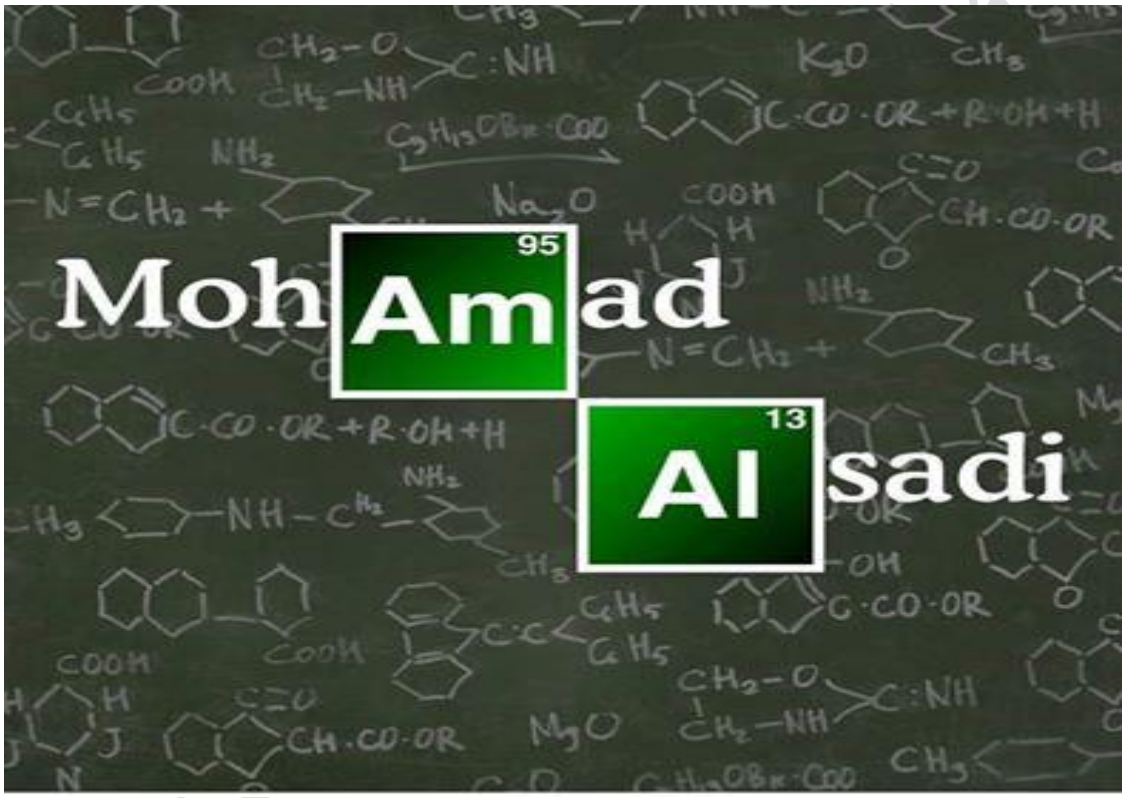
الوحدة الاولى الحموض والقواعد

مادة الكيمياء

اعداد الاستاذ : محمد السعدي

0786778971

حسب المنهاج الجديد



الوحدة الاولى الحموض والقواعد

الفصل الاول مفاهيم متعلقة بالحموض والقواعد

تمهيد:

تتميز الحموض بطعمها الحمضي كعصير الليمون الذي يحتوي على حمض الستريك ، والخل الذي يحتوي على حمض الايثانويك ، وحمض الاسكوربيك المعروف بفيتامين C، كما أنها تؤثر في الكواشف مثل عباد الشمس فتحول لونه الأزرق إلى الأحمر.

بينما تتميز القواعد بطعمها المر وملمسها الزلق ، كما انها تؤثر في الكواشف فتحول لون ورقة عباد الشمس من الأحمر إلى الأزرق، و من أمثلتها هيدروكسيد الصوديوم **NaOH** التي تستخدم في صناعة الصابون و المنظفات.

صفات الحمض	صفات القاعدة
محاليلها المائية موصله للتيار الكهربائي	محاليلها المائية موصله للتيار الكهربائي
لها طعم حامض	لها طعم مر وملمسها انزلاقي
امثله عليه اليمون (يحتوي على حمض السيتريك) الخل (يحتوي على حمض الايثانويك)	امثله عليها هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) وهي تستخدم في صناعة الصابون والمنظفات

اولا :- مفاهيم الحمض والقاعدة :

يوجد ثلاث مفاهيم للحموض والقواعد :

1) مفهوم ارهينيوس 2) مفهوم برونستد ولوي 3) مفهوم لويس

اولا : مفهوم ارهينيوس للحموض والقواعد

الحمض : مادة تزيد من تركيز أيون الهيدروجين (H^+) في المحاليل المائية عند اذابتها في الماء

من الامثلة على المركبات التي تعتبر من حموض ارهينيوس

HCl - HI - HBr - HCN – HNO_3 – $HClO_4$ - H_2SO_4

اكتب معادلة تفكك **HCl في الماء**

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

حيث تتأين جميع المركبات السابقة لتعطي أيون الهيدروجين (H^+) عند إذابتها في الماء ومجموعة اخرى سالبه

الاستاذ محمد السعدي 0786778971

القاعدة :مادة تزيد من تركيز أيون الهيدروكسيد (OH^-) في المحاليل المائية عند اذابتها في الماء

من الامثلة على المركبات التي تعتبر من قواعد ارهينيوس

$NaOH - KOH - Ca(OH)_2 - Ba(OH)_2$

حيث تتأين جميع المركبات السابقة لتعطي أيون الهيدروكسيد (OH^-) عند إذابتها في الماء ,و مجموعة اخرى موجبة ومن أمثلة ذلك

$$NaOH_{(s)} \xrightarrow{H_2O} OH^- + Na^+$$

$$KOH_{(s)} \xrightarrow{H_2O} OH^- + K^+$$

تمكن ارهينيوس من تصنيف الحموض القوية والضعيفة باعتبارها كهربائية وفق موصليتها للتيار الكهربائي بحيث ان:

الحمض القوي : هو الجزيء الذي يتأين بشكل عالي في المحاليل المائية ومحاليلها موصل قوي للتيار الكهربائي

الحمض الضعيف : هو الجزيء الذي يتأين بشكل قليل في المحاليل المائية ومحاليلها موصل ضعيف لتيار الكهربائي

اهمية مفهوم ارهينيوس استطاع تفسير السلوك الحمضي والقاعدي لكثير من الحموض والقواعد في المحاليل المائية

اوجه القصور في تعريف ارهينيوس:

1) عجز عن تفسير الخواص القاعدية لمحاليل بعض المواد التي لا تحتوي على الهيدروكسيد (OH-) مثل NH_3

2) عجز عن تفسير السلوك الحامضي والقاعدي لسلوك بعض الاملاح التي لها خواص حامضيه وقاعدية مثل

$KCN / CH_3COONa / NaF$

3) اقتصر تعريفه على المحاليل المائية فقط

HCl لذلك لا يعد غاز حمضا حسب مفهوم ارهينيوس رغم انه له سلوك حامضي ولا يعد غاز NH_3 قاعدة على الرغم كونهما يتفاعلان في الوسط المائي وينتج عن تفاعلهما ملح كلوريد الامونيوم NH_4Cl كما يتفاعلان في الحالة الغازية وينتج الملح دون أن يتأين $HCl_{(g)}$ ليعطي H^+ ودون أن يتأين $NH_{3(g)}$ ليعطي OH^-

$$NH_{3(g)} + HCl_{(g)} \longrightarrow NH_4Cl$$

الاستاذ محمد السعدي 0786778971

ثانيا : تعريف برونستد ولوري للحموض والقواعد

ما هو ايون الهايدرونيوم الموجب H_3O^+

وفق مفهوم ارهينيوس للحمض انه المادة التي تعطي وايون +H في المحاليل المائية الهيدروجين الموجب هو عبارة عن بروتون لانه فقد الكترون ولا يمكن ان يوجد ايون الهيدروجين منفرد **بسبب صغر حجمة وارتفاع كثافة الشحنة الموجبة عليه** لذلك يرتبط ايون الهيدروجين الذي يحتوي على فلك فارغ بذرة الاوكسجين التي تحتوي على زوج من الإلكترونات الموجبة بجزيء الماء ليكون معه رابطه تساهمية تناسقيه فيتكون ايون الهايدرونيوم الموجب

$$H^+ + H_2O \longrightarrow H_3O^+$$

اذا عند تفكك الحمض HCl في الماء تكتب المعادلة على الشكل التالي

$$HCl + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$$

الحمض :مادة قادرة على إعطاء البروتون لمادة أخرى في التفاعل **(مانح للبروتون.)**

القاعدة :مادة قادرة على استقبال البروتون من مادة أخرى في التفاعل **(مستقبل بروتون)**

وبذلك فإن تأين جزيء HCl في الماء يعد ال HCl حمضا لأنه قادر على منح البروتون لجزيء الماء التي تعتبر قاعده لأنها استقبلت منه البروتون

$$HCl + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$$

H_2O	HCl
مستقبل للبروتون (قاعدة)	مانح للبروتون (حمض)

أمثلة لتفسير خصائص الحموض التي أشار إليها أرهينيوس :

(H^+ منحت لأنها (حمض) (H^+ استقبلت لأنها (قاعدة)

$$HCl + H_2O \longrightarrow Cl^- + H_3O^+$$

$$HNO_3 + H_2O \longrightarrow NO_3^- + H_3O^+$$

$$CH_3OOH + H_2O \longrightarrow H_3COO^- +$$

مستقبل للبروتون (قاعدة)

ميزات عند برونستيد- لوري ليست موجودة عند أرهينيوس:

1) فسر السلوك الحمضي والقاعدي في الأوساط المائية وغير المائية.

2) فسر السلوك الحمضي والقاعدي ليس فقط للجزيئات وكذلك للأيونات.

3) المادة الواحدة قد تكون لها سلوكين (حمض وقاعدة معاً) وهذا لم يُشيرإليه أرهينيوس

-أمثلة تفسير خصائص الحموض التي لم يشر إليها أرهينيوس:

(قاعدة لأنها استقبلت H^+) (حمض لأنها منحت H^+)

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

$$H_2PO_4 + H_2O \rightleftharpoons HPO_4^- + H_3O^+$$

$$HSO_3^- + H_2O \longrightarrow SO_3^{-2} + H_3O^+$$

أمثلة لتفسير خصائص القواعد التي لم يشر إليها أرهينيوس:

(قاعدة لأنها استقبلت H^+) (حمض لأنها منحت H^+)

$$H_2O + CO_3^{-2} \rightleftharpoons OH^- + HCO_3^-$$

$$H_2O + HSO_3^- \rightleftharpoons OH^- + H_2SO_3$$

$$H_2O + CN^- \rightleftharpoons OH^- + HCN$$

الاستاذ محمد السعدي 0786778971

الازواج المترافقة

في التفاعل التالي

$$NH_{3(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_4^+{}_{(aq)} \quad OH^-{}_{(aq)}$$

نلاحظ في التفاعل الامامي بأن جزيء (H_2O) يقدم بروتنا للأمونيا (NH_3) وبذلك يكون جزيء الماء (H_2O) هو الحمض لأنه مانح للبروتون والامونيا (NH_3) هي القاعدة لأنها مستقبل للبروتون

ونلاحظ في التفاعل العكسي بأن البروتون ينتقل من ايون (NH_4^+) إلى ايون الهيدروكسيد (OH^-) وبذلك يكون ايون (NH_4^+) وايون الهيدروكسيد (OH-) قاعدة وبذلك فإن (H_2O / OH^-) و (NH_3 /NH_4^+) زوج من الحمض والقاعدة وانهما يختلفان عن بعضهما ببروتون واحد ويطلق عليهما اسم زوج مترافق من الحمض والقاعدة

حسب تعريف برونستد ـ لوري فإن الحمض عندما يمنح بروتون ا فلا بدَّ من وجود مادة قادرة على استقبال ذلك البروتون (**قاعدة**) ويطلق عليها اسم (**القاعدة المرافقة**) والقاعدة عند استقبالها لبروتون فلا بد من وجود المادة التي تمنحها ذلك البروتون (**حمض**) ويطلق عليه اسم (**الحمض المرافق**)

تسمى الحمض والقاعدة المرافقة له زوجا مترافقا , كما تطلق على القاعدة والحمض المرافق لها زوج مترافق أيضا .

يمكن إيجاد صيغة القاعدة المرافقة للحمض, والحمض المرافق للقاعدة اعتمادا على ما يلي:-

★ القاعدة المرافقة للحمض = الحمض – (H^+)

★ الحمض المرافق للقاعدة = القاعدة + (H^+)

$$H_2PO_4^-{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HPO_4^{-2}{}_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$$

- الحمض $(H_2PO_4^-)$, وقاعدته المرافقة (HPO_4^{-2}).
- القاعدة (H_2O), وحمضها المرافق (H_3O^+).

الاستاذ محمد السعدي 0786778971

سؤال :حدد الحمض والقاعدة فيما يلي واذكر الزوج المترافق

$$N_2H_{4(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons N_2H_5^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

$$H_2SO_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HSO_3^-{}_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$$

$$HF_{(aq)} + HCO_3^-{}_{(l)} \rightleftharpoons H_2CO_{3(aq)} + F^-{}_{(aq)}$$

$$C_6H_5NH_{2(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons C_6H_5NH_3^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

1) –
2) –
3) –
4) –

حدد الحمض المرافق لكل من:

HS^-	$H_2PO_4^-$	HCO_3^-	NO_3^-	BrO^-	NH_2OH	NH_2^-	OH^-	$HCOO^-$
H_2S	H_3PO_4	H_2CO_3	HNO_3^-	HBrO	$NH_3\ OH^+$	NH_3	H_2O	HCOOH

ملاحظه مهمة

المادة التي تسلك كحمض وقاعدة حسب مفهوم برونستد لوري هي الماده التي تحتوي على هيدروجين وشحنة سالبة وهي تسمى مركبات **امفوتيريه**

-المادة التي تعتبر قاعدة حسب مفهوم برونستد لوري هي المادة التي تحتوي شحنة سالبة فقط

-المادة التي تعتبر حمض حسب مفهوم برونستد لوري هي المادة التي تحتوي على الهيدروجين وشحنة موجبة

الاستاذ محمد السعدي

الأيون الذي يمكن أن يسلك كحمض و كقاعدة

أ. HSO_4^- (حمض وقاعده) **ب.** CO_3^{-2} (قاعده فقط) **ج.** NH_4^+ (حمض فقط) **د.** PO_4^{-3}

المادة التي تسلك كحمض فقط من المواد الآتية :

أ. CO_3^{-2} **ب.** NH_4^+ **جـ.** H_2O **د.** NH_3

المادة التي تسلك كقاعدة فقط من المواد الآتية :

أ. H_3O^+ **ب.** H_2O **ج.** O^{-2} **د.** HSO_3^-

أي المواد التالية لا يسلك كمحض و قاعدة معاً :

أ. H_2O **ب.** HSO_4^- **جـ.** HSO_4^{-2} **د.** H_3O^+

س) ما قصور تعريف برونستدر- لوري للأحماض والقواعد؟

لم يستطع برونستدر- لوري تفسير السلوك الحمضي والقاعدي لبعض المواد في التفاعلات التي لا تتضمن انتقال H^+

سؤال : حدد الحمض او القاعدة في كل منهما حسب مفهوم برونستدر – لوري؟

$HNO_3 + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + NO_3^-$

$CO_3^{-2} + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^+ + OH^-$

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

$HSO_4^- + H_2O^+ \rightleftharpoons H_3O^+ + SO_4^{-2}$

الاستاذ محمد السعدي 0786778971

مفهوم لويس للحموض والقواعد

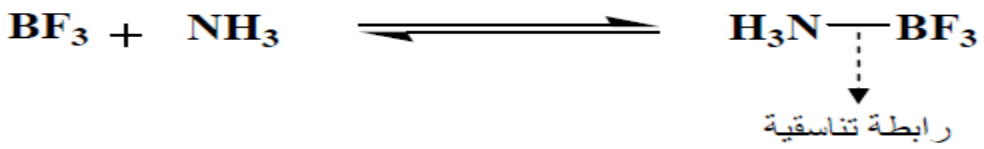
استطاع لويس وضع تعريفا أكثر شمولا للحموض والقواعد ,ويمكن اختصار تعريف لويس لكل منهما كما يلي

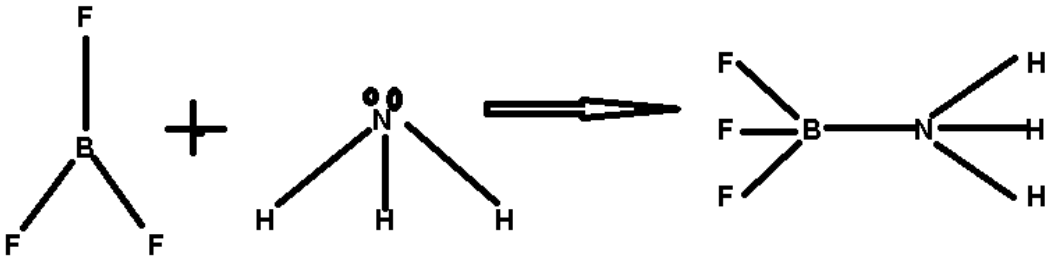
الحمض : مادة قادرة على استقبال زوجا أو أكثر من الإلكترونات غير الرابطة **(من خلال الأفلاك الفارغة.)**

القاعدة :مادة قادرة على منح زوجا أو أكثر من الإلكترونات غير الرابطة لمادة أخرى.

تكمن أهمية مفهوم لويس في أنه استطاع تفسير تفاعلات حموض وقواعد لا تشتمل على عملية انتقال البروتون

من أشهر الأمثلة على تفاعلات الحموض والقواعد ,والتي لا تشتمل على انتقال البروتون ,تفاعل فلوريد البورون
(BF_3) والامونيا (NH_3) كما يلي-:





في مثل هذا التفاعل ,لا يمكن تفسير الحمض والقاعدة اعتمادا على تعريف برونستد – لوري ,بسبب عدم انتقال البروتون ,ولكن وفق مفهوم لويس فإن **(BF_3)** يمتلك فلك P فارغ يتعامد على سطح الجزيء ,ويمتلك جزيء الامونيا (NH_3) زوج من الالكترونات غير الرابط على ذرة النيتروجين ,وعند حدوث تفاعل بينهما تمنح ذرة النيتروجين في جزيء (NH_3) زوج الإلكترونات وتستقبله ذرة (B) في جزيء **(BF_3)** وبالتالي فإن هذا التفاعل هو تفاعل حمض وقاعدة وفق مفهوم لويس ,حيث يعتبر**(BF_3)** حمض لويس والامونيا (NH_3) قاعدة لويس
لقد استطاع تعريف لويس شمول تعريف برونستد – لوري بشكل كامل ,ويجب الانتباه إلى أن الترابط الحاصل فالتفاعل السابق يحصل أيضا عند تفاعل حموض وقواعد برونستد – لوري ,ومن أمثلة ذلك تفاعل الأمونيا (NH_3) مع الحمض ,فهي تستقبل

البروتون وفي نفس الوقت تمنح الحمض زوجا من الالكترونات غير الرابطة ,فتنشأ بينهما رابطة تناسقية كما في المعادلة التالية.

$$NH_4^+ \rightleftharpoons NH_3 + H^+$$

هام: وعليه فإن تفاعل حمض – قاعدة يشمل على منح زوج من الالكترونات من قاعدة إلى حمض

أن تفاعل الحمض والقاعدة حسب لويس يتضمن تكوين رابطة تناسقية

مثال على تفاعل لويس:

$$H^+ + H_3O \longrightarrow H_3O^+$$

حمض لأنه استقبل قاعدة لانه منح

e- زوج e- زوج

- تعتبر الأيونات الموجبة للفلزات وخاصة الفلزات الانتقالية حموض لويس بسبب احتوائها على أفلاك فارغة قادرة على استقبال أزواج من الإلكترونات من بعض الجزئيات أو الأيونات
- **بشكل عام** فإن **الأيونات الموجبة** تسلك سلوك **حموض لويس** بسبب احتوائها على أفلاك فارغة ,أما **الأيونات السالبة** فتسلك سلوك **قواعد لويس** بسبب احتوائها على أزواج إلكترونية غير رابطة.
- أي جزيء يحوي (B) أو (Be) يعتبر من حموض لويس ,ومن أمثلة ذلك (BeF_2, BeH_2, BH_3, BF_3)

س) عيّن حمض وقاعدة لويس في التفاعلات الآتية:

1. $BF_3 + F^- \rightleftharpoons BF_4^-$

حمض لويس

* هنا يُفسر BF_3 كحمض لان الذرة المركزية B في BF_3 لم تحقق قاعدة الثمانية

2. $6CN^- + Fe^{+3} \rightleftharpoons [Fe(CN)_6]^{-3}$

قاعدة لويس

* هنا يُفسر Fe^{+3} كحمض لانه أيون موجب قادر على استقبال زوج e- غير رابطة من مصدر غني بها

3. $Ag^+ + 2NH_3 \rightleftharpoons Ag(NH3)_2^+$

حمض لويس قاعدة لويس

4. $Cu^{+2} + 6H_2O \rightleftharpoons [Cu(H_2O)_6]^{+2}$

حمض لويس

* هنا يُفسر I^- كقاعدة لانه يحتوي على زوج e- غير رابطة يستطيع أن يقدمه للمواد الأخرى

5. $4I^- + Cd^{+2} \rightleftharpoons [Cd\ I_4]^{-2}$

حمض لويس

6. $Cu^{+2} + 4NH_3 \rightleftharpoons [Cu(NH_3)_4]^{+2}$

حمض لويس

***فسر السلوك الحمضي لايون NH_4^+ وفق مفهوم برونستد – لوري للحمض ؟

***فسر السلوك الحمضي ل CH_3COOH وفق مفهوم

1) برونستد – لوري

2) لويس

س) في الصيغة الآتية $[Cd\ I_4]^{-2}$حمض لويس هو:

أ. I_2 **ب.** I^- **ج.** Cd **د.** Cd^{+2}

س) في الصيغة الآتية $[SnCl_6]^{-2}$ قاعدة لويس هي:

أ. Cl **ب.** Cl^- **جـ.** Sn^{+4} **د.** Sn

س) في الصيغة الآتية $[Co(NH_3)_6]^{+3}$ حمض لويس هو:

أ. Co^{+3} **ب.** Co **جـ.** NH_3 **د.** N

س) فسر السلوك القاعدي للأمونيا حسب مفهوم كل من

1) لويس
2) برونستد – لوري

س) فسر السلوك الحامضي لحمض الايثانويك CH_3COOH وفق :

1) مفهوم ارهينيوس 2) مفهوم برونستد ولوري 3) مفهوم لويس

التعريف الشامل للحمض: مادة تعطي أيونات الهيدروجين عند ذوبانها في الما (أرهينيوس) مانح للبروتون (برونستد-لوري) مستقبل لزوج الالكترونات (لويس).

التعريف الشامل للقاعدة: مادة تعطي أيونات الهيدروكسيد عند ذوبانها في الماء (أرهينيوس) مستقبلة للبروتون (برونستد –لوري) مانحة لزوج الاكترونات (لويس)

ملاحظة : عزيزي الطالب: في الأحماض العضوية الكربوكسيلية (مثل HCOOH) إن ذرة الهيدروجين النشطة هي اليمنى وليست اليسرى ، لذلك عندما يُسأل الطالب عن HCOOH فهو يسلك كحمض (وأحياناً قاعدة وهذا سوف تعرفه لاحقاً) لكن عندما يسأل عن $HCOO^-$ فهي قاعدة فقط؛ لأن ذرة الهيدروجين اليسرى لا يمكن لهذا الأيون أن يفقدها وبذلك لا يسلك هذا الأيون سلوكاً حمضياً $HCOO^-$ قاعدة فقط.

س) احدى المواد الآتية تعتبر قاعدة لويس:

أ. $B(OH)_3$ ب. BF_3 ج. BeF_2 د. NF_3

س) المادة التي تسلك سلوكاً قاعدياً وفق مفهوم لويس :

أ. Ag^+ ب. H_2O ج. $B(OH)_3$ د. CH_3COOH

س) الحمض المرافق ل HPO_4^{-2} هو:

أ. PO_4^{-3} ب. HPO_4^- ج. H_3PO_4 د. H_3O^+

س) أي من المواد الآتية يسلك كحمض ويسلك كقاعدة :

أ. NH_4^+ ب. $HCOO^-$ ج. $HcrO_4^-$ د. $CH_3NH_3^+$

س) المادة التي تمثل حمض لويس فيما يلي :

أ. F^- ب. NH_3 ج. BCl_3 د. Ocl_2

س) ما مكونات المحلول المائي لحمضH_3PO_4 ؛ ثم صنف النواتج؟

جـ) $H3O^+$ / PO_4^{-3} / HPO_4^{-2} / $H_2PO_4^-$ / H_3PO_4

حمض قاعدة حمض/قاعدة حمض/قاعدة قاعدة

س) أي من الآتية يسلك كحمض في تفاعلات وكقاعدة في تفاعلات اخرى حسب مفهوم برونستد-لوري :

أ. CO_3^{-2} **ب.** H_2S **ج.** H_2SO_3 **د.** HCO_3^-

س) الحمض الذي ينطبق عليه تعريف لويس فقط :

أ. NH_4^+ **ب.** Ag^+ **ج.** $H3O^+$ **د.** HSO_4^-

س) المادة التي تعد من حموض لويس من المواد التالية هي :

أ. H_2O **ب.** BF_3 **ج.** OH^- **د.** NH_3

س) احدى المواد الآتية يسلك سلوك حمض لويس فقط:

أ. NH_3 **ب.** $B(OH)_3$ **ج.** OH^- **د.** H_2O

س) احدى الصيغ الآتية تسلك سلوك قاعدة فقط:

أ. $HCOO^-$ **ب.** NH_4^+ **ج.** H_2O **د.** HCO_3^-

الاستاذ محمد السعدي

ثانيا :- التأين الذاتي للماء

في الأصل أن يكون الماء النقي غير موصل للتيار الكهربائي ,ولكن ومن خلال الدراسات تبين أن الماء يوصل التيار الكهربائي بشكل ضعيف ,وهذا يعني وجود أيونات موجبة وسالبة مسؤولة عن هذا التوصيل ,ومصدر هذه الأيونات هو أن الماء يتأين بشكل تلقائي لتكوين أيونات (OH^-, H_3O^+), وتكون هذه الأيونات في حالة اتزان مع جزيئات الماء غير المتأينة كما في التفاعل التالي :

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

لاحظ أن أحد جزيئات يكون مانحاً للبروتون (حمض) والجزيء الثاني يستقبل البروتون (قاعدة) و مما يؤكد حدوث هذا التفاعل الدراسات التي أشارت إلى أن الماء النقي موصل ضعيف جداً للتيار الكهربائي، وهذا يشير إلى حدوث تأين للماء النقي بدرجة ضئيلة جداً يُطلق عليه التأين الذاتي للماء، حيث تكون أيونات في حالة اتزان مع جزيئات الماء غير المتأينة.

** يعبر عن ثابت اتزان التفاعل السابق كما يلي-:

$$K_C = \frac{[H_3O^+] * [OH^-]}{[H_2O]^2}$$

ولكن الماء يتأين بشكل ضعيف جدا ,وعليه يمكن اعتبار $[H_2O]$ ثابت ,وبالتالي يمكن التعويض عن **(K × ثابت)** بثابت جديد هو (K_w) والذي يعرف **بثابت تأين الماء** ,حيث أن

$$K_W = [H_3O^+] * [OH^-] = 1 * 10^{-14}$$

عند درجة حراره 25 مئوية

من خلال ما سبق يمكن تعريف التأين الذاتي للماء كما يلي:-

التأين الذاتي للماء :سلوك بعض جزيئات الماء كحمض وبعضها كقاعدة في الماء النقي.

يتم تصنيف المحاليل اعتمادا على تراكيز الأيونات (OH^-, H_3O^+) إلى ثلاثة أصناف ,كما يلي

0. **المحلول المتعادل :**في هذا المحلول يكون

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

$$[H_3O^+]^2 = [OH^-]^2 = K_w$$

$$[H_3O^+] = [OH^-] = \sqrt{K_w} = \sqrt{1 * 10^{-7}} \text{ مول / لتر}$$

$$PH = - \text{لو } 1 * 10^{-7} = 7$$

2) المحلول الحمضي :في هذا المحلول يكون **$[H_3O^+] > [OH^-]$**

$[H_3O^+] > 1*10^{-7}$ مول / لتر.

$[OH^-] < 1*10^{-7}$ مول / لتر.

3) المحلول القاعدي :في هذا المحلول يكون **$[OH^-] > [H_3O^+]$**

$[H_3O^+] < 1*10^{-7}$ مول / لتر.

$[OH^-] > 1*10^{-7}$ مول / لتر.

تبقى حالة الاتزان موجودة بين **(OH^-, H_3O^+)** من جهة وجزيئات الماء من جهة أخرى في المحاليل المائية ,سواء كانت متعادلة أو حمضية أو قاعدية ,أي أن العلاقة KW = **$[H_3O^+] * [OH^-] = 1*10^{-14}$** تبقى صحيحة دائما بغض النظر عن طبيعة الوسط.

سؤال:- احسب **$[H_3O^+]$** في محلول, إذا علمت أن **$[OH^-]$** = ١ × ١٠$^{-٥}$ مول / لتر, وحدد فيما إذا كان الوسط حمضيا أم قاعديا.

الاستاذ محمد السعدي 0786778971

ثالثا :- محاليل الحموض والقواعد القوية

تهدف دراسة القوى النسبية للحموض والقواعد إلى إيجاد علاقة بين قوة الحمض وقاعدته المرافقة ,وبين قوة القاعدة وحمضها المرافق

كما مر معنا خلال مفهوم برونستد – لوري للحموض والقواعد ,فإنه يمكن تقسيم الحموض إلى حموض قوية وحموض ضعيفة ,وكذلك بالنسبة للقواعد ,فإنه يمكن تقسيمها إلى قواعد قوية وقواعد ضعيفة ,وسيتم توضيح كل واحدة من الأنواع السابقة على حدا .

حسب مفهوم برونستد ولوري فإنها تقاس قوة :

1) الحمض بمدى قدرته على منح البروتون **2) القاعدة بمدى قدرتها على استقبال البروتون**

يمكن تقسيم الحمض حسب قوتها الى نوعين **حمض قوي وحمض ضعيف**

1) الحموض القوية :-وهي حموض تتأين كليا في الماء ,وتكون **قواعدها المرافقة ضعيفة جدا** ,وليس لها القدرة على التفاعل مع الماء ,أو الارتباط بالبروتون حيث أنها لو استقبلت البروتون ستعود إلى وضع الحمض الأصلي والذي يفضل حالة التأين أصلا

ومن الأمثلة على الحموض القوية

1) HCl حمض الهيدروكلوريك	2) HNO_3 حمض النيتريك
3) HBr حمض الهيدروبروميك	4) H_2SO_4 حمض الكبريتيك
5) HI حمض يوديد الهيدروجين	6) $HClO_4$ حمض البيروكلوريك

يستخدم السهم ذو الاتجاه الواحد (⟶) للدلالة على التأين الكامل لهذه الحموض ,كما يلي

$$HCl_{(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-_{(aq)}$$
$$HBr_{(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow H_3O^+ + Br^-_{(aq)}$$
$$HNO_{3(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow H_3O^+ + NO_{3(aq)}^-$$

في التفاعلات السابقة تعتبر كل من (NO_3^- /Br^- / Cl^-) قاعدة مرافقة ضعيفة جدا ,ولا تمتلك القدرة على استقبال البروتون (H^+)

3) **القواعد القوية :-** وهي قواعد تتأين بشكل كامل في الماء ,وهي في الأصل مركبات أيونية تحتوي على أيون الهيدروكسيد (OH-) في تركيبها ,وتكون **حموضها المرافقة ضعيفة جدا**

يبين الجدول التالي أشهر القواعد القوية والصيغة الكيميائية لكل منها.

هيدروكسيد الصوديوم **NaOH**	هيدروكسيد البوتاسيوم **KOH**
هيدروكسيد الباريوم **$Ba(OH)_2$**	هيدروكسيد الكالسيوم **$Ca(OH)_2$**

في ما يلي أمثلة على تأين بعض القواعد القوية في الماء

$$NaOH_{(s)} \xrightarrow{H_2O} OH^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$$

$$KOH_{(s)} \xrightarrow{H_2O} OH^-_{(aq)} + K^+_{(aq)}$$

في التفاعلات السابقة يعتبر كل من (Na^+ — K^+) حمضا مرافقا ضعيفا جدا.

سؤال -:احسب تركيز **(OH^- ,H_3O^+)** في محلول (NaOH) تركيزه **$1 * 10^{(-3)}$ مول/لتر**

الاجابة تعتبر القاعدة (NaOH) من القواعد القوية ,حيث تتأين كليا في الماء وفق المعادلة التالية

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

وبما أن القاعدة قوية فإن**$[OH^-] = [NaOH] = 1 * 10^{(-3)}$ مول/لتر**

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{١٠ \times ١^{-١٤}}{١٠ \times ١^{-٣}} = ١٠ \times ١^{-١١} \text{ مول / لتر}$$

رابعا:- (pH)الرقم الهيدروجين

الرقم الهيدروجيني :اللوغاريتم السالب للأساس (١٠) لتركيز أيون الهيدرونيوم (H_3O^+) في المحلول

يعبر عن الرقم الهيدروجيني رياضيا بالعلاقة التالية

$$pH = - \text{لـو } [H_3O^+]$$

تكمن أهمية الرقم الهيدروجيني في **استخدامه** للتعبير عن درجة حموضة المحاليل المختلفة

يأخذ الرقم الهيدروجيني القيم من (0 ← 14)

-اذا كان (0≤ PH <7) ← الوسط حمضي
-اذا كان (7> PH ≥14) ← الوسط قاعدي
-إذا كانت PH = 7 ← وسط متعادل

من خلال ما سبق يمكن استنتاج العلاقات التالية

العلاقة عكسية بين $[H_3O^+]$ وقيمة PH

العلاقة عكسية بين حمضية الوسط وقيمة PH

ملاحظة : حول اللوغاريتمات

1) لو 1 = 0 **2) لو 10 = 1**

3) لو (س*ص) = لو س + لو ص **4) لو $10^{س(+-)}$ = (+-)س لو 10 = (+-) س**

ملاحظات على PH

1) اعلى تركيز للحمض القوي احادي البروتون مثل HCl في المحاليل المائية يساوي 1مول/ لتر ومنه يكون اعلى تركيز لأيون الهايدرونيوم H_3O^+ويساوي 1 ومنه PH= 0

2) اعلى تركيز للقاعدة القوي احادي الهيدروكسيد مثل NaOH في المحاليل المائية يساوي 1مول/ لتر ومنه يكون اعلى تركيز لأيون الهيدروكسيد (OH^-) ويساوي 1 ومنه تركيز ايون الهايدرونيوم H_3O^+يساوي 1 * 10^{-14} وبالتالي فإن PH= 14

3) العلاقة عكسية بين الرقم الهيدروجيني PH والصفات الحامضية

4) العلاقة طردية بين الرقم الهيدروجيني PH والصفات القاعدية

سؤال : جد قيمت PH لمحلول تركيز H_3O^+ = 0.3 مول / لتر اذا علمت ان لو 3 = 0.48

لو **PH** = - **[H_3O]**

= - لو (0.3) = - لو (3 * 10^{-1}) = (- لو 3) + (-لو10^{-1})

=(-0.48) + 1 = 0.52

سؤال : جد قيمت PH لمحلول تركيز OH^- = 1 * 10^{-4} مول / لتر ؟

سؤال : احسب PH للمحلول حضر من إذابة 0.54 غم من NaOH في 100 مل من الماء ؟؟

علما بان الكتلة المولية NaOH = 0.5 غم/مول

تذكر تركيز = عدد المولات / حجم المحلول

عدد المولات = الكتلة / الكتلة المولية

الاستاذ محمد السعدي

س) قيمة PH لمحلول $Ba(OH)_2$ = 13احسب كتلته المذابة في 1 لتر من المحلول ($Ba(OH)_2$ ك م =171غم/مول)

جـ . $[H_3O^+] = 10^{-PH}$

$= 1 \times 10^{-13}$ مول / لتر

$[OH^-] = \frac{Kw}{[H_3O^+]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-13}}$

$[OH^-] = 0.1$ مول / لتر

$Ba(OH)_2 \xrightarrow{H2O} Ba^{+2} + 2OH^-$

س 2س

0.1 مول/لتر

$[Ba(OH)_2] = \frac{0.1 \times س}{2س} = 0.05$ مول / لتر

ع $Ba(OH)_2$ = ت × ح

= 0.05 × 1 = 0.05 مول

ك $Ba(OH)_2$ = ع × ك م

= 0.05 × 171 = 8.55 غ

سؤال: احسب PH لمحاليل القاعدة التالية (NaOH تركيزه = 0.1 مول / لتر)؟

سؤال :- اي من المركبات التالية يعد امفوتيريا

HCO_3^- , CH_3NH_2 , H_2O , $HCOO^-$

سؤال :- احسب كتلة KOH اللازمة لتحضير محلول حجمة لتر والرقم الهيدروجيني له 12.3 علما بان الكتلة المولية له =56 غ/مول , لو5= 0.7

الاستاذ محمد السعدي 0786778971

تطبيقات حياتية

كيف يمكن تغيير لون ازهار نبات القرطاسيا

يمكن لنبات القرطاسيا تغير الوانها تبعا لدرجة حموضة التربة التي تنبت فيها ومن خلال ذلك استفاد المزارعون من هذه الظاهرة فقامو بتغير لون ازهارها عن طريق التحكم في الرقم الهيدروجيني للتربة التي تنبت فيها فغيرو لونها من الزهري الى الازرق وبالعكس اعتمادا على امتصاص النبتة للالمنيوم

فاذا كانت التربة حمضية اي اقل من 6 فان النبتة سوف تمتص الالمنيوم ويكون لونها ازرق اما اذا كانت قاعدية اعلى من 8 فلا يستطيع امتصاص الالمنيوم وبالتالي يكون لونها زهريا

اذا اراد المزارع نبتة لونها وهري اضاف الكلس (كربونات الكالسيوم) الى التربة لرفع الرقم الهيدروجيني لها واذا اراد اللون الازرق فانه يضيف كبريتات الالمنيوم والقليل من الخل مع ماء الري لتقيل الرقم الهيدروجيني للتربة

الاستاذ محمد السعدي

الفصل الثاني :-الاتزان في محاليل الحموض والقواعد الضعيفة

اولا :- الاتزان في محاليل الحموض الضعيفة

الحموض الضعيفة: وهي حموض تتأين جزئيا في الماء ,وتكون **قواعدها المرافقة قوية نسبيا** ,وتعتمد قوة القاعدة المرافقة على قدرة الحمض على منح البروتون ,أي أنه **كلما زادت قوة الحمض نتجت عنه قاعدة مرافقة** أضعف
ومن الأمثلة عليها:-

حمض النتروجين	HNO_2 (III)	حمض الايثانويك	CH_3COOH
حمض البنزويك	C_6H_5COOH	حمض الهيدروفلوريك	HF
حمض الكبريت	H_2SO_3 (IV)	حمض الهيدروسيانيك	HCN

) ويستخدم سهم الاتزان ⇌ لدلاله على تأين هذه الاحماض (

$$HF_{(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons F^- + H_3O^+_{(aq)}$$

$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+_{(aq)}$$

في التفاعلات السابقة تعتبر كل من (CH_3COO^- // F^-) قاعدة مرافقة قوية نسبيا , وتعتمد قوتها بشكل أساسي على قوة الحمض الأصلي.

بفرض أن (HA) حمض ضعيف ,فانه يمكن تمثيل تأين هذا الحمض في الماء كما يلي-:

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

يعبر عن ثابت اتزان التفاعل كما يلي :-

$$\frac{[A^-]\,[H_3O^+]}{[HA]\,[H_2O]} = Kc$$

بما أن الماء يتأين بدرجة ضئيلة جدا ,فإنه يمكن اعتبار تركيزه ثابت ويتم دمجه مع الثابت (**Kc**) ويرمز للثابت الجديد بالرمز (**Ka**) حيث

$$\frac{[A^-]\,[H_3O^+]}{[HA]} = Ka$$

K_a: ثابت تأين الحمض الضعيف

يعتبر (**Ka**) مقدار مقياسا لقوة الحمض ,فكلما زادت قيمة (**Ka**) ازدادت قدرة الحمض على تكوين أيون(H_3O^+) وبالتالي يزداد $[H_3O^+]$ وتزداد قوة الحمض

من خلال ما سبق فإنه يمكن استنتاج كل من العلاقات التالية:-

العلاقة طردية بين (K_a) وقوة الحمض
العلاقة طردية بين (K_a) وحمضية الوسط
العلاقة عكسية بين (K_a) و (pH)

سؤال:- إذا أعطيت ثابت تأين الحمض **(Ka)** للحموض الضعيفة التالية كما يلي :

الحمض	K_a
HA	١٠×١^{-٥}
HB	١٠×١^{-٤}
HC	١٠×١^{-٧}

فما القواعد المرافقة لهذه الحموض وما ترتيبها حسب قوتها في الماء؟

القاعدة المرافقة = الحمض – (H^+)

⇦ القواعد المرافقة هي:- (A^- , B^- , C^-) على التوالي.

⇦ العلاقة عكسية بين قوة الحمض وقاعدته المرافقة.

⇦ ترتيب القواعد المرافقة حسب القوة هو:- $(C^- < A^- < B^-)$.

الاستاذ محمد السعدي 0786778971

سؤال:- احسب قيمة الرقم الهيدروجيني لمحلول حمض البنزويك (C_6H_5COOH)، الذي تركيزه (٠,٠١ **مول / لتر**)، علما بأن $(K_a = ٦,٣ \times ١٠^{-٥}$، لـو ٧,٩٤ = ٠,٩)

الإجابة:-

معادلة تأين الحمض في الماء هي:-

$$C_6H_5COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons C_6H_5COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

قبل التأين	0. 01	⟶	**صفر**	**صفر**
بعد التأين	0. 01 - س	⟶	**س**	**س**

$$Ka = \frac{[C_6H_5COO^-]\,[H_3O^+]}{[C_6H_5COOH]}$$

$$10^{-5}* = \frac{س^2}{0.01}$$

في مثل هذه الاسئلة يمكن تلخيص خطوات الحل

1) **نكتب معادلة تأين الحمض في الماء**
2) **نكتب جدول يوضح تركيز المواد قبل التفاعل وبعده**
3) **نكتب تعبير ثابت الاتزان Ka**

س ^{2} = 6.3 *10^{-7} مول / لتر

س = **7.94 * 10^{-4}** مول / لتر = $[H_3O^+]$

PH = - لو $[H_3O^+]$ = - لو **7.94 * 10^{-4}** = 4 – 0.9

= 3.1

سؤال : احسب (ka) لحمض الايثانويك إذا وجد أن (PH) لمحلول تركيزه (0.1 مول\لتر) من الحمض يساوي (3)

الاستاذ محمد السعدي

س) عند اذابة 2.7 غ من حمض CN في كمية من الماء تكون محلول PH له = 5 ؛احسب حجم محلول الحمض

(ك HCN=27 غ/مول Ka= 5×10^{-10})

جـ. PH = - لو $[H_3O^+]$

$[H_3O^+] = 1 \times 10^{-5}$ مول/لتر

$HCN + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + CN^-$

$Ka = \frac{[CN^-].[H_3O^+]}{[HCN]}$

$5 \times 10^{-10} = \frac{1 \times 10^{-10}}{[HCN]}$

[HCN] * = 0.2 مول/لتر

ع HCN = ك / ك م = 2.7 / 27 = 0.1 مول

ح = ع / ت = 0.1 / 0.5 لتر

ت = 0.1- = 500 مل

س) عند اذابة 1.4 غ من حمض HX في 500مل من الماء تكون محلول PH له = 2 ؛ فإذا علمت أن Ka للحمض = 7×10^{-4} احسب ك م للحمض.

جـ. $HX + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + X^-$

PH = - لو $[H_3O^+]$

$[H_3O^+] = 1 \times 10^{-2}$ مول/لتر

$Ka = \frac{[X^-].[H_3O^+]}{[HX]}$

$7 \times 10^{-4} = \frac{1 \times 10^{-4}}{[HX]}$

[HX] * = 0.14 مول/لتر

ع HX = ت × ح

$= 0.14 \times 0.5$

= 0.07 مول

ك م = ك / ع = 1.4 / 0.07 =

= 20 غ / مول

ثانيا: الاتزان في محاليل القواعد الضعيفة

القواعد الضعيفة :- وهي قواعد تتأين بشكل ضعيف ,وتكون حموضها المرافقة قوية نسبيا ,وتعتمد قوة الحمض المرافق على قدرة القاعدة على استقبال البروتون ,أي أنه **كلما زادت قوة القاعدة نتج عنها حمض مرافق أضعف.**

يبين الجدول التالي أشهر القواعد الضعيفة والصيغة الكيميائية لكل منها.

$$NH_{3(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons OH^- + NH_4^+ (aq)$$

$$N_2H_{5(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons OH^- + N_2H_5^+ (aq)$$

$$C_6H_5NH_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons OH^- + C_6H_5NH_3^+ (aq)$$

في التفاعلات السابقة يعتبر كل من (NH_4^+ – $N_2H_5^+$ - $C_6H_5NH_3^+$) حمضا مرافقا قويا نسبيا ,وتعتمد قوته بشكل أساسي على قوة القاعدة الأصلية

بفرض أن (B) قاعدة ضعيفة ,فانه يمكن تمثيل تأين هذه القاعدة في الماء كما يلي

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

يعبر عن ثابت اتزان التفاعل كما يلي

$$\frac{[OH^-][BH^+]}{[B][H_2O]} = Kc$$

بما أن الماء يتأين بدرجة ضئيلة جدا ,فإنه يمكن اعتبار تركيزه ثابت ويتم دمجه مع الثابت (Kc) ويرمز للثابت الجديد بالرمز (Kb) حيث ان

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

حيث Kb ثابت تأين القاعدة الضعيفة

يعبر (Kb) مقدار مقياسا لقوة القاعدة ,فكلما زادت قيمة (Kb) ازدادت قدرة القاعدة على استقبال أيون(H^+) وبالتالي تزداد قوة القاعدة

من خلال ما سبق فإنه يمكن استنتاج كل من العلاقات التالية:

- **العلاقة طردية بين (Kb) و قوة القاعدة**
- **العلاقة طردية بين (Kb) و[OH^-]**
- **العلاقة عكسية بين (Kb) و [H_3O^+]**
- **العلاقة طردية بين (Kb) و PH**

سؤال : ما قيمة (PH) لمحلول من الانيلين ($C_6H_5NH_2$) تركيزه يساوي (0.01مول\لتر)علما بأن ($Kb = 4 * 10^{-10}$. لو 5 =0.67)

في مثل هذه الاسئلة يمكن تلخيص خطوات الحل

1) نكتب معادلة تأين القاعدة في الماء

2) نكتب جدول يوضح تركيز المواد قبل التفاعل وبعده

3) نكتب تعبير ثابت الاتزان Kb

سؤال : الجدول المجاور يمثل قيم Ka لحموض ضعيفة متساوية التركيز (0.1مول/لتر) ادرس الجدول ثم اجب عما يلي

صيغة الحمض	Ka
HCLO	$3*10^{-8}$
HNO_2	$4.5*10^{-4}$
CH_3COOH	$1.8*10^{-5}$
HCN	$4.9*10^{-10}$

1) اكتب صيغة الحمض الذي له اقل قيمة PH؟

2) اي من الحموض له اقوى قاعدة مرافقة ؟؟ وما صيغتها ؟

3) ايها يكون تركيز ايونات الهيدروجيني الموجبة اعلى في CH_3COOH ام في HNO_2 ؟

2)في محلول حمض HF الذي تركيزه 0.001 مول /لتر هل تكون قيمة PH اكبر ام اقل من CH_3COOH ؟؟ وضح اجابتك

علما بان $Ka\ (HF) = 7*10^{-4}$

ثالثا: الخواص الحمضية والقاعدية لمحاليل الأملاح

أولا إن **الملح هو:** عبارة عن مركب أيوني ينتج عن تعادل حمض وقاعدة ,وأن محاليل الأملاح إما أن تكون متعادلة أو حمضية أو قاعدية ,ويعتمد ذلك بشكل أساسي على قوة كل من الحمض والقاعدة الداخلين في تكوين هذا الملح.

1) ملح مكون من حمض قوي وقاعدة قوية (محلول متعادل)
2) ملح مكون من حمض قوي وقاعدة ضعيفة (محلول حمضي)
3) ملح مكون من حمض ضعيف وقاعدة قوية (محلول قاعدي)

2) ملح مكون من حمض قوي وقاعدة قوية (محلول متعادل)

مثل $NaCl$ /KBr /$BaCl_2$ /$LiNO_3$ .....

فسر محلول الملح $NaCl$ متعادل

$NaCl \longrightarrow Na^+ + Cl^-$

Cl^-	Na^+	$NaCl$
قاعدة لويس ضعيفة جدا لا يتفاعل مع الماء	حمض لويس ضعيف جدا لا يتفاعل مع الماء	حمض HCl حمض قوي قاعدة NaOH قاعدة قوية

والايونات (Na^+ /Cl^-) هي تمثل حمض مرافق وقاعدة مرافقة ضعيفة جدا لا يتفاعلان مع الماء ويبقى المحلول متعادل

2) ملح مكون من حمض قوي وقاعدة ضعيفة (محلول حمضي)

مثل NH_4Cl / CH_3NH_3Br

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

Cl^-	NH_4^+	NH_4Cl
قاعدة ضعيفة جدا لا تتفاعل مع الماء	حمض مرافق قوي نسبيا يتفاعل مع الماء (تميه)	حمض HCl حمض قوي قاعدة NH_4^+ قاعدة ضعيفة

ايون الامونيوم NH_4^+ هو حمض مرافق قوي نسبيا لأنه من القاعدة الضعيفة NH_3 يتميه في الماء ليكون ايون الهايدرونيوم H_3O^+ فتزداد تركيزها فيزداد الصفات الحامضية للمحلول ويقل الرقم الهيدروجيني عن 7

التميه ؟؟؟

التميّه :قدرة أيونات الملح على التفاعل مع الماء لإنتاج (H_3O^+) أو (OH^-) أو كليهما

3) ملح يتكون من حمض ضعيف وقاعدة قوية (محلول قاعدي)

مثل CH_3COONa / KCN /HCOOK ..... /

سؤال فسر محلول ايثانوات الصوديوم CH_3COONa قاعدية

$$CH_3COONa \longrightarrow Na^+ + CH3COO^-$$

قاعدة مرافقة قوية نسبيا تتفاعل مع الماء تتميه	حمض مرافق ضعيف جدا لا يتفاعل مع الماء	حمض CH3COOHضعيف قاعدة NaOH قاعدة قوية

المعادلة التالية توضح تميه $CH3COO^-$ في الماء

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

وهذا يسبب في زيادة تركيز ايون الهيدروكسيد OH^- الذي يزيد بدوره من الصفات القاعدية للمحلول

فيزيد من قيمة الرقم الهيدروجيني الى اكثر من 7

سؤال :- اي الملحين الاتين يعد ذوبانه في الماء تميه C_5H_5NHCl او KI

رابعا: ثأثير الايون المشترك

الايون المشترك : هو ذلك الايون الناتج من تأين حمض ضعيف وملحه او قاعدة ضعيفة وملحها

مثل الحمض الضعيف HCN وملحه NaCN

لتحديد الايون المشترك نكتب معادلة تأين كل منهما :|

$$NaCN \longrightarrow Na^+ + CN^-$$

$$HCN \longrightarrow H^+ + CN^-$$

ايون مشترك

يقوم الايون المشترك بتغير قيمة الرقم الهيدروجيني

كما سنلاحظ في السؤال التالي

سؤال :كيف تتغير قيمة PH لمحلول الايثانويك CH_3COOH عند اذابتها مع الصابون CH_3COONa

عند اذابة الملح CH_3COONa فانه يزيد من تركيز المادة CH_3COO^- التي تتفاعل مع ايونات الهايدرونيوم الموجبة H_3O^+ ونتيجة لذلك يقل تركيزه فيزداد الرقم الهيدروجيني ولا تتأثر Ka

إن إضافة الأيون المشترك إلى محاليل الحموض الضعيفة يؤدي الى زيادة في قيمة PH للمحلول

سؤال : إذا علمت بأن PH لمحلول حمض الايثانويك CH_3COOH الذي تركيزه 0.2 مول/لتر يساوي 2.72 احسب التغير في قيمة ال PH عند اضافة 0.3 مول من الملح CH_3COONa إلى لتر من المحلول بفرض ان الحجم بقي ثابت علما بأن $Ka = 1.8 * 10^{-5}$ لو 1.2 = 0.078

الحل

قبل ذوبان الملح	$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$ 2.0 س س
بعد ذوبان الملح	$CH_3COONa \rightarrow CH_3COO^- + Na^+$ 0.3 0.3

تركيز الحمض CH_3COOH = 0.2 مول/ لتر

تركيز الايون المشترك (CH_3COO^-) = 0.3 مول /لتر

الايون المشترك الذي مصدر تركيزه من **(الملح + تفكك الحمض)** لكن نعتبر مصدره من تفكك الحمض يساوي صفر لأنه ضعيف مقارنة بتفكك الملح

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

$$1.8 * 10^{-5} = \frac{0.3 * [H_3O^+]}{0.2}$$

$$[H_3O^+] = 1.2 * 10^{-5} \text{ مول / لتر}$$

$$PH = - \text{لو } [H_3O^+] = -\text{لو } 1.2 * 10^{-5} = - (\text{لو } 1.2 + \text{لو } 10^{-5}) = - (0.078 - 5) = 4.92$$

كما نلاحظ في السؤال إضافة الايون المشترك إلى محلول حمضي ضعيف يعمل على تخفيض $[H_3O^+]$ وبالتالي تزداد PH فتتغير كما نلاحظ من 2.72 إلى 4.92

سؤال : لديك محلول من HCN الذي تركيزه يساوي 0.1 مول / لتر

1) احسب PH له إذا علمت ان Ka= $16 * 10^{-5}$ ؟

2) إذا اضيف 0.2 مول من ملح NaCN إلى واحد لتر من المحلول اكتب صيغة الايون المشترك ثم احسب مقدار التغير في الرقم الهيدروجيني ؟

علما بان لو 4 = 0.6 لو8= 0.9

الاستاذ محمد السعدي 0786778971

سؤال : احسب قيمة PH ؟

1) لمحلول $[NH_3]$ = 0.2مول/لتر Kb= 2 *10^{-5}

2) لمحلول $[NH_3]$ = 0.2مول/لتر عند إضافة 0.4 مول من الملحNH_4CL إلى لتر من المحلول

إذا علمت Kb= 2*10^{-5} لو 5= 0.69

نلاحظ من السؤال السابق ان :

<u>عند إضافة ملح (ايون مشترك) إلى محلول قاعدة ضعيف فإن قيمة PH تقل</u>

سؤال : احسب عدد المولات NH_4CL الازمة إضافتها إلى لتر من محلول الامونيا تركيزه 0.1 مول/لتر للحصول على محلول له PH= 8 علما بأن Kb=1.8 * 10^{-5}

قبل ذوبان الملح	$NH_4^+ + OH^-$	⇌	$NH_3 + H_2O$
	س س		0.1
بعد ذوبان الملح	$NH_4^+ + Cl^-$	←	NH_4CL
	ص ص		

اولا نحسب قيمة تركيز OH^-

PH= -لو $[H_3O^+]$ = 8 إذا $[H_3O^+]$ =1* 10^{-8} مول/لتر

ومن Kw= $[H_3O^+]$ * $[OH^-]$ إذا $[OH^-]$ = 1* 10^{-6}مول/لتر

$$Kb = \frac{[OH^-]\,[NH_4^+]}{[NH3]}$$

تهمل

$$1.8 * 10^{-5} = \frac{(ص+س) * 1 * 10^{-6}}{0.1}$$

ص= $[NH_4^+]$=1.8مول/لتر

عدد المولات = التركيز*الحجم = 1.8*1=1.8مول

سؤال :-لديك خمسة محاليل مائية بتراكيز محددة معتمدا على المعلومات الواردة في الجدول اجب عن الاسئلة التالية

1-ما قيمة PH لمحلول HCN

2-احسب Ka لمحلول NH_3

3- ما صيغة القاعدة المرافقة الاقوى

4- اي الحمضين الموجودين في الجدول له اعلى Ka

5-اي المحلولين الملحيين N_2H_5CL او NH_4CLاق قدرة على التميه

6-ماذا تتوقع لقيمة PH لمحلول NH_3 عند اضافة كمية من ملح NH_4Br اليه (تزداد, تقل, تبقى ثابتة)

المحلول	المعلومات	تركيز المحلول
HCN	$Ka = 6.2\times10^{-10}$	0.3
HNO_2	$[NO_2^-] = 1.1\times10^{-2}$	0.3
NH_3	$[NH_4^+] = 1.9\times10^{-3}$	0.2
N_2H_5CL	$Ph = 4.7$	0.5
NH_4CL	$[H_3O+] = 1.3\times10^{-5}$	0.5

الاستاذ محمد السعدي

خامسا:المحاليل المنظمة

المحاليل المنظمة : هي محاليل تقاوم التغير في الرقم الهيدروجيني عند إضافة كمية قليلة من حمض قوي او قاعدة قوية إليه

تتكون المحاليل المنظمة من نوعين :

1) محلول مائي من حمض ضعيف وقاعدته المرافقة مثل الحمض CH_3COOH وقاعدته المرافقة CH_3COO^- ويسمى محلول منظم حمضي

2) محلول مائي من قاعدة ضعيف وحمضها المرافق مثل القاعدة NH_3 وحمضها المرافق NH_{4+}^- ويسمى محلول منظم قاعدي

تعتمد المحاليل المنظمة على :

1) وجود الحمض الضعيف وقاعدته المرافقة

2) النسبة بين الحمض الضعيف وقاعدته المرافقة

اهمية المحاليل المنظمة :

تستخدم المحاليل المنظمة في كثير من التفاعلات الكيميائية التي يشترط حدوثها ببقاء الرقم الهيدروجيني ثابت طول فترة التفاعل منها :

1) صناعة الشامبو 2) دباغة الجلود 3) عمليات الترسيب

4) تستخدم في العمليات الفسيولوجية داخل جسم الانسان مثل نقل الاوكسجين عبر الدم الذي من الرئتين لبقية الخلايا الذي يشترط حدوثة عندما يكون الرقم الهيدروجيني يساوي 4.7 تقريبا

سؤال : وضح كيف يقوم المحلول المنظم (CH_3COONa/CH_3COOH) بمقاومة التغير في PH

محلول منظم حمضي $CH_3COO^- + H_3O^+$ ⟷ $CH_3COOH + H_2O$

قاعده مرافقة (ملح) — حمض

يقاوم التغير عند إضافة اما حمض قوي او قاعدة قوية بكميات قليلة محددة كما يلي :

1)عند إضافة حمض قوي مثل HBr فإنه يتفاعل مع القاعدة المرافقة CH_3COO^- لتكوين CH_3COOH بالتالي يقل تركيز القاعدة المرافقة CH_3COO^- ويزداد تركيز الحمض CH_3COOH مما يسبب تغيراً في النسبة بينهما ولا يتغير تركيز H_3O^+ بشكل ملحوظ

2) عند إضافة قاعده قوية مثل NaOH فإنه يتفاعل مع الحمض CH_3COOH لتكوين CH_3COO^- بالتالي يقل تركيز الحمض CH_3COOH ويزداد القاعدة المرافقة CH_3COO^- مما يسبب تغيراً في النسبة بينهما ولا يتغير تركيز H_3O^+ بشكل ملحوظ

سؤال وضح كيف يقاوم المحلول المنظم NH_4^+/NH_4Cl التغير في PH عند إضافة كمية محددة

1) حمض قوي من HI

2) قاعدة قوية من NaOH

سؤال محلول منظم يتكون من (CH_3COOH الحمض / CH_3COONa وملحه) تركيز كل منهما يساوي 0.5مول/لتر

$Ka=1.8*10^{-5}$ لو 1.8 = 0.26 لو 2.7= 0.43 أحسب

1) قيمة PH للمحلول المنظم

2) قيمة PH للمحلول المنظم عند إضافة 0.1مول/لتر من الحمض HI

3) قيمة PH للمحلول المنظم عند إضافة 0.1مول/لتر من القاعدة NaOH

1) قيمة PH للمحلول المنظم ::: PH= - لو $[H_3O^+]$

إذا يجب حساب $[H_3O^+]$

قبل ذوبان الملح	$CH_3COO^- + H_3O^+$ ⟵⟶ $CH_3COOH + H_2O$ س س 5.0
بعد ذوبان الملح	$CH_3COO^- + Na^+$ ⟵ CH_3COONa **0** **0** 0.5 0.5 5.0

الايون المشترك **$[CH_3COO^-]$** ..... الذي تركيزه من الملح + تفكك الحمض لكن نعتبر تفكك الحمض يساوي صفر لأنه ضعيف مقارنة بتفكك الملح

إذا تركيزه = 0.5مول/لتر

$[CH_3COOH]$= 0.5 مول /لتر

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

$1.8*10^{-5}$ = **$[H_3O^+]$*** 0.5 /0.5 إذا **$[H_3O^+]$**$=1.8*10^{-5}$

PH= - لو $[H_3O^+]$ = - لو $1.8*10^{-5}$ = -(لو 1.8 + لو 10^{-5}) = - (0.26 – 5) = 4.74

2) قيمة PH للمحلول المنظم عند إضافة 0.1مول/لتر من الحمض HI

عند إضافة حمض قوي مثل HI فإنه يتفاعل مع القاعدة المرافقة CH_3COO^- لتكوين CH_3COOH بالتالي يقل تركيز القاعدة المرافقة CH_3COO^- بمقدار الحمض المضاف HI (0.1مول/لتر) ويزداد تركيز الحمض CH_3COOH بنفس المقدار

كما في المعادلة التالية

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

يقل تركيزها بمقدار 0.1

يزداد تركيزها بمقدار 0.1

إذا يصبح $[CH_3COO^-]$= 0.5-0.1=0.4مول/لتر

و يصبح $[CH_3COOH]$= 0.5+0.1=0.6مول/لتر

من قانون ثابت اتزان الحمض

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

$[H_3O^+]$ = 8.*10^{-5} إذا 0.6 /0.4 * $[H_3O^+]$ = 2.7 *10^{-5}

PH= - لو $[H_3O^+]$ = - لو 2.7 *10^{-5} = -(لو 2.7 + لو 10^{-5}) = - (0.43 – 5) = 4.57

ملاحظة لو اطلعنا على مقدار التغير في الفرعين 1 و 2 لوجدنا ان مقدار التغير بقيمة PH بعد اضافة 0.1 مول/لتر من الحمض القوي يساوي 0.17 وهذا تغير طفيف على قيمتها

وهنا كما في السؤال يتضح الية عمل المحلول المنظم ولملاحظة الفرق احسب قيمة PH دون وجود المحلول المنظم ولاحظ الفرق في قيمة ال PH

ويمكن من الفرع الثاني من السؤال السابق وضع قانون لتركيز ايون الهايدرونيوم الموجب $[H_3O^+]$

حيث $[H_3O^+]$ = Ka $[CH_3COOH]$ + تركيز الحمض المضاف

$[CH_3COO^-]$-تركيز الحمض المضاف

3) قيمة PH للمحلول المنظم عند إضافة 0.1مول/لتر من القاعدة NaOH

سؤال وزاري : في الجدول المجاور خمسة محاليل تركيز كل منها (1مول/لتر) وهي : (قاعدة ضعيفة ، وحمضان ضعيفان ، وملحان). اعتمادا على المعلومات الواردة عن كل منها في الجدول ، اجب عما يلي :

المحلول (1مول/لتر)	المعلومات
القاعدة B	$Kb = 1 * 10^{-6}$
الحمض HC	$[H_3O^+] = 8*10^{-3}$مول/لتر
الحمض HD	$Ka = 4.9 * 10^{-10}$
الملح KX	$PH = 9$
الملح KZ	$[OH^-] = 1* 10^{-2}$مول/لتر

1) ايهما اضعف كقاعدة : C^- ام D^- ؟

2) احسب قيمة PH للقاعدة B ؟

3)أي الحمضين اقوى : HX ام HZ ؟وضح اجابتك

4) اكتب معادلة موزونة تمثل التفاعل بين محلول الحمض HD والملح NaC ، ثم :

أ- بين أي الاتجاهين يرجح الاتزان .

ب- حدد الزوجين المترافقين من الحمض والقاعدة في التفاعل السابق .

5) احسب $[H_3O^+]$ في محلول مكون من القاعدة B(1مول/لتر) و الملح BHCl (0.5 مول/لتر)؟

سؤال وزاري : اذا علمت ان Ka للحمض HOCl يساوي $2.8 * 10^{-8}$ وتركيزه (0.25 مول/لتر).

1) احسب $[H_3O^+]$ في محلول الحمض ؟

2) احسب عدد مولات الملح NaOCl التي يجب اضافتها الى (200 مل) من محلول الحمض لتصبح قيمة PH=7 ؟

3) ما الايون المشترك في المحلول الناتج بعد اضافة الملح ؟

تطبيقات حياتية

الدم محلول منظم

تعمل المحاليل المنظمة دورا مهما في صحة اجسام الكائنات الحية ويعد وجودها ضروريا لعمل اجهزة الجسم وسير العمليات الحيوية فيه ولان الانسان اكثر المخلوقات تنوعا في الاطعمة فالطماطم وعصائر الفواكه التي يتناولها الانسان ذات خصائص حمضية وبعض الخضراوات مثل الخيار تكون ذات خصائص قاعدية وهذا قد يؤثر في حموضة الدم وانتظام العمليات الحيوية فيه الا ان الدم يعد محلول منظما طبيعيا يتراوح الرقم الهيدروجيني له بين (7.35- 7.45) ويحتوي على عدة انظمة من المحاليل المنظمة التي تعمل على ضبط الرقم الهيدروجيني له عند هذه الحدود باستمرار واهم هذه المحاليل محلول حمض الكربونيك وايون الكربونات الهيدروجينية (HCO_3^- - H_2CO_3)

$$H_2CO_3 + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + H_3O$$

فعند انخفاض نركيز ايون الهيدرونيوم H_3O^+ في الدم يزداد تأين حمض الكربونيك H_2CO_3 لانتاج ايونات الهيدرونيوم H_3O^+ الجديدة للمحافظه على تركيز ثابت من ايون الهيدرونيوم H_3O^+ فيبقى الرقم الهيدروجيني ثابت عند 7.4 تقريبا

عند زيادة تركيز ايون H_3O^+ فانه يتفاعل مع الايون HCO_3^- ويتكون حمض H_2CO_3 وهو ضعيف التأين فهو يتفكك في الرئة مكونا الماء وثاني اكسيد الكربون CO_2 الذي يتم التخلص منه عن طريق التنفس الزفير وبذلك يتخلص الدم من زيادة H_3O^+ فيه ويبقى محافظا على درجة حموضتته

الاستاذ محمد السعدي **0786778971**

سؤال وزاري :

أ- ادرس المعادلتين الاتيتين جيدا ،ثم اجب عن الاسئلة التي تليهما :

$HA + X^- \rightleftharpoons HX + A^-$

$HD + X^- \rightleftharpoons HX + D^-$

1) رتب الحموض (HA , HX , HD,) تصاعديا حسب قوتها ؟

2) أي القواعد (X^- , A^-) هي الاقوى ؟

3) أي الحموض له اقل قيمة PH ؟

ب- اكمل الفراغ في المعادلة الاتية ، ثم حدد الازواج المترادفة من الحمض والقاعدة :

$CN^- + HCO_3^- \rightleftharpoons$ +

ج- محلول منظم مكون من حمض CH_3COOH ($K_a = 2 * 10^{-5}$) وتركيزه (0.4) مول/لتر وملح CH_3COONa تركيزه (0.5) مول/لتر ، اجب عما ياتي :

1) اكتب صيغة الايون المشترك

2) احسب $[H_3O^+]$ في المحلول ؟

3) كم غراما من NaOH الصلب يجب اضافتها الى لتر من المحلول المنظم لتصبح قيمة PH للمحلول النهائي = 5 ؟(الكتلة المولية ل NaOH= 40 غ/مول).

سؤال وزاري :

أ- اعتمادا على المعلومات الاتية لعدد من محاليل الحموض الضعيفة المتساوية في التركيز (0.01 مول/لتر)، اجب عن الاسئلة الاتية :

الحمض	HX	HY	HZ
$[H_3O^+]$	$1*10^{-10}$	$1*10^{-6}$	$1*10^{-8}$

1) ما صيغة القاعدة المرافقة الاقوى ؟

2) ما صيغة الحمض الذي في محلوله $[OH^-]$ الاقل ؟

3) ما قيمة Ka للحمض HY ؟

4) عند تفاعل HX مع Z^- حدد الجهة التي يرجحها الاتزان ؟

ب - اكتب معادلة تاين $H_2PO_4^-$ كحمض في الماء ؟

الاستاذ محمد السعدي 0786778971

سؤال وزاري :

أ - يبين الجدول الاتي قيم K_b التقريبية لعدد من محاليل القواعد الضعيفة المتساوية في التركيز ، ادرسه ثم اجب عن الاسئلة الاتية :

القاعدة	CH_3NH_2	N_2H_4	$C_6H_5NH_2$	$C_2H_5NH_2$	NH_3
K_b	$4 * 10^{-4}$	$1 * 10^{-6}$	$4 * 10^{-10}$	$6 * 10^{-4}$	$2 * 10^{-5}$

1) ما صيغة القاعدة الاقوى ؟

2) ما صيغة الحمض المرافق الذي لقاعدته اقل رقم هيدروجيني ؟

3) اكمل المعادلة الاتية ، ثم حدد الجهة التي يرجحها الاتزان :

$$CH_3NH_3^+ + NH_3 \rightleftharpoons \quad +$$

4) احسب $[OH^-]$ في محلول N_2H_4 الذي تركيزه (0.04) مول/لتر .

ب - محلول منظم حجمه (1) لتر ،مكون من الحمض الافتراضي HX (0.1) مول/لتر وملحه NaX (0.2) مول/لتر . اذا علمت ان K_a للحمض HX ($1*10^{-5}$) ،وان (لو 5 =0.7) ،اجب عما ياتي :

1) اكتب صيغة الايون المشترك

2) احسب الرقم الهيدروجيني PH للمحلول .

3) احسب تركيز حمض HCl اللازم اضافته للمحلول ليصبح PH = 5 (مع اهمال تغير الحجم)

***ملاحظة**

في حال اراد سؤال احسب الكتلة

ك = ح * ت * ك . م

سؤال وزاري : محلول منظم حجمه (1) لتر ، مكون من القاعدة NH_3 تركيزها (0.4) مول/لتر والملح NH_4CL مجهول التركيز فاذا علمت ان (PH) للمحلول = (9) ،وان Kb ل NH_3 = ($2*10^{-5}$) وان Kw =$1*10^{-14}$ فاجب عما ياتي :

1) اكتب صيغة الايون المشترك في المحلول .

2) احسب تركيز الملح NH_4CL في المحلول .

3) ماذا يصبح [OH^-] في المحلول المنظم اذا اضيف اليه (0.2) مول من HCL ؟(اهمل التغير في الحجم) .

4) ما التغير الذي يحدث على قيمة (PH) للمحلول المنظم اذا اضيف اليه لترا واحدا من الماء النقي .

سؤال وزاري : محلول منظم مكون من حمض CH_3COOH (Ka= $2*10^{-5}$) وتركيزه (0.4 مول/لتر) وملح CH_3COONa وتركيزه (0.5 مول/لتر) ،اجب عما ياتي :
(الكتلة المولية ل NaOH = 40غ/مول) .

1) اكتب صيغة الايون المشترك .

2) احسب تركيز (H_3O^+) في المحلول .

3) كم غراما من (NaOH) الصلب يجب اذابها في لتر من المحلول المنظم لتصبح قيمة PH للمحلول النهائي = 5

الاستاذ محمد السعدي **0786778971**

سؤال وزاري : تم تحضير محلول منظم من الحمض H_2CO_3 والملح $NaHCO_3$ بالتركيز نفسه. فاذا كان $[H_3O^+]$ في المحلول = $4* 10^{-7}$ مول/لتر ، ويتاين الحمض في الماء كما في المعادلة الاتية :

$$H_2CO_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HCO_3^-{}_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$$

اجب عما ياتي :

1) احسب قيمة ثابت التاين Ka للحمض H_2CO_3 .

2) اكتب صيغة الايون المشترك .

3) احسب قيمة النسبة : (الحمض) لتصبح قيمة PH للمحلول تساوي 7.4 وهي القيمة المناسبة ليؤدي الدم وظيفته في الجسم . (علما بان لو 4= 0.6) .

(الملح)

الاستاذ محمد السعدي