



**Civilittee**  
اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية  
[www.Civilittee.com](http://www.Civilittee.com)

دفتر

# أساسيات كيمياء عامة

Chemistry 107

إعداد : ليلى عمايرة



civilittee.hu



لجنة المدني | Civilittee HU



Civilittee Hashemite



[www.civilittee.com](http://www.civilittee.com)

# General chemistry.

ch 3.

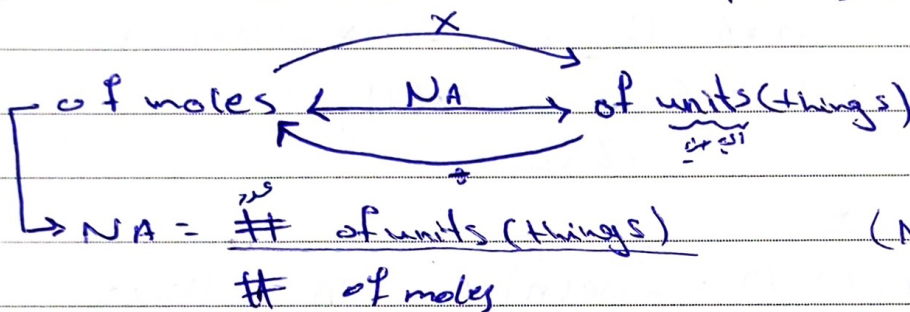
\* 1 mole of  $^{12}\text{C} = \underbrace{6.022 \times 10^{23}}_{\text{avogadro number} = N_A} \text{ atoms} -$

ليست وحدة محددة

- atoms  $\rightarrow$  ذرات عناصر  $\rightarrow \text{C} = \text{atom}, \text{S} = \text{atom}, \text{O} = \text{atom}$   
 - molecules  $\rightarrow$  (اتحاد من ذرات)  $\rightarrow \text{O}_2 = \text{molecules}$

(conversion factor) ~~تحويل~~  $\rightarrow$  من كمية واحدة إلى أخرى

وهو ثابت لا يتغير



وذلك بالضبط (NA)

$NA = \frac{\text{عدد الذرات}}{\text{mole}}$

Ex: How many water molecules are in 0.3 mole sample?

كم عدد جزيئات الماء الموجودة في عينة حجمها (0.3 mole) ؟

نوجد علاقة بينهم (يوجد تقويم بينها) عن طريق NA

$\rightarrow$  given = 0.3 mole water  
 $\rightarrow$  required = # of molecules

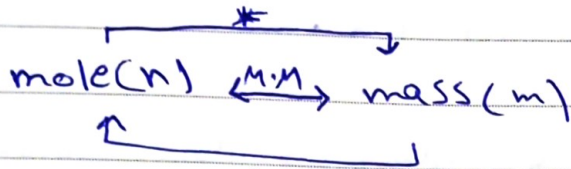
# of molecules =  $n \cdot NA \rightarrow 0.3 (6.022 \times 10^{23}) = 1.8066 \times 10^{23}$  molecules

الكتلة الذرية تتغير  $\rightarrow$  الكتلة الجزيئية تتغير  $\rightarrow$  الكتلة المولية تتغير  
 كتلة جزيئية  $\rightarrow$  كتلة أيونية  
 أما الكتلة المولية  $\rightarrow$  كتلة الجزيئات، وهو ثابت لجميع الذرات

الكتلة الذرية نفسها الكتلة الجزيئية نفس المقدار لكن الوحدة تختلف عند  $\rightarrow$



السكربون الذرية (12) والكتلة المولية (12) تكون  
 $\text{Atomic mass} = 12 \text{ amu} \quad \& \quad \text{M.M} = 12 \text{ g/mole}$



\* كيف يتغير عدد الكتلة للركبان وليس الذرات؟

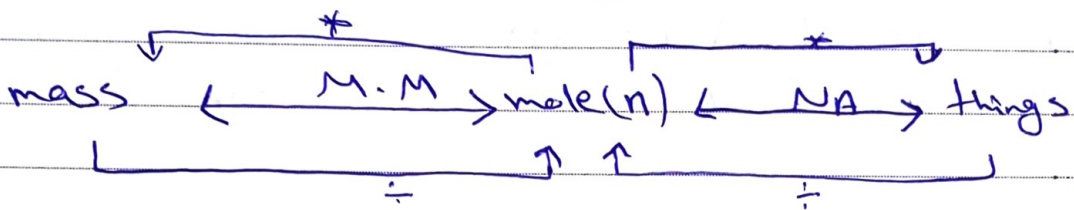
← يعرف كتلة كل ذرة ثم يجمع

\* احس M.M للركبان ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) ؟

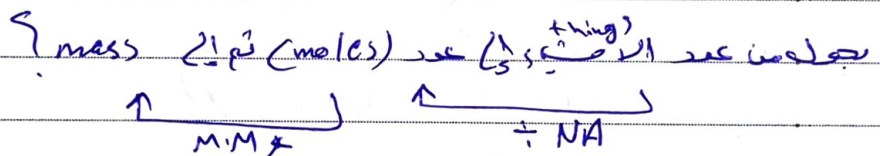
— الكتلة المولية لـ (C)  $6 \times 12 = 72$  +

— " " " (H)  $6 \times 1.008 = 6.048$  +

$78.048 \text{ g/mole}$



③ → P.12



①  $n = 1 \text{ molecule } \text{C}_8\text{H}_{18} = \frac{1.66 \times 10^{-24}}{6.022 \times 10^{23}} \text{ mole } \text{C}_8\text{H}_{18}$

②  $m = n \times \text{M.M} \rightarrow 1.66 \times 10^{-24} \times 114.22 = 1.897 \times 10^{-22} \text{ g}$

$\text{C}_8\text{H}_{18}$

$\text{M.M(C)} \times 8 \times 12.01 = 96.08$

$\text{M.M(H)} \times 18 \times 1.008 = 18.144$  +

$114.22 \text{ g/mol}$

Q P.14

\* يحول من الكتلة لعدد المولات ثم (things)

$$\textcircled{1} n = \frac{1 \times 10^{-9}}{238,03} = 4,2 \times 10^{-12} \text{ mole}$$

$$\textcircled{2} \text{ things} \rightarrow 4,2 \times 10^{-12} * 6,022 \times 10^{23} = 2,5299 \times 10^{12} \approx 2,53 \times 10^{12}$$

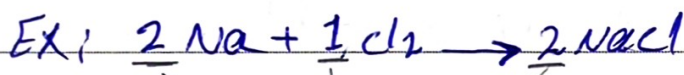
Answer = 12

\* Mole-to-Mole conversion Factors      بقولك بين  
كيمياء مختلفة من المادة

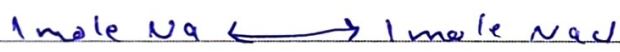
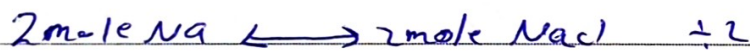
— يتم التحويل من  $\Delta$  جزيك % 1 — صيغة جزيك (molecular formula)  
2 — معادلة كيميائية (balanced chemical equation)  
موزونة

\* بعض الكيمياء حول بين قياسات مختلفة من المادة اسطر ٥٥ اما وجود الكيمياء بنفس الصيغة او نفس المراتب او نفس التفاعلات الكيميائية.

Note:   
الذي تختلف عن الجزيك  
وايضا الخصائص تختلف  
مثلا  $Cl_2$  و  $Cl$



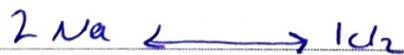
The divisor coefficient      العامل القاسم



1:1      النسبة



1:2      النسبة



2:1      النسبة

اذا عرفت كمية  
وصلة من المولات  
اعرف باقي الكيمياء

القانون الذي نحن عليه

\* gives moles

calculated moles \*  $\left\{ \frac{\text{mole required}}{\text{mole given (calculated)}} \right\}$    
 ابي برقيتها      مولاتها من المولات

من المعادلة



Ex: How many moles of carbon are in 0.5 moles  $C_6H_6$ ?

→ given →  $n = 0.5$  mole  $C_6H_6$  } عن الجواب  
→ required →  $n = ?$  mole C } نحتاجه

\* من الصيغة  $C_6H_6$  (1) من  $C_6H_6$  ينتج (6) C (1:6)

0.5 mole  $C_6H_6$  \*  $\frac{6 \text{ moles C}}{1 \text{ mole } C_6H_6}$  ← حسب القانون

$n_C = 3 \text{ moles C}$



\* إذا جيع مولات B

بحسب نسبة  $\frac{B}{A}$

\* إذا جيع مولات A بحسب نسبة  $\frac{A}{B}$

mole ratio = atoms ratio } ex:  $C_6H_{18}$

8 mole C : 18 mole H  
8 atoms C : 18 atoms H } فيها

Q P. 19

Given  $n_P = 0.864$  mol

required  $n = ?$  mole  $\rightarrow (Ca_3(PO_4)_2)$

→ إذا عرفنا كمية مادة

بقدر، اعرف باقي الكميات

وخطاب المصطفى

\* Solution:



عدد مولات (P)

$n_{Ca_3(PO_4)_2} = n_P * \frac{\text{mole } Ca_3(PO_4)_2}{2 \text{ mole P}}$

$= 0.864 \text{ mole P} * \frac{1 \text{ mole } Ca_3(PO_4)_2}{2 \text{ mole P}}$

$n_{Ca_3(PO_4)_2} = 0.432 \text{ mole}$



Q. p 22



Given  $\rightarrow m = 0.0011 \text{ g Mg}$

Required  $\rightarrow m \text{ g C ?}$

يجب ان احول الى مولات

بحول من في امان (Mg) الى مولات (C) يتم في مولات (C) ثم غرامات (C)

①  $\div M.M$  ②  $\times$  الوزن بالجزيء المولية ③  $\times M.M$

$$① n_{Mg} = \frac{0.0011}{24.31} = 4.525 \times 10^{-5} \text{ mole}$$

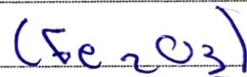
$$② n = 4.525 \times 10^{-5} \text{ mole Mg} \times \frac{55 \text{ mole C}}{1 \text{ mole Mg}}$$

$$n_C = 0.00249 \text{ mole}$$

$$③ m_C = n \times M.M \rightarrow 0.0024 \times 12.01 = 0.03 \text{ g C}$$

Q. p. 24

Given  $\rightarrow m_O = 25.6 \text{ g}$



required  $\rightarrow m \text{ g iron}$   
Fe

بحول من في امان (O) الى مولات (Fe) يتم غرامات (Fe)

①  $\div M.M$  ②  $\times$  الوزن بالجزيء المولية ③  $\times M.M$

$$① n_O = \frac{25.6}{16} = 1.6 \text{ mol}$$

$$② n_{Fe} = 1.6 \text{ mole O} \times \frac{2 \text{ mole Fe}}{3 \text{ mole O}} = 1.067 \text{ mole}$$

$$③ m_{Fe} = n \times M.M \rightarrow 1.067 \times 55.85$$

$$= 59.6 \text{ g}$$

كمية اضافية للسؤال:

\* احس كمية المادة الفائضة من المادة التي تفاعلت

- 1- احس كمية الفائض التي تفاعل
- 2- اشرح الناتج من عدد مولات الفاضل
- 3- يدور السؤال كمية لم يكون لها مولات لغرام

$$n_{\text{NH}_3} = 1.25 \text{ mol O}_2 \times \frac{4 \text{ mol NH}_3}{5 \text{ mol O}_2} = 1.0 \text{ mol NH}_3 \text{ reacted}$$

لها كمية التي يحتاجها الفاضل للتفاعل

$$0.76 = 1.00 \rightarrow \boxed{0.76}$$

عدد المولات المتفاعلة (الفائض)  
 عدد المولات المتفاعلة (الفائض)  
 عدد مولات الفاضل (الكلي)

$$m = n \times M.M = 0.76 \times 17 = 12.92 \text{ g} \approx \boxed{13 \text{ g}} \rightarrow \text{الكمية التي لم تتفاعل}$$

Theoretical Yield → الكمية الناتجة من الحلات

Actual Yield → experiment

$$\text{percentage yield} = \frac{\text{actual yield}}{\text{theoretical yield}} \times 100$$

المردود الفعلي



Q. P 62

$$(n_{\text{CH}_3\text{OH}}) = \frac{6.40}{32.04} = 0.199750 / n_{\text{O}_2} = \frac{10.2}{32.00} = 0.31875$$

$$(n_{\text{CH}_3\text{OH}}) = \frac{0.199750}{2} = 0.099875 \quad n_{\text{O}_2} = \frac{0.31875}{3} = 0.10625$$



يجو لمن مولان  $\text{CH}_3\text{OH}$  الى مولين  $\text{CO}_2$  ثم فرامات  $\text{CO}_2$  الى مولين  $\text{CH}_3\text{OH}$

$$\textcircled{1} n_{\text{CO}_2} = 0.199750 \text{ mole CH}_3\text{OH} \times \frac{2 \text{ mole CO}_2}{2 \text{ mole CH}_3\text{OH}}$$

$$n_{\text{CO}_2} = 0.199750$$

$$\textcircled{2} m = 0.199750 \times 44.01 = 8.790975 \approx 8.8$$

$$\text{yield} = \frac{6.112}{8.8} \times 100\% = 69.6\%$$

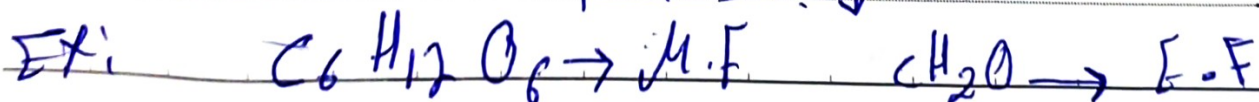


- Molecular Formula (M.F) الصيغة الجزيئية
- Empirical Formula (E.F) الصيغة البسيطة أو الصيغة الأولية

M.F  $\rightarrow$  (تعتبر عدد الذرات الحقيقية) تكون دقيقة الجزيء

E.F  $\rightarrow$  تعتبر اقل نسبة بين الذرات (ويجب ان تكون عدد صحيح) تكون عدد صحيح

تبسيط



$$M.F = N (E.F) \rightarrow N = \frac{M.F \text{ molar mass}}{E.F \text{ molar mass}}$$

N: whole number → عدد صحيح

Two ways to calculate Empirical Formulas :-

هناك طريقتان لحساب E.F :-  
 1- طريقة مباشرة (Direct Method)  
 2- " غير " (indirect Method)

← (a) كتلة الذرات mass of atoms  
 (b) نسبة كتلة الذرات mass % وهو عكس كن الذرات = 100 %

\* ويمكن أحسب E.F بآري من (م) اذا احسب عدد مولات كل ذرة  
 (ب) اذا احسب النسبة بينهم

P.26

① Determine the E.F

اولا احسب بولي مولات (م)

$$n_{Fe} = \frac{m}{MM} = \frac{1.171}{55.85} = 0.021$$

$$n_O = \frac{m}{MM} = \frac{0.677}{16} = 0.0423$$

بطلو النسبة

|         |   |        |
|---------|---|--------|
| mole Fe | : | mole O |
| 0.021   | : | 0.0423 |
| 0.021   | : | 0.0317 |

نقسم بالعدد الاكبر

$$1 : 1.331 \times 3$$

بضرب عدد بحيث يصير عددي

$$3 : 3.99$$

عدد صحيح

$$3 : 4$$





كتلة المركب لا تؤثر نسبة

①

calculate E.F  $\rightarrow$  mol(P)?  
 $\rightarrow$  mol(O)?

\* وعلى حسب mol بفرض كتلة له 100g (assume 100g sample)

$$\text{mass P} = \text{P\%} \times \text{total mass} \rightarrow \frac{43.64}{100} \times 100 = 43.64 \text{ g}$$

$$\text{mass O} = \text{O\%} \times \text{total mass} \rightarrow \frac{56.36}{100} \times 100 = 56.36 \text{ g}$$

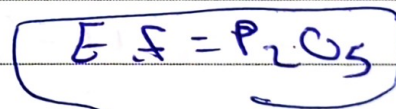
وبما النوعية (g) بفرض (mole)

$$n_P = \frac{m}{MM} = \frac{43.64}{31} = 1.408 \text{ mole}$$

$$n_O = \frac{m}{MM} = \frac{56.36}{16} = 3.522 \text{ mole}$$

mole P : mole O

$$\frac{1.408}{1.408} : \frac{3.522}{1.408} = (1:2.5) \times 2$$



If it was found that the compound  $P_2O_5$  الموليكول  
 molar mass (molecular weight) is 284 g/mol find  
 its M.F ?

$$N = \frac{M.F \text{ molar mass} \rightarrow \text{تقريباً}}{E.F \text{ molar mass} \rightarrow MM}$$

$$\begin{aligned} &P_2O_5 \\ &2(31) + 5(16) \\ &= 142 \end{aligned}$$

$$N = \frac{284}{142} = 2 \rightarrow \text{يجب ان يكون عدد صحيح}$$

$$M.F = N \times E.F \rightarrow 2 \times (P_2O_5)$$



Q p.37



$$n_{CO_2} = \frac{m}{M.M} = \frac{7.456}{44} = 0.1683$$

$$n_{C_2H_6O} = 0.1683 \text{ mol } CO_2 * \frac{1 \text{ mole } C_2H_6O}{1 \text{ mole } CO_2} = 0.1683 \text{ mol}$$

$$m_{C_2H_6O} = n * M.M \rightarrow 0.1683 * 12 = 2.01965 \text{ g}$$

$$n_{H_2O} = \frac{m}{M.M} = \frac{4.512}{18} = 0.25$$

$$n_H = 0.25 \text{ mole } H_2O * \frac{2 \text{ mole } H}{1 \text{ mole } H_2O} = 0.5 \text{ mol}$$

$$m_H = n * M.M \rightarrow 0.5 * 1 = 0.5 \text{ g}$$

نسبة كتلة (C) بحجم كل H و O و C الناتج من تفاعل العينة

$$\text{mass}(O) = 5.217 - (2.0196 + 0.5) = 2.6974 \text{ g}$$

$$n_O = \frac{m}{M.M} = \frac{2.6974}{16} = 0.1685 \text{ mol}(O)$$

$$\begin{array}{r} \text{mole C} : \text{mole H} : \text{mole O} \\ 0.1683 : 0.5 : 0.1685 \\ \hline 0.1683 \end{array}$$

نسبة

$$1 : 3 : 1$$





## CH 5 Gases

## الغازات

\* Inter-related → تتعلق ببعضها

1- Pressure (P) ضغط ← هذا هو P  
 (→ وحدات atm & torr (mmHg))  
 $1 \text{ atm} = 760 \text{ torr (mmHg)} \rightarrow \text{torr} = \text{mmHg}$

2- Volume (V) حجم  
 (→  $1 \text{ L} = 1000 \text{ mL (cm}^3\text{)} \rightarrow \text{mL} = \text{cm}^3$ )

3- Temperature (T) درجة الحرارة  
 (→ Kelvin (K) =  $^{\circ}\text{C} + 273$ , 15 يجب أن تكون (K))

4- Amount - moles (n)

\* إذا تغير أي خاصية من الخواص يجب أن تتغير باقي الخواص أو واحدة بالقلة.  
 ويمكن التعرف العلاقة بين خاصيتين يجب أن ثابت باقي الخواص

∴ Boyle's law :- Studied relationship between  
P & V at constant (same) T, n

$$P \propto \frac{1}{V} \rightarrow P = K \cdot \frac{1}{V} \rightarrow K_1 = P \cdot V$$

\* العلاقة بين الضغط والحجم عكس تباين الحرارة وكمية المادة.  
 ونستطيع تطبيق القانون في هذه الحالة فقط

$$* P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = K_1 \rightarrow K_1 = \text{const}$$

∴ Charles's law : Studied relationship between  $V$  &  $T$  at constant (same)  $P, n$

$$V \propto T \rightarrow V = K_2 T \rightarrow K_2 = \frac{V}{T}$$

علاقة طردية بين  
الحجم و الحرارة

$$\rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \text{ or } \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

ثابت:  $K_2$

هذه العلاقة عندما يكون ثابت  $P$  و  $n$

∴ Gay-Lussac's law :-

Studied relationship between  $P$  &  $T$  at same  $V, n$

$$P \propto T \rightarrow P = K_3 T \rightarrow K_3 = \frac{P}{T}$$

علاقة طردية بين الضغط و الحرارة

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

ثابت:  $K_3$

— Combined Gas law → هو عبارة عن مزيج 3 قوانين  
هناك عامل مشترك انه  $n$  ثابت

↓

بدون العلاقة بين

$P, V, T$  at same  $n$

$$P \propto \frac{1}{V} \rightarrow P = \frac{k}{V}$$

$$P \propto \frac{1}{V} \rightarrow P = k \cdot \frac{1}{V} \rightarrow k = \frac{PV}{T}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad \left. \begin{array}{l} \text{يُعدّ تلك القوانين} \\ \text{إحدى القوانين} \end{array} \right\} \rightarrow \text{مختلطة}$$



البيروكسيدية بين كمية المادة وخصائصها الفيزيائية؟

Avogadro's Principle

\* Avogadro's principle :-

$V \propto n$  at same P, T

علاقة طردية بين  $V$  و  $n$

ثابت  $K_v$

$$V \propto n \rightarrow V = K_v n \rightarrow K_v = \frac{V}{n}$$

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

عند ثبات الضغط ودرجة الحرارة  $\leftarrow$  Ratio (n) ratio

إذا ابدعنا حوله بين كميته في المعادلة التي تكون متعاكسة لها،  
نقدر استخدام عدد المولات  $\rightarrow$  أو الحجم المولي

Q 21 :-

يجب إذا حدد كمية خاصة لحساب الكمية المطلوبة  
فقط النسبة

\* Relative (volume)  $\rightarrow N_2$

$$\frac{50}{1} = \frac{50}{1}$$

$H_2$

$$\frac{125}{3} = \underline{41.6}$$

أقل

$H_3 = 1. R$  أو

$$* 125 \text{ L } H_2 * \frac{(2) \text{ L } NH_3}{(3) \text{ L } H_2} = \boxed{83.3 \text{ L } NH_3}$$

ويمكن طريقة ثانية وهي إذا أعدنا أي الم صفة  $\rightarrow$  لا  $H_2$  و  $N_2$  و  
الكمية التي نطلع أقل هو الصحيح

معلومات مهمة تعرفها الفيزياء

\* absolute zero (K) =  $-273,15^{\circ}\text{C}$

Kelvin (K) =  $^{\circ}\text{C} + 273,15$

\* STP = Standard Temperature & Pressure

الحرارة والضغط القياسيين القاريان

Standard Temperature =  $273,15\text{ K} = 0^{\circ}\text{C}$

Standard Pressure =  $1\text{ atm} = 760\text{ mmHg}$

760 mmHg



$$V \propto \frac{T \cdot n}{P} \rightarrow V = \boxed{K} \frac{n \cdot T}{P}$$

الجميع يتساءل لماذا مع  
الحرارة = للحرارة  
المعروف

$$R = \frac{P \cdot V}{n \cdot T} \rightarrow \frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$$

في نفس جميع  
القوانين

حالة واحدة مقارنة

$$PV = nRT \rightarrow K$$

R: universal gas constant

$$R = 0,0821 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

① → if a gas goes

under any changes

→ P or V or n or T

② → at fixed conditions

على ظروف ثابتة



(1) قانون (أ) ما هي الوحدة إلا أن (T) يجب (K)

(2) -- يجب أن T (K) و P (atm) وال n (mole) وال v (L)

(mmHg) or (atm)  $P_2 = P_1 \leftarrow$

السنة السادسة

الحکم

عوہا

جاءه  
الملكة الولية  
للفاز

عن طريقه

$$d = \frac{\rho (M \cdot n)}{R T}$$

$$\rightarrow d = 91 \text{ L}$$

المكتبة والكتلة  
المولية لاي  
جاذبة ثابتة

Q. 22

$$V_{N_2} \rightarrow PV = nRT \rightarrow \frac{P V}{P} = \frac{n R T}{P} \rightarrow V = \frac{3.46 \text{ (mol)} (8.31)}{1} \cdot 298 = 84.6 \text{ L}$$

مسئله ۱۰۰۰: باید آن را حل کنیم.  $N_2$  و  $N_2O$  مولکولهای نیتروژن هستند.  $N_2$  و  $N_2O$  مولکولهای نیتروژن هستند.

$$n_{\text{N}_2} = \frac{150}{65.1604} = 2.307 \text{ mol} \rightarrow \frac{2.307 \text{ mole N}_2}{2} = 1.1535 \text{ mole N}_2$$

## أعوذ في القانون

+ Dalton's Law of Partial Pressure قانون دالتون للضغط الجزئي

- تفاعل الغازات مع بعضها في نفس الوعاء

@ 25°C in 5L container

|               |
|---------------|
| 0.1 atm $N_2$ |
| 0.2 atm $O_2$ |
| 0.1 atm $He$  |

$$P_{total} = \sum P \rightarrow P_{N_2} + P_{O_2} + P_{He} \rightarrow 0.1 + 0.2 + 0.1 = 0.4 \text{ atm}$$

و يجب ان يكونوا نفس الوحدة  
must be same unit

\* اذن الضغط الكلي هو مجموع ضغط الغازات مع بعضها

\* والضغط الجزئي هو ضغط كل غاز على حدة

\* وحرارة كل غاز على حدة نفس درجة الحرارة 25°C

\* ~~والحجم لكل غاز على حدة هو 5L~~

\* والحجم لكل غاز على حدة يساويها (5L) في نفس الوعاء

\*  $V \& T$  is constant

\* اذن سيبقى تغير الضغط لكل غاز هو تغير عدد المولات (n)

Dalton's Law  $\rightarrow$  Relation between  $P \& n$  at same  $T \& V$

$$\frac{P_1}{n_1} = \frac{P_2}{n_2} \rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

علاقة طردية



$$P_{O_2} > P_{N_2} = P_{He}$$

$$n_{O_2} > n_{N_2} = n_{He}$$

$$n_{total} = \sum n = n_{N_2} + n_{O_2} + n_{He}$$

$$1 + 2 + 0.5 = 3.5 \text{ mole}$$

علاقة طردية بين الضغط والكمية

|              |
|--------------|
| 1 mol $N_2$  |
| 2 mol $O_2$  |
| 0.5 mol $He$ |

$$P_{O_2} > P_{N_2} > P_{He}$$

\* Same container  $\rightarrow$  نفس الوعاء \*

$$P = \frac{nRT}{V} \rightarrow P_{gas A} = \frac{n_A RT}{V}$$

$$P_{total} = \frac{n_{total} RT}{V}$$

$V$  و  $T$  ثابتين  $\rightarrow$  نفس الوعاء ودرجة الحرارة  
التي تختلف هي  $(n)$   
 $R$  ثابت (8.314)

\* mole fraction  $\rightarrow$  نسبة المولات  
 $x_{gas A}$

$$x_A = \frac{n_A}{n_{total}}$$

\* نسبة المولات لغاز A

\* مجموع نسب الغازات = 1

$$\sum x_i = 1$$

$$x_{N_2} = \frac{n_{N_2}}{n_{total}} = \frac{1}{3.5} = 0.2857$$

$\approx 0.133 \text{ mole}$

|             |
|-------------|
| 1 mol $N_2$ |
| 2 mol $O_2$ |

على المولات

$$n_{total} = 1 + 2 = 3 \text{ mole}$$

PRENKO

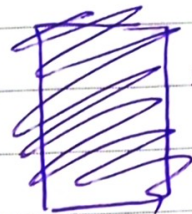
$$X_{O_2} = \frac{n_{O_2}}{n_{total}} = \frac{2}{2.5} = \boxed{0.87}$$

or

$$X_{O_2} + X_{N_2} = 1 \rightarrow X_{O_2} = 1 - 0.133 = \boxed{0.87}$$

في نفس الوعاء واذن في نفس الوعاء واذن نفس الوعاء

$$X_A = \frac{n_A}{n_{total}} = \frac{P_A \cdot V / RT}{P_T \cdot V / RT}$$



في نفس الوعاء

في نفس الوعاء واذن في نفس الوعاء واذن نفس الوعاء

$$X_A = \frac{n_A}{n_T} = \frac{P_A}{P_T}$$

\* at same  $V$  &  $T$  (same container)   
 نفس الوعاء

$$\frac{P_A}{P_T} = P_{total} \cdot X_A \quad n_A = n_{total} \cdot X_A$$

الضغط الجزئي  
للغاز

Q P. 67 EX. 11

$$P_{O_2} = 156 \text{ torr} \quad \leftarrow P_{total} = 743 \text{ torr}$$

in air   
 ← الهواء عبارة عن خليط غازات

$$X_A = \frac{n_A}{n_{total}} = \frac{P_A}{P_{total}} \rightarrow \frac{P_{O_2}}{P_{total}} = \frac{156 \text{ torr}}{743 \text{ torr}} = 0.210$$

← same unit



Q P. 69 EX. 12

$$X_{N_2} = 0,7808 \quad P_{total} = 760 \text{ torr} \quad P_{N_2}$$

$$X_{N_2} = \frac{P_{N_2}}{P_{total}} \Rightarrow 0,7808 = \frac{P_{N_2}}{760} \rightarrow P_{N_2} = 593 \text{ torr}$$

الملاحظة في السؤال

If air contains only  $N_2$  &  $O_2$  gas find  $O_2$  partial pressure?

إذا كان الهواء فقط  $N_2$  و  $O_2$  احس ضغط  $O_2$

$$P_{total} = P_{O_2} + P_{N_2} \rightarrow P_{O_2} = P_t - P_{N_2}$$

$$760 - 593 = 167 \text{ torr}$$

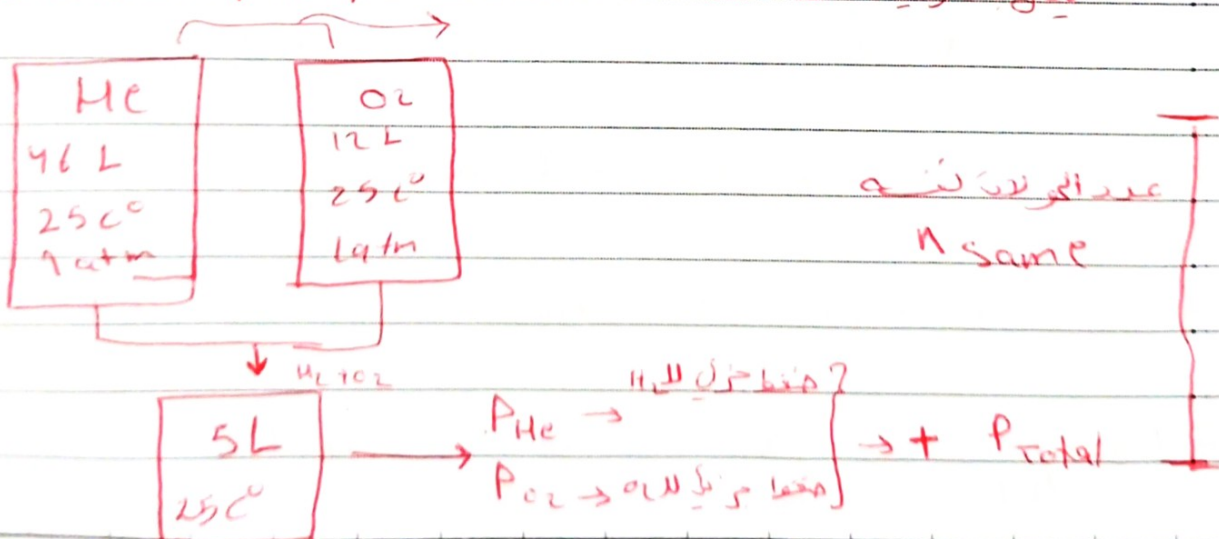
$$\rightarrow X_{O_2} + X_{N_2} = 1 \rightarrow X_{O_2} = 1 - X_{N_2} \rightarrow 1 - 0,7808$$

$$\rightarrow \frac{X_{O_2}}{1} \times \frac{P_{O_2}}{P_t} \rightarrow P_{O_2} = X_{O_2} \times P_t$$

$$= 0,22 \times 760 = 167 \text{ torr}$$

EX. 10 P. 59

ليس بالضرورة نفس الحرارة والضغط



$$n_{He} = \frac{PV}{RT} = \frac{1(46)}{0.0821(298)}$$

1.88 mole

$$n_{O_2} = \frac{PV}{RT} = \frac{1(12)}{0.0821(298)} = 0.49 \text{ mole}$$

ans

$$P_{He} = \frac{nRT}{V} \rightarrow \frac{1.88(0.0821)(298)}{5} = 9.2 \text{ atm}$$

$$P_{O_2} = \frac{nRT}{V} = \frac{0.49(0.0821)(298)}{5} = 2.4 \text{ atm}$$

$$\Sigma P_{total} = 2.4 + 9.2 = 11.6 \text{ atm}$$

ans

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$$

$$\text{For He} \rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$1(46) = P_2(5) = 9.2 \text{ atm}$$

$$\text{For } O_2 \rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$1(12) = P_2(5) \rightarrow 2.4 \text{ atm}$$

$$\Sigma P_T = 9.2 + 2.4 = 11.6 \text{ atm}$$

Calculate mole fraction

2/2/21

$$X_{He} = \frac{n_{He}}{n_T} = \frac{P_{He}}{P_T} = \frac{9.2}{11.6} = 0.79$$



$$X_{O_2} = \frac{P_{O_2}}{P_T} = \frac{24}{116} = 0.206 \approx 0.21$$

or

$$X_{O_2} + X_{He} = 1 \rightarrow X_{O_2} + 0.79 = 1$$

$$X_{O_2} = \boxed{0.21}$$

### \* collecting gases over water p. 73

اولا ان الماء يملأ الوعاء وعند ادخال الغاز عليه  
يصبح ضغط الغاز في الوعاء فينزل جزيء من الماء في الوعاء الذي هو ملاحظه  
(عالي)

ويكون الغاز فوق سطح الماء ويكون هذا الغاز رطب نقي

منه فوق الماء والماء مادة متطايرة

$H_2O \rightleftharpoons gas$  في الوعاء لهذا نفس الحجم والحرارة والضغط بينهم فقط  
P و n

ويسمى الغاز بالغاز الرطب (wet gas)

$$P_{measured} = P_{gas} + P_{H_2O}$$

(wet gas) dry

$$P_{total} = P_{gas} + P_{H_2O} @ T$$

عن حرارة معينة  
in Tables

Q P75 Ex. 13

\* over water → فوق الماء

$$P_{measured} (wet gas) = 738 \text{ torr} \quad / P_{water} @ 20^\circ C = 17.54 \text{ torr}$$

a)

$$P_T = P_{\text{gas}}^{\text{dry}} + P_{\text{water}} @ 20^\circ \text{C}$$

(H<sub>2</sub>O)

$$720 = X + 17.54 \rightarrow X \approx 720 \text{ torr}$$

المسألة إذا طلب (n<sub>O<sub>2</sub></sub>) و (n<sub>H<sub>2</sub>O</sub>)

$$n_{O_2} = \frac{P_{O_2} \cdot V}{RT}$$

يوجد P<sub>O<sub>2</sub></sub> هو 760 ÷ atm ÷ torr

$$n_{O_2} = \frac{\frac{760}{760} \cdot 0.310}{0.0821 \cdot 293K}$$

1000 ÷ L // mL هو V //

273 + K // ° // T //

$$= \boxed{\phantom{000}}$$

$$n_{H_2O} = \frac{(17.54/760) \cdot (0.310)}{0.0821 \cdot 293} = \boxed{\phantom{000}}$$

b) STP → T = 273K

ظروف قياسية

P = 1 atm = 760 torr

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \rightarrow \frac{720 \cdot 310 \text{ mL} \cdot \frac{760}{760}}{293} = \frac{760 \cdot V_2}{273}$$

$$\rightarrow V_2 = 274 \text{ mL} \rightarrow V_2 = 0.274 \text{ L}$$



## \* Kinetic Theory & the gas law الطاقة الحركية للغازات

يمكن أن تزيد الطاقة الحركية للأجسام، يجب أن تزيد حرارتها

$$\text{Kinetic energy (K.E)} \propto T$$

$$\begin{aligned} K.E &= K \cdot T \\ \rightarrow K.E &= \frac{3}{2} RT \end{aligned} \quad \begin{aligned} K &= \frac{3}{2} R \\ T &: \text{كلفين (K)} \\ R &: 0.0821 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \end{aligned}$$

Joul

$$R: 8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \checkmark \checkmark$$

So  $\rightarrow K.E \uparrow$  as  $T \uparrow$

$$\rightarrow K.E = \text{Joul} = \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot \text{K} \rightarrow \frac{\text{J}}{\text{mol}}$$

\* الطاقة الحركية المحسوبة من هذا القانون (هي الطاقة الحركية لمول واحد من المادة) وإذا أردت بعدد مولات معينة ينزب القانون بعد المولات ~~في~~ اللازم

$$K.E = \frac{3}{2} RT (n)$$

$$J = \frac{3}{2} \cdot \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot \text{K} \cdot \text{mol} \rightarrow J = J$$

$$K.E = \frac{3}{2} RT \cdot \frac{m}{M.M} = \frac{1}{2} m u^2 \rightarrow KE = 3RT \frac{m}{M.M} = m u^2$$

كميائياً      فيزيائياً

$$u = \sqrt{\frac{3RT}{M.M}} \rightarrow u_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3RT}{M.M}}$$

velocity

$$\bar{u}_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M \cdot M}}$$

rms : root mean - square speed

جذر متوسط مربع السرعة

السرعة تعتمد على (M.M \* T)

$\bar{u}_{rms} \uparrow$  as  $T \uparrow$

$\bar{u}_{rms} \uparrow$  as  $M.M \downarrow$

طردية  
عكس  
دوسية

$$m/s = \sqrt{\frac{J}{kg}} \rightarrow m/s \neq \sqrt{\frac{J}{g}}$$

$$KE = \frac{3}{2} RT \cdot n = \frac{1}{2} m v^2$$

ولذلك يجب ان اخذ الوحدات

$$J = kg \cdot \frac{m^2}{s^2}$$

$$m/s = \sqrt{\frac{kg \cdot \frac{m^2}{s^2}}{kg}} \rightarrow \sqrt{\frac{kg \cdot \frac{m^2}{s^2}}{kg}} = m/s$$

له ولذلك يجب ان يكون وحدة

(M.M) في  $\frac{kg}{mol}$

$$\rightarrow \bar{u}_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M \cdot M}}$$

$$R : 8.314 \frac{J}{mol \cdot K} \rightarrow \frac{kg \cdot \frac{m^2}{s^2}}{mol \cdot K} / M.M : \frac{kg}{mol}$$



### Exercise 1. P. 84

M.M

$$\underline{\text{He}} = 4 \text{ g/mol} \text{ \& } \underline{\text{N}_2} = 28 \text{ g/mol}$$

$$\text{So } (\overline{u_{\text{rms He}}} > \overline{u_{\text{rms N}_2}})$$

M.M

$$\rightarrow \text{He} = 4 \times 10^{-3} \text{ kg/mol} \text{ \& } \text{N}_2 = 28 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$$

$$T = 25 + 273 = 298 \text{ K}$$

$$u_{\text{rms He}} = \sqrt{\frac{3 (8.314 \text{ J/K.mol}) (298 \text{ K})}{4 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}}}$$

$$= \sqrt{1.86 \times 10^6 \text{ J/kg}} \rightarrow \text{m/s}$$

$$= \sqrt{1.86 \times 10^6 \text{ kg.m}^2/\text{kg.s}^2} = \sqrt{1.86 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{s}^2}$$

$$= 1.36 \times 10^3 \text{ m/s}$$

$$u_{\text{rms N}_2} = \sqrt{\frac{3 (8.314 \text{ J/K.mol}) (298 \text{ K})}{28 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}}}$$

$$= \sqrt{2.65 \times 10^5 \text{ J/kg}} \rightarrow \text{m/s}$$

$$= \sqrt{2.65 \times 10^5 \text{ kg.m}^2/\text{kg.s}^2}$$

$$= 515 \text{ m/s}$$

\* ظواهر الغازات أو مضارط الغازات ← P. 85

1- الانتشار (Diffusion) وهي عملية عشوائية

ويتم انتشار الغاز عند مزج غاز آخر

وتختلف سرعة الانتشار في فصل الصيف والشتاء

فصيف تكون سرعة انتشار الغاز أسرع من شتاء

والغاز الخفيف يحتاج وقت أقل للانتشار مقارنة بالغاز

الثقيل  
يعني ينتشر بسرعة

2- التنبثق (Effusion) حركة جزيئات الغاز من خلال

فتحة صغيرة جداً إلى الفراغ  $mass$

سرعة التنبثق الغاز يعتمد على الحرارة والكتلة المولية  $M.M$

عندما تكون الحرارة عالية يتدفق الغاز بسرعة من ثقبه الغاز  
تزداد

3- إذا كان عنبري غازية يتدفق الغاز من ثقبه الغاز المتدفق  
يتدفق بكل اتجاه وتتمتع بقدرة الغاز الآخر (الكتلة المولية)

مع زيادة سرعة الغازية تزداد  $T$  و  $V$  ويختلف  $M.M$

\* Graham's Law of effusion P. 88

$$\frac{\text{rate gas 1}}{\text{rate gas 2}} = \frac{\text{speed gas 1}}{\text{speed gas 2}}$$

$$\frac{\text{rate gas 1}}{\text{rate gas 2}} = \frac{\sqrt{\frac{3RT}{M.M_1}}}{\sqrt{\frac{3RT}{M.M_2}}} = \sqrt{\frac{M.M_2}{M.M_1}}$$



$$* \frac{\text{rate gas 1}}{\text{rate gas 2}} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}}$$

↑ ↑  
كثافة air

\* Result: Rate of effusion is inversely proportional to molecular mass of gas

سرعة تدفق الغاز تتناسب عكسياً مع الكتلة الجزيئية للغاز (معدل)

EX. 14 → p. 90

$$M.M_{H_2} = 2.016 \text{ g/mol} \quad \& \quad M.M_{UF_6} = 352.02 \text{ g/mol}$$

ما يسبق من الـ إلى اليسار ومن الـ إلى اليمين (ويضبط وضع الأسطر في اليمين واليسار بالحقول) وليس شرطاً

$$\frac{\text{Rate } H_2}{\text{Rate } UF_6} = \sqrt{\frac{M.M_{UF_6}}{M.M_{H_2}}} = \sqrt{\frac{352.02}{2.016}} = 13.12$$

$$\text{Rate } H_2 = 13.12 \text{ Rate } UF_6$$

Your Turn! P. 92

CH<sub>4</sub> need 3 min to diffuse low

SO<sub>2</sub> need ? min to diffuse low

تحتاج M.M. والوقت M.M. يحتاج وقت أقل

الوقت يحتاج وقت أكثر

$$M.M_{CH_4} = 16 \text{ g/mol}$$

$$M.M_{SO_2} = 64 \text{ g/mol}$$

SO<sub>2</sub> heavier (M.M.<sub>SO<sub>2</sub></sub>) > M.M.<sub>CH<sub>4</sub></sub>

slower → need more

← time (3 min) هو

خيار A & C & D يتفق E & B يتفق

ولكن احب الوقت اخذ نسبة السرعة بينهم

$$\rightarrow \frac{\text{rate } \text{CH}_4}{\text{rate } \text{SO}_2} = \sqrt{\frac{M \cdot M_{\text{SO}_2}}{M \cdot M_{\text{CH}_4}}} = \sqrt{\frac{64}{16}} = \boxed{2}$$

is

$\rightarrow \text{rate } \text{CH}_4 = 2 \text{ rate } \text{SO}_2 \rightarrow \text{CH}_4 \text{ 2 times faster than SO}_2$

$\rightarrow \text{need 2+ times of CH}_4$

$$2 \times 3 = 6 \text{ min}$$

E. 6.0 min

or

$$\text{rate} = \text{speed} = \frac{d}{t}$$

$$\frac{\frac{d}{t}(\text{CH}_4)}{\frac{d}{t}(\text{SO}_2)} = 2 \rightarrow \frac{\frac{10}{3 \text{ min}}}{\frac{10}{t \text{ min}}} = 2$$

$$3 \times \left( \frac{1}{3} \times t_{\text{min}} = 2 \right) \rightarrow t_{\text{min}} = 6$$

$$\text{rate } \text{CH}_4 = 2 \text{ rate } \text{SO}_2$$

$$\frac{m}{t} = \frac{10}{3} = 2 \text{ rate } \text{SO}_2 \rightarrow \text{rate } \text{SO}_2 = \frac{10}{6}$$

$$\text{rate } \text{SO}_2 = \frac{m}{t}$$

$$\frac{10}{6} = \frac{10}{t}$$

$\rightarrow t = 6 \text{ min}$



# IMF

## \* chapter 11 : Intermolecular Forces & Liquids & Solids

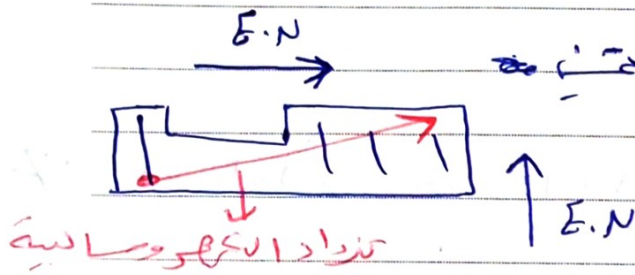
قوة التجاذب بين الجزيئات

### - Electronegativity (E.N)

الكهرسالية

\* how strong an atom can pull electrons toward itself when its part of a compound

\* قدرة عناصر على جذب الإلكترونات بأنواعها لتكون جزيء من مركب



و حسب الجدول الدوري الكهرسالية تزيد من

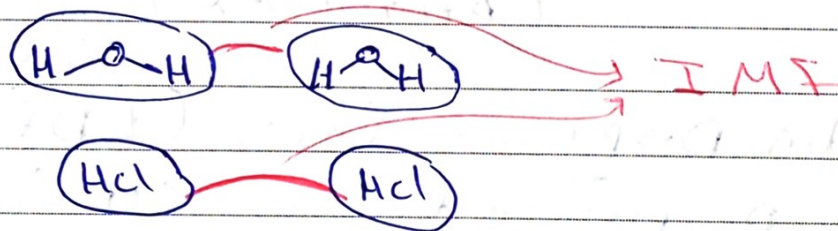
high E.N atoms

الذرات الكهرسالية

$$N < O < F$$

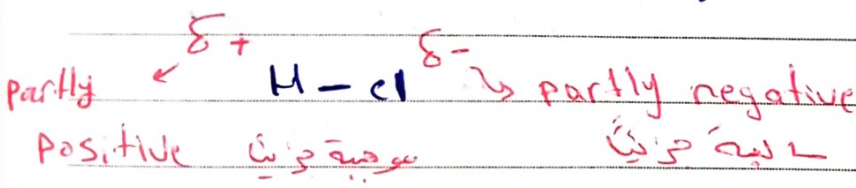
## \* Intermolecular forces : قوة التجاذب وليس قوة الربط (IMF)

كيفية اقتران جزيئين من نفس النوع مع بعضهما البعض ويجذبوا بعض



من العوامل التي تؤثر على الجزيئات هذه (E.N) (قوة التجاذب بين)

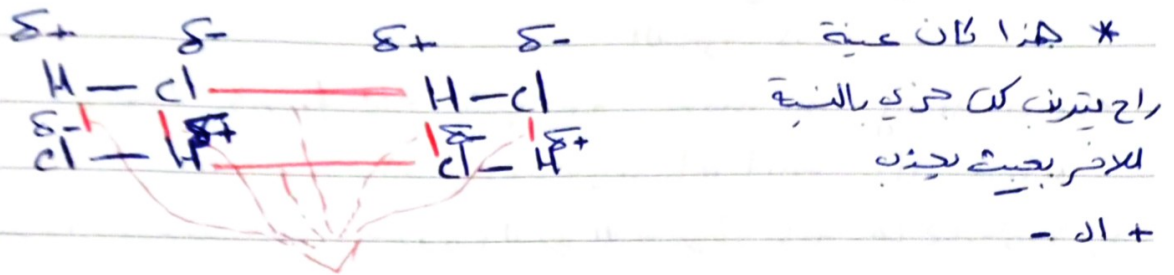
منه في (E.N) <



لذلك الكهرسالية لـ H < E.N < E.N<sub>H</sub> ولذلك يجذب (H) الإلكترونات

أو السالبة لدرجة أقوى أكبر من (H) لأن E.N أكبر

ويسمى هذا الجزيء  $\delta^+ \delta^-$  dipole (قطب ثنائي)  
وتكون السبب اختلاف اوت فرق الكهروستاتيكية بين  $\delta^-$  Cl و  $\delta^+$  H



## \* Intermolecular Forces (IMF)

\* اذن اول نوع من (IMF) هو: Dipole-Dipole (D.D) IMF

↳ between polar Molecules (substances)

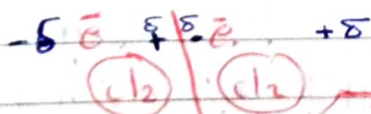
هو الذي ينتج بين المواد القطبية وذلك عن طريق الاختلاف في (E.N)

(Different E.N)

\* اذن ثاني نوع من (IMF) قوى لندن  
المتحثة London Dispersion Forces (LDF)  
or Dispersion Forces (LDF)

↳ Same E.N  
between non polar substances

ينتج بين المواد الغير قطبية  
لا يوجد اختلاف في الكهروستاتيكية  
Cl-Cl



غير اقتراب الجزيء من بعضها  
يسبب قطب متحثة لحظي  
(Instantaneous dipole)

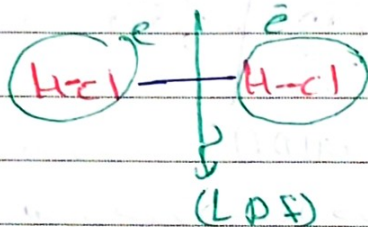


**الجزئيات**

- القطبية هي التي تحتوي دارة مختلفة في الترميز (D-D)
- غير " " لا يوجد اختلاف في الترميز (١٥٢)

→ all Hydrocarbons (contain only C & H) are non-polar  $E.N.C \approx E.N.H$  تحتوي هيدروكربونات فقط

\*  $I_2 \rightarrow I-I$  Non-polar نفس الذرة ونفس E.N.  
 \*  $C_3H_6 \rightarrow C-H$  " " " " ليونف الذرة لكن نفس E.N.  
 \*  $C_3H_6O \rightarrow$  Polar مختلف (O) فالذرة اعتدال قطب



أي جزئيين يحكمه أن يحدث بينهم قلب مستحدث ~~له~~ لأن يحتوي كل جزئياً (ق) تدور حوله لذلك يستطعموا أن يولوا **أقلب** مستحدثاً لذلك نستنتج أن قوى لندن موجودة في جميع المواد وتعتبر خاصة عامة ~~لجميع~~ لجميع المواد وخاصة للأحزاء غير القطبية

Exist is all substances

A  
 معین من (HCl) مایه انواع التجارب لایه 9  
 - بحوث 13 D-D 2 LDF

B  
(Cl<sub>2</sub>) صاهين انواع التجاب لده؟  
- بجواب (D) LDF

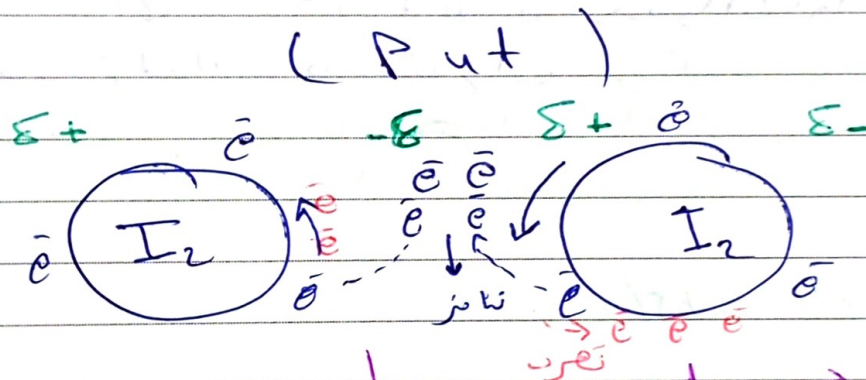
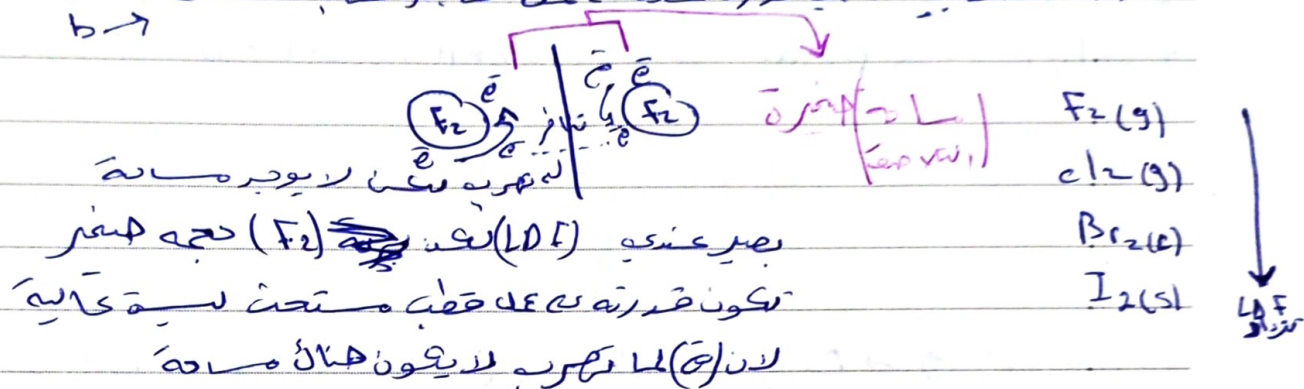
٦ قوى لندن بشكل عام هي ضعيفة لكن ليس دائما  
وتتغير قوى لندن مع بعض العوامل

1- Factors that affect LDF → العوامل التي تؤثر على قوى

لبن a - polarizability الاستقطاب

b - Shape & mass & size - الشكل والكتلة والحجم

الاستقطابية: هي قدرة المادة على إطفاء (إقصاء مستقطبة)  $\rightarrow a$   
 $\rightarrow b$



(إضافة) تيرة.   
 لا ضرر تناظر ممكن يجمع (ق) أو الكثر و (ن) وتجمع   
 بكل سهولة بعد هناك ملحة   
 ويكون لديه (ق) قدرة كبيرة على الاستيعاب

- استحقاق يتحكم بها الحجم والكتلة
- كلما زادت الحجم أو الاستحقاقية تزداد قوى لندن.



$\leftarrow \text{as } M.M \uparrow \Rightarrow LDF \uparrow$



M.M  $\rightarrow$

LDF  $\rightarrow$

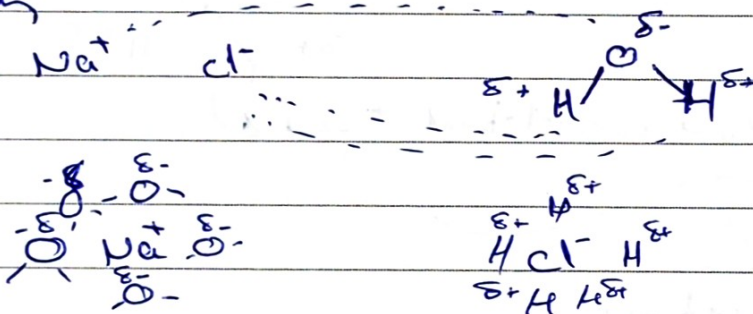
IMF

كلما كانت الميالة أكبر تكون قوة التجاذب أكبر  
ملاحظة

③ Ion-Dipole forces (IMF)  $\rightarrow$  I-D

between ions & polar substances

مثال على الملح ذائب الماء  $H_2O \times NaCl$   
سوف يتحلل دافئ الماء



I-D  $\leftarrow H_2O \times Na^+$   
I-D  $\leftarrow H_2O \times Cl^-$

④ هذا النوع الرابع من (IMF) يسمى كالتالي النوع الثالث D-D

1.1 H-bonding

① ولعلنا نعلم عندنا H-b يجب ان تكون وحدة من المواد قطبية مع اسفل

① one of the molecules must be polar

② " " " substances " have (H) atom bonded directly to a high E.N. atom

PRENKO

② يجب واحد من المواد يكون لديه هيدروجين مرتبط مباشرة مع ذرة عالية الكهرسلبية (E.N.)  
 $N-H, O-H, H-F$   
 $F, O, N$

إذا كان الطرف الثاني متحقق في الجزئية ما في رأيك تحقق هذا الطرف الثاني

③ The other molecule must have a high E.N atom (N, O, F)

يجب أن يكون موجود (N أو O أو F)

لك شرط واحد أنه يتحقق في الطرف بوحدة صافي

الطرف (2 و 3) يجب أن يتحقق لك شرط

بجزيء

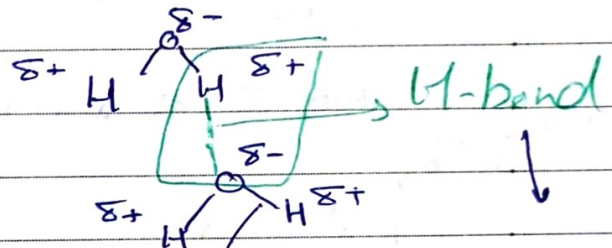
1 - Polar ✓ 2 - H-O ✓ 3 - O ✓

ما هي قوى التجاذب التي تظهر

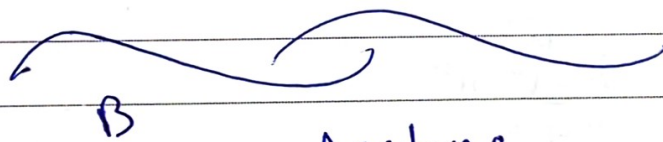
① D-D ← إذا في D.P

② LDF ← بقوى إذا

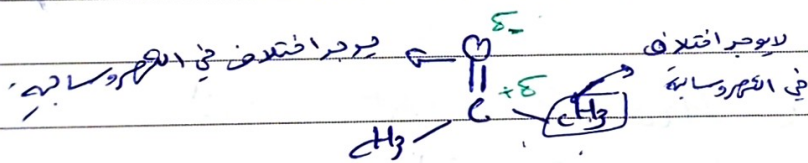
③ H-bond ← في H-bond



يجب أن تكون  
بجزيئية مختلفة  
H-bond لأنه شرط الجزئية



Acetone

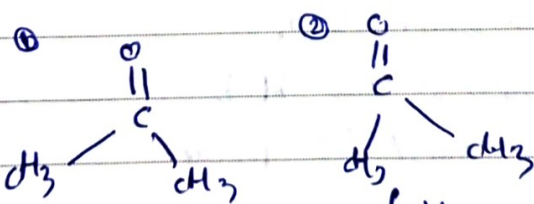


(Imf) types

① - LDF? أنواع قف التجاذب

② - D.D ← بقوى إذا في H-bond

H-bond ← يجب أن التحيل أن هناك جزيئية + يتكون لكي اشوف الشروط



1 - Polar ✓

2 - H-O ✓

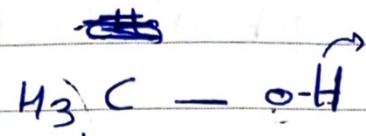
الطرف الثاني لم يتحقق ولا يأتي جزء

لأن لا يوجد له (H-bond)



# Methanol

(IMF) types



يوجد اختلاف

له لا يوجد التماثل في

التركيب

1-LDF

2-D-D



تختص جزئياً ويضع السطح

H-bond



1-polar ✓ في الجزيء

2-H-O ✓ " "

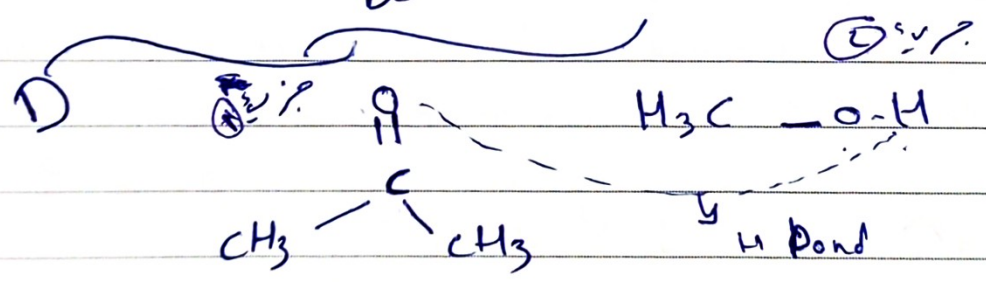
3-O ↑ EN اذا المثل (2) تحقق في

الجزيء اذن خلاص في H-bond

1-LDF

2-D-D

3-H-Bond



- IMF types

LDF-1

2-polar في الجزيء اذن D-D مع يسوف H-bond

1-Polar ✓

2-H-O ✓ في جزئي 2

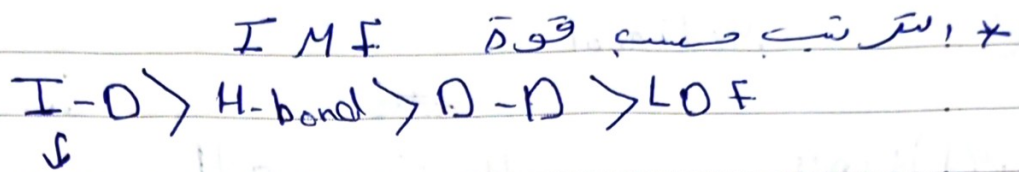
3- → يجب ان يتحقق

تحقق في واحد من الجزيئين عالي موزون في يتحقق بالثاني

PRENKO

وفي هذا الجزيء يوجد واحدة من H اذن اذ كمالية الجزيء متساوية

وصي (10)  $\sqrt{3-0.5} \checkmark$



لأن العذب يكون أخف

كاملة وليس جزء

إذا جزيء جزيئ لها نفس قوة التجاذب تنتقل لمصنف M.M

| (A)    | (B)    | } نفس القوى للجزيئية<br>اذن نذهب لـ M.M التي تملك<br>التي تكون قوى الجذب اقل |
|--------|--------|------------------------------------------------------------------------------|
| D-D    | D-D    |                                                                              |
| H-bond | H-bond |                                                                              |
| LDF    | LDF    |                                                                              |

\* Physical Properties that depend on IMF.

الخصائص الفيزيائية التي تعتمد على قوة التجاذب

① Vapor pressure (V.P) ضغط بخاري

للموائد المتطايرة. Volatile liquids

ويكون قوى التجاذب ضعيفة

ويمكن تكون المادة متطايرة بسهولة وتتغير جزيئاتها وتتحول من الحالة السائلة للجارية فتتكون قوى التجاذب بين الجزيئات هشة فالمقد البخاري راح يكون اقل زنة راح يصير اسهل للمادة ان تبتخر

قوة تجاذب قتل  
as IMF ↑ ⇒ V.P ↓ ⇒

② Boiling Point (b.P) درجة الغليان & melting Point (m.P) درجة الانصهار  
تتحول من سائل → غاز تحول من ل (ل) غاز L → g



- ولتحديد تحول المادة من (s → l) أو (l → g) يجب أن اعطيها كمية حرارة عالية  
 لتلتغص قوى التجاذب فأذا كانت المادة قوية لتجاذب لها عالية مثل (s) يجب  
 يحتاج حرارة أكبر

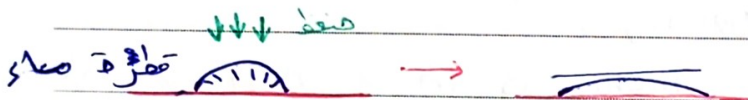
as  $IMF \uparrow \Rightarrow b.p \text{ or } m.p \uparrow$

### ③ Surface tension التوتر السطحي

قوة الطاقة اللازمة لزيادة مساحة السطح للأنسجة

resistance

مقاومة المادة للزيادة في مساحة السطح  
 resistance to increase in surface area



- وكلما كانت قوة التجاذب عالية فأن القوى اللازمة للحفاظ عليها في  
 المادة عند طرفه مثل (قطرة معدنية) تحتاج قوى أكبر والتوتر السطحي  
 أقوى. فالعلامة طردية بين التوتر وقوة التجاذب

as Strong intermolecular forces (IMF)  $\uparrow \Rightarrow$  High surface tension  $\uparrow$

### ④ Viscosity اللزوجة

↳ resistance to flow

مقاومة المادة للتدفق

فكلما كانت المادة لزجة كان التدفق أصعب وقوى التجاذب أقوى

as  $IMF \uparrow \Rightarrow$  viscosity  $\uparrow$  منك اللزج

~~اللزج~~ الارتفاع إلى حد 2

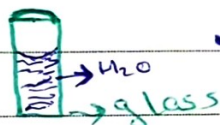
# خاصية ايضا (IMF) قوى التماسك والتجاذب 5) cohesive & adhesive forces

between same substance      between different substances

1 + 2 بالتوازي انهما نفس القوة الجاذبة لا يكونوا مع بعض  
 - مادة - A & B mixture  
 A-A → cohesive      خليط من مادتي A و B  
 B-B → cohesive  
 A-B → adhesive

مقرر من الامتحان

EX: water forms a concave meniscus in a narrow glass tube



عند وضع الماء في انبوب زجاجي تكون مقعرة من الداخل

لأنه نوع من القوى  
 H<sub>2</sub>O مع H<sub>2</sub>O → cohesive  
 الماء مع الماء

H<sub>2</sub>O مع glass → (SiO<sub>2</sub>) adhesive

1-D-D

→ 2 Polar ✓

3 H-O ✓

في SiO<sub>2</sub>

2-LDE

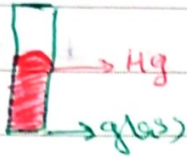
↓ H-bond ✓

3-H-bond

adhesive > cohesive } هو سبب تقعر السوائل في الزجاج  
 Glas - Liquid      Liquid - Liquid



نصف  
محدد  
Ex: mercury forms a convex meniscus in a narrow glass tube.



Hg - Hg cohesive  
Hg - glass adhesive

• لا يوجد قوى تجاذب بين

Hg مع glass

adhesive < cohesive

• قوة جذب الزئبق لنفسه اى

من قوة جذب زئبق لـ glass اى Hg

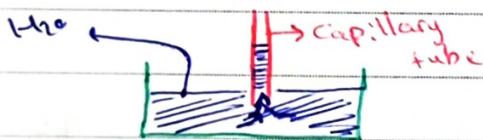
• خاصية اخرى تعتمد على قوى التلاصق والتجاذب .

الناسيب الشعرية

capillary tube → very very narrow glass tube

- water level inside a capillary tube is higher than out side .

مستوى الماء داخل الأنبوب اى من الخارج



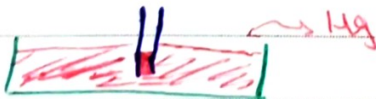
بسبب قوة جذب الماء الى glass

يجذب الماء الى السطح

adhesive > cohesive

H<sub>2</sub>O - glass > H<sub>2</sub>O - H<sub>2</sub>O

- Hg level inside a capillary tube is lower than out side .



cohesive > adhesive

Hg - Hg > Hg - glass

## درس 22 من السلسلة

\* Ice is less dense than water

الجليد أقل كثافة من الماء لذلك يطفو فوقه ويوجد

السبب هو (H-bond) ففي الماء عدد H-bond

أقل من الجليد الصلب لذلك

يصعب على الروابط الحرة وتكون

H-bond

وتكون أقل كثافة للماء عند

درجة حرارة  $(4^{\circ}\text{C})$  وعند (H-bond) يكون أقل كثافة أي

(لما تقل الحرارة) يصبح الجليد للماء (H-bond) تقل كثافته أكثر  
(عن  $0^{\circ}\text{C}$ )

ولذلك الزيادة في الحرارة تقل تكون (H-bond)

## درس 23 من السلسلة

Solid  $\xrightarrow[\text{fusion}]{\text{Melting or}}$  Liquid  $\xrightarrow[\text{تبخير}]{\text{vaporization}}$  Gas

الانصهار

Solid  $\xleftarrow[\text{تجميد}]{\text{Freezing}}$  Liquid  $\xleftarrow[\text{تكثيف}]{\text{condensation}}$  Gas

Solid  $\xrightarrow[\text{التسامع}]{\text{sublimation}}$  Gas

Gas  $\xrightarrow[\text{تسكك أو ترسيب}]{\text{Deposition}}$  Solid

$$\Delta H = H_f - H_i$$



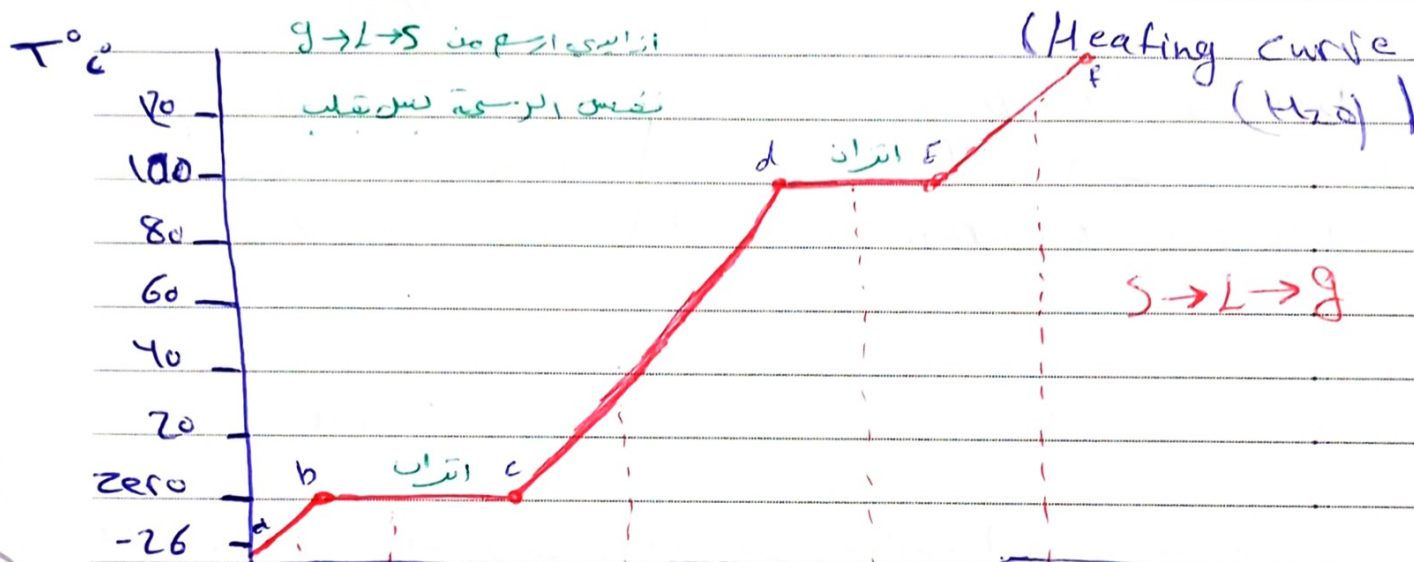
\*  $\Delta H_{\text{Melting}} = -\Delta H_{\text{Freezing}}$

\*  $\Delta H_{\text{Vaporization}} = -\Delta H_{\text{condensation}}$   
(V.P)

\*  $\Delta H_{\text{Sublimation}} = -\Delta H_{\text{Deposition}}$

\*  $\Delta H_{\text{sublimation}} = \Delta H_{\text{Melting}} + \Delta H_{\text{Vaporization}}$

\*  $\Delta H_{\text{Deposition}} = \Delta H_{\text{condensation}} + \Delta H_{\text{Freezing}}$



Solid

تمت درجة الحرارة

لتشكل جميع جزيئات الماء

من الصلب للسائل (L to S) (من المادة)

Liquid

تمت درجة الحرارة لتشكل جميع الجزيئات للماء

من السائل للغاز (g to L) (من المادة)

Gas

$T = 100^\circ\text{C} \rightarrow$  boiling point  $\rightarrow$  درجة غليان (L to g)

$T = 0^\circ\text{C} \rightarrow$  fusion (Melting) انقارص (S to L)



Freezing

تجمد (L to S)

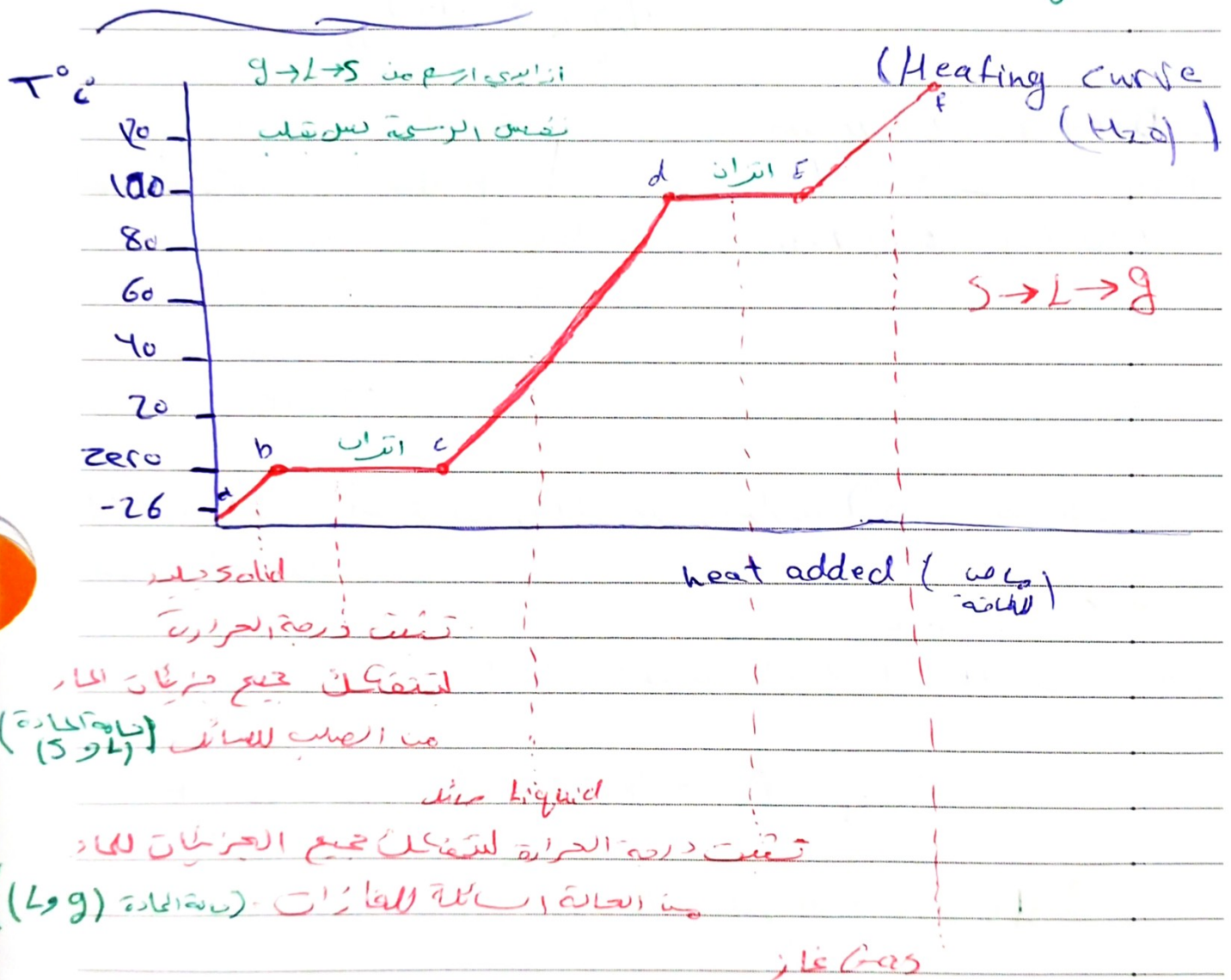
\*  $\Delta H_{\text{Melting}} = -\Delta H_{\text{Freezing}}$

\*  $\Delta H_{\text{Vaporization}} = -\Delta H_{\text{condensation}}$   
(U.P)

\*  $\Delta H_{\text{sublimation}} = -\Delta H_{\text{Deposition}}$

\*  $\Delta H_{\text{sublimation}} = \Delta H_{\text{Melting}} + \Delta H_{\text{Vaporization}}$

\*  $\Delta H_{\text{Deposition}} = \Delta H_{\text{condensation}} + \Delta H_{\text{Freezing}}$



$T^{\circ} = 100^{\circ}C \rightarrow$  boiling point  $\rightarrow$  درجة غليان  $(L \rightarrow g)$

$T^{\circ} = 0^{\circ}C \rightarrow$  Fusion (Melting) انصهار  $(S \rightarrow L)$

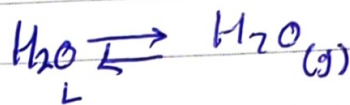
~~Freezing~~  $\rightarrow$  Freezing تجمد  $(L \rightarrow S)$



كما كانت درجة الغليان التي تكون  $\Delta T$  IMF  
 كمنطقة (T) حرارة / زان الضغط البخاري (P)  $\Delta P$   
 موجود بالدرجة  
 الضغط البخاري  
 curve 25

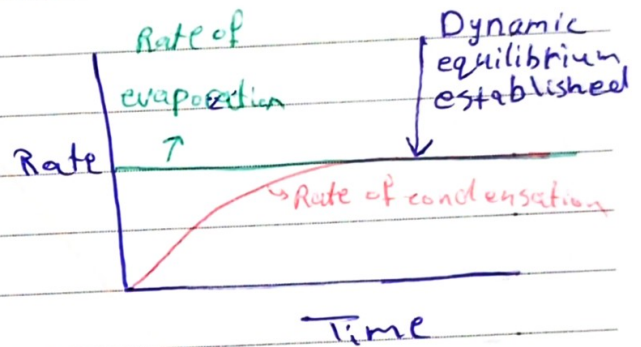
\* The equilibrium vapor pressure is the pressure measured when a dynamic equilibrium exists between condensation & evaporation.

اتزان ديناميكي في حالة التكثف والتبخر



- Dynamic Equilibrium

Rate of = Rate of  
 condensation evaporation



لماذا اذا ادي احرع لتبخر الماء بزيادة حرارته ؟ كونه يتم انهفاف  
 قوة التجاذب

25

الحالة

حرارة التبخر : حرارة لازمة لتحويل الحالة من سائل  
 لغاز

$$\Delta H_{vap} \uparrow \Rightarrow IMF \uparrow$$

دالة +

$$\Delta H_{vap} = -\text{slope} \cdot R$$

ويجب ان يكون slope (-)  
 تكونت قيمة  $\Delta H_{vap}$  (+)

$$\text{slope} \uparrow \rightarrow \Delta H_{vap} \uparrow$$

$$\left[ \begin{array}{l} \text{slope H}_2\text{O} > \text{slope C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5 \\ \Delta H_{\text{vap}}^A > \Delta H_{\text{vap}}^B \end{array} \right]$$

في المرسى

$$[\text{IMF } A > \text{IMF } B]$$

H<sub>2</sub>O → LDF

D-D

H-bond

$$[\text{V.P. } B > \text{V.P. } A]$$

C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub> →

$$[\text{boiling point } B > \text{boiling point } A]$$

LDF

D-D

$$B < A \text{ في المرسى}$$

في المرسى

$$- n - b.p = 100^\circ \text{C}$$

$$- n - m.p = 0^\circ \text{C}$$

n → Normal → 1 atm

في المرسى  
n - f.p

$$\text{density} = 1 \text{ g/mL}$$



# CH 12<sup>o</sup> - colligative Properties الخواص الكوليجاتيفية - Physical properties of solution

Solvent ( مذيب )                      Solute ( مذاب )

Ex:       $H_2O$                       +                      sugar

- Solvent > Solute

المذاب والمذيب يمكن يكونوا اي حالة - ① حالة سائلة

② سائلة سائلة - مادة تتحول

③ سائلة غازية

④ سائل سائل - مثل سبيكة ذهب

⑤ غاز غاز - لأنه موجود فيها ذهب

عند السواء يوم

بما تترك من غاز

يمكن يكون عنده أكثر من مذاب لكن المذيب واحد

(V.P)

Solutions

① Vapor pressure of ( الضغط البخاري )

② boiling Point Elevation

ارتفاع في درجة الغليان

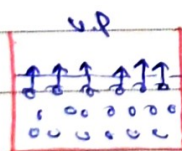
③ Freezing Point Depression

انخفاض في درجة التجمد

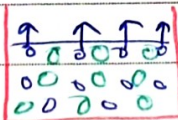
④ osmotic pressure

الضغط الاسموزي

⑦



sugar



→ the "sugar" called is solution. محلول

(H<sub>2</sub>O) مادة متطايرة أدون

لها ضغط بخاري والعزبان

التي تكون في السطح عليها أقل

السكر ليس له (VP) لأنه ليس متطاير

وبالتالي سوف يجد معدل تبخر  $H_2O$

وتقلل VP للمحلول

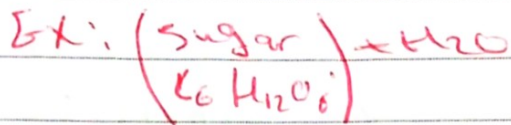
عوض تبخر

مذاب

مذاب

## 1.1 non-volatile non electrolyte solute

المذاب غير المتطاير غير متأيون



→ So adding non-volatile solute to a volatile solvent will lower the V.P of the solvent

إضافة مذاب غير متطاير إلى مذاب متطاير سوف يؤدي إلى انخفاض ضغط البخار

الضغط البخاري للمحلول سوف يقل عن الضغط البخاري للمذيب النقي

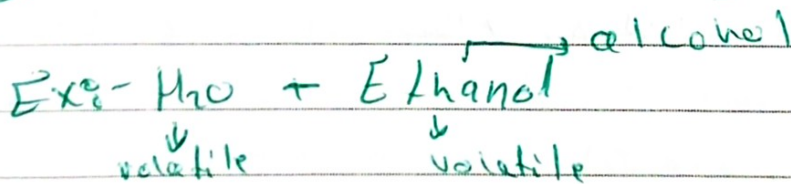
وهذه النسبة تدعى بـ  $X_{\text{solvent}}$  أو  $X_{\text{solute}}$  نسبة المول

$$P_{\text{solution}} = P_{\text{solvent}} \times X_{\text{solvent}}$$

$\downarrow$                        $\downarrow$                        $\downarrow$   
 solution V.P      o.V.P of pure solvent      mole fraction

$\sum X = 1$  [Raoult's law of ideal solution]   
 محلول مثالي

## 1.2 Volatile Solute مذاب متطاير



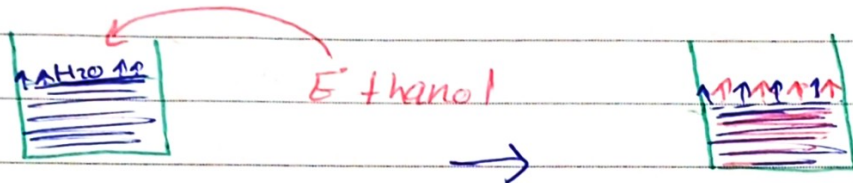


$$P_{\text{solution}} = P^{\circ}_{\text{solvent}} \cdot X_{\text{solvent}} + P^{\circ}_{\text{solute}} \cdot X_{\text{solute}} + \dots$$

$$X_{\text{solvent}} + X_{\text{solute}} = 1$$

high volatile substance  $\rightarrow$   $P_{\text{solution}}$   $\rightarrow$  low volatile substance

عند الضغط البخاري للمحلول، ما يكون نتيجة التوازن أقل  
من أقل من أي ضغط



هنا ضغط بخاري أعلى

أما الضغط البخاري

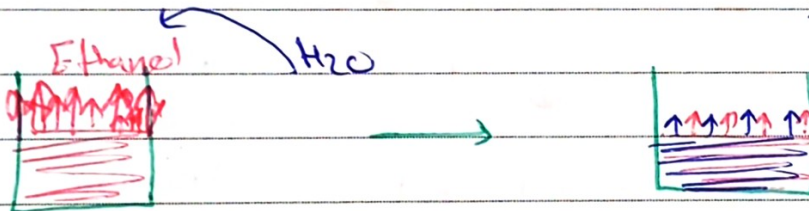
للمحلول، لأنه تم إضافة

مادة متطايرة فقط

البخاري إلى

$$P_{\text{H}_2\text{O}} < P_{\text{Ethanol}}$$

$$V.P. \text{ solution} > H_2O$$



نقل الضغط البخاري للمحلول

لأنه تم إضافة مادة متطايرة

فقط البخاري إلى

هنا ضغط بخاري أعلى

$$V.P. \text{ solution} < \text{Ethanol}$$

إذا كان عند مادة متطايرة وبنفسها مادة أقل تطاير فأن ضغط  
المادة المتطايرة

إذا كان عند مادة متطايرة وبنفسها مادة أقل تطاير فأن ضغط  
المادة المتطايرة

الضغط البخاري سوف يكون أعلى  $H_2O / V.P. < \text{Ethanol}$

PRENKO

Soln = Solution

$\chi_{\text{solvent}} \rightarrow$

بنسبة (100)

$P^{\circ}_{\text{solvent}} = \text{constant}$  (ثابت)

$$P_{\text{soln}} = \underbrace{P^{\circ}_{\text{solvent}}}_{\text{constant}} \cdot \chi_{\text{solvent}}$$

$$y = \underbrace{m}_{\text{slope (معدل)}} \cdot x \quad \left. \begin{array}{l} \text{صفحة (3)} \\ \text{بالنسبة} \\ \text{عقبات}$$

Slope =  $P^{\circ}_{\text{solvent}}$

لا يكون عند نقطة خاصة

لا يكون عند نقطة خاصة (100) بالأسفل

Ex: P. 4

Soln = 50 ml  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$  + 500 ml  $\text{H}_2\text{O}$

التي تتغير بالضغط البخاري عند درجة حرارة 25°C

$$P^{\circ}_{\text{H}_2\text{O}} = 23.8 \text{ torr}$$

\* Glycerin  $\rightarrow$  مادة غير متطايرة وثقيلة  
وبالتالي تسمى المادة صلبة ثقيلة، ضغط البخاري

$$P_{\text{soln}} < 23.8 \rightarrow$$

~~الضغط~~  $P^{\circ}_{\text{H}_2\text{O}}$  أقل من

وكم هي أقل ترجع لنسبة الغلiserin (Glycerin) في المحلول

إذا النسبة كبيرة، أي أن  $P_{\text{soln}}$  صغيرة كبيرة وإذا كانت قليلة، أي أن  $P_{\text{soln}}$  كبيرة قليلة.





$$P_{\text{soln}} = P_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{pure}} \cdot X_{\text{H}_2\text{O}}$$

$\downarrow$   $\downarrow$   
 ضغط مطلق مطلق

يجب ان اعرف مولات كل مادة  
كل من المذاب والمذيب

$$1. X_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{n_{\text{H}_2\text{O}}}{n_{\text{H}_2\text{O}} + n_{\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3}} =$$

ولكن اخرج (n) يجب ان احسك  
الحجم و مولات المذيب  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$

$$d = \frac{m_{\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3}}{V} \rightarrow 1,26 \frac{\text{g}}{\text{ml}} = \frac{m}{50 \text{ ml}}$$

$$m_{\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3} = 63 \text{ g} \quad \text{solute}$$

$$d = \frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{V} \rightarrow \frac{1 \text{ g}}{\text{ml}} = \frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{500 \text{ ml}}$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 500 \text{ g}$$

حقيقة  
( $d_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \text{ g/ml}$ )

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{m}{M.M} = \frac{500}{18} = 27,8 \text{ mol}$$

$$n_{\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3} = \frac{m}{M.M} = \frac{63}{92} = 0,68 \text{ mol}$$

$$\rightarrow X_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{27,8}{27,8 + 0,68} = \boxed{0,976}$$

$$P_{\text{soln}} = 23,8 \cdot 0,976 = 23,2 \text{ torr}$$

لم يقل كثيرا بسبب لم يتم استخراج (افاضة)  $P_{soln}$   
~~تمة~~ كمية كبيرة  $C_3H_8O$

اذا حسبنا الضغط البخاري  $P_{soln}$  وليس التغير

$$\Delta P = |P_{solvent} - P_{soln}|$$

$$23,8 - 23,2 = \boxed{0,6} \text{ torr}$$

~~انخفض~~ انخفض الضغط البخاري بهذا المقدار  
 والسؤال عن هذا التغير كمية  $C_3H_8O$  التي تم افاضتها

Ex P. 15

- بالسؤال معين ماديت كيف بدعيه مرفاذا  
 متطيرات ام لا عن طريقه الضغط البخاري اذا الماد

لها فقط بخاري اذ عن طريق متطيرة  
 $P_{C_2H_6} < P_{soln} < P_{C_3H_8}$   
 في السؤال معين ماديت والماديت لهما  $(P.V)$  اذ

متطيرات

2 volatile substances

$$- P_{soln} = P_{C_2H_6}^0 \cdot X_{C_2H_6} + P_{C_3H_8}^0 \cdot X_{C_3H_8}$$

$$= 233,45 \left( \frac{0,68}{0,68+0,15} \right) + 207,68 \left( \frac{0,15}{0,68+0,15} \right)$$

$$= 230 \text{ torr}$$

$$X_{C_2H_6} = \frac{78,9}{114,23} = 0,68$$

$$X_{C_3H_8} = \frac{15}{114,23} = 0,15$$

✓



إضافة مع المواد مع حذف آخر جزء من المواد المضافة

If a mixture has a vapor pressure of 220 torr @ 55°C find the mole fraction of each substance

$$P_{\text{soln}} = P^{\circ}_{\text{C}_8\text{H}_{18}} \cdot \underbrace{X_{\text{C}_8\text{H}_{18}}}_A + P^{\circ}_{\text{C}_7\text{H}_{18}} \cdot \underbrace{X_{\text{C}_7\text{H}_{18}}}_B$$

$$220 = 233.45(A) + 207.68 \cdot B$$

$$220 = 233.45(1-B) + 207.68 \cdot B$$

$$* A + B = 1$$

$$\boxed{A = 1 - B} \rightarrow \text{عوض}$$

$$B = \boxed{0.51} \rightarrow A \text{ عوض في}$$

$$A = 1 - 0.51 = \boxed{0.49}$$

② Affect Freezing & boiling Points of solutions

③

Non-Volatile Solute → مواد غير متطايرة

Ex: Sugar + water

Solute Solvent

منحنى → بيان (phase diagram)

في المنحنى الماء النقي ويمكن أيضاً ثلاث حالات للماء (S, L, g)

S → L

L → S

S → g

يتجمد ويتصلب

يتبخّر

تسامي

يتكثف

(ويتكثف وترسب)

←

- normal b.p =  $100^{\circ}\text{C}$

↓

→ B-D

1 atm = 760 torr

L ⇌ G

- normal m.p =  $0^{\circ}\text{C}$

↓

f.p

→ B-C

1 atm = 760 torr

S ⇌ L

- إذا تم إضافة سائل غير متطاير فقد انخفض الضغط البخاري و.ف.

وبالتالي المنخفض يقلد من قبل

adding non-volatile solute will lower v.p.

→ - normal b.p soln =  $> 100^{\circ}\text{C}$

↓

760 torr

أكبر من

$100^{\circ}\text{C}$

- normal f.p =  $< 0^{\circ}\text{C}$

m.p

أقل من

$0^{\circ}\text{C}$

إضافة مادة غير متطايرة تقلد و.ف. ويزيد (T) البخارية لدرجة الغليان

انخفاض (T) " " " التجمد

نقطة بوحدة

$\Delta T_b$  or  $\Delta T_f$  & concentration → molality (m)

~~نقطة الغليان~~  
الذائب في المذيب

molality =  $\frac{\text{moles solute}}{\text{Kg of solvent}}$  →  $m = \frac{\text{mol}}{\text{Kg}}$  = molal

$\Delta T_b = K_b \cdot m$

$\Delta T_f = K_f \cdot m$

→ m is concentration

→ freezing point depression

انخفاض

تأثير انخفاض درجة الحرارة (التجمد)

↓  $K_f$ : molal freezing point depression constant

→ boiling point elevation ↑  $K_b$ : molal boiling point elevation

ارتفاع

constant تأثير ارتفاع درجة الحرارة



$K_b \neq K_f$  So  $\Delta T_b \neq \Delta T_f$

$$\Delta T_b = K_b m \cdot i \quad \& \quad \Delta T_f = K_f m \cdot i$$

نفس المذيب نفس المذاب

$K_b \& K_f \rightarrow$  depends on solvent only  
 $\rightarrow$  from table

$m^\circ$  depends  $\rightarrow$  ratio of solute to solvent  
نسبة المذاب للمذيب

$i$  : Vanat ~~Factor~~  $\rightarrow$  depends on  
number of solute particles

كمية او عدد جزيئات المذاب داخل المحلول، وهذا يؤثر على ما يسمى  
بالمحلول من أيون

(electrolyte solution)

ionic solution

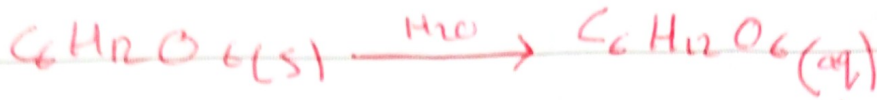
Positive ion  
(cation)

+

Negative ion  
(anion)

EX:  $Na^+ \rightarrow$  cation  
 $SO_4^{2-} \rightarrow$  anion

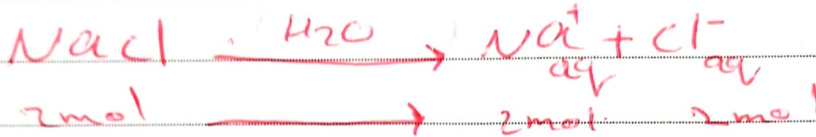
(سكر) مركب غير أيوني



2mol  $\longleftrightarrow$  2mol

aqueous  
soln in water  
(solvent water)

الملاح (مركب أيوني)



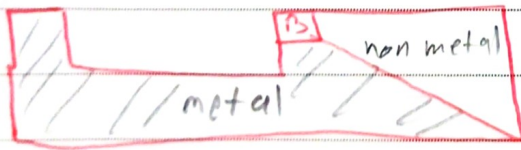
Total Solute moles = 2 + 2 = 4 mole

المركب المذاب

- Cation  $\rightarrow$  metal  $\rightarrow$   
- anion  $\rightarrow$  non-metal  $\rightarrow$

- غير فلزي  
- فلزي

وسمى من الجدول الدوري



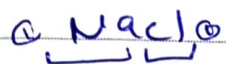
Non metal  $\rightarrow$  F, Cl, Br, I, O, S, N, P, C 14

فلزي





Compound



(i)

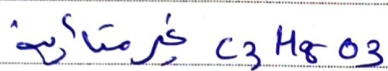
2



3



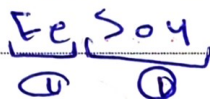
4



① → non-electrolyte  
C-1

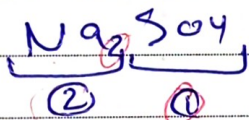


1 ↗

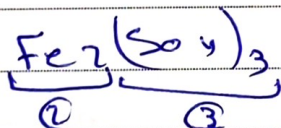


2

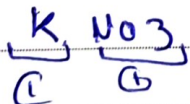
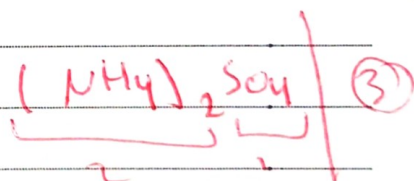
إذا أخذ معدن واحد والباقي  
غير معادن فمعتبر غير معادن  
فصنف واحد



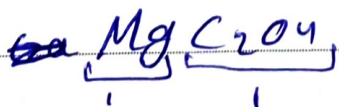
③



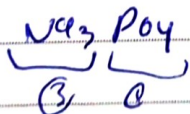
⑤



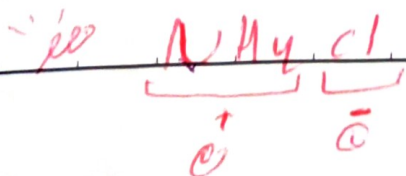
②



②

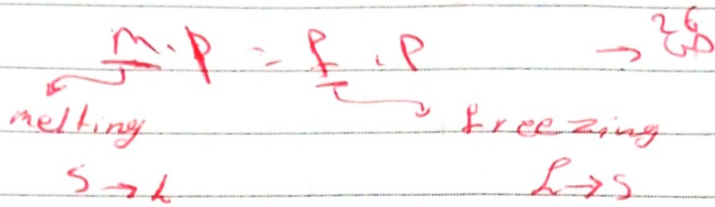


④



2

المركبات الأيونية أما معن مع غير معن او ايون + مع ايون -



Ex. P. 26



$$\Delta T_f = K_f \cdot m \cdot i \rightarrow \Delta T_f = 1,86 \cdot 16,1 \cdot 1 = 30^\circ \text{C}$$

ما الفرق في درجة التجميد بين درجة التجميد للمذيب والمحاليل  
H<sub>2</sub>O Solvent و C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub> Solutes

$$K_f = 1,86 \quad \Delta T_f = T_{f \text{ solvent}} - T_{f \text{ soln}} \quad 30^\circ \text{C} = 0^\circ \text{C} - T_{f \text{ soln}} \quad T_{f \text{ soln}} = -30^\circ \text{C}$$

$$m = \frac{\text{moles C}_2\text{H}_6\text{O}_2}{\text{kg H}_2\text{O}} = \frac{100}{62,07} = \frac{1,61}{1} = 16,1 \text{ molal}$$

إضافة على السؤال : حسب درجة التجميد

$$\Delta T_f = T_{f \text{ solvent}} - T_{f \text{ soln}}$$

depression انخفاض

$$\Delta T_b = K_b \cdot m \cdot i$$

$$= 0,51 (16,1) (1) = 8,2^\circ \text{C}$$

$$\Delta T_b = T_{b \text{ soln}} - T_{b \text{ solvent}}$$

elevation ارتفاع

$$\Delta T_b = T_{b \text{ soln}} - T_{b \text{ solvent}} \rightarrow 8,2^\circ \text{C} = T_{b \text{ soln}} - 100^\circ \text{C}$$

$$T_{b \text{ soln}} = 108,2^\circ \text{C}$$



your turn! p. 27

0.25g → unknown + 25g → cyclohexane

↓  
M.M = ??

$$\Delta T_f = 1.6^\circ$$

$$K_f = 20.2 \text{ c/m}$$

cyclohexane

$$\rightarrow \Delta T_f = K_f \cdot \frac{m}{i} \rightarrow m = \frac{n \text{ solute}}{\text{kg solvent}} \rightarrow \text{cyclohexane}$$

$$m = \frac{\Delta T_f}{K_f \cdot i} = \frac{1.6}{20.2 \cdot 1} \rightarrow i = 1 \rightarrow \text{not dissociating}$$

$$m = 0.079 \text{ m} = \frac{n_{\text{unknown}}}{\text{kg cyclohexane}}$$

$$0.079 = \frac{n}{25 \times 10^{-3} \text{ kg}} \rightarrow n = 0.00198 \text{ mol}$$

$$\text{M.M} = \frac{0.25}{0.00198} = 126 \text{ g/mol}$$

— An aqueous solution of sugar  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  boils at  $105^\circ\text{C}$  what is its freezing point ( $K_b = 0.51^\circ\text{C/m}$ ,  $K_f = 1.86^\circ\text{C/m}$ )?

→ aqueous → in water → solvent = water

$$\rightarrow T_{b \text{ soln}} - T_{b \text{ solvent}} = 105^\circ - 100^\circ = 5^\circ$$

$$\rightarrow \Delta T_b = K_b \cdot m \cdot i \rightarrow 5 = 0.51 \text{ m}$$

$$5 = 0.51 \cdot i \cdot m$$

$$T_{b \text{ H}_2\text{O}} = 100^\circ$$

$$T_f = 0^\circ$$

$$m = 918 \text{ mol/kg} \quad \left. \vphantom{m} \right\} \text{تركيز المحلول}$$

$$\rightarrow \Delta T_f = K_f \cdot m \cdot i$$

$$= 1.86 \cdot 918 = 1726.2 \Rightarrow \Delta T_f = 18.2^\circ \text{C}$$

الفرق في درجة التجمد

$$\rightarrow T_{f \text{ Soln}} = T_{f \text{ Solvent}} - \Delta T_f$$

$$0 - 18.2 = -18.2^\circ \text{C}$$

which of the following has the highest b.p or lowest f.p?

أي الخيارات

1) 1m of aqueous solutions of  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaBr}_2$ ,  $\text{NaNO}_3$

Solvent =  $\text{H}_2\text{O}$

$\Delta T_b = K_b \cdot m \cdot i$    
 ما الفرق بين (Solvent) ونسولها   
 اذا غيرنا (Solvent) يكون التناظر   
 ما الفرق بين (Solvent) والعل لا يفسر   
 التركيز التكرار

$\rightarrow$  هي التي تجمد

$$\textcircled{1} \rightarrow i=1 \quad \textcircled{2} \rightarrow i=2 \quad \textcircled{3} \rightarrow i=3 \quad \textcircled{4} \rightarrow i=2$$

$$b.p \rightarrow \text{CaBr}_2 > \text{NaCl} = \text{NaNO}_3 > \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

$$f.p \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 > \text{NaCl} = \text{NaNO}_3 > \text{CaBr}_2$$

الخصائص الذائبة

لا تتغير في طبيعة المادة

والتي نسبة المذاب للمذيب



2) 2m  $C_6H_{12}O_6$  0,5m KCl, 0,5m  $Na_2SO_4$

$$\Delta T = K_f \cdot m \cdot i$$

$\underbrace{m \cdot i}_{\text{ج-م-ب}}$

ج-م-ب  
Solvent

①  $m \cdot i = 2(1) = 2$

②  $m \cdot i = 0,5(2) = 1$

③  $m \cdot i = 0,5(3) = 1,5$

B.P  $\Rightarrow C_6H_{12}O_6 > Na_2SO_4 > KCl$

F.P  $\Rightarrow KCl > Na_2SO_4 > C_6H_{12}O_6$

#### ④ Osmotic pressure

\* Osmosis: transfer of solvent molecules only (usually water) through a semi-permeable membrane from a \_\_\_\_\_ concentration solution to a \_\_\_\_\_ concentration solution

المذيب ج-م-ب  
المحلول ج-م-ب  
Solvent ج-م-ب  
Solute ج-م-ب

\* ج-م-ب ج-م-ب Solvent ج-م-ب  
Solute ج-م-ب

$P \rightarrow$  for gases (V.P)

$\pi \rightarrow$  osmotic pressure (liq)

الضغط الاسموزي يتناسب طردياً مع تركيز المحلول

$$\rightarrow \pi \propto \text{concentration}$$
$$\hookrightarrow \pi \propto \text{Molarity } M$$

$$\rightarrow M = \frac{\text{moles solute}}{\text{Volume of solution (L)}} \quad \frac{\text{mol of solute}}{\text{L}}$$

حجم المحلول

$$* M = \frac{n}{V(L)} \rightarrow \text{mol/L of solute}$$

ولكن ما زاد الضغط الاسموزي تزداد الحرارة .

$$\rightarrow \pi \propto T \quad \left. \begin{array}{l} \rightarrow K=R \end{array} \right\} \text{تساويان}$$

$$\rightarrow \pi \propto M \cdot T \quad \left. \begin{array}{l} \rightarrow K=R \end{array} \right\} \pi = K M \cdot T$$

$$\pi = M R T [i] \rightarrow \text{المحلول إذا كان ثنائي الأيون}$$

$$\pi = M R T [i]$$



$$\pi \cdot V = n R T \cdot i$$

- أنواع المحاليل الأسموزية - Biological samples

محاليل متساوية التركيز

① Isotonic Solution: التوازن داخل الخلية مع الخارج الخلية

عند ادخال خلية في محلول متساوي التركيز في الخارج لتركيز الإسمول  
بالخلية فيسمى هذا المحلول ( isotonic ) وبالتالى إذا التوازن

من أي بعين الضغط الاسموزي متساوي



محلولة بتركيز  $\rightarrow$  Same (higher)

## ② hypertonic Solution

بعض تركيز المحلول الى انا هفتوا اي من تركيز الخلية بعض خارج الخلية التركيز ارفع وهذا يعني وصف الغاطسة الاسفنجية سوف تنتقل المادة من الأقل تركيز للاعلى بعض من داخل الخلية الى خارج الخلية وهذا وضع مرور الوقت ~~تتغير الخلية~~ ~~الغنية~~ ~~وتتكسر~~ (تتحف) والصغف الاسفنجي للمحلول من الصغف الاسفنجي للخلية

محلولة بتركيز  $\rightarrow$  same (Lower)

## ③ Hypotonic Solution

اصف للخلية محلول تركيزه اقل من التركيز داخل الخلية فالصغف الاسفنجي للمحلول عن الخلية فالمادة حسب التركيز سوف تنتقل من الخارج للداخل بعض من الدهن للاعلى وبالتالي يزداد الصغف للخلية وهذا ان ~~تتكسر~~ تنفجر الخلية

والرجوع للنوعية <sup>40</sup>

DT in Kelvin or  $^{\circ}\text{C}$

is the same

في قانون التمدد والقلبان  $\Delta T$  ما يستخدم K لانه  $\Delta T$  من (K) نفسها ( $^{\circ}\text{C}$ )

Ex. 2 P. 42

$$m_{\text{protein}} = 3,5 \text{ mg} / V_{\text{soln}} = 5 \text{ mL} / \pi_{\text{soln}} = 1,54 \text{ torr at } 25^\circ\text{C}$$

M.M. protein = ?

$$\pi V = nRT \phi \rightarrow \frac{1,54 (5 \times 10^{-3})}{760} = n \cdot 0,0821 (25 + 273) \quad \phi = 1$$

$$\rightarrow n = 4,14 \times 10^{-7} \text{ mole protein}$$

$$M.M. = \frac{m}{n} = \frac{3,5 \times 10^{-3}}{4,14 \times 10^{-7}} = 8452 \text{ g/mol}$$

P. 44 Learning check

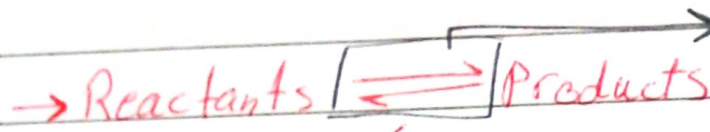
$$\pi = MRT \phi \rightarrow \frac{5409}{760} = M \cdot 0,082057 (310) \quad \phi = 1$$

$$M = 0,280 \text{ M}$$



# CH 14 chemical equilibrium

التوازن الكيميائي



هذا يدل على انه  
لدي اتزان eqm



سرعته تزداد الى اليمين Forward

اليساري reverse

سوف تكون نسبة التراكيز ثابتة وليس متساوية

اتزان

① فيزيائي وهو عبارة عن تغير حالة المادة

Physical

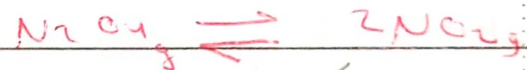
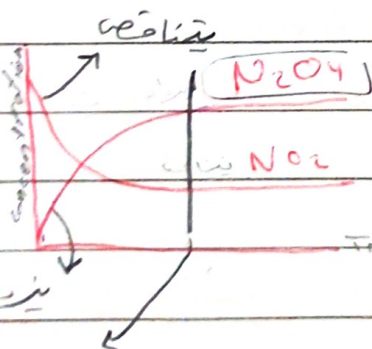


② كيميائي وهو عبارة عن تغير المادة

Chemical



تطبيقات التوازن هي كالتالي



مفيداً، تفاعل باتجاه اليسار

عند ما يزداد  $\text{N}_2\text{O}_4$  يزداد  $\text{NO}_2$

عند ما يزداد  $\text{NO}_2$  يزداد  $\text{N}_2\text{O}_4$

constant concentration  
(equilibrium)

الشكل

هذا الشكل هو الشكل 2.1

- قوت التراكيز ليس لها علاقة بالانزياح معي. ان تكون قيم التراكيز غير متساوية ~~في~~ لا تتفاعل لكنها مائة فلو كانت تتفاعل

- وهذا ما سيجد ثابت التوازن (K)

$$K = \frac{[\text{Products}]^{\text{coefficients}}}{[\text{Reactants}]^{\text{coefficients}}} \rightarrow \text{concentration} = \text{Molarity}$$

→ coefficients: معامل  
→ K →  $K_c$  → concentration /  $K_{eqm}$  / Law of mass Action  
mol (solute)  
 $V_{soln} (L)$

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

or  
equilibrium  
constant

و يتم احداث التراكيز عند التوازن

موجود اشرح بالاسفل P.3/4

(K) does not depend on concentration

$$K = \frac{10}{2} = \frac{5}{1} = \frac{20}{4} = \frac{50}{10}$$

(K) depend only on (Temp)

K يعتمد فقط على الحرارة مع بقاء ادا عني تتفاعل عند حرارة (20°C)

مع ان يكون له قيمة (K) تختلف ادا يقع التفاعل اصب عند حرارة (40°C)

$$K_{20^\circ C} \neq K_{40^\circ C}$$



$$K = \frac{[\text{Prod}]^x}{[\text{React}]^y} \text{ at eqm}$$

$$K > 1 \rightarrow [\text{Prod}] > [\text{React}] \text{ at eqm}$$

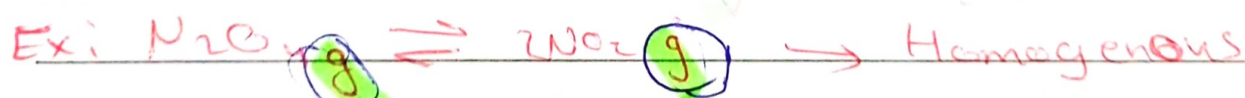
التفاعل اذا كان ك أكثر من 1 يعني تركز أكثر كمية  
الناتج أكثر من المتفاعلات وبالتالي التفاعل يسير نحو  
اليمين (lie to the right)  $\rightarrow$  favor products

$$K < 1 \rightarrow [\text{Prod}] < [\text{React}] \text{ at eqm}$$

التفاعل اذا كان ك اقل من 1 يعني تركز أكثر كمية المتواضع  
اقل من المتفاعلات وبالتالي التفاعل يسير نحو اليسار  
(lie to the left)  $\rightarrow$  favor reactants

$$K = 1 \rightarrow [\text{Prod}] = [\text{React}]$$

- Homogenous  $\rightarrow$  من نفس الطور (Same Phase)  
ك نفس حالة المادة



- Hetrogeneous  $\rightarrow$  من تفرق جانب (different phase)  
ك من نفس حالات المادة





$$\rightarrow K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} \quad / \quad K_p = \frac{(P_{\text{NO}_2})^2}{(P_{\text{N}_2\text{O}_4})}$$

concentration

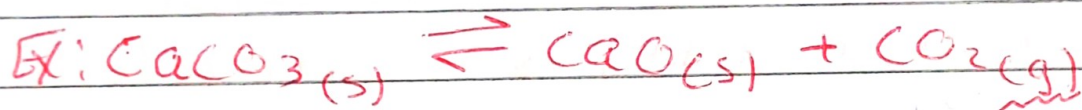
in terms of pressure

تركيز

الضغط الجزئي للغازات

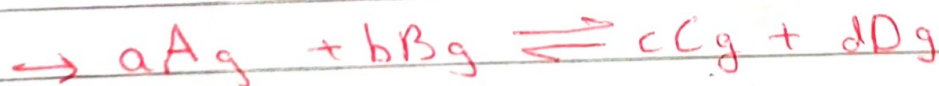
استخدم  $K_p$ 

نطبق اذا التفاعل الغازات استخدم  $K_p$  فقط لو مادة غازية واحدة  
اما  $K_c$  لكل التفاعلات بشكل عام

 $K_c$  &  $K_p$ 

(at eqm)  $K_p$  &  $K_c$  يتساوى عند التوازن

$$\boxed{P \cdot V = nRT} \rightarrow P = \frac{nRT}{V} \rightarrow P = MRT \rightarrow P = [C]RT$$



$$K_p = \frac{(P_C)^c \cdot (P_D)^d}{(P_B)^b \cdot (P_A)^a} = \frac{([C]RT)^c \cdot ([D]RT)^d}{([B]RT)^b \cdot ([A]RT)^a}$$

$$K_p = \frac{[C]^c [D]^d}{[B]^b [A]^a} \cdot \frac{(RT)^{c+d}}{(RT)^{a+b}} \rightarrow K_p = K_c (RT)^{(c+d)-(a+b)}$$

$K_c$



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

only for gas

$$\Delta n = n_P - n_R$$

$$= \sum n_{\text{prod}} - \sum n_{\text{react}}$$

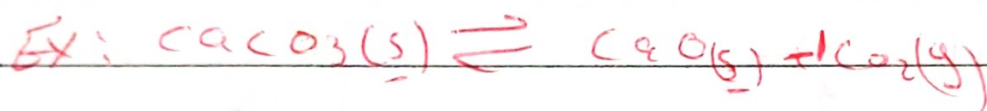
$$\sum n_{\text{prod}} = c + d$$

$$\sum n_{\text{react}} = a + b$$

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

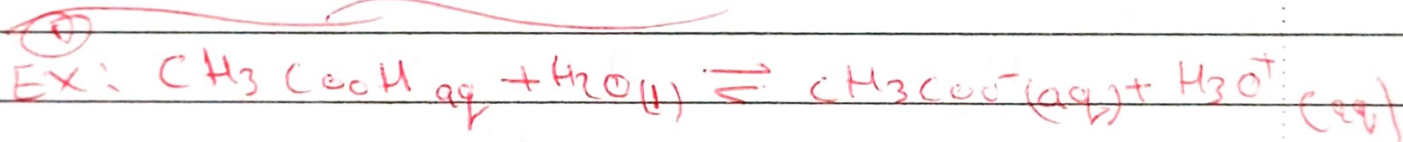
$\Delta n$  = moles of gaseous products  
- 1 1 1 1 Reactants

$\Delta n$  = مولات النواتج الغازية - مولات المتفاعلات الغازية



$$\Delta n = n_P - n_R \quad \text{for gases only}$$

$$= (1+0) - (0) = 1$$



$$K_C = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{H}_2\text{O}]}$$



Pure Liquids (l) & Solids (s) are not included in the K term

المواد السائلة النقية والصلبة النقية لا تدخل في (K)

تركيزها ثابت ولا يتغير خلال التفاعل

نقطہ تر کبر الیاد ثابت شو گا کان حصہ

نقطہ تر کبر الیاد ثابت شو گا کان حصہ

$$3L H_2O \rightarrow [H_2O] = \frac{n}{V(L)} = \frac{\frac{m}{M.M}}{V(L)} = \frac{\frac{3000}{18}}{3}$$

$$d = \frac{g}{mL} \rightarrow 1 = \frac{m}{3 \times 10^3} = \frac{1000}{18} \text{ molar}$$

$$m = 3000 g \rightarrow$$

$$5 mL H_2O \rightarrow [H_2O] = \frac{n}{V(L)} = \frac{\frac{m}{M.M}}{V(L)} = \frac{\frac{5}{18}}{5 \times 10^{-3}}$$

$$d = \frac{m}{mL(M)} \rightarrow 1 = \frac{m}{5} = \frac{1000}{18} \text{ molar}$$

$$m = 5g \rightarrow$$

EX:

$$K_c = \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]}$$

[H<sub>2</sub>O] already included

(aq) → محلول حالت میں  
نقہ

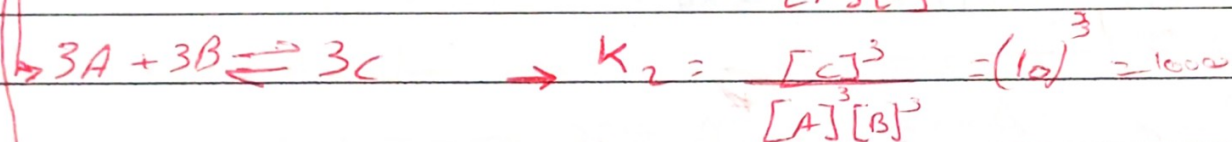
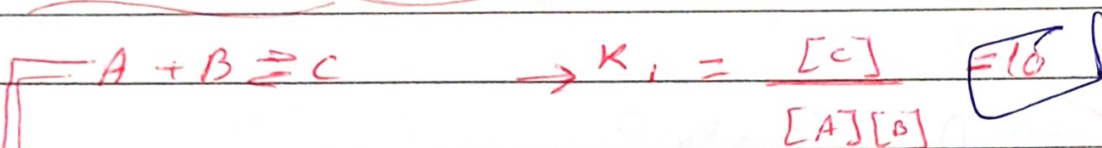
(g) → included only gases (g) & solutions (aq)



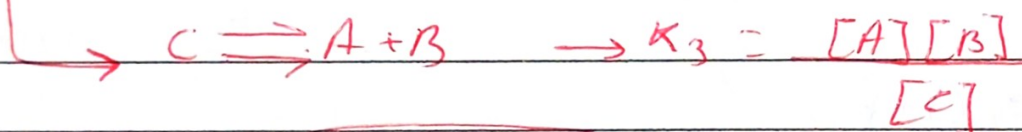


$$\rightarrow K_c = [\text{CO}_2]$$

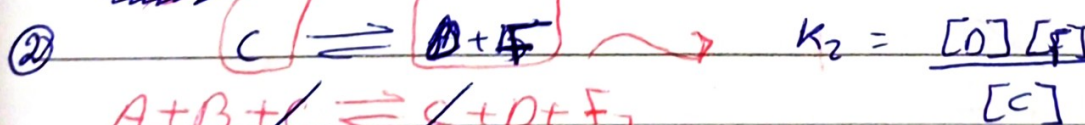
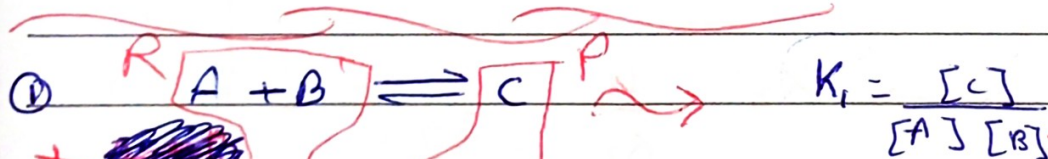
$$\rightarrow K_p = (P_{\text{CO}_2})$$



$$K_2 = (K_1)^3$$



$$K_3 = \frac{1}{K_1} = \frac{1}{10} = 0.1$$



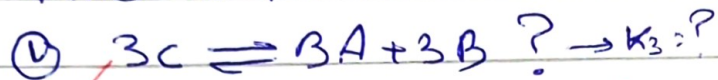
$$K_3 = \frac{[D][F]}{[A][B]}$$

$$K_3 = K_1 \cdot K_2 \rightarrow K_3 = \frac{[C]}{[A][B]} \cdot \frac{[D][F]}{[C]} = \frac{[D][F]}{[A][B]}$$

$$\rightarrow 1 + 2 = 3 \leftarrow K_3 = K_1 \cdot K_2$$

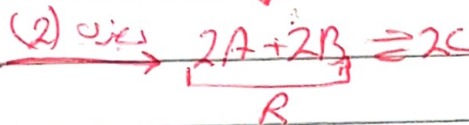
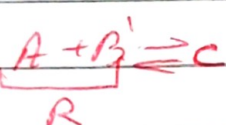


Find K for:

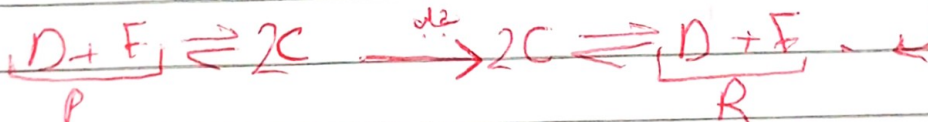
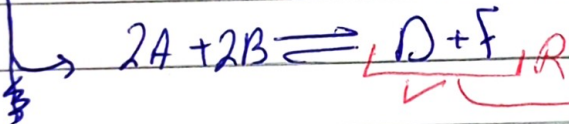


$$K_3 = \frac{1}{[K_1]^3} = \frac{1}{5^3}$$

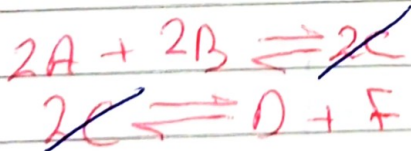
لأنه إذا كان التفاعل عكسًا  
فإن ثابت التوازن هو العكس  
[ ]<sup>3</sup> قوة 3



$$K_1 = 5 \rightarrow K'_1 = (K_1)^2 = 25$$



$$K_2 = 0.5 \rightarrow K'_2 = \frac{1}{K_2} = \frac{1}{0.5} = 2$$



$$K_4 = K'_1 \cdot K'_2 = 25 \cdot 2 = \boxed{50}$$



استاذ

$[ ]_0$  or  $[ ]_i \leftarrow$  بدلي مع انه بتركيز في البداية



initial  $[A]_0 = 2M$

$[B]_0 = 0.5M$

$[C]_0 = 0$

نكتب يكون عند اتزان

يجب ان تكون كل المواد

موجودة في هذا

التفاعل (C) لا يوجد

موجودة، لذلك في هذا التفاعل

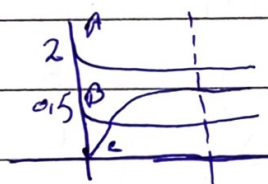
التي من التفاعلات المتوازنة  $R \rightarrow P$  او من اليسار

لليمين  $L \rightarrow R$  حيث تتركز كل من A و B سوف يقل و C

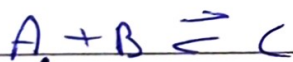
Direction  $R \rightarrow P$

$L \rightarrow R$

سوف يزداد



توازي اذن اتزان



initial  $[C]_0 = 3M$

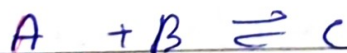
$[A]_0 = 0M$

$[B]_0 = 1M$

Direction  $R \leftarrow P$

$L \leftarrow R$

تتركز (C) يقل (A و B) يزداد



initial  $[A]_0 = 2M$

$[B]_0 = 0$

$[C]_0 = 0$

No Reaction

لا يوجد تفاعل لانه ما عندي B في التفاعل

مع A و بعضين (C)



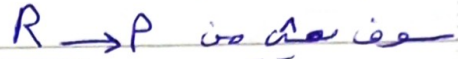
Initial

$$[A]_0 = 5M$$

$$[B]_0 = 2M$$

$$[C]_0 = 0.5M$$

ما بعد التفاعل، لتفاعل



لأنه [C] أقل خطأ

مادخل نسبة التراكيز

بالتفاعل من وين يبدأ (اتجاه التفاعل)

ويمكن تحديد اتجاه التفاعل يجب أن نعرف (K)  $K=5$

الآن نطلع نسبة (Reaction Quotient) (ناتج) (معدل)  $Q_c$

$$Q_c = \frac{[\text{Product}]^{x \rightarrow \text{coefficient}}}{[\text{Reactant}]^{y \rightarrow \text{coefficient}}} \text{ initially}$$

الفرق بين  $Q$  و  $K$  أنه  $K$  عند التوازن أما  $Q$  في البداية

$$K = \frac{[\text{Product}]^x}{[\text{Reactant}]^y} \text{ at eqm} = 5$$

$$Q_c = \frac{[C]_i}{[A]_i [B]_i} = \frac{0.5}{5 \cdot 2} = 0.05$$

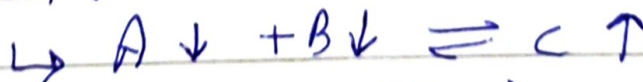
$$Q < K \rightsquigarrow 0.05 < 5$$

ويمكن استنتاج أن يجب أن

الزيادة (0.05) لـ (5)

$$Q_c = \frac{[C]_i}{[A]_i [B]_i} \downarrow$$

وذلك عن طريق زيادة السطوت قليل الحما



اتجاه التفاعل





$Q_c < K \rightarrow$  Direction (change)



مبالغه تركيز كده من A و B نقل و بزيادة نقيه يصل  $Q_c = K$   
و يصبح عند اتزان  $Q_c = K$



initial  $[A] = 0.5M$

$[B] = 2M$

$[C] = 1M$

$$Q_c = \frac{1.0}{0.5(2)} = 1.0$$

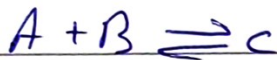
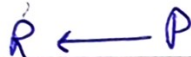
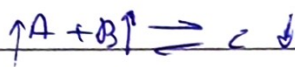
$Q_c > K \rightarrow$

و بالتالي تقلل نسب  
و يغير التوازن

$$Q_c = \frac{[C]}{[A][B]} \downarrow$$

$$[A][B] \uparrow$$

تركيز C نقل و تركيز A و B بزيادة



$[A] = 0.5M$

$[C] = 5M$

$[B] = 2M$

initial

$$Q_c = \frac{[C]}{[A][B]} = \frac{5}{2(0.5)} = 5$$

$$Q = K$$

No change

No Reaction

No shift

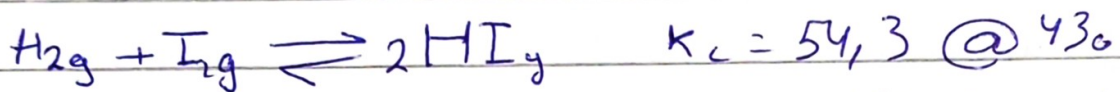
متراسخ تركيز كده من A و B و C لا تتغير

# Equilibrium constant & Equilibrium concentrations calculations

حالت ثبات الاتزان اور متراکز عند الاتزان

وجوب ان اقوم بعد تری، سید (ICE Table) using

Example 15.6 p.35

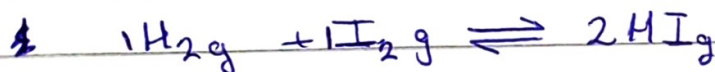


مطلوب حاصل متراکز  
عند الاتزان

initial amounts (concentrations) (Molarity)  $\rightarrow \text{mol/L}$

$$M = \frac{n}{V} \rightarrow [\text{H}_2]_i = \frac{0.5}{1} = 0.5 \text{ mol/L} = 0.5 \text{ M}$$

$$\rightarrow [\text{I}_2]_i = \frac{0.5}{1} = 0.5 \text{ M}$$



initial conc  $0.5 \text{ M} \downarrow \quad 0.5 \text{ M} \downarrow \quad 0 \uparrow$

R  $\rightarrow$  P

change direction

$-1x \quad -1x \quad +2x$

Eqm conc

$0.5 - x \quad 0.5 - x \quad 2x$

ICE  
Table

$\leftarrow$

ICE Table



$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} \text{ at eqm}$$

$$\sqrt{54.3} = \sqrt{\frac{(2x)^2}{(0.5-x)^2}} \rightarrow \sqrt{54.3} = \frac{2x}{0.5-x}$$

السؤال الثاني،  $x = \frac{3.68}{9.37} \approx 0.393 M$

$[HI]$

$[H_2]$

$2x$

$0.5-x$

$$\rightarrow 2 \times 0.393$$

$$\rightarrow 0.5 - 0.393 = 0.107 M$$

$$= 0.786 M$$

$[I_2]$

$$0.5 - x \rightarrow 0.5 - 0.393 = 0.107 M$$

معطيات السؤال

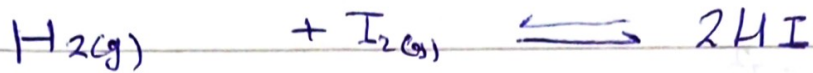
$K_c$  يجب ان يكون

$$K_c = \frac{(0.786)^2}{0.107 (0.107)}$$

$$0.107 (0.107)$$

$$\checkmark 54.3 \text{ صح}$$

Example No 40 15.7



Initial conc      0.00623 M      0.00414 M      0.10224 M

change direction      - x      - x      +2x

↓  
مركبات اعرف

في انجاز التفاعل      0.00623 - x      0.00414 - x      0.10224 + 2x      Eqm conc

بقا رن التفاعل

عن طريقة حساب

(Q)

$$Q_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{(0.10224)^2}{0.00623(0.00414)} = 19.5$$

- يجب Q تزداد عند مرتفعة Q

السؤال يتعلق المقام يجب من المقادير للنواتج R → P

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} \rightarrow 54.3 = \frac{(0.10224 + 2x)^2}{(0.00623 - x)(0.00414 - x)}$$

$$54.3(258.165 - 0.01037x + x^2) = 4x^2 + 0.10896x + 5.102 \times 10^{-4}$$

$$50.3x^2 = 0.654x + 8.198 \times 10^{-4} = 0$$

نحل عن طريق

القانون العام



$$X = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \rightarrow X = 0,0114 \text{ M} \quad \text{or} \quad X = 0,00156 \text{ M}$$

- دعنا 3 خياران للحل احدهم  $X$  تكون (+) والاخرى (-)  
 تكون (+) صحيحة و (-) خاطئة  
 (2) احدهم  $X$  يكون + والاخرى (-)  
 تكون (+) صحيحة و (-) خاطئة  
 (3) الضيق (+) ويجب ان يكون صحيح  
 واحدة صحيحة

الموجة صحيحة. نروح الى (ICE) في العربة  
 التي فيها نقص وفي هذه المعادلة المتعادلة  
 هي التي حاربها نقص  $H_2$  و  $I_2$  وتأخذ اليه قيمتها  
 اقل  $I_2$

$$X = 0,0114, X = 0,00156$$

$$I_2 \rightarrow 0,00114 \text{ M}$$

وعند المقارنة في  $X = 0,0114$  هي التي من التراكيب بالبرية

اذن غير منطقية  
 ل

$$X = 0,00156 - 0,0114$$

$$X = 0,00156 - 0,00414$$

اذن هي الصحيحة هي (0,00156)

$$E_{\text{cell}} = E_{\text{cathode}} - E_{\text{anode}} = 0,00156 - 0,00414 = -0,00258$$

$$[I_2] \rightarrow 0,00414 - // = -0,00258$$

$$[I_2] \rightarrow 0,00258 + 2 \cdot 0,00156 = 0,00569$$

for the Reaction  $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$  if  $0.001M(H_2)$   
 $0.1005M(I_2)$  &  $0.102M(HI)$  were mixed in a 2-L  
 container & allowed to react if the ~~con~~  
 concentration of  $H_2$  at eqm was found  
 to be  $0.10055M$  at  $(T) = 100$   
 - calculate eqm constant?

نقطة

|                  | $H_2$                                     | $I_2$      | $2HI$      |                                              |
|------------------|-------------------------------------------|------------|------------|----------------------------------------------|
| initial          | 0.001                                     | 0.1005     | 0.102      | change dire                                  |
| change direction | +x                                        | +x         | -2x        | $Q = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$              |
| Eqm              | $0.001+x$<br>$\uparrow$<br><u>0.10055</u> | $0.1005+x$ | $0.102-2x$ | وإذا حسبنا طراز<br>الاستقرار<br>معدني فـ (K) |



عند مقارنة تركيز  $(H_2)$  قبل وبعد الاتزان  
 فان عند الاتزان تركيزها زاد  $0.00055 > 0.001$   
 وبالتالي اتجه التفاعل في  
 الاتجاه المتعاكس لتزاد

$H_2$

$$0.001 + x = 0.10055$$

ولذلك اضع قيمة (x) ←  
 لتحديد  $[H_2]$

$$\boxed{x = 0.10015 M}$$

$$I_2 \rightarrow 0.1005 + (0.10015) = 0.10065 M$$

$$2HI \rightarrow 0.102 - 2(0.10015) = 0.1017 M$$





$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} \rightarrow \frac{(0.017)^2}{(0.0055)(0.0065)} = \boxed{8.1}$$

For the Rxn  $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$  at  $200^\circ C$   
 if the concentration at HE is three times  
 of  $H_2$  at eqm &  $I_2$  conc. at eqm is half the  
 conc. of  $H_2$

— Find  $K_c$  ?

$$[HI] = 3[H_2]$$

&

$$[I_2] = \frac{1}{2}[H_2]$$

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$$

$$K_c = \frac{(3[H_2])^2}{[H_2][0.5 H_2]} \rightarrow \frac{9[H_2]^2}{0.5[H_2]^2} = \frac{9}{0.5} = 18$$

$$K_c \rightarrow Q_c / K_p \rightarrow Q_p$$

eqm                      initial

Example 15.2 p.12

$$K_p = \frac{(P_{Cl_2}) \cdot (P_{Cl_2})}{(P_{Cl_2})^2} \rightarrow 1.05 = \frac{0.463 \cdot P_{Cl_2}}{0.875}$$

$$P_{Cl_2} = 1.98 \text{ atm}$$

CH: 15

P. 6

العنصر حسب برونستد ولوريه عبارة عن  
ماء ينتج  $(H^+)$  والقاعدة هي التي تسبب  $(H^+)$

والكاربوتر مادة امفوتيرية يتصرف كحمض وقاعدة

تأثير الكاربوترات ] autoionization of water

$$K_w = [H^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14} \rightarrow P. 8 \text{ An}$$

ثابت التوازن  
الماء

$$[H^+] = [OH^-] = 10^{-7} \text{ neutral}$$

$$[H^+] > [OH^-] \text{ acidic} \rightarrow [H^+] > 10^{-7}$$

$$[H^+] < [OH^-] \text{ basic} \rightarrow [H^+] < 10^{-7}$$

ولان القاطع هذه الارقام صعب صفا صغير  
حالا تم اللجوء الى (P function) ←

$$P(X) = -\log X$$

عند ارقام P يصبح منه  $[H^+]$  و  $[OH^-]$

$$P([H^+][OH^-] = K_w = 10^{-14}) \rightarrow \text{جمع لان (log) يوزع على الجمع}$$

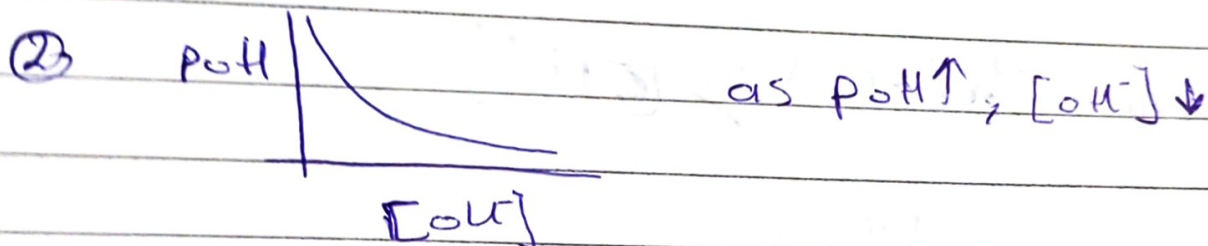
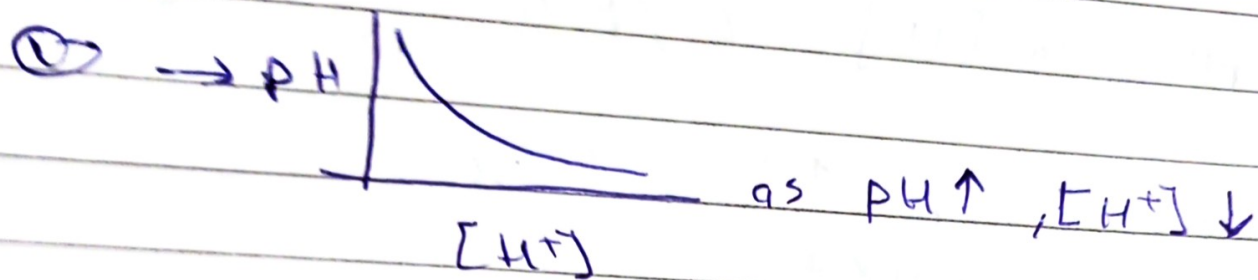
$$P H^+ + P OH = P(10^{-14}) \rightarrow -\log(10^{-14}) = +14$$

$$PH + POH = 14$$



①  $pH = -\log [H^+] \rightarrow [H^+] = 10^{-pH}$

②  $pOH = -\log [OH^-] \rightarrow [OH^-] = 10^{-pOH}$



Example 16.2 p.10

-  $[OH^-] = 0.10025 M \rightarrow [H^+] = ?$

$$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{2.15 \times 10^{-3}} [4 \times 10^{-12} M]$$

$[OH^-] > [H^+]$  (الأسيد قاسر)

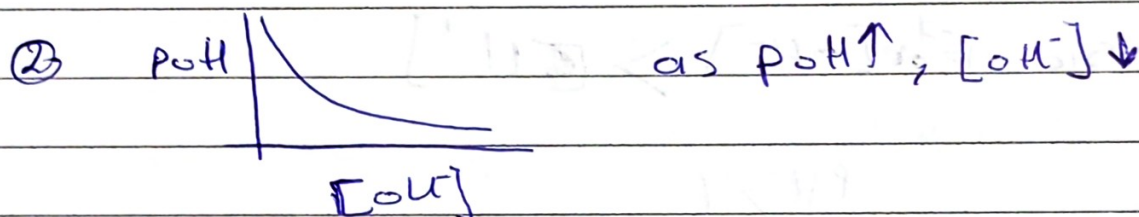
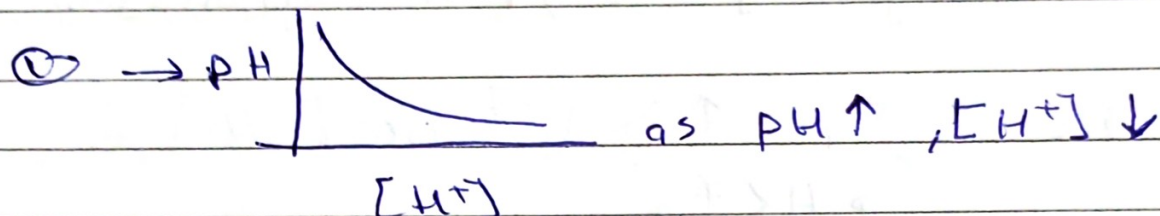
- Find  $pH$ ?

$$pH = -\log [H^+] \rightarrow pH = -\log 4 \times 10^{-12}$$

$$pH = 11.4 \rightarrow pOH = 14 - 11.4 = 2.6$$

$$\textcircled{1} \text{ pH} = -\log [\text{H}^+] \rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

$$\textcircled{2} \text{ pOH} = -\log [\text{OH}^-] \rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}}$$



Example 16.2 p.10

-  $[\text{OH}^-] = 0.10025 \text{ M} \rightarrow [\text{H}^+] = ?$

$$[\text{H}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14}}{2.15 \times 10^{-3}} [4 \times 10^{-12} \text{ M}]$$

$[\text{OH}^-] > [\text{H}^+]$  alkaline solution

الحل

- find pH?

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] \rightarrow \text{pH} = -\log 4 \times 10^{-12}$$

$$\text{pH} = 11.4 \rightarrow \text{pOH} = 14 - 11.4 = 2.6$$



$H_2O \downarrow$   
- neutral  $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$

p. 13

$$pH = -\log [H^+] = 7 \quad / \quad pOH = -\log [OH^-] = 7$$

$H_2O \downarrow$   
- acidic  $\rightarrow [H^+] \uparrow > 10^{-7}$  or  $[OH^-]$   
 $pH < 7$

- basic  $10^{-7}$  or  $[OH^-] > [H^+]$

$$pH > 7$$

Example 16.3 p. 17

$[H^+] = 3.2 \times 10^{-4} M$   $\downarrow$  زیاد  
 $[H^+] = 1 \times 10^{-3} M$   $\downarrow$  کمتر  
 $[H^+]$   
یعنی اکثر جوشه

$$pH = -\log [H^+] \rightarrow -\log 3.2 \times 10^{-4} = 3.49$$

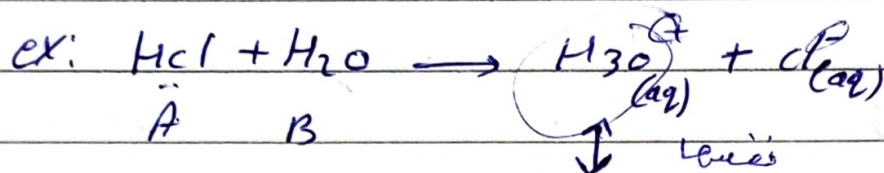
$$" = " " " \rightarrow -\log 1 \times 10^{-3} = 3$$

pH فاصله  $[H^+]$  را

# \* Strong Acids & Bases :

(S) (A) (B)

- يكون تفككهم 100% إلى أيونات ← (100% dissociation)

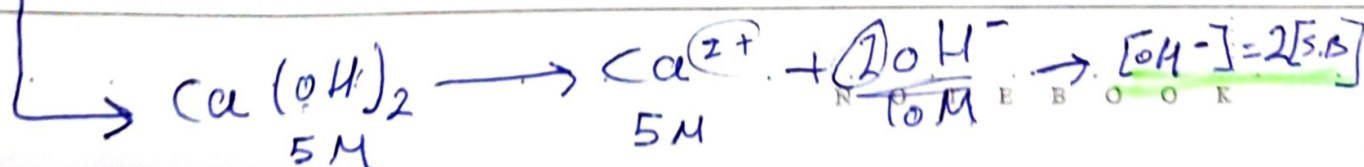
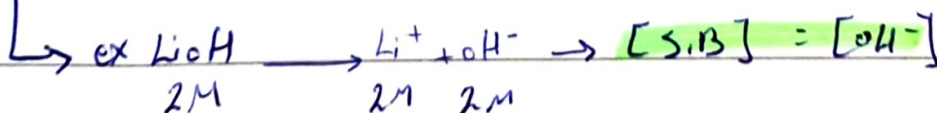
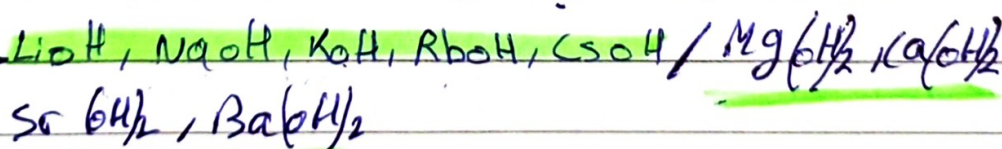
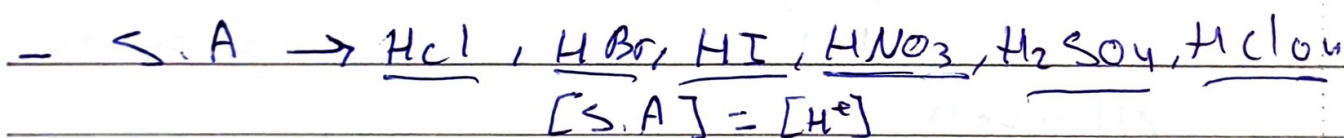
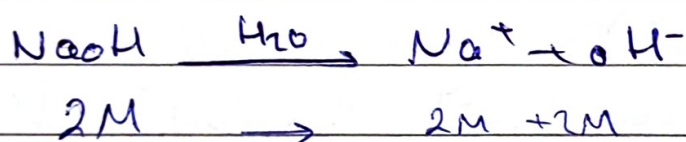


الأيونات دائماً  
(aq)

في الأحماض والقواعد القوية تكون تركيز الأيونات وليس تركيز الجزيء والقاعدة ضعيفة.



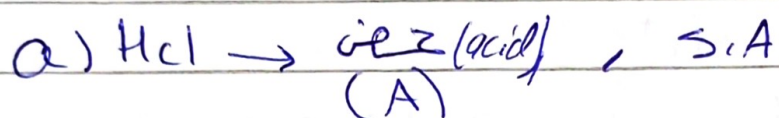
الأيونات نفس  
تركيز الجزيء والقاعدة  
القوية لأنه يتفكك  
كلها



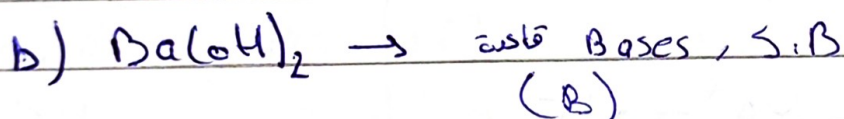


لديجوبهها ثابء اءزان لاءها  
قوة وءءفكء ءامل  
ءءن اءا بالءان اءطان ثابء اءزان لءءءرف الماءة  
ءءءفة

Ex 16.6 p.33



$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log [\text{H}^+] \rightarrow [\text{H}^+] = [\text{HCl}] = 1 \times 10^{-3} \\ &= -\log 1 \times 10^{-3} \\ &= \boxed{3} < 7 \text{ acid} \end{aligned}$$



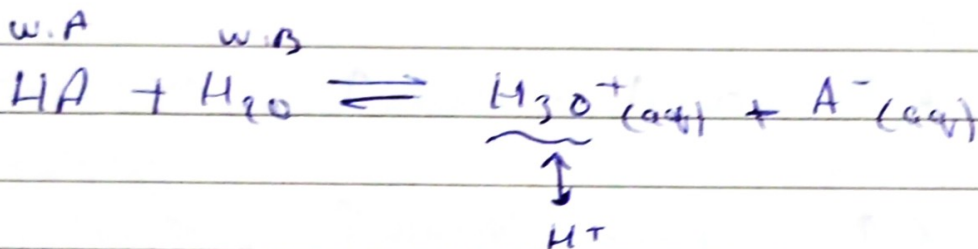
$$\begin{aligned} \text{pOH} &= -\log [\text{OH}^-] \rightarrow [\text{OH}^-] = 2 [\text{Ba(OH)}_2] \\ &= -\log [0.020] = 2 (0.020) \\ &= 1.4 = 0.040 \end{aligned}$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

$$\text{pH} + 1.4 = 14 \rightarrow \text{pH} = 12.6 > 7 \text{ Bases}$$

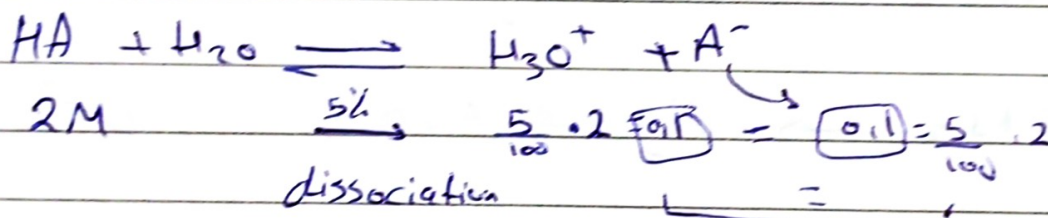
## Weak Acids &amp; Bases

w.A      w.B

القواعد والحموض الضعيفة  
ولا تتفككوا بالكاملincomplete dissociation  
< 100%

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+ \text{ or } \text{H}^+] \text{ at eqm}$$

نحتاج تركيزه لما اقبل للتركيزات  
وحده تركيزه عند التركيزات عند تركيزه (TCE)



$$\text{pH} = -\log [0.1] \\ = -1 < 7$$

$$[\text{H}^+] \neq [\text{HA}]$$

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \text{ at eqm}$$

acid





$$K_b = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]} \text{ at eqm} \quad [B] \neq [OH^-]$$

$\swarrow$   
 base

ونفس الكلام إلى الحمض نفس القاسم

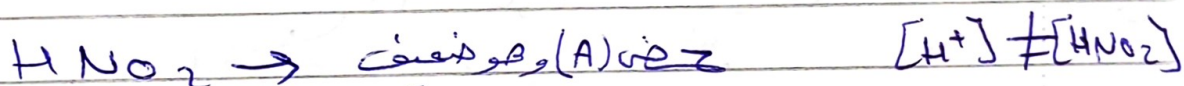
as  $K_a \uparrow \rightarrow$  acid strength  $\uparrow \rightarrow \uparrow [H^+]$  لزيادة تركيز  $H^+$   
عند المقام إلى

as  $K_b \uparrow \rightarrow$  Base strength  $\uparrow \rightarrow \uparrow [OH^-]$  لزيادة تركيز  $OH^-$   
عند المقام إلى

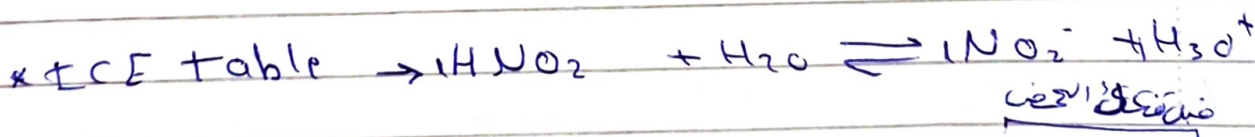
~~Ex 16.8 P.44~~

Ex 16.8 P.44

- Calculate the pH of a 0.036 M nitrous acid ( $HNO_2$ ) Solution?



$$pH = -\log [H^+] \text{ eq } \left\{ \begin{array}{l} HNO_2 + H_2O \rightleftharpoons NO_2^- + H_3O^+ \\ K_a = 4.5 \times 10^{-4} \\ (HNO_2) \end{array} \right.$$



|         |           |    |    |
|---------|-----------|----|----|
| Initial | 0.036 M   | 0  | 0  |
| change  | -X        | +X | +X |
| Eqm     | 0.036 - X | X  | X  |





صباحي كل حين قبل ضحا  
وبالتي بي أحلى معادة تربيعاً بالحقونا الم

$$\frac{x^2}{0.038 - x} = 4.5 \times 10^{-4}$$

$$x^2 + 4.5 \times 10^{-4}x - 1.62 \times 10^{-5} = 0$$

$$x = 3.8 \times 10^{-3} \text{ M} \quad \text{or} \quad x = -4.3 \times 10^{-3} \text{ M}$$

نقص

$$x = [\text{H}^+] = 3.8 \times 10^{-3}$$

$\downarrow$   
 $\text{H}_2\text{O}^+$

$$\text{pH} = -\log(3.8 \times 10^{-3}) = 2.42$$

2.42 ✓

if  $x$  is negligible  $\rightarrow x = [\text{H}^+]_{\text{eqm}} = \sqrt{K_a [\text{A}]_i}$  for acids  
 $\rightarrow x = [\text{OH}^-]_{\text{eqm}} = \sqrt{K_b [\text{B}]_i}$  for Bases

Acids  $\frac{\sqrt{K_a [\text{A}]_i}}{[\text{A}]_i} \times 100\% \leq 5\%$

Bases  $\frac{\sqrt{K_b [\text{B}]_i}}{[\text{B}]_i} \times 100\% \leq 5\%$

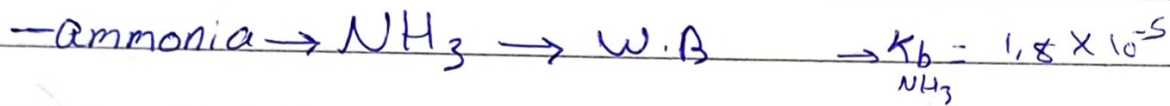
جواب السؤال ←

$$X = [H^+]_{eqm} = \frac{\sqrt{K_a [HNO_2]_i}}{[HNO_2]_i} \cdot 100$$

$$= \frac{\sqrt{4.5 \times 10^{-4} (0.036)}}{0.036} \cdot 100 = 11.17\%$$

أنت غير متأكدة

Example 16.11 p.58



$$X = [OH^-] = \sqrt{K_b [NH_3]_i} \quad \left( 2.68 \times 10^{-3} M \right)$$

↓

نقطة التركيز الباعث

$$X = \frac{2.68 \times 10^{-3}}{[NH_3]_i} \cdot 100 = \frac{2.68 \times 10^{-3}}{0.4} \cdot 100$$

$$= 0.67\% < 5\%$$

والجواب الباعث صحيح

$$pOH = -\log [OH^-] = -\log 2.68 \times 10^{-3} = 2.57$$

$$pH + pOH = 14 \rightarrow pH + 2.57 = 14$$

$$pH = 11.43$$



## Example 16.9 p.50

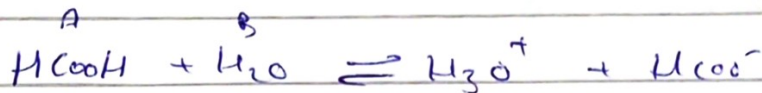
$$[\text{HCOOH}]_i = 0.1 \text{ M} \text{ \& } \text{pH} = 2.39$$

ملاحظة

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]_{\text{eqm}} \rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} \rightarrow 10^{-2.39} = 4.07 \times 10^{-3}$$

ملاحظة  
[H<sup>+</sup>]

عند التوازن



|         |     |   |   |   |
|---------|-----|---|---|---|
| initial | 0.1 | - | 0 | 0 |
|---------|-----|---|---|---|

وتسمى

x

|        |    |  |    |    |
|--------|----|--|----|----|
| change | -x |  | +x | +x |
|--------|----|--|----|----|

|     |         |  |   |   |
|-----|---------|--|---|---|
| eqm | 0.1 - x |  | x | x |
|-----|---------|--|---|---|

$$K_a = \frac{x^2}{0.1 - x} = \frac{(4.07 \times 10^{-3})^2}{0.1 - 4.07 \times 10^{-3}} \quad \boxed{K_a = 1.73 \times 10^{-4}}$$

Percent ionization → نسبة التأين

تعبير عن تركيز الأيونات بعد التفاعل كنسبة التركيز بالبداءة

$$\text{Percent ionization} = \frac{\text{Ionized acid concentration at eqm}}{\text{Initial concentration of acid}} \times 100\%$$

إذا الحظ قوي تفاعل 100% وإذا ضعيف تفاعل أقل من 100%

$$\text{Acids} \rightarrow \% \text{ ion} = \frac{[H^+]_{eq}}{[A]_i} \times 100\%$$

$$\text{Bases} \rightarrow \% \text{ ion} = \frac{[OH^-]_{eq}}{[B]_i} \times 100\%$$

} p. 55

Q. 50 ← example 16.9

- calculate % ionization

$$[H^+]_{eqm} = 4.107 \times 10^{-3} M$$

$$\% \text{ ion} = \frac{[H^+]_{eq}}{[HCOOH]_i} \times 100\% = \frac{4.107 \times 10^{-3}}{0.1} \times 100\%$$

$$= 4.107\% \rightarrow$$

النسبة للحض التي تفككت إلى أيونات

يعني تقريباً 4% تفككت و 96% بقيت الحض  $HCOOH$

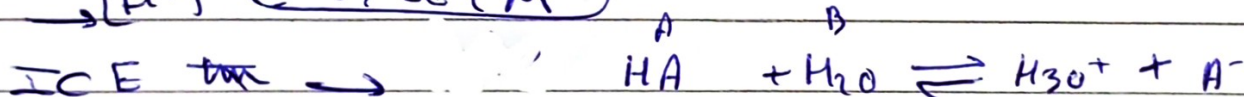
أدع

- 2% of 0.1 M acid (HA) was ionized in water, calculate  $K_a$  this acid

Q. 51

$$\% \text{ ion} = \frac{[H^+]_{eqm}}{[HA]_i} \times 100\% \Rightarrow \frac{2}{100} = \frac{[H^+]_{eq}}{0.1} \times \frac{100}{100}$$

$$\rightarrow [H^+] = 0.002 M$$



initial

0.1

0

0

change

-x

+x

+x

eqm

0.1-x

x

x

$$0.002 = [H^+]_{eq} = [H_3O^+]_{eq}$$

E B O O K



$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} = \frac{x^2}{0.1 - x} = \frac{(0.002)^2}{0.1 - 0.002}$$

$$K_a = \boxed{4.1 \times 10^{-5}}$$

① - The pH of 0.2M  $NH_3$  is 11.5 calculate  $K_b$ ?  $\alpha > 1$

$$\downarrow pOH = 14 - 11.5 = \boxed{2.5}$$

$$x = [OH^-]_{eq} = 10^{-pOH} \rightarrow 10^{-2.5} = 3.16 \times 10^{-3} M$$

موجود ✓

$$ICE \rightarrow K_b = \frac{x^2}{0.2 - x} \rightarrow K_b = \boxed{5.1 \times 10^{-5}}$$

② - The ~~mol~~ % of ionization of a base (B) is 2.5%  $\alpha > 1$   
calculate  $K_b$ ?

$$\% \text{ ion} = \frac{[OH^-]_{eq}}{[B]_i} \rightarrow \frac{2.5}{100} = \frac{[OH^-]_{eq}}{0.3} \times \frac{100}{100}$$

$$[OH^-]_{eq} = 7.5 \times 10^{-3} \quad \text{2x}$$

موجود ✓

$$K_b = \frac{x^2}{0.3 - x}$$

$$K_b = 1.9 \times 10^{-4}$$

$K_a$  و  $K_b$  تزداد قوة الحمض أو القلوية  
 " " " " " " % ionization

as  $K_b$  or  $K_a$  or % ion ( $\uparrow$ )  
 acid strength ( $\uparrow$ ) & base strength ( $\uparrow$ )

$$K_a \uparrow = \frac{[H^+] \uparrow [A^-]}{[HA]}$$

$$\% \text{ ion} \uparrow = \frac{[H^+] \uparrow}{[HA]} \times 100\%$$

$$K_b \uparrow = \frac{[OH^-] \uparrow [BH^+]}{[B]}$$

$$\% \text{ ion} \uparrow = \frac{[OH^-] \uparrow}{[B]} \times 100\%$$

لكن  $pH$  ليس مقياس لقوة الحمض والقلوية بل مقياس للتراكيز.

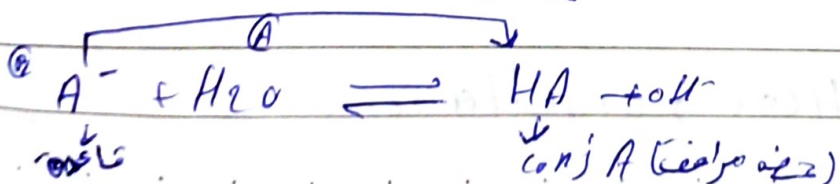
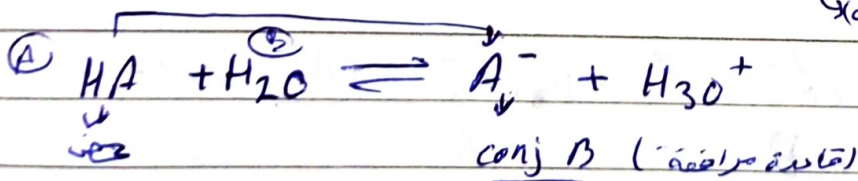
Find  $pH$  of  $1 \times 10^{-5} M$   $HCl$ ?  
 S.A

$$[H^+] = [HCl] = 1 \times 10^{-5} \rightarrow pH = -\log(1 \times 10^{-5}) = 5$$

لكن ليس مقياس ~~ل~~ لأن قيمتها ( $pH$ ) تتغير

- من تكون مقياس عنها يكون عتبة تراكيز متساوية  
 لحامضين مختلفين ومما هي ~~ال~~ علاقة الحمض القوي  
 يكون تركيز  $[H^+]$  أقل

- Ionization constants of conjugate Acid-Base Pairs





$K_a \cdot K_b = K_w = 10^{-14}$

as acid strength  $\uparrow$  conj B strength  $\downarrow$

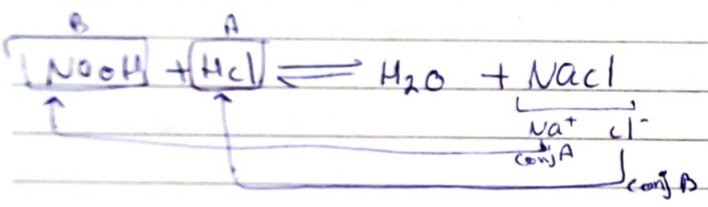
" base "  $\uparrow$  " " " "  $\downarrow$

إذا (الحمض أو القاعدة) (قوة) - وفيتكون (القاعدة المرافقة أو الحمض المرافق) (الحمض) (القاعدة)  $K_a \cdot K_b = K_w = 10^{-14}$

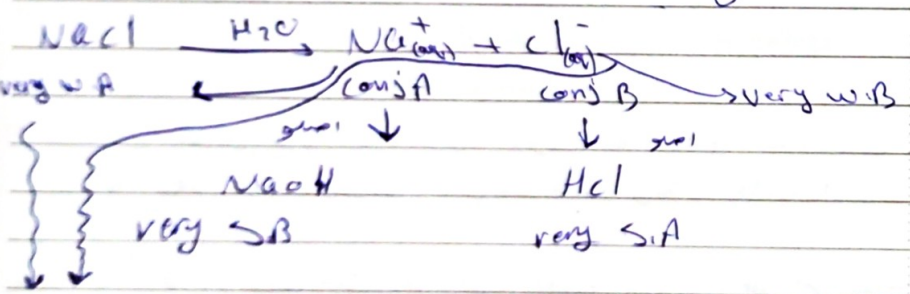
Acid - Base properties of salts.

Positive ion  
(cation)

negative ion  
(anion)



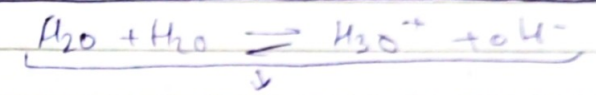
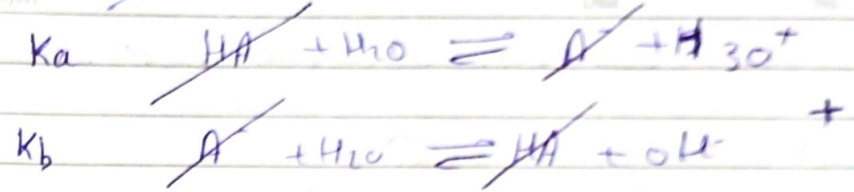
معادلة وتسمى  
تفاعلات لتبادل  
أيونات  
سلاسل و  
سلاسل



does not ionize in  
water (does not effect  
solution (soln) pH

الذي يحل في الماء  
 $Na^+ + Cl^- \} pH = 7$

ملاحظة في تركيز pH المحلول (سلاسل)  
وغيره (PH: 7) سلاسل



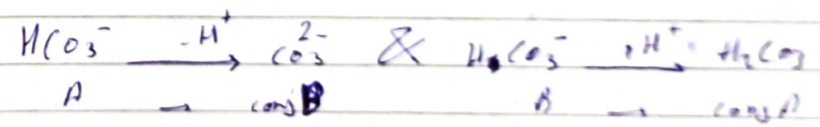
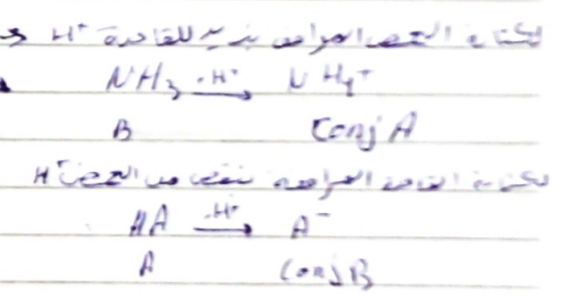
معادلة تسمى  
المعادلة

$$K_b \cdot K_a = K_w = 10^{-14} @ 25^\circ C$$

$$\frac{[A^-][OH^-]}{[A]} \cdot \frac{[A][H_3O^+]}{[HA]} = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} = K_a = 10^{-14} @ 25^\circ C$$

\*  $K_b \cdot K_a = K_w = 10^{-14}$  → For an acid & its conjugate base  
↓  
or a base & its conjugate acid

معادلة تسمى  
معادلة التوازن  
المعادلة المرافقة أو القاعدة

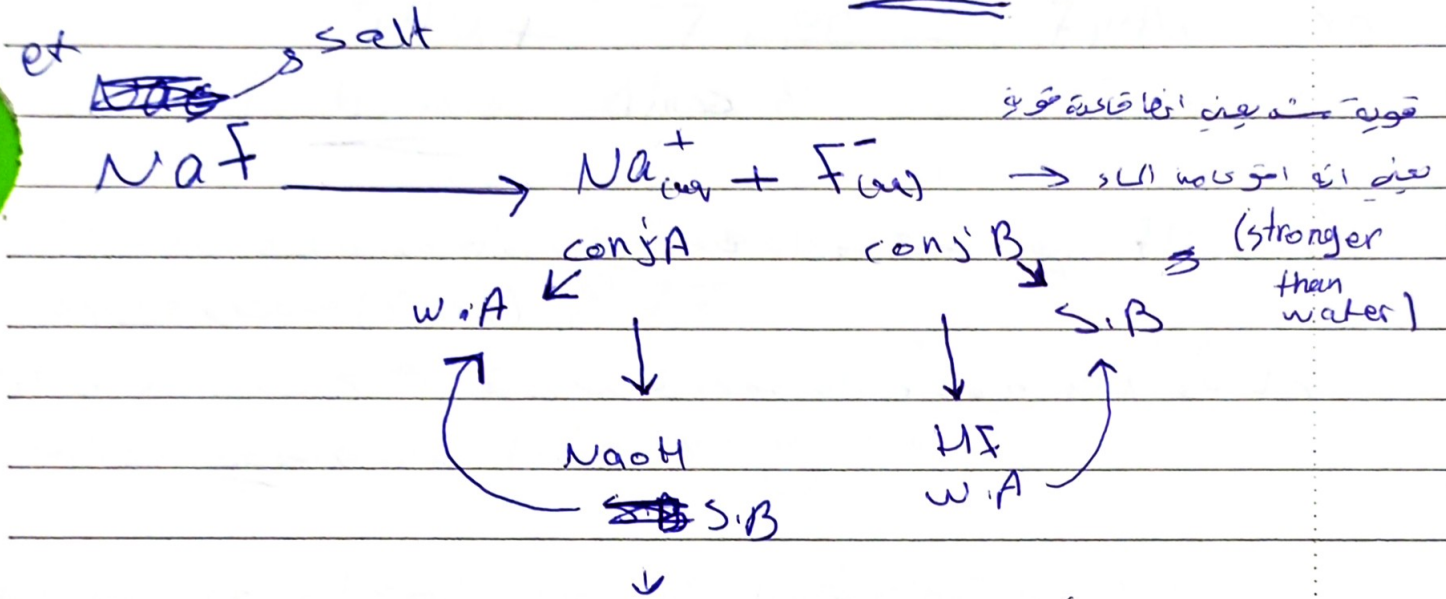


So  $HCO_3^-$  is amphoteric



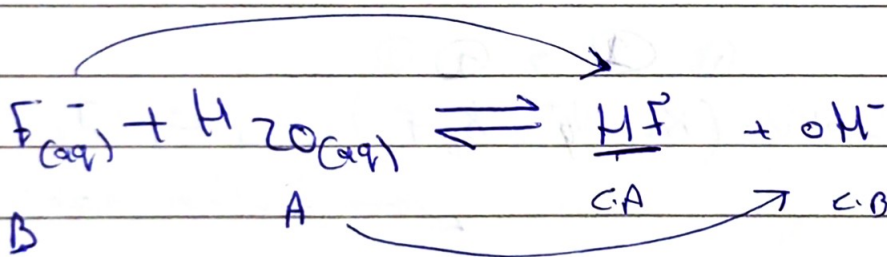


ex  $K_a = 10^{-10} \rightarrow$  سوف يتفاعل مع الماء / في  
 مع اقل من  $10^{-14}$  وسيتفاعل مع الماء / في  
 $K_a = 10^{-16} \rightarrow$  سوف يتفاعل مع الماء / في اقل  
 مع اقل من ذلك الماء / في يتفاعل مع الماء / في  
 $pH = 7$



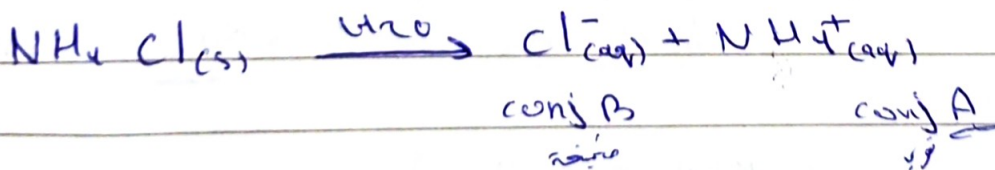
والماء / في يتفاعل مع الماء / في  
 $pH = 7$  يتفاعل مع الماء / في

والماء / في يتفاعل مع الماء / في  
 الماء / في يتفاعل مع الماء / في  
 $pH > 7$



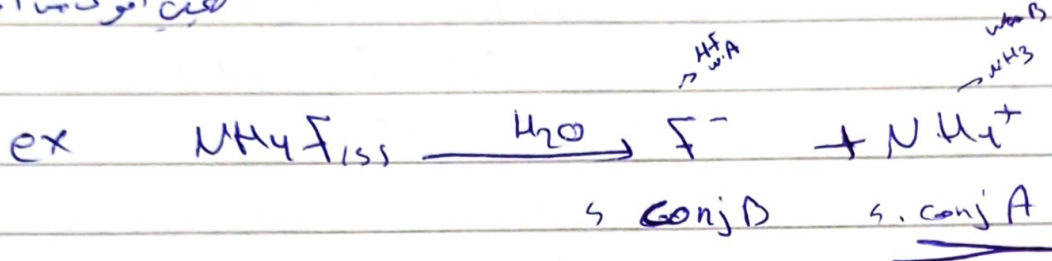
S.A  
 $\rightarrow HCl$

$\rightarrow pH < 7$



الاصول HCl حمض قوي اذن هو قاعدة مرافقة ضعيفة (لا تتركز الماء)  $pH=7$   
 $NH_4^+$  و  $NH_3$  هين قاعدة ضعيفة اذن حمضا المرافق  $NH_4^+$  قوي  
 ويتركز الماء وسيبقى الحام  $pH < 7$  (acidic)

هين اقوى منها الحام



$F^-$  عبارة عن قاعدة مرافقة قوية لانه قادم من حمض ضعيف HF وله تأثير  
 عملاء وسيبقى (basic)  
 $NH_4^+$  عبارة عن حم قوي لانه قادم من قاعدة ضعيفة  $NH_3$  وله تأثير  
 الحام وسيبقى (acidic)

وفي هائي الحامه المخلول هين يكون (حمض او قاعدي)  
 هين نغيب انه متعادل ~~لانه~~ اذا كانت قوه  $F^-$  و  $NH_4^+$   
 وليكنها غير متعادلة اذن لا حقا نغيب انها متعادلة (متساوية)

طريقة (1) ② ①  
 هين يري اتحات بين  $(K_a NH_4^+ \text{ و } K_b F^-)$  ومن الجداول خارج الارقان هين  
 المراققات و  $K_a$  و  $K_b$

للحمض والقاعد  
 المرافق او قاعدة  
 وحمض مرافق

$K_a \cdot K_b = 10^{-14} \rightarrow$  ①  $K_b NH_3 = 1.8 \times 10^{-5}$   $5.6 \times 10^{-10}$   
 $1.8 \times 10^{-5} \cdot K_a = 10^{-14} \rightarrow K_a NH_4^+ =$

②  $K_a HF = 7.1 \times 10^{-4}$   
 $7.1 \times 10^{-4} \cdot K_b = 10^{-14} \rightarrow K_b F^- =$   $1.4 \times 10^{-11}$





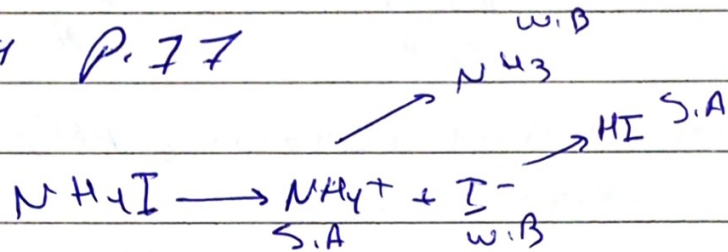
$F^-$  أقوى من  $NH_4^+$   
اذن المحلول متعادل  
الحمول (acidic)  $pH < 7$

$$K_{b, NH_3} = 1.8 \times 10^{-5} < K_{a, HF} = 7.1 \times 10^{-4} \quad \text{طريقة (2)}$$

بما انو  $HF$  أقوى من  $NH_3$  اذن  $NH_4^+$  <  $F^-$   
الحمول (acidic)  $pH < 7$

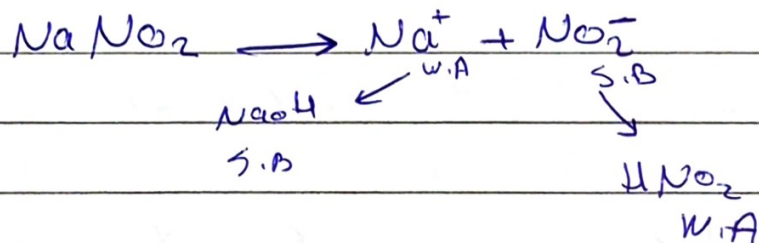
Example 16.14 P. 77

a)  $NH_4I$  ?



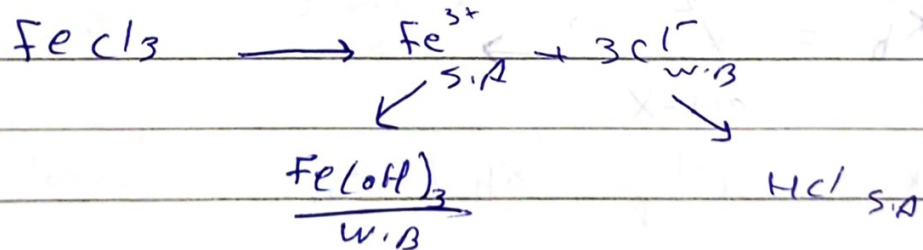
$pH < 7$  حمول

b)  $NaNO_2$  ?



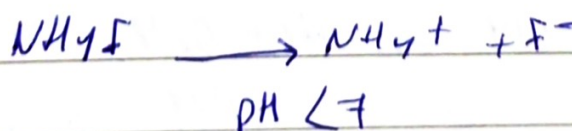
$pH > 7$  قلوي

c)  $FeCl_3$  ?



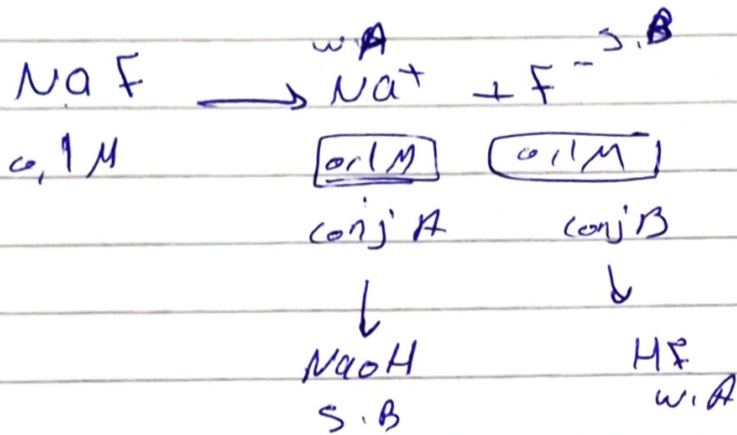
$pH < 7$  حمول

d)  $NH_4F$  ?

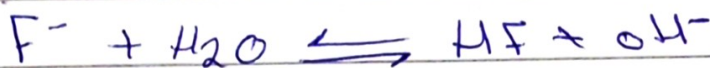


- calculate the pH of 0.1 M NaF solution?

salt  
(NaF)



calculate the pH of 0.1 M F<sup>-</sup> solution? ICE



initial 0.1      -      0      0

change -x      +x      +x

eq. 0.1-x      x      x

$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{F}^-]}{[\text{HF}]}$   
 $K_b = \frac{[\text{OH}^-][\text{F}^-]}{[\text{HF}]}$

$x = [\text{OH}^-]_{\text{eq}} = \sqrt{K_b [\text{F}^-]} = \sqrt{1.4 \times 10^{-11} (0.1)} = 1.18 \times 10^{-6}$

$\text{pOH} = -\log (1.18 \times 10^{-6}) = 5.9$

$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \rightarrow \text{pH} = 14 - 5.9 = 8.1$

$\text{pH} = 8.1 > 7$



- calculate the pH of 0.1 M  $\text{NH}_4\text{Cl}$  solution  
 $K_{\text{bNH}_3} = 1.8 \times 10^{-5}$  ?

## Lewis Acid-Base

قاعدة وحمض لويس

لويس

في بعض الجزيئات والتوابع قد يفقد ولا يكتسب (H)

بزوج  $\bar{e}$

Lewis Acid : electron pair acceptor.

" Bases "

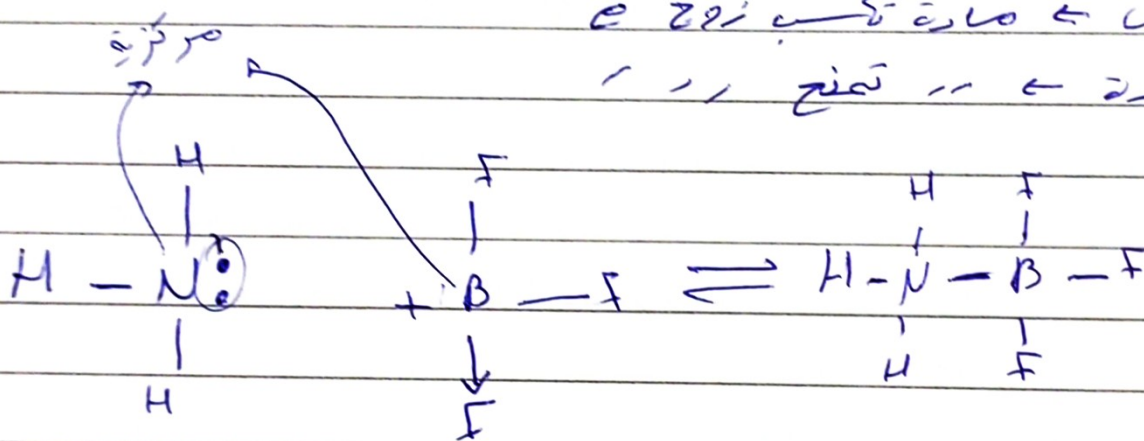
" "

" "

donor electron

الحمض ← مادة تكتسب زوج  $\bar{e}$

القاعدة ← .. تمنح ..



↓

↓

مادة تمنح زوج  $\bar{e}$

مادة تكتسب زوج  $\bar{e}$

base

acid

→ +

A c i d

B a s e

Arrhenius  $H^+$  in  $H_2O$  $OH^-$  in  $H_2O$ Bronsted-Lowry  $H^+$  <sup>donor</sup> ~~donor~~Accepts  $H^+$ Lewis Accepts  $e^-$ -pair $e^-$ -pair ~~donor~~ <sup>donor</sup>



## ch.6 - Thermo chemistry

مفهوم الطاقة (Energy) ومصادرها

أنواع كثيرة منها مصادرها كثيرة على الحرارة (heat) ومنها أنواع الطاقة

- Heat: Is the transfer of thermal energy between two bodies that are at different temperatures.

انتقال (حرارة) الطاقة الحرارية بين جسيمات مختلفة بالحرارة

- Temperature: Is a measure of the thermal energy

درجة الحرارة: مقياس للطاقة الحرارية

\* Temperature  $\neq$  Thermal energy

- Thermochemistry: Is the study of heat change in chemical reactions.

- Reactant  $\longrightarrow$  Products

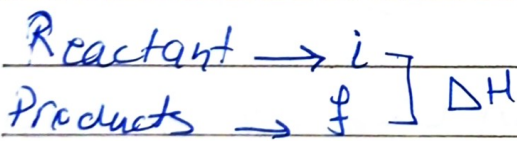
لكن يتم تكوين النواتج يجب

تكسير الروابط في المواد المتفاعلة

وتكوين روابط جديدة في المواد الناتجة

ويتم هذا إما امتصاصاً أو انبعاثاً

حرارة



$$\Delta H = H_f - H_i \rightarrow H_{\text{prod}} - H_{\text{react}}$$

معدل التفاعل الكيميائي

عالم كمال  $\rightarrow$  محيط به

موجود في محيطات

- universe  $\rightarrow$  system & surroundings

عالم كمال  
(المحيط)

من (1-4) بالدرجة

(cooling)

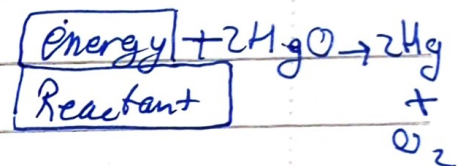
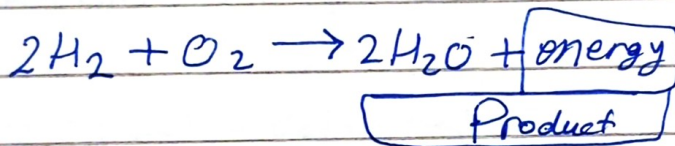
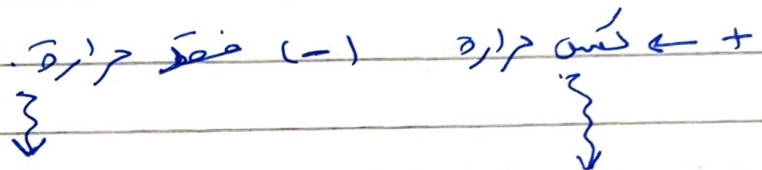
Exothermic process →  $\Delta H(-)$  فقد الحرارة

↳ (lose or gives heat)

(heating)

Endothermic process →  $\Delta H(+)$  كسب الحرارة

(gain or has to be supplied to the system)

State Functions → خاصة بطريقة أو سلوك التفاعلفقط يعتمد النهائي والبرائي.يعني فقط يعتمد على المرحلة البرائية والنهائية. وما يمكن من هنا نلاحظ  
أنه الناتج راجع يكون نفسه.

أول قانون الديناميكا الحرارية

(First Law of thermodynamics)

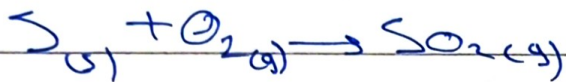
تفصيل  
أنه الطاقة لا تفنى ولا تستحدث بل تتقلص من شكل لآخريعني الطاقة محفوظة يعني ان كمية الطاقة التي بها نعمل العمل  
التي نفعلها (كاملة)



$$\Delta U_{\text{universe}} = 0 \rightarrow \Delta U_{\text{system}} + \Delta U_{\text{surroundings}} = 0$$

$$\Delta U_{\text{sys}} = -\Delta U_{\text{sur}} \rightarrow \text{واحد فقد والاخر كسب}$$

منه تفادى الاحتراق



منه تفادى الاحتراق

$$\Delta U_{\text{sys}} = \underbrace{q_{\text{sys}}}_{\text{heat}} + \underbrace{W_{\text{sys}}}_{\text{work}} \rightarrow q \rightarrow \begin{matrix} \text{exo (Lost heat)} \rightarrow (-) \\ \text{end (gain heat)} \rightarrow (+) \end{matrix}$$

$w \rightarrow$  work done by system

$\rightarrow$  (expansion)  $(-)$   $\Delta V (+)$    
 work done on the system   
 (compression)  $(+)$   $\Delta V (-)$

$$w = f \cdot \Delta x$$

$$w = -P \cdot \Delta V \rightarrow \text{atm} \cdot L \rightarrow \text{Latm} \cdot L = 101.3 J$$

$$\rightarrow w = -P \cdot \Delta V = (101.3 J) \text{ (Latm)}$$

\* at constant (P)

$$* P \cdot \Delta V = \Delta n R T \rightarrow \text{at constant } P \& T$$

$$-w \rightarrow w = -P \cdot \Delta V$$

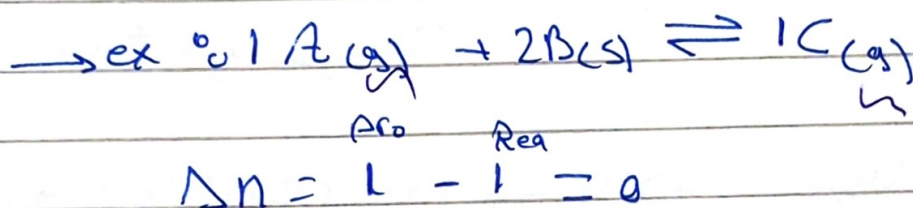
$$\rightarrow = -\Delta n R T$$

$$\text{as } \Delta n \uparrow \Delta V \uparrow \rightarrow \Delta n \downarrow \Delta V \downarrow$$

$$w \rightarrow \textcircled{1} - P \cdot \Delta V \cdot (101.3)$$

$$\rightarrow \textcircled{2} - \Delta n R T \quad ; R = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

$$\rightarrow \Delta n = \sum n_{\text{prod}} - \sum n_{\text{Reac}} \quad \text{only gases}$$



Ex: 6.1 P. 9

expands  $\rightarrow$   $w(-)$

$$\Delta V = V_f - V_i = 6 - 2 = 4$$

a)  $P = 0 \rightarrow *w = -P \Delta V (101.3) = [0]$

لا يوجد شغل لأنه لا يوجد قوى

b)  $P = 1.2 \text{ atm}$

$$w = -P \Delta V (101.3) \rightarrow -1.2 (4) (101.3)$$

$$= -4.9 \times 10^2 \text{ J} \quad (\text{قمتا})$$

(النتيجة التي يذللها)



ex 6.2

$$\Delta U = q + w \rightarrow = -128 \text{ J} + +462 \text{ J}$$

$$= +334 \text{ J}$$

النتيجة من الحسابات هي أن  $q < w$  (و)

— Enthalpy (heat)

— At constant pressure:

$$q_{\text{heat}} = \Delta H \quad \& \quad w = -P \Delta V$$

$\swarrow$  enthalpy       $\searrow$  work

$$\Delta U = q + w \rightarrow \Delta H - P \Delta V = \Delta U$$

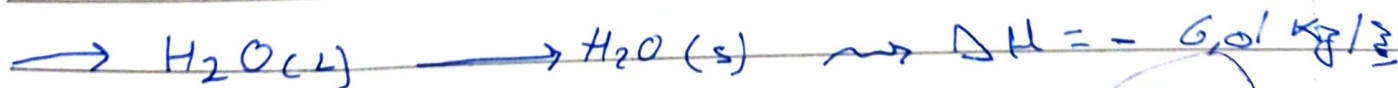
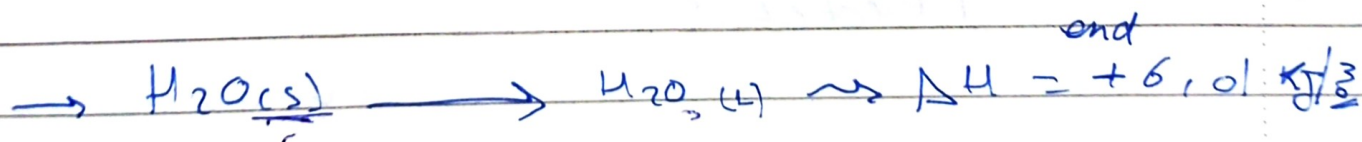
$$\Delta H = \Delta U + P \Delta V \rightarrow \text{at constant pressure}$$

$$q = \text{J or kJ} / \text{enthalpy} = \Delta H = \frac{\text{J}}{\text{mol}} \text{ or } \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

$$\Delta H = \frac{q}{n} \text{ \& at constant P}$$

$$q = \Delta H \cdot n$$

النتيجة (enthalpy) هي أن  $q$  هو

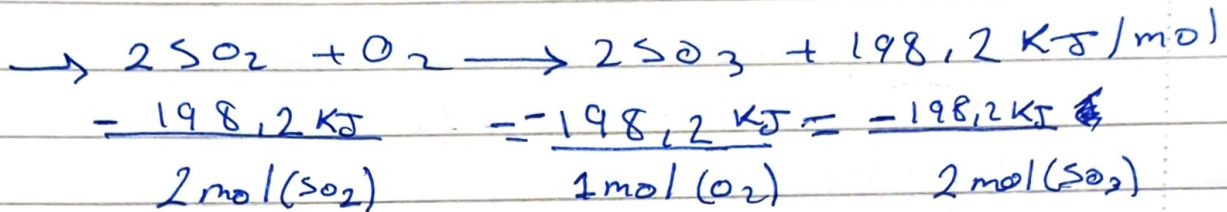


ex

## Ex 6.3

بريه اناطه الحرارة تجرد من المتفاعلات

$$\Delta H_{Rxn} = -198,2 \text{ KJ/mol}$$



من اناطه حرارة المتفاعلات

يعني اننا نتج هذا المبلغ من  
الطاقة (حرارة) (198,2) يجب

$$\Delta H = -198,2 \text{ KJ}$$

ان اناطه 2mol(SO<sub>2</sub>)

(2)mol SO<sub>2</sub> حصة كل واحد

1mol(O<sub>2</sub>)

2mol(SO<sub>3</sub>)

لـ SO<sub>2</sub> حصة  
من اناطه

$$q = (\Delta H \cdot n)_{\text{SO}_2} \rightarrow n_{\text{SO}_2} = \frac{87}{64} = 1,37 \text{ mol}$$

$$= \frac{-198,2}{2 \text{ mol SO}_2} \cdot 1,37 \text{ mol SO}_2 = -136 \text{ KJ}$$

ان اناطه حرارة المتفاعلات

If 300 KJ heat was released how  
~~many~~ many moles SO<sub>2</sub> & O<sub>2</sub> were  
reacted?

حدايه ونايه



Ex 6.4

$$\Delta U = q + w$$

$\downarrow$   
 $\Delta H \cdot n$

$$q = \Delta H \cdot n$$

$$\frac{-566 \text{ KJ}}{2 \text{ mol CO}} \cdot 2 \text{ mol CO} = \boxed{-566 \text{ KJ}}$$

$$w = -R \Delta V (\text{vol.}) \text{ or } -\Delta n RT$$

$\Delta V$  ←  $\Delta$  في الحجم  $\Delta n$  ←  $\Delta$  في عدد المولات

$$w = -\Delta n RT \rightarrow \Delta n = 2 - (1+2) = \boxed{-1}$$

$$= -(-1)(8.314)(298)$$

$$= + 2477.572 \text{ J} \rightarrow \text{compression}$$

→ work done on system

$$\Delta U = -566 \text{ KJ} + 2477.572 \text{ J} \rightarrow \Delta U = -566 \text{ KJ} + \frac{2477.572 \text{ J}}{1000}$$

$$\Delta U = -563.5 \text{ KJ/mol}$$

$$q = \Delta T \cdot m \cdot S$$

$\downarrow$   $\downarrow$   $\downarrow$   
 $^{\circ}\text{C}$   $g$   $\frac{\text{J}}{g \cdot ^{\circ}\text{C}}$  → constant (tables)

300

$$C = m \cdot S \rightarrow q = \Delta T \cdot C$$

Thermometer ←  $\Delta T$  ← يقيسها بالاختلاف في درجة الحرارة

Balance ←  $m$  ← يقيس الكتلة بالميزان

Calorimetry → علم قياس الحرارة

- calorimeter → جهاز يستخدم لقياس الحرارة .  
أنواعه

38p 1 - constant pressure calorimeter (coffee cup calo)  
calo

39p 2 - constant Volume calorimeter (bomb calo)  
يستخدم للحرارة

ex 6.6

$$q_{sys} = -q_{surr} \rightarrow q_{C_6H_8} = -\Delta T (C_{H_2O} + C_{bomb})$$

انتزاع  
القطر

$$q_{C_6H_8} = -(25.15 - 20.128) (101.17) \rightarrow -57.66 \text{ KJ}$$

ex 0  
لـ الحرارة في كالمية

$$n = \frac{m}{M.M} \rightarrow \frac{1.435}{128} = 0.0112 \text{ mol } C_6H_8$$

$$\text{molar heat} = \frac{q}{n} = - \frac{57.66}{0.0112} = -5.151 \times 10^3 \text{ KJ/mol}$$

EX 6.7

$$q_{sys} = -q_{surr} \rightarrow q_{sys} = -(q_{H_2O} + q_{calo})$$

محلول  
جهد

$$q_{pb} = -q_{H_2O} \rightarrow (m \cdot \Delta T)_{pb} = -(m \cdot \Delta T)_{H_2O}$$

$$26.47 \cdot \Delta T + (100 \cdot 4.184 \cdot (0.67))$$

$$\Delta T = 0.1568 / g \cdot c$$

$$\textcircled{1} d_{H_2O} = 1 \text{ g/mL}$$

$$1 = \frac{g}{100 \text{ mL}}$$

$$\text{vol of } H_2O = 100 \text{ g}$$

$$\textcircled{2} \Delta T_{pb} = 23.17 - 29.48 = -66.81 / \Delta T_{H_2O} = 23.17 - 22.50 = 0.67$$



EX 6.8

$$q_{\text{RXN}} = -(q_{\text{H}_2\text{O}} + q_{\text{cal}}) \rightarrow q_{\text{RXN}} = -q_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$\rightarrow q_{\text{RXN}} = -\Delta T m \cdot \bar{c} = -((25.86 - 23.5) (4.184 \text{ J/g}^\circ\text{C}))$$

$$q_{\text{RXN}} = \boxed{-2.81 \text{ KJ}}$$

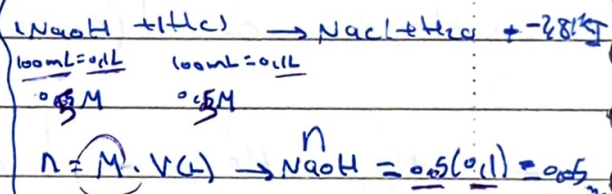
$m \rightarrow \text{Total mass (200 mL)}$

$100 \text{ mL (HCl)} + 100 \text{ mL (NaOH)}$

$$d = 1 \text{ g/mL} \rightarrow 1 = \frac{m(\text{g})}{V(\text{mL})} \rightarrow 1 = \frac{m(\text{g})}{200 \text{ mL}} \rightarrow m(\text{g}) = 200 \text{ g}$$

استفاده از دمای محیط

$$\text{molar heat} = \frac{q}{n} = -\frac{2.81}{0.05} \rightarrow \boxed{-56.2 \text{ KJ/mol}}$$



$$n = M \cdot V(\text{L}) \rightarrow n_{\text{NaOH}} = 0.5(0.1) = 0.05 \text{ mol}$$

$$n_{\text{HCl}} = 0.5(0.1) = 0.05 \text{ mol}$$

$$n_{\text{NaOH}} = 0.05$$

$$n_{\text{HCl}} = 0.05$$

محاسبه دمای از آن محاسب

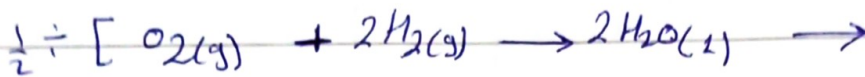
از جرم و دمای L.R محاسب

دما را به دست آوریم

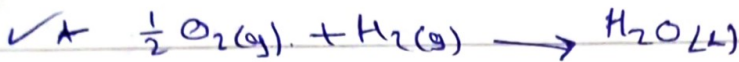
محاسبه دمای محیط

- write formation equation of ?

1)  $H_2O$



از ~~المعادن~~ كوكما  
المعادنة هكذا



تكون ضاراً لونه

يجب انتاج 1 mol

$$\Delta H_f^\circ = H_f^\circ - \left[ H_f^\circ(H_2g) + \left(\frac{1}{2}\right) H_f^\circ(O_2) \right]$$

مفرداً

حرارة تكون الماء  
تكون من نوع واحد من الذرات  
نوع واحد من  
الذرات

- عنصرية مفردة الذرة ما بعد امتصاص الحرارة للتفاعل فقط  $\Delta H_f^\circ$  للماء، لموجده  
هناك نقطة مرجعية  $(\Delta H_f^\circ \text{ elements} = 0)$  عند الظروف القياسية  
مفرداً

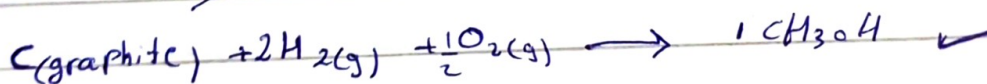
(Contain 1 type of atoms) (تكون من عنصر واحد، لذرة)

$$\Delta H_f^\circ = H_f^\circ - [0 + 0]$$

منه

48

بالجاء  
الكربون ~~بالجاء~~ القياسية عبارة عن نوعين (Graphite) و (diamond)  
والاسماء اختصاراً النوع، لرد  
 $\Delta H_f^\circ \text{ (Graphite)} = 0$   
وذلك  $\Delta H_f^\circ \text{ (diamond)} \neq 0$



تأخذ على السليم 50

←



- الترتيب في الظروف القياسية هو  $\Delta H_f^\circ(\text{Hg}_L) = 0$

$$\Delta H_f^\circ(\text{Hg}_L) = 0$$

Subject

Date

No.

اما باقي المعادلات

Example 6.10



$$\Delta H_{\text{rxn}} = [\Delta H_f^\circ(\text{Al}_2\text{O}_3) + 2\Delta H_f^\circ(\text{Fe})] - [2\Delta H_f^\circ(\text{Al}) + \Delta H_f^\circ(\text{Fe}_2\text{O}_3)]$$

$$= [-1669.8 + 2(12.40)] - [(2(0) + -822.2)]$$

$$= -822.8 \text{ kJ}$$

هو طاقب لواحد غرام من (Al) و (Per gram Al)

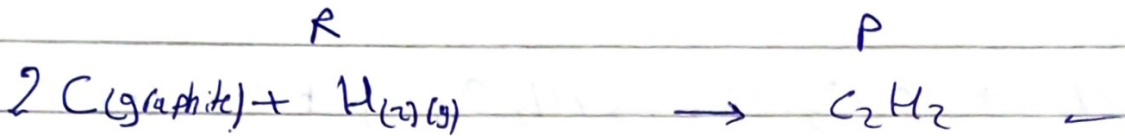
$$q = \frac{\Delta H}{n} \cdot n = \frac{-822.8}{2\text{Al}} \cdot \frac{1}{2\text{F}} =$$

$$= -15.25 \text{ kJ/g}$$

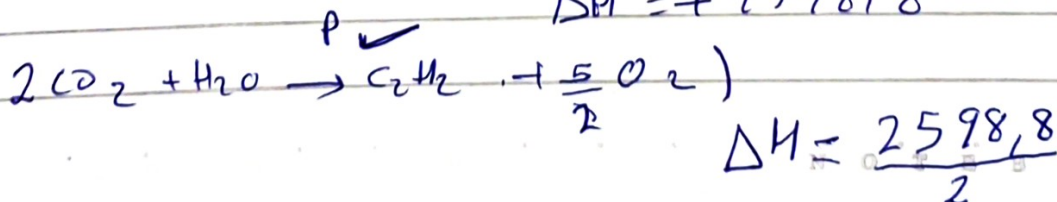
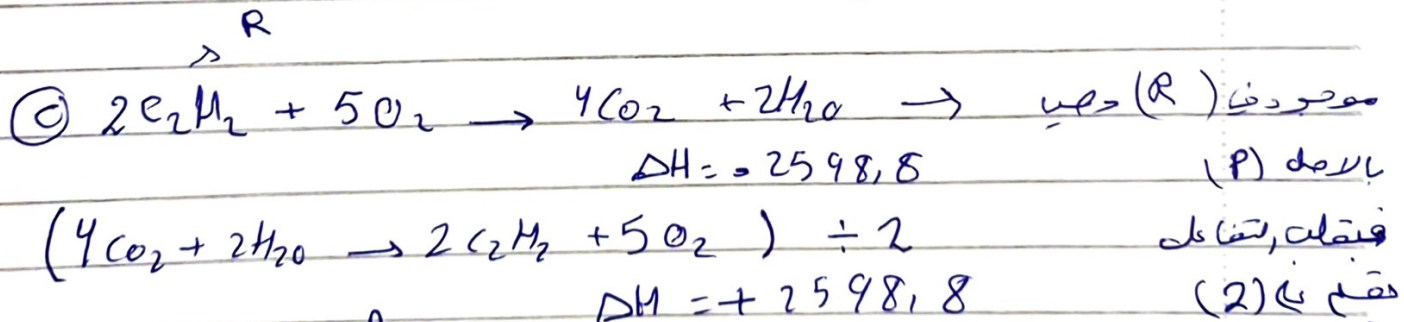
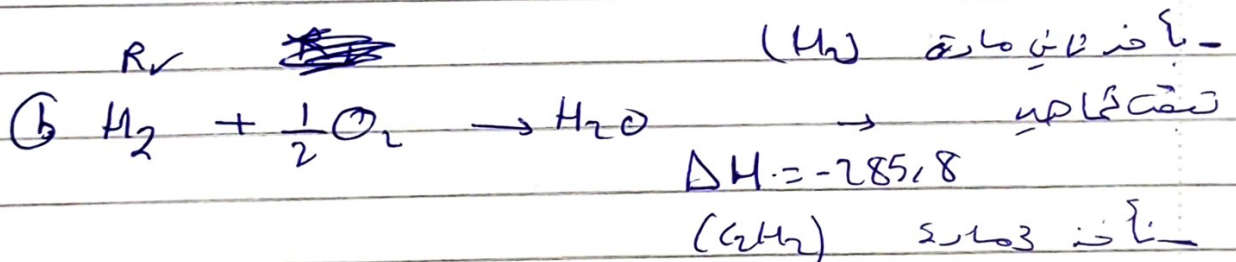
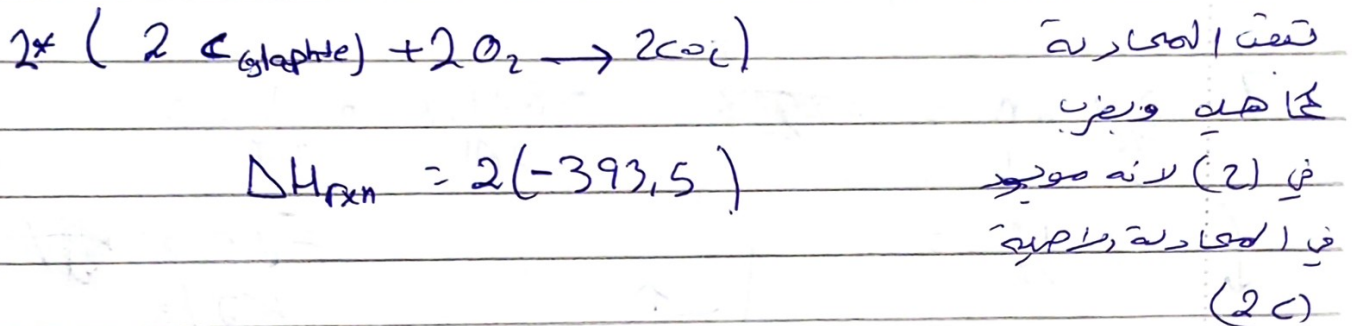
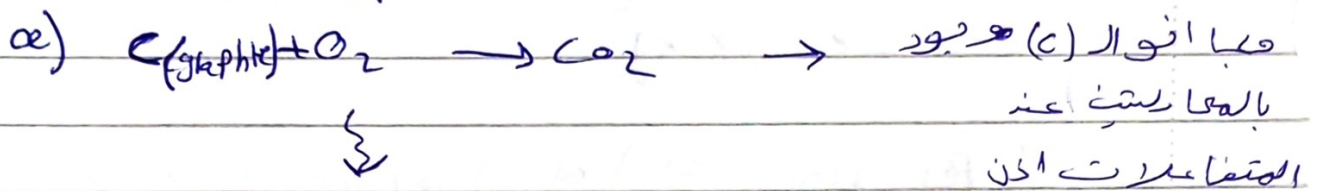
$$\frac{\Delta H}{2\text{mol Al}} = \frac{-822.8}{2\text{mol Al}} =$$

بدي اياها  
بدي لانه  
(Al)

## Example 6.9



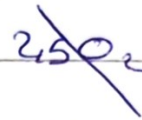
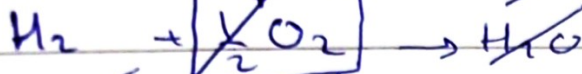
- بأخذ مادة مادة واحدة وواحدة واحدة  $\Delta H$   $\leftarrow$  (C) شوف بأحدها مادة موجودة .





R

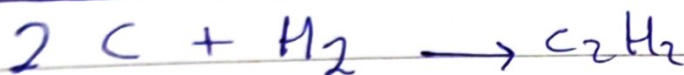
P



$$\Delta H = 2(-393,5)$$

$$\Delta H = -285.18 \text{ kJ}$$

$$\Delta H = + \frac{2598,8}{2}$$



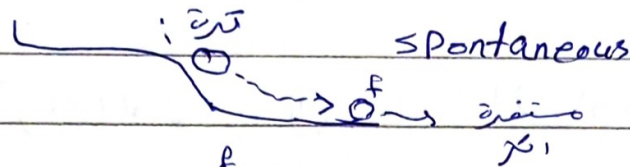
$$\rightarrow \Delta H = 226,6$$

$$\text{KJ/mol}$$

CH 188-

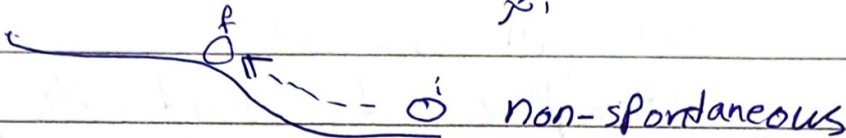
Spontaneous → يحدث لوحدها بدون تدخل خارجي

Lose energy

 $E \times 10^{-6}$ 

$$\Delta E = f - i = [-]$$

$$f < i$$



$$\Delta E = f - i = [+]$$

$$f > i$$

Low Energy → higher stability  
طاقة أقل → أكثر استقرار

gain energy

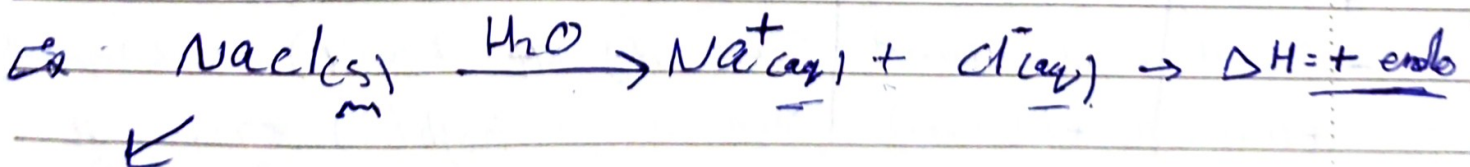
$\Delta E = [-]$  ولذلك انه تفادى عليه لفقد طاقة ليستقر أكثر  
فقد السالب انه فقد

- الحرارة Enthalpy جزء من الطاقة كذازادته الحرارة زادته الطاقة  
مراج نركز على الطاقة وليس الحرارة في المعايير التلقائي و غير تلقائي

- وكلما قلت الحرارة فقدت الطاقة وليس هذا لا يعني ان التفاعل تلقائي . صحت

بمعنى انخفاضها وارتفاعها الحرارة لا يعيد اذا العملية تلقائية اول  
مستوائية

وكما كانت العشوائية أكثر يكون منه  $\rightarrow$  Entropy (S) %  
تفاعله تلقائي أكثر بدرجة عالية من محرمه وكبير وطاقة أكبر  
 $S < L \leftarrow$  الفاعل اعلى عشوائية ثم المتأخر ثم المتأخر





هذا التفاعل يحدث في الماء وبالنسبة له  $\Delta H$  سالبة (مطلبة للحرارة)  
 يعني يجب ولكنه تلقائي أيضا لكونه له  $\Delta S$  موجبة (مطلبة) كانت (1)  
~~دأب~~ واضح (2)

- الذي يؤثر على العشوائية (1) حالة المادة (3) زيادة الحرارة  
 (2) عدد الجزيئات (تزايد العشوائية)  
 (Number of particles)  
 $T \uparrow \rightarrow S \uparrow$   
 كلما زاد عدد الجزيئات العشوائية زادت  $\Delta S$  (1)

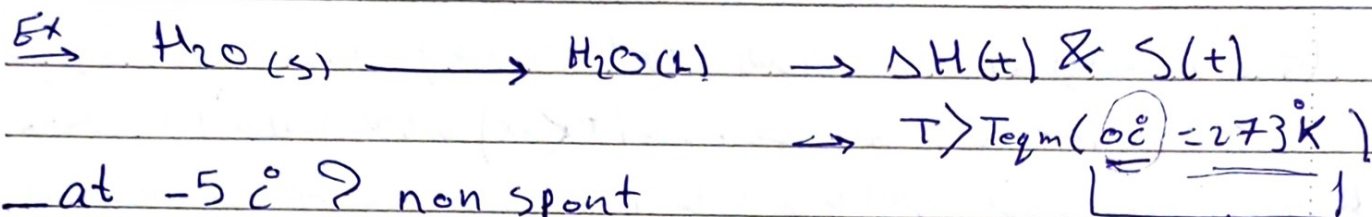
- any system prefers decrease in enthalpy ( $\Delta H$ )  
 & increase in entropy ( $S$ ).  
 $\Delta H \downarrow$  &  $\Delta S \uparrow$

- Gibbs Free Energy ( $\Delta G$ ) الطاقة الحرة للتفاعل  
 هي التي تحدد إذا العملية  
 تلقائية أو لا.

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$\Delta G = (-)$  spont  $R \rightarrow P$   
 $\Delta G = (+)$  non-spont  $R \leftarrow P$   
 $\Delta G = (0)$  at eqm  $R \rightleftharpoons P$

| $\Delta H$                   | $\Delta S$               | $\Delta G$ spont ?    | always                                    |
|------------------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------------------------|
| $(-)$ (Favoret) $\downarrow$ | $+$ (Favoret) $\uparrow$ | spont at all temp     | $\Delta G = (-)$                          |
| $+$ (not Favoret)            | $-$ (Not Favoret)        | not spont " " "       | $\Delta G = (+)$ always                   |
| $-$ (Favoret)                | $-$ (not Favoret)        | spont only at Low (T) | $T < T_{eqm} = \frac{\Delta H}{\Delta S}$ |
| $+$ (Not Favoret)            | $+$ (Favoret)            | spont " " high (T)    | $T > T_{eqm} = \frac{\Delta H}{\Delta S}$ |

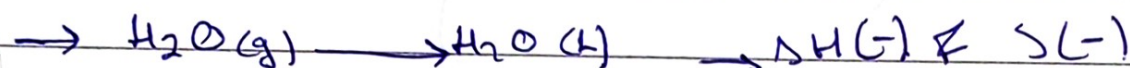


- at  $-5^\circ\text{C}$  ? non spont

- at  $10^\circ\text{C}$  ? spont

- at  $0^\circ\text{C}$  ?  $\Delta G = 0$  at eqm

درجه نقطه انجماد  
اضاعه لك



$\rightarrow T < T_{\text{eqm}} = 100^\circ\text{C} = 373\text{K}$

- at  $110^\circ\text{C}$  ? not spont

- at  $50^\circ\text{C}$  ? spont

- at  $100^\circ\text{C}$  ? Low temp

الضغط 25  
الدرجة 100  
الضغط 25

$\Delta S_{\text{universe}} = \Delta S_{\text{sys}} + \Delta S_{\text{surr}} > 0$  (spont)

$\Delta S_{\text{sys}} - \frac{\Delta H_{\text{sys}}}{T} > 0$

$\Delta G > 0$

$\Delta S_{\text{univ}} = \Delta S_{\text{sys}} + \Delta S_{\text{surr}} = 0$

$\Delta S_{\text{sys}} - \frac{\Delta H_{\text{sys}}}{T} = 0$

$\Delta G = 0$

إذا كان لدى بلورة مثالية (perfect crystalline) عند الصفر المطلق

عندها ( $S = 0$ ) لأن الحرارة تكون 0K ←  $t = 0^\circ\text{C} \& t = -273.15^\circ\text{C}$

Absolute zero

$S = 0$  at  $T = 0$

$T = 0\text{K}$  E B O O K





Ex ~~Ex~~

$$a) S \uparrow \rightarrow \Delta S (+) / b) S \downarrow \rightarrow \Delta S (-)$$

الحالة تصبح من حالة إلى حالة مع غاز

وفي هذه الحالة في حالة المادة نفسها ودرجة الحرارة نفسها ونقطة غليانها ودرجة انصهارها

$$c) S = 0 \rightarrow \Delta S (0)$$

لأن لا يوجد أي حالة تغير

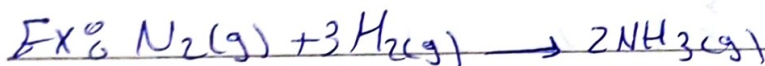
 $\Delta n = 0$ 

$$\Delta n = \sum P - \sum R \quad \text{حيث } \Delta n \text{ هو}$$

$$= 2 - 4 = -2$$

أي أن المواد أصبحت أقل

$$\Delta S_{\text{rxn}} = [c S^\circ_c + d S^\circ_d] - [a S^\circ_a + b S^\circ_b]$$

~~Standard~~Elements  $\neq 0$ 

$$\Delta S_{\text{rxn}} = 2 S^\circ_{NH_3(g)} - [1 S^\circ_{N_2(g)} + 3 S^\circ_{H_2(g)}]$$

$$= 2(193) - (192 + 3(131))$$

$$= -199 \text{ J/K} \cdot \text{mol}$$

من الجدول

- الذي يحدد التفاعل تلقائي أو لا هو  $(\Delta G)$ 

$$\rightarrow \Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$$

at eqm  $Q = K$ 

$$0 = \Delta G^\circ + RT \ln K$$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K$$

$$K = e^{\frac{-\Delta G^\circ}{RT}}$$

↙

الفرق بين  $\Delta G^\circ$  و  $\Delta G$ 
 $\downarrow$  standard  $\downarrow$  non-standard

conditions

conditions

(at eqm)

(before eqm)

من الجدول

$$K \text{ at eqm} \rightarrow \Delta G = 0$$

$$\Delta G \leftrightarrow Q \text{ و } \Delta G^\circ \leftrightarrow K$$



لوعرفنا  $\Delta G = -RT \ln K = \Delta G^\circ$  في

$$\Delta G = -RT \ln K + RT \ln Q \rightarrow \Delta G = \underbrace{RT}_{=V} (\ln Q - \ln K)$$

-  $Q = K$  at eqm  $\Delta G = 0$

-  $Q > K \rightarrow$

وهذا يدل على أن  $Q$  تقدم  
اذن  $(Q > K) \leftarrow$   
بالنحو العكسي  $R \leftarrow P$

القيمة غير متساوية  $\Delta G(+)$

-  $Q < K \rightarrow$

وهذا يدل على أن  $Q$  أقل  
اذن  $(Q < K) \leftarrow$   
بالنحو  $R \rightarrow P$

القيمة فلها قيمة لأن يكون  $\Delta G(-)$

spont  
non-spont  
eqm

$$\Delta G \xleftarrow[\text{non-standard conditions before eqm}]{\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q} Q = \frac{[\text{Prod}]^x}{[\text{React}]^y}$$

$$\Delta G^\circ \xleftarrow[\text{standard conditions at eqm}]{\Delta G^\circ = -RT \ln K} K = \frac{[\text{Prod}]^x_{\text{at eqm}}}{[\text{React}]^y}$$

مثال

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K$$

التي هي علاقة  $\Delta G$  بـ  $\Delta G^\circ$

Ex 18.4 P30

$$a) \Delta G_{\text{rxn}}^{\circ} = \left[ \Delta G_f^{\circ} \text{CO}_2(g) + 2 \Delta G_f^{\circ} \text{H}_2\text{O}(l) \right] - \left[ \Delta G_f^{\circ} \text{CH}_4(g) + 2 \Delta G_f^{\circ} \text{O}_2(g) \right]$$

$$= (-394.4 + 2(-237.2)) - (-50.8)$$

$$= -818 \text{ kJ/mol}$$

$\rightarrow K \gg 1 \rightarrow$  تفاعل كامل

$$\Delta G^{\circ} = \Delta H^{\circ} - T \Delta S^{\circ} \quad T = 25^{\circ}\text{C} = 298\text{K}$$

معادله اول

$$\Delta G^{\circ} = \left[ \sum \Delta G_f^{\circ} \right]_P - \left[ \sum \Delta G_f^{\circ} \right]_R$$

$$\Delta G^{\circ} \rightarrow \left[ \Delta H^{\circ} - T \Delta S^{\circ} \right]_{\text{Tables}}$$

$$\Delta G^{\circ} \rightarrow -RT \ln K$$

only at eqm

Ex 18.5 P. 37

$$\Delta H = T \Delta S \rightarrow \Delta S = \frac{\Delta H}{T}$$

$$\Delta H_{\text{fusion}} = +10.9 \text{ kJ/mol}$$

$$\textcircled{1} \Delta S_{\text{fus}} = \frac{\Delta H_{\text{fus}}}{T_f} = \frac{10.9 \times 1000}{5.5 \times 273}$$

$$\Delta H_{\text{vap}} = +31 \text{ kJ/mol}$$

$$= +39.1 \text{ J/K} \cdot \text{mol}$$

$$\Delta G = 0 \rightarrow \Delta G = \Delta H - T \Delta S \quad \textcircled{2} \Delta S_{\text{vap}} = \frac{\Delta H_{\text{vap}}}{T_b} = \frac{31 \times 1000}{80.1 + 273}$$

من المعادله  
لأنه عند 25°C،  $\Delta G$  ليس صفراً،  
(2.5 / 2)

$$= 87.8 \text{ J/K} \cdot \text{mol}$$



Ex 18.6

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K$$

$$\Delta G^\circ = 0 - 2 \Delta G_{H_2O(l)} = - (2(-237,21))$$

$$= +474,4 \text{ kJ/mol}$$

$K < 1$

$$K = e^{\frac{-\Delta G^\circ}{RT}} \rightarrow K = e^{\frac{-(474,4)(1000)}{8,314(298)}} R \leftarrow P$$

$$\rightarrow K = 7 \times 10^{-84} < 1$$

$$R = 8,314 \text{ J/mol} \cdot K$$

$$\Delta G^\circ = 474,4 \text{ kJ/mol}$$

↓

الحالة تسمى الحالة القياسية

بجول و ك

متر ب ١٠٠٠

Ex 18.8 P.51

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$$

$$= 54005 + 8,314(298) \ln(0,033)$$

$$= -3,06 \times 10^3 \text{ J/mol}$$

↓

$$-3,06 \text{ kJ}$$

$$\Delta G(-) \rightarrow \text{Spont}$$



←  $K < Q$  →  $Q$  أكبر من  $K$    
 النظام غير متوازن   
 النظام (١,١,١) وتساوي النظام

(١,١,١) أو يكون التوازن (١,١,١)

حالة  $\Delta G^\circ$  من الجرد

في الحالة القياسية

أو (K)  $\leftarrow P$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K$$

$$= -8,314 (298) \ln(10,113)$$

$$= + (5400 \text{ J/mol})$$

$$= (5,4 \text{ kJ/mol})$$

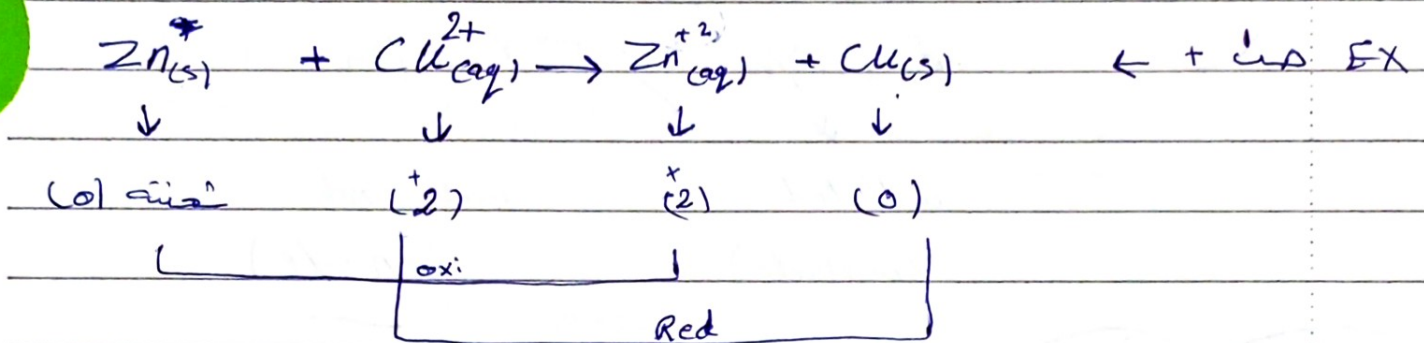
$$Q_P = \frac{(P_{NO_2})^2}{(P_{N_2O_4})} = \frac{(0,122)^2}{0,753}$$

$$= 0,033$$

# CH 19 Electrochemical

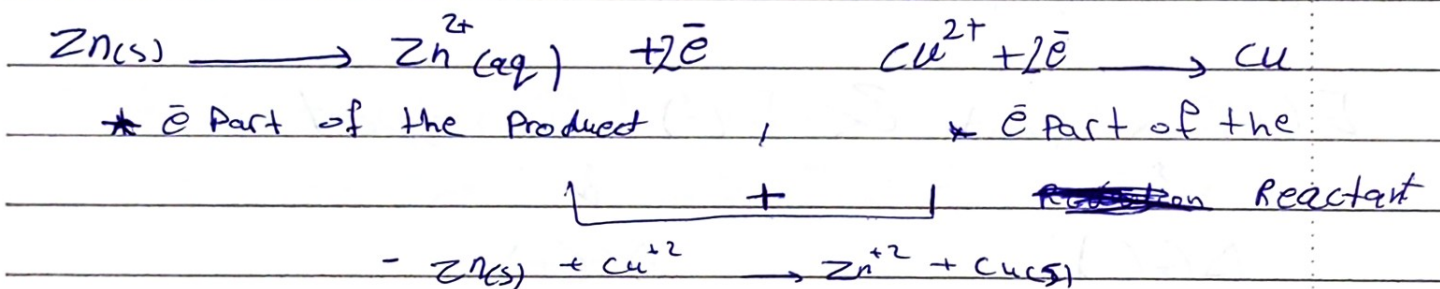
انتقال الـ  $e^-$  و  $OX$  و  $RED$  و  $EX$

- Oxidation is losing electrons ( $e^-$ ) (OIL)
- Reduction is ~~lose~~ gainine // (OIL)



Oxi  $\circ$

Red  $\circ$



نفس الـ  $e^-$  الـ  $OX$  و الـ  $RED$

\* number of ( $e^-$ ) transferred from (oxi) to (red) must be the same

الـ  $e^-$  الـ  $OX$  و الـ  $RED$

- Zn(s) is oxidized (Reducing agent)
- $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  is reduced (Oxidizing agent)

الـ  $e^-$  الـ  $OX$  و الـ  $RED$



$$E_{\text{cell}}^{\circ} = E_{\text{cathode}}^{\circ} - E_{\text{Anode}}^{\circ}$$

(Cu)                      (Zn)

→ (موجب / خلية غلفانية)

التي جهد اختزالها يكون كبيراً جداً فتزال واليتم به اختزالها قبل يكون  
قابلية للتأكسد.

Ex:  $E_{\text{red}}^{\circ} \text{ Cu}^{2+}/\text{Cu} = +0.34$   
 $E_{\text{red}}^{\circ} \text{ Zn}^{2+}/\text{Zn} = -0.76$

$$E_{\text{red}}^{\circ} \text{ Cu}^{2+}/\text{Cu} > E_{\text{red}}^{\circ} \text{ Zn}^{2+}/\text{Zn}$$

↓  
will red.  
(cathode)

↓  
will oxid  
(anode)

### - Spontaneity of Redox Reactions

$$E(+)\rightarrow \text{spont} \quad \& \quad E(-)\rightarrow \text{non spont}$$

$$\Delta G(-)$$

$$\Delta G(+)$$

$$Q < K$$

$$Q > K$$

$$E(0) \rightarrow \text{eqm}$$

$$\Delta G(0)$$

$$Q = K$$

$$\Delta G = -n F E_{\text{cell}} \xrightarrow[\text{قياسية}]{\text{ظروف}} \Delta G^{\circ} = -n F E_{\text{cell}}^{\circ} \quad (16)$$

$$\Delta G^{\circ} = -RT \ln K$$

From tables

$$* +RT \ln K = +n F E_{\text{cell}}^{\circ}$$

$$E_{\text{cell}}^{\circ} = \frac{RT \ln K}{n F}$$

$$E_{\text{cell}}^{\circ} = \frac{(8,314)(298) \ln K}{n (96,500)} \rightarrow E_{\text{cell}}^{\circ} = \frac{0,0257}{n} \ln K$$

بالظروف القياسية

نصف عند درجة حرارة  $298K = 25^{\circ}C$

وعند الايامارة اخرى يرجع للاصل

$$\frac{RT \ln K}{n F}$$

$$\Delta G \leftrightarrow E \leftrightarrow Q \rightarrow \Delta G = \Delta G^{\circ} + RT \ln Q$$

غير اتزان وظروف غير قياسية

$$\rightarrow E = E^{\circ} - \frac{RT \ln Q}{n F}$$

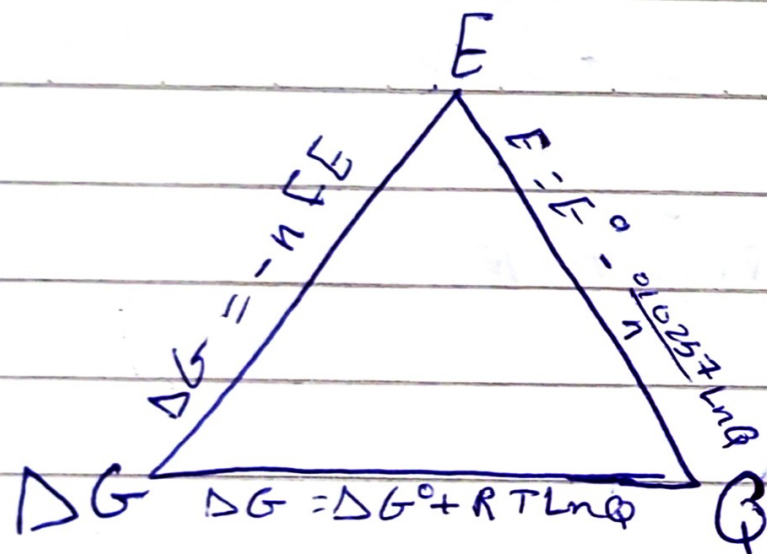
$$\rightarrow \text{انها ظروف قياسية} \rightarrow E = E^{\circ} - \frac{0,0257}{n} \ln Q \rightarrow \begin{matrix} \text{at } 25^{\circ}C \\ 298K \end{matrix}$$

|        |         |                          |           |               |
|--------|---------|--------------------------|-----------|---------------|
| $E(+)$ | $Q < K$ | $R \rightarrow P$        | spont     | $\Delta G(-)$ |
| $E(-)$ | $Q > K$ | $R \leftarrow P$         | non-spont | $\Delta G(+)$ |
| $E(0)$ | $Q = K$ | $R \rightleftharpoons P$ | at eqn    | $\Delta G(0)$ |

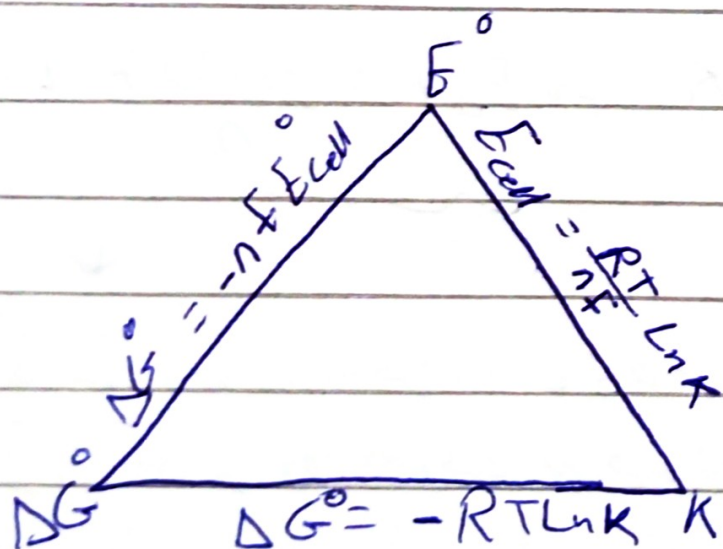
$$E = \frac{0,0257}{n} \ln K - \frac{0,0257}{n} \ln Q$$

$$= \frac{0,0257}{n} (\ln K - \ln Q)$$





\* جردو، السقار تلقاً في اولاً .  
at non-standard conditions



\* From Tables

\* At eqm, at standard conditions  
\* جردو، السقار تلقاً في اولاً .

Ex: 19,4 p.18

فرضاً بأنك معطى جهود الاختزال  
 $E^\circ$

$$E^\circ = \frac{0.0257}{n} \ln K$$

$$K = e^{\frac{nE^\circ}{0.0257}} \rightarrow e^{\frac{(2)(0.29)}{0.0257}}$$

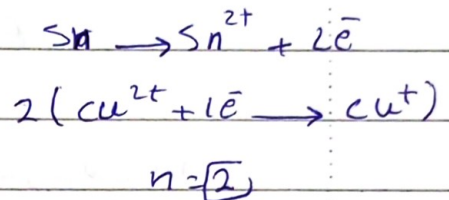
$$K = 7 \times 10^9$$

$$\begin{aligned} E^\circ_{\text{cell}} &= E^\circ_{\text{cathode}} - E^\circ_{\text{anode}} \\ &= E^\circ_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} - E^\circ_{\text{Sn}/\text{Sn}^{2+}} \\ &= 0.15 - (-0.14) \\ &= 0.29 \text{ V } \Delta G(-) \end{aligned}$$

نتيجة التفاعل باتجاه التفاعل  
 عند الاختزال  $K > 1$

- calculate  $\Delta G^\circ$  ?

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K \text{ or } \Delta G^\circ = -nF E^\circ$$



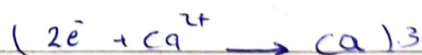
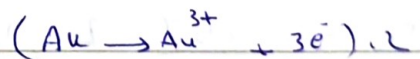
Ex 19,5 p.22

$$\begin{aligned} \Delta G^\circ &= -nF E^\circ \\ &= -6(96,500) (-1.37) \\ &= 2.53 \times 10^6 \text{ J/mol} \\ &= 2.53 \times 10^3 \text{ KJ/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E^\circ_{\text{cell}} &= E^\circ_{\text{cathode}} - E^\circ_{\text{anode}} \\ &= -2.87 - (-1.50) \\ &= -1.37 \end{aligned}$$

$$K < 1 \quad \Delta G(+)$$

نتيجة التفاعل باتجاه التفاعل  
 عند الاختزال



$$n = 6$$



EX 19.6 P. 27

$$E^{\circ} = E^{\circ} - \frac{0.0257}{n} \ln Q$$

$$= -0.16 - \frac{0.0257}{2} \ln \frac{[0.15]}{[0.18]}$$

$$= \boxed{-0.17V}$$

 $E (-) \rightarrow \text{non-spont}$ 
 $R \leftarrow P$ 

$$E^{\circ}_{\text{cell}} = E^{\circ}_{\text{cathod}} - E^{\circ}_{\text{anod}}$$

$$E^{\circ}_{\text{cell}} = 0.44 - (-0.28)$$

$$= -0.16V$$

 $K < 1$ 

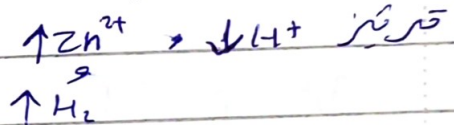
بفضل، نصف خلائ

$$Q = \frac{[\text{Prod}]_i}{[\text{React}]_i} = \frac{0.15}{0.18}$$

حیدر شیر، بنی و الکومیت بعل

$$E^{\circ} = 19.7 \text{ P. 31}$$

از بعضی بآنجاه امام



$$E = 0.54V$$

$$[\text{Zn}^{2+}] = 1M \quad P_{\text{H}_2} = 1 \text{ atm}$$

ما معروف اذا ظروف قياسية اول

لان ترنیز  $\text{H}^+$  معروف

ممكن تكون قياسية

$$E = E^{\circ} - \frac{0.0257}{n} \ln Q$$

$$0.54 = 0.76 - \frac{0.0257}{2} \ln \frac{1}{[\text{H}^+]^2}$$

$$-0.22V = -\frac{0.0257}{2} \ln \frac{1}{[\text{H}^+]^2}$$

$$\ln \frac{1}{[\text{H}^+]^2} = 17.1 \rightarrow \frac{1}{[\text{H}^+]^2} = e^{17.1}$$

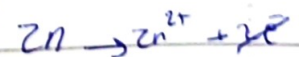
$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{1}{3 \times 10^7}} = 2 \times 10^{-4} M$$

يجب ان يكون 1M

$$E^{\circ}_{\text{cell}} = E^{\circ}_{\text{cathod}} - E^{\circ}_{\text{anod}}$$

$$0 - (-0.76)$$

$$= +0.76V$$



$$Q = \frac{[\text{Zn}^{2+}] P(\text{H}_2)}{[\text{H}^+]^2} = \frac{1}{[\text{H}^+]^2}$$

- concentration cells

خلايا التركيز

هذه خلايا غلفائية لكنها تتكون من نفس

المادة لكن تراكيز مختلفة .

- ولدي تدرج تركيز اعلى لديه قابلية اعلى للاختزال

-  $\bar{Q}$  movement Lower concentration  $\rightarrow$  higher conc

(diluted) مخفف (concentrated) مركز

- ما يستخدم الجداول لحساب جهد الخلية لانهم ليسوا يعرفون قياسية

non-standard

conditions

$$E = E^{\circ} - \frac{0.0257}{n} \ln Q \quad \left\{ \begin{array}{l} Q = \text{Lower concentration} \\ \text{higher conc} \end{array} \right.$$

- ولأنه يكون  $E$  موجبة يعني ان التكون  $Q < 1$

$$E^{\circ} = E^{\circ}_{\text{cathod}} - E^{\circ}_{\text{anod}}$$

$[\text{O}^-]$

سلسلة نصف المادة