Ch3

Mass relationships in Chemical Reactions

Mole : SI unit for measuring amount of substance.

Mole = number of atoms in 12 g of ^{12}C

Avogadro Number = 6.022×10^{23} atom of ^{12}C for each mole

N_A = atom/mole = molecules/mole

Mole may represent any item.

1 mole of Books = 6.022×10^{23} books

1 mole of atoms = 6.022×10^{23} atom

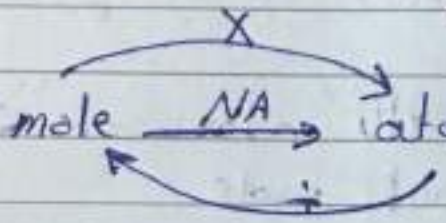
molecule = 2 or more atom → H_2O, H_2

atom = 1 atom (periodic table) → H, Na, N

number

$N_A = 6.022 \times 10^{23}$ item/mole ⟷ atom, molecule, anything.

$$N_A = \frac{\#\ of\ item}{\#\ of\ mole\ (n)}$$



$$n = \frac{\#\ of\ item}{N_A}$$

Ex. Calculate number of H_2O molecules in 1.3 mole water.

$$\#\ of\ molecule = N_A \times n$$

$$\frac{molecule}{mole} \quad 6.022 \times 10^{23} \times 1.3\ mole$$

7.8×10^{23} molecule.

* Calculate the number of moles in 3×10^9 atom of oxygen.

$$n = \frac{\#\ of\ atom}{N_A} = \frac{3 \times 10^9\ atom}{6.022 \times 10^{23}\ \frac{atom}{mole}}$$

$$\approx 0.5 \times 10^{-14}\ mole$$

* Calculate number of atoms in 1.3 mole water (H_2O)

عدد الذرات

$H_2O \rightarrow 2H$ atom $+ 1O$ atom $\rightarrow 3$ atom

1 mole H_2O → 3 atom

1.3 mole H_2O → ??

$= 1.3 \times 3$ mole atom

$= 3.9$ mole atom

$\#\ of\ atom = N_A \times n$

$6.022 \times 10^{23}\ \frac{atom}{mole} \times 3.9\ mole$

atom

Scanned with CamScanner

الكتلة الجزيئية ← كتلة مول واحد من المادة.

كتلة مول من ذرات C = 12 g

Molar Mass

الكتلة المولية

Molar Mass (M.M) → mass of 1 mole of substance

(1 mole ^{12}C = 12 g)

periodic table

الكتلة المولية لأي عنصر = العدد الكتلي لهذا العنصر معبراً عنه بوحدة g/mole

$^{1,008}H$ / $^{12,01}C$

- العدد الموجود أسفل ذرة الكربون في الجدول الدوري لـ H أعلى
- الجدول الدوري يعطي كتلة مول لـ 1 ذرة كربون 12 g
- الجدول الدوري يعطي كتلة مول لذرة واحدة.

(M.M) الرمز — g/mole

M.M = mass / mole → $M.M = \frac{m}{n}$

كتلة — عدد المولات

$m = M.M \times n$

mass (m) — M.M — mole (n) — N_A — # of items

(÷ ، ×)

الوحدة الوسيطة وأهميتها (2 مارس)

* عزيزي الطالب لا تنسى أن تحل واجب 2 و 3 صفحة 28 بعد ما تخلص الدرس

Ex: Calculat number of atoms in 3g sample of nitrogen {M.M)=14 g/mol}

$$n = \frac{m}{M.m} = \frac{3\ g}{14\ \frac{g}{mole}} \approx 0,214\ mole$$

$$\#\ of\ atom = n \times N_A \rightarrow 0.214\ mole \times 6.022 \times 10^{23}\ \frac{atom}{mole}$$

$$\approx 1.3 \times 10^{23}\ atom.$$

Ex: What is the mass of 1 carbon atom
$(M.M_C) = 12\ g/mole$

$$n = \frac{\#\ of\ atom}{N_A} = \frac{1\ atom}{6.022 \times 10^{23}\ \frac{atom}{mole}}$$

$$\approx 1.66 \times 10^{-23}\ mole$$

$$M = n \times M.M$$

$$1.66 \times 10^{-23}\ mole \times 12\ \frac{g}{mole}$$

$$\approx 1.99 \times 10^{-23}\ g$$

Scanned with CamScanner

Calculate mass of

① H_2O

$2(H) = 2 \times (1) = 2$ g/mole

$1(O) = 1 \times (16) = 16$ g/mole

18 g/mole

② $CaCO_3$

$1 \times (Ca) = 1(40) = 40$

$1 \times (C) = 1(12) = 12$

$3 \times (O) = 3(16) = 48$

100 g/mole

③ $CuSO_4 \cdot 6H_2O$

$1 \times (Cu) = 1(63) = 63$

$1 \times (S) = 1(32) = 32$

$10 \times (O) = 10(16) = 160$

$12(H) = 12(1) = 12$

267 g/mole

Calculate number of molecules in 3.0 g $CaCO_3$

$n = \frac{m}{MM} = \frac{3.0\ g}{100\ g/mole} = 0.03$ mole $CaCO_3$

# of molecules = $N_A \times n$

$6.022 \times 10^{23} \frac{\text{molecules}}{\text{mole}} \times 0.03$ mole

$= 0.18 \times 10^{23}$ molecules.

1 mole $CaCO_3$ → 5 atoms

0.03 mole → ??

= 0.15 mole

convert amounts between tow substances.

(H_2O)

1 mole H_2O ↔ 2 mole H (جزيئي)
1 mole H_2O ↔ 1 mole O
1 mole O ↔ 2 mole H
½ mole H_2O ↔ ½ mole O
½ mole H_2O ↔ 1 mole H
½ mole O ↔ 1 mole H

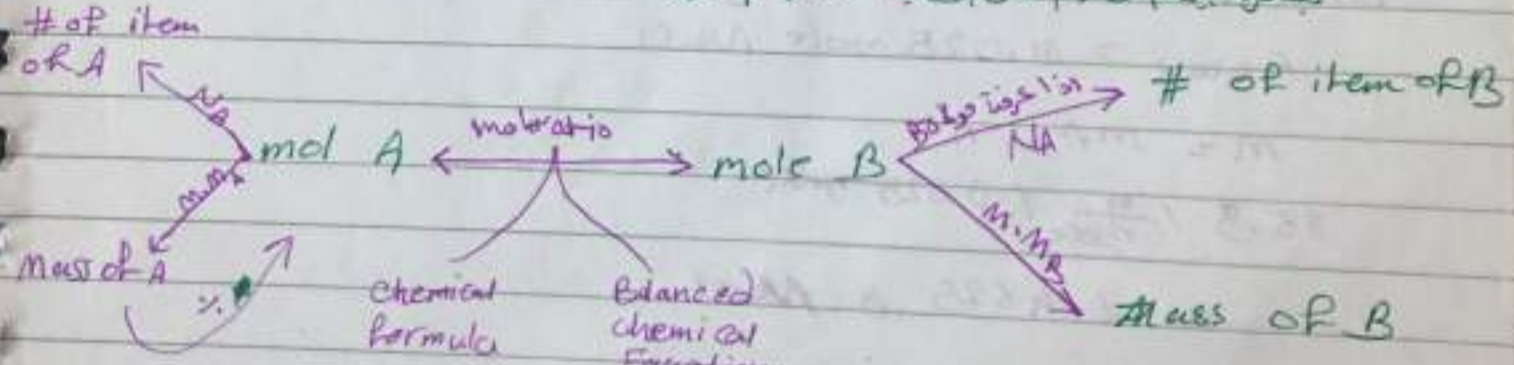
mole ratio ?!
باخذها من ↓
Chemical formula (Molecular formula)
من الصيغة الكيميائية.

$2Na_{(s)} + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl_{(s)}$

1 mole Na ↔ ½ mole Cl_2
2 mole Na ↔ 1 mole Cl_2
1 mole Cl_2 ↔ 2 mole NaCl

Balanced chemical Equation.
التفاعل الكيميائي.

Cl_2 / Cl → مختلفين
جزيئي / عنصر
(لأنه فيه علاقة (تكون من ذرة))
تذكرة يوم لازم نفرق الصيغة الجزيئية والكيميائية



Scanned with CamScanner

according to the following Equation

$2Na + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl$

[1] How many grams of Cl_2 are required to react with 0.55 g Na (m.m Na) = 23 g/mole

الحل:

$$n = \frac{m}{m.m} = \frac{0.55\ g}{23\ g/mole} = 0.025 \text{ mole } Na$$

2 mole Na ⟷ 1 mole Cl_2

0.025 mole Na ⟷ ??

$0.0125 = \text{mole } Cl_2$

$m_{Cl_2} = m.m_{Cl_2} \times n_{Cl_2}$

$= 2(35.5) \times 0.0125$

$= 0.88\ g\ Cl_2$

mass الوزن

[2] Calculate amount (g) of NaCl produced.

m.m = 23 + 35.5 = 58.5

$n_{NaCl} = 0.025$ mole NaCl

$m = m.m \times n$

$58.5\ g/mole \times 0.025\ mole$

$= 1.4625\ g$ NaCl

Scanned with CamScanner

Calculate the number of carbon in 12g of C_3H_6O.

$$M.m_{C_3H_6O} = 3\times12 + 6\times1 + 16 = 58 \text{ g/mole}$$

$$n_{C_3H_6O} = \frac{m}{M.m} = \frac{12 \text{ g}}{58 \text{ g/mole}} = 0.21 \text{ mole of } C_3H_6O$$

3 mole C $\leftrightarrow$ 1 mole C_3H_6O

X $n_{..}$ $\leftrightarrow$ 0.21 mole C_3H_6O

$X = 0.63$ mole C

# of atom C = $N_A \times n$

$6.022\times10^{23} \frac{\text{atom}}{\text{mole}} \times 0.63$ mole

$= 3.79$ atom C

Scanned with CamScanner

الصيغة الجزيئية
الصيغة الأولية (البسيطة)

Empirical formula & molecular formula

(E.F) ← Simplest whole ratio between atoms.

(M.F) ← Exact number and ratio between atoms.

M.F (الجزيئية)	E.F (الأولية)
$C_6H_{12}O_6$	CH_2O
$C_{11}H_{22}O_{11}$	CH_2O
C_2H_6	CH_3
C_2H_6O ← ما يمكن البسيطها هيرد با بسيطها ورة	C_2H_6O
N_2O_5	N_2O_5

* الصيغة الأولية ← لا تعطي معلومات عن تركيب وقد تعطي فكرة عن إحدى الحقيقي للذرات (تعطي فقط أبسط نسبة بين الذرات)
* الصيغة الجزيئية (الجزيئية) هي التي تعطي التفاصيل.

ملاحظة: أحيانا E.F يكون هو M.F

Calculat of Empirical Formula :-

① Direct method using mass or mass percent. (الطريقة المباشرة)

9- Compound of Fe and O was analyzed and found to have 1.771g Fe and 0.677g O.

- Calculate E.F.

$$n_O = \frac{m}{m.m}(O) = \frac{0.677g}{16\ g/mol} = 0.0423\ mol\ O$$

$$n_{Fe} = \frac{m}{m.m}(Fe) = \frac{1.771g}{55\ g/mol} = 0.03171\ mol\ Fe.$$

mole Fe	:	Mole O
$\frac{0.03171}{0.03171}$	:	$\frac{0.0423}{0.03171}$

Fe_3O_4

$3 \times (1 : 1.33) \longrightarrow 3 : 4$

Scanned with CamScanner

توضيح: (1 : 1.5) X2 → 2 : 3
(1 : 1.25) X4 → 4 : 5
(1 : 1.2) X5 → 5 : 6

التقريب لأقرب عدد صحيح
الأقرب هو الأنفع

a compound P and O was analyzed and Found to have
43.64 % P
Calculate E.F.

ملاحظة: إذا وجدنا كمية واحد فقط
نطرحه من المئة لإيجاد النسبة الثانية
100 - ...

الحل:

O % = 100% - %P
%O = 100% - 43.64%
%O = 56.36 %

بما أنه لا يوجد كمية للعينة نفترض أن الجزيء مئة غرام
ليسهل ما سيأتي وزنه بالحبة.

assum 100 g sample افترض

mass of P = % P * sample mass.
= $\frac{43.64}{100} * 100$ = 43.64 g P

$n_P = \frac{m_{(P)}}{M.M} = \frac{43.64\ g}{31\ g/mole} = 1.409$ mol P

mass of O = $\frac{56.36}{100} * 100$ = 3.523 mole O

mole P	:	mol
$\frac{1.409}{1.409}$	:	$\frac{3.523}{1.409}$

2 X (1 : 2.50)
2 : 5

Scanned with CamScanner

(2) Indirect method using (combustion Data) / for hydrocarbon H+C

Hydrocarbon + O_2 ⟶ CO_2 + H_2O
H+C

all C convert to CO_2
all H convert to H_2O

mol C = 1* mol CO_2
mol H = 2* mole H_2O

1mol H_2O ↔ 2mol H
X mole H_2O ↔ ? ? H

1 mol H ⇌ 2 mol H_2O

* a Hydrocarbon that contains H and C, was burned to give 7.406 g CO_2 and 4.512 g H_2O
- Determine E.F.

mol C = 1* mol CO_2 = 1* $\frac{m}{m.m}(CO_2)$

= 1* $\frac{7.406\ g}{44\ g/mole}$

= 0.168 mol C.

mol H = 2* mol H_2O

= 2* $\frac{m}{m.m}(H_2O)$

= 2* $\frac{4.512\ g}{18\ g/mole}$ = 0.501 mol H.

mol C	:	mole H
$\frac{0.168}{0.168}$	:	$\frac{0.501}{0.168}$

1 : 2.97 ≃ (1:3)

Scanned with CamScanner

وهنا نأخذ فقط الى من العينة — الكتلة / العينة

* لأي جزيئة جزيئة من العينة كلها تحتوي على

a 5.217 g of Hydrocarbon Contains C, H and O burned to give 7.406 g CO_2 and 4.512 g H_2O.

- Determine E.F.

الحل

$$Hydrocarbon + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$$

$$n_{H_2O} = \frac{m_{(H_2O)}}{M.M} = \frac{4.512\,g}{18\ g/mole} = 0.2505\ mole\ H_2O$$

$$mole\ H = 2 * mole\ H_2O$$

$$2 * 0.2505 = \boxed{0.501\ mole\ H}$$

$$n_{CO_2} = \frac{m_{(CO_2)}}{M.M} = \frac{7.406\,g}{44\ g/mole} = 0.168$$

$$mole\ C = 1 * mole\ CO_2$$

$$= \boxed{0.168\ mole\ C}$$

$$m_H = M.M * n$$

$$1 * 0.501 = 0.501\ g\ H$$

$$m_C = M.M * n$$

$$12 * 0.168 = 2.018\ g\ C$$

$$Mass\ of\ O\ in\ Sample = sample\ mass - (mass\ H + mass\ C)$$

$$5.217 - (2.016 + 0.501)$$

$$2.69\ g\ O$$

$$n_O = \frac{m_{(O)}}{M.M} = \frac{2.69\,g}{16\ g/mole}$$

$$= 0.168\ mole\ O.$$

Scanned with CamScanner

mole C	:	mole H	:	mole O
$\frac{0.168}{0.168}$	:	$\frac{0.501}{0.168}$	:	$\frac{0.168}{0.168}$
1	:	3	:	1

E.F → CH_3O

M.F أكبر من

Calculate of M.F ؟

E.F	M.F	= n(E.F)
CH_2O	$C_6H_{12}O_6$	$6 \times (CH_2O)$ ← n = 6
CH_2O	$C_4H_8O_4$	$4 (CH_2O)$ ← n = 4

صيغة أولية أو أبسط صيغة

$$n = \frac{\text{M.M of M.F}}{\text{M.M of E.F}}$$

a compound of P and O has 43.64% P of its molar mass is 284 g/mole. Calculat M.F

1) Determine E.F From previous example E.F = P_2O_5

$$n = \frac{\text{m.m of M.F}}{\text{m.m of E.F}}$$

whole number

$$= \frac{284\ g/mole}{2(P)+5(O)} = \frac{284}{2(31)+5(16)} = 2$$

M.F = 2 (E.F)

= 2 (P_2O_5)

= P_4O_{10}

The molar mass of a compound that has an E.F of CH_3O is 93 g/mole

Calculate M.F.

$$n = \frac{\text{m.m of M.F}}{\text{m.m of E.F}} = \frac{93\ g/mole}{31\ g/mole} = 3$$

M.F = n (E.F)

3 (CH_3O)

$C_3H_9O_3$

Scanned with CamScanner

محدد التفاعل

Limiting Reactant (Reagent) [L.R]

groub A + groub B → Team → 1 person from each groub
6 persons 4 person

4 teams maximum

→ L.R محدد التفاعل

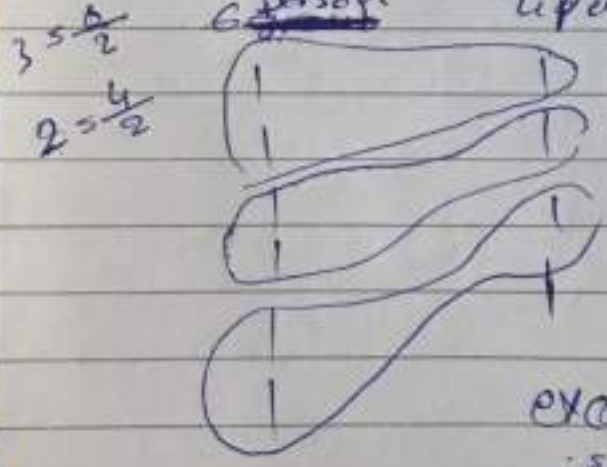
→ excess reagent فائض → لم يتفاعل يتبقى

L.R → هو الذي يحدد الناتج (الأقل)

L.R

- consume completly during the Rxn. reaction.
- determine amound produced and Reacted. تحديد كمية
- has Lower amount of substance Relatively. تواجد

groub A + groub B → Team → 2 person from A + 1 from B
6 person 4 person



3 = 6/2

2 = 4/2

3 teams maximum

الذي يحدد الناتج A

الذي يحدد كمية الذي تفاعل و B هو A

excess فائض

L.R

6/2 = 3

السؤال عن هذا النوع

if 18.1 g NH_3 reacted with 90.4 g CuO according to Rxn bellow. اذا ع
- calculat amount of Cu metal in (g) Formed

$$2\,NH_3 + 3\,CuO \longrightarrow N_2 + 3\,Cu + 3\,H_2O$$

ملاحظة :- اذا كانت كمية المواد المتفاعلة معطاة فانك تحتاج الى ايجاد الـ R هنا بسبب التفاعل لا يحدث كما هو مكتوب

1) Determine L.R اوجد المادة NH_3 or CuO ?

NH_3

$\frac{m}{m.m}$ $\frac{18.1}{17} = 1.06$ mole NH_3

CuO.

$\frac{m}{m.m} = \frac{90.4}{79.55} = 1.14$ mole CuO.

	NH_3		CuO
relative mol amount =	$\frac{1.06}{2}$	>	$\frac{1.14}{3}$
	excess		L.R

mole Cu = mole CuO $* \frac{3}{3}$

$1.14 * 1$

$= 1.14$

$m_{Cu} = m.m_{Cu} * n_{Cu}$

$1.14 mole \times 55 \frac{g}{mole} = 72.2 g$

(المردود النظري) (القيمة العملية)

% yield = Actual yield / Theoretical yield * 100%

(القيمة العملية) (القيمة النظرية)

Actual yiled → by experiment (given) معطاة

Theoretical yiled → by calculation.

$2NH_3 + 3CuO \rightarrow N_2 + 3Cu + 3H_2O$

18.1 g, 90.4 g, L.R, 72.2 g Theoretical yield

ملاحظة: التفاعل لازم نستخدم الذي له مردود اكبر منهاً

$A + B \rightarrow C$ ٪٤٠

$E + F \rightarrow D$ ٪٩٠ ← هذا أفضل

when 18.1 g NH_3 and 90.4 g CuO Reached, 38.3 g Cu produced.

Calculate % yiled → (Theoretical / Actual)

% yiled = 38.3 / 72.2 * 100% = 80.7 %

calculate in previous example.

القيمة النظرية لكم هي اذا بدي اذا القيمة العملية لـ Cu

حيث في كل السؤال نستخدم L.R

CH5 Gases

Physical properties of gases: خصائص فيزيائية للغازات

① pressure: الضغط (P) => 1 atm = 760 mm Hg = 760 torr

② volume: الحجم (V) => 1 Liter = 10^3 mL = 10^3 cm^3

③ Temperature: درجة الحرارة (T) => Kelvin = 273 + °C

④ number of moles (n) => mole

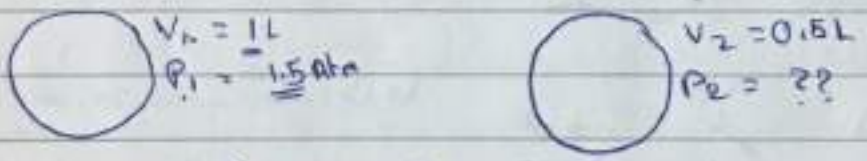
كلها بتتغير (إذا تغيرت وحدة بتتغير الباقيات)

① Boyle's law

relation between P and V at constant T and n.

$P \propto \frac{1}{V}$ $\quad P = K_1 \frac{1}{V} \Rightarrow K_1 = PV$

كل ما الحجم زاد الضغط (العلاقة بين الحجم والضغط عكسية)



$V_1 P_1 = V_2 P_2$

$\frac{1 \times 1.5}{0.5} = \frac{0.5 \times P_2}{0.5}$

$P_2 = 3$

حاصل الضرب قبل التغيير = حاصل الضرب بعد التغيير

لنفس الغاز دائم تكون PV حاصل ضربهم ثابت.

$P_1 V_1 = P_2 V_2 = P_3 V_3 = K_1$

② Gay-Lussac's Law
relation between P and T at constant V and n

$P \propto T$

$P = K_2 T$

$K_2 = \frac{P}{T}$

$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = \frac{P_3}{T_3} = K_2$

$T_1 = 10°C$
$P_1 = 1.5$ atm
$T = 283$ Kelvin

$T_2 = 20°C$
$P_2 = 22$
$T = 293$ Kelvin.

$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \rightarrow \frac{1.5}{283} = \frac{22}{293}$

$\frac{1.5 \times 293}{283} = \frac{22}{283} \times V$

$\boxed{1.55 \text{ atm}} = V$

③ Charles' Law
relation between V and T at constant P and n

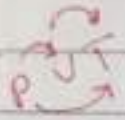
$V \propto T$

$V = K_3 T \rightarrow K_3 = \frac{V}{T}$

$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3} = K_3$

Zero Kelvin = Absolute Zero = $-273°C$

Absolute Temperature



Combined gas law هذا القانون يربط 3 قوانين

Relation between P, V, T of constrant (n)

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

$$K = \frac{PV}{T}$$

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

حفظ

القانون الجامع

يطبق at constant (n)

* إذا كان عدد المولات ثابت ودرجة الحرارة تتغير أما P أو V أو T أو كلهم.

Standard Temperature and pressure. STP

حفظ

Standard Temperature = 0°C = 273 k

Standard pressure = 1 atm (ضغط جوي) = 760 torr = mm Hg

Tasneem

مبدأ أفوغادرو.

Avogadro's principle

Relation between (V, n) at constand (T, P)

$V \propto n$

$V = Kn$

$K = \frac{V}{n}$

$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} = K$ إذا حصر تغير للغاز.

نسبة الحجم لنسبة مولات تساوي دائماً مقارنتين،

$V_1 : V_2 = n_1 : n_2$

volume ratio — mole ratio.

حسابات تتعلق بكمية مادة من مادة أخرى.

النسبة للغازات فقط

$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)}$

2 mol H_2 : 1 mol O_2 : 2 mol H_2O

2 L H_2 : 1 L O_2 : 2 L H_2O

Question 3.5 L of O_2 will produce. How many liter of H_2O.

نازدات منتجات وتفاعلات

1 mole O_2 : 2 mole H_2O

1 L O_2 : 2 L H_2O

3.5 L O_2 : ? L H_2O

$3.5 O_2 \times \frac{2 H_2O}{1 O_2} = (7)$

Scanned with CamScanner

Question:

If 125 L H_2 reacted with 50 L N_2.
Calculate NH_3 volume produced.

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

	N_2	H_2	NH_3
volume	50	125	
relative amount	$\frac{50}{1}$	$>$ $\frac{125}{3}$	
	excess	L.R	

$$125\ L\ H_2 \times \frac{2\ NH_3}{3\ H_2} = 83.3\ L\ NH_3$$

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

$$V = K\frac{nT}{P} \qquad K = \frac{PV}{nT} \Rightarrow \frac{P_1V_1}{n_1T_1} = \frac{P_2V_2}{n_2T_2} = K$$

$$VP = KnT$$

$$PV = nRT \rightarrow K$$

Ideal gas Laws

P: atm (abm) — V: L — n: mole — R: universal gas constant

$$R = 0.0821\ \frac{L \cdot atm}{mol \cdot K}$$

$$R = \frac{PV}{nT}$$

P: atm
V: L
T: K
n: mole.

* إذا كانت المسألة تحتوي على قانونين نكتبهما على (الناقص) ونحل combined gas law.

القانون المثالي.
ideal gas law

$PV = RnT$

atm, L, mol, K

always

$\frac{P_1V_1}{n_1T_1} = \frac{P_2V_2}{n_2T_2} = R \rightarrow 0.0821 \frac{L.atm}{mole.K}$

قانون الغاز المتحد
combined gas law

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

درجة الحرارة K بالكلفن

at constant n

غاز في أحدهما نجد (نتحول الناقص الآخر) نستخدم قانون الغاز المتحد

$n = \frac{\#\ of\ items}{NV} = \frac{m}{m.m} = \frac{PV}{RT}$

لكل الحالات — only for gases

* What is the pressure of CO_2 gas produced from the composition of 75.0g $CaCO_3$ in 50.0 L container at 35°C according to

$CaCO_{3(s)} \longrightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$

@V = nRT

الضغط يعتمد على كمية الغاز.

$n_{CaCO_3} = \frac{m}{m.m(CaCO_3)} = \frac{75.0\,g}{100\,g/mole} = 0.75$ mole $CaCO_3$

$0.75\ mole\ CaCO_3 \times \frac{1\ mole\ CO_2}{1\ mole\ CaCO_3} = 0.75\ mole\ CO_2$

$P = \frac{nRT}{V} \rightarrow \frac{0.75\ mole \times 0.0821 \frac{atm.K}{mole.K} \times 308\,K}{50\,L}$

$P = 0.38$ atm

تكتب الوحدات R ← تكتب وحدتها عشان تظهر

اذا كان الضغط بال torr نحوله لـ atm ← طبي
760 torr = 1 atm

Relation between mass, density, M.M of gases.

$PV = nRT$

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

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

density (d) = $\frac{\text{mass}(m)}{\text{volume}(V)}$

$\frac{PV}{V} M.M = \frac{mRT}{V}$ ← divide by V

$PM.M = \frac{mRT}{V}$

$\therefore PM.M = dRT$

d بوحدة g/L

يربط الـ density بالـ M.M

* اذا عرفت كثافة غاز عند حرارة معينة بوحدة محددة واذا عرفت الـ M.M
لغاز عند حرارة معينة بوحدة كثافته
الى عدد مرات الغاز صار الـ M.M

* what is the density of CO_2 gas at STP

$PM.M = dRT$

$d = \frac{PM.M}{RT} = \frac{1\ atm * 44\ g/mol}{0.0821 \frac{atm.L}{mol.K} * 273K} = 1.96\ g/L$

دائماً وحدة (d) الكثافة g/L ← اذا امتحن هيدي بقول

$\frac{g}{L} \times \frac{1L}{1000ml}$

ml ← L
للتحويل بالطاقة
لكن اذا الكمية
بالغالب بتقسم

Scanned with CamScanner

a gas of P and F has E.F of PF_2.
The gas was found to have a density of 5,60 g/L at 23.0°C and 750 torr.
Calculat M.F

E.F = PF_2 / d = 5,60 g/L / T = 23+273 = 296 K /

$P = \frac{?RT}{M.} = 0.98$ atm

MF = N(E.F)

$n = \frac{\text{M.M of M.F}}{\text{M.M of E.F}}$

$= \frac{138.8\ g}{69\ g/mol}$

$= 2$

$MF = 2 \times PF_2$

P_2F_4

$M.M = \frac{dRT}{P}$

$\frac{5,6\ g/L \times 0.0821 \times 296\ K}{0.98\ atm}$

$= 138.8\ g/mol$

a gas of N and O has E.F of NO_2 the gas was found to have a mass of 7,52 g, 25,0°C 1 atm in 2l container.
Calculate M.F

T = 25+273 = 298 K / P = 1 atm / V = 2L / m = 7,52

$PV\,M.M = mRT$

$M.M = \frac{mRT}{PV}$

$\frac{7.52g \times 0.0821 \frac{atm.V}{mol.K} \times 298K}{1atm \times 2L}$

92 g/mol

$PM.M = dRT$

$$n = \frac{\text{M.M of M.F}}{\text{M.M of E.F}} = \frac{92}{46} = 2$$

$$MF = n(E.F)$$
$$= 2 \times NO_2$$
$$= N_2O_4$$

Dalton's partial pressure. الضغوط الجزيئية للغازات

↓

For gases in the same container

↓

have same volume and Temperature.

الضغط الجزيئي للغاز

O_2	0.5 atm
H_2	1.5 atm
He	0.3 atm

25°C ← 3L

$V_{O_2} = V_{H_2} = V_{He} = 3L$

$T_{O_2} = T_{H_2} = T_{He} = 25°C$

$P_{total} = P_{O_2} + P_{H_2} + P_{He} = 2.3\ atm$

وهكذا... وفي الحالة هذه O_2 ← ... ونسبة H_2 ← ... و

P_{total} الضغط الكلي ← مجموع الضغوط الجزيئية

للغاز الو حجم الوعاء. (ولانهم كلهم موجودين بنفس الوعاء اذا لهم حجم الوعاء)

الغاز يأخذ شكل الوعاء الموجود فيه.

الضغط الكلي = ؟

الضغط الجزيئي ؟

O_2	1 atm

O_2	0.5 atm

كلهن في وعاء

فاعلم احجامهم

Scanned with CamScanner

for mixture of gases A, B, C, D, ...

$$P_T = P_A + P_B + P_C + \cdots$$

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

حيث اضافة الغاز للغازات هو اضافة عدد مولات

زاد الضغط يزداد عدد مولات

عند T و V ثابتة

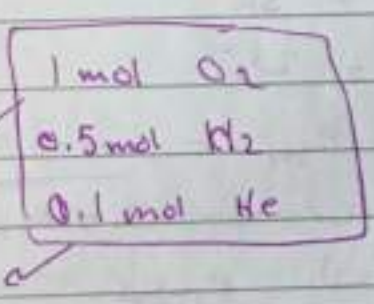
$$P_T = \frac{n_A RT}{V} + \frac{n_B RT}{V} + \frac{n_C RT}{V} + \cdots$$

$$P_T = (n_A + n_B + n_C)\frac{RT}{V}$$

$$P_T = \frac{n_T RT}{V}$$ الضغط الكلي

اذا عرفت الضغط الكلي تعرف عدد مولات الكلي

والحجم



$V_{O_2} = V_{H_2} = V_{He} = 3L$

$T_{O_2} = T_{H_2} = T_{He} = 25°C$

$n_{total} = n_{O_2} + n_{H_2} + n_{He} = 1.6$

$$P_T = \frac{nT\,RT}{V} = \frac{1.6\,RT}{V}$$

حسب الناتج.

$$p_{tot} = n_T \frac{RT}{V}$$

$$n_T = \frac{P_T V}{RT}$$

Scanned with CamScanner

mole fraction χ ... تعريف او اكثر من
حزمة من الغازات

$$\chi_A = \frac{\text{mol A}}{n \text{ Total}}$$

1 mol O_2
0.5 mol H_2
0.1 mol He

$$\chi_{O_2} = \frac{1}{1.6}$$

$$\chi_{H_2} = \frac{0.5}{1.6}$$

$$\chi_{He} = \frac{0.1}{1.6}$$

قيمة الكسر دائما اقل من 1

لو mol بعوض بـ x.1 percent

$$\Sigma \chi = \chi_{O_2} + \chi_{He} + \chi_{H_2}$$

$\Sigma \chi = 1$ ← المجموع

مجموع الكسور أو التراكيز دائما يساوي 1 أو 100%.
يمكن وجود واحد وضمنا لمزج الثلث.

$$\Sigma \chi = \frac{1}{1.6} + \frac{0.5}{1.6} + \frac{0.1}{1.6} = \frac{1.6}{1.6} = 1$$

للغازات $n = \frac{PV}{RT}$

$$\chi_A = \frac{n_A}{n_T} \quad \frac{\frac{P_A V}{RT}}{\frac{P_T V}{RT}} = \frac{P_A}{P_T}$$

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

اذا عرفت الضغوط بالمزج يمكن
الحل بـ

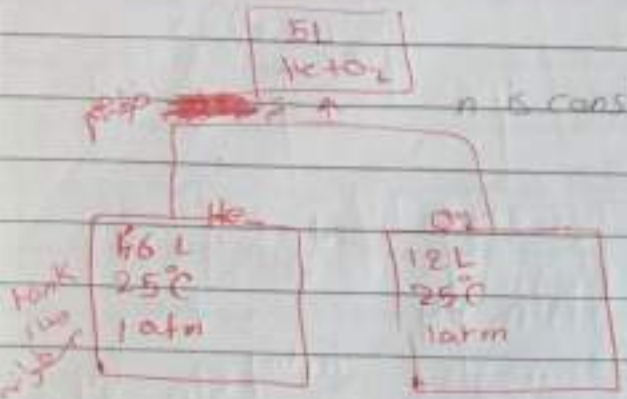
← لضغوط =

في حل بـ

Scanned with CamScanner

a 46L tank of He gas at 25°C and 1atm, and 12L tank of O_2 at 25°C and 1atm. were pumped into a 5L tank.

Calculat partial pressure and mole fraction of each gas.



$PV = nRT$ $\quad R = \frac{PV}{nT}$ $\quad / \quad \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$

$R = \frac{P_1V_1}{n_1T_1} = \frac{P_2V_2}{n_2T_2}$

2/

$\frac{P_1V_1}{n_1T_1} = \frac{P_2V_2}{n_2T_2}$

$P_1V_1 = P_2V_2$

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

$P_2\,He = \frac{1atm \times 46L}{5L} = 9.2\ atm$

$P_2\,O_2 = \frac{1atm \times 12L}{5L} = 2.4\ atm$

mole fraction

$$\chi_{He} = \frac{n_{He}}{nT} = \frac{P_{He}}{P_T}$$

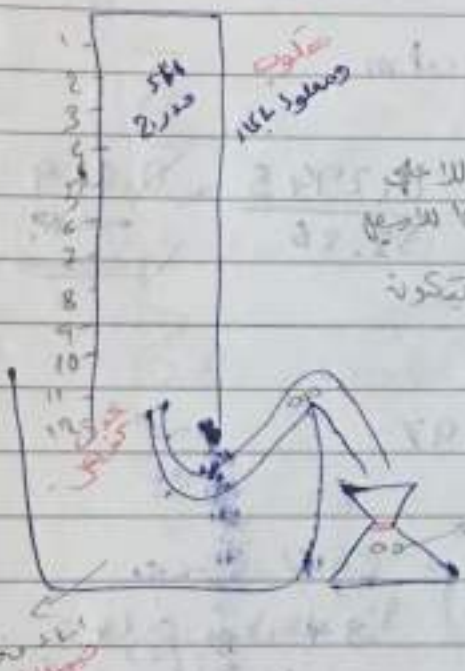
$$\frac{9.2\ atm}{11.6\ atm} = \boxed{0.79}$$

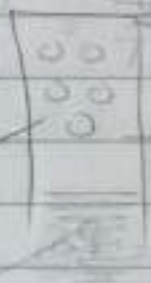
$$\chi_{O_2} = 1 - \chi_{He}$$

$$1 - 0.79 = \boxed{0.21}$$

$$\chi_{O_2} = \frac{P_{O_2}}{P_T} = \frac{2.4}{11.6} = 0.21$$

Collecting gas over water





- الماء يتبخر بزيادة درجة الحرارة.
- كمية البخر تعتمد على الحرارة.
- الماء وهو سائل دائماً يتبخر
- الماء موجود على شكل سائل وغاز (دائماً)
- إذا ما في غاز موجود بالخزان

$$P_{gas} = P_{measure\ over\ water} - P_{H_2O}\ @\ T$$

لازم أطرح من الضغط الماء عشان أوصل للضغط الحقيقي للغاز

Scanned with CamScanner

* a sample of O_2 gas was collected by water displacement at 20.0°C. The volume of the gas was found to be 310 mL and the pressure measured was 738 torr.

393K → 0.310 L

- calculate moles of O_2
- calculate O_2 partial pressure.

$PV = nRT$

$n = \frac{PV}{RT}$

* ∴ H_2O @ 20°C = 17.54 torr.

$P_{O_2} = P_{measured} - P_{H_2O\ @\ 20°C}$

$738\ torr - 17.54\ torr = 720.46\ torr$ الضغط الجزيئي

$\frac{720.46}{760} = 0.95\ atm$

$n_{O_2} = \frac{PV}{RT} = \frac{0.95\ atm \times 0.310\ L}{0.0821 \frac{L \cdot atm}{mol \cdot K} \times 393\ K} = \frac{0.2945}{32.26} = 0.009\ mole$

لو طلب

$\chi_{O_2} = \frac{P_{O_2}}{P_T} = \frac{720.46}{738} = 0.97$

$\chi_{H_2O} = 1 - \chi_{O_2}$

$1 - 0.97$

0.03

مجموع كسور المكونات = 1

* الكسر المولي ليس له وحدات

* لو طلب مولارية المكون تطبق نفس القانون

Kinetic Theory of gases. الطاقة الحركية للغازات.

Kinetic Energy (K.E) of gases.

تزداد الطاقة الحركية للغازات بزيادة الحرارة.

الوحدة المستخدمة هي الجول.

$K.E \propto T$

$K.E = KT$ → per mole

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

$\frac{L.atm}{mole.K} \times K$ $\quad 1K = 1.0R$

$1 L.atm \longrightarrow 101.3 J$

$R = 8.314 \frac{J}{mole.K}$

$\frac{J}{mole.K} \times K$

R ثابت الغاز المثالي وهو مجهول القيمة بالنسبة لنا ما الداعي لأخذ أي وحدة لتقديم.

* في كل مول لجزيء واحد فقط أما إذا كان أكثر من مول واحد نقوم بضرب عدد المولات.

$K.E = \frac{1}{2} m U^2$ → speed m/s (J)

$\boxed{\frac{3}{2}RT \times n = \frac{1}{2} m U^2}$ هذه القانون يحتوي الوحدة كاملة.

$M = M.m \times n$ إذن

$\frac{3}{2}RT \times n = \frac{1}{2} \times m.m \times n \times U^2$

$3RT = m.m \times U^2$

* الجزيئات الكبيرة أسرع كلما قلت الكتلة تزداد سرعته والعكس صحيح.

$\bar{U}^2_{ms} = \frac{3RT}{m.m}$ → mean-square speed متوسط مربع السرعة

$\bar{U}_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{m.m}}$ → Root mean-square speed الجذر التربيعي لمتوسط مربع السرعة

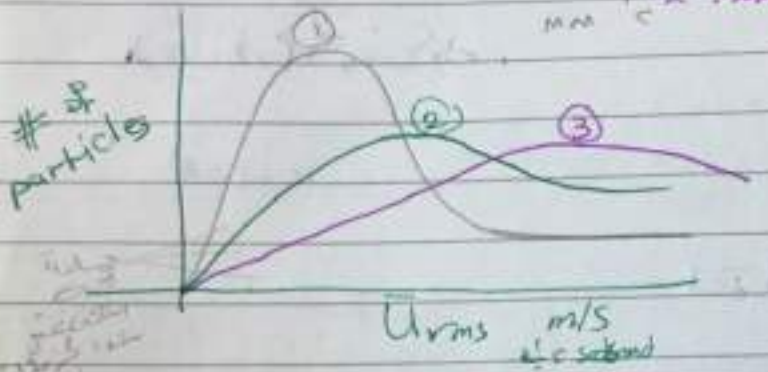
كلما زادت الحرارة تزداد السرعة / كلما زادت m.m تقل السرعة

Scanned with CamScanner

كلما كانت الجزيئة اثقل كلما كانت ابطأ

* 3 different gases at same temperature (25°C)

H_2 , CO_2 , N_2



الأكثر بطئاً هو الأثقل

U_{rms} 3 > 2 > 1

الأسرع هو الأخف (أقل m.m)

H_2 الأسرع

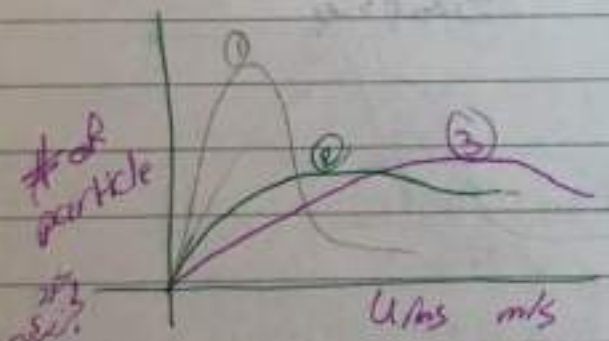
$H_2 > N_2 > CO_2$

Same gas (H_2) at different Temp (25°C , 75°C , 150°C)

الأبطأ في الدرجة

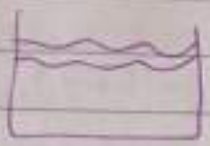
الأسرع بنفس الدرجة

$T \propto U_{rms}$ طردي



الجسيمات تتحرك بسرعة أكبر في درجة الحرارة

Scanned with CamScanner



- الحركة عشوائية للجزيئات في الحيز المغلق
- عندما تزيد درجة الحرارة تزداد سرعة الجزيئات
- لا تتوقف الجزيئات عن الحركة حتى في حالة السكون
- سرعة الغاز تكون لحظية

$$\overline{U}_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{m.m}} = \sqrt{\frac{8.314 \frac{J}{mol.K} \times K}{\frac{g/mol}{kg}}}$$

$E = m C^2$

$J = kg\ m^2/s^2$

$$\Rightarrow \sqrt{\frac{8.314\ kg\ m^2/s^2}{kg}} = \sqrt{\frac{m^2}{s^2}}$$

$= m/s$

M.M يكون $g/mole$ بالقوة $kg \leftarrow g$ للتحويل في الآلة

$$\sqrt{\frac{J}{1kg}} = \frac{m}{s}$$

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

$$= \frac{m}{s}$$

Calculate CO_2 gas average speed $\overline{U}_{rms}$ at $20°C$: $= 293K$ $m.m_{CO_2} = 44\ g/mol = 44 \times 10^{-3}\ kg/mol$

$$\overline{U}_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{m.m}} = \sqrt{\frac{3(8.314\ kg.m^2/s^2)/mole.K \times 293K}{44 \times 10^{-3}\ kg/mole}}$$

$= 166 \frac{m}{s}$

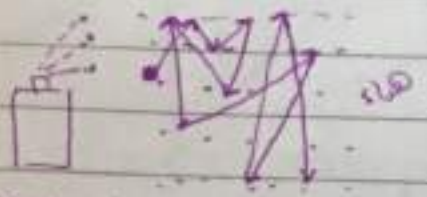
$\overline{U}_{rms}$ لو بدي احسب
للهيا ، 2 تكون اعلى
لأنه اخفه

Scanned with CamScanner

Graham's Law of Effusion قانون جراهام لمعدل الانتشار والانبعاث

Diffusion and Effusion ظاهرة

انتشار غاز عبر غاز آخر



طريقة الغاز عبر الهواء غير محدودة (مفتوحة)

* سرعة انتشار الغاز تعتمد على
  - الحرارة (طردي)
  - الحجم (عكسي)
* سرعة انتشار الغاز تعتمد على
  - كتلة الجزيئ (عكسي)
  - الحرارة (طردي)
* لو كانت الدنيا صيف (سرعة انتشار الغاز اسرع)
* الحجم يتأثر
* M.M تأثيره اكبر من T

انتشار غاز عبر ثقب صغير جداً

صغير ما فتحت الثقب لو بنشتر الغاز

لو فتحتها لمدة معينة وما في اخلفها لو الاحظ انو جزء من الغاز انفقد

سرعة انتشاره تعتمد على
- حرارته (طردي)
- حجمه (عكسي)

الاغلب هي أصعب سرعة انتشاراً.

الصليوم اضغاس الهواء.

مثال: بلون مصنوع بالطاط بعد فترة يصغر حجمه لانو الطاط فيه ثقوب؟

Two gases A and B

$$\frac{\text{rate effusion A}}{\text{rate effusion B}} = \frac{\text{speed A}}{\text{speed B}} = \sqrt{\frac{\frac{3RT}{M.M_A}}{\frac{3RT}{M.M_B}}} = \sqrt{\frac{M.M_B}{M.M_A}}$$

* معادلة الصعوبة لتلقيح 2 غازين مختلفين عن بعض في الكثافة اذا كانت والثاني غاز ثقيل في الكثافة؟

Scanned with CamScanner

مثال

a gas effuses 2.5 times faster than Oxygen gas (O_2) at 25. calculat the mass of this gas.

$$\frac{\text{rate gas}}{\text{rate } O_2} = \left(\sqrt{\frac{m.m\,O_2}{m.m\,gas}} = 2.5\right)^2$$

$$\frac{m.m\,O_2}{m.m\,gas} = 6.25$$

$$\frac{32}{6.25} = \frac{m.m\,gas \times 6.25}{6.25}$$

$$m.m\,gas = 5.12\ g/mol$$

$C=12$ / $S=32$ / $H=1$ / $O=16$

CH_4 gas need 3 mintes to diffuse 10 meters. How Long it will take SO_2 gas to travel same distance.

$m.m = 64\ g/mole$

$m.m = 16\ g/mol$

$$\frac{\text{rate } CH_4}{\text{rate } SO_2} = \sqrt{\frac{m.m\,SO_2}{m.m\,CH_4}} = \sqrt{\frac{64}{16}} = \sqrt{4} = 2$$

CH_4 faster 2 times than SO_2

SO_2 slower 2 times than CH_4

SO_2 time needed = 2X CH_4 time = $2 * 3 = 6$ min

$$\text{speed} = \frac{\text{distance}}{\text{time}} \Rightarrow \frac{\frac{10}{3}}{\frac{x}{3}} = \frac{X}{3} \times 2$$

$X = 6$

SO_2 يقطع 6 دقائق ... يقطع 10

$6 \rightarrow 10$

$3 \rightarrow x$

$X = \frac{30}{6} = 5$ meters

Scanned with CamScanner

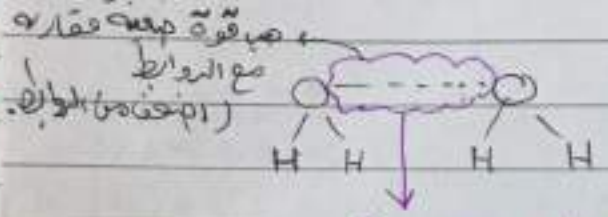
CH # 11

Intermolecular forces.

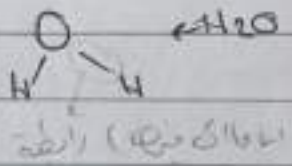
قوة التجاذب بين الجزيئات

* تختلف قوة التجاذب الكهربائي ومنها الرابطة التساهمية - ؛

قوة التجاذب بين الجزيئات مع بعضها من الروابط بين الذرات.



صغيرة مقارنة مع الروابط (اضعف من الرابطة)



(عادة ذرات اللافلزات مرتبطة)

Intermolecular forces (attraction forces in a substance)

هي الروابط التي بين الجزيئات

← قوة التجاذب بين الجزيئات مسؤولة عن حالة المادة.

* حتى يكون تجاذب لازم يكون عندي اقطاب مختلفة (شحنات مختلفة)

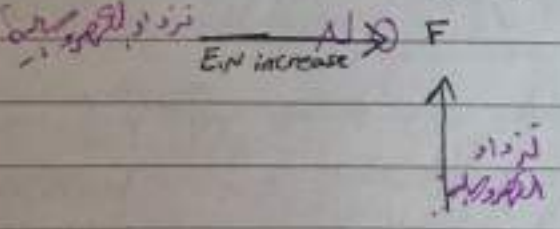
قوة مرتبطة بالرابطة التساهمية اضعف من الرابطة ضعيفة من طاقة.

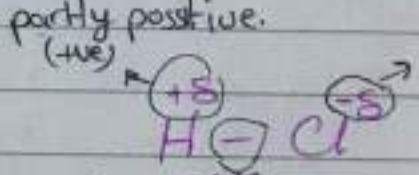
- الالكترونات مشتركة بين الذرات.

Electronegativity (E.N)

السالبية الكهربية

← قدرة الذرة على جذب الالكترونات باتجاهها

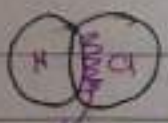




$E.N_{Cl} > E.N_{H}$

- الالكترونات في جهة الكلور كثافة الالكترونات في جهة اكثر من الالكترونات في جهة الـ H.

الكثافة الالكترونية اعلى (-)
الكثافة الالكترونية اقل (+)



Electron (e) density كثافة

Scanned with CamScanner

القوى (I.M.F)

$H^{\delta+}-Cl^{\delta-}$ ... $H^{\delta+}-Cl^{\delta-}$ → dipole-dipole interaction

قطبي قطبي

$Cl^{\delta-}-H^{\delta+}$

سبب وجودها هو الاختلاف في (الكهروسالبية)

polar molecule

$\overset{\delta-}{Cl}-\overset{\delta+}{H}\cdots\overset{\delta-}{Cl}-\overset{\delta+}{H}$

(1) dipole-dipole interaction

↳ between polar molecules (AB) عند اختلاف الكهروسالبية من Different E.N atoms.

1.1) Hydrogen bonding (H-bond) الرابطة الهيدروجينية

H-bond لازم يكون بالباية قطبي حتى يشوف اذا هو عندة

لذلك يجب ان تتحقق هذة الشروط :-

a) polar molecules. لازم يتواجد حالة الجزيء

b) H most be connected (bonded) to a high (E.N) atm [NOF]

↓ عدد ذرة توتيها + بذرة لها كهروسالبية عالية ← لازم يتواجد تجربة واحد.

H-F / H-N / H-O

c) the adjacent molecule must have a high E.N atm (N, O, F) هذا يتواجد في الجزيء الذي لي يتواجد عنة الرابطة (H)

(2) LDF → London Dispersion Forces :

between non-polar molecules. موجودة في جميع الجزيئات

and between all Types of molecules (Ar) أو (A) غازات نبيلة (He)

H_2 H_2 كل جزيء فيه الكترونات تدور حول النواة الذرات.

سالبية سالبية

(LDF) مستحثة

(تتولد لحظياً بسبب حركة الالكترونات)

HCl HCl dipole من LDF و

لهما القطبية أيضاً مثل

all hydrocarbons are non polar (contain only C + H)

لأن الكهروسالبية لـ C و H تقريباً متساوية

$$EN_C = EN_H$$

$$\Delta EN = zero$$

$C_{11}H_{22}$ ← نوع الرابطة → LDF صيغة ... سبعة ما ذكرت

CH_4 ← نوع الرابطة

$F_{2(g)}$ → LDF

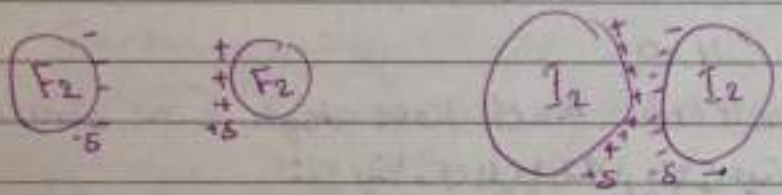
$Cl_{2(g)}$ → LDF

$Br_{2(l)}$ → LDF

$I_{2(s)}$ → LDF

هنا لو جمعنا نفس قوة التجاذب الا انها تختلف من واحد لآخر والسبب في الاختلاف هو الحجم

⇒ Higher m.m and size ⇒ higher LDF



كلما زادت الكتلة (التذاوس) ← زادت مساحة سطح التلامس (الحجم الأكبر)

لما زادت الكتلة والحجم تزداد قوة التجاذب (مساحة سطح التلامس أكبر)

$I_2 > Br_2 > Cl_2 > F_2$

الأكبر حجم الأعلى كهروسالبية أكثر تجاذب

قوة التجاذب بين الجزيئات

a) Determine all Types of Intermolecular forces. (I.M.F)

1) Ar LDF

2) SO_2 LDF / dipole-dipole /

3) C_3H_8 LDF

4) H_2O (water) LDF / dipole-dipole / H-bond.

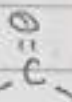
ملاحظة: dipole بدأ عالي جزيئي H إذا فيها بتوقف اوتنها عنده H-bond او اذا اماكن dipole ما بتكون H-bond بتختفي الثروة

Scanned with CamScanner

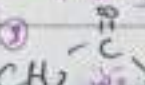
5) CH_3OH (alcohol) LDF / dipole-dipole / H-bond.

$H-O-H$ رطبة بشرط H-bond

اذا اثنتين بشرط ② ③ اللتين تحتوي على H-bond لكن ان تحقق الشرط الثالث في الاثنتين تكمل

6)  مركب.

LDF / dipole-dipole

7) CH_3OH and  →

LDF / dipole-dipole / H-bond.

اذا اثنتين قطبيتين dipole و مثل قطبية LDF

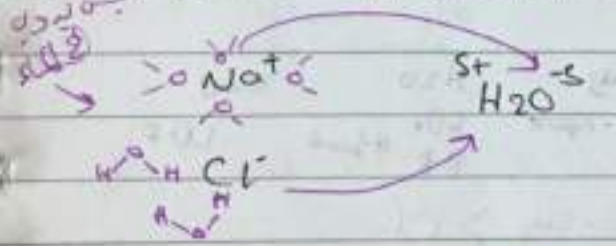
اذا احدهما غير قطبي ما في رابطة dipole-dipole

(3) Ion-dipole Interaction.

between positive (+ve) and negative (-ve) ion and polar molecule.

ايون قطبي

NaCl in water



ex. F^- and H_2O LDF / Ion-dipole / H-bond.

ايوني قطبي

دايماً كل ما يكون في dipole بدك اسأل حالي اذا في H بوند والا لأ.

Inter molecular Forces strength.

Ion-dipole > H-bond > dipole-dipole > LDF

قوى التجاذب بين الجزيئات ← بتحدد حالة المادة ← بتحدد خواصها الفيزيائية

* Physical properties that depend on IMF

1) Boiling point (B.P) and Melting point (M.P)

كلما زادت قوة التجاذب زادت درجة الغليان والانصهار

كلما زادت (B.P) و (M.P) أي حاجة الجزيئات لقوة التجاذب لبعض

as B.P or M.P increase ⟹ IMF increase.

Increase ↑
decrease ↓

$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$: LDF, dipole-dipole

H_2O : LDF, D-D, H-bond

Cl_2 : LDF

B.P: $H_2O > CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 > Cl_2$

2) Vaper pressure (V.P) الضغط البخاري

كلما زادت قوة التجاذب كلما قلت طاقة الجزيئات الهاربة من السطح / كلما قلت المادة الهاربة من السطح قلت طاقة الجزيئات الهاربة وقل الضغط البخاري

as IMF ↑ ⟹ V.P ↓

الترتيب

V.P: $CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 > H_2O$.

Scanned with CamScanner

3) Viscosity : اللزوجة

Resistance to Flow مقاومة المادة للتدفق

علاقة طردية

as IMF ↑ → Viscosity ↑ كلما زادت قوة التجاذب زادت اللزوجة.

اللزوجة بالماء اكبر من الزيت لانه
الماء مجموع قطبي لزوجته اكبر
Soon

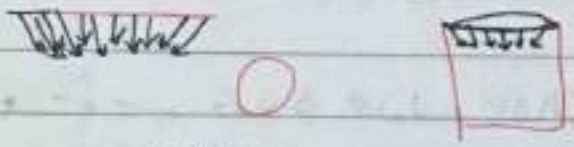
4) surface tension التوتر السطحي خصوصية السوائل

Resistance to increase in surface area.

اي مادة فيها اي انتكون مساحة السطح قليلة.

العلاقة طردية

as IMF ↑ ⇒ surface tension ↑



كلما زادت قوة التجاذب كلما surface يتزيد.

قوة التلاصق قوة التماسك

5) Adhesive and Cohesive Forces.

↳ between different types of substances

↳ between same types of substances

* water has concave shape in glases

الماء له شكل مقعر داخل الزجاج

Adhesive Forces H2O + glass > cohesive Forces H2O + H2O

سبب تقعر الماء

(Hg) زئبق

* Mercury has convex shap in glass

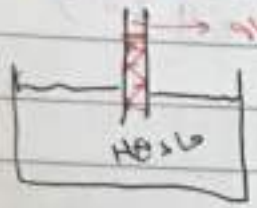
الزئبق له شكل محدب داخل الزجاج

Cohesive Hg + Hg > Adhesive Hg + glases.

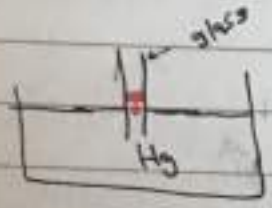
Scanned with CamScanner

لو وضعنا نقطة زئبق (مثلاً) في أنبوب زجاج قطره
داخلياً أو أكبر من (صغير)
فإن الـ Adhesive أو (صغير)
أكبر من (كبير)

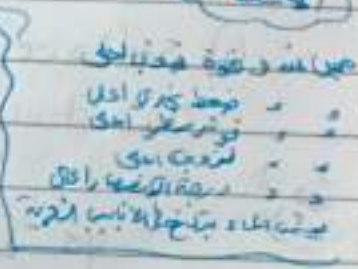
* water climbs up in Capillary tube. الماء يرتفع في أنبوب الشعرية
أنابيب زجاجية دقيقة جداً.



(سبب الارتفاع (يرتفع بسبب قوة التلاصق بين الماء والزجاج))
Adhesive > cohesive
H2O + glases H2 + H2O



cohesive > Adhesive
هنا الـ Hg ينزل أعلى من حيث الزجاج

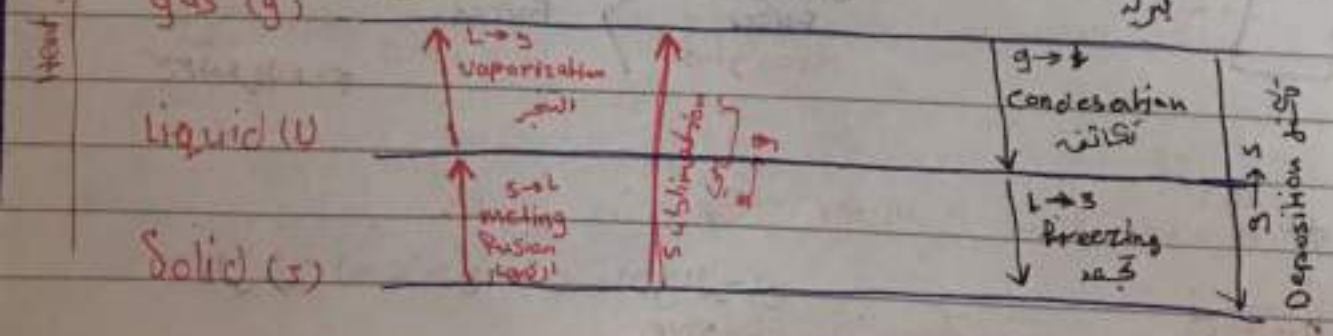


(i
+ سبب تحدب الزئبق داخل الزجاج Cohesive > Adhesive
+ " تقعر " " Adhesive > cohesive
+ سبب التوتر السطحي للماء داخل الأنبوب أعلى من الخارج Adhesive > cohesive
cohesive > Adhesive " " " أقل " " "

وكلما الـ cohesive أعلى كلما زادت قوة التوتر السطحي.

5) Heating and cooling
التسخين التبريد

تسخين
gas (g)
Liquid (l)
Solid (s)
تبريد



Scanned with CamScanner

Heating → endothermic (absorb energy (heat))
حرارة (طاقة)
ماص للطاقة

ΔHeat (+) موجبة

Change التغير (الفرق)

ΔHeat = Heat final − Heat initial
نهائي بدائي

التسخين فيزيائي بكوب

Cooling → exothermic → release heat ΔHeat (−)
طارد للطاقة
يفقد

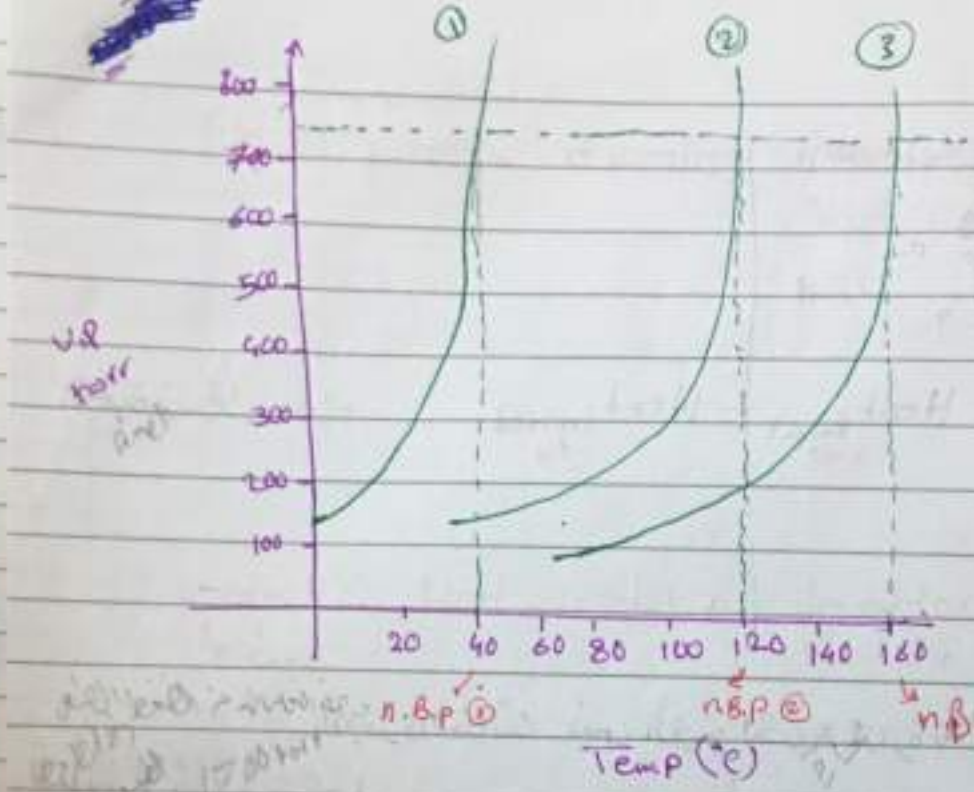
التجزء والتكاثف نفس القيمة لكن إشارة تختلف

التبخير فيزيائي (+)

Sublimation = Melting + vaporization = − Deposition
التكثف

* شرح الطريقة الانتقال من حالة لحالة.

Scanned with CamScanner



فردية

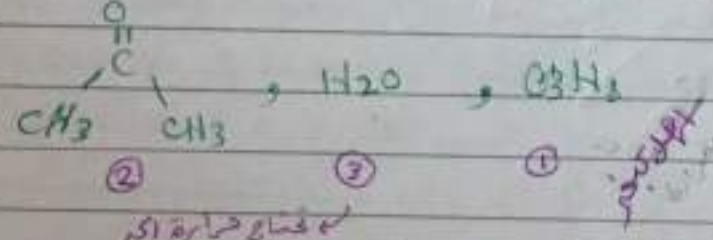
V.P ① > ② > ③

IMF ③ > ② > ①

(Normal Boiling point ← n.B.P ③ > ② > ①

↳ P = 760 torr = 1 atm

IMF التي ضغطها البخاري واقل درجة تكون اعلى



لها قطاع حرارة اكبر

التي بحتاج حرارة اقل يتبخر اسرع

Vaporization (تبخير)

Clausis - Clayperon Equation.

$$\ln \frac{P_2}{P_1} = \frac{\Delta H^{(+)}_{vap}}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \rightarrow K$$

P_2: الضغط عند درجة الحرارة التي تريد ايجاد الضغط عندها

P_1: الضغط عند درجة الحرارة التي تعرف الضغط عندها

R: ثابت الغاز = 8.314 J/mol.K

ΔH_{vap}: molar Heat of vaporization. الحرارة اللازمة لتبخير مول واحد من المادة

J/mol

endo $\Delta H(+)$ ماصة للحرارة (تبرد)

صراع الحرارة ← التبخر

Scanned with CamScanner

$slop = \frac{\Delta H_{vap}}{R}$

- اذا اجى سؤال وطلب ΔH_{vap} وعطانا P_1 و P_2 و T_1 و T_2 بتعتبرهم مجاهيل وعطانا slop بتحلهم.
- اذا طلب P_2 أو T_2 وما كان معطينا ΔH_{vap} وكان معطينا slop بتحسب اول اشي ΔH_{vap} من قانون slop وبعدين بتعوض في القانون الثاني.

The vaper pressur of ether is 401 mm Hg at 18°C and it's molar heat of vaporization is 26 $\frac{KJ}{mol}$ (حرارة التبخر → ΔH_{vap})

1) Calculat it's normal B.P.

2) calculat it's v.p at 32°C.

$P_1 = 401$ mm Hg $\quad P_2 = 760$ torr $\quad T_1 = 18°C \quad T_2 = 22$

$\Delta H_{vap} = 26 KJ/mol \quad R = 8.314 J/mol \cdot K$

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

$$\ln \frac{401}{760} = \frac{26 \times 10^3 J/mol}{8.314 J/mol \cdot K}\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{291}\right) K^{-1}$$

$$-0.63 = 3127.25\left(\frac{1}{T_2} - 0.00343\right)$$

$$\frac{-0.63}{3127.25} = \frac{1}{T_2} - 0.00343$$

$$-2.01 \times 10^{-4} = \frac{1}{T_2} - 0.00343$$ ← -0.000201

$$+2.01 \times 10^{-4} + 0.00393 = \frac{1}{T_2} = 0.003229$$

$$\frac{1}{T_2} = 0.003229 \qquad T_2 = \frac{1}{0.003229} = 309.69\ K$$

$$= 36.69°C$$

زاد الضغط معناته الحرارة تزداد. يعني الحرارة بالجزء العكسي أكبر من 18 °C. المسألة الثانية إذا كان أقل من

* إذا كانت لا زم تكون موجبة او اذا كانت سالبة يكون خطأ.

درجة الحرارة كلما زادت تزداد الضغط البخاري

اكبر من 401 واقل من 760

$P_1 = 401$ torr $\quad T_1 = 18^\circ C = 291\ K$

$P_2 = ?$ $\quad T_2 = 32^\circ C = 305\ K$

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

$$\ln \frac{401}{P_2} = \frac{5127.25}{}\left(\frac{1}{305} - \frac{1}{291}\right)$$

$$\ln \frac{401}{P_2} = -0.4932$$

$$e \qquad e$$

$$\frac{401}{P_2} = e^{-0.4932}$$

$$\frac{401}{P_2} = 0.61 \Rightarrow P_2 = \frac{401}{0.61} = 657.3 \text{ torr}$$

$\log_{10} x = 2$ $\quad [x = 10^2]$

$\ln x = 2$ $\quad [x = e^2]$

e بتنقيد ln

shift ln بالكالكيوليتر

the v.p of ether is 401 torr at 18°C and its n.b.p is 36.7°C calculate its molar Heat of vaporization

$P_1 = 401 \quad P_2 = 760 \quad T_1 = 18°C \quad T_2 = 36.7°C$

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

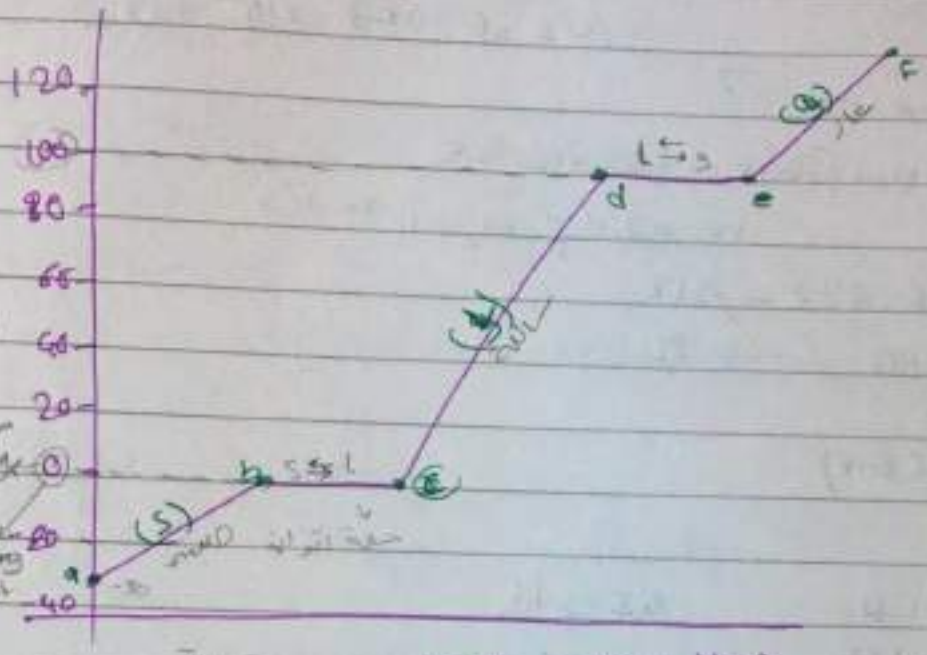
$$\ln \frac{401}{760} = \frac{\Delta H_{vap}}{8.314}\left(\frac{1}{309.7} - \frac{1}{291}\right)$$

26 kg/mol

لو لـ ر ج

Scanned with CamScanner

Heating Curve of water



heat added (kJ)

at 60°C : l

at -5°C : s

at 110°C : g

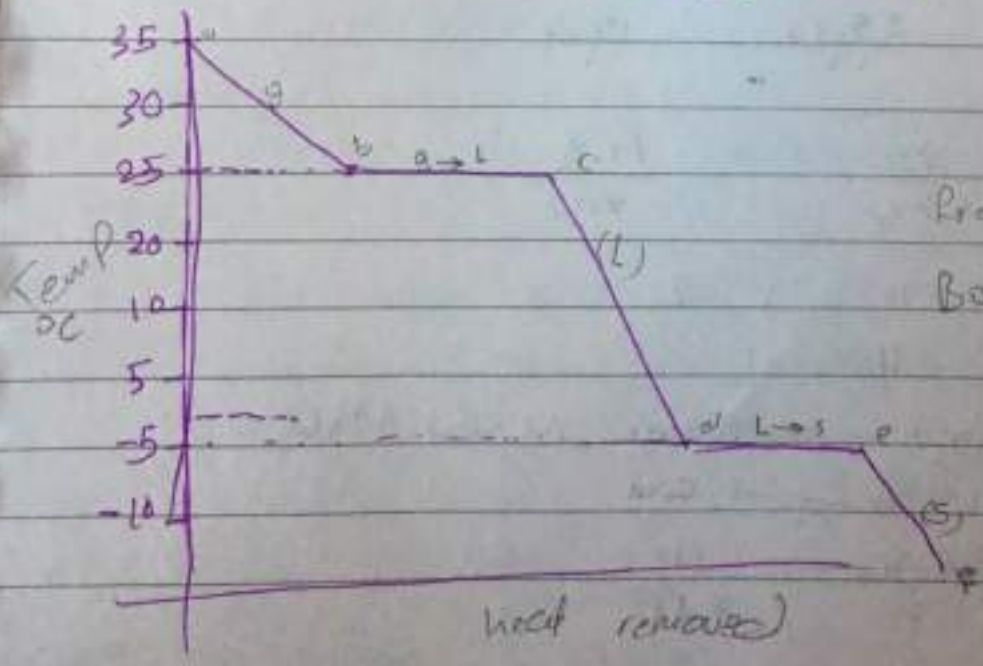
at 100°C : l+g

at 0°C : s+l

B.P : 100°C

M.P : 0°C

Cooling Curve



Freezing point : -5°C

Boiling point : 95°C

Scanned with CamScanner

اساسیات

کیمیا

سیزدہ

Scanned with CamScanner

CH12 خصائص فيزيائية للمحاليل physical properties of solutions.

Colligative properties الخصائص التجميعية (الكولغاتي)

1. vaper pressure (V.P)
2. Boiling point elevation
3. Freezing point Depression
4. Osmotic pressure الضغط الأسموزي

بتختلف

Solution = solute + Solvent
محلول مائي — مذاب — مذيب

Ex Suger + water
مذاب — مذيب
سكر + ماء
مذاب — مذيب
ذهب + الزئبق الحمراء
مذاب — مذيب
ماء + كحول ← الكمية الأكبر مذيب

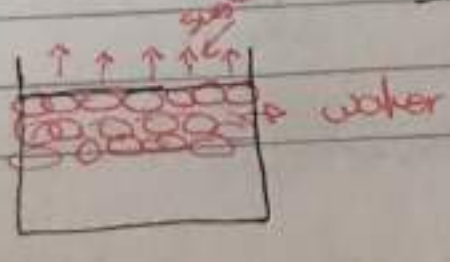
* هيدروجين يكون المذيب سائل أو المذاب سائل يكون بأي حالة حدي محلول خليط (مزيج)
* المذاب ← كتلته أقل المذيب ← كتلته أكبر
Solvent amount > solute.
يؤدي إلى المحلول فيه مذاب ومذيب

I] Vaper pressure (V.P) الضغط البخاري

1.1) V.P of non-volatile non-electrolyte solute.
غير متطاير — غير متأين

Solution = solute + Solvent
غير متأين وغير متطاير — Volatile متطاير
ما عنده ضغط بخاري — عنده ضغط بخاري

Sugar + water.



* جزيئات السكر تقوم بعملية الحجب على الجزيئات الماء جزيئات السكر تقل عليها.
* رح يقل الضغط البخاري للماء بمقدار بسيط، السكر دخل الماء

Scanned with CamScanner

solvent

اضافة مادة غير متطايرة الى مذيب متطاير تقلل الضغط البخاري للمذيب

بسبب مادة غير المتطايرة.

adding anon-volutile solute to avolatile solvent will Lower the solvent v.p.

mole fraction χ

$$\chi_{solute} = \frac{\text{mole solute}}{\text{mole solute + mole solvent}}$$

$$\chi_{solvent} = \frac{\text{mole solvent}}{\text{total moles = solute + solvent}}$$

solution = soln

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

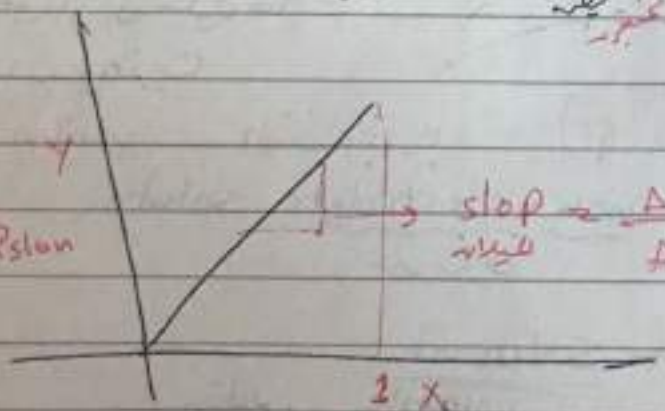
pure — مذيب — χ — ثابت

P_{soln} متغير — $P^{\circ}_{solvent}$ الضغط البخاري للمادة النقية ثابت — $\chi_{solvent}$ متغير

نستخدمها للحلول المذيب هو المتطاير.

$y = a x$ معادلة خطية

* كلما زاد $\chi_{solvent}$ في الـ solution زاد الضغط البخاري
* لان غير متطاير كلما زاد ضغط بخاري



$slop = \frac{\Delta y}{\Delta x} = P^{\circ}_{solvent}$ الضغط البخاري للمادة النقية

للحلول النقي $\chi = 1$ — 1 =

Raoult's law قانون راؤول للمحلول المثالي

1.2) volatile Solute. المذاب متطاير

solution = solute + Solvent

متطاير ↓ volatile متطاير ↓

Ex : water + alcohol

ماء + كحول
ماء + بنزين
بنزين + كحول

$$P_{soln} = P^{\circ}_{solvent} \cdot X_{solvent} + P^{\circ}_{solute} \cdot X_{solute}.$$

لا يكون المذاب والمذيب متطايرين

هنا يهمني نسبة كل واحد لم يحسب كل واحد وبجمعهم موجدين

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

50 g of sugar $C_{12}H_{22}O_{11}$ was dissolved in 150 mL water at 25°C if the vapor pressure of water is 23.5 torr at 25°C. Calculate solution V.P.

المذاب ↓ solute — المذيب ↓ solvent — 150 mL → 150 g

$P_{solvent}$

$$P_{soln} = P^{\circ}_{solvent} \cdot X_{solvent}$$

نهتم لوجود هذه قيمة المذاب والمذيب

$d_{H_2O} = 1$ g/mole
$B.P_{H_2O} = 100°C$
$M.P_{H_2O} = 0°C$

$$n_{C_6H_{12}O_6} = \frac{50\ g}{180\ g/mole} = 0.278\ mole$$

المحلول بني للمحلول اقل في الضغط البخاري للماء بحيني اقل من 25 . 25 داخل مستثنى

$$n_{H_2O} = \frac{150\ g}{18\ g/mole} = 8.333\ mole.$$

$$X_{H_2O} = \frac{8.333}{8.333 + 8.278} = \frac{8.333}{8.611} = 0.96$$

لما اجولي عم الكتلة بالرصيني كثافة

Scanned with CamScanner

$P_{soln} = 23.5 \text{ torr} * 0.96 = 22.56 \text{ torr}$

قل.

لا تقوده عن لتقليد الهواء.

حادة الهواء * mole.

فاري ← اذا متطايرة

A
a 10 g substance has a V.P of 310 torr at 50 °C and molar mass of 78 g/mole was mixed with 15 g of another substance that has a v.p of 280 torr at
B 50 °C with molar mass of 93 g/mole.
Calculat the mixture V.P.

المثبت الرهم فعل فاري
اذا الثنين متطايرات.

$$P_{soln} = P^{\circ}_{solvent} * \chi_{solvent} + P^{\circ}_{solute} * \chi_{solute}$$

المذيب اول B

$$n_A = \frac{10 g}{78 g/mole} = 0.128 \text{ mole A} \qquad \chi_A = \frac{0.128}{0.289} = 0.44$$

$$n_B = \frac{15 g}{93 g/mole} = 0.161 \text{ mole B} \qquad \chi_B = 1 - 0.44 = 0.56$$

متشابهين

$$P_{soln} = (280 \text{ torr} * 0.56) + (310 \text{ torr} * 0.44)$$
$$156.8 + 136.4$$
$$= 293.2 \text{ torr.}$$

* اعلى وحدة متطايرة ← تكون P اكثر اشي
اقل وحدة متطايرة ← P اقل

الجواب P_{soln} رح يكون بينهم دائماً ولازم لكمنة قريب من الي لسه اكبر

حاسة هيرظه
الجيب زي اعلى

Scanned with CamScanner

Ex) a substance A that has V.P of 310 mmHg was mixed with another substance B of 280 mmHg at 50°C the V.P of the soln was found to be 295 torr. Calculate mole fraction of each. اوجدي نسبة كل مادة في الخليط

$P_{soln} = P_A^\circ \cdot \chi_A + P_B^\circ \cdot \chi_B$

$\Sigma \chi_i = 1$

$\chi_A + \chi_B = 1$

$\chi_B = 1 - \chi_A$

عندما يكون لدينا مجهولين نأخذ معادلة ثانية أو نطرح معادلة بمجهول ثاني مثل χ أو المعادلة الثانية.

$295 = 310(\chi_A) + 280(1 - \chi_A)$

$295 = 310\chi_A + 280 - 280\chi_A$

$295 - 280 = 310\chi_A - 280\chi_A$

$15 = 30\chi_A$

$\chi_A = 0.5$

نعوض قيمة χ_A في المعادلة الثانية.

$\chi_B = 1 - \chi_A$

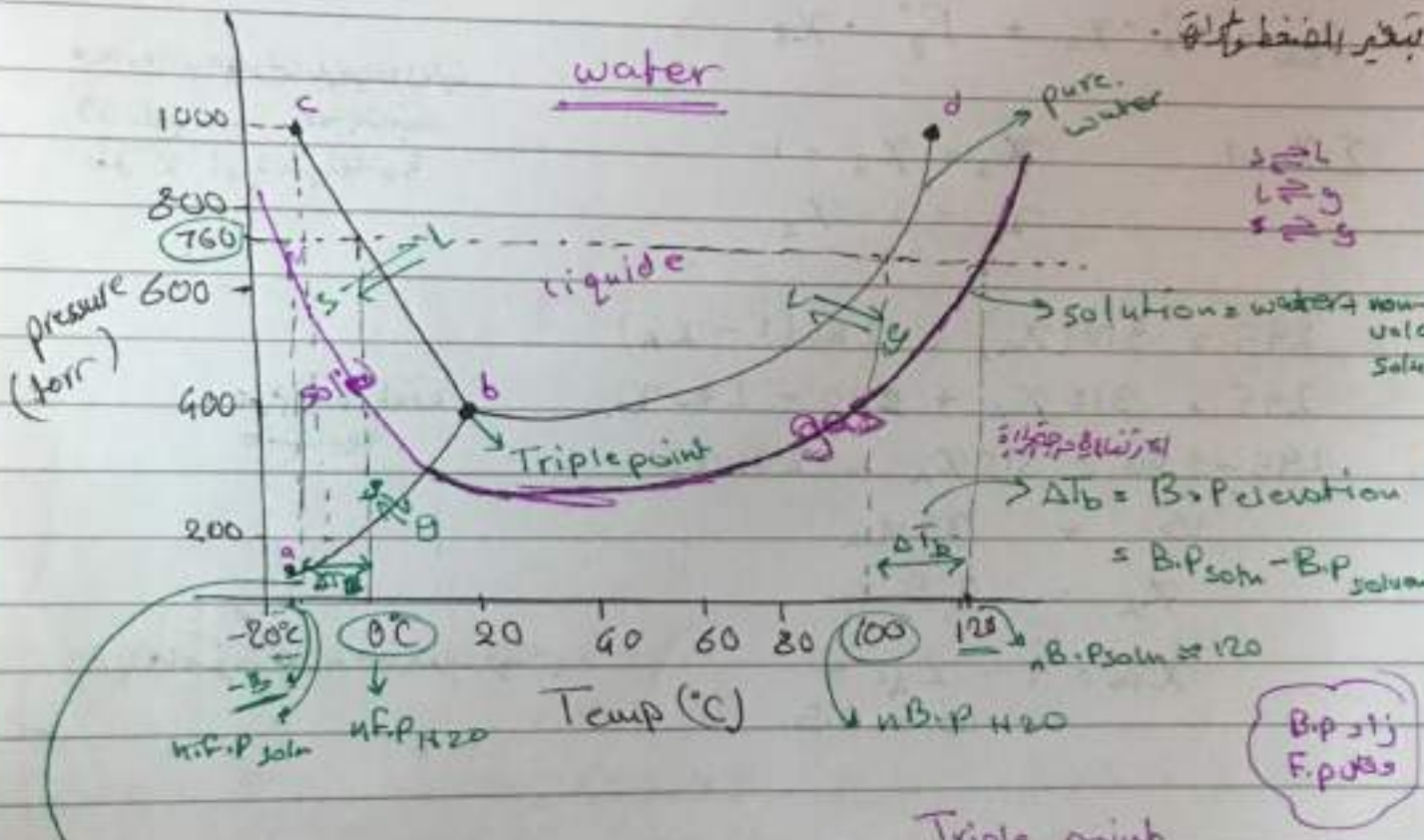
$1 - 0.5 = 0.5$

Tasneem

Scanned with CamScanner

2- Boiling point elevation
3- Freezing point depression

Phase diagram of a substance (H_2O)



Triple point
s, l, g

a-b : Sublimation or Deposition
b-c : Melting or Freezing
b-d : Vaporization or Condinsation

n B.P = 100°C B-d
L → g @ 760 torr = 1 atm

n F.P = 0°C c-b
L → s

Scanned with CamScanner

non-volatile solute : sugar

solution = H_2O + sugar
solvent

الضغط البخاري للمحلول (يرجع لمبدأ الخفض)

$\Delta T \propto m \rightarrow$ molality (m) = $\frac{\text{mole solute}}{\text{mass solvent (kg)}}$ عدد مولات المذاب / كتلة المذيب

الوحدة molal = $\frac{\text{mole}}{\text{kg}}$

كل ما زادت عدد مولات المذاب و زادت كتلة المذيب ← زادت ΔT

محاليل تجريبية، مختلفة عن محاليل نظرية بالكامل

$\Delta T = K m$

2) $\Delta T_b = K_b m_i$ → molar Boiling point elevation constant
ثابت الارتفاع في درجة الغليان المولالي

3) $\Delta T_f = K_f m_i$ → molar freezing point depression constant
ثابت الانخفاض في درجة التجمد المولالي

$\Delta T_b = i K_b m_i$
- K_b → depends on solvent يعتمد على المذيب
- m_i → depends on solute concentration يعتمد على تركيز المذاب (كمية)

$\Delta T_f = i K_f m_i$
- i → depends on solute nature يعتمد على طبيعة المذاب
  i for non electrolyte = 1
  i = Van't Hoff factor معامل فان هوف

* ← كل ما زادت أيونات المذاب كل ما زادت الخاصية الكولجية

K_f تتغير بتغير الـ solvent

$C_6H_{12}O_6$ 1mole

H_2O

1mole $C_6H_{12}O_6$ (aq) aqueous

i = 1

NaCl 1mole

H_2O

$Na^+_{(aq)}$ $Cl^-_{(aq)}$

1mole 1mole

Total mole of solute: 2

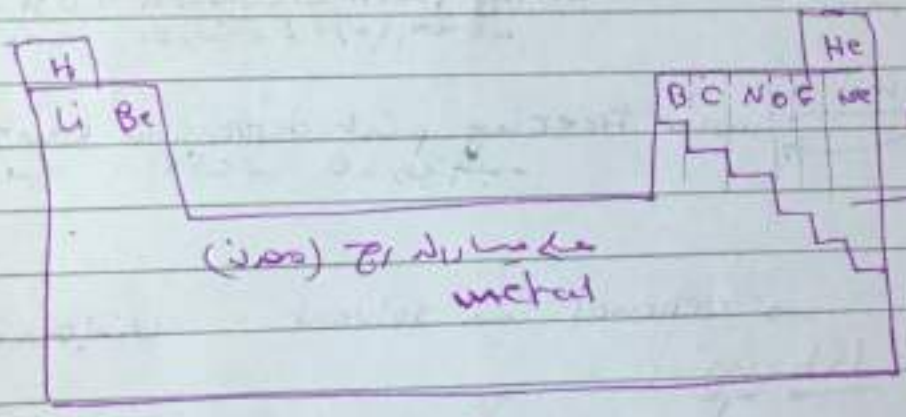
For electrolyte (Ionic compound)

i = # of ions

Ion compounds = positive ion + negative ion

(+ve) (-ve)

s metal + non metal



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

$FeCl_2$ Fe^{+2} $2Cl^-$ i = 3

Na_2SO_4 $2Na^+$ SO_4^{-2} i = 3

NH_4Cl NH_4^+ Cl^- i = 2

SO_4^{-2} polyatomic ion

SO_4^{-2} OH^-

SO_3^{-2} ClO_4^-

CO_3^{-2} ClO_3^-

NH_4^+ PO_4^{-3}

polyatomic ions

1 mole NaCl ، 1 mole $C_6H_{12}O_6$ في درجة غليان أعلى
NaCl لأنه لا يتأين ← يعطي أيونات ← تأثيره

لو عاد NaCl مع $FeCl_3$ ، $FeCl_3$ مع NaCl حين يكون تأثيره أكبر
$FeCl_3$ فيه تأثير NaCl

$B.p$ / $F.p$ ⇐ كلما زاد ΔT
زاد تركيز الأيونات ← وزادت
Solute

* المحلول ← إضافة solute يؤثر على الضغط البخاري ← درجة الغليان تزداد
$B.p$ تقل

Arrange the following in order of increasing boiling point (تصاعدي) (الأخفض للأكبر)
الأعلى ← درجة الغليان

1) 1m of aqueous soln of NaCl , $C_6H_{12}O_6$, $CaBr_2$, $C_{11}H_{22}O_{11}$
molal — solvent = H_2O
i = 2 , 1 , 3 , 1

$\Delta T_b = K_b \times m \times i$ ← كلما زاد i زاد ΔT_b

$C_6H_{12}O_6 = C_{11}H_{22}O_{11} < NaCl < CaBr_2$

لو سألني بالعكس ← $V.P$ / $F.p$

2) 1m NaCl , 3m $C_6H_{12}O_6$, 1.1m Na_2SO_4 , 0.6m $FeCl_3$
i = 2 , 1 , 3.3 , 2.4

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

$NaCl < FeCl_3 < C_6H_{12}O_6 < Na_2SO_4$

لو سألني عن $B.p$ أو $F.p$ بالعكس

3) 1m of C_6H_{10} in نفس المذيب بتركيز

Solvent A , Solvent B , Solvent C
K_b = 20 , K_b = 4 , K_b = 8.5

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

$B < C < A$

لو كان $B.p$ لازم يعطي قيمة K_e لأنه تختلف عما في الأعلى
(Ke تختلف عن Kb) هون قارن من حيث $B.p$

* التركيز يؤثر على $B.p$ العكس

Scanned with CamScanner

Calculate freezing point of antifreezing ($C_2H_6O_2$) m.m = 62.07 g/mole made up of 100 g $C_2H_6O_2$ and 100 ml H_2O (m.m = 18 g/mole)

$K_f\ H_2O = 1.86\ ^\circ C/m$

$K_b\ H_2O = 0.51\ ^\circ C/m$

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

$1.86 \frac{^\circ C}{m} \times 16.11 m$

$= 29.986^\circ C$

$\simeq 30^\circ C$

$m = \frac{\text{mole solute}}{\text{mass solvent (Kg)}}$

$n_{solute} = \frac{mass}{m.m} = \frac{100}{62.07}$

1.611 mole

$d = \frac{m}{v}$

$m = 1 \times 100 = 100 g$

$= \frac{100}{1000} =$

0.1 Kg

$m = \frac{1.611}{0.1} = 16.11$

$\Delta T_e = f_{solvent} - f_{soln}$

$F_{soln} = f_{solvent} - \Delta T_e$

$0 - 30 = -30^\circ C$

$T_{b\ soln} = T_{b\ solvent} \oplus \Delta T_b$ (elevation زيادة)

$T_{f\ soln} = T_{f\ solvent} \ominus \Delta T_f$ (depression نقصان)

100 + ⬭

0 − ⬭

non electrolyte organice (i=1) غير موصل عضوية

ΔT in C or K is the Same => no need to convert units.

100 − 110 ° ΔT = 10°C

373 383

ΔT = 10 K

بالتالي بفرق ΔT سواء كانت بال K أو C بتختلف.

كمان ارتفعت درجة الغليان

100 − 110 °C calculate K_b in K/m and C/m

$K_b = \frac{\Delta T_b}{m} = \frac{10}{1}\ K$

$\frac{10}{1}\ ^\circ C$

الوحدة اختلفت لكن القيمة تفس

Scanned with CamScanner

C_6H_{12}

i = 1

0.25 g of unknown organic compound is added to 25 g cyclohexane. The f.p of cyclohexane is lowered by 1.6°C. Determine the unknown m.m

K.f cyclohexane = 20.2 K/m

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

$1.6^\circ C = 20.2 \frac{K}{m} \times m$

$m = \frac{1.6^\circ C}{20.2 \frac{^\circ C}{m}} = 0.08\ m$

non electrolyte organic i = 1

$m = \frac{\text{mole solute}}{\text{mass solvent (kg)}}$ ⇒ mole solute $= 0.08 \times \frac{25}{1000}$

mole unknown $= 0.08 \times 0.625$

2×10^{-3}

$M.M = \frac{m}{n} = \frac{0.25}{2 \times 10^{-3}} =$

126 g/mole

Calculate the B.p of a soln made up by mixing 150 g KCl in 200 mL water

i = 2

$K_{f\,H_2O} = 1.86 \frac{^\circ C}{m}$

$K_{b\,H_2O} = 0.51 \frac{^\circ C}{m}$

d = 1

V = 200 g = 0.2 kg

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

$0.51 \frac{^\circ C}{m} \times 9.93\ m \times 2$

$\Delta T_b = 10.1^\circ C$

$T_{b\,soln} = T_{b\,solvent} + \Delta T_b$

$100 + 10.1 = 110.1^\circ C$

$m = \frac{\text{mole KCl}}{\text{kg } H_2O}$

$= \frac{150 g / 75.4 g/m}{0.2\ kg}$

$= 9.93$ mole/kg (m)

Scanned with CamScanner

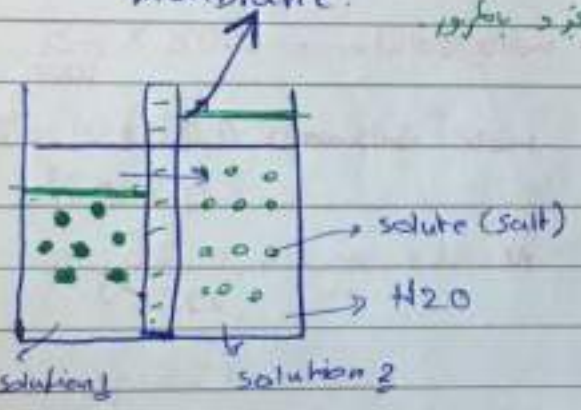
4. Osmosis and Osmotic pressure

↓

Transfer of solvent only from lower concentration solution to a higher concentration solution through semipermeable membrane

الانتقال للماء يكون من المحلول ذو التركيز الأقل الى المحلول ذو التركيز الأعلى عبر غشاء شبه منفذ.

semipermeable membrane ⇐ يسمح لل solvent بالمرور ولا يسمح لل solute (مذاب) بالمرور



الماء لوحدة حجوم متساوي بالحالتين بدون مذاب لكن محلول التركيز مختلف في الاثنين.

التركيز هو نسبة الـ solute الى الـ solvent

Soln 2 conc > soln 1 conc

osmotic pressure 2 > osmotic pressure 1

اذا ما بدنا نخلي التركيز متساوي ننقل الماء من الأعلى

مستوى الماء يزداد بقل التركيز

مستوى الماء يقل بزداد التركيز

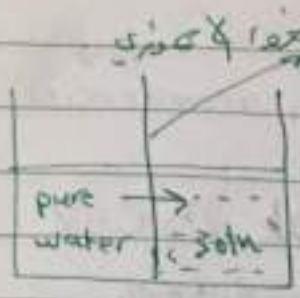
طول فترة بقاء الماء بتقل الفرق في الضغط الاسموزي

* solute ← ما بتغير تركيزه
* solvent ← هو اللي تركيزه بتغير

** كلما زاد التركيز للمادة زاد الضغط الاسموزي **

هل هو ممكن يحتفي بالـ 15 بالوعاء المعين ؟ لا يمكن لانه بتنقل من الأقل للأعلى.

اذا اذا كان الضغط الخارجي أكبر من الضغط الاسموزي بتنقل بالعكس



$$\text{Molarity} = \frac{\text{mole solute}}{\text{Volume soln}} \quad \frac{\text{mole}}{L} = M$$

$\Pi \propto$ solute concentration

Molarity (M

$\Pi \propto M$

$\Pi = K \cdot M$

$\Pi = R \cdot M \cdot T$

R = universal gas constant

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

$\Pi = M R T \cdot i$

atm — $\frac{mole}{L}$ — $\frac{L \cdot atm}{mole \cdot K}$ — K

$M = \frac{n}{V} \Rightarrow \Pi = \frac{n}{V} RT \cdot i$

$$\Pi V = nRT \cdot i$$

* isotonic : Salt conc outside cells = salt conc inside cells
* Hypotonic : salt conc outside cell < salt conc inside cells.
  cell will swell an burst
* Hypertonic : salt conc outside cell > salt conc inside cell
  cell will shrinks and die

Scanned with CamScanner

Eye drops must be isotonic to human eye. a commercial eye drop soln is 0.327 M.
what is human eye osmotic pressure at 25°C ?

$$\Pi_{\text{human eye}} = \Pi_{\text{eye drop}} = iMRT$$

$$= 1 \times 0.327 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0.0821 \frac{\text{atm L}}{\text{mole K}} \times 298\,\text{K}$$

$$= 8.0\ \text{atm}$$

The osmotic pressure of a protein is 1.54 torr at 25°C Calculate the protein m.m if 3.5 mg of the protein was added to water to make 5.0mL soln. $M.M = \frac{m}{n}$

$$\Pi V = inRT$$

$$\frac{1.54}{760}\,\text{atm} \times 5 \times 10^{-3}\,\text{L} = 1 \times n \times 0.0821 \frac{\text{atm L}}{\text{mole K}} \times 298\,\text{K}$$

$$n = \frac{(1.54/760)\,(5 \times 10^{-3})}{0.0821 \times 298\ \frac{\text{L}}{\text{mole}}} = 4.14 \times 10^{-7}\ \text{mole}$$

$$M.M = \frac{m}{n} = \frac{3.5 \times 10^{-3}\,\text{g}}{4.14 \times 10^{-7}\,\text{mol}} = 8.45 \times 10^{3}\ \text{g/mol}$$

8450 g/mole.

Scanned with CamScanner

Ch14 Chemical Equilibrium (eq) (eqm)

الاتزان — تفاعلات

$H_2O_{(l)} \overset{100^\circ C}{\rightleftharpoons} H_2O_{(g)}$

حالة الاتزان

Physical change.

$H_2O_{(g)} \overset{0^\circ C}{\rightleftharpoons} H_2O_{(l)}$

حالة اتزان

↓

التوزيع بين الطورين

Chemical Rxn

$A + B \rightleftharpoons C + D$

$A \rightleftharpoons B + C$

يمكن تركيز المتفاعلات والنواتج الكيميائية في حالة الاتزان

* الاتزان : سرعة التفاعل الامامي = سرعة التفاعل العكسي / ثبات التراكيز

↓

ليس شرط ثبات المقادير التراكيز

(2) $NO_{2(g)}$ ⟵ (1) $N_2O_{4(g)}$

سريع — ابطأ

$[NO_2]_i > 0$ — $[N_2O_4]_i = 0$

i = initial ابتدائي

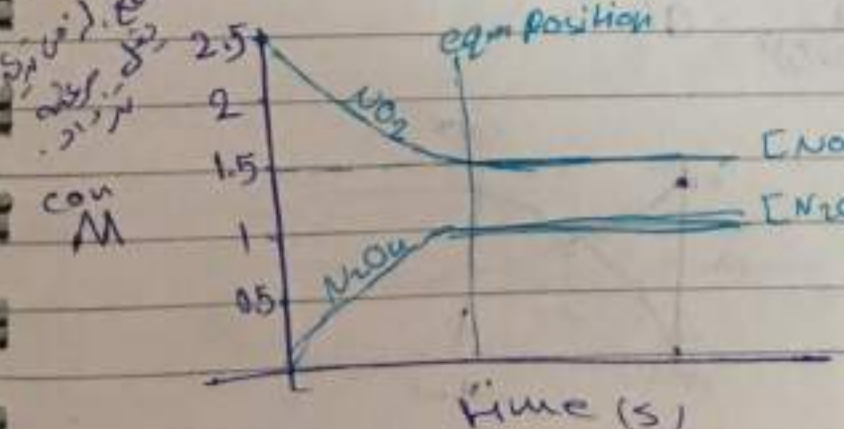
f = final

يتفاعل امامي

[A] : Concentration of A

وحدة التركيز M مولاري

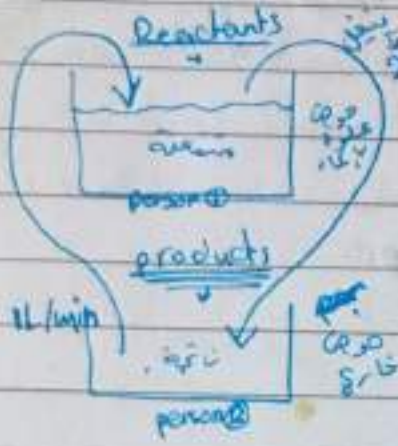
concentration change with time.



at equilibrium No change in Conc with time

ثبات التراكيز

Scanned with CamScanner



Reactants ⇌ products

مع مرور الزمن رح يزداد 2 بمقدار 1L/min

* لانو لا تنشئ كمية اكبر بعد فترة رح يبطل ينتج، ينقل 2L في جهة ينقل 1L

* عند الاتزان التفاعل مستمر لكن توقف

* عند الاتزان لا يعني ان كمية المواد تظل هيك السنة تنتهي لكن الكمية بتختلف من البداية لين بداية.

Concentration at eqm might change but [product]/[Reactant] is the same.

التراكيز تتغير لكن النسبة تظل

stoichiometric amount (coefficient) وهي الأرقام قدام

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

a, b, c, d ثوابت

equ constant ثابت الاتزان

equ constant K_{eq} or K_c

$$K_{eq} \text{ or } K_c = \frac{[C]^c_{eq}[D]^d_{eq}}{[A]^a_{eq}[B]^b_{eq}}$$

in terms of concentration بدلالة التراكيز

تراكيز النواتج على تراكيز المتفاعلات مرفوعة كل واحد لقوة معامله عند الاتزان

$$2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$$ عند درجة حرارة معينة

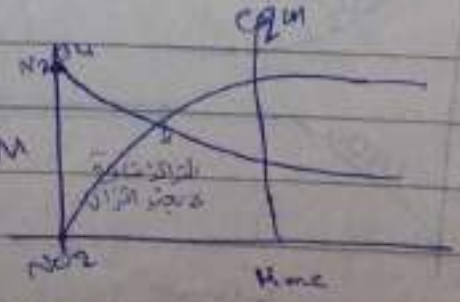
$$K_c = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2} = \frac{1}{(1.5)^2} = 0.4$$

$$2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$$

$[NO_2]_i = 0$ $[N_2O_4]_i > 0$

اخذ التفاعل معكوس وقيمة الثابت

$$K_c = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2} = \frac{1}{0.4}$$



الفكرة انو الـ K هو نفس الشي في المثال السابق (الكسر عكس)

Scanned with CamScanner

$$aA_{(g)} + bB_{(g)} \rightleftharpoons cC_{(g)} + dD_{(g)}$$

ثابت الاتزان K_{eq} or $K_c = \dfrac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$

بدلالة التراكيز

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

بدلالة الضغوط

use only for gases in terms of pressure

$pV = nRT$

$p = \dfrac{nRT}{V}$ $\quad M = \dfrac{n}{V}$

$p = MRT$

M = التركيز concentration

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

$$K_p = K_c(RT)^{(c+d)-(a+b)}$$

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

$\Delta n = n_p - n_i$

$n_{products} - n_{reactant}$

only for gases

إذا أعطت K_c وطلبت K_p أو العكس

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

$\Delta n = \sum n_p - \sum n_R$

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

$K_c = \dfrac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2} = 0.4$ at $0^\circ C$

$\Delta n = 1 - 2$

$\Delta n = -1$

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

$0.4 \times (RT)^{-1} = \dfrac{0.4}{0.0821 \times 283\,K} = ?$

$K_p = \dfrac{P(N_2O_4)}{(P_{NO_2})^2}$

Scanned with CamScanner

مثال $1\,CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons 1\,CaO_{(s)} + 1\,CO_{2(g)}$

$K_p = 0.236$ at $800^\circ C$

Calculate K_c ؟

فقط للغازات

$\Delta n = (1+0) - 0$

$= 1$

$K_c = \frac{K_p}{(RT)^{\Delta n}} = \frac{0.236}{(0.0821 \times 1073)^1}$

$= \boxed{\quad}$

لاحظ $K_p = (P_{CO_2})^1$

لأنه فقط للغازات

اذا كانت المادة صلب او سائل لا يدخل عدد مولاتها

لحظ $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$

لحظ K_c لأنه

$K_c = \frac{[CO_2][CaO_{(s)}]}{[CaCO_3]_{(s)}} \Rightarrow K_c = [CO_2]$

* K depends on temperature only not on concentration.

وهذه لأن K عند درجة حرارة ثابتة

مثال For $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$

if $P_{CO_2} = 0.23$ atm at $800^\circ C$

calculat K_c and $[CO_2]$

الحل

$K_p = P_{CO_2} = 0.23$

$K_c = \frac{K_p}{(RT)^{\Delta n}}$ $\Delta n = 1$

$K_c = \frac{0.23}{0.0821 \times 1073} = 0.0028$

$K_c = [CO_2] = 0.0028$

$P = MRT$

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

Scanned with CamScanner

مثال

* عند قلب المعادلة 1 بعد ما فإن Kc تتغير كـ :-

1) $CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_3OH_{(g)}$

$K_{c_1} = 10$ at 20°C ← $K_{c_1} = \frac{[CH_3OH]}{[CO][H_2]^2}$

2) $3CO_{(g)} + 6H_2 \rightleftharpoons 3CH_3OH$

K_{c_2} ?? $K_{c_2} = (K_{c_1})^3 = (10)^3 = 1000$ ← $K_{c_2} = \frac{[CH_3OH]^3}{[CO]^3[H_2]^6}$

3) $\frac{1}{2}CO_{(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons \frac{1}{2}CH_3OH_{(g)}$

K_{c_3} ??

$K_{c_3} = (K_{c_1})^{\frac{1}{2}} = 10^{\frac{1}{2}} = \sqrt{10}$ ← $K_{c_3} = \frac{[CH_3OH]^{\frac{1}{2}}}{[CO]^{\frac{1}{2}}[H_2]}$

4) $CH_3OH_{(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + 2H_{2(g)}$

K_{c_4} ?? $K_{c_4} = \frac{1}{K_{c_1}} = \frac{1}{10} = 0.1$

$K_{c_4} = \frac{[CO][H_2]^2}{[CH_3OH]}$

* pure solid (s) and pure liquids (L) are not included in the Kc or Keq term ⇒ because concentration doesn't change during Rxn.

* Kc or Keq only included gases (g) and aqueos solution (aq)

* Kp only included gases (g)

H_2O V = 100 ml m = 100 g

$n = \frac{m}{mr}$

$M = \frac{n}{V(L)} = \frac{100/18}{0.1} = \frac{1000}{18}$ M

$\frac{100}{1000} = 0.1L$

H_2O V = 25 mL m = 25

$M = \frac{25/18}{25/1000} = \frac{1000}{18}$ M

Scanned with CamScanner

مثال

Find Kc for $4CH_3OH_{(g)} \rightleftharpoons 4CO + 8H_{2(g)}$

مثال
الطريقة
$K_c = 10$

Kc: ؟

$K_c = \frac{1}{(K_c)^4} = \frac{1}{(10)^4} = \frac{1}{10000} = 0.0001$

Qc → ثابت

Reaction Quotient and Eqm Direction

before eqm

قبل الاتزان

$Q_c = \frac{[Product]_i}{[Reactant]_i}$ → initially بالبداية (before eqm)

$K_c = \frac{[product]_{eqm}}{[Reactant]_{eqm}}$ → عند الاتزان

$Q_p = \frac{(P_{product})_i}{(P_{reactant})_i}$

predict eqm direction

* اذا اردنا ان نعرف اذا حالة اتزان بحيث يكون في التفاعل من كل المواد المتفاعلة والناتجة.

[1] $CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_3OH_{(g)}$

$[CO]_i = 0.1M$, $[H_2]_i = 1M$, $[CH_3OH]_i = 0$

لـ معرفة اذا هذه المادة يجب ان يكون تركيزها قوته المقام فاقل

الحل eqm direction ⟶ الحل

[2] $[CO]_i = 0.1M$, $[H_2]_i = 0$, $[CH_3OH]_i = 0.05M$

eqm direction ⟵

[3] $[CO]_i = 0$, $[H_2] = 0.15$, $[CH_3OH]_i = 0.1$

eqm direction ⟵

Scanned with CamScanner

يزيد ← ينقص

4) $[CO]_i = 0.1M$, $[H_2]_i = 1M$, $[CH_3OH]_i = 0.2M$

← هنا x نقدم هذا التفاعل وقرينة ام لا ينقص ذلك من خلال استخدام الـ Kc,

Qc وقارنتها بعضها.

$L \rightarrow R$
$R \rightarrow P$ ← يمشي الاتزان اماعي ← $Kc > Qc$ اذا كانت

$L \leftarrow R$
$R \leftarrow P$ ← يمشي الاتزان ← $Kc < Qc$ اما

Kc في درجة الحرارة ثابتة = 10

$Qc = \frac{[CH_3OH]_i}{[CO]_i [H_2]_i^2} = \frac{0.2}{0.1 \times 1^2} = 2$ not at equ

البسط [product] المقام [reactant] وبما ان Kc يزيد لكي تزيد $Kc > Qc$

$R \rightarrow P$ فيمشي التفاعل اماعي لصنع الـ product

left ← (L) ⟶ (R) Right يمين

reactant (R) ⟶ (P) product

if $Kc > Qc$

$L \leftarrow R$
$R \leftarrow P$ ← if $Kc < Qc$

5) $[CO]_i = 0.01$, $[H_2]_i = 1$ $[CH_3OH]_i = 0.5$ $Kc = 10$

$Qc = \frac{[CH_3OH]_i}{[CO]_i [H_2]_i^2} = \frac{0.50}{0.01 \times 1^2} = 50$

$Kc < Qc$
10 50

to reach equ arr decrease → product decrease. direction ←

6) $[CO]_i = 0.05M$ $[H_2]_i = 1M$ $[CH_3OH]_i = 0.5M$ $Kc = 10$

$Qc = \frac{0.50}{0.05 \times 1^2} = 10$ $Kc = Qc$ no change in conc.

Scanned with CamScanner

* تتفاعل المواد المتفاعلة لتكوين المواد الناتجة
* تتفاعل الـ Product حتى تتكون الـ Reactant
* تتفاعل الـ Reactant حتى تتكون الـ Product
* إذا كان Qc < Kc يتجه التفاعل نحو اليمين

Calculation of Eqm Conc and Eqm Constant

حساب تراكيز الاتزان وثابت الاتزان

$$K_c = \frac{[Product]_{eq}}{[Reactant]_{eq}}$$

using ICE Table

Q/ 1 mole of H_2 mixed with 1 mole I_2 in 2L container and 430°C let to react according to

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

if Kc at 430 °C is 54.3 calculat all conc at eqm

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

$$M_{H_2} = \frac{n}{V} = \frac{1}{2} = 0.5\ M$$

$$M_{I_2} = \frac{n}{V} = \frac{1}{2} = 0.5\ M$$

ICE

	H_2	+ I_2	⇌ 2HI
Initial conc	0.5M	0.5M	0
Change Direction	-X	-X	+2X
Eqm conc	0.5-X	0.5-X	2X

L → R
R → P
No(HI)

نعوض عن التراكيز لكن بدلالة المجهول ثم نوجد Kc

$$K_c = \frac{[HI]^2_{eq}}{[I_2]_{eq}[H_2]_{eq}} \Rightarrow 54.3 = \frac{(2x)^2}{(0.5-x)^2}$$

$$\sqrt{54.3} = \frac{2x}{0.5-x}$$

$$7.37 \times \frac{2x}{0.5-x}$$

$$3.69 - 7.37x = 2x$$

$$3.69 = 2x + 7.37x$$

$$9.37x = 3.69$$

$$x = 0.393\ M$$

$[H_2]_{eq} = 0.5 - 0.393 = 0.11\ M$

$[I_2]_{eq} = 0.5 - 0.393 = 0.11\ M$

$[HI]_{eq} = 2 \times 0.393 = 0.78\ M$

(5) if 0.00623 M H_2, 0.00414 M I_2 and 0.0224 M HI are mixed in 2L container at 430°C and let to react according

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

If Kc at 430°C is 54.3 calculat all conc at eqm.

	H_2	+ I_2	$\rightleftharpoons$ 2HI
Initial conc	0.00623	0.00414	0.0224
R↔P / Qc<Kc Change Direction	−X	−X	+2X
Eqm conc	0.00623−X	0.00414X	0.224+2X

(X) المراكيز المجهولة بدلالة

X اذا ادى الى Qc يصبح اكبر من Kc

① $Q_c = \frac{[HI]_i^2}{[H_2]_i[I_2]_i} \Rightarrow \frac{(0.0224)^2}{(0.00623)(0.00414)}$

$= 19.5 < K_c\ (54.3)$

نجعل النظام يتجه نحو اليمين

$K_c = \frac{[HI]^2_{eq}}{[I_2]_{eq}[H_2]_{eq}} \Rightarrow \frac{(0.0224+2x)^2}{(0.00623-x)(0.00414-x)} = 54.3$

$50.3x^2 - 0.654x + 8.92 \times 10^{-4} = 0$

$a\,x^2 - b\,x + c$

→

Scanned with CamScanner

$$X = \frac{-b \mp \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$X = 0.0114$ or $X = 0.00156$

$X < [I_2]_i$

$[H_2]_{eq} = 0.00467\ M$

$[I_2]_{eq} = 0.00258\ M$

$[HI]_{eq} = 0.0255\ M.$

① صيغ وتيرة موجبة
تهمل كانوجت سلبي وتعمل
على أنها عكس التفاعل

② هيالين وموجب
تضيف x إلى تركيزاتها

③ التي هي جهات ← (باعتبار أن
هي أقل وسط) عكس ما يقيد الحد
أكثر هي التي

← والتي هي x إلى ... على الجهة

② if 0.4 M H_2 and 0.5 M I_2 and 1 M HI are mixed in 2L container and let to react according to.

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

if HI conc at eqm is 0.7 M calculate eqm constant.

	H_2	I_2	$\rightleftharpoons 2HI$
Initial conc	0.4 M	0.5 M	1 M
Change Direction (R → P, HI is increasing)	+X	+X	−2X
Eqm Conc	0.4+x	0.5+x	0.7 M

$1 - 2X = 0.7$

$2X = 0.3$

$X = 0.15\ M$

$[H_2]_{eq} = 0.55\ M \quad [I_2]_{eq} = 0.65\ M$

$$K_c = \frac{[HI]_{eq}^2}{[H_2]_{eq}[I_2]_{eq}} = \frac{(0.7)^2}{(0.55)(0.65)} = 1.37$$

Scanned with CamScanner

CH15

Acids and bases

Bronstead - Lowery Acid : a substance that donates proton(H^+)

" " Base : " " accept " "

Arrhenius Acide : produced (H^+) proton

" Base : produced (OH^-) hydroxide ion

مثال

$$HF_{(aq)} + H_2O \rightleftharpoons F^- + H_3O^+$$

HF: Acide — H_2O: Base — F^-: conjugate Base — H_3O^+: conjugate Acid (hydronium ion)

$HF_{(aq)} \rightarrow H^+ + F^-$ (proton)

$H^+ + H_2O \rightarrow H_3O^+$

* المادة الحمضية القاعدية تكون من طرفين

المادة الحمضية ← الطرف الحمضي الأقوى من المتفاعلات

" القاعدية ← " " " "

إذا زال الجزء القاعدي فهو الحمض وإذا أضيف فهو القاعدة

فقد H^+ متفاعل الحمض يصبح قاعدة

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

NH_3: Base — H_2O: Acid — NH_4^+: conjugate Acide — OH^-: conjugat Base

H_2O في هذا التفاعل قاعدة

يطلق عليها تركيب أرهينيوس وبرونشتد لوري: Bronstead Base / Arrhenius

لتكون حمض أو قاعدة لابد أن يكون أيون الهيدروجين أو أيون الهيدروكسيد.

* H_2O → amphoteric or amphoprotic substance

→ act as acid or base.

Acid or Base Rxn with water

Ionization Rxn إذا لم يكن / dissociation Rxn

إذا تفكك لأيونات أو لأحد أيوناته

زوايد الهيدروجين.

$H_2CO_3 \xrightarrow{+H^+} HCO_3^- \xrightarrow{-H^+} CO_3^{-2} + H^+$

amphoteric

CO_3^{-2} Base دائماً

إذا كان الأيون يأخذ H فهو يتصرف كـ Base أو كقاعدة.

HCO_3^- عادةً تتصرف كـ Base

تتصرف كقاعدة ← CO_2 + جزيء ماء

إذا وجد حامض قاعدة تتصرف كحمض.

التأين الذاتي للماء Self ionization of water

Basic part — Acidic part

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

Acid — Base — conjugate Base — conjugate Acid.

$K_w = [OH^-][H_3O^+] = 1 \times 10^{-14}$ (water)

$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]}$ / $[OH^-] = \frac{K_w}{[H_3O^+]}$

إذا عرفت $[H_3O^+]$ يمكن إيجاد $[OH^-]$

إذا عرفت $[OH^-]$ يمكن إيجاد $[H_3O^+]$

الماء ليس موصل جيد للكهرباء

neutral water	Acidic water	Basic water
[Acidic part] = [Basic part]	$[H_3O^+] > [OH^-]$	$[OH^-] > [H_3O^+]$
$[H_3O^+] = [OH^-] = x$	$[H_3O^+] > 1 \times 10^{-7} M$	$[OH^-] > 1 \times 10^{-7} M$
$[H_3O^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$	$pH < 7$	$pH > 7$
$x^2 = 10^{-14}$		
$[H_3O^+] = [OH^-] = x = 1 \times 10^{-7} M$		
$pH = pOH = 7$		

$pH = -\log 10^{-7}$

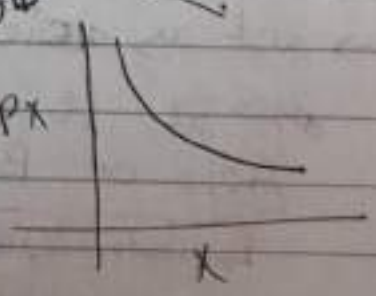
P Function

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

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

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

تناقص لوغاريتمي



Scanned with CamScanner

p ($K_w = [H_3O^+][OH^-]$)

$-\log K_w = (-\log [H_3O^+]) + (-\log [OH^-])$

$14 = pH + pOH$

لإيجاد تراكيز $[OH^-]$ أو $[H_3O^+]$ نستخدم

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

$pH + pOH = 14$

مثال

The concentration of H^+ in acid is 0.023 M
Calculate pH , pOH , Calculat $[OH^-]$

الحل

a) $pH = -\log [H^+] = -\log 0.023 = 1.6$

حمضي $pH < 7$

b) $14 = pH + pOH \rightarrow pOH = 14 - 1.6 = 12.4$

c) $[OH^-] = \frac{K_w}{[H_3O^+]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{0.023} = 4.3 \times 10^{-13}$

$pH < pOH$ اذا

$[H^+] > [OH^-]$ حيث $pH < 7$

مثال

If the pH of an acid is 3.2 Calculat $[H^+]$ and $[OH^-]$ acidic or Basic soln??

الحل

$pH = -\log [H^+] \rightarrow [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-3.2} = 6.3 \times 10^{-4}$

$[OH^-] = \frac{K_w}{[H_3O^+]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{6.3 \times 10^{-4}} = 0.15 \times 10^{-10}$

اذا $pH < 7$ حمضي

Scanned with CamScanner

Strong Acids / bases and weak acid / Bases.

Strong → complete dissociation or ionization تفكك أو تأين كلي
weak → incomplete تفكك جزئي

S = Strong
W = weak
A = acid
B = Base

قاعدة قوية $HCl_{aq} + H_2O \xrightarrow{S.A} H_3O^+ + Cl^-$

2M → 2M 2M

100% ionization or dissociation

قاعدة قوية $NaOH + H_2O \xrightarrow{S.B} Na^+ + OH^-$

1.5M → 1.5M 1.5M

حمض ضعيف $HF_{aq} + H_2O_{(l)} \overset{W.A}{\rightleftharpoons} H_3O^+_{(aq)} + F^-_{(aq)}$

2M → 0.1M 0.1M

$\frac{0.1}{2} = 5\%$ ionized

95% doesn't dissociate

S.A

HCl
HBr
HNO_3
HI
$HClO_4$
H_2SO_4 ($H^+ + HSO_4^-$) حمض قوي A.S
$HClO_3$

الأحماض التي غير هم بالجدول ضعيفة.

S.B

NaOH
KOH
LiOH
$Ca(OH)_2$
$Ba(OH)_2$
$Sr(OH)_2$

CsOH
RbOH
عناصر المجموعة 1

$Mg(OH)_2$
عناصر المجموعة 2

تتأين القوية تفكك بالكامل اي ايونات موجبة وسالبة

الهيدروكسيدات الأحادية

pH Calculation

ط ب pH بهي تركيز الايونات فالمحلول تركيز ملح.

to calculat pH ⇒ need to Know $[H^+]$ or $[H_3O^+]$ or $[OH^-]$

تركيز يحتاج عشان نقدر نطلع تركيز بالمواد.

1 S.A and S.B

For S.A $[H^+]/[H_3O^+] = [S.A]$ (تركيز الحمض = تركيز H^+)

مثال $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$ → تتفكك بالكامل

3M → 3M 3M

For S.B $[OH^-] = [S.B]$ ① قاعدة

مثال $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$

0.5M → 0.5M 0.5M

For S.B $[OH^-] = 2[S.B]$ ② عن هيدروكسيد

مثال $Ca(OH)_2 \rightarrow Ca^{+2} + 2OH^-$

1.5M → 1.5M 3M

لما يطلب سؤال ويطلب pH أول اشي نحدد ① طبيعة المادة ② قوتها

حمض / قاعدة → قوي / ضعيف

Ex) calculat pH of 0.0015M HNO_3 (حمض قوي)

$[H_3O^+] = [HNO_3] = 0.0015$

$pH = -\log 0.0015$ (الآلة)

$= 2.82$ (رقمين بعد الفاصلة)

Ex) Calculate the pH of 1.3×10^{-4} M $Ba(OH)_2$ Soln.

$[OH^-] = 2 \times [Ba(OH)_2]$

$2 \times 1.3 \times 10^{-4} = 2.6 \times 10^{-4}$ M

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

$= -\log 2.6 \times 10^{-4}$

$= 3.58$

$pH = 14 - pOH$ (قاعدة)

$14 - 3.58 = 10.42$

Scanned with CamScanner

④ $pH = -\log[H^+]$ طريقة تركيز الهيدروجين

$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{2.6\times10^{-4}} = 3.8\times10^{-11}$

$pH = -\log[H^+]$
$= -\log 3.8\times10^{-11} = 10.42$

⑤ if the pH of a substance is 9.2 calculate OH^- concentration

$pOH = 14 - pH$
$14 - 9.2 = 4.8$

$[OH^-] = 10^{-pOH}$
$10^{-4.8} = 1.58\times10^{-5}\ M$

OR

$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-9.2} = 6.3\times10^{-10}$

$[OH^-] = \frac{K_w}{[H^+]} = \frac{10^{-14}}{6.3\times10^{-10}} = 1.58\times10^{-5}$

[2] W.A and W.B

W.A $HA_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons A^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$

0.5 −x | 0 +x | 0 +x

to calculate pH ⇒ need to calculate $[H_3O^+]$ at equ

$K_A = \frac{[H_3O^+][A^-]_{equ}}{[HA]_{equ}}$ ← calculate using K_a and ICE table

$[H_3O^+]$ ← Acid

W.B $B_{aq} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HB^+_{aq} + OH^-_{(aq)}$

to calculate pH ⇒ need to calculate $[OH^-]$ at equ using K_b and ICE table

$K_B = \frac{[OH^-][HB^+]}{[B]}$

K_B ← Base

2. Find pOH
3. Find $pH = 14 - pOH$

بنتبع الخطوات بالسؤال

Scanned with CamScanner

Types of acids

① Binary Acids

HA تتكون من proton H^+ + negative ion.

Ex) HCl , HNO_3 , HC , HNO_2

$H^+ Cl^-$ $H^+ NO_3^-$ $H^+ C^-$ $H^+ NO_2^-$

② organic Acids (carboxylic acids)

$R-CO_2H$ or $R-COOH$ proton H^+

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

[redacted]

2) $CH_3CH(CH_2CH_3)CH_2-COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3CH(CH_2CH_3)CH_2-COO^- + H_3O^+$

3) $HCOOH + H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + H_3O^+$

Types of Bases

① Binary Bases

$M(OH)_n$

metal or positive ion $+ OH^-$

ex) $NaOH$ / $Be(OH)_2$ / $Al(OH)_3$ / NH_4OH

Be^{+2} $2OH^-$

② organic Bases (Amines)

NH_3 CH_3NH_2 NH_3

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

$CH_3CH_2NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3CH_2NH_3^+ + OH^-$

$(CH_3)_2NH + H_2O \rightleftharpoons (CH_3)_2NH_2^+ + OH^-$

Scanned with CamScanner

• pH تعتمد على تركيز الأيونات الناتجة.

محاضرة ٢٢

• ملاحظة: جميع الأحماض القوية أحماض قوية ولكن ليس كل الأحماض القوية أحماض قوية.

حمض ضعيف أو تفكك ضعيف

* Calculat the pH of 0.036 M HNO_2 soln

$K_a (HNO_2) = 4.5 \times 10^{-4}$

W.A

need to determine $[H_3O^+]$ at eq

• أول خطوة يجد إذا الحمض أو القاعدة قوي أو ضعيف.

• الحمض يفصل معادلة تفكك بالطريقة الجدول ICE table.

$$HNO_{2(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NO_2^- + H_3O^+$$

	HNO_2		NO_2^-	H_3O^+
I	0.036	-	0	0
C	-X		+X	+X
E	0.036-X		X	X

X يمكن ان تهمل وتلغى

X can be neglected if its less than 5% of the initial con (subtracted value)

قيمة مطروحة

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

$$4.5\times10^{-4} = \frac{X^2}{0.036-X}$$

لو تبدي الطريق ← neglect X

$$X = \sqrt{0.036 \times 4.5\times10^{-4}}$$

$$X = 4\times10^{-3} M$$

is $X \leq 5\%$ of 0.036

$$\frac{4\times10^{-3}}{0.036} \times 100\% = 11\%$$

إذاً لا تهمل

Have to solve quadretic equation.

حل المعادلة التربيعية

can NOT neglect X

$$X^2 + 4.5\times10^{-4}X + 1.62\times10^{-5} = 0$$

$X = 3.8\times10^{-3}$ or $X = -4.3\times10^{-2}$ تهمل

تهمل إذا قيمتها أقل من 5% من القيمة التي أخذت منها

$$X = [H_3O^+]_{eq} = 3.8\times10^{-3}$$

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

$$= -\log 3.8\times10^{-3}$$

$$= 2.42$$

تعويض في قانون الـ pH

تظل أقل من 7 وحمضية

Scanned with CamScanner

to predict of X is ~~negligible~~ negligible
(i.e less than 5%.)

for acids → $\frac{\sqrt{Ka\,[HA]_i}}{[HA]_i} \times 100\%$

for bases → $\frac{\sqrt{Kb\,[B]_i}}{[B]_i} \times 100\%$ ، X مهملة

اذا كانت اقل من 5% تهمل
اما اذا اكبر فانه نحل
معادلة التربيعية

if X is negligible

$[H_3O^+] = X = \sqrt{Ka\,[HA]_i}$ → for acid

$[OH^-] = X = \sqrt{Kb\,[B]_i}$ → for Bases.

اذا كانت قيمة X مهملة
هيك نحل
كطوق

* calculation pH of 0.4 M NH_3 soln. $Kb\,NH_3 = 1.8 \times 10^{-5}$

NH_3 ضعيف

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

I	0.4M	0	0
C	-X	+X	+X
E	0.4-X ≈ 0.4	X	X

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

$1.8 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{0.4 - X \approx 0.4}$

$X = \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.4}$

$X = 2.7 \times 10^{-3} M$

$X = [OH^-]_{eq} = 2.7 \times 10^{-3}$

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

$pOH = -\log 2.7 \times 10^{-3}$

$pOH = 2.57$

$pH = 14 - 2.57 = 11.43$.

لاحظ نعوض السؤال مباشرة قبل اكمل حسابات
اعرض شوطا البيوض بالسؤال.

الحل

$\% = \frac{\sqrt{Kb\,[B]_i}}{[B]_i} \times 100\%$

$\% = \frac{\sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.4}}{0.4} \times 100$

$= 0.68\%$ neglect

اقل من 5% اذا تهمل

Scanned with CamScanner

$-\log[H_3O^+]$

* Calculat pH of 1M HNO_2 , $Ka\ HNO_2 = 4.5\times10^{-5}$

$$\% = \frac{\sqrt{Ka[HNO_2]_i}}{[HNO_2]_i}\times100\% = \frac{\sqrt{4.5\times10^{-5}\times1}}{1}\times100\% = 2\%$$

$$X = \sqrt{Ka[HNO_2]_i} = [H_3O^+]$$

$$= \sqrt{4.5\times10^{-4}\times1}$$

$$2.1\times10^{-2}\ M$$

$$pH = -\log 2.1\times10^{-2}$$

$$pH = 1.6$$

ملاحظة

$[OH^-]$ مرتبطة وقاعدة و Kb مرتبطة مع pOH و

$[H_3O^+]$ مرتبطة مع الحمض و Ka مرتبطة مع pH و

* The pH of 0.1M HCOOH is 2.39 calculate Ka of HCOOH

① $pH = -\log[H_3O^+]$

$[H_3O^+] = 10^{-2.39} = 4.1\times10^{-3}\ M = X$

② $HCOOH + H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + H_3O^+$

	HCOOH	H_2O	$HCOO^-$	H_3O^+
I	0.1M	-	0	0
C	$-X$		$+X$	$+X$
E	$0.1-X$		X	$X \rightarrow 4.1\times10^{-3}$

③ $Ka = \frac{[H_3O^+][HCOO^-]}{[HCOOH]} = \frac{X^2}{0.1-X} = \frac{(4.1\times10^{-3})^2}{0.1-4.1\times10^{-3}}$

$= 1.8\times10^{-4}$

* The pH of 0.4M NH_3 is 11.43 calculat Kb of NH_3

$pOH = 14 - pH = 14 - 11.43 = 2.57$

$pOH = -\log[OH^-]_{eq}$

$[OH^-]_{eq} = 10^{-pOH} = 10^{-2.57} = 2.7\times10^{-3}\ M$

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

	NH_3	H_2O	NH_4^+	OH^-
I	0.4	-	0	0
C	$-X$		$+X$	$+X$
E	$0.4-X$		X	$X = [OH^-] = 2.7\times10^{-3}$

$$Kb = \frac{X^2}{0.4-X} = \frac{(2.7\times10^{-3})^2}{0.4-2.7\times10^{-3}} = 1.8\times10^{-5}$$

Scanned with CamScanner

Acid - Base properties of salts

الخواص الحمضية والقاعدية للأملاح

$HCl + NaOH \rightarrow H_2O + NaCl_{(aq)}$

HCl: Acid — NaOH: Base

Na^+: conj A of NaOH — Cl^-: conj B of HCl

Acid + Base → water + salt

NaCl → Na^+ (weak acid) + Cl^- (weak base) → NaOH + HCl

as $K_a \uparrow \Rightarrow$ acid strength ↑

as $K_b \uparrow \Rightarrow$ Base strength ↑

- K_a أكبر كلما كان الحمض أقوى.
- H_3O^+ هي القوة الحمضية الناتجة عن تفكك الحمض
- قارنت بين قاعدة حسب K_b • قارنت بين حمضين حسب K_a

$K_a > K_b \Rightarrow$ acidic water — محلول حمضي

$K_b > K_a \Rightarrow$ basic water — محلول قاعدي

* نذكر بـ K_a لمقارنة قوة الحمض

$HF + H_2O \rightleftharpoons F^- + H_3O^+$ (conjugate B, conjugate A) $\rightarrow K_a = \frac{[F^-][H_3O^+]}{[HF]}$

$F^- + H_2O \rightleftharpoons HF + OH^-$ (conjugate A, conjugate B) $\rightarrow K_b = \frac{[HF][OH^-]}{[F^-]}$

الأيونات إلى أيها أقوى

$H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$ → التأين الذاتي للماء

$K_w = [H_3O^+][OH^-] = 10^{-14} = K_a \cdot K_b$

$A + B + C \rightleftharpoons A + BC$

عند وضع الماء لتين لنوع بلتوازن مع بعض لنواتج وضع ثوابت

$K_w = K_a \cdot K_b$

$\frac{[F^-][H_3O^+]}{[HF]} \times \frac{[HF][OH^-]}{[F^-]}$

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

For acid and its conjugate Base $\Rightarrow K_a \cdot K_b = K_w = 10^{-14}$

or a base & its Acid

$K_w = 10^{-14}$ عند درجة حرارة 25°C

$K_{a(HF)} \cdot K_{b(F^-)} = 10^{-14}$

$K_{b(NH_3)} \cdot K_{a(NH_4^+)} = 10^{-14}$

$K_{bHF} \cdot K_{bNH_3} \neq 10^{-14}$ ×

as acid strength ↑ ⇒ conj Base strength ↓

≤ base ≤ ↑ ⇒ ≤ Acid ≤ ↓

NaCl in pH ??

Na^+ conj A — Cl^- conj B

NaOH v.s base — HCl v.s acid

pH = 7

does not react (ionized) in water

does not change water pH

very Stroger acid React with stronger base.

NaOH + HCl

acid + Base → H_2O

A H_2O + B H_2O

Na^+ + A

Cl^- + B H_2O

$H_2O + H_2O$

B A

pH = 7

0.1 M an acid (HA) has K_a of 1×10^{-15} calculate pH

pH = 7

does not react with water

1×10^{-9} M HCl calculate pH

pH ≈ 7

$H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$

$HCl + H_2O \rightleftharpoons Cl^- + H_3O^+$ 10^{-9}

$[H_3O^+]_{total} = 10^{-9} + 10^{-7}$

$\approx 10^{-7}$

0.0000001
0.0000000
≈ 0.0000001

عند إذابة تفاعل مع الماء عدم Ka أو Kb يكون أكبر من 10^{-4}

" " " " " " " " بشرط تركيز الملح > من تركيز الماء ليحدث تفاعل

يحدث تفاعل الملح مع الماء (حمض وقاعدة) ⟸ { التركيز أكبر من 10^{-4} و Ka أو Kb أكبر من 10^{-4}

ولا يحدث تفاعل الملح مع نفسه

NaF

$NaF \rightarrow Na^+ + F^-$

Na+ conj A, F- conj B

F- stronger than water

React with water as base ⇒ Basic water

pH > 7

$F^- + H_2O \rightleftharpoons HF + OH^-$

NaOH strong base

HF weak acid

$NH_4Cl \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$

NH_4^+ conj A, Cl^- conj B

NH_4^+ stronger than water

Cl^- very weak

NH_3 weak base

HCl strong acid

React with water as acid ⇒ acidic water

$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$

pH < 7

$NH_4F \rightarrow NH_4^+ + F^-$

NH_4^+ stronger than water

F^- stronger than water

React with water as base ⇒ Basic water

NH_3 weak base

HF weak acid

React with water as acid ⇒ acidic water

Ka > Kb ⇒ Acidic

Kb > Ka ⇒ Basic

مقارنة Kb, Ka

Ka HF = 7.1×10^{-4}

Kb NH_3 = 1.8×10^{-5}

$Kb_{F^-} = \frac{Kw}{Ka} = \frac{10^{-14}}{7.1 \times 10^{-4}}$

$Ka_{NH_4^+} = \frac{Kw}{Kb}$

$Ka_{NH_4^+} > Kb_{F^-}$

pH < 7 acidic

Scanned with CamScanner

NaCl	NH_4Cl	NaF
pH = 7	pH < 7	pH > 7

مثال: calculat pH of 0.1 M of NaF. $Ka_{HF} = 7.1$

$NaF \rightarrow Na^+ + F^-$

0.1 → 0.1 , 0.1

Na^+: v.w (stronger B than water) → NaOH (strong base)

F^- → HF (w.A)

$F^- + H_2O \rightleftharpoons HF + OH^-$

	F^-		HF	OH^-
I	0.1	-	0	0
C	-X		+X	+X
E	0.1-X		X	X

$K_{b_{F^-}} = \frac{Kw}{Ka_{HF}} = \frac{10^{-14}}{7.1} = 1.4 \times 10^{-11}$

$K_{b_{F^-}} = \frac{[HF][OH^-]}{[F^-]} \Rightarrow 1.4 \times 10^{-11} \approx \frac{X^2}{0.1}$

$X = \sqrt{1.4 \times 10^{-11} \times 0.1} = 1.1 \times 10^{-6}\ M = [OH^-]$

$pOH = -\log[OH^-] = 5.9$

$pH = 14 - 5.9 = 8.1$

مثال: calculate pH of 0.1M NH_4Cl . $K_{b\,NH_3} = 1.8 \times 10^{-5}$

$NH_4Cl \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$

0.1 → 0.1 , 0.1

NH_4^+: stronger A than water → NH_3 (W.B)

Cl^-: v.w → HCl (v.strong A)

$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$

	NH_4^+		NH_3	H_3O^+
I	0.1	-	0	0
C	-X		+X	+X
E	0.1-X		X	X

$K_{a\,NH_4^+} = \frac{K_w}{K_{b\,NH_3}} = \frac{10^{-14}}{1.8\times10^{-5}} = 5.6\times10^{-10}$ (weak base)

$K_{a\,NH_4^+} = \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]}$

$5.6\times10^{-10} = \frac{X^2}{0.1+X}$ ⇒ neglect X → $X = \sqrt{5.6\times10^{-10}\times0.1}$

$= 7.4\times10^{-6} = [H_3O^+]$

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

$= 5.1$

---

* Calculate pH of 0.1 M CaF_2

$K_{a\,HF} = 7.1\times10^{-4}$

$CaF_2 \longrightarrow Ca^{+2} + 2F^-$ → stronger B than water

0.1 M | 0.1 M | 0.2 M

$Ca(OH)_2$ S.B | HF W.A

$F^- + H_2O \rightleftharpoons HF + OH^-$

	F^-		HF	OH^-
I	0.1	-	0	0
C	-X		+X	+X
E	0.1-X (≈0.1)		X	X

$K_{b\,F^-} = \frac{K_w}{K_{a\,HF}} = \frac{10^{-14}}{7.1\times10^{-4}} = 1.4\times10^{-11}$

$K_{b\,F^-} = \frac{[HF][OH^-]}{[F^-]}$

$1.4\times10^{-11} = \frac{X^2}{0.1-X}$ (≈0.1) neglect X

$X = \sqrt{1.4\times10^{-11}\times0.1} = 1.6\times10^{-6}$

$= [OH^-]$

$pOH = -\log[OH^-] = 5.7$

$pH = 14 - pOH = 8.3$

{ محلول NH_4F متعادل }

Scanned with CamScanner

pH حتى حقارر للقوة .

Acid/Base strength depends on % of ionization or Ka , Kb → اللي بيقيس قوة الحمض / Ka / Kb

% of ionization ↑ ⇒ strength ↑

Ka , Kb ↑ ⇒ strength ↑

$$\% \text{ of ionization} = \frac{[H_3O^+]_{eq}}{[HA]_i} \times 100\% \rightarrow \text{for acid}$$

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

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

1.5M 0.1M 0.1M

$$\% \text{ of ionization} = \frac{0.1}{1.5} \times 100\% = 6.6\%$$

$$pH = -\log[H_3O^+]_{eq} = -\log(0.1) = 1$$

$HX + H_2O \rightleftharpoons X^- + H_3O^+$

0.1M 0.02M 0.02M

$$\% \text{ of ionization} = \frac{0.02}{0.1} \times 100\% = 20\%$$

$$pH = -\log 0.02 = 1.6$$

HX أقوى من HA

HX strength > HA strength

Ka HX > Ka HA

لو افترضنا

$Ka = 5 \times 10^{-4}$ → HX

$Ka = 1.5 \times 10^{-6}$ → HA

HA أقل تأين من HX

0.3M HA has % of ionization of 2% calculate Ka.

1) $HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$

	HA	H_2O	A^-	H_3O^+
I	0.3	—	0	0
C	−X		+X	+X
E	0.3−X		X	X

2) % of ionization = $\frac{[H_3O^+]_{eq}}{[HA]_i}$ %

$$\frac{2}{100} = \frac{X}{0.3}$$

$X = 0.006 = 6 \times 10^{-3}$

3) $Ka = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} \Rightarrow Ka = \frac{X^2}{0.3} = \frac{(6 \times 10^{-3})^2}{0.3}$

$= 1.2 \times 10^{-5}$

Scanned with CamScanner

0.3 M B has % of ionization of 2%. Calculat Kb — Calculat PH

$$B + H_2O \rightleftharpoons HB + OH^-$$

	B		HB	OH^-
I	0.3	-	0	0
C	-x		+x	+x
E	0.3-x ≈ 0.3		x	x

% of ionization = $\frac{[OH^-]}{[B]_i} \times 100$

$\frac{2}{100} = \frac{x}{0.3}$

$x = 6 \times 10^{-3} = [OH^-]$

$K_b = \frac{[HB][OH^-]}{[B]} = \frac{x^2}{0.3} = 1.2 \times 10^{-5}$

$pOH = -\log[OH^-] = 2.2$

$pH = 14 - 2.2 = 11.8$

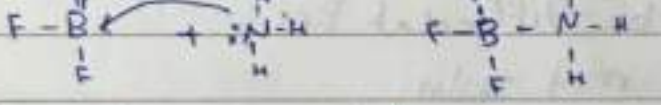
Lewis acid / Base

lewis acid : Accept pair of electrons (ē)

Lewis Base : donate " " " "

L.A L.B

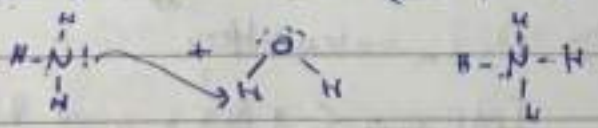
$BF_3 + NH_3 \rightleftharpoons BF_3 - NH_3$



L.B L.A

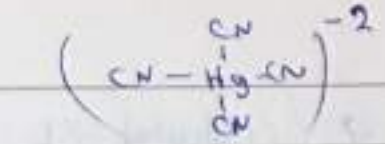
Bronsted Base Bronsted a

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



Bronsted Lewis Lewis Bronsted

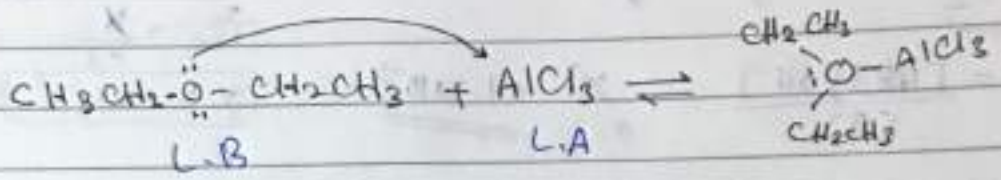
Q: P13



$Hg^{+2} + 4CN^- \rightleftharpoons Hg(CN)_4^{-2}$

L.A L.B

عدد الأزواج حول الذرة المركزية = 4 ⇒ التهجين sp³



L.B L.A

Q: P12

Soln with 2 volatile components (A+B)

$P_{soln} = \chi_A \cdot P^\circ_A + \chi_B \cdot P^\circ_B$

Raoult's law
Ideal soln

P_{soln} calculated value
expected

measured value could be different from expected value for real soln.

* positive deviation from Raoult's law (+ve)

P_{soln} measured > P_{soln} calculation

$IMF_{A+B} < IMF_{A-A}$ or $B-B$

* negative deviation from Raoult's law (-ve)

P_{soln} measured < P_{soln} calculation

$IMF_{A+B} > IMF_{A-A}$ or $B-B$

Scanned with CamScanner

(A) $CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3$ and (B) CH_3OH

IMF	LDF D-D	LDF D-D H-bond

عشوائي — عند هيدروجين H-O

IMF A+B
LDF
D-D
H-bond

$IMF_{A+B} > IMF_{A-A \text{ or } B-B}$

-ve deviation

التجاذب يزداد
الي بتخرج سرع صعبة
لكن في اتوبحربوا.
فيقل التطاير لان سيتوه (هدف زاد جذبه بالـ H-bond).
ويقل الضغط البخاري.

(A) H_2O and (B) CH_3OH

IMF	LDF D-D 2H-bond	LDF D-D H-bond

IMF A+B
LDF
D-D
H-bond

$IMF_{A+B} < IMF_{A-A \text{ or } B-B}$

قوى الـ H-bond يزداد التطاير
الماء يتطاير اسرع

+ve deviation.

صار
اعلى
في الغليان

$\frac{|\Delta T|}{b} = K_{mi}$

دلتا تي بالكوس

اساسيات كيمياء عامة (فاينل)

Scanned with CamScanner

Ch 6 Thermo Chemistry الكيمياء الحرارية

Exothermic Rxn :- Releases heat ΔH (-) يفقد حرارة
Endothermic Rxn :- absorb heat ΔH (+) يكتسب

universe = system + surroundings
الكون = النظام + المحيط

* 1st Law of Thermodynamics :-
Energy can be converted from one to another, but can not be created or distroyed.
الطاقة لا تفنى ولا تستحدث ولكنها تتحول من شكل لآخر.

E: Energy H: heat

$\Delta E_{system} = -\Delta E_{surroundings}$

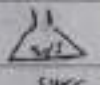
$\Delta E_{universe} = \Delta E_{system} + \Delta E_{surroundings}$

$= 0$

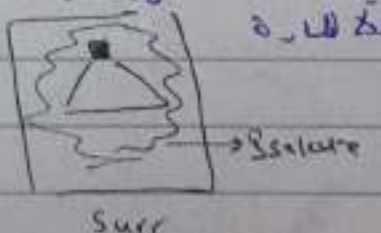
Type of system :-

1] close - system النظام المغلق
heat exchange only → يسمح بانتقال الحرارة فقط

2] open - system النظام المفتوح
heat and mass exchange → يسمح بانتقال الحرارة والمادة



3] Isolated - system النظام المعزول
no heat nor mass exchange → لا يسمح بانتقال الحرارة ولا المادة



Scanned with CamScanner

ΔU

Internal Energy (ΔE)

الطاقة الكامنة في الـ system

Internal energy = heat + work

$$\Delta E = q + w$$

- Endothermic: system absorb heat, $q = (+)$
- exothermic: system releas heat, $q(-)$

- زادت حرارة الوسط المحيط: طارد
- عاص: = = = قلت

- زاد تركيز الـ system: عاص
- قلت: = = طارد

$$W = -P \cdot \Delta V$$

الشغل — Flow - initial

$\Delta V (+)$ → Volum increas (expansion)

system does work on the surrounding.

$W = (-)$ (work done by the system)

$\Delta V (-)$ → Volum decreasse (comperession)

$W = (+)$ (work done on the system)

حتى يكون عندي شغل → لازم يكون في قوة وإزاحة

parse

الشغل تأثره الحراري المتفاعلات اللي فيها غاز الغاز هو الوحيد S.L يكون neglect

Scanned with CamScanner

محاضرة ٣

$\Delta E_{sys} = q + w$

$R = 8.314 \frac{J}{mole.K} = 0.0821 \frac{L.atm}{mole.K}$

$w = -p\Delta V(101.3) \frac{J}{L.atm}$

$w = atm.L$

$1 atm.L = 101.3 J$

Calculate work done by gas if it expends from 2 to 6 L

a) against vacuum

$\Delta V = 6 - 2 = 4$

$w = -p\Delta V(101.3) \frac{J}{atm.L}$

$w = 0 \times 4 = 0$

عندما $p = 0$

b) against pressure of 1.2 atm

$w = -p\Delta V(101.3)$

$= -1.2 \times 4 \times 101.3 \frac{J}{atm.K}$

$= -490 J$

The work required to compress a gas is 462 J. If the heat transfered to the surrounding during the process is 128 J.

- calculate change in Energy.

الحل $\Delta E = q + w$

$-128 + 462 = +334 J$

$pV = nRT$ at constant p and T

$p\Delta V = \Delta nRT$

$-p\Delta V = -\Delta nRT = w$

$w = -p\Delta V(101.3) = -\Delta nRT$

$8.314 \frac{J}{mole.K}$

$w = -p\Delta V$ at constant p and T

Scanned with CamScanner

المحتوى الحراري

Enthalpy (H): heat flow into or out of a system at constant pressure per mole of a substance.

J/mole or Kg/mole

$$\Delta H = \frac{q}{n} \Rightarrow q = \Delta H * n$$

كمية الحرارة المنتقلة كاملة

تعتمد كمية الحرارة المنتقلة على امرين

لذا عرفت ΔH يمكن q

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

$\Delta H_{Rxn} = -890.4$ KJ/mol → stoichiometric (coefficient of Balanced equation)

ΔH = H stand - H limiting reactant

$$\rightarrow \frac{-890.4\ KJ}{1\ mole\ CH_4} = \frac{-890.4\ KJ}{2\ mol\ O_2} = \frac{-890.4\ KJ}{1\ mol\ CO_2} = \frac{-890.4\ KJ}{2\ mole\ H_2O}$$

calculat heat released when 18 g of O_2 burned.

$$n_{O_2} = \frac{m}{m.m} = \frac{18\ g}{32\ g/mol} = 0.56\ mole\ O_2$$

$$q = \Delta H * n$$

$$\frac{-890.4\ KJ}{2\ mole\ O_2} \times 0.56\ mole\ O_2 = -249.3\ KJ$$

لو طريقة أخرى

2 mole O_2 → −890.4 KJ

0.5 mol O_2 → ??

Scanned with CamScanner

calculate change in Energy when 1.5 mol CO_2 converted to Co_2 at 1 atm and 25 C. according to

$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)}$ $\Delta H_{Rxn} = -566 \frac{KJ}{mole}$

$\Delta E = q + w$

$q = \Delta H \cdot n$

$= -566 \frac{KJ}{2 mole\ CO} \times 1.5 mole\ CO$

$q = \boxed{-424} KJ$

$-424 + 2.478$

$= -422$

E للنظام system

$w = -p\Delta V = -\Delta n RT$

$= -(2-(2+1)) \times 8.314 \frac{J}{mol \cdot K} \times 298K$

$= \boxed{+2478 J}$

$= 2.478 KJ \simeq 2.5 KJ$

---

* Calorimetery

-Calorimeter:-

1- constant pressure Calorimeter (coffee cup Calorimeter)

2- " volume " (Pumb calorimeter)

$q \propto S\ m\ \Delta T = C \cdot \Delta T$

q: heat

S: specific heat capacity

m: mass

ΔT: change in Temperature

- كمية الحرارة المنتقلة تتناسب طرديا مع التغير في درجة الحرارة ΔT وكتلة المادة m وطبيعة المادة S

S: heat required to raise the temperature of 1g of a substance by 1C

$S = \frac{J}{g \cdot C}$

كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1g من المادة درجة سيليزية واحدة

$q = S\ m\ \Delta T = C \cdot \Delta T$

كمية الحرارة المكتسبة أو المفقودة بواسطة الجسم أو المادة

$S = \frac{C}{m}$ → heat capacity = heat required to raise the T of a substance by 1C

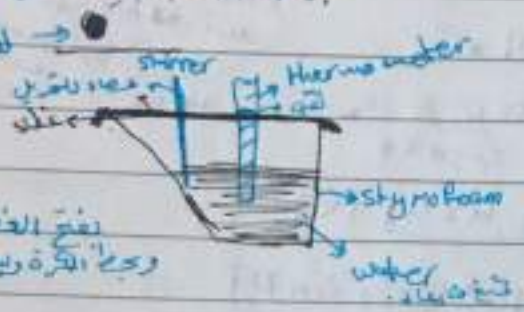
Scanned with CamScanner

Synopsis

ميزان الحرارة Thermometer

$q = \Delta T \, m \, s$ → balance ميزان → أوزان تجيب

$q = \Delta T \cdot C$ → heat Capacity



① طلع

constant pressur calorimeter

$\Delta T = T_f - T_i$ (T_f H_2O ← تقيس صنبور ميزان الحرارة. ، T_i H_2O ← تقاس قبل)

$heat_{sys} = -heat_{surr.}$

$q_{sys} = -q_{surr}$

$q_{sys} = -(q_{H_2O} + q_{cup\ calorimeter})$

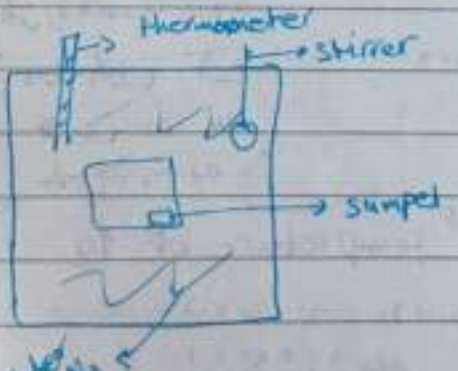
$\Rightarrow q_{sys} = -q_{H_2O}$

heat metal → الفلز يسخن بالحرارة ثم انقل فلز ساخن بالماء البارد.

surrounding → المحيط الخارجي

$q = \Delta T \, m \, s$ (q: الطاقة، ΔT: التغير، m: الكتلة، s: الحرارة النوعية)

CP C الحرارة النوعية للماء



② طلع

constant V calorimeter

$q_{sys} = -q_{surrounding}$

$q_{sys} = -(q_{H_2O} + q_{Bump\ calorimeter})$

$\Delta T_{H_2O} = \Delta T_{Bump}$ (Bump) ثابت m_{H_2O} و s_{H_2O} و ΔT

C: الطاقة اللازمة لرفع درجة حرارة الجسم درجة واحدة

$C = s \cdot m$

ثابت يعتمد على الكتلة والمادة (الحرارة النوعية)

Scanned with CamScanner

(X) alced pellet (Pb) of 26.47g at 89.98°C was placed in constant pressure calorimeter of negligible heat capacity containing 100 ml water. The water Temp rose from 22.5°C to 23.17°C.

* calculate the specific heat capacity of Pb

given $S_{H_2O} = 4.184\ J/g.°C$

$q_{sys} = -(q_{H_2O} + q_{cup\ calorimeter})$

$q_{sys} = -q_{H_2O}$

$q_{Pb} = -q_{H_2O}$

$(S * m * \Delta T)_{Pb} = -(S * m * \Delta T)_{H_2O}$

$S_{Pb} * 26.47 * (23.17 - 89.98) = -(4.184\ J/g°C * 100\ g * (23.17 - 22.5))$

$S_{Pb} = \frac{-4.184 * 100 * 0.67}{-26.47\ g * 66.81\ °C}$

$= 0.158\ J/g°C$

$T_{F\,Pb} = T_{F\,H_2O}$

$T_{i\,H_2O} = 22.5$

$T_{F\,H_2O} = 23.17$

---

a 1.435g $C_{10}H_8$ was burned in a constant volum calorimeter with heat capacity of 10.17 Kj/°C for the Bump Dlns the water. If the water temp rose from 20.28C to 25.9°C

- calculate the heat of combusition of $C_{10}H_8$

$q_{sys} = -q_{surr}$

$q_{C_{10}H_8} = -(q_{H_2O} + q_{Bump\ calorimeter})$

$q_{C_{10}H_8} = -((\Delta T * C)_{H_2O} + (\Delta T * C)_{calorimeter})$

$q_{C_{10}H_8} = -\Delta T (C_{H_2O} + C_{calorimeter})$

$q_{C_{10}H_8} = -(25.95 - 20.28)°C * 10.17\ KJ/°C$

$q_{C_{10}H_8} = -57.66\ KJ$

exo

- calculate the molar heat of combusion of $C_{10}H_8$

$-\Delta H = \frac{q}{n}$

$n_{C_{10}H_8} = \frac{m}{m.m} = \frac{1.435\ g}{128\ g/mole} = 0.112\ mole$

$= \frac{-57.66\ KJ}{0.112\ mole}$

$= -5.15 * 10^3\ KJ/mole$

Scanned with CamScanner

ex) 100mL of 0.5M HCl soln was mixed with 100mL of 0.5M NaOH soln in a constant pressure calorimeter. The soln temp rose from 25.5°C to 25.86°C.
- calculate Molar heat of the neutralization Rxn.
given density soln = 1.0 g/ml
$S_{H_2O} = 4.184\ J/g\cdot°C$

$q_{sys} = -q_{surr}$

$q_{RXN} = -(q_{H_2O} - q_{cal})$ (cal = 0)

$q_{Rxn} = -q_{H_2O} = -(m * S * \Delta T)_{H_2O}$

total mass = 100 + 100 = 200 g.

$\therefore (200 * 4.184 * (25.86 - 23.5))$

$= -2.81 \times 10^3\ J = -2.81\ KJ$

$\Delta H = \frac{q}{n}$ → L.R

$n = M * V$ → HCl → $0.5 * \frac{100}{1000} = 0.05$ mole HCl

(لأن لتحويل من ml إلى L نقسم على 1000)

$n = (M * V)_{NaOH}$ → $0.5 * \frac{100}{1000} = 0.05$ mol NaOH

(لأن الوحدة)

$\Delta H = \frac{-2.81}{0.05} = -56.2\ KJ/mol$

(تفاعل 2 مركب قوي مع قاعدة قوية تكون كمية الحرارة لكل مول واحد)

ex) 100 mL of water at 50°C were added to 25 ml water at 30°C in a constant pressur calorimeter.
- calculate the final water temp at the addition.

$q_{sys} = -q_{surrounding}$ (surr = 0)

$= -(q_{H_2O} + q_{cal})$

$q_{sys} = -q_{H_2O\ (cold)}$

$q_{sys} = -(m * S * \Delta T)_{cold}$

$(m * S * \Delta T)_{hot} = -(m * S * \Delta T)_{cold}$

(لأن الحرارة المكتسبة = الحرارة المفقودة)

Scanned with CamScanner

$100(T_F - T_i) = -25g \quad *(T_F - 30)$

$100T_F - 5000 = -25T_F + 750$

$100T_F + 25T_F = +5750$

$T_F = \frac{5750}{150} \Rightarrow T_F = 46^\circ C$

Standard Enthalpy of Formation (ΔH_F°) at standard condition [1 atm, 25°C]

[in table]

$\Rightarrow$ heat change that result when one mole of a compound formed from its elements at 1atm pressure.

one type of ion [Na, H_2, O_2 ---]

ex) Write the Formation reaction of H_2O (l) / CO_2 (g)

(1) $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ (l)

(g) (g)

$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O_l \quad \Delta H = -$

(2) $C_{graphite} + O_2 \rightarrow CO_2$ (g)

(s) (g)

ΔH = table

Cgraphite.

* Hess's Law

when reactant converted to product, the change in enthalpy is the same whether the rxn takes place in one step or multiple steps.

$\Delta H_{Rxn} = [H_{Final} - H_{initial}]$

$= [H_{product} - H_{Reactant}]$

Scanned with CamScanner

ex) calculate the heat of the formation of $C_2H_2(g)$

Given:-

① $C_{graphite} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H_f^\circ = -393.5$ KJ/mole

② $H_{2(g)} + 1/2\,O_2 \longrightarrow H_2O_l$ $\Delta H_f^\circ = -285.8$ KJ/mole

③ $2C_2H_{2(g)} + 5O_{2(g)} \longrightarrow 4CO_2 + 2H_2O$ $\Delta H_f^\circ = -2598.8$ KJ/mole

⇒ Formation equation of C_2H_2

$2C_{(s)} + H_{2(g)} \longrightarrow C_2H_2$ $\Delta H_f^\circ_{C_2H_2} = ??$

[Eq① ×2] $2C + 2O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)}$ $\Delta H_{f_1}^\circ = 2(-393.5)$

Eq② is $H_2 + 1/2\,O_2 \longrightarrow H_2O$ $\Delta H_f^\circ = -285.8$ no change.

Eq③ $2CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow C_2H_{2(g)} + 5/2\,O_{2(g)}$ $\Delta H^\circ = \frac{+2598.8}{2}$

Flop and divide by 2

$2C + H_2O_{(l)} \longrightarrow C_2H_2O_{(g)}$

$\Delta H_f^\circ = 2(-393.5) + -285.8 + \frac{+2598.8}{2}$

$= 226.6$ KJ/mole

Scanned with CamScanner

محاضرة ٩

Standard Enthalpy of formation ΔH_f°

in table

$$\Delta H_{Rxn} = H_f - H_i = H_p - H_R$$

$$\Sigma n(\Delta H_f^\circ(p)) - \Sigma n(\Delta H_f^\circ(R))$$

من قانون هس ومتغروه

$2A + B \longrightarrow 3C$

حرارة تكوين مادة واحدة

لازم معادلة

من نفروض الشئ بـ ١ أو بـ ٢ لأنه المعادلة هاي شاملة مول واحد فقط

$$C_{graphite} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_f^\circ CO_2$$

تمثل حرارة التكوين لـ CO_2

$$\Delta H_{Rxn} = [\Delta H_f^\circ CO_2] - [\Delta H_f^\circ O_{2(g)} + \Delta H_f^\circ graphic]$$

ما نقدر احسب حرارة التكوين لمادة وحدة دائماً لازم اوجد فرق ... ما يتغلبوا على هاي المشكلة اعطو الـ elements عند الظروف بلجيارية قيمة صفر.

$$\Delta H_f^\circ (element) = 0$$

تعطى مرجعي

ظروف بلجيارية: ١ ض.ج، ٢٥°س

$\Delta H_{f\,H_{2(g)}}^\circ = 0$

$\Delta H_{f\,O_{2(g)}}^\circ = 0$

$\Delta H_{f\,Mg(s)}^\circ = 0$

$\Delta H_{f\,Ar(g)}^\circ = 0$

$\Delta H_{f\,Al(s)}^\circ = 0$

$\Delta H_{f\,AlCl_3}^\circ \neq 0$

$\Delta H_{f\,N_{2(g)}}^\circ \neq 0$

العناصر الحرة موجودة على شكل ذرات منفصلة فلذا

العناصر الحرة لازم تكون بحالة إلها قاعدة الزمبق تكون صفر إذا كانت بحالة ثانية.

حالة مادة ثرمية جدا سألة اجد ΔH_f°

* بالرجوع للجداول لازم انتبه لحالة المادة (s, l, g) وبتهتم الهيه من المعادلة الأساسي.

Calculate

مثال (3) ص 166

Calculate heat released per gram Al for Rxn.

$$2Al_{(s)} + Fe_2O_{3(s)} \rightarrow Al_2O_{3(s)} + 2Fe_{(l)}$$

Thermite Rxn

$$\Delta H^\circ_{rxn} = \sum n(\Delta H^\circ_{f(P)}) - \sum n(\Delta H^\circ_{f(R)})$$

$$= \left[(1)(\Delta H^\circ_{f\,Al_2O_{3(s)}}) + 2(\Delta H^\circ_{f\,Fe_{(l)}})\right] - \left[2(\Delta H^\circ_{f\,Al_{(s)}}) + 1(\Delta H^\circ_{f\,Fe_2O_{3(s)}})\right]$$

$\Delta H^\circ_{f\,Al_2O_{3(s)}} = -1669.8\ KJ/mol$

$\Delta H^\circ_{f\,Fe_2O_{3(s)}} = -822.2\ KJ/mol$

$\Delta H^\circ_{f\,Fe_{(l)}} = 12.4\ KJ/mol$

$$\Rightarrow (1(-1669.6) + 2(12.4)) - (0 + 1(-822.2))$$

$$= -822.8\ KJ/mole$$

exothermic

$$\Rightarrow \frac{-822.8\ KJ}{2\ mole\ Al} \times \frac{1\ mole\ Al}{27\ g\ Al}$$

m.m Al = 27 g/mole

$$= 15.25\ KJ/g\ Al$$

Ch.18 Thermodynamics Entropy and Gibbs Free Energy

* Entropy & Randomness (S)

$S_{gas} \gg S_{liquid} > S_{solid}$

* predict entropy change Sign

1) Freezing Ethanol $L \rightarrow S$ $\Delta S < 0 (-)$

2) evaporating Liquid Br_2 $L \rightarrow g$ $\Delta S > 0 (+)$

3) dissolving glucose in water. $\Delta S > 0 (+)$

$glucose_{(s)} + H_2O \rightarrow glucose_{(aq)}$

4) Cooling $N_{2(g)}$ from 80°C to 20°C $\Delta S < 0 (-)$

5) $CaCO_{3(s)} \longrightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$ $\Delta S > 0 (+)$

6) $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$ $\Delta S < 0 (-)$

7) $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)}$ $\Delta S \approx 0$

* Entropy at absolute zero equals zero.
(0K = -273°C)

* Standard entropy of Rxn ΔS°_{Rxn}

$\Delta S_{Rxn} = S^\circ_{Product} - S^\circ_{reactant}$ → 25°C = 298K

$\sum n(S^\circ_{prod}) - \sum n(S^\circ_{react})$

From table.

S كمية لا ترتيب كلها + أما الغرق ممكن يطلع + أو -

S elements ≠ 0

عناصر نقطة درجة يكون عندها ΔS=0 وكمية عنصر بطاقة

ex :- $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)}$ calculat Standard Entropy

$\Delta S_{Rxn} = [2(S^\circ_{HCl})] - [(S^\circ_{Cl_2} + S^\circ_{H_2})]$

$= 2 \times 187 \frac{J}{mol.K} - (131 \frac{J}{mol.K} + 235 \frac{J}{mole.K})$

$= 20 J/mol.K = 0.021 kJ/mol.K$

spontaneous and non-spontaneous process.

(ΔG < 0 (-)) requirs No Energy to happen.

ΔE (-) lose energy (فقد طاقة)

(ΔG < 0(+)) requirs Energy to happen

ΔE (+) gain Energy.

Gibbs Free energy (ΔG)

ΔG > 0 (+) non spont

ΔG < 0 (-) spont

ΔG = 0 (at eq.m)

$H_2O_{(s)} \rightarrow H_2O_{(l)}$ endo / ΔG(+) / non spont

at 120°C → spont

at 50°C → non spont.

Scanned with CamScanner

ال sys يميل يشغل اكثر اذا كانت غير عشوائية / كلما كانت العشوائية اكثر كلما كانت الطاقة التي يحتاجها [illegible]

* ال sys تفضل العشوائية والحرارة (تنزيل) exo (تنزل) تفضل ترتيب اكثر ، شغل اكثر ، جهد اكثر.

any sys prefere an exothermic process and increase in Entropy.

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

K ← T

	ΔH	ΔS	ΔG
exo	(−) ✓	(+) ↑ ✓	spont at all temp ΔG < 0 (−)
end	(+) ×	(−) ↓ ×	non spont at all temp ΔG > 0 (+)
exo	(−) ✓	(−) ↓ ×	spont at low temp $T < \frac{\Delta H}{\Delta S}$
endo	(+) ×	(+) ↑ ✓	spont at high temp $T > \frac{\Delta H}{\Delta S}$

at equ. تتساوى

اذا كانت الجملة غير تلقائية

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \Rightarrow \Delta G = 0$

$\Delta H = T\Delta S$

$T_{equ} = \frac{\Delta H}{\Delta S}$

الاتزان الجملة تكون تلقائية واذا كانت غير تلقائية.

ممكن يكون spont ويستحيل ان يصل لدرجة اتزان

$H_2O_{(l)} \rightarrow H_2O_{(g)}$ ⇒ درجة الاتزان

ΔH(+) ΔS(+) spont at low temp $T < T_{equ}$ أي

at 25°C ✗ non spont

at −5°C spont

$H_2O_{(l)} \rightarrow H_2O_{(g)}$

ΔH(+) ΔS(+) spont at high temp

at 90°C ✗ non spont $T > T_{equ}$ يعني 100°C

at 101°C ✓ spont

درجة الاتزان يعتبر ال sys تفضل

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

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

عشان الوحدات تتزبط

ΔG اما تكون بالجول او بالكيلو جول

او ممكن ΔH و ΔS وتضرب بـ 10³

ΔH بالجول او الكيلو جول

T بالـ K

ΔS بالجول او الكيلو جول

Scanned with CamScanner

$$\Delta G_{sys} = \Delta H_{sys} - T\Delta S_{sys}$$

universe = sys + surr

$\Delta S_{universe} > 0$ spont $\rightarrow$ $\Delta G_{sys} < 0$

$\Delta S_{sys} + \Delta S_{surr} > 0$ (+)

$\Delta S_{surr} = \frac{-\Delta H_{sys}}{T}$

$\Delta S_{sys} + \frac{-\Delta H_{sys}}{T} > 0$

$-(T\Delta S_{sys} - \Delta H_{sys} > 0)$

$\Delta H_{sys} - T\Delta S_{sys} < 0$

$\Delta G_{sys} < 0$ (-)

$\Delta S_{surr} = \frac{-\Delta H_{sys}}{T}$

ΔH_{sys} و ΔS_{sys} ⇒ المؤثر على التفاعل

ΔH_{sys} و ΔS_{surr} ⇒ المؤثر على البيئة

ΔG ⇐ المؤثر على التفاعل والبيئة معاً

$\Delta G < 0$ ⟵ التفاعل يحدث تلقائياً (spont)

$\Delta G > 0$ ⟵ التفاعل لا يحدث تلقائياً (non spont)

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

1) $\Delta G > 0$ (+) eqm shift ← $K < Q$

2) $\Delta G < 0$ (-) eqm shift → $K > Q$

3) $\Delta G = 0$ at eqm $Q = K$

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

at eqm $\Delta G = 0$

$0 = \Delta G^\circ + RT \ln K$

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

Standard Gibbs Free Energy (from table)

$\ln K = \frac{-\Delta G^\circ}{RT}$

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

$\Rightarrow \Delta G = -RT \ln K + RT \ln Q$

$\Delta G = RT(\ln Q - \ln K)$

Scanned with CamScanner

$\Delta G^\circ = \Delta H - T\Delta S^\circ$ عند الظروف القياسية $\Rightarrow$ يطلع منها طريقتين: ① من الجدول ② من القانون $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ ③ من العلاقة بين K و ΔG°: $\Delta G^\circ = -RT\ln K$

ΔG عند الاتزان = صفر، و ΔG° ليس صفر

$\Delta G^\circ_{f\ elements} = 0 \ \frac{kJ}{mol}$ — طاقة التكوين لأي عنصر في حالته القياسية

ΔH_f = enthalpy of formation

ΔG ← Q ← $\Delta H - T\Delta S$ (ظروف غير قياسية)

ΔG° ← K ← $\Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$ (ظروف قياسية)

ΔG = طاقة الاتزان — ΔG° = طاقة أولية

ex. Calculate standard-free Energy of $\rightarrow \Delta G^\circ_R$

$$CH_{4(g)} + 2CO_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$$

$$\Delta G^\circ_{f\ Rxn} = \Sigma n(\Delta G^\circ_{f\ Product}) - \Sigma n(\Delta G^\circ_{f\ Reactant})$$

$$\Delta G^\circ_{f\ Rxn} = \left[1 \times (\Delta G^\circ_{f\ CO_{2(g)}}) + 2(\Delta G^\circ_{f\ H_2O_{(l)}})\right] - \left[1 \times (\Delta G^\circ_{f\ CH_4}) + 2(\Delta G^\circ_{f\ CO_{2(g)}})\right]$$

$$\left(1 \times (-394.4\ \tfrac{kJ}{mol}) + 2(-273.2\ \tfrac{kJ}{mol})\right) - \left[1(-50.8\ \tfrac{kJ}{mol})\right]$$

$$= -813.0\ \frac{kJ}{mol}$$

$K = \frac{product}{reactant}$

$\Delta G^\circ(-) \Rightarrow K > 1$ prefer product at equ

$\Delta G^\circ(+) \Rightarrow K < 1$ prefer reactant at equ

$\Delta G^\circ = 0 \Rightarrow K = 1$ Reactant = product at equ

calculate K.

$$K = e^{-\frac{\Delta G^\circ}{RT}} \Rightarrow e^{\frac{-813 \times 10^3\ J/mole}{8.314\ J/mole.K \times 298K}} = 330$$

تفاعل يفضل النواتج عند الاتزان at equ

Scanned with CamScanner

ex:- the melting point of benzene is 5.5C and the heat of fusion for benzene is 10.9 KJ/mol

-Calculat the entropy change of melting 2.5 mol of benzene.

m.p = 5.5 ΔH = +10.9 ΔS ??

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ = 0 at melting point

$\Delta S = \frac{\Delta H}{T}$ at equ.

$\Delta S_{fusion} = \frac{+10.9}{278.5K}$

$= 0.039\ KJ/mol.K = 39\ J/mol.K$

ΔS for 2.5 mole $= \frac{39\ J}{mol.K} \times 2.5 = 97.5\ J/K$

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
$= \Delta G^\circ + RT\ln Q$

$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$
$= -RT\ln K$

at eqm $T = \frac{\Delta H}{\Delta S}$ ⇒ just at eqm

مثال

The eqm constant Kp for the Rxn bellow is 0.113 at 298K

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

in an experiment the initial pressure of NO_2 and N_2O_4 are

$P_{NO_2} = 0.112$ atm , $P_{N_2O_4} = 0.453$ atm.

Calculat ΔG and predict Rxn direction ?? $R = 8.314$ J/mol.K

الحل

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

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

$-8.314 \times 298 \times \ln 0.113 \sim +5400 \frac{J}{mol}$

$Q_p = \frac{(P_{NO_2})^2}{(P_{N_2O_4})} = \frac{(0.112)^2}{0.453} = 0.03$

Qp: ضغوط المواد الناتجة مرفوعة لمعاملاتها / ضغوط المواد المتفاعلة مرفوعة لمعاملاتها

Kp

$\Delta G = +5400 + 8.314 \times 298 \times \ln 0.03$

$= -3.06 \times 10^3 \frac{J}{mol}$

$= -3.06 \frac{KJ}{mol}$

$K > Q$ / $\Delta G < 0$ (-)

spont L ⟶ R

Scanned with CamScanner

Ch 14 Electrochemistry

oxidation and Reduction Rxn (Redox Rxn)

oxidation → Lose é (charge increase)

Reduction → gain é (charge decrease)

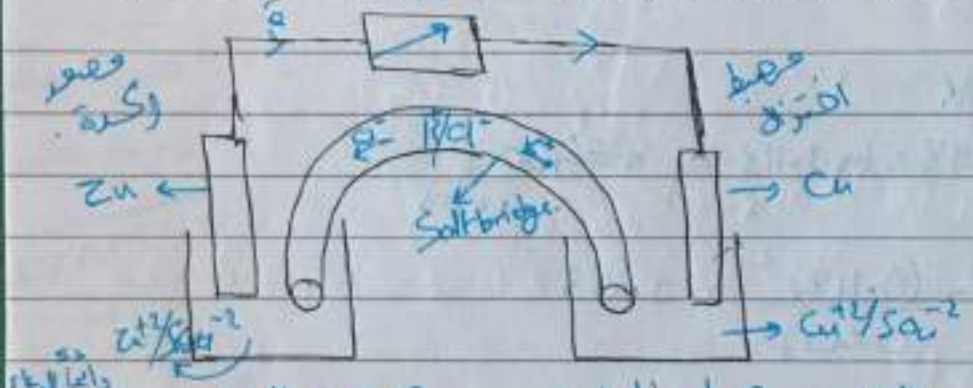
$Zn_{(s)} + Cu^{+2}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + Cu_{(s)}$

0 → +2 oxidation

+2 → 0 reduction

$Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2é$ oxidation half

$Cu^{+2} + 2é \longrightarrow Cu$ reduction half



((Galvani cell))

Salt bridge يتوزع في محلول مكون من يحتوي على أيونات المواد المتفاعلة أو الناتجة بين قوسين

$(Zn^{+2}/Zn \,//\, Cu^{+2}/Cu)$

* دائماً الايون الموجب تسمية cation ← ion +

* ، السالب ، ، Anion ← ion -

* التمثيل الخلوي للخلايا الجلفانية:

$R \longrightarrow P \qquad R \longrightarrow P$

$Zn_{(s)} / Zn^{+2}_{(aq)} \,//\, Cu^{+2}_{(aq)} / Cu_{(s)}$

phase bridge — Salt bridge

Line notation of Galvanic Cell.

Scanned with CamScanner

Cell potential (E) electromotive force emf

standard cell potential E°

1M
1 atm
25 °C

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{cathode} - E^\circ_{anode}$$

→ from table

Standard Reduction potential table.

$Cu^{+2} + 2e \rightarrow Cu$ $\quad E^\circ_{Cu^{+2}/Cu} = 0.34\ V$ → volt

$Zn^{+2} + 2e \rightarrow Zn$ $\quad E^\circ_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76\ V$

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{cathod} - E^\circ_{anod}$$

$$0.34 - (-0.76) = 1.10\ V$$

The higher reduction potential, the higher tendency to reduce.

$(E^\circ, \Delta G)$

$$\Delta G = -nF E_{cell} \qquad \Delta G^\circ = -nF E^\circ_{cell}$$

n :- number of electrons transfered in Redox reaction

F :- Fraday's constant = charge of 1 mole of electron = 96500 c/mole . é

$Zn + Cu^{+2} \rightarrow Zn^{+2} + Cu$

$n = 2$

عند الظروف القياسية
عند الاتزان

$\Delta G^\circ \leftrightarrow K$

$E^\circ \leftrightarrow K$

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

$\Delta G^\circ = -RT \ln K \longleftrightarrow \Delta G^\circ = -nFE^\circ_{cell}$

$-RT \ln K = -nFE^\circ_{cell}$

$E^\circ_{cell} = \frac{RT}{nF} \ln K = \frac{0.0257}{n} \ln K = \frac{0.0592}{n} \log K$

($R = 8.314$, $F = 96500$, $T = 298$)

$$E^\circ_{cell} = \frac{0.0257}{n} \ln K \quad @ 298K\ (25^\circ C)$$

$\Delta G^\circ < 0\ (-)$, $E^\circ > 0$, $K > 1$, $[product]_{equ} > [react]_{equ}$

$\Delta G^\circ > 0\ (+)$, $E^\circ < 0$, $K < 1$, $[Product]_{equ} < [Reactant]_{equ}$

$\Delta G^\circ = 0$, $E^\circ = 0$, $K = 1$

ΔG°, E° هنا E ، ΔG هي التي تحدد إذا كان التفاعل spont أو non spont

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

$\frac{-nFE}{-nF} = \frac{-nFE^\circ + RT \ln Q}{-nF}$

$E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln Q$

$$E = E^\circ - \frac{0.0257}{n} \ln Q$$

عند 298K (25C)

هذه المعادلة تعرف بـ nernest equation.

ليس عند الظروف القياسية لكنه عند درجة ٢٥ (إذا لم يذكر في السؤال)

$K > Q$, $\Delta G (-)$

$K < Q$, $\Delta G (+)$

Scanned with CamScanner

Conceder the Following Galvanic cell and answer the Questions:

$Zn_{(s)} / Zn^{+2}_{(aq)}\ (1M) \,//\, Cu^{+2}_{(aq)}\ (0.1M) / Cu_{(s)}$

R → P (anode) — R → P (cathode)

- Calculate the cell potential.
- Determine eqm direction.

Free Energy: تغیرات انرژی آزاد گیبس

given:- $E^\circ_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76\ V$

$E^\circ_{Cu^{+2}/Cu} = 0.34\ V$

Sol

$$E = E^\circ - \frac{0.0257}{n} \ln Q$$

n: تعداد الکترون مبادله شده در واکنش

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{cathode} - E^\circ_{anode}$$

$$0.34 - (-0.76) = 1.10\ V$$

با زیاد شدن غلظت مواد اولیه E زیاد می‌شود

$n = 2$

$$Q = \frac{[P]_i}{[R]_i} = \frac{[Zn^{+2}]}{[Cu^{+2}]} = \frac{1.0}{0.1} = 10$$

$Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e$

$Cu^{+2} + 2e \rightarrow Cu$

$Zn_{(s)} + Cu^{+2}_{(aq)} \rightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + Cu_{(s)}$

$$E = 1.10 - \frac{0.0257}{2} \ln 10$$

$E = 0.8\ V$

E(+) spont toward product.

L → R.

Scanned with CamScanner

Consider the following Galvanic cell

$Zn_{(s)} | Zn^{+2}_{(aq)} (1M) // 2H^{+}_{(aq)} (?M) | H_{2(g)}$ 1atm | $Pt_{(s)}$ ← قطب خامل (موصل للإلكترونات فقط)

R → P (anode) — R → P (cathode)

if the cell potential is 0.54 V calculate $[H^+]$

given: $E^\circ_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76\ V$

ملاحظة: $E^\circ_H = 0$ standard cell potential

الحل

$$E = E^\circ - \frac{0.0257}{n} \ln Q$$

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{cathod} - E^\circ_{anode}$ ← عملية الأكسدة

$0 - (-0.76) = 0.76$ ← ليست مساوية للطاقة لأن ليست عند ظروف قياسية.

$$\Rightarrow 0.54 = 0.76 - \frac{0.0257}{2} \ln Q$$

$$0.54 - 0.76 = -\frac{0.0257}{2} \ln Q$$

$$\frac{2 \times 0.22}{0.0257} = \frac{0.0257}{0.0257} \ln Q$$

$$\ln Q = 17.1 \Rightarrow Q = 2.7 * 10^7$$

E ← التركيز وجهد الخلية

غاز الهيدروجين حيث وجود الماء خارج الخلية وله تركيز فيخلية بسبب الضغط

$Q = \frac{[product]_i}{[Reactant]_i} \Rightarrow 2.7 \times 10^7 = \frac{[Zn^{+2}]\ P_{H_2}}{[H^+]^2}$ ← تكون بالحسبان

$Q_p >$

$Q_c <$

$$2.7 \times 10^7 = \frac{1 \times 1}{[H^+]^2}$$

حتى نصل للاتزان cell potential يكون التركيز يساوي الصفر

$$[H^+]^2 = \frac{1}{2.7 \times 10^7}$$

non spont ← صفر

$$[H^+] = \sqrt{\frac{1}{2.7 \times 10^7}} = 1.9 * 10^{-4}\ M$$

E (+) spont → التركيز قله وذا (E) جهد قليل (البطارية) ضعيفة.

Tasneem Edenat

Scanned with CamScanner

Concentration cells

ليس عند الظروف القياسية

Anode — تركيزه اقل

cathode — تركيزه اكبر

* عند الظروف القياسية التراكيز للمواد 1M
* لو غيرت التراكيز خفت البطارية يتغير (علاقة طردية)

[ ] ↑ ↔ E ↑

[ ] ↓ ↔ E ↓

الإلكترونات تنتقل من Anode (تركيز اقل جهد) → cathode (تركيز اكبر جهد)

R → P

$Zn_{(s)} / Zn^{+2}_{(0.1M)} \;||\; Zn^{+2}_{(1M)} / Zn_{(s)}$

Anode — Lower conc. — diluted cell

cathode — higher conc. — concentrated. تركيز

R → P

عشان اصبح جهد الخلية موجب لازم conc. cathode > conc. anode

استعمل معادلة نيرنست

$$E = E^{\circ} - \frac{0.0257}{n} \ln Q$$

$E^{\circ}_{concentration\ cell} = 0$ لأن

$$E = 0 - \frac{0.0257}{2} \times \ln Q$$

$$E = \frac{-0.0257}{2} \ln \frac{[Zn^{+2}]_{dil.}}{[Zn^{+2}]_{concen.}}$$

anode — تخفيف

cathode — تركيز

$$E = \frac{-0.0257}{2} \ln \frac{0.1}{1}$$

$$E = +0.03$$

L → R

spont. →

* كيف عرفنا انه تركيز اقل؟ بزيد الفرق (الاختلاف) في التراكيز.

معناتو لقد دائما خلية بتراكيز مختلفة.

Scanned with CamScanner

اساسيات كيمياء عامة (فيرست)

Scanned with CamScanner

اساسيات كيمياء عامة (سكند)

Scanned with CamScanner