٢٠١٨

* CH.3 :- Mass relationships in chemical reaction *

* mole :- $6.02 * 10^{23} = 602 * 10^{21}$ تريليار

١ مول = ٦٠٢ تريليار

ذرة، عنصر

* atom :- Na, Li, mg

* Molecule :- two atoms or more ⇒ H_2O, Cl_2, NaCl, H_2SO_4

* كل الغازات molecule

* 1 mole of (H_2) molecule يساوي equal $6.02 * 10^{23}$ molecule (H_2)

Ex:- How many atom of carbon in $\frac{1}{2}$ mole of C ??

الحل:-

1 mol of C = $6.02 * 10^{23}$ C atom

$\frac{1}{2}$ mol of C = ??

$$\frac{\frac{1}{2} * 6.02 * 10^{23}}{1} = \boxed{3.01 * 10^{23} \text{ C atom}}$$

Ex:- How many mol of carbon in $6.02 * 10^5$ atom C ??

الحل:-

1 mol of C = $6.02 * 10^{23}$ C atom

?? = $6.02 * 10^5$

$$= \boxed{10 \text{ mol Carbon atom}}$$

1 mol = molar mass

الكتلة المولية ← وهي العدد الكبير في الجدول الدوري.

$^{6}_{12}C$ $^{8}_{16}O$

molar mass ↙ ↘ molar mass

1 mol of C = 12 g

* $6.02 * 10^{23}$ = 1 mol of C = 12 g

$3.01 * 10^{23} = \frac{1}{2}$ mol of C = 6 g

Ex:- How many mol of carbon in 6g of carbon??

الحل:

1 mol = 12 g

?? = 6 g

$\Rightarrow \frac{6}{12} =$ $\frac{1}{2}$ mol of carbon

أو طريقة حل أخرى: طريقة الكتاب

$\frac{12\ g}{1\ mol\ of\ C}$ أو $\frac{1\ mol\ of\ C}{12\ g}$

* نختار أي وحدة منهما حسب المعطى في السؤال لحتى نختصر

Ex:- How many gram of C in 0.3 mol of C??

الحل:

$0.3\ mol\ of\ C * \frac{12\ g\ C}{1\ mol\ of\ C} = 3.6\ gram\ C$

Ex:- How many mol of H_2O in 180 g ??

الحل:- $180\ g \times \frac{1\ mol\ of\ H_2O}{18\ g} = 10\ mol\ of\ H_2O$

Ex:- How many molecule of H_2O are in 180 g of H_2O?

الحل:- $180\ g\ of\ H_2O \times \frac{1\ mol\ of\ H_2O}{18\ g\ of\ H_2O} \times \frac{6.02 \times 10^{23}}{1\ mol\ of\ H_2O}$

$= 60 * 10^{23}$ molecule of H_2O

Ex:- How many (H_2) atom are in 400 g of H_2O?

الحل:- $400\ g \times \frac{1\ mol\ of\ H_2O}{2\ g} \times \frac{6.02 * 10^{23}\ molecule}{1\ mol\ of\ H_2O} \times \frac{2\ atom\ H}{1\ molecule\ H_2O}$

$= 2.66 * 10^{25}$ (H) atom

H.W:- How many oxygen atom on 6g (O_2) molecule??

الحل:- $6\ g \times \frac{1\ mol\ O_2}{32\ g} \times \frac{6.02 * 10^{23}\ molecule\ O_2}{1\ mol\ O_2} \times \frac{2\ oxygen\ atom}{1\ molecule\ O_2}$

$= 2.257 * 10^{23}$ oxygen atom

$= 2.26 * 10^{23}$

* How many atom are in 10 g CO_2 molecule ??

∴ الحل:

$$10\,g \times \frac{1\ mol\ of\ CO_2}{44\,g} \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ CO_2\ molecule}{1\ mol\ of\ CO_2} \times \frac{3\ atom}{1\ molecul\ CO_2}$$

$$= 4.1 \times 10^{23}\ atom$$

* How many Oxygen atom on 6 g (O_3) molecule ??

∴ الحل:

$$6\,g\ O_3 \times \frac{1\ mol\ of\ O_3}{48\,g\ O_3} \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ molecule}{1\ mol\ of\ O_3} \times \frac{3\ atom}{1\ O_3\ molecule}$$

$$= 2.26 \times 10^{23}\ oxygen\ atom$$

Ex:- $4Fe + 3O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3$

How many mol of Fe_2O_3 preduced when 6 mol (O_2) reacted.

∴ الحل:

$$6\ mol\ of\ O_2 \times \frac{2\ mol\ Fe_2O_3}{3\ mol\ of\ O_2} = 4\ mol\ of\ Fe_2O_3$$

Ex:- How many mol of H_2O in 180 g ?

∴ الحل:

$$180\,g \times \frac{1\ mol\ of\ H_2O}{18\,g} = 10\ mol\ of\ H_2O$$

Ex:- How many gram of Fe_2O_3 produced when 6 mol (O_2) reacted?

$$4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$$

$$6\ mol\ O_2 * \frac{2\ mol\ Fe_2O_3}{3\ mol\ of\ O_2} * \frac{160\ g\ Fe_2O_3}{1\ mol\ of\ Fe_2O_3}$$

$= 640\ g\ of\ Fe_2O_3$

molar mass of Fe_2O_3
$2(56) + 3(16) = 160$

Ex:- How many gram of Fe_2O_3 produced when 192 g O_2 reacted?

$$192\ g\ O_2 * \frac{1\ mol\ O_2}{32\ g\ O_2} * \frac{2\ mol\ of\ Fe_2O_3}{3\ mol\ of\ O_2} * \frac{160\ g\ Fe_2O_3}{1\ mol\ Fe_2O_3}$$

$= 640\ g$

Ex:- $O_2 + 2H_2 \rightarrow 2H_2O$

How many gram of O_2 needed to produce 1800 g H_2O?

$$1800\ g * \frac{1\ mol\ of\ H_2O}{18\ g\ H_2O} * \frac{1\ mol\ O_2}{2\ mol\ H_2O} * \frac{32\ g\ O_2}{1\ mol\ O_2}$$

$= 1600\ g\ of\ O_2$

* How many gram of (H_2) needed to produce 1800 g H_2O?

1600 ?? 1800

$$O_2 + 2H_2O \rightarrow 2H_2O$$

$= 200\ g$

* limiting Reactant * (L.R) ← المادة المتبقية / المادة الغير زائدة

المادة المحددة للتفاعل

أي Reagent

تعريفها :

* Reactant that Consumed completely
المتفاعل / المادة — مستهلك — بالكامل

* Reactant that limit the product
المحددة — للنواتج

Ex:- 12 g Zn React with 6.5 g S to produce ZnS :-

$$Zn + S \rightarrow ZnS$$

1. Determine L.R
2. Calculate the excess Reactant (gram)
المادة الفائضة
3. How many gram of ZnS.

[4] what is the precent yeild if you obtain 8 g ZnS an actual yeild ??

المردود الفعلي

قيمة عملية

الحل: [1] $12\ g * \frac{1\ mol\ Zn}{65.4\ g\ Zn} = \boxed{0.183\ mol\ Zn}$

$6.5\ g * \frac{1\ mol\ S}{32.67\ g\ S} = \boxed{0.202\ mol\ S}$

من المعادلة:

1 mol Zn → 1 mol S

0.183 mol Zn → ??

$= 0.183\ mol\ S$

يعني التفاعل يحتاج إلى 0.183 mol (S) لكي يتم التفاعل

واحنا معنا 0.202 mol S إذاً سوف يتم استهلاك الكمية كاملة ويزيد معنا مولات S

إذاً S هي الفائضة

* إذاً المادة المحددة للتفاعل هي Zn.

[2] $0.202 - 0.183 = \boxed{0.02\ mol\ (S)}$ عدد المولات الفائضة يساوي

* لاكن السؤال طالب بالغرامات إذاً :-

$0.02\ mol\ S * \frac{32.07\ g\ S}{1\ mol\ S} = \boxed{0.64\ g\ S}$

3) $0.183 \text{ mol Zn} * \frac{1 \text{ mol ZnS}}{1 \text{ mol Zn}} * \frac{97.42 \text{ g ZnS}}{1 \text{ mol ZnS}}$

$= 17.75 \text{ g ZnS}$

* استخدمنا عدد مولات Zn لأنها هي المادة المحددة للتفاعل وبالتالي هي التي تحدد كمية المادة الناتجة.

4) precent yeild = $\frac{\text{Actual yeild}}{\text{Theoritical yeild}} * 100\%$

على / النظري

* فقط يتم حسابها للمادة الناتجة

$= \frac{8}{17.75} * 100\% = \boxed{45\%}$

H.W/ عكسنا نعطينا السؤال بالعكس :- * إذا كانت الإنتاجية ستساوي 45% أوجد عدد غرامات ZnS (القيمة النظرية).

Ex:- $4AL + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$

5 g Al react with 5 g O_2 to produce Al_2O_3
How many gram of Al_2O_3 produce ??

الحل:- * أولاً نحول الغرامات إلى مولات

$5 \text{ g AL} * \frac{1 \text{ mol AL}}{27 \text{ g AL}} = \boxed{0.185 \text{ mol AL}}$

$$5\ g\ O_2 * \frac{1\ mol\ O_2}{32\ g\ O_2} = \boxed{0.156\ mol\ O_2}$$

$$4\ mol\ Al \not= 3\ mol\ O_2$$
$$0.185\ mol\ Al \not= ??$$

$$\frac{0.185\ mol\ Al * 3\ mol\ O_2}{4\ mol\ Al} \Rightarrow \underline{0.138\ mol\ O_2}$$

أي نحتاج إلى $0.138\ mol\ O_2$ لإتمام التفاعل.

* إذاً O_2 هي المادة الفائضة. $0.156 - 0.138 = \underline{0.018\ mol\ O_2}$ كمية المادة الفائضة.

أو

$$4\ mol\ Al \not= 3\ mol\ O_2$$
$$?? \not= 0.15\ mol\ O_2$$

$$\frac{0.15\ mol\ O_2 * 4\ mol\ Al}{3\ mol\ O_2} \Rightarrow \underline{0.208\ mol\ Al}$$

أي نحتاج إلى $0.208\ mol\ Al$ لإتمام التفاعل

* إذاً Al هي المادة المحددة للتفاعل.

$$0.185\ mol\ Al * \frac{2\ mol\ Al_2O_3}{4\ mol\ Al} * \frac{102\ g\ Al_2O_3}{1\ mol\ Al_2O_3}$$

$$= \boxed{9.44\ g\ Al_2O_3}$$

* طريقة حل أخرى لنفس السؤال :

$$4\,Al + 3O_2 \longrightarrow 2Al_2O_3$$

$$* 5\,g\,Al * \frac{1\,mol\,Al}{27\,g\,Al} * \frac{2\,mol\,Al_2O_3}{4\,mol\,Al} * \frac{102\,g\,Al_2O_3}{1\,mol\,Al_2O_3}$$

$$= 9.44\,g\,Al_2O_3$$

$$* 5\,g\,O_2 * \frac{1\,mol\,O_2}{32\,g\,O_2} * \frac{2\,mol\,Al_2O_3}{3\,mol\,O_2} * \frac{102\,g\,Al_2O_3}{1\,mol\,Al_2O_3}$$

$$= 10.6\,g\,Al_2O_3$$

* نختار القيمة الأصغر ~~إذا~~ عدد غرامات Al_2O_3 يساوي 9.44 g

* percent of element in *
compound
نسبة العنصر في المركب.

المركب $C_6H_{12}O_6$

$$\%C = \frac{6*12}{180} * 100\% = 40\%$$

$$\%H = \frac{12*1}{180} * 100\% = 6.6\%$$

$$\%O = \frac{6*16}{180} * 100\% = 53.4\%$$

نسبة العنصر في المركب = $\frac{\text{number of element} \times \text{M.M element}}{\text{M.M Compannd}} \times 100\%$

عدد ذرات العنصر في المركب — الكتلة المولية للعنصر — الكتلة المولية للمركب.

* ملاحظة هامة: إذا أعطانا بالسؤال نسبة عنصرين نستطيع إيجاد نسبة العنصر الثالث

100 - (نسبة العنصر الأول + نسبة العنصر الثاني)

مثلاً لإيجاد نسبة العنصر H

100 - (40 + 53.4)

%H = 6.6 %

الصيغة الأولية

* Determination of empirical formela and Molecular formela *

الصيغة الجزيئية

Ex:- White powder contain C, H, O was analyzed and found to contain [40% C, 6.6% H, 53.4% O] by mass :- يعني بمعنى نشيل % ونضع g

1. Determine the emperical formala.

2. Determine the molecular formela.

(M.M white powder = 180 g)

أول خطوة ① $40\,g\,C \times \frac{1\,mol\,C}{12\,g\,C} = \frac{33.3}{33.3}\,mol\,C = 1$

$6.6\,g\,H \times \frac{1\,mol\,H}{1\,g\,H} = \frac{66.6}{33.3}\,mol\,H = 2$

$53.4\,g\,O \times \frac{1\,mol\,O}{16\,g\,O} = \frac{33.3}{33.3}\,mol\,H = 1$

* نقسم الجميع على أصغر مول. وينتج معنا عدد الذرات للصيغة الأولية.

الصيغة الأولية ⟵ CH_2O ⟵ ك.م لها تساوي = 30

$n = \frac{\text{الكتلة المولية للمركب}}{\text{الكتلة المولية للصيغة الأولية}} \Rightarrow n = \frac{180}{30} = \boxed{6}$

إذاً ⇒ $C_6H_{12}O_6$ ⟵ الصيغة الحقيقية

Ex: White powder was analyzed and found to contain 43.64% P, 56.36% O by mass.

1 Determine the emperical and molecular formela (M.M powder = 283.88 g)

الحل: $43.64\ g\ P * \frac{1\ mol\ P}{30.97\ g} = \frac{1.4}{1.4}\ mol\ P = 1 \quad = 2$

$*2$

$56.36\ g\ O * \frac{1\ mol\ O}{16\ g\ O} = \frac{3.5}{1.4}\ mol\ O = 2.5 \quad = 5$

* الفكرة هنا إذا طلع معنا عدد الذرات عدد غير صحيح نضربه بأي رقم حتى يصبح عدد صحيح

P_2O_5

$n = \frac{283.88}{142} = 2$

$P_2O_5 * 2 \Rightarrow P_4O_{10}$

الصيغة الجزيئية

Ex: 0.1156 g unknown compound contain (C, H, N) was react with O_2 and give 0.1638 g CO_2 and 0.167 g H_2O what is the emprical formula.

الحل:

$0.1638\ g\ CO_2 * \frac{12\ g\ C}{44\ g\ CO_2} = \frac{0.044\ g\ C}{0.1156} * 100\%$

$= 38\%\ C$

$0.167\ g\ H_2O * \frac{2\ g\ H}{18\ g\ H_2O} = 0.0185\ g\ H$

$\frac{0.0185\ g\ H}{0.1156} * 100\% \Rightarrow$ **16% H**

$(16+45) = 54 \Rightarrow 100 - 54 =$ **46% N**

$* 38\ g\ C * \frac{1\ mol\ C}{12\ g\ C} = \frac{3.16\ mol\ C}{3.16} = 1$

$* 16\ g\ H * \frac{1\ mol\ H}{1\ g\ H} = \frac{16}{3.16}\ mol\ H = 5$

$* 46\ g\ N * \frac{1\ mol\ N}{14\ g\ N} = \frac{3.28\ mol\ N}{3.16} = 1$

CH_5N

CH.5 Gases.

* State matterial : ① soild ② liquid ③ gas

air :- O_2, N_2, H_2O, Ar, CO_2, CO

Nobal gas :- He, Ne, Ar, kr

* properties :-

① Compresible قابل للضغط ③ يأخذ شكل الوعاء الذي يوضع فيه.

② Density ⇒ 2 g/L , D_{H_2O} = 1000 g/L
الكثافة

* Barometer ⇒ جهاز قياس ضغط الغاز

101.32 kpa = 1 atm = 760 mm Hg
760 torr

1 atm = 760 mmHg = 760 torr حفظ

Ex:- Convert 420 mmHg to :

ⓐ atm ② kpa ③ torr

ⓐ 420 mmHg * $\frac{1\ atm}{760\ mmHg}$ = 0.552 atm

(b) $420\ mmHg * \frac{101.325\ kpa}{760\ mmHg} = 55.99\ kp$

(c) $420\ mmHg * \frac{760\ torr}{760\ mmHg} = 420\ torr$

* Boyles law * قانون بويل — العلاقة بين $P \cdot V$ (الضغط، الحجم) عند درجة حرارة تبقى ثابتة

P_{atm}	$V_{(L)}$	$P * V$
16	1	16
8	2	16
4	4	16
2	8	16

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

* كلما زاد الضغط قل الحجم. (علاقة عكسية)

Ex:- Sample of He gas has volume of 12 L at 600 mmHg what new pressure (atm) is needed to chang the volume to 36 L.

الحل: $V_1 = 12\ L$, $V_2 = 36\ L$

$P_1 = 600\ mmHg$, $P_2 = ??$

$P_1 V_1 = P_2 V_2$

$(600)(12) = P_2(36)$

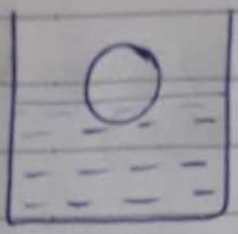
$P_2 = 200\ mmHg$

$200\ mmHg * \frac{1\ atm}{760\ mmHg}$

$= 0.263\ atm.$

العلاقة بين (T, V) الضغط ثابت ✱ Charles law ✱

شرط بالكلفن ← درجة الحرارة ، الحجم



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

بالكلفن

بالكلفن

$T = 273$ $V = 125$

$T = 546$ $V = 250$

* كلما زادت الحرارة زاد الحجم (علاقة طردية)

$$k = C + 273$$ حفظ

Ex: sample of O_2 gas has volume of 420 m and the tempreture 18°C what tempreture in (C°) needed to chang the volume to 640 m

الحل:

$V_1 = 420$ m

$T_1 = 18 + 273 = 291$ k

$V_2 = 640$ m

$T_2 = ??$

$$\frac{420}{291} \times \frac{??}{640}$$

$$\frac{291 * ??}{291} = \frac{420 * 640}{291}$$

$T_2 = 443$ k

$443 - 270 = 170$ °C

* Gay-lussacs law * الحجم ثابت — العلاقة بين T, P

T: الحرارة (بالكلفن) — P: الضغط

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

كلفن — كلفن

* كلما زادت الحرارة زاد الضغط (علاقة طردية).

Ex: sample of Ne gas has pressure of 2 atm at temp 18°C, what pressure in mmHg if that tempreture rises to 62°C

∴ $P_1 = 2$ atm, $P_2 = ??$

$T_1 = 18°C$, $T_2 = 62°C$

$18 + 273 = 291$ k, $62 + 273 = 335$ k

$$\frac{2}{291} = \frac{P_2}{335} \Rightarrow \frac{2 * 335}{291} = \frac{291}{291} P_2$$

$P_2 = 2.3$ atm

$$2.3 \text{ atm} * \frac{760 \text{ mmHg}}{1 \text{ atm}} = 1748 \text{ mmHg}$$

* Combined gas law *

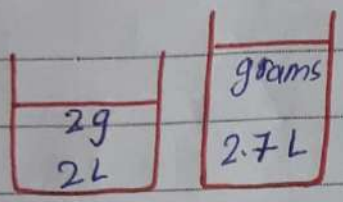
القانون العام للغازات

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

العلاقة بين الحجم وعدد المولات * Avogadros law * يتم ثبات P, T

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

Ex:- sylinder contain 2g He how many grams of He were added to the Cylinder If the volume was change from 2L to 2.7 L.



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

$$\frac{2}{0.5} = \frac{2.7}{n_2}$$

$$n_2 = 0.67 \text{ mol}$$

$$2\text{ g He} * \frac{1\text{ mol He}}{2\text{ g He}} = 0.5\text{ mol He}$$

$$0.67\text{ mol} * \frac{4\text{ g He}}{1\text{ mol He}} = 2.7\text{ g He}$$

* يطلب هنا عدد الغرامات التي تم إضافتها

$$2.7 - 2 = 0.7\text{ g}$$

STP
- standard
- pressure = 1 atm = 760 mm Hg
- Temp = 273 k
- خطير → 1 mol gas = 22.4 L

Ex:- sample of Ne gas has a volume 15 L at STP what new volum (L) at 2 atm and -25°C.

اكل :-

$V_1 = 15\ L$ $\quad V_2 = ??$

STP $\begin{cases} T_1 = 273\ k \\ P_1 = 1\ atm \end{cases}$ $\quad T_2 = -25 + 273 = 248\ k$, $P_2 = 2\ atm$

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

$$\frac{1 * 15}{273} = \frac{2 * V_2}{248}$$

$V_2 = 6.8\ L$

Ex:- How many (L) of 4 g CH_4 at STP ??

اكل :-

$$4\ g\ CH_4 * \frac{1\ mol\ CH_4}{16\ g\ CH_4} * \frac{22.4\ L}{1\ mol\ CH_4} = 5.6\ L$$

* Ideal gas law *

قانون الغاز المثالي

$V \propto \frac{1}{P}$ Boyles	$V \propto \frac{nT}{P}$	$PV = nRT$
$V \propto T$ Charles	$V = \frac{RnT}{P}$	شرط بالثبات
$V \propto V$ Avogadros		

$PV = nRT$

$PV = \frac{mass}{molar\ mass} RT$

حفظ

$R = 0.0821 \rightarrow$ atm إذا الضغط

$R = 62.4 \rightarrow$ mmHg إذا الضغط

$PV = nRT$

بالبسّ

- mass
- Molar mass
- Density

نستطيع أن نأجد من (n) :- الكتلة أو الكتلة مولية أو الكثافة.

Ex:- 5 L cylinder contain oxygen gas at 20°c and 735 mmHg, How many gram of Oxygen in the cylinder?

$20 + 273 = 293\ K$

الحل:

$PV = nRT$

$(735)(5) = n(62.4)(293)$

$n = 0.2$ mol

$0.2\ mol\ O_2 \times \frac{32\ g\ O_2}{1\ mol\ O_2} = 6.4\ g\ O_2$

Ex:- What is the molar mass of the gas if 0.25g occupy 215 ml at 0.813 and 30°C.

الحل:

$PV = nRT$

$(0.813)(215 \times 10^{-3}) = n(0.821)(303)$

$n = 0.00703$ mol

$n = \frac{m}{M.M} \Rightarrow M.M = \frac{0.25}{0.00703} = 35.6 \ g/mol$

* $M.M = \frac{mass}{volume} \frac{RT}{P}$ | $\boxed{d = \frac{M.M * P}{RT}}$

$M.M = d \frac{RT}{P}$

Ex:- what is density for oxygen at STP.

P = 1 atm, T = 273, 1 mol = 22.4 L

$P = \frac{32 * 1}{(0.0821)(273)} = 1.4 \ g/L$

Ex:- What is density for N_2 at STP ??

$d = \frac{(28)(1)}{(0.0821)(273)} = 1.249 \ g/L$

* Gases in chemical equaition. *

Ex:- $453.6 * 10^3$ g of Fe added to H_2SO_4 to produce H_2 gas at STP, how many (L) H were generated.

الحل:

$$453.6 * 10^3 \text{ g Fe} * \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} * \frac{1 \text{ mol } H_2}{1 \text{ mol Fe}} * \frac{22.4 \text{ L } H_2}{1 \text{ mol } H_2}$$

$$= 182000 \text{ L } H_2$$

طريقة حل أخرى:

$$453.6 * 10^3 \text{ g Fe} * \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} * \frac{1 \text{ mol } H_2}{1 \text{ mol Fe}}$$

$$= 8100 \text{ mol } H_2$$

$$PV = nRT$$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{(8100)(0.0821)(273)}{(1)} = 182000 \text{ L } H_2$$

Ex:- How many (L) O_2 are needed to react 28 g NH_3 at 24°C and 0.95 atm ??

$$4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$$

∴ الحل:

$$28 \text{ g } NH_3 * \frac{1 \text{ mol } NH_3}{17 \text{ g } NH_3} * \frac{5 \text{ mol } O_2}{4 \text{ mol } NH_3} = 2.05 \text{ mol } O_2$$

$$V = \frac{nRT}{P}$$

$$= \frac{(2.05)(0.0821)(297)}{0.95} = 52.7\ L$$

* Daltons law *

partial pressure.

* $P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + \cdots$

* $P_T = (n_1 + n_2 + n_3 + \cdots)\frac{RT}{V}$

: أي

$P_T = P_{N_2} + P_{O_2}$ أو $P_T = (n_{N_2} + n_{O_2})\frac{RT}{V}$

Ex: 5 L scuba tank contain 1.47 mol of O_2 and 0.418 mol of H_2 at 25°C, what each is the partial pressure of each gas and what is the Total pressure.

الحل: $P_{O_2} = n_{O_2} * \frac{RT}{V}$

$$= \frac{(1.47) * (0.0821)(298)}{5} = 7.19\ atm$$

$P_{H_2} = n_{H_2} * \frac{RT}{V} \Rightarrow \frac{(0.418)(0.0821)(298)}{5} = 2.04\ atm$

$P_T = P_1 + P_2$

$= 7.19 + 2.04$

$P_T = \underline{9.23 \text{ atm}}$

:قاعدة

$\frac{P_1}{P_T} = \frac{n_1}{n_T} = X$

mol fraction

Ex:- NH_3 decomposses to N_2 and H_2 :-

$2\,NH_3 \longrightarrow N_2 + 3\,H_2$

If 4 atm of NH_3 was decomposses, what is the Total pressure?

:الحل $\frac{P_1}{P_T} = \frac{n_1}{n_T}$ | $16 = 2P_T$

$\frac{4}{P_T} = \frac{2}{4}$ | $\boxed{P_T = 8}$

Ex:- 3.31 g $Pb(NO_3)_2$ ($M.M = 331$ g/mol) is heated in an cylinder with volume = 1.38 L, The salt decomposed to: $2\,Pb(NO_3)_{2(s)} \xrightarrow{\Delta} 2\,PbO_{(s)} + 4\,NO_{2(g)} + O_{2(g)}$
what is pressure in cylinder (The Temp = 300 k)

:الحل $P_T = (n_{NO_2} + n_{O_2})\frac{RT}{V}$

$P_T = \frac{(0.025) * (0.082)(300)}{1.38}$

$= \boxed{0.446 \text{ atm}}$

$3.31\text{ g} * \frac{1\text{ mol } Pb(NO_3)_2}{331\text{ g}} * \frac{4\text{ mol } NO_2}{2\text{ mol } Pb(NO_3)_2}$

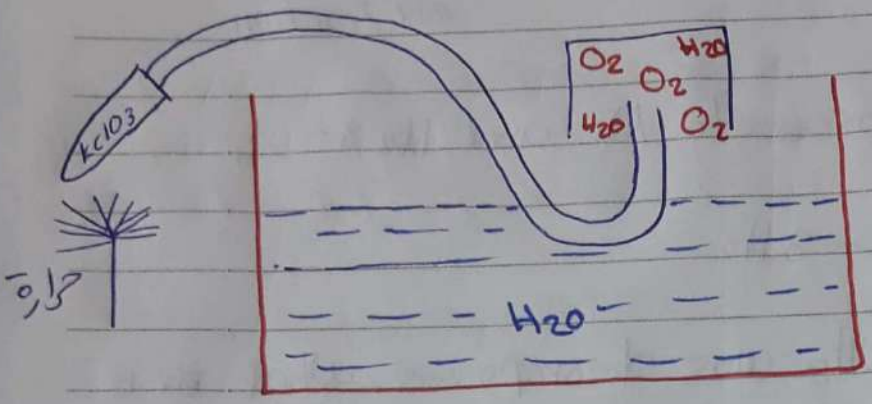
$= 0.02 \text{ mol } NO_2$

$3.31\text{ g} * \frac{1\text{ mol}}{331\text{ g}} * \frac{1\text{ mol } O_2}{2\text{ mol } Pb(NO_3)_2}$

$= 5 * 10^{-3} \text{ mol } O_2$

* collecting gas over water *

$$2\,KClO_3 \xrightarrow{\Delta} 2\,KCl + 3O_2$$
(s) (s) (g)



Ex:- sample of $KClO_3$ decomposses producing O_2, that is collected over water, The volume of the gas 0.25 L, at 26°C and $P_T = 765$ torr and $P_{H_2O} = 25$ torr

1. How many mol O_2
2. How many gram of $KClO_3$ to composed.

الحل:-

① $V = 0.25\,L$

$T = 299\,k$

$P_T = 765$ torr

$P_{O_2} = P_T - P_{H_2O}$

$= 765 - 25$

$P_{O_2} = 740$ torr

$740\ torr * \frac{1\ atm}{760\ torr} = 0.97\ atm$

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

$0.97 = \frac{n_{O_2} * (0.0821)(299)}{0.25}$

$n_{O_2} = 9.9 * 10^{-3}$

② $9.9 * 10^{-3}$ mol O_2 * $\frac{2 \text{ mol } KClO_3}{3 \text{ mol } O_2}$ * $\frac{122.55 \text{ g } KClO_3}{1 \text{ mol } KClO_3}$

$= \boxed{0.808 \text{ g}}$

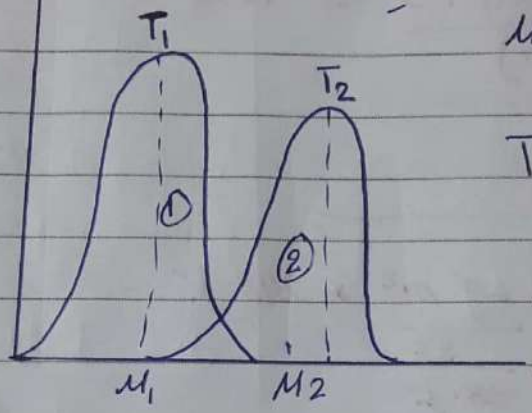
* kinetic - Molecular theory *

Fraction of molecular

سرعة ثقيل ← سرعة خفيف

$M_2 > M_1$

$T_2 > T_1$



* كلما زادت الحرارة زادت السرعة.

* The curve show as the fraction of molecule moving at each speed.

* At higher tempreture larger fraction of molecule is moving at grater speed.

بعض المصطلحات تتعلق بسرعة الغاز: M رمز السرعة.

(speed of gas, root-main square of gas, rate of effussion) تدفق

$$u = \sqrt{\frac{3RT}{\mu \cdot M}}$$

سرعة الغاز — كتلة المول — كتلة

$$R: 8.314 \frac{J}{mol \cdot k} = \frac{kg \frac{m^2}{s^2}}{mol \cdot k}$$

Ex: calculate the root-main square of the He gas at 25° C ??

الحل:

$$u = \sqrt{\frac{(3)(8.314)(298)}{(4 * 10^{-3})}} = 1363 \ m/s = 1.36 \ km/s$$

$$u = \sqrt{\frac{3 * 8.314 \frac{kg \ m^2}{s^2} * 298 \ K}{4 * 10^{-3} \frac{kg}{mol}}}$$

* Grahams-law * كلما قلت الكتلة المولية زادت السرعة.

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{\sqrt{\frac{3RT}{\mu \cdot M_1}}}{\sqrt{\frac{3RT}{\mu \cdot M_2}}} \Rightarrow \boxed{\frac{u_1}{u_2} = \frac{\sqrt{\mu \cdot M_2}}{\sqrt{\mu \cdot M_1}}}$$

Ex: which gas will effuses faster, ammonia (NH_3) or carbon dioxide (CO_2) ??

تتدفق

أقل كتلة مولية . أعلى كتلة مولية

الحل: $M.M_{CO_2} = 44\,g$, $M.M_{NH_3} = 17\,g$

* Then (NH_3) effuses faster

what are the relative rates of effusion. ????

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

* دائماً يلي بنذكر أول شيء في السؤال نضعه في المقام.

$$= \frac{\sqrt{44}}{\sqrt{17}} = \frac{1.6}{1}$$

Ex: An unknown gas (X_2) effuse at rate that is only 0.355 times that of O_2, at the same tempreture, what is the idenity of the unknown gas?

الحل: $\frac{M_{1(X_2)}}{M_{2(O_2)}} = \sqrt{\frac{M.M_{(O_2)}}{M.M_{(X_2)}}}$

$0.355 = \sqrt{\frac{32}{M.M_{(X_2)}}}$

$M.M_{(X_2)} = 254\ g/mol$

* cH.11 :- Intermolecular forces liquid and soild *

القوى الرابطة بين جزيء وجزيء آخر

* Intra molecular force

في نفس الجزيء

1. Ionic bond
(Metal + ~~H~~ nonmetal)

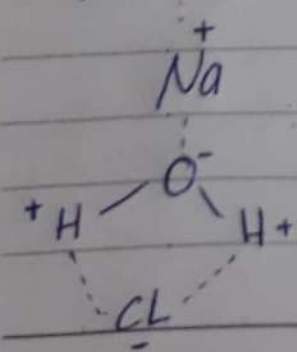
مثال :- Na-Cl

2. Covalent bond (تساهمية)
(non metal + nonmetal)
مثال ⇒ H-Cl

* Inter molecular force

جزيء وجزيء آخر

1. Ion - dipole (ثنائية القطب)
مثال ⇒ أي مركب تفكك إلى أيونات في ماء
Nacl in water :



2. Hydrogen bond
- H-N
- H-O
- H-F

تسمى أيضاً Dipol-Dipol
(والكلور يسمى f وخلطهم مع ماء)

3. Dipol-Dipol
ونقول عنها رابطة هيدروجينية

مثال : P-H, S-H, C=O
Cl-H

4. london Dispresion force
(ما عندها قطبية)

a. X_2 ⇒ $H_2, O_2, F_2, \dots$

B. Nobal gas ⇒ Ne, Ar, ---

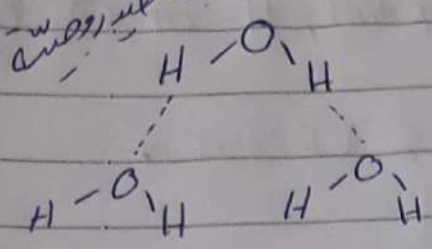
C. (H, C) المركبات اللي فيها
C_6H_6, C_2H_4 فقط مثال

D. linear ⇒ AX_2

E. AX_4

ثلاثي الأبعاد

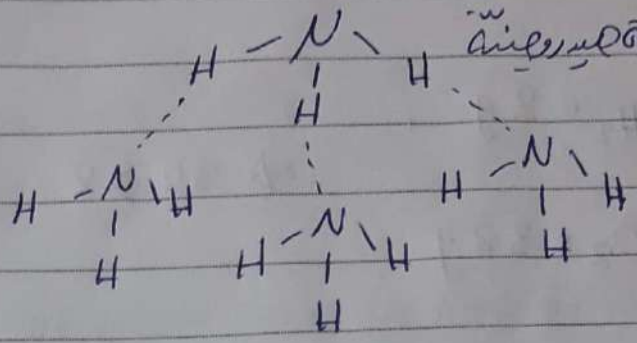
رابطة هيدروجينية



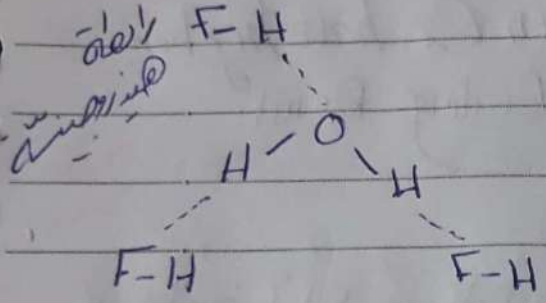
رابطة هيدروجينية

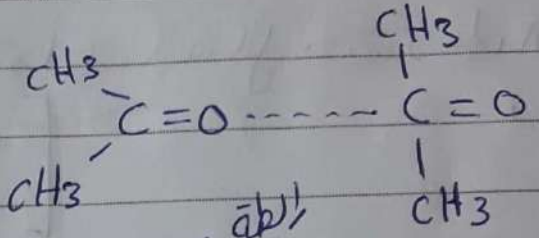
H-F ---- H-F

رابطة هيدروجينية



رابطة هيدروجينية





رابطة

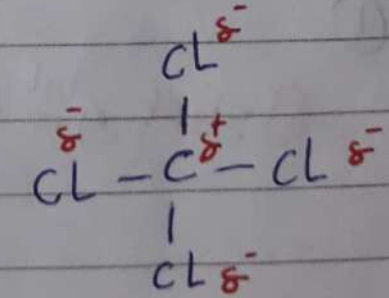
Dipol-Dipol

AX_2 خطي $\Rightarrow$ CO_2

$\overset{\delta^-}{O}=\overset{\delta^+}{C}=\overset{\delta^-}{O}$

$\leftarrow \quad \rightarrow$

AX_4 خطي $\Rightarrow$ CH_4 , CI_4, CCl_4, CBr_4,



Ex:- which one have higher Boiling point, H_2 or O_2 ??

* ملاحظة * كلما زادت الكتلة المولية زادت درجة الغليان

الحل :-

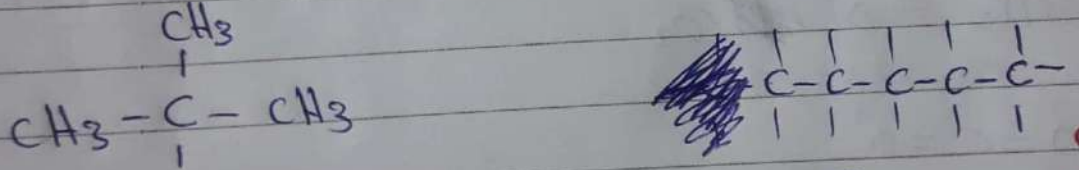
$M.M_{H_2} = 2g$,

$M.M_{O_2} = 32g$

$\Rightarrow 32 > 2$, Then O_2 have higher Boiling Boint.

* وأيضاً إذا سألك أيهما صلب وأيهما سائل نعتمد على الكتلة المولية [صلب ← ك.م أكبر / سائل ← ك.م أقل]

Ex:- أيهما لديه رابطة أقوى الشكل ① أم ② ؟؟



C_5H_{12} , $M.M = 72$

①

C_5H_{12}

$M.M = 72$

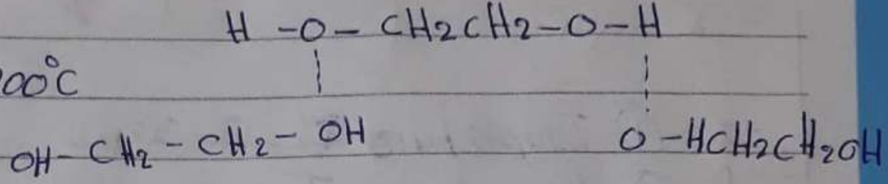
②

* الشكل الخطي (linear) يكون أقوى إذاً الجواب ②

* ملاحظة: كلما زادت (OH) كانت الرابطة أقوى أي درجة الغليان أعلى.

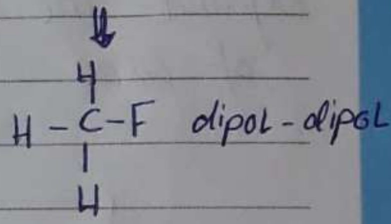
CH_3CH_2OH 78°C

$OHCH_2CH_2OH$ 200°C



Ex: One of the following substance have Hydrogen bond:-

[a] H_2 [b] CH_4 [c] CH_3OH [D] CH_3F



Ex: list the ~~sust~~ substance:-

Ionic, لندن, قطبية, هيدروجينية, لندن

$BaCl_2$, H_2 , CO , HF , Ne

in order in Cresing Boiling point.

الحل: $H_2 < N_2 < CO < HF < BaCl_2$

ك.ذ.م = ٢ع   ك.ذ.م = ٢٠ع

نرتب حسب نوع الرابطة الأقوى ولكن إذا كان في مركبين لهما نفس الرابطة نقارن بينهم حسب: ك.ذ.م.

* Some properties of liquid *

1 Viscosity ⟹ ressistance (مقاومة) the liquid to flow

اللزوجة

تعتمد على
① Tempreture علاقة عكسية
② depend on Intermolcular علاقة طردية.

2 surface Tension :- ⟹ The energy requird to expand the surface area of liquid by unit amount of area.

(توتر السطحي)

Cohesive force
قوة تماسك

Inter molecular force bind between two molecular
(بين جزيئات)

Adhesive force
قوة تلاصق

molecular bind ~~beta~~ with surface

Concave (مقعر) ⇒ cohesive force < adhesive force

* قوة التماسك أصغر من قوة الالتصاق.

convex (محدب) ⇒ cohesive force > adhesive force

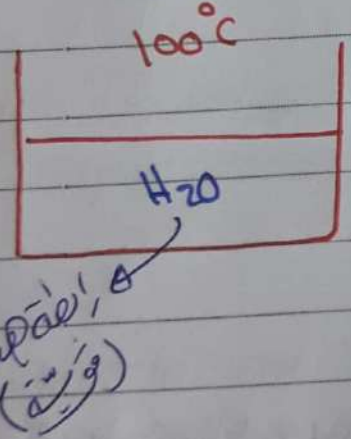
* قوة التماسك أكبر من قوة الالتصاق

* capillary action: الخاصية الشعرية

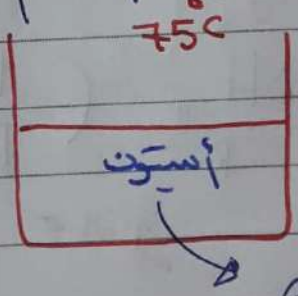
The rise of liquid up in avery narrow tube.

3 Vapor pressure. الضغط البخاري

(كلما كان عندي بخار أكثر زاد الضغط البخاري)



القوى بين الجزيئات (قوية)



dipole - dipole (ضعيفة).

* Vapor pressure increase with decreasing Intermolecular force

كلما ضعفت الرابطة كلما زاد الضغط البخاري.

- العلاقة بين الضغط البخاري ودرجة الحرارة (علاقة طردية).

الضغط البخاري
- درجة الحرارة (طردي)
- درجة الغليان (عكسي)

Ex:- which of the following substance have higher vapor pressure ??

	(B.P) درجة الغليان
(a) $CH_3CH_2OCH_2CH_3$	34.5 °C
(b) CH_3CH_2OH	76 °C
(c) H_2O	100 °C
(d) $HOCH_2CH_2OH$	200 °C

إذا أعطانا كيلوجول ← بالجول ← نحولها كجول.

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

← بالكلفن

$\Delta H_{vap}{}_{(H_2O)} = 43.1$ kJ/mol

تعني أن كل واحد مول من الماء يحتاج إلى 43.1 كيلوجول ليتحول إلى بخار

* كلما زادت كمية طاقة زادت حرارة.

Ex:- The vapor pressure of water at 25°C is 23.8 mmHg and the heat of vaperation of water is 43.9 kJ/mol calculate the vapor pressure of water at 50°C?

∴ الحل

$T_1 = 25^\circ C = 297\ k$

$P_1 = 23.8\ mmHg$

$\Delta H_{vap_{(H_2O)}} = 43.9 * 10^3\ J/mol$

$P_2 = ??$

$T_2 = 50^\circ C = 323\ k$

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

$$\ln \frac{(23.8)}{P_2} = \frac{43.9 * 10^3}{8.3145} \left(\frac{1}{323} - \frac{1}{297} \right)$$

$$\ln \frac{23.8}{P_2} = -1.37 \Rightarrow e^{-1.37} = \frac{23.8}{P_2}$$

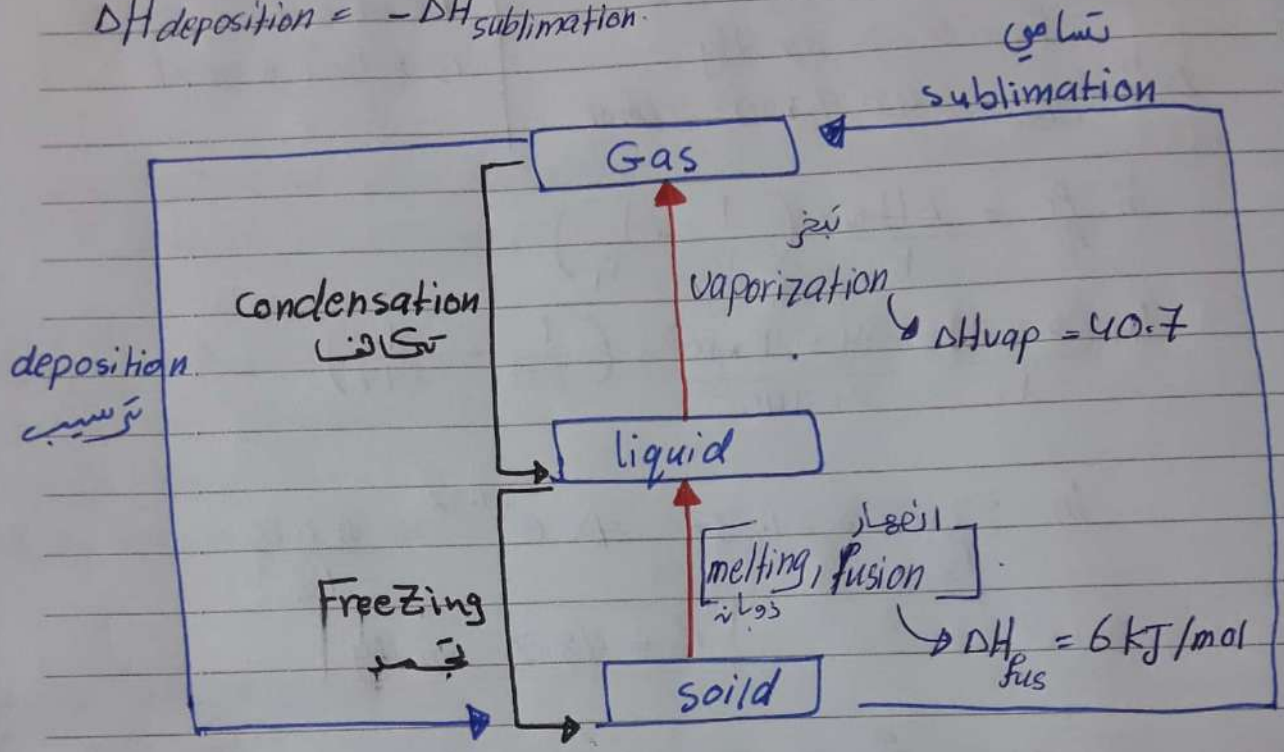
$$\boxed{P_2 = 93.7\ mmHg}$$

H.W:- If ΔH_{vap} for water is 40.7 kJ/mol, then the vapor pressure of water at 73°C ??

H.W:- CCl_4 has 313 mmHg at 50°C and 512 mmHg at 80°C, what the normal Boiling point?

$\Delta H_{sublimation} = (\Delta H_{vap} + \Delta H_{fus})$

$\Delta H_{deposition} = -\Delta H_{sublimation}$



محاليل

* ch.12 * physical properties of solution

الخصائص الفيزيائية للمحاليل.

مذاب solute	مذيب Solvent
(الكمية القليلة)	(الكمية الكبيرة)

- 90 ml Aceton (solvent)
- 10 ml H_2O (solute)

- 90 ml H_2O (solvent)
- 10 ml Aceton (solute)

* Electrolyte :-

توصيل التيار الكهربائي

لا تزيد ← تتحلل

وتعطي أيونات وتزيد

عدد الأيونات الناتجة

عدد الجزيئات بعد التفكك

$NaCl_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$ $i = 2$

$HCl \xrightarrow{H_2O} H^{+} + Cl^{-}$ $i = 2$

$MgSO_4 \xrightarrow{H_2O} Mg^{+2} + SO_4^{-2}$ $i = 2$

$FeCl_3 \xrightarrow{H_2O} 3Cl^{-} + Fe^{+3}$ $i = 4$

* nonelectrolyte :-

لا توصل التيار الكهربائي

لا تتحلل (لا تتفكك)

* تبقى عدد المولات كما هي.

$i = 1$

* $C_6H_{12}O_{6(s)} \xrightarrow{H_2O} C_6H_{12}O_{6(aq)}$

* Aceton

أسيتون

* Molarity (M) = mole solute / Volume of solution

المولارية — عدد مولات المذاب — الوحدة — الحجم باللتر (L) — حجم المذاب + حجم المذيب — فقط للمحاليل

* قانون المولارية ⟸ المولارية = عدد مولات المذاب / حجم المحلول

* يساوي حجم المذاب + حجم المذيب (وبشرط باللتر)

* 1 M HCl = 1 mole HCl / 1 L

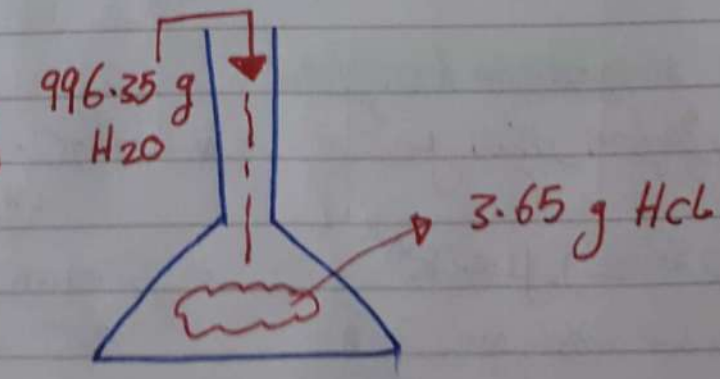
* 12 M HCl = 12 mole HCl / 1 L

* 0.1 M HCl = 0.1 mole HCl / 1 L × 36.5 g HCl / 1 mole HCl

= 3.65 g HCl

الكتلة المولية لـ (HCl)

1 (L) H_2O = 1000 g H_2O



* molality = mole of solute / kg solvent

المولالية (m) بوحدة.

المولالية = عدد مولات المذاب / كتلة المذيب (بالكغ).

* 1 m HCl = 1 mole HCl / 1 kg H_2O

* 12 m HCl = 12 mole HCl / 1 kg H_2O ← تركيزه أعلى من 1 m HCl

يعني 12 m HCl له تركيز أعلى من 1 m HCl

* 0.1 m HCl = 0.1 mole HCl / 1 kg H_2O * 36.5 g HCl / 1 mole HCl

= 3.65 g HCl

يعني كل 3.65 g HCl تحتاج 1 kg H_2O حتى تصنع مولالية تساوي 0.1 m HCl

* mole = mass / molar mas

عدد المولات = الكتلة / الكتلة المولية

* mole fraction A = n_A / n_T

total mole

Ex: mole of A = 3 mole / mole of B = 12 mole

* mole fraction A = 3/15 = 1/5

* mole fraction B = 12/15 = 4/5

+ مجموعهم يساوي 1

* chapter 12 * " Colligative properties of solutions "
الخواص المجمعة

* properties depend on number mole solute.
المذاب

تعتمد الخواص المجمعة على عدد مولات المذاب.

* Colligative properties :-

1. Boiling point elevation ارتفاع درجة الغليان (sugar + H_2O) مثل بريت الشاي
2. freezing point depression الانخفاض في درجة التجمد
3. vapor pressure solution (Raoult's law) الضغط البخاري للمحلول (Acetous + H_2O) الخل
4. Osmotic pressure الضغط الأسموزي. ⇒ فلتر الماء

هكن يوصلنا مقدار التغير في درجة الغليان جاهزة ΔT_b (ارتفعت درجة غليانه 0.481°C)

1 elevation of Boiling point الإرتفاع في درجة الغليان

$\Delta T_b = i\ K_b\ m$ (m: مولالية) (سيلسيوس)

$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{H_2O} C_6H_2O_6$ $\boxed{i=1}$

* أي مركب يحتوي على (C, H, O) يكون $\boxed{i=1}$

$\Delta T_b = i\ K_b \frac{\text{mole solute}}{\text{kg solvent}}$ (المذاب / المذيب)

$NaCl \xrightarrow{H_2O} Na^+ + Cl^-$ $\boxed{i=2}$

* أي مركب يحتوي على معدن هنا المركب يتحلل ويعطي أيونات

$T - T^\circ = i\ K_b \frac{\frac{mass}{M.M}}{kg\ solvent}$

T: درجة غليان المحلول solution

T°: درجة غليان المذيب solvent (المذيب)

Ex: Calculate the Boiling point (C°) of solution made by dissoluing (30 g) of sacross (M.M = 342) in 200 g H_2O. ($K_b = 0.51$, $T^\circ_{H_2O} = 100$).

الحل:

$$T - 100 = \frac{1 * (0.51)(30)}{342} \Big/ 0.2\ kg$$

عرفنا أن H_2O مذيب لذلك نحسبه أكبر

$T - 100 = 0.22$

$\boxed{T = 100.22}$

Ex:- نفس السؤال السابق لكن مركب (Na_2SO_4)
حيث الكتلة المولية ($M.M = 142$)

الحل: $T - 100 = 3 * (0.51) \dfrac{\left(\dfrac{30}{142}\right)}{0.2}$

$T - 100 = 0.67$

$T = 100.67$

2 Depression in freezing point

$\Delta T_f = -i\, k_f\, (m)$

$\Delta T_f = -i\, k_f\, \dfrac{\text{mole solute}}{\text{kg solvent}}$

freezing point depression was determind to be $0.240\,C^{\circ}$

$\Downarrow$

$\Delta T_f = -0.240$

درجة التجمد للمذيب

$T - T^{\circ} = -i\, k_f\, \dfrac{\left(\dfrac{\text{mass}}{M.M}\right)}{\text{kg solvent}}$

T: solution, T°: solvent

Ex:- What mass of ethylene glycol [$OH\,CH_2\,CH_2\,OH = M.M = 62.1$] must added to (10 kg) H_2O to produce solution that freezes at ($-23.3\,C^{\circ}$) $k_f = 1.86$

الحل: $-23.3 - 0 = -(1)(1.86) * \dfrac{\left(\dfrac{\text{mass}}{62.1}\right)}{10\text{ kg}} \Rightarrow \text{mass} = 7.7625\text{ kg}$

Ex:- [$FeCl_3 \Rightarrow M.M = 162.5$] نفس السؤال السابق لكن مركب

الحل:

$$-23.3 - 0 = \frac{(4)(1.86) * \frac{mass}{162.5}}{10\ kg}$$

$$\boxed{mass = 5.098\ kg}$$

3 Vapor pressure (Raoult law)

"قانون راؤلت"

$$P_{solution} = X\ P^{\circ}_{solvent}$$

X عبارة عن ← mole fraction of solvent

$$P_{solution} = \frac{\text{mole solvent}}{\text{mole solvent} + [i * \text{mole solute}]} * P^{\circ}_{solvent}$$

mole solvent = $\frac{mass}{M.M}$

mole solute = $\frac{mass}{M.M}$ solute

Ex:- calculate the vapor pressure of solution containing 35 g solid Na_2SO_4 $M.M = 142$ and 175 g H_2O at 25°C [$P^{\circ}_{H_2O} = 23.76\ mmHg$]

$$P_{solution} = \frac{\frac{175}{18}}{\frac{175}{18} + [3 * \frac{35}{142}]} * 23.76 = 22\ mmHg$$

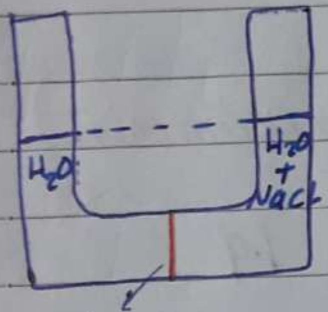
Ex:- The vapor pressure of H_2O at $20^\circ C$ is 17.5 mmHg
If 20% sacrose was added to water, what is
Resuting vapor pressure of H_2O ?

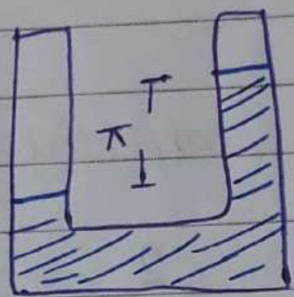
$$P_{solution} = \frac{80}{100} * 17.5 = 14$$

خلي في بالك يكونه
مجهول M.M

4 Osmotic pressure

* انتقال السوائل من تركيز الأقل
إلى تركيز الأعلى.





menbrain
يسمح فقط عبور الماء

$$\pi V = nRT$$

$$\pi = \frac{n}{V} RT$$

$$\pi = M RT$$

$$\pi = i M R T$$

$$\pi = i \frac{\frac{\text{mass solute}}{M.M}}{V \text{ solution}} RT$$

Ex:- The observed osmotic pressure for 0.1 M Solution of $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ at 25°C is 10.8 atm Compare the expected and experimental (i)

Expected $i = 5$.

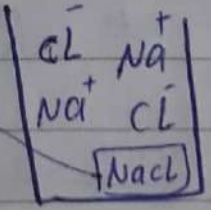
$25^\circ C = 298 K$

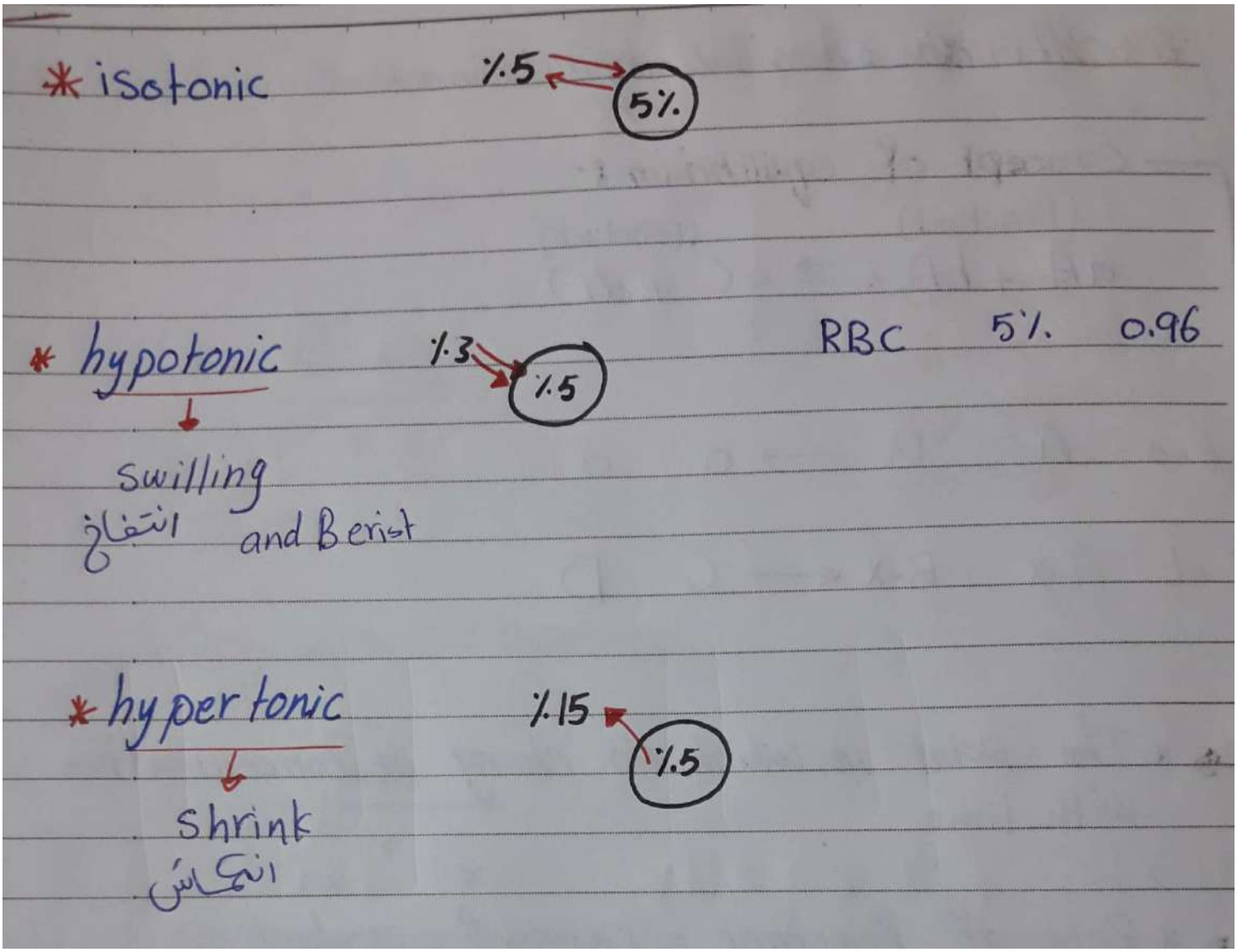
$\pi = i M R T$

$$i = \frac{10.8}{(0.1)(0.0821)(298)} \Rightarrow \boxed{i = 4.4}$$

	expected	experimental
NaCl	2	1.9
$MgCl_2$	3	2.7
$MgSO_4$	2	1.3
$FeCl_3$	4	3.4
HCl	2	1.9

why ?? ion pairing تزاوج الأيونات





CH. 14 :- Chemical equilibrium :-

Concept of equilibrium :-

(Reactant) (Product)

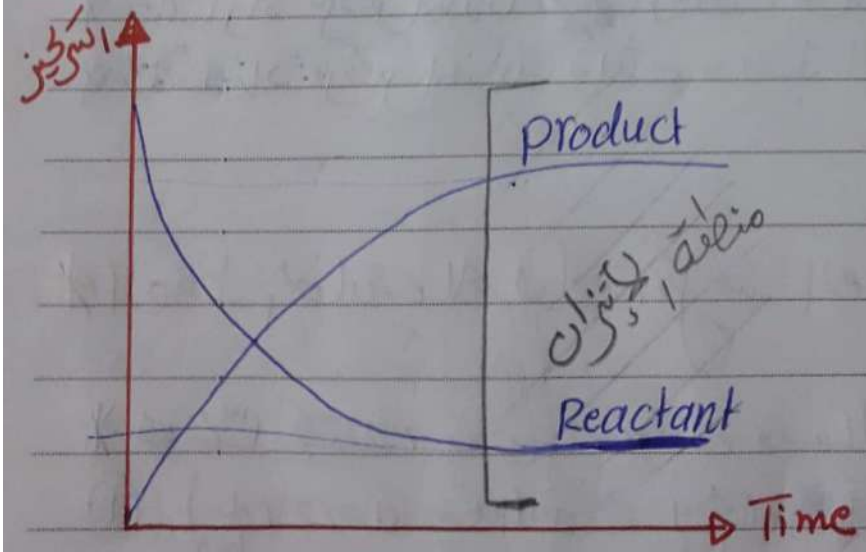
$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$

t=0	A	B	⟶ 0	0
t=t	A-X	B-X	⟵ C	D

* The point in which No chang in Concentration with time

* Rate of Reactant = rate of product

سرعة التفاعل العكسي = سرعة التفاعل الأمامي.



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

البواقي ← المواد الناتجة

ملاحظة: يدخل في كتابة K_c تراكيز المواد الغازية والعمليل ولا يدخل تراكيز المواد الصلبة أو السائلة.

Write The equilibrium Constant for K_c For the following Rxn :-

Rxn ← Reaction تفاعل

[9] $2O_{3(g)} \rightleftharpoons 3O_{2(g)}$

2M 3M

$$K_c = \frac{[O_2]^3}{[O_3]^2} = \frac{3^3}{2^2} = \frac{27}{4}$$

[B] $2NO_{(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 2NOCl_{(g)}$

$$K_c = \frac{[NOCl]^2}{[Cl_2][NO]^2}$$

* Equilibrum Constant in Terms of pressure :-

$$a A_{(g)} + b B_{(g)} \rightleftharpoons c C_{(g)} + d D_{(g)}$$

(g) → gas
(s) → soild
(eq) → equeos
(L) → liquid

$$k_p = \frac{P_C^c * P_D^d}{P_A^a * P_B^b}$$

$$2PCl_3 + O_2 \rightleftharpoons 2POCl_{3(g)}$$

$$k_{p_1} = \frac{P_{POCl_3}^2}{P_{PCl_3}^2 * P_{O_2}}$$

$$2PCl_3 + O_2 \rightleftharpoons 2POCl_3$$

* predict k_{p_2} for :- $2POCl_3 \rightleftharpoons 2PCl_3 + O_2$

$$k_{p_2} = \frac{1}{k_{p_1}}$$

: العلاقة بين
k_{p_1} = ---

* $2PCl_3 + O_2 \rightleftharpoons 2POCl_3$

predict k_{p_3} for: $4POCl_3 \rightleftharpoons 4PCl_3 + 2O_2$

$$k_{p_3} = \left(\frac{1}{k_{p_1}}\right)^2$$

* $2PCl_3 + O_2 \rightleftharpoons 2POCl_3$

predict K_{P_4} for: $POCl_3 \rightleftharpoons PCl_3 + \frac{1}{2}O_2$

$$K_{P_4} = \left(\frac{1}{K_{P_1}}\right)^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{\sqrt{K_{P_1}}}$$

* predict K_{P_5} for: $PCl_3 + \frac{1}{2}O_2 \rightleftharpoons POCl_3$

$$K_{P_5} = [K_{P_1}]^{\frac{1}{2}} = \sqrt{K_{P_1}}$$

* Hesse law :-

1) $2NO_{(g)} + O_2 \rightleftharpoons 2NO_2 \rightarrow K_{C_1} = 1 \times 10^{-5}$

+

2) $N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO \rightarrow K_{C_2} = 1 \times 10^{15}$

$N_2 + 2O_2 \rightleftharpoons 2NO_2 \rightarrow K_{C_3} = K_{C_1} \times K_{C_2}$

$= (1 \times 10^{-5})(1 \times 10^{15})$

$= 1 \times 10^{10}$

* Relationship between K_P and K_C :-

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

R: 0.0821 → atm

62.4 → mmHg

Δn = معاملات النواتج − معاملات المتفاعلات

T: الحرارة بالكلفن

Δn = number of gasses mole of product − number of gasses mole of reactant.

* $N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \rightleftarrows 2NO_{2(g)}$

$\Delta n = 2 - 3 = -1$

$(RT)^0 = 1$

$\therefore K_p = K_c$

* $N_2 + O_2 \rightleftarrows 2NO_{(g)}$

$\Delta n = 2 - 2 = 0$

اذاً $K_p = K_c$ في حالة $\Delta n = 0$ واحدة عندما

Ex:- In the synthesis of NH_3 from N_2 and H_2.

$K_c = 9.6$ at $300\,C^\circ$

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

متجانس

$\Delta n = 2 - 4 = -2$

$K_p = 9.6\,(0.0821 \times 573)^{-2}$

$K_p = \dfrac{9.6}{((0.0821)*(573))^2} = 4.34 \times 10^{-3}$ atm.

* Heterogeneous Equilibrium:- الإتزان الغير متجانس

$2NaHCO_{3(s)} \rightleftarrows Na_2CO_{3(s)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(g)}$

$k_c = [CO_2] \times [H_2O]$

$k_p = P_{CO_2} \times P_{H_2O}$

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

$k_p = P_{H_2O}$

Ex:- write k_p and k_c for:-

[a] $CO_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + H_2O_{(L)}$

$$k_p = \frac{P_{CO}}{P_{CO_2} * P_{H_2}}$$

[B] $SnO_{2(s)} + 2CO_{(g)} \rightleftharpoons Sn_{(s)} + 2CO_{2(g)}$

$$k_p = \frac{P_{CO_2}^2}{P_{CO}^2}$$

H.W:- what are the value of k_p and k_c for the Rxn :- $H_2O_{(L)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)}$

knowing that the partial pressure of H_2O at 25 C° is 23.8 torr.

H.W: $H_2O_{(l)} \longrightarrow H_2O_{(g)}$

$K_P = P_{H_2O}$

$K_P = 23.8$ torr

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

$23.8 = K_c(62.4 * 298)^{1.0}$

$K_c = 1.8 * 10^{-3}$

* Application of equilibrium Constant :-

1. Calculate of equilibrium concentration.
حساب التراكيز عند الإتزان.

2. predicting direction of reaction
معرفة إتجاه التفاعل.

Ex: For synthesis of ammonia :-

$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_3$ $\quad K_P = 1.45 \times 10^{-5}$

In an equilibrium mixture of the three gases
the partial pressure of $H_2 = 0.928$ atm
" " " " $N_2 = 0.432$ atm
what is " " " NH_3 at equilibrium.

مثال ١

$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

at equilibrium 0.432 0.928 ⇌ X

the conc- تراكيز

$$K_p = \frac{P^2_{NH_3}}{P_{N_2} * P^3_{H_2}}$$

$$1.45 \times 10^{-5} = \frac{P^2_{NH_3}}{(0.432)(0.928)^3} \Rightarrow X^2 = 5.01 * 10^{-6}$$

$$X = 2.24 * 10^{-3} \text{ atm}$$

$$\boxed{P_{NH_3} = 2.24 * 10^{-3} \text{ atm}}$$

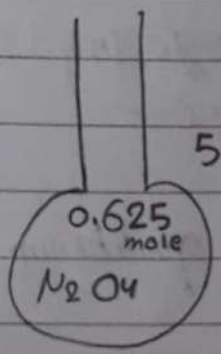
Ex:- 5 L flask is filled with 0.625 mole of N_2O_4 If you know that concentration of N_2O_4 at equilibrium = 0.075 M What is K_c for the ~~equi~~ reaction.

5 L flask (container)

ملاحظة: إذا كان السؤال في البداية مثلاً يطبق ٣ خطوات.

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

initial conc.- ∴ 0.125M



$$\frac{0.625}{5} = 0.125 \text{ M}$$

Change in conc.- +2X -X

conc.- at equilibrium 2X 0.125 - X

0.1

$0.125 - X = 0.075$

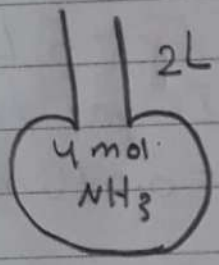
$\boxed{X = 0.05}$

$$K_c = \frac{0.075}{(0.1)^2} = \boxed{7.5}$$

Ex:- 2 L flask contain 4 mole NH_3 as in the reaction :-

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

If you know that 2 mol remain at equilibrium calculat K_c.



$\frac{4}{2} = 2\,M$

الحل:

$$2NH_3 \rightleftharpoons N_2 + 3H_2$$

initial conc--	2	0	0
Change in Conc--	-2X	+X	+3X
at equilibrium	2-2X	+X	+3X

$\frac{2}{2} = \boxed{1}$

تركيز NH_3 عند الإتزان

$2 - 2X = 1$

$\boxed{X = \frac{1}{2}}$

$$K_c = \frac{[N_2][H_2]^3}{[NH_3]^2} = \frac{(\frac{1}{2})(\frac{3}{2})^3}{(1)^2} = \boxed{\frac{27}{16}}$$

H.W: 10 L flask is filled with 0.2 mol H_2 and 0.2 mol I_2 The value of equilibrium $K_c = 49.5$ for the Rxn:-

نأخذ أصغر x

$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$$

what is concentration at equilibrium??

$$\underset{(g)}{H_2} + \underset{(g)}{I_2} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$$

0.02	0.02	0
$-X$	$-X$	$+2X$
$0.02-X$	$0.02-X$	$2X$

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

$$\sqrt{49.5} = \sqrt{\frac{(2X)^2}{(0.02-X)^2}}$$

$$\boxed{X = 0.0156}$$

* الأجوبة:-

$[H_2] = [I_2] = 0.0044\ M$

$[HI] = 0.0312\ M$

[2] predicting the direction of RXn :-

Ex: suppose we place mixture of

2 mole H_2
2 mole NH_3
1 mole N_2
] in 1 L

will N_2 and H_2 ract to form more NH_3 knowning that k_c for the RXn = 0.105.

left right

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

Reactant product

1 M 2 M 2M ② الترا كيز الابتدائية

$$k_{c_2} = Q = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][NH_2]^3}$$

$$Q = \frac{2^2}{(1)^2(2)^3} = Q = \frac{4}{8} = 0.5$$

$Q = k$ equilibrium

$Q > k$ left

$Q < k$ right

Ch. 15 :- Acids and Base (equilibrium)

* Arrhinius :- مفهوم أرهينيوس

* Concept of Acids :- substance give H^+ in water

$$HCl \xrightarrow{H_2O} H^+ + Cl^-$$

* Concept of Base :- substance give OH^- in water.

$$NaOH \xrightarrow{H_2O} Na^+ + OH^-$$

* Bronsted lowery :- مفهوم برونستد - لوري

substance donate a proton.

* Acid :- substance donate H^+

* Base :- // accept H^+ substance accept proton

$$\underset{\text{Acide}}{HCl} + \underset{\text{Base}}{NH_3} \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$$

* lewis :- مفهوم لويس يستقبل

substance that can accept a pair of electrons.

* Acide :- Accept $2e^-$

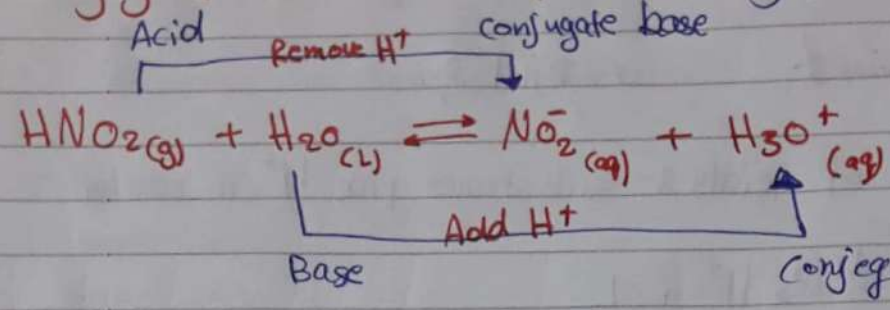
* Base :- donate $2e^-$ يعطي

substance that can donate a pair of electrons.

$$BF_3 \qquad \overset{F}{\underset{F}{B-F}}$$

$$H_3\ddot{N} + BF_3 \rightarrow H-\overset{H}{\underset{H}{N}}-\overset{F}{\underset{F}{B-F}}$$

* Conjugate Acide - Base pair :- الحمض والقاعدة المرافق



H.w :- what conjugate base for each acid :-

Acid. (Remove H^+)	Conjugate base
$HClO_4$	ClO_4^-
H_2S	HS^-
PH_4^+	PH_3
HCO_3^-	CO_3^{-2}

H.w :- what Conjugate Acid for each Base :-

Base (Add H^+)	Conjugate Acid.
CN^-	HCN
SO_4^{-2}	HSO_4^-
H_2O	H_3O^+
HCO_3^-	H_2CO_3

Autoionization for water:- تأين ذاتي للماء

$$H_2O_{(l)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

25°C $K_w = [OH^-][H_3O^+]$ (or $[H^+]$)

$K_w = 1 \times 10^{-14}$

$1 \times 10^{-14} = [1 \times 10^{-7}][1 \times 10^{-7}]$

* $[OH^-] > [H_3O^+]$ base

$1 \times 10^{-5} > 1 \times 10^{-9}$

* $[OH^-]_{1\times10^{-9}} < [H_3O^+]_{1\times10^{-5}}$ Acid

EX:- Indicate wether each of the following is neutral, Acid, base solution:-

$[H^+] = 2 \times 10^{-5}$ Acid.

$[OH^-] = 3 \times 10^{-9}$ Acid.

$[H^+] = 1 \times 10^{-7}$ neutral.

H^+ Lewis H_3O^+

Ex: Calculate the Concentration of H^+ in:

1 solution in which $[OH^-] = 0.01\ M$

Hw 2 " " " $[OH^-] = 2 \times 10^{-9}\ M$.

الحل 1) $K_w = [OH^-][H_3O^+]$

$1 \times 10^{-14} = [1 \times 10^{-2}][H_3O^+]$

$[H_3O^+] = 1 \times 10^{-12}\ M$

2) $[H_3O^+] = \frac{1 * 10^{-14}}{2 * 10^{-9}}$

$= 0.5 * 10^{-5}$

$= 5 * 10^{-6}$

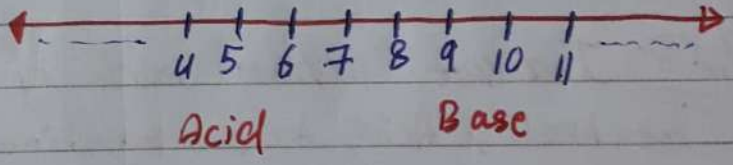
Lewis

* $pH = -\log[H_3O^+]$ أو $pH = -\log[H^+]$

مثلاً $pH = -\log[1 \times 10^{-7}]$

$pH = 7 \log 10$

$pH = 7$



* $[H^+] = 10^{-pH}$

Ex: Sample of Apple Juic has pH of 3.76 Calculate $[H^+]$.

$[H^+] = 10^{-3.76} \Rightarrow [H^+] = 1.7 \times 10^{-4}\ M$

* strong Acid and strong Base:-

- Strong Acids :- HCl, HBr, HI, HNO_3, $HClO_4$, $HClO_3$, H_2SO_4.

→ 100% ionised

$$HNO_3 \xrightarrow{H_2O} H^+ + NO_3^-$$

a M	0 M	0 M
0 M	0.1 M	0.1 M

Ex: Calculate pH for 0.1 M H_2SO_4

$$H_2SO_4 \xrightarrow{H_2O} 2H^+ + SO_4^{-2}$$

0.1	0	0
0	2(0.1)	0.1

$$pH = -\log H^+$$

$$pH = -\log 2\times10^{-1}$$

$$pH = 0.6$$

مواد مضادة للحموضة Anti acid
- $Mg(OH)_2$
- $Al(OH)_2$

- strong Base :- 100% inoized

1. $LiOH$, $NaOH$, KOH, $CsOH$, $RbOH$
2. $Ca(OH)_2$, $Ba(OH)_2$, $Sr(OH)_2$

عدد أيونات OH^-

Ex: what is pH of 0.011 M solution of $Ca(OH)_2$??

$$Ca(OH)_2 \xrightarrow{H_2O} Ca^{+2} + 2OH^-$$

0.011	0	0
0	0.011	0.022

1ère

$$pH + pOH = 14$$

$$pOH = -\log [OH^-]$$
$$= -\log [0.022]$$

$$pOH = 1.66$$

$$pH + 1.66 = 14$$

$$pH = 12.34$$

2ème

$$kw = [H^+][OH^-]$$

$$1 \times 10^{-14} = [H^+][0.22]$$

$$[H^+] = 4.6 \times 10^{-13}$$

$$pH = -\log (4.6 * 10^{-13})$$

$$pH = 12.34$$

2 CaO and Na_2O

$\downarrow H_2O$

$2OH^-$

Ex: 0.01 mol (Na_2O) react with water to form (CaO)
1 L solution calculate pH

الحل: $\frac{0.01}{1} = 0.01\ M$

$CaO \xrightarrow{H_2O} 2OH^-$

0.01   0

0   2(0.01)

0.02 M

$pOH = -\log(0.02)$

$pOH + pH = 14$

12.30 الحل

[3] Hydride ion H^+ مثال → $\overset{+1}{Na}\overset{-1}{H} \xrightarrow{H_2O} OH^-$

Nitride ion N^{-3} مثال → $Na_3N \xrightarrow{H_2O} 3OH^-$

***weak acid :** الحموض الضعيفة

مثال → $CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$

عضوي ضعيف Acetic acid

* كل حمض ضعيف قاعدته المرافقة قوية.

$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH \rightleftharpoons CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O^- + H^+$

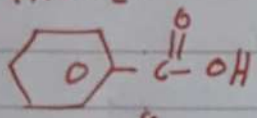
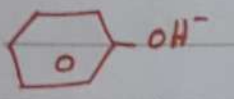
100 mol   0   0

96 mol   4 mol

Scanned by CamScanner

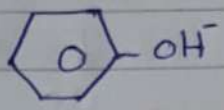
$$k_a = \frac{[H^+][CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O^-]}{[CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH]}$$

$\frac{1}{OH^-}$ ∝ $\frac{1}{pH}$ ∝ H_3O^+ ∝ k_a ∝ ...

	k_a
HF	6.8×10^{-4}
HNO_2	4.5×10^{-4}
	6.3×10^{-5}
$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$	1.8×10^{-5}
	1.3×10^{-10}

* which one has highest acidity.
HF

* which one have lost a acidity



Calculate k_a from pH :-

Ex: 0.1 M solution of formic acid $H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$ has pH of 2.38 :

(a) Calculate k_a
(2) " The percent ionization

(a) $H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH \rightleftharpoons H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O^- + H^+$

$pH = 2.38$
$[H^+] = 10^{-2.38}$
$[H^+] = 4.2 * 10^{-3}$

	0.1	0	0
initial	$0.1-X$	X	X
	$0.1-4*10^{-3}$	$4*10^{-3}$	$4.2*10^{-3}$

$$k_a = \frac{(4.2 \times 10^{-3})^2}{0.1-4.2*10^{-3}} = 1.8 * 10^{-4}$$

(b) percent ionization $= \frac{[H^+]}{[HCOOH]} * 100\%$

$= \frac{4.2 * 10^{-3}}{0.1} * 100\% \Rightarrow 4.2\%$

* Calculating pH from ka *

Ex:

Calculat the pH of 0.3 M of acetic acid solution $CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$ ($ka = 1.8 * 10^{-5}$)

الحل:

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$$

	0.3	0	0
	$-X$	$+X$	$+X$
	$0.3-X$	X	X

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

$$1.8 * 10^{-5} = \frac{X^2}{0.3} \Rightarrow$$

$$X^2 = 5.1 * 10^{-6}$$

$$X = 2.3 * 10^{-3}$$

$$pH = -\log(2.3 * 10^{-3})$$

$$pH = 2.64$$

* weak base *

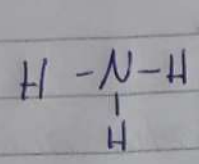
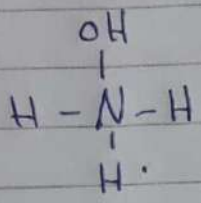
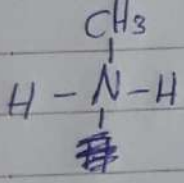
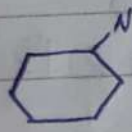
* كل قاعدة ضعيفة لها حمض مرافق قوي

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

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

* The larger kb the highist basitiy, and the lowest acidisty

Ex:-

	Base	kb
①		$1.8 * 10^{-5}$
②		$1.1 * 10^{-8}$
③		$4.4 * 10^{-4}$
④		$1.7 * 10^{-9}$

* which one of the following have the highest besisty ? ③

* من القواعد المضيفة التي تعمل شحنة سالبة

	kb
HS^-	$1.8 * 10^{-7}$
CO_3^{-2}	$1.8 * 10^{-4}$
ClO^-	$3.3 * 10^{-7}$

Ex: Calculate the concentration of OH^- in 0.15 M solution of NH_3 ($k_b = 1.8 * 10^{-5}$)

الحل:

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

$$k_b = \frac{[OH^-]^2}{[NH_3]}$$

$$1.8 * 10^{-5} = \frac{[OH^-]^2}{0.15}$$

$$[OH^-]^2 = 2.7 * 10^{-6}$$

$$[OH^-] = 1.6 * 10^{-3}$$

H.W: A solution is made by adding soild sodium hypochbrite (NaClO) to enough water to make 2 L solution, If the solution has pH of 10.50 How many moles of NaClO were added to water ($k_{b\,ClO^-} = 3.3 * 10^{-7}$).

$$ClO^- \overset{H_2O}{\rightleftharpoons} HClO + OH^-$$

الجواب: 0.62 mol

* Relation between ka & kb *

$$k_w = k_a * k_b$$

$$1 * 10^{-14} = k_a * k_b$$

ka: Acid dissociation Constant

kb: Base " "

Ex:

Acid	ka	base	kb
HF	6.8	F^-	??
$CH_3-\overset{O}{\overset{\|\|}{C}}-OH$	??	$CH_3-\overset{O}{\overset{\|\|}{C}}-H$	$5.6 * 10^{-10}$
NH_4^+	$5.6 * 10^{-10}$	NH_3	??
HCO_3^-	??	CO_3^-	$1.8 * 10^{-4}$

* Acid-Base properties of salt solution *

1. salt from strong acid and strong base.

pH = 7

Na^+Cl^-

NaOH HCl

pH=7

Ex:- 0.7 m NaCl has pH =

ⓐ 7 ⓑ 8 ⓒ 5 ⓓ 10

2. salt from strong acid and weak base.

pH < 7

NH_4Cl

NH_3 HCl

$Al(NO_3)_3$

AlOH HNO_3

Ex:- calculate pH of 0.3 M solution of NH_4Cl ($k_b = 1.8 * 10^{-5}$) :-

ⓐ 3.33　　**ⓑ 4.84**　　ⓒ 7.0　　ⓓ 11.6

ملاحظة: نجد PH للأملاح نفس طريقة إيجادها للحموض والقواعد الضعيفة

الحل:-

$$NH_4Cl \underset{}{\overset{H_2O}{\rightleftharpoons}} NH_4OH + H^+$$

	NH_4Cl	NH_4OH	H^+
	0.3	0	0
	−x	+x	+x
	0.3 − x	x	x

$$ka = \frac{1 * 10^{-14}}{1.8 * 10^{-5}}$$

$$ka = 5.6 * 10^{-10}$$

انتبه: حسبنا ka لأنه الملح هنا تأثيره حمضي وبالتالي سوف نحتاج إلى ka وليس kb

$$ka = \frac{[H^+]^2}{[0.3 - x]}$$

$$5.6 * 10^{-10} = \frac{x^2}{0.3 - x}$$

$x = 1.3 * 10^{-5}$

$pH = -\log(1.3 \times 10^{-5})$

$pH = 4.8$

3 salt from weak acid and strong base.

pH > 7

$NaClO$ → $NaOH$ (strong base) + $HClO$ (weak acid)

$Ba(C_2H_3O_2)_2$

أو

$Ba(CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O^-)_2$ → $Ba(OH)_2$ (strong base) + $CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$ (weak acid)

* عكس سؤال أي أكثر :- Acidity

$NaClO$, $NaCl$, $Al(NO_3)_2$

$pH>7$ $pH=7$ $pH<7$

[4] salt derived from weak acid and weak base.

NH_4CN → NH_3 , HCN

$FeCO_3$ → $FeOH$, HCO_3

$NH_4(C_2H_3O_2)$ → NH_3 , CH_3COOH

$k_a > k_b$ Acid $pH<7$

$k_b > k_a$ Base $pH>7$

* CH.6: Thermochemistry: الكيمياء الحرارية

- Relationship between chemical RXn & energy.

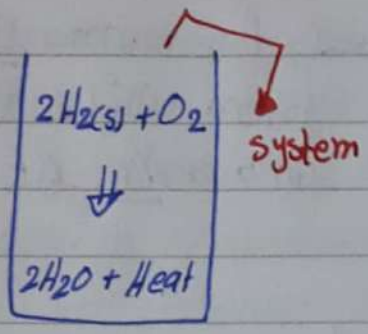
Unit of energy Joule

Cal = 4.184 J

* system and surrounding.

النظام / المحيط

الذي يحدث عليه التفاعل



* مصطلحات مهمة:-

*absorb يمتص

* Relase, evolve يبعث

* perform ينجز

* done ينجز

* Internal energy chang:-

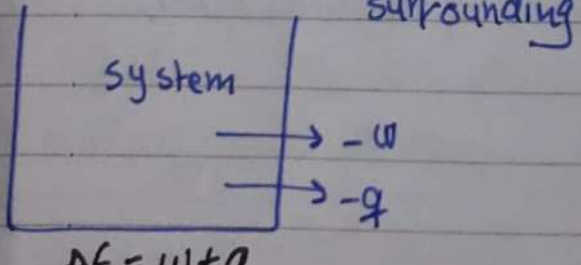
$\Delta E = E_{final} - E_{initial}$

ماص
$\Delta E = (-)$ exothermic

طارد
$\Delta E = (+)$ endothermic

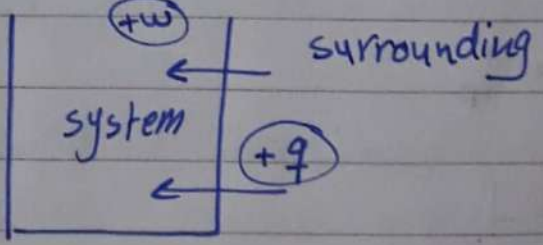
$\Delta E = W + q$

work ↙ ↘ heat



$\Delta E = W + q$

$(-) + (-) = -$

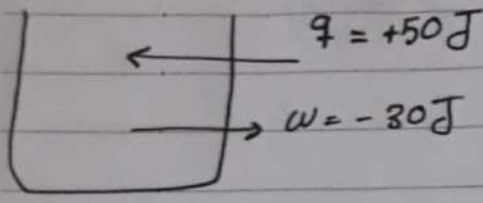


$\Delta E = q + W$

$= (+) + (+)$

$= (+)$

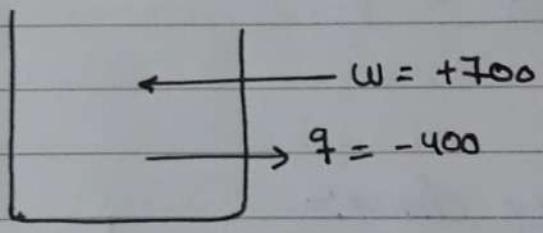
Ex:- system absorb 50 J as heat and and does 30 J as work



50 - 30 = 20 J

Ex:- In particular possesses, the surrounding perform 700 J of work upon the system while the system evolve 400 of heat to the surrounding ΔE.

(Internal Chang)



$\Delta E = 700 - 400 = +300$ J

* $\Delta E = q_p + w$ (w → zero)

$\Delta E = q_p$

$\Delta H = q_p$ ↘ 1atm

En thalpy energy.
evolve or absorbed.
constant pressure (1atm).

* properties of enthalpy.

[1] enthalpy is exteansive properties. تعتمد (الحرارة، الطاقة) مع ازدياد كمية المادة.

$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$ $\Delta H = -802$ kJ

$2CH_4 + 4O_2 \rightarrow 2CO_2 + 4H_2O$ $\Delta H = -1604$ kJ

Ex How ~~many~~ much heat is released when 4.5 g of CH_4 is burrned in constant pressure system?

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

~~الحل:~~ $4.5\ g\ CH_4 * \frac{1\ mol}{16\ g\ CH_4} * \frac{-802\ kJ}{1\ mol\ CH_4} = -226$ kJ

[2] إذا عكست التفاعل نعكس إشارة ΔH

$CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)} \rightarrow CH_{4(g)} + 2O_{2(g)}$ $\Delta H = +802$ kJ

[3] إذا جمعنا معادلتين للحصول على معادلة جديدة نجمع ΔH

$CH_4 + 2O_2 \rightleftharpoons CO_2 + 2H_2O$ $\Delta H = -802$ kJ

$2H_2O_{(g)} \rightleftharpoons 2H_2O_{(L)}$ $\Delta H = -88$ kJ

$CH_4 + 2O_2 \rightleftharpoons 2H_2O_{(L)} + CO_2$ $\Delta H = -890$ kJ

* specific heat (الحرارة النوعية)

- The amount of heat required to an (1 g) object to Rais its tempreture of (1 c° or 1 k)

* Heat capicity (السعة الحرارية)

- The amount of heat required to an object to Rais its tempreture of (1 c° or 1 k)

* Molar heat capicity (السعة الحرارية المولية)

- The amount of heat required to an (1 mol) object to Rais its tempreture of (1 c°, or 1 k)

Ex: calculate the specific heat of water if 209 J its required to increase the tempreture of 50 g of water by 1 k ??

الحل: $\frac{209}{50 * 1} = 4.18 \ J/(g \cdot k)$

$$* \text{specific heat} = \frac{q}{wt * \Delta t} = \frac{J}{g \cdot c^\circ_k}$$

② molar heat capicity for H_2O?

$$4.18 \frac{J}{g \cdot k} * \frac{18\ g}{1\ mol} = 75.2 \frac{J}{mol * k}$$

سؤال

③ The specific heat of ~~iron~~ iron is $(.452 \frac{J}{g \cdot C^\circ}$ if 240J of heat is added to 7.05 g of iron at 25C° what would the final tempreture?

$$0.452 = \frac{240}{7.05 * (\Delta t)}$$

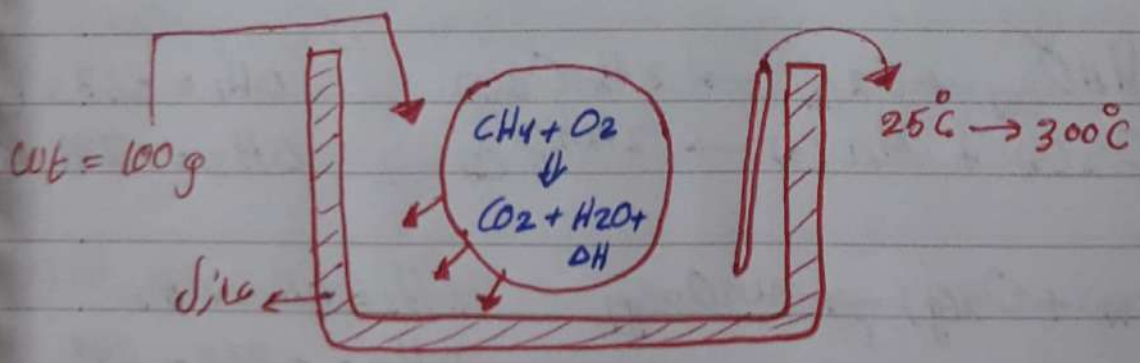
$$3.15(T_f - 25) = 240$$

$$T_f - 25 = 75$$

$$T_f = 100^\circ C$$

* calorimetry
  ↳ method to measure (ΔH or q)

* calorimeter :-
  instrument to measure (ΔH or q)



ΔH الناتج = ΔH من التفاعل

specific heat * mass * ΔT = ΔH من التفاعل

$4.18 \frac{J}{g \cdot C^\circ} * 100g * 300 - 25 = \Delta H$

H.W

* $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$ $\Delta H = ???$

0.05 g

100g

* Hess's law قانون هس.

Ex * using the information below:

① $MnO_{2(s)} \rightarrow MnO_{(s)} + \frac{1}{2} O_{2(g)}$ $\Delta H_1 = +136$ kg

② $MnO_{2(s)} + Mn_{(s)} \rightarrow 2MnO_{(s)}$ $\Delta H_2 = -249$ kg

$Mn_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow MnO_{2(s)}$ $\Delta H_3 = ??$

Calculate ΔH_3 for ↑

اول

$2MnO_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2MnO_{2(s)}$ $\Delta H_1 = -272$ kJ

$MnO_{2(s)} + Mn_{(s)} \rightarrow 2MnO_{(s)}$ $\Delta H_2 = -249$ kJ

$Mn_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow MnO_{2(g)}$ $\Delta H_3 = \Delta H_1 + \Delta H_2$

$\Delta H_3 = -272 - 249$

$= -521$ kJ

EX: using the information below:-

① $Fe_2O_{3(s)} + 3CO_{(g)} \rightarrow 2Fe_{(s)} + 3CO_{2(g)}$ $\Delta H_1 = -26$ kJ

② $3Fe_2O_{3(s)} + CO_{(g)} \rightarrow 2Fe_3O_{4(s)} + CO_{2(g)}$ $\Delta H_2 = -59$ kJ

③ $Fe_3O_{4(s)} + CO_{(g)} \rightarrow 3FeO_{(s)} + CO_{2(g)}$ $\Delta H_3 = 38$ kJ

Calculate ΔH_4 For: $FeO_{(s)} + CO_{(g)} \rightarrow Fe_{(s)} + CO_{2(g)}$

$6Fe_{(s)} + 9CO_{2(g)} \rightarrow 3Fe_2O_{3(s)} + 9CO_{(g)}$ $\Delta H = 78$

نعكس المعادلة ① ونضربها بالعدد (3)

$3Fe_2O_{3(s)} + CO_{(g)} \rightarrow 2Fe_3O_{4(s)} + CO_{2(g)}$ $\Delta H = -59$

المعادلة ②

$6Fe_{(s)} + 8CO_{2(g)} \rightarrow 8CO_{(g)} + 2Fe_3O_{4(s)}$ $\Delta H = 19$

نقسم على ② بتطلع $\Delta H = 9.5$

$3Fe_{(s)} + 4CO_{2(g)} \rightarrow 4CO_{(g)} + Fe_3O_{4(s)}$

نجمعها مع المعادلة ③

$Fe_3O_{4(s)} + CO_{(g)} \rightarrow 3FeO_{(s)} + CO_{2(g)}$ $\Delta H = 38$

⇓ ينتج

$3Fe_{(s)} + 3CO_{2(g)} \rightarrow 3CO_{(s)} + 3FeO_{(s)}$ $\Delta H = 47.5$

نعكسها ونقسم على ③

$\Delta H = \frac{-47.5}{3} = -15.8$ kJ

* standard enthalpy for Reaction:-

$\Delta H^\circ = \Sigma \Delta H_f^\circ$ product $= \Sigma \Delta H_f^\circ$ Reactant

ΔH_f° element $= 0$

$(T = 25^\circ C, P = 1$ atm, Molarity $= 1\ M)$

* ΔH_f° → zero ← O_2, N_2, Al, Na, Li

* What is ΔH° for the combasion of C_4H_{10}?

$$C_4H_{10(g)} + \frac{13}{2}O_2 \rightarrow 5H_2O_{(l)} + 4CO_{2(g)}$$

O_2 → zero; $H_2O_{(l)}$ → $-285.83 \frac{kJ}{mol}$; $CO_{2(g)}$ → $-393.5 \frac{kJ}{mol}$

$$\Delta H_f^\circ = -124.73 \frac{kJ}{mole}$$

$$\Delta H = \left[(4 * -393.5) + (5 * -285.83)\right] - \left[-124.73\right]$$

$$\Delta H^\circ = -2878.72\ kJ$$

Ex* ΔH° for combusition of $C_6H_{15}O_6$ (glucos) is -2816 kJ what is ΔH_f° for glucos?

$$C_6H_{12}O_{6(s)} + 6O_{2(g)} \rightarrow 6CO_{2(g)} + 6H_2O_{(l)}$$

? zero $-393.5 \frac{kJ}{m}$ $-28583 \frac{kJ}{m}$

$-393.5 + 6(-285.83) - X = -2816$

$-4075.9 - X = -2816$

$X = -1259 \frac{kJ}{mol}$

CH.17

Entropy, Free energy and equilibrium.

* spentaneaus RXn (change)
- chang takeplace without outside assistance.

* thermo dynamic
- study of energy and its transformation.

* $Mg_{(s)} + HCl_{(aq)} \longrightarrow MgCl_2 + H_2$ تلقائي

exothemic RXn are spantaneous RXn ($\Delta H = +$)
التفاعلات الطاردة أو (التي تنتج حرارة) هي تفاعلات تلقائية

* Entropy (ΔS)
meature of randoness

ΔS → +ve (positive)
-ve (negative)

ice ← $H_2O_{(s)} \xrightarrow{heat} H_2O_{(g)}$

$\Delta S^\circ = \sum S^\circ$ product $- S^\circ$ reactant
اكبر − اصغر = +ve

* pridict whether Δs (+ve or -ve) :-

① $Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)}$ (-ve)

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

③ $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{(g)}$ تقريباً صفر وليس صفر

* Calculation of entropy chang (ΔS):

$\Delta S^\circ = \Sigma n \cdot S^\circ_{product} - \Sigma m S^\circ_{Reactant}$

Ex:- calculate ΔS° for synthess of ammonia from $N_{2(g)}$ and $H_{2(g)}$?

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

S° 191.5 $\frac{J}{mol \cdot k}$ 130.6 $\frac{J}{mol \cdot k}$ 192.5 $\frac{J}{mol \cdot k}$

$\Delta S^\circ = (2\ mol * 192.5 \frac{J}{mol \cdot k}) - (3(130.6) + 1 * 191.5)$

$= -198.3 \frac{J}{k}$

$\Delta S^\circ = \frac{J}{k}$ وحدة

* Free energy (Gibbs) ΔG

⇓

useful work الشغل المنجز (يحدث التفاعل أم لا)

(ΔH) (ΔG)

* combination between enthalpy and entorpy

$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$

صغير ← كبير ← (+) كبير ، (-) صغير

يحدث spo+(-)

ΔH	ΔS	change	
(-)	(+)	ΔG = (-)	spont (يحدث)
(+)	(-)	ΔG = (+)	non spont (لا يحدث)
يوجد شرط (+) ↑(T)	(+)	ΔG = (-)	spont
يوجد شرط (-) ↓(T)	(-)	ΔG = (-)	spont

* calculat standard free energy chang. $\Delta G^\circ = ??$
($T = 25^\circ$, $P = 1\,atm$, $M = 1\,M$)

* Calculat the standrd free energy chang ΔG°

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

ΔG° ↓zero ↓zero ↓-16.66 kg/mol

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

zero = element → ΔG°, ΔH°

بينما ($\Delta S^\circ \neq 0$) تكون جميع العناصر عندها فوضى

a) $\Delta G = 2 * -16.66 \frac{kJ}{mol} - (0+0)$

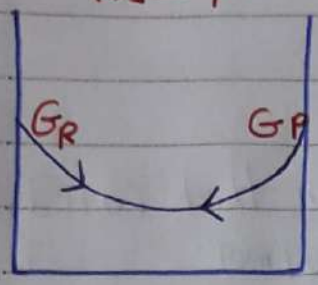
$= -33.32$ kJ

b) $\Delta G^\circ = +33.32$ kg

* Free energy and equilibrium *

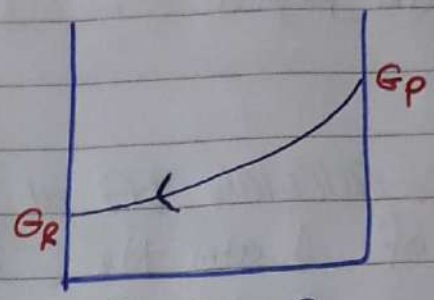
$\Delta G = (-)$ spont حدث

$R \rightleftarrows P$



$\Delta G = G_P - G_R$

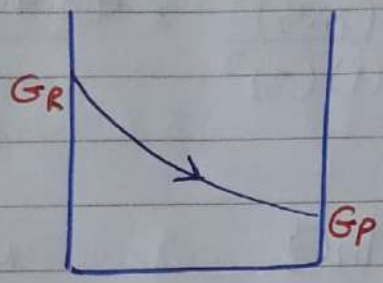
$= zero$



$\Delta G = G_P - G_R$

صغير - كبير =

ΔG = موجب



$\Delta G = G_P - G_R$

كبير - صغير =

ΔG = سالب

$Q = k$ equilibrium

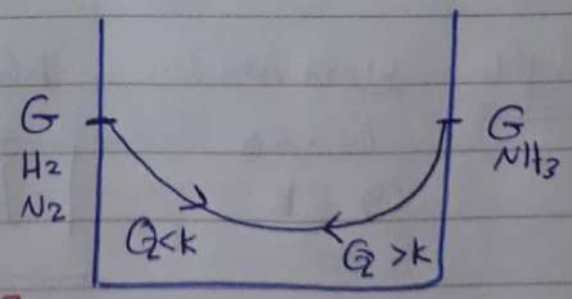
$Q > k$ (R) نحو اليسار

$Q < k$ (P) نحو اليمين

$$R \quad P$$
$$A + B \rightleftharpoons C + D$$

$$k = \frac{[C][D]}{[A][B]}$$

$$R \quad P$$
* $3H_2 + N_2 \rightarrow 2NH_3$



$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$ ← $\frac{[P]}{[R]}$

ΔG°: 1 M, 1 atm, 25°C

R: 8.314 J/mol.k

$\Delta G = \Delta G^\circ$

عندما التركيز 1 M

او التركيز 1 atm

$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$

$\Delta G^\circ = G_P^\circ = G_R^\circ$

Ex:- Calculate ΔG at 298 k for Rxn that Consist of 1 atm N_2, 3 atm H_2, 0.5 atm NH_3, $\Delta G^\circ = -33.32$ kJ/mol

$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_3$

1 atm 3 atm 0.5 atm

$$Q = \frac{P_{NH_3}^2}{P_{N_2} * P_{H_2}^3} = \frac{(0.5)^2}{(1)(3)^3} = 9.3 * 10^{-3}$$

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$$

$$= -33.32 \text{ kJ/mol} + \left[8.314 \frac{J}{mol.k} * 10^{-3} \frac{kJ}{J} * 298 * \ln 9.3 * 10^{-3}\right]$$

$\Delta G = -44.9$ kJ/mol

Ex:- The larger negative volume for ΔG indicate larger driving force to produce NH_3.

اكمل:- عند الاتزان

$\Delta G = 0$

$Q = k$

$\Delta G^\circ = -RT \ln k$

$$k = e^{\frac{-\Delta G}{RT}}$$

Ex: Use standard free energy of to calculate the equilibrium constant kp at 25°C for the RXn &

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftarrows 2NH_3 \qquad \Delta G^\circ = -33.32 \frac{kJ}{mol}$$

ⓐ $7 * 10^{-5}$
ⓑ $7 * 10^{5}$
ⓒ $.15 * 10^{-5}$
ⓓ $20 * 10^{-5}$

الحل:

$$kp = e^{\frac{-(-33.32\ kJ/mol)}{8.314 * 298}}$$

$$\boxed{kp = 7 * 10^5}$$

$kp = kc(RT)^{\Delta n}$ ← kc إذا طلب

Ex: For the RXn &

$$2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_4$$

$\Delta H^\circ = 56.9$ (KJ) انتبه
$\Delta S^\circ = -175$ (J)

Calculate kp at 100°C

100 + 273 = 373 k

الحل: $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ = T\Delta S^\circ$

$$= [56.9 * 10^3] - [373 * -175]$$

$$\Delta G^\circ = 122.2 * 10^3\ J$$

$$kp = e^{\frac{-122.2 * 10^3}{8.314 * 373}}$$

$$\Rightarrow \boxed{kp = 7.7 * 10^{-18}}$$

Ex:- In the following Rxn at 298k and 1 atm

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

$\Delta H^\circ = -198\ kJ$
$\Delta G^\circ = -140\ kJ$
$\Delta S^\circ = ??$

(a) $-195\ \frac{J}{k}$ (b) $-0.195\ J/k$
(c) $0.195\ J/k$ (d) $195\ J/k$

الحل:

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$$
$$-140 = -198 - [298]\Delta S^\circ$$
$$\Delta S^\circ = \frac{-0.195}{} \frac{kJ}{k} \quad \Rightarrow \Delta S^\circ = -195\ \frac{J}{k}$$

Ex:- 1 L flask contain 1 mol $A_{(g)}$ and 1 mol $B_{(g)}$ and heat at 400 k, The Rxn :-

$$A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)}$$

is found occure, at equilibrium 0.78 of C are present, what is the standered free energy chang for the Rxn.

(a) $-9.2\ \frac{kJ}{mol}$ (c) $-4.2\ \frac{kJ}{mol}$
(b) $-6.7\ \frac{kJ}{mol}$ (d) $+0.84\ kJ/mol$

∴ الحل

$$k = \frac{0.78}{(0.22)(0.22)}$$

$$k = 16.11$$

$$\Delta G = -RT \ln k$$

$$\Delta G = -8.321\,(400) \ln 16.11$$

Ex:- $H_2O_{(L)} \leftrightharpoons H_2O_{(g)}$

	ΔG°	ΔH°	ΔS°	
(a)	+	+	+	
(b)	-	+	+	$\Delta S^\circ_{(g)} > \Delta S^\circ_{(L)}$
(c)	+	-	-	
(d)	+	-	+	
(e)	-	-	-	

* Ch.18 : electrochemistry *

↳ study of the interchange of chemical and electrical energy

↳ and concerned with two process that involve oxidation - reduction Rxn.

* Galvanic cells :-

↳ Generation of electric current from spontaneous chemical Rxn.

* oxidation - reduction

* Involve transfer of e from reducing agunt (عامل مختزل) to the oxidizing agunt (عامل مؤكسد)

زيادة في الشحنة

$Zn^{0}_{(s)} \rightarrow Zn^{+2} + 2e^{-}$ oxidation (نصف تفاعل تأكسد)

LEO → oxidation

loss electron

يعني عند فقد الالكترونات (يكون الإلكترونات في نواتج) يكون تفاعل تأكسد.

نقصان في الشحنة

$Cu^{+2} + 2e^{-} \rightarrow Cu^{0}_{(s)}$ Reduction (نصف تفاعل اختزال)

GER → reduction
Gain electron

يعني لما يكسب إلكترونات (تكون الإلكترونات مع بعض علاقة) نقول بأنّ هذا العنصر حدث له اختزال

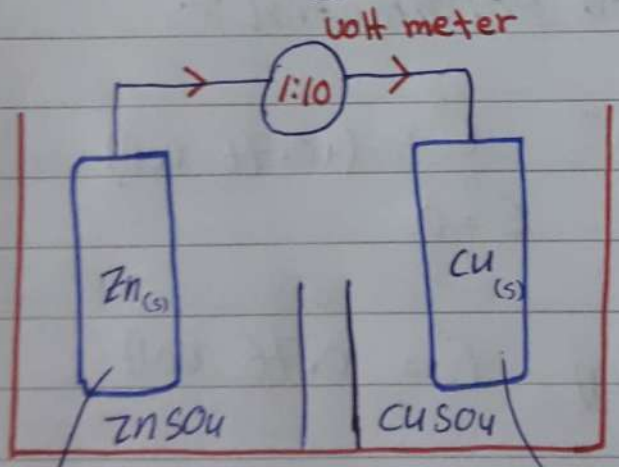
Ex:- $Zn + Cu^{+2} \rightarrow Zn^{+2} + Cu$

*which one is oxidizing agunt and which one is Reducing agent

* ملاحظة :- يلي حدث له تأكسد يكون عامل مختزل ويلي حدث له اختزال يكون عامل مؤكسد.

⇒ Reducing agent :- Zn , oxidizing agunt: Cu^{+2}

انتبه ⇐ العامل المؤكسد والعامل المختزل يكونوا من المتفاعلات وليس النواتج ، منه



Reduction (cathode)

oxidation (anode)

* يعني يلي بيحدث له تأكسد يكون معه ويلي بيحدث له اختزال يكون معاه

* يوصف العنصر الذي حدث له زيادة في الشحنة حدث له تأكسد ويكون هو المعدن.

زيادة تأكسد معدن

* Cell potential (E_{cell})
جهد الخلية

The pull of electron (e^-) by oxidizing agent through wire from Reducing agunt.

وحدة جهد كهربائية ⟹ فولت (volt) ⟹ أو $\frac{J}{Columb}$

* standerd Reduction potentential :-

معدن $Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ $\quad E^\circ = (+0.76\ volt)$

فلز $2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_{(g)}$ $\quad E^\circ = 0$

$Zn + 2H^+ \longrightarrow Zn^{+2} + H_{(g)}$ $\quad E^\circ = 0.76\ volt$

$Zn^{+2} + 2e^- \rightarrow Zn \quad E^\circ = -0.76$

$Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu \quad E^\circ = 0.34$

المطلوب أوجد جهد الخلية لـ : $Zn + Cu^{+2} \rightarrow Cu + Zn^{+2}$

الحل :- المعادلة يلي لها أعلى oxidizing يعني أعلى E° تبقى كما هي ونعكس المعادلة الأخرى (لما نعكس المعادلة نعكس إشارة E° لها.

$Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu \quad E^\circ = 0.34$

$Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^- \quad E^\circ = +0.76$

ظروف معيارية : 1M, 1atm, 25°C

$Zn + Cu^{+2} \rightarrow Cu + Zn^{+2} \quad E^\circ = 0.76 - 0.34$

$= 1.10\ V$

ملاحظة :- اذا ضربنا المعادلة برقم لا تضرب E°

* Conside agalvanic cell on Redox Rxn:-

$Fe^{+3} + Cu \rightarrow Cu^{+2} + Fe^{+2} \quad E^\circ = ??$

$Fe^{+3} + e^- \rightarrow Fe^{+2} \quad E^\circ = 0.77\ V$

$Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu \quad E^\circ = 0.34$

الحل :- (*2) $Fe^{+3} + e^- \rightarrow Fe^{+2} \quad E = 0.77\ V$

$2Fe^{+3} + 2e^- \rightarrow 2Fe^{+2} \quad E^\circ = 0.77\ V$

$2Fe^{+3} + 2e^- \rightarrow 2Fe^{+2}$ $\quad E^\circ = 0.77$

$Cu \longrightarrow Cu^{+2} + 2e^-$ $\quad E^\circ = -0.34$

$2Fe^{+3} + Cu \rightarrow 2Fe^{+2} + Cu^{+2}$ $\quad E^\circ = 0.43$

* $\Delta G^\circ = -nFE^\circ$

n: عدد الإلكترونات

F: $96.485 \frac{C}{mol.e^-}$

E°: J/C

calculate ΔG° ??

$\Delta G^\circ = -2(96.485) * 0.43$

$\Delta G^\circ = -82.9$ J

spont.

H.W: Consider agalvanic cell based on the Rxn:

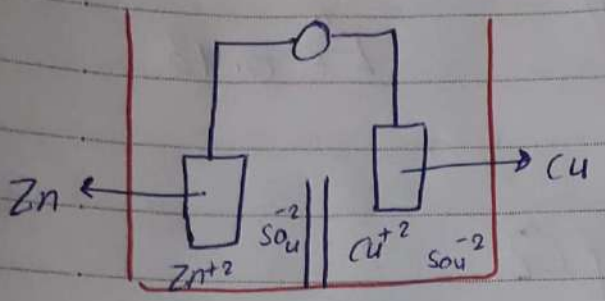
$Al^{+3}_{(aq)} + Mg_{(s)} \rightarrow Al_{(s)} + Mg^{+2}_{(aq)}$ $\quad E^\circ = 0.617$: جاهزة

Give the balanced cell Rxn and calculate E°, ΔG° for the cell.

$Al^{+3} + 3e^- \rightarrow Al_{(s)}$ $\quad E^\circ = -1.66$

$Mg^{+2} + 2e^- \rightarrow Mg_{(s)}$ $\quad E^\circ = -2.37$

* line notation :-



$Zn / Zn^{+2} // Cu^{+2} / Cu$

Reduction agunt ← Anoed oxidition

oxidition agunt ← Cathod reduction.

* Nearnest equation :-

$$E = E^{\circ} - \frac{0.059}{n} \log Q$$

$E = E^{\circ}$ عندما (1) أقل من أو يساوي

$E = E^{\circ}$ إذاً $Q = 1$ أي

Ex: $Zn_{(S)} / Zn^{+2}_{(2M)} // Cu^{+2}_{(3M)} / Cu_{(S)}$ ← انتبه جيب ما إلو تركيز

Calculat E if you know that $E^{\circ} = 1.10$ v ??

الحل:

$$E = 1.10 - \frac{0.0591}{2} \log\left(\frac{2}{3}\right) \Rightarrow E = 1.105 \text{ v}$$

Ex: $2Al_{(s)} + 3Mn^{+2} \longrightarrow 2Al^{+3} + 3Mn_{(s)}$

$(0.5M)$ $(1.5M)$

$E^\circ = 0.48$

Find E ??

الحل: $E = E^\circ - \frac{0.0591}{n} \log Q$

$E = 0.48 - \frac{0.0591}{6} \log \frac{(1.5)^2}{(0.5)^3}$

$\boxed{E = 0.47 \text{ V}}$

* The End *