of liquid A and liquid B are 180torr and 83torr respectively. Calculate the total vapor pressure if you know (X of the liquid (A) = 0.62)?

احسب الضغط البخاري للمحلول

1. نحسب الكسر المولي ل(B)
2. نطبق على القانون

$$X_A + X_B = 1$$
$$0.62 + X_B = 1 \qquad X_B = 0.38$$

$$P_{total} = P_A X_A + P_B X_B$$
= (180×0.62)+(83×0.38) = 143.14torr



- Ideal solution المحول المثالي

a) Cohesive = adhesive

قوة التلاصق = قوة التماسك

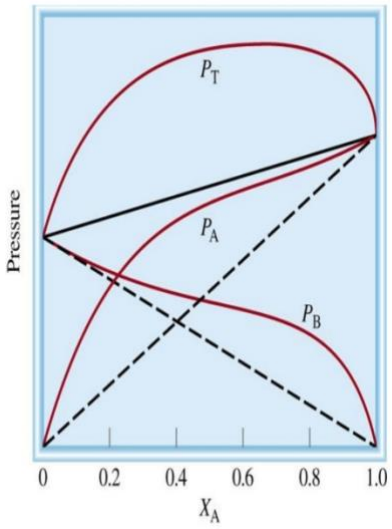
b) Volume of solution

= volume of solute +volume of solvent

حجم المحلول = حجم المذاب +حجم المذب

c) $P_{total} = P_{solute} + P_{solvent}$

الضغط البخاري للمحلول = الضغط البخاري للمذاب +الضغط البخاري للمذيب



a) Cohesive > adhesive

$A - A \;\&\; B - B > A - B$

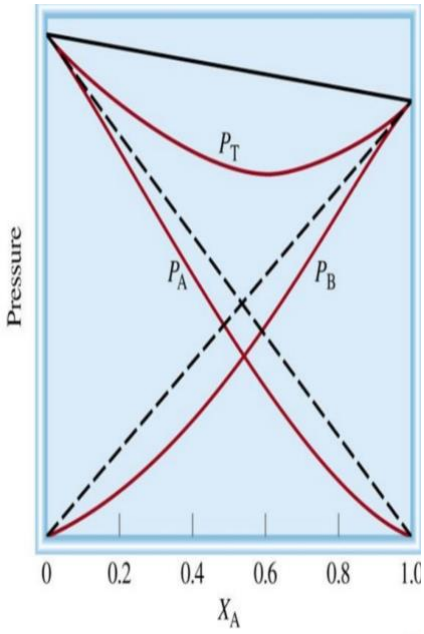
قوة التماسك< قوة التلاصق

b) $V_{solution} > V_{solute} + V_{solvent}$

حجم المحلول < حجم المذاب+ حجم المذيب

c) P_{total} is greater than predicted by Raoult law

الضغط البخاري له اكبر من المحلول المثالي



a) cohesive < adhesive

قوة التلاصق < قوة التماسك

b) $V_{solution} < V_{solute} + V_{solvent}$

حجم المحلول< حجم المذاب + حجم المذيب

c) $P_{solution}$ is less than predicted by Raoult law

الضغط البخاري له اصغر من الضغط البخاري للمحول المثالي

2) Boiling point درجة الغليان

$$\Delta T_b = T_b - T°_b$$

T_b : the boiling point of the solution درجة غليان المحلول

$T°_b$: the boiling point of the pure solvent درجة غليان المذيب النقي

$T_b > T°_b$ $\Delta T_b > 0$

$$\Delta T_b = K_b m$$

(K_b): molal boiling point depression constant

(ثابت لكل مادة)

(m) : molality of the solution ($m = \frac{mole\ of\ solute}{(Kg) of\ solvent}$) المولالية للمحلول

EX : what is the boiling point of solution prepared by dissolving 24.4 g of benzene acid (M.M = 122g/mole) in 500g of ethanol , if you know boiling point of ethanol 78 ℃ , $K_b = 1.07℃.g/\text{mole}$

احسب درجة الغليان للمحلول

1. نحول كتلة المذيب الى (kg)
2. نحسب عدد مولات المذاب
3. نحسب المولالية
4. نطبق على القانون ونطرح درجة غليان المذيب من درجة غليان المحلول

$$\text{m(benzene)} = \frac{500g}{1000g} \times 1kg = 0.5kg$$

$$n(benzene) = \frac{m}{M.M} = \frac{24.4}{122} = 0.2\ mole$$

مولالية

$$m = \frac{mole\ of\ solute}{kg\ of\ solvent} = \frac{0.2}{0.5} = 0.4 \text{ mole/ kg}$$

$$\Delta T_b = K_b m = 1.07 \times 0.4 = 0.428℃$$

$$\Delta T_b = T_{b_{solution}} - T_{b_{solvent}}$$

$$0.428 = T_{b_{solution}} - 78 \qquad T_{b_{solution}} = 78.428℃$$

3) Freezing point درجة التجمد

$$\Delta T_f = T°_f - T_f$$

$T°_f$: the freezing point of the pure solvent درجة التجمد للمذيب النقي

T_f: freezing point of the solution درجة التجمد للمحلول

$T°_f > T_f$ $\Delta T_f > 0$

$$\Delta T_f = K_f m$$

(m) the molality of the solution ($m = \frac{mole\ of\ solute}{(kg) of\ solvent}$)

K_f : the mole freezing point depression constant (ثابت لكل مادة)

EX: calculate freezing point for solution contain 12.38 of($C_6H_{12}O_6$) dissolved in 250g of H_2O M.M($C_6H_{12}O_6 = 180/H_2O = 18$) g/mole

($K_f\ of\ H_2O$ = 1.86 C.kg/mole)

احسب درجة التجمد للمحلول

1. نحول كتلة المذيب الى (kg)
2. نحسب عدد مولات المذاب
3. نحسب المولالية
4. نطبق على القانون

$$m(H_2O) = \frac{250g}{1000g} \times 1kg = 0.25kg$$

$$n = \frac{m}{M.M} = \frac{12.38}{180} = 0.069\ mole$$

$$m = \frac{mole\ of\ solute}{kg\ of\ solvent} = \frac{0.069}{0.25} = 0.276\ mole/\text{kg}$$

$$\Delta T_f = K_f m = 1.86 \times 0.276 = 0.51$$

$$\Delta T_f = T_{f\,solvent} - T_{f\,solution}$$

$$0.276 = T_{f\,solvent} - 0 \qquad T_{f\,solvent} = 0.276$$

$T_{b_{H_2O}} = 100°C$

درجة غليان الماء(100)

$T_{f_{H_2o}} = 0°C$

درجة تجمد الماء صفر

4) Osmotic pressure(π) الضغط الاسموزي

Osmosis is the selective passage of solvent molecules through a porous member from a dilute solution to a more concentrated one

الاسموزي: هو مرور انتقائي لجزيئات المذيبات من خلال غشاء مسامي من محلول مخفف الى اكثر تركيزا.

$$M = \frac{n}{v}$$

$$\pi = \frac{RTn}{V}$$

$$\pi = RMT$$

π : osmotic pressure (atm) الضغط الاسموزي

M: molarity of the solution مولارية المحلول

T: temperature (k) الحرارة بالكلفن

R: the gas constant (R = 0.0821)

EX: protein of 1×10^{-3} g has been dissolved in a water to make a solution of 1mL volume . the osmotic pressure of this solution was fond to be 1.12torr at 25 ℃ . calculate the molar mas of the protein ?

احسب الكتلة المولية؟

1. نحول درجة الحرارة الى كلفن
2. نحول الضغط (π) من (torr) الى (atm)
3. نحسب المولارية
4. نحسب عدد مولات المذاب ثم الكتلة المولية

T = 25+273 = 298 K

$$\pi = \frac{1.12 torr}{760\ torr} \times 1\ atm = 1.47 \times 10^{-3} atm$$

R = 0.0821

$$\pi = MRT$$

$$M = \frac{\pi}{RT} = \frac{1.47\times10^{-3}}{298\times0.0821} = 6.01 \times 10^{-5}\text{mole/L}$$

Mole of solute = M× volume of solvent = $6.01 \times 10^{-5} \times 10^{-3}$

$$= 6.01 \times 10^{-8} mole$$

$$M.M = \frac{m}{n} = \frac{1\times10^{-3}}{6.01\times10^{-8}} = 1.664 \times 10^{4}\text{g/ mole}$$

Electrolyte

عندما يكون المذاب ايوني فان الحسابات للخصائص الفيزيائية تضرب بعدد الايونات.

(i): vant hoff factor

عدد الايونات

1. $X_{solvent}$

Chapter14

CHEMICAL EQUILIBRIUM

الاتزان الكيميائي

لم تحن النهاية بعد فلا تستسلم

Chapter 14: chemical equilibrium

الاتزان الكيميائي

ملاحظات مهمه

- Most chemical reaction are reversible . only a few proceed in one direction

  معظم التفاعلات الكيميائية قابلة للعكس القليل منها هي التي تمتلك اتجاه واحد فقط

  $A + B \rightarrow C$ (بعض التفاعلات تكون كذلك)

  $A + B \leftrightharpoons C$ (تفاعل قابل للعكس)

- Physical equilibrium: equilibrium between two phases of the same substance

  الاتزان الفيزيائي: يحدث بين حالتين من حالات المادة نفسها ولا يوجد تفاعل كيميائي

  $$H_2O_{(L)} \leftrightharpoons H_2O_{(g)}$$

1) Chemical equilibrium : equilibrium is a state in which there are no observable change as time goes by

   التوازن الكيميائي : التوازن هو حالة لا يوجد فيها تغير ملحوظ مع مرور الوقت

- Chemical equilibrium is achieved when : *شروط لحدوث الاتزان الكيميائي*

  a) The rates of the forward and reverse reaction are equal

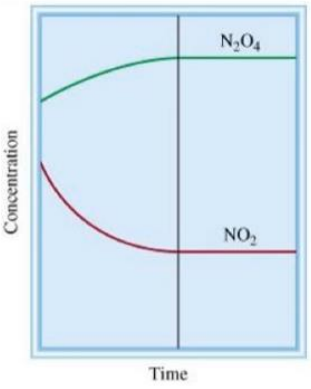
  $$Rate_{forward} = Rate_{reverse}$$

  سرعة التفاعل الامامي =سرعة التفاعل الخلفي

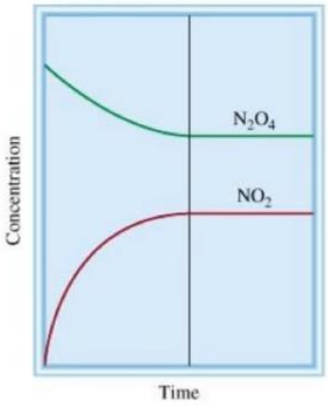
2. The concentration of the reactants and products remain constant with time

تركيز المتفاعلات والنواتج ثابت مع مرور الوقت

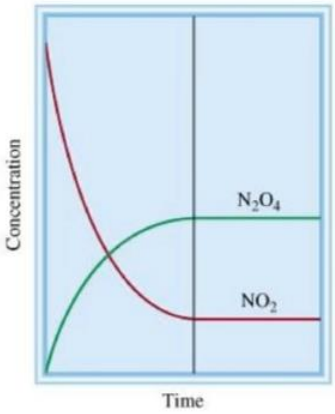
$$N_2O_{4\,g} \leftrightharpoons NO_{2\,g}$$



Start with NO_2



start with N_2O_4



start with NO_2&N_2O_4

❖ The law of mass action : for a reversible reaction at equilibrium and constant temperature , a certain ratio of reactant and product concentration has a constant value(K) (the equilibrium constant)

قانون الكتلة :لتفاعل عكسي عند التوازن درجة حرارة ثابته . نسبة معينة من تراكيز المادة المتفاعلة والناتجة لها قيمة ثابتة (K)ثابت الاتزان

لا يتغير ثابت الاتزان الا بتغير درجة الحرارة

➢ For a reaction :

$$aA + bB \leftrightharpoons cC + dD$$

$$K_c = \frac{[C]^c\,[D]^d}{[A]^a\,[B]^b}$$

(K_c) equilibrium constant concentration

تابت اتزان التراكيز

$$K_C = \frac{[Products]^n}{[reactants]^m}$$

ثابت
الاتزان ليس
له وحدة

❖ If $K_c < 1$ $[reactants] > [products]$

[المتفاعلات] > [النواتج]

- Equilibrium favors reactants الاتزان يفضل المتفاعلات
- Equilibrium will lie to the left الاتزان باتجاه اليسار

❖ If $K_c > 1$ $[products] > [reactants]$

[النواتج] > [المتفاعلات]

- Equilibrium favors products الاتزان يفضل النواتج
- Equilibrium will lie to the right الاتزان باتجاه اليمين

EX: Write the equilibrium constant for the reaction

a) $2PCL_{3(g)} + O_{2(g)} \leftrightharpoons 2POCL_{3(g)}$

$$K_c = \frac{[POCL_3]^2}{[PCL_3]^2[O_2]^1}$$

b) $N_2O_{4(g)} \leftrightharpoons 2NO_{2(g)}$

$$K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]^1}$$

➢ For a reaction :

$$aA + bB \leftrightharpoons cC + dD$$

$$K_p = \frac{(P_C)^c (P_D)^d}{(P_A)^a (P_B)^b}$$

$$K_P = \frac{(P_{products})^n}{(P_{reactant})^m}$$

(K_P) equilibrium constant pressure

ثابت اتزان الضغوط

EX: write the equilibrium pressure for the reaction

a) $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \leftrightharpoons 2SO_{3(g)}$

$$K_p = \frac{(P_{SO_3})^2}{(P_{SO_2})^2 (P_{O_2})^1}$$

b) $CO_{(g)} + O_{2(g)} \leftrightharpoons CH_{4(g)} + H_2O_{(g)}$

$$K_P = \frac{(P_{CH_4})^1 (P_{H_2O})^1}{(P_{CO})^1 (P_{H_2})^1}$$

❖ ***Homogenous equilibrium*** : reaction in which all reacting species are in the same phase

توازن متجانس : التفاعل الذي يكون فيه جميع الانواع المتفاعلة في نفس المرحلة (الحالة)

فقط في الحالة الغازية نحسب ثابت الاتزان للتراكيز والضغوط

$$N_2O_{4(g)} \leftrightharpoons 2NO_{2(g)}$$

$$K_C = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]^1} \qquad K_P = \frac{(P_{NO_2})^2}{(P_{N_2O_4})^1}$$

EX: $2NO_{(g)} + O_{2(g)} \leftrightharpoons 2NO_{2(g)}$

Ate equilibrium , it was found that $[NO]$= 0.0542 M ,$[O_2]$= 0.127 M , $[NO_2]$= 15.5 M .what is the equilibrium constant concentration ?

احسب ثابت الاتزان للتراكيز ؟

✓ تطبيق على القانون مباشره

$$K_C = \frac{[NO_2]^2}{[O_2]^1[NO]^2}$$

$$= \frac{[15.5]^2}{[0.127]^1[0.0542]^2} = \frac{240.25}{0.127 \times 1.61 \times 10^{-4}}$$

$$= 12.2 \times 10^6$$

EX: $CH_{4(g)} + 2H_2S_{(g)} \leftrightharpoons CS_{2(g)} + 4H_{2(g)}$

Determine the value of (K_P) for this reaction at 1000 K if the following equilibrium pressure .were measured :

$P_{CH_4} = 0.20\ atm$ $\quad$ $P_{H_2S} = 0.25\ atm$

$P_{CS_2} = 0.52\ atm$ $\quad$ $P_{H_2} = 0.10\ atm$

احسب ثابت الاتزان الضغوط ؟

✓ تطبيق مباشر على القانون

$$K_P = \frac{(P_{CS_2})(P_{H_2})^4}{(P_{H_2S})^2(P_{CH_4})} = \frac{(0.52)\times(0.10)^4}{(0.25)^2\times(0.20)}$$

$$= \frac{(0.52)\times(1\times10^{-4})}{(0.0625)\times(0.20)} = 4.16 \times 10^{-3}$$

❖ Relationship between $K_P\ and\ K_C$ for a reaction at a given temperature is :

العلاقة بين (K_P) و (K_C)

✓ بقدر احسب (K_P) من (K_C) او العكس

$$K_P = K_C(RT)^{\Delta n}$$

R = 0.0821

T = temperate(K) درجة الحرارة كلفن

Δn = mole gas phase product − mole gas phase reactant

عدد مولات الغازات في النواتج – عدد المولات الغازات في المتفاعلات

❖ In most cases $K_C \neq K_P$

في الاغلب ثابت الاتزان للتراكيز لا يساوي ثابت الاتزان للضغوط

مهم

❖ $K_C = K_P$ When $\Delta n = 0$

(K_P) تساوي (K_C) عندما (Δn) يساوي صفر

EX: for the following reaction at 25 ℃, $K_C = 3.0 \times 10^5$.what is K_P?

$$2H_2S_{(g)} + 3O_{2\,(g)} \leftrightharpoons 2H_2O_{(g)} + 2SO_{2\,(g)}$$

احسب (K_P) ؟

1. نحول درجة الحرارة الى كلفن
2. نحسب (Δn)
3. نطبق على قانون العلاقة بين $(K_C)(K_P)$

T = 25+273=298 K $\Delta n = (2+2) - (2+3) = -1$

$K_P = K_C(RT)^{\Delta n}$

$K_P = 3.0 \times 10^5 \times (298 \times 0.0821)^{-1} = 1.2 \times 10^4$

❖ ***<u>Heterogeneous equilibrium</u>*** : reactants and products are present in more than one phase.

المواد المتفاعلة والناتجة موجودة في اكثر من حاله (غاز/ سائل/صلب)

✓ Concentration of pure liquids and pure solids are constant and do not change

تراكيز السوائل النقية والمواد الصلبة النقية ثابته لا تتغير

✓ Solids and liquids are not included in the equilibrium expression

المواد الصلبة والسائلة ليست محسوبة في قانون الاتزان

- المواد الصلبة والسائلة لا تدخل في حساب ثابت التراكيز
- يدخل في ثابت اتزان التركيز الغازات(g) والايونات الذائبة (aq).

EX: write the equilibrium constant concentration for the reaction .

احسب ثابت اتزان التركيز؟

✓ تطبيق مباشر القانون فقط يدخل في القانون الغاز والايونات الذائبة

1. $HNO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \leftrightharpoons H_3O_{(aq)}{}^{+} + NO_{2(aq)}{}^{-}$

$$K_C = \frac{[H_3O^+][NO_2{}^-]}{[HNO_2]}$$

2. $Ca(IO_3)_{2(s)} \leftrightharpoons Ca_{(aq)}{}^{2+} + 2IO_{3(aq)}{}^{-}$

$$K_C = [Ca^{2+}][IO_3{}^-]^2$$

EX: write the equilibrium constant pressure (K_P)for the reaction?

1) $P_{4(s)} + 5O_{2(g)} \leftrightharpoons P_4O_{10(s)}$

$$K_P = \frac{1}{(P_{O_2})^5}$$

2) $wA_{(aq)} + kB_{(g)} \leftrightharpoons nC_{(g)} + mD_{(l)}$

$$K_P = \frac{(P_C)^n}{(P_B)^k}$$

3) $4CuO_{(s)} + CH_{4(g)} \leftrightharpoons CO_{2(g)} + 4CuS_{(s)} + 2H_2O_{(g)}$

$$K_P = \frac{(P_{CO_2})^1(P_{H_2O})^2}{(P_{CuO})^4(P_{CH_4})^1}$$

✓ معلومات مهمه التطبيق في الاسفل : (ركز)

1. عندما يتم قلب المعادلة فان ثابت الاتزان الجديد يساوي مقلوب ثابت الاتزان القديم
2. عندما نضرب المعادلة باي رقم فان ثابت الاتزان الجديد يساوي ثابت الاتزان القديم مرفوع لأس

EX: $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \leftrightharpoons 2NH_{3(g)}$

Take the equilibrium concentration at 130 ℃ to be

$[NH_3] = 6.2 \times 10^{-2} M$ $\quad\quad$ $[H_2] = 6.2 \times 10^{-3} M$

$[N_2] = 1.70 \times 10^{-2} M$

a) Calculate K_{C_1} at 130℃ .

$$K_{C_1} = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]^1} = \frac{(6.2\times10^{-2})^2}{(1.70\times10^{-2})^1\times(6.2\times10^{-3})^3} = 9.5 \times 10^5$$

b) Calculate K_{C_2} at 130℃ for the reaction

$2NH_{3(g)} \leftrightharpoons N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$

✓ نلاحظ تم قلب المعادلة اذا نقلب ناتج ثابت الاتزان

$$K_{C_2} = \frac{1}{K_{C_1}} = \frac{1}{9.5\times10^5} = 1.1 \times 10^{-6}$$

c) Calculate K_{C_3} at 130℃ for the reaction

$\frac{1}{4}N_{2\,(g)} + \frac{3}{4}H_{2(g)} \leftrightharpoons \frac{1}{2}NH_{3(g)}$

✓ نلاحظ تم ضرب المعادلة الاصلية ($\frac{1}{4}$)اذا نرفع ناتج ثابت الاتزان الى ($\frac{1}{4}$)

$$K_{C_3} = (K_{C_1})^{\frac{1}{4}} = (9.5 \times 10^5)^{\frac{1}{4}} = 31$$

d) CalculateK_{C_4} at 130 ℃ for the reaction

$2N_{2(g)} + 6H_{2(g)} \leftrightharpoons 4NH_{3(g)}$

✓ نلاحظ تم ضرب المعادلة الاصلية (2) اذا نرفع ناتج ثابت الاتزان الى(2)

$$K_{C_4} = (K_{C_1})^{\,2} = (9.5 \times 10^5)^2 = 9.025 \times 10^{11}$$

❖ ***Multiple equilibrium*** : الاتزان المتعدد

حساب ثابت الاتزان لمجموع تفاعلين متتالين

$$A + B \leftrightharpoons \cancel{C} + \cancel{D} \quad K_{C_1}$$
$$\cancel{C} + \cancel{D} \leftrightharpoons E + F \quad K_{C_2}$$

$$A + B \leftrightharpoons E + F$$
$$K_C = K_{C_1} \times K_{C_2}$$

EX: consider the following reaction :

$$COCL_{2(g)} \leftrightharpoons CO_{2(g)} + CL_{2(g)} \qquad K_{P_1} = 8.8 \times 10^{-12}$$
$$C_{(s)} + CO_{2(g)} \leftrightharpoons 2CO_{(g)} \qquad K_{P_2} = 2.4 \times 10^{-8}$$

Calculate (K_P) for the following reaction

$$C_{(s)} + CO_2 + 2CL_{2(g)} \leftrightharpoons 2COCL_{2(g)}$$

❖ احسب ثابت اتزان الضغوط للمعادلة الجديدة

1. نضرب المعادلة الاولى(2) ونقلبها
2. نرفع ثابت الاتزان (2) ونقلبه ايجاد ثابت الاتزان الجديد للمعادلة الجديدة

$$K_{P_3} = \frac{1}{(K_{P_1})^2} = \frac{1}{(8.8\times10^{-12})^2} = 1.2 \times 10^{22}$$

✓ $2CO_{(g)} + 2CL_{2(g)} \leftrightharpoons 2COCL_{2(g)}$ $\quad K_{P_3} = 1.2 \times 10^{22}$

$C_{(g)} + CO_{2(g)} \leftrightharpoons 2CO_{(g)}$ $\quad K_{P_2} = 2.4 \times 10^{-8}$

$C_{(s)} + CO_{2(g)} \leftrightharpoons 2CO_{(g)}$

$K_P = K_{P_3} \times K_{P_2} = 1.2 \times 10^{22} \times 2.4 \times 10^{-8}$

❖ ***Reaction Quotient (Q_C)*** : الحاصل الايوني

- The reaction is calculate by substituting the initial concentrations of the reactants and products into the equilibrium constant (K_C) expression .

استبدال ثابت الاتزان في الحاصل الايوني باستخدام المواد الاولية للمتفاعلات والنواتج عند الحساب .

يستخدم (Q_C)لتحديد اتجاه التفاعل

❖ Three states the reaction Quotient ثلاث حالات للحاصل الايوني

- $K_C > Q_C$: system is moving from left to right to reach equilibrium

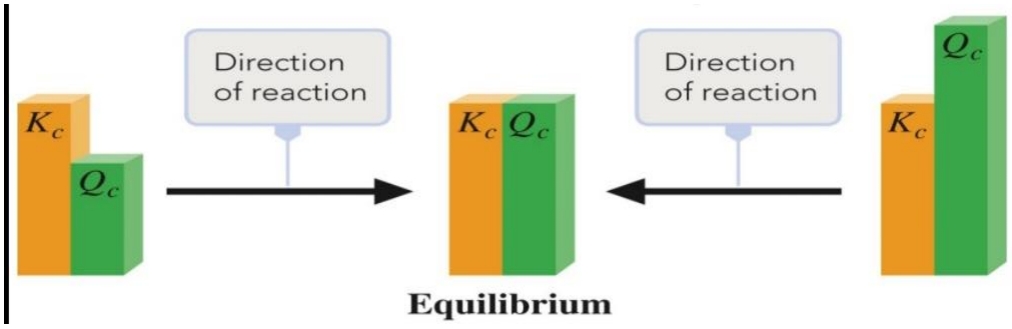
يتحرك من اليسار الى اليمين للوصول الى الاتزان (من المتفاعلات الى النواتج)

- $K_C = Q_C$: system is at equilibrium

النظام في حالة الاتزان

- $K_C < Q_C$: System is moving from right to left to reach equilibrium

النظام يتحرك من اليمين الى اليسار للوصول الى الاتزان (من النواتج الى المتفاعلات)



EX: consider the following reaction :

$$2NO_{(g)} + O_{2(g)} \leftrightharpoons 2NO_{2(g)} \qquad K_C = 6.9 \times 10^5$$

A 5.oL vessel contains 0.060 mole NO ,1.00 mole O_2 ,and 80 mole NO_2.

Is this system at equilibrium ?

هل التفاعل متزن ؟

1. نحسب تركيز كل من المتفاعلات والنواتج عن طريق المولاريه
2. نجد قيمة(Q_c) لمعرفة التفاعل متزن او غير متزن والى اين يجهه الاتزان

$$Molarity = \frac{n(mole)}{v(L)}$$

$$[NO] = \frac{0.060}{5.0} = 0.012M$$

$$[O_2] = \frac{1.0}{5.0} = 0.2\ M \qquad [NO_2] = \frac{80}{5.0} = 16M$$

$$Q_C = \frac{[NO_2]^2}{[NO]^2[O_2]^1} = \frac{(16)^2}{(0.012)^2(0.2)} = 8.8 \times 10^6$$

$K_C < Q_C$ التفاعل من اليمين الى اليسار

EX: At start of a reaction, there are 0.249 mole N_2, 3.21×10^{-2}mole H_2 ,$6.42 \times 10^{-4}\ mole\ NH_3$ in a 3.50 L reaction at 375 ℃ . If the equilibrium constant 1.2 for the reaction $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \leftrightharpoons 2NH_{3(g)}$. calculate the reaction Quotient . is this system at equilibrium

احسب الحاصل الايوني للتراكيز . هل التفاعل في حالة اتزان

1. نحسب تركيز كل من المتفاعلات والنواتج
2. نحسب الحاصل الايوني مباشره من القانون

$$Molarity = \frac{n}{v}$$

$$[N_2] = \frac{0.249}{3.50} = 0.071M$$

$$[H_2] = \frac{3.21\times10^{-2}}{3.50} = 9.17 \times 10^{-3}M$$

$$NH_3 = \frac{6.42\times10^{-4}}{3.50} = 1.83 \times 10^{-4}\ M$$

$$Q = \frac{[NH_3]^2}{[N_2]^1[H_2]^3} = \frac{(1.83\times10^{-4})^2}{(0.071)^1\times(9.17\times10^{-3})^3} = 0.611$$

$$K_C > Q_C$$

غير متزن التفاعل يتحرك من اليسار الى اليمين

Process for solving equilibrium problems: using an equilibrium (ICE) table

عملية حل مشكلات التوازن : باستخدام جدول التوازن

❖ طريقة حساب التراكيز النهائية للمتفاعلات والنواتج عند الاتزان باستخدام جدول التوازن

1. نحدد التراكيز البدائية للمتفاعلات والنواتج
2. نحدد مقدار النقصان والزيادة في التراكيز(من المولات في المعادلة)
3. حاصل مجموع التراكيز البدائية ومقدار الزيادة والنقصان
4. نطبق على القانون لحساب التراكيز النهائية

EX: $SO_{2(g)} + NO_{2(g)} \leftrightharpoons SO_{3(g)} + NO_{(g)}$ $K_C = 3.75$

0.751 mole SO_2 and 0.750 mole NO_2 are combined in a 2.50 L flask , and the reaction is allowed to reach equilibrium . determine the concentration of each species present equilibrium .

احسب التراكيز النهائية للمتفاعلات والنواتج

1. نحسب التركيز البدائي لكل مادة
2. استخدام (ICT)
3. نطبق على القانون ونحسب التراكيز (انتبه)

تفسير وضع الاشارة(+,-)

لما يعطى تركيز بدائي لمادة معينه اكيد تفقد جزء من تركيزها والمادة الثانية تكسب الجزء المفقود (حسب عدد المولات مقدار الزيادة والنقصان)

$$[SO_2] = \frac{0.751}{2.50} = 0.3004\ M \approx 0.300M$$

$$[NO_2] = \frac{0.750}{2.50} = 0.300\ M$$

	SO_2	NO_2	NO	SO_3
Initial بدائية	0.3M	0.3M	0	0
Δ مقدار الزيادة او النقصان حسب عدد المولات	-x	-x	+x	+x
Equal حاصل جمع التراكيز مع مقدار الزيادة او النقصان	0.3-x	0.3-x	0+x	0+x

$$K_C = \frac{[NO][SO_3]}{[SO_2][NO_2]} = \frac{(X)(X)}{(0.3-X)(0.3-X)} = \frac{(X)^2}{(0.3-X)^2}$$

$$\sqrt{3.75} = \sqrt{\frac{X^2}{(0.3-X)^2}} \qquad 1.93 = \frac{X}{0.3-X}$$

$$X = 1.93 \times 0.3 - 1.93\ X \qquad X = \frac{1.93\times0.3}{2.93} = 0.197$$

$$[NO] = [SO_3] = 0.197\ M$$

$$[SO_2] = [NO_2] = 0.3 - 0.197 = 0.103\ M$$

EX: I_2 (0.05 M) and Br_2 (0.05 M) allowed to reach equilibrium . at equilibrium the flask contains 0.084 mole of IBr

$$I_{2(g)} + Br_{2(g)} \leftrightharpoons 2IBr_{(g)}$$

احسب ثابت اتزان التركيز؟

1. استخدام (ICT)
2. نحسب قيمة (X) من تركيز (IBr) لأنها معروفة المقدار عند الاتزان
3. نطبق على القانون

	I_2	Br_2	$2IBr$
Initial	0.05	0.05	0
Δ	-x	-x	+2x
equal	0.05-x	0.05-x	0+2x

$$[IBr] = 0 + 2x = 0.084$$

$$x = \frac{0.084}{2} = 0.042$$

$$[Br_2] = [I_2] = 0.05 - X = 0.05 - 0.42 = 8 \times 10^{-3}$$

$$K_C = \frac{[IBr]^2}{[Br_2][I_2]} = \frac{(0.084)^2}{(8\times10^{-3})(8\times10^{-3})} = 110.25$$

Chapter 15

ACIDS AND BASES

الحموض والقواعد

- وحدك تمشي في هذا الدرب الله في قلبك وقلبك بيد الله

Chapter 15 : **Acids and Bases** الحموض والقواعد

Arrhenius theory نظرية ارهينوس

❖ Acids: produce H^+ in aqueous solution

الاحماض: تنتج ايونات (H^+)في المحلول المائي

- H^+react with water molecules to produce complex ion , hydronium ion ,H_3O^+

يرتبط ايون الهيدرجين مع الماء لإنتاج ايون معقد . ايون الهيدرينوم

$$HCL_{(aq)} \xrightarrow{H_2O} (H_3O)^+ + CL^-$$

(HCL): حمض ارهينوس

❖ Bases : produce OH^- ions in aqueous solution

القواعد : ينتج ايونات (OH^-) في محلول الماء

$$NaOH \xrightarrow{H_2O} Na^+ + OH^-$$ (NaOH): قاعدة ارهينوس

EX: 1) $HNO_3 + H_2O \leftrightharpoons H_3O^+ + NO_3^-$ (HNO_3: حمض ارهينوس)

2) $KaOH \xrightarrow{H_2O} K^+ + OH^-$ (KaOH: قاعدة ارهينوس)

3) $Ba(OH)_2 \xrightarrow{H_2O} Ba^{+2} + 2OH^-$ ($Ba(OH)_2$: قاعدة ارهينيوس)

Bronsted- Lowry theory نظرية برونستد لوري

- Aced: a substance(molecules ,ion) capable of giving a proton to another substance

مادة قادرة على منح بروتون لمادة اخرى

(The acid is anH^+ donor) حمض مانح

- Bases: a substance (molecules ,ion) capable of receiving a proton from another substance

مادة قادرة على استقبال بروتون من مادة اخرى

(The base is anH^+acceptor) قاعده مستقبله

ملاحظة
البروتون
هو(H^+)

- Conjugate base: is formed by removing $(H^+)$from an acid

قاعدة مرافقة: منح(ازالة) بروتون من الحمض

- Conjugate acid: is formed by adding (H^+) to base

حمض مرافق: استقبال (اضافة) بروتون الى القاعدة

Acid(حمض) → conjugate base(قاعدة مرافقة)

Base(قاعدة) → conjugate acid(حمض مرافق)

Conjugate base = acid formula $-H^+$

Conjugate acid = base formula $+H^+$

E . g: 1) $HCL + H_2O \rightarrow H_3O^+ + CL^-$

Acid1 base1 conjugate conjugate

Acid2 base2

2) $HC_2H_3O_2 + H_2O \leftrightharpoons H_3O^+ + C_2H_3O_2{}^-$

Acid1 base1 conjugate conjugate

Acid2 base2

EX: 1) Write the conjugate acid for each of the following bases ?

a) $NH_3 \rightarrow NH_4{}^+$
b) $SO_3{}^{-2} \rightarrow HSO_3{}^{-1}$
c) $Br^{-1} \rightarrow HBr$

2) write the conjugate base for each of the following acids

a) $NH_3 \rightarrow NH_2{}^{-1}$
b) $H_2PO_4{}^{-1} \rightarrow HPO_4{}^{-2}$
c) $HF \rightarrow F^{-1}$
d) $HCOOH \rightarrow HCOO^{-1}$

Lewis theory : نظرية لويس

- Lewis acid : substance that accepts an electron pair

حمض لويس: مادة تقبل زوج من الالكترونات

- Lewis base : substance that donates an electron pair

قاعدة لويس : مادة تمنح زوج من الالكترونات

$$AL^{+3} + 6CH_2O \rightarrow AL(H_2O)_6{}^{+3}$$

Acid base

Amphoteric : substance that can act as acid or a base

المادة الامفوتيريه (المترددة) : هي مادة تتصرف كحمض او قاعدة

- من المواد الامفوتيرية $(H_2O, NH_3. H_2PO_4{}^-)$
- او اي مركب لديه (H) في البداية وشحنة سالبة في النهاية (HS^-)

- The equilibrium constant for water ionization is called (K_W)

$$K_W = [H_3O^+] \times [OH^-]$$

$R_w = 1 \times 10^{-14}$ at 25 °C

1) Neutral (محايد)

$[OH^-] = [H_3O^+] = 1 \times 10^{-7} M$
$PH = 7 = POH$

2) Basic (قاعدي)

$[H_3O^+] < [OH^-]$ $[H_3O^+] < 1 \times 10^{-7} M$
$PH > 7$

3) Acid (حمض)

$[H_3O^+] > [OH^-]$ $[H_3O^+] > 1 \times 10^{-7} M$
$PH < 7$

❖

$PH = -\log[H_3O^+]$

$[H_3O^+] = 10^{-PH}$

$POH = -\log[OH^-]$

$[OH^-] = 10^{-POH}$

$PH + POH = 14$

The acids and bases strong الحموض والقواعد القوية

1) Acids strong الحمض القوي

- A substance that ionizes completely in water to form (H_3O^+) ions

مادة تتأين بالكامل في الماء لتكون (H_3O^+)

Strong acids : ($HCL, HBr, HI, HNO_3, H_2SO_4, HCLO_4$) حفظ الاحماض القوية

E. g : $HNO_3 + H_2O \rightarrow H_3O^+ + NO_3^-$

2) Bases strong القاعدة القوية

- A substance that ionizes completely in water to from (OH^-) ion

مادة تتأين بالكامل في الماء لتكون (OH^-)

Strong bases
($NaOH, KOH, RBOH, CsOH, Ba(OH)_2, Ca(OH)_2, Sr(OH)_2$)

E. g: $NaOH \xrightarrow{H_2O} Na^+ + OH^-$

$Ba(OH)_2 + H_2O \rightarrow Ba^{+2} + 2OH^-$

EX: calculate PH for solution , if you know $[OH^-] = 1 \times 10^{-4}$

احسب(PH) للمحلول

1. نحسب قيمة $([H_3O^+])$
2. نحسب قيمة (PH)

$$K_W = [H_3O^+][OH^-]$$

$$[H_3O^+] = \frac{K_W}{[OH^-]} = \frac{1\times10^{-14}}{1\times10^{-4}} = 1\times10^{-10}M$$
$$PH = -\log(1\times10^{-10}) = 10$$

EX: Calculate the concentration of $[H_3O^+]$, if the PH of solution is 2.35

احسب تركيز$([H_3O^+])$

- نطبق على القانون

$$[H_3O^+] = 10^{-PH}$$
$$[H_3O^+] = 10^{-2.35} = 4.46\times10^{-3}M$$

EX: calculate $[OH^-]$, $[H_3O^+]$ in KOH solution if you know (LiOH)= 0.1M

احسب كل من $([H_3O^+])$ $([OH^-])$

1. (KOH) قاعدة قوية اذا تركيزها يساوي تركيز$([OH^-])$
2. حسب القانون نحسب تركيز $([H_3O^+])$

$$KOH \xrightarrow{H_2O} K^+ + OH^-$$

$[KOH] = [OH^-] = 0.1M$

$K_W = [H_3O^+][OH^-]$

$[H_3O^+] = \frac{K_W}{[OH^-]} = \frac{1\times10^{-14}}{0.1} = 1 \times 10^{-13}M$

EX: calculate POH ,$[H_3O^+]$ in HCL solution, it is concentration solution $2 \times 10^{-2}M$?

احسب (POH) وتركيز ($[H_3O^+]$)

1. (HCL) حمض قوي اذا تركيزه يساوي تركيز ($[H_3O^+]$)
2. نحسب قيمة POH

$HCL \xrightarrow{H_2O} CL^- + H_3O^+$

$[HCL] = [H_3O^+] = 2 \times 10^{-2}M$

$K_W = [H_3O^+][OH^-]$

$[H_3O^+] = \frac{K_W}{[OH^-]} = \frac{1\times10^{-14}}{2\times10^{-2}} = 0.5 \times 10^{-12}M$

$POH = -\log[OH^-]$

$POH = -\log(0.5 \times 10^{-12}) = 12.30$

Weak acid and bases الحموض والقواعد الضعيفة

1) Weak acid الحمض الضعيف

- The acid is partially ionized in water

الحمض يتأين بشكل جزئي في الماء

$$HA + H_2O \rightarrow H_3O^+ + A^-$$

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$ K_a: acid ionization constant ثابت تأين الحمض

كلما كانت قيمة (K_a) عالية كانت قيمة $([H_3O^+])$ عالية ويكون الحمض قوي بالنسبة للإحماض الضعيفة الاخرى

EX: Calculate the PH of 0.10M $(HC_3H_3O_2)$ weak acid solution $(K_a = 1.8 \times 10^{-5})$

احسب (PH)للمحلول الحمضي الضعيف

1. استخدام (ICT) وايجاد قيمة التراكيز
2. نحسب (PH) مباشره

$$HC_3H_3O_2 \leftrightharpoons H_3O^+ + C_2H_3O_2{}^-$$

	$HC_3H_3O_2$	H_3O^+	$C_2H_3O_2{}^-$
Initial	0.10	0.00	0.00
Change Δ	-x	+x	+x
equilibrium	0.10-x	0.00+x	0.00+x

$$K_a = \frac{[H_3O^+][C_2H_3O_2{}^-]}{[HC_3H_3O_2]}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{(0.10-X)}$$

$$X^2 = 1.8 \times 10^{-5} \times 0.10$$

$$X = \sqrt{1.8 \times 10^{-6}} = 1.3 \times 10^{-3}$$

مهم (ركز) $(0.10 - X)$

X = 0.10

نفرض مباشره ان (X) تساوي (0.10)

EX: What is the hydronium ion concentration of a 0.32M $(HCOOH)$, solution with $(K_a = 1.6 \times 10^{-4})$

احسب تركيز $([H_3O^+])$

1) استخدام (ICT) لإيجاد قيمة التراكيز

$$HCOOH + H_{2O} \leftrightharpoons HCOO^- + H_3O^+$$

	$HCOOH$	$HCOO^-$	H_3O^+
Initial	0.32	0.00	0.00
Change Δ	-x	+x	+x
	0.32-x	0.0+x	0.0+x

$$K_a = \frac{[HCOO^-][H_3O^+]}{[HCOOH]}$$

$$1.6 \times 10^{-4} = \frac{X^2}{(0.32-X)}$$

(0.32-X) X=0.32

$$X^2 = 1.6 \times 10^{-4} \times 0.32 \qquad X = \sqrt{5.1 \times 10^{-5}}$$

$$X = 7.15 \times 10^{-3} = [H_3O^+] = [HCOO^-]$$

2) Weak bases قاعدة ضعيفة

- The base is partially ionized in water

قاعدة تتأين بشكل جزئي في الماء

$$B \leftrightharpoons BH^+ + OH^-$$

$$K_b = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]}$$ K_b: base ionization constant (ثابت تأين القاعدة)

كلما كانت قيمة (K_b) عالية كانت قيمة ($[OH^-]$) عالية وتكون القاعدة قوية بالنسبة للقواعد الضعيفة الاخرى

EX: Calculate the PH and POH 0.3 M basic solution of (NH_3)?

($K_b = 1.2 \times 10^{-5}$)

احسب قيمة (PH) (POH)

1. استخدام (ICT) لإيجاد التراكيز
2. نحسب (PH) (POH)

$$NH_3 + H_2O \leftrightharpoons NH_4{}^+ + OH^-$$

	NH_3	$NH_4{}^+$	OH^-
Initial	0.3	0.0	0.0
Change Δ	-x	+x	+x
Equilibrium	0.3-x	0.0+x	0.0+x

$$K_b = \frac{[NH_4{}^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

$$1.2 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{(0.3-X)}$$

$$X^2 = 1.2 \times 10^{-5} \times 0.3$$

$$X = \sqrt{6.0 \times 10^{-6}} = 2.45 \times 10^{-3}$$

$$X = [OH^-] = 2.45 \times 10^{-3}$$

$$POH = -\log[OH^-] = -\log(2.45 \times 10^{-3})$$

$$POH = 2.61\text{M}$$

$$PH + POH = 14 \qquad PH = 14 - POH$$

$$PH = 14 - 2.61 = 11.39$$

EX: The POH of 0.2M acid solution at(NH_3) is 3.21 what is K_b ?

احسب قيمة (K_b) للحمض الضعيف

1. نحسب قيمة $([H_3O^+])$ من (POH)
2. استخدام (ICT)
3. نحسب (K_b) من القانون

$$NH_3 + H_2O \leftrightharpoons NH_4{}^+ + OH^-$$

$$[OH^-] = 10^{-POH} = 10^{-3.21} = 6.16 \times 10^{-4}$$

	NH_3	NH_4^+	OH^-
Initial	0.2	0.0	0.0
Change Δ	-x	+x	+x
Equilibrium	0.2-x	0.0+x	0.0+x

$$[OH^-] = 0.0 + X$$

$$6.16 \times 10^{-4} = X$$

$$X = [OH^-] = [NH_4^+] = 6.16 \times 10^{-4} M$$

$$[NH_3] = 0.2 - X = 0.2 - 6.16 \times 10^{-4} = 0.199$$

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} = \frac{(6.16 \times 10^{-4})^2}{0.199} = 1.91 \times 10^{-6}$$

Acid – Base properties of salts

الخصائص الحمضية والقاعدية للأملاح

الملح :يتكون من ايونين

ايون موجب (من القاعدة)

ايون سالب (من الحمض)

❖ Four kinds of salts اربع انواع من الاملاح

1. Salt of a strong acid – strong base reaction
(neutral solution (محايد) محلول متعادل)

ملح من حمض قوي وقاعدة قوية

PH = 7

E. g : $(NaCL, NaNO_3, KBr)$

(KBr)

K^+: (KOH) ايون موجب من القاعدة القوية

Br^-: (HBr) ايون سالب من الحض القوي

2. Salt of a weak acid – strong base reaction
(base salt ملح قاعدي)

ملح من حمض ضعيف و قاعدة قوية

$PH > 7$

E. g : $(NaNO_3, NaF, NaC_2H_3O_2)$

(NaF)

Na^+: $(NaOH)$ ايون موجب من قاعدة قوية

F^-: (HF) ايون سالب من حمض ضعيف

3. Salt of a strong acid – weak base reaction

(Acid salt ملح حمضي)

ملح من حمض قوي و قاعدة ضعيفة

$PH < 7$

E. g : $NH_4CL, NH_4NO_3, C_5H_5NHCL)$

NH_4CL

$NH_4{}^+ : (NH_3)$ ايون موجب من قاعدة ضعيفة

$CL^- : (HCL)$ ايون سالب من حمض قوي

4. Salt of weak acid – weak base reaction

ملح من حمض ضعيف وقاعدة ضعيفة

E. g: $(NH_4C_2H_3O_2, NH_4CN, NH_4NO_2)$

(NH_4NO_2)

$NH_4{}^+ : (NH_3)$ ايون موجب من قاعدة ضعيفة

$NO_2{}^- : (HNO_2)$ ايون سالب من حمض ضعيف

- If $K_a \cong K_b$ the salt neutral
- If $K_a > K_b$ the salt acid
- If $K_a < K_b$ the salt basic

لمعرفة الملح اذا كان محايد او حمضي او قاعدي

لإيجاد التراكيز في المحلول الملحي تتم الحسابات على الحمض الضعيف/ القاعدة الضعيفة

EX: Calculate the PH of 0.050 M NH_4CL ($K_a = 5.6 \times 10^{-10}$)

احسب قيمة (PH)

1. نحدد هل الحمض ضعيف / القاعدة؟ حمض ضعيف (ملح قاعدي)
2. استخدام (ICT) لإيجاد التراكيز
3. نحسب (PH)

$$NH_4CL \rightarrow NH_4{}^+ + CL^-$$

$$NH_4{}^+ + H_2O \leftrightharpoons NH_3 + H_3O^+$$

	$NH_4{}^+$	NH_3	H_3O^+
Initial	0.050	0.0	0.0
Change Δ	-x	+x	+x
Equilibrium	0.050-x	0.0+x	0.0+x

$$K_a = \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4{}^+]}$$

$$5.6 \times 10^{-10} = \frac{X^2}{(0.05-X)}$$

$$X^2 = 5.6 \times 10^{-10} \times 0.050$$

$$X = \sqrt{2.8 \times 10^{-11}} = 5.3 \times 10^{-6}$$

$$X = [H_3O^+] = [NH_3] = 5.3 \times 10^{-6}$$

$$PH = -\log[H_3O^+]$$

$$PH = -\log(5.3 \times 10^{-6})$$

$$PH = 5.28$$

End of the second exam

اختبر نفسك

(اسئلة شاشات)

Question1 :

Which one of the following statements does not describe the equilibrium state?

1. The concentration of the reactants and products a constant level
2. The concentration of the reactants is equal to the concentration of the products
3. The rate of the forward reaction is equal to the rate of the reverse reaction
4. Equilibrium is dynamic and there is no net conversion to reactants and products

الجواب (2)

Question2 :

What is the conjugate base of the Bronsted – lowry acid$(HPO_4)^{-2}$?

1. $(H_2PO_4)^{-1}$
2. $(PO_4)^{-3}$
3. $(HPO_4)^{-2}$
4. H_3PO_4

الجواب (2)

Question3 :

What is pH of a 0.200M NH_3 solution that has $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$

The equation for the dissociation of NH_3 is

1. 2.02
2. 11.98
3. 2.72
4. 11.28

الجواب (4)

طريقة حل اسرع

$$[OH] = \sqrt{K_b[AB]}$$

$$[OH] = \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.2} = 1.84 \times 10^{-3}$$

$$POH = -\log[OH] = -\log(1.8 \times 10^{-5})$$

$$= 11.278$$

Question 4 :

Which of the following aqueous has the lowest osmotic pressure at 25℃ ?

1. 0.2 M (KBr)
2. 0.2 M ethanol (CH_3CH_2OH)
3. 0.2 M(Na_2SO_4)
4. 0.2 M (KCL)

الجواب(2)

Question 5 :

Chloroform has a boiling point of 61.1 ℃ and dichloromethane has a boiling point of 40.0℃ when 0.300mole of dichloromethane is added to 0.700 mole of chloroform, the resulting solution will have a boiling point

1. Less than 40.0℃
2. Between 40.0℃ and 61.1℃ ,but closer to 40.0℃
3. Between 40.0℃ and 61.1℃, but closer to 61.1 ℃
4. Greater than 61.1℃

الجواب(4)

Question 6 :

A solution of 62.4g of insulin in enough water to make 1.00L of solution has an osmotic pressure of 0.305atm at 25℃ . based on these data , what is the molar mass of insulin (in g/mole)

1. 5000
2. 71900
3. 7570
4. 621

الجواب(1)

M= 62.4

Volume of solution = 1L

$\pi = 0.305atm$

$T = 25+273=298$

$\pi = MRT$ $\quad$ 0.305 = M×0.0821×298

M = 0.0124

$M = \frac{n}{V}$ $\quad$ n = M×V = 1×0.0124 = 0.0124M

M.M = $\frac{m}{n} = \frac{62.4}{0.0124} = 5000$

Question 7 :

Which of the following liquids will have the lowest freezing point?

1. Pure H_2O
2. Aqueous glucose (0.60m)
3. Aqueous KF(0.50m)
4. Aqueous FeI_3 (0.24m)

الجواب(3)

Question 8 :

What is the freezing point of a solution that contain 10.0g glucose ($C_6H_{12}O_6 = 180.0$ g/mole) dissolved an 100.0g of H_2O (18.0g/mole) ? K_F for water is 1.86℃/m

1. -0.186 ℃
2. $+0.186$℃
3. -1.03℃
4. 1.03℃

الجواب (3)

Question 9 :

What is the conjugate base of the Brunsted- Lowry acid $HPO_4{}^{-2}$?

1. $H_2PO_4{}^{-}$
2. $PO_4{}^{-3}$
3. $HPO_4{}^{-2}$

الجواب (2)

Question 10 :

At a certain temperature the equilibrium constant ,K_c , equals 0.11 for the reaction : what is the equilibrium concentration of ICL if 0.25mole of 12 and 0.25mole of CL_2 are initially mixed in a 2.0 L flask

1. 0.093 M
2. 0.15 M
3. 0.075 M
4. 0.19 M

الجواب (4)

Question 11 :

$$FeO_{3(s)} + 3H_{2(g)} \leftrightharpoons 2Fe_{(s)} + 3H_2O_{(g)}$$

Which is the correct equilibrium constant expression for the following reaction ?

1. $K_C = \frac{[Fe_2O_3][H_2]^3}{[Fe]^2[H_2O]^3}$
2. $K_C = \frac{[H_2O]^3}{[H_2O]^3}$
3. $K_C = \frac{[H_2]}{[H_2O\,]}$

الجواب (2)

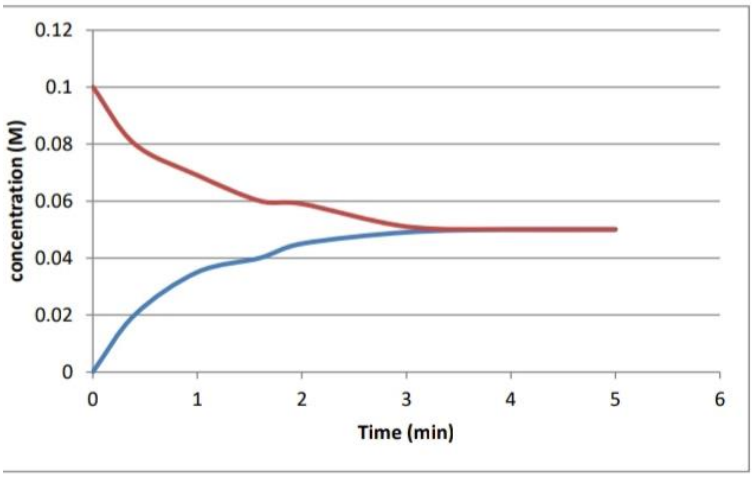
Question 12 :

Calculate the POH of a 0.0727 M aqueous sodium cyanide $NaCN$ solution at 25.0 °C .K_b for CN is 4.9×10^{-10}

1. 5.22
2. 9.33
3. 8.78
4. 10.00

الجواب(1)

Question 13 :



Shown below is a concentration VS. time plot for the reaction $A \leftrightharpoons 2B$. for this reaction the value of the equilibrium constant is.

1. $K_C < 1$
2. $K_C = 0$
3. $K_C = 1$
4. $K_C > 1$

الجواب (1)

$$K_C = \frac{[B]^2}{[A]} = 0.05 \qquad K_C < 1$$

Question 14 :

$2COF_{2(g)} \leftrightharpoons CO_{2(g)} + CF_{4(g)}$

The equilibrium constant K_C, is equal to 2.00 at 100°C for the reaction : if 0.43moles ofCO_2 and 0.43moles of CH_4 are introduced into a 1.0L flask. What will be the concentration of COF_2 equilibrium is reached?

1. 0.31M
2. 0.22 M
3. 19.0
4. 3.65

الجواب (2)

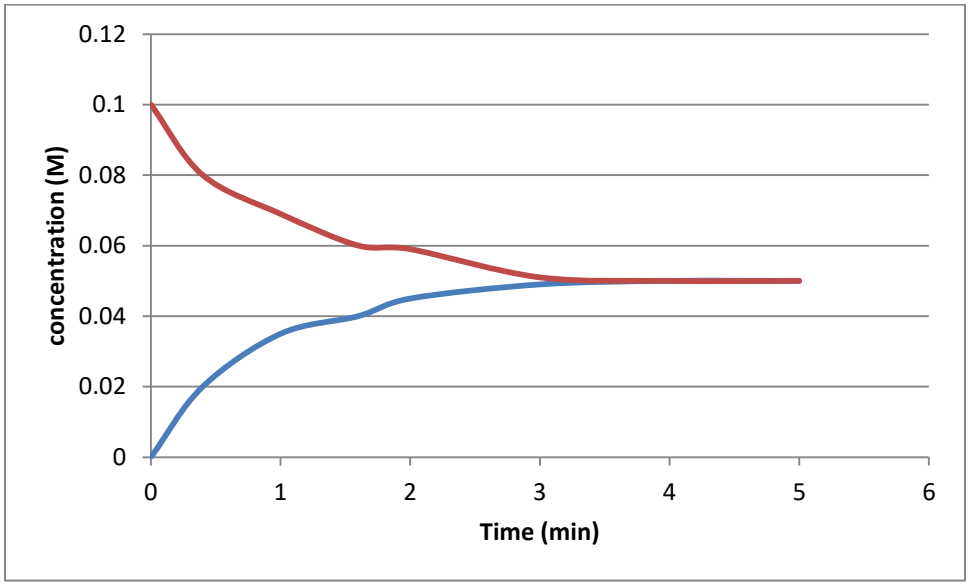
Question 15 :

An aqueous solution of ( ) will produce a basic solution .

1. $CsBr$
2. $Mg(CLO_4)_2$
3. KNO_3
4. $NaNO_2$
5. NH_4NO_3

الجواب (3)

Q1: Shown below is a concentration vs. time plot for the reaction A $\underset{\rightarrow}{\leftarrow}$ 2B. For this reaction the value of the equilibrium constant is :



Answer:

$k_c = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{[0.05]^2}{[0.05]} = 0.05\ ; so\ \mathbf{k_c < 1}$

Q2: Which of the following liquids will have the lowest freezing point?

1. Pure H_2O
2. Aqueous glucose (0.60 m)
3. Aqueous KF (0.50 m) **[TRUE ANSWER]**
4. Aqueous FeI_3(0.24 m)
5. Aqueous sucrose (0.60 m)

Q3: Which of th3e following aqueous solutions has the lowest osmotic pressure at 25°C?

1. 0.2 M KBr
2. 0.2 M ethanol (CH_3CH_2OH) **[TRUE ANSWER]**
3. 0.2 M Na_2SO_4
4. 0.2 M KCl

Q4: A solution of 62.4g of insulin in enough water to make 1.000 L of solution has an osmotic pressure of 0.305 atm at 25°C. Based on these data, what is the molar mass of insulin (in g/mole)?

Answer:

Mass = 62.4g

V of solution = 1L

T= 25 + 273 = 298

$\pi = 0.305\ atm$

$\pi = MRT$

0.305 = M x 0.0821 x 298

M = 0.0124 = $\frac{n}{V}$ *,* $n = 0.0124$

$n = \frac{m}{m.m} = \frac{62.4}{m.m} = 0.0124\ ; so\ \boldsymbol{m.m\ \cong 5000}$

Q6: Chloroform has a boiling point of 61.1°C and dichloromethane has a boiling point of 40.0°C. when 0.300 mol of dichloromethane is added to 0.700 mol of chloroform, the resulting solution will have a boiling point :

1. Less than 40.0°C
2. Between 40.0°C and 61.1°C, but closer to 40.0°C
3. Between 40.0°C and 61.1°C, but closer to 61.1°C
4. Greater than 61.1°C **[TRUE ANSWER]**

Q7: What is the PH of a 0.200 M NH_3 solution that has $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$? The question for the dissociation of NH_3 is

$$NH_{3\,(aq)} + H_2O_{(l)} \underset{\leftarrow}{\rightarrow} NH_{4+(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

Answer:

$[OH^-] = \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.2}$

$[OH^-] = 1.84 \times 10^{-3}$

$P[OH^-] = -\log 1.84 \times 10^{-3}$

$P[OH^-] = 2.72$; $14 - 2.72 =$ **$P[H^+] = 11.278$**

Q8: Which one of the following statements does not describe the equilibrium state?

1. The concentration of the reactants and products reach a constant level.
2. The concentration of the reactants is equal to the concentration of the products. **[TRUE ANSWER]**
3. The rate of the forward reaction is equal to the rate of the reverse reaction.
4. Equilibrium is dynamic and there is no net conversion to reactants and products.

Q9: What is the conjugate base of the BrUnsted-Lowery acid HPO_4^{2}?

Answer: **PO_4^{-3}**

Q10: What is the percent dissociation of a benzoic acid solution with pH = 2.06? The acid dissociation …. For this monoprotic acid is $6.5x10^{-5}$

Answer:

$k_a = 6.5x10^{-5}$, pH = 2.06

◯ → ◯ + H^+

y → 0 + 0

y-x → +x +x

pH = - log H^+ , $[H] = 10^{-pH}$

$k_a = \frac{x.x}{y-x}$, $6.5x10^{-5} = \frac{(10^{-2.06})^2}{y}$

y= 1.166 (تركيز المادة)

Percent = $\frac{10^{-2.06}}{1.166} x100\% = 0.74\%$; **so the answer is 0.65%**