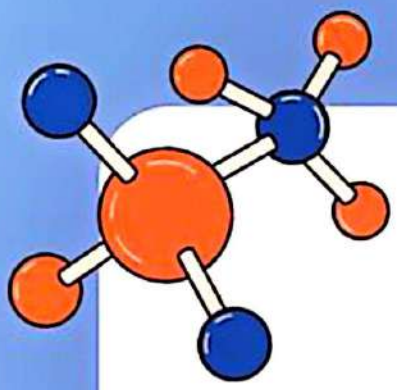


الكيمياء

الوحدة الرابعة
الحموض و القواعد
اعداد
عثمان القدومي

ت0789860593

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الوحدة 4 الحموض و القواعد وتطبيقاتها

الدرس ① الحموض والقواعد :

مقدمة :

تتواجد الحموض في كثير من المواد الغذائية وتعطيها طعماً حامضاً لاذعاً مثل الليمون ، البرتقال ، البندورة تحوي حمض الستريك والمشروبات الغازية حمض الكربونيك .

و تؤثر الاحماض في ورقة تباع الشمس لتحول الورقة الزرقاء إلى اللون الأحمر.

وكذلك تتواجد القواعد في المواد الغذائية مثل السبانخ ، البروكلي ، الكيار والفواكه مثل التفاح والمشمش والفراولة و تدخل القواعد في صناعة المنظفات المنزلية والصابون مثل ($NaOH$) ، تمتاز القواعد بطعمها المر وملمسها الزلق.

و تؤثر في الكواشف كتغيير لون ورقة عباد الشمس الحمراء إلى اللون الأزرق.

مفهوم أرهينيوس :

محاليل الاحماض والقواعد موصلة للتيار الكهربائي لذا توصف بأنها كهرلية.

تمكن العالم أرهينيوس عن طريق دراسته للتوصيل الكهربائي لمحاليل المواد الأيونية بتعريف الحمض والقاعدة:

حمض أرهينيوس : هي مادة تتأين في الماء وتنتج أيون الهيدروجين (H^+).

مثال :

$$HCl_g \xrightarrow{H_2O} H^+_{aq} + Cl^-_{aq}$$

$$HNO_{3\,aq} \xrightarrow{H_2O} H^+_{aq} + NO_3^-{}_{aq}$$

$$HF \rightleftharpoons[H_2O] H^+_{aq} + F^-_{aq}$$

فسر السلوك الحمضي لمحلول حمض $HClO$ حسب مفهوم أرهينيوس ؟ ؟ ! مع المعادلة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* حوض أرهينيوس تحتوى على ذرة H أو أكثر وترتبط ذرة H برابطة تساهمية قطبية بذرة أخرى ذات سالبية كهربائية عالية نسبياً أو مجموعة أيونية وهذا يسمح لها بالتأين في المحلول المائي.

* حوض أرهينيوس جميعها تحتوى على ذرات H :-

منها يحتوي على ذرة H واحدة مثل HCl HBr HI HCN - (أحادي البروتون)

وكذلك يحتوي على ذرتين H مثل H_2SO_4 ، H_2CO_3 -- (ثنائي البروتون).

وكذلك يحتوي على ٣ ذرات H حمض الفوسفوريك H_3PO_4 (ثلاثي البروتون).

* بدراسة حمض الايثانويك CH_3COOH فان ذرات H الثلاثة المرتبطة بالكربون ليس لها القدرة على التأين والسبب الروابط بينهم رابطة غير قطبية.
لكن ذرة H المرتبطة بالاكسجين ذات السالبية الكهربائية العالية هي القادرة على التأين (لذا يوصف بأنه حمض أحادي البروتون)

$$CH_3COOH_{(L)} \xrightleftharpoons{H_2O} CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$

قاعدة أرهينيوس :- هي مادة تتأين في الماء و تنتج أيون الهيدروكسيد (OH^-)

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

قواعد أرهينيوس مثل هيدروكسيدات فلزات المجموعة (I / II) كلها تحتوي على أيون الهيدروكسيد OH^- ، بعضها يحتوي على OH واحدة مثل (LiOH/NaOH/KOH) وبعضها يحتوي على أيوني هيدروكسيد مثل ($Mg(OH)_2$ / $Ca(OH)_2$ / $Sr(OH)_2$).

؟ حمض الكبريتيك (يسمى زيت الزاج) يستخدم في مجال الزراعة لزيادة حموضة التربة ومعالجة الملوحة وتطهيرها من الفطريات. (H_2SO_4)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

أيون الهيدرونيوم : (H_3O^+)

يتأين الحمض في المحلول / الماء فينتج H^+ .

ذرة H ⟶ H^+
1e ⟶ فقد ⟶ 1p+
1p+

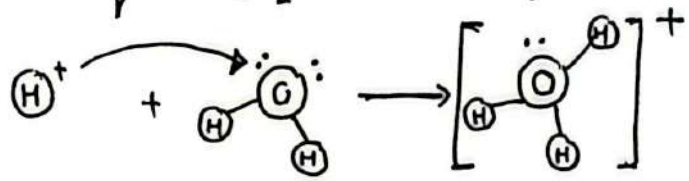
H^+ يتكون من بروتون واحد فقط

وهو جسيم صغير (حجمه صغير) يحمل شحنة كهربائية عالية مقارنة بكتلته و مداره فارغ .

H^+ لا يمكن تواجده منفرداً في المحلول. (بسبب الصفات السابقة)

لارتباط H^+ بجزئ الماء برابطة تناسقية مكوناً H_3O^+ أيون الهيدرونيوم

$$H^+_{aq} + H_2O_L \rightleftharpoons H_3O^+_{aq}$$



* لذا يتم التعبير عن H^+ في المحلول باستخدام (H_3O^+)

$$HCl_g + H_2O_L \longrightarrow H_3O^+_{aq} + Cl^-_{aq}$$

القصور في مفهوم أرهينيوس :

* إقتصرت دراسته للأحماض والقواعد في المحاليل المائية فقط.
* إقتصر على تفسير خصائص الحمض التي تحتوي في تركيبها على ذرات H و القواعد التي تحتوي على OH لذا لم يتمكن من تفسير التأثير القاعدي لقاعدة معروفة مثل NH_3
* لم يتمكن من تفسير التأثير القاعدي أو الحمضي لمحاليل كثير من الاملاح. مثل NH_4Cl ، $NaHCO_3$.

تدريبات : أ/ صنف المواد الآتية لحمض وقاعده حسب مفهوم أرهينيوس.
(HNO_3 / KOH / HCOOH / $HClO_4$ / $Sr(OH)_2$)

ب / أكتب معادلة تبين التأثير القاعدي لـ LiOH حسب أرهينيوس.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ج/ أي الآتية لم يمكن أرهينيوس من تفسيره كحمض ؟

١/ HCN_{aq} ٢/ HCl_g ٣/ $HCOOH_{aq}$ ٤/ HNO_{3aq}

د/ أي الآتية لم يمكن أرهينيوس من تفسيره كقاعدة ؟

١/ $LiOH$ ٢/ N_2H_4 ٣/ KOH ٤/ $NaOH$

هـ/ أي الآتية لم يمكن أرهينيوس من تفسير السلوك الحمضي والقاعدي لمحاليله ؟

١/ KOH ٢/ HCN ٣/ HBr ٤/ $NaCN$

مفهوم برونستد ولوري :

عدم مقدرة أرهينيوس على تفسير بعض الأمور مثل

* تفاعل HCl مع NH_3 ينتج الملح نفسه NH_4Cl سواء كان التفاعل في المحاليل أو في الحالة الغازية. (لايعتبر HCl حمض إلا إذا كان مذاباً في الماء).

$$NH_{3aq} + HCl_{aq} \longrightarrow NH_4Cl_{aq}$$

$$NH_{3g} + HCl_g \longrightarrow NH_4Cl_s$$

* كذلك NH_3 هي قاعدة لكن لم يعتبرها كذلك لعدم احتوائها على (OH^-)

فتم تقديم تعريف أكثر شمول للحمض والقاعدة بالاعتماد على انتقال البروتون H^+.

حمض برونستد لوري : مادة يمكنها منح بروتون واحد أو أكثر في أثناء التفاعل (مانح للبروتون).

قاعدة برونستد لوري : مادة يمكنها إستقبال بروتون واحد أو أكثر في أثناء التفاعل (مستقبل للبروتون)

توضيح :

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

مانح — مستقبل

(HCl حمض / H_2O قاعدة)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٥٪ $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$

مستقبل ← $H^+ \cdot OH^-$ مانح.

في المعادلة السابقة تصرف الماء حسب برونستد ولوري كقاعدة وفي هذه المعادلة تصرف كحمض.

* التفاعلات التي يحدث فيها انتقال بروتون هي تفاعلات حمض و قاعدة

تدريب حدد الحمض والقاعدة في التفاعلات الآتية / وأكمل المعادلة.

$NH_3 + HCl \rightleftharpoons NH_4^+ + Cl^-$

$N_2H_4 + H_2O \rightleftharpoons OH^- + \text{-----}$

$HCOOH + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + \text{------}$

$HCO_3^- + CN^- \rightleftharpoons \text{----} + \text{----}$

الأزواج المترافقة :

وفق مفهوم برونستد ولوري التفاعل يحتوي على زوجين مترافقين

زوج مترافق ← (حمض وقاعدته المرافقة) و (قاعدة وحمضه المرافق) ← زوج مترافق.

عدد الازواج (٢).

لكل حمض في التفاعل قاعدة مرافقة (في المواد الناتجة)

لكل قاعدة في التفاعل حمض مرافق (في المواد الناتجه).

$HCl + CH_3NH_2 \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + Cl^-$

حمض — قاعدة — حمض مرافق — قاعدة مرافقة

زوج مترافق/٢ — زوج مترافق/١

* المرافق هو الشبيه في المواد الناتجة.

* تختلف الازواج المترافقة عن بعضها ببروتون واحد (H^+)

$H_2CO_3 + CN^- \rightleftharpoons HCO_3^- + HCN$

حمض — قاعدة — قاعدة مرافقة — حمض مرافق

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تدريب: حدد الأزواج المترافقة

أ/ $CH_3NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + OH^-$

( ) ( )

ب/ $HF + H_2O \rightleftharpoons F^- + H_3O^+$

( ) ( )
الحمض وقاعدته م. — القاعدة وحمضه م.

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

( ) ( )
القاعدة وحمضها المرافق — الحمض وقاعدته المرافقة

د/ أكمل المعادلة وحدد الأزواج المترافقة.

$C_5H_5N + HCl \rightleftharpoons$ ..... + ...

$HNO_2 + CN^- \rightleftharpoons NO_2^- +$ ------

ومنه يعرف القاعدة المرافقة: هي المادة الناتجة عن منح الحمض للبروتون.

وكذلك الحمض المرافق: هي المادة الناتجة عن استقبال القاعدة للبروتون.

* إذا تم دراسة التفاعل العكسي فإنها تشكل أزواج مترافقة (كما هي في التفاعل الأمامي)

قوة الحمض والقاعدة:

ترتبط قوة الحمض بقدرته على التأين ومنح البروتون، فالحمض القوي يتأين كلياً في المحلول (ويتجه التفاعل نحو تكوين م. الناتجة بنسبة عالية) ويعبر عن التفاعل بسهم باتجاه واحد (⟶) تفاعل غير منعكس.

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

حمض — قاعدة — حمضه م. — قاعدته م.

التفاعل يتجه كلياً نحو تكوين النواتج وهذا دليل على أن :-

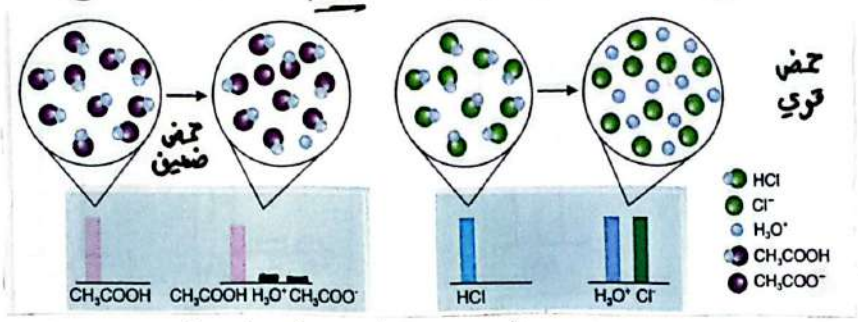
؟ العديد من الأدوية تتكون من قواعد تسمى الأمينات وهي مشتقة من الأمونيا NH_3 ومن هذه الأدوية مادة مستخلصة من لحاء الكينا (الكينين) وهو مستلص مُر. لمكافحة الملاريا وصناعة الماء المنعش.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الحمض HCl أكثر قدرة على منح البروتون من الحمض H_3O^+ (لذلك HCl كحمض أقوى من الحمض H_3O^+).
والقاعدة H_2O أكثر قدرة على استقبال البروتون من Cl^-
(H_2O كقاعدة أقوى من Cl^-)

* نلاحظ بأن الحمض والقاعدة في جهة م. المتفاعلة أقوى من الحمض والقاعدة في جهة م. الناتجة. لذلك التفاعل يتجه نحو تكوين المواد الناتجة بنسبة عالية. (وهذا يشير إلى عدم حدوث تفاعل عكسي).

تأين الحمض القوي



أما عند دراسة الحموض الضعيفة فإنها تتأين بشكل جزئي في المحلول ويكون التفاعل منعكساً.

توضيح $CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$
حمض — قاعدة — قاعدة م. — حمض م.

تأين الحمض الضعيف في الماء بدرجة ضئيلة جداً.
وهذا يشير: أن الحمض الضعيف CH_3COOH درجة تأينه الصغيرة بذلك تركيزه في المحلول سيكون عالياً مقارنة بتركيز الحمض H_3O^+
وهذا دليل على أن الحمض CH_3COOH أقل قدرة على منح البروتون من الحمض H_3O^+ وكذلك CH_3COO^- كقاعدة أكثر قدرة على استقبال البروتون من H_2O وهذا يفسر حدوث التفاعل العكسي. ($\rightleftharpoons$)
لتبقى تراكيز م. المتفاعلة في المحلول عالية مقارنة بتراكيز م. الناتجة.

* خلاصة * التفاعل يتجه نحو تكوين المواد الأضعف.
* وموضع الاتزان يرجح ويزاح جهة المواد الاضعف.
(والمواد الاقوى في طرف والمواد الاضعف في الطرف الأخر).

* العلاقة بين الحمض وقاعدته المرافقة / كلما زادت قوة الحمض قلت قوة القاعدة المرافقة الناتجة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

وكذلك القاعدة الأقوى يكون حمضها المرافق أضعف ⇐

* أليه تحديد الحمض المرافق والقاعدة المرافقة :

الحمض المرافق = القاعدة + H^+
القاعدة المرافقة = الحمض − H^+

أضعف ⟵ أقوى
أقوى ⟶ أضعف

تدريب/١ حدد القاعدة المرافقة لكل من : أحماض − H^+

$Cl^- \leftarrow HCl$ $\quad$ $OH^- \leftarrow H_2O$ $\quad$ ( ) $\leftarrow HCOOH$

$H_2O \leftarrow H_3O^+$ $\quad$ $HS^- \leftarrow H_2S$ $\quad$ ( ) $\leftarrow H_2PO_4^{-1}$

$NH_3 \leftarrow NH_4^+$ $\quad$ ( ) $\leftarrow HS^-$ $\quad$ ( ) $\leftarrow N_2H_5^+$

تدريب/٢ حدد الحمض المرافق لكل من : قواعد + H^+

$H_2O \leftarrow OH^-$ $\quad$ ( ) $\leftarrow HPO_4^{-2}$ $\quad$ ( ) $\leftarrow ClO^-$

$BH^+ \leftarrow B$ $\quad$ ( ) $\leftarrow H_2O$ $\quad$ ( ) $\leftarrow HSO_3^-$

$HCN \leftarrow CN^-$ $\quad$ ( ) $\leftarrow S^{-2}$ $\quad$ ( ) $\leftarrow H_2O$

تدريب/١ بدراسة الأحماض الافتراضية الآتية المرتبة حسب قوتها .

$HZ < HY < HX$

أ/ أي الآتية تعتبر القاعدة المرافقة الأضعف (X^- / Y^- / Z^-) ؟

ب/ رتب القواعد المرافقة حسب قوتها ($<$ $<$) .

تدريب/٢ بدراسة التفاعلات الآتية .

$HQ + Z^- \rightleftharpoons HZ + Q^-$ $\quad$ / رتب الأحماض حسب قوتها .

$HZ + R^- \rightleftharpoons HR + Z^-$ $\quad$ ( )

تدريب/٣ إذا علمت أن التفاعلات الآتية يرجح الاتزان نحو التفاعل العكسي فيها

$HA + B^- \rightleftharpoons HB + A^-$ $\quad$ رتب القواعد حسب قوتها .

$HB + C^- \rightleftharpoons HC + B^-$ $\quad$ ( )

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

فـر!! يعد الحمض HBr حمضاً قوياً بينما HNO_2 حمضاً ضعيفاً.

فـر!! المحلول القاعدي لمحلول $C_6H_5NH_2$ هي مفهوم برونستد ولوري.

تدريب / أي الأتية تعتبر زوج مترافق ؟

أ/ (CO_3^{-2} / H_2CO_3) ب/ (HPO_4^{-2} / H_3PO_4)

ج/ (NH_4^+ / NH_3) د/ (F^- / HCN)

المواد الأمفوتيرية / المترددة :

هناك مواد تسلك كحمض في تفاعل وتسلك كقاعدة في تفاعل آخر وذلك (تبعاً لطبيعة المواد التي تتفاعل معه.) فتسمى مواد مترددة أو أمفوتيرية.

من أبرز أمثلتك الماء كما في التفاعلات السابقة تصرف H_2O كقاعدة مع HCl في حين H_2O تصرف كحمض مع NH_3.

* هناك مواد أمفوتيرية بشرط فيه أن تكون أيونات سالبة تحوي على H الهيدروجين (القادرة على منحه في التفاعل.)

مثال / $(HS^- / HCO_3^- / HSO_3^- / H_2PO_4^-$ ------ $)$.

باستثناء $(OH^- / CH_3COO^- / HCOO^-)$ ← تتصرف كقاعدة فقط
$(RCOO^-)$

مثال/١ $HCO_3^- + HNO_2 \rightleftharpoons H_2CO_3 + NO_2^-$ (قاعدة)

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

مثال/٢ $HSO_3^- + HF \rightleftharpoons H_2SO_3 + F^-$

$HSO_3^- + CN^- \rightleftharpoons SO_3^{-2} + HCN$

HSO_3^- تصرف كقاعدة عند تفاعله مع HF الحمض.

لكن HSO_3^- سلك كحمض عند تفاعله مع القاعدة CN^-

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تدريب / فسر السلوك الامفوتيري لأيون $H_2PO_4^-$ عند تفاعله مع كل من HNO_3 ، CN^- موضحاً ذلك بالمعادلات.

ب/ أكتب تفاعل HS^- مع HCl تارة ومع NO_2^- تارة أخرى.

ج/ أي الايونيه لا يعد أمفوتيرياً ($H_2PO_4^-$ / HCO_3^- / HS^- / $HCOO^-$) ؟

لاستنتاج (الأيون الموجب / حمض)

الأيون السالب

- بدون H: CN^- قاعدة فقط
- مع H:
  - أمفوتيري ← حمض/قاعدة.
  - ماعدا $RCOO^-$ ، OH^- ← قاعدة

مفهوم لويس :

ظهور قصور في مفهوم برونستد لوري مثل (لم يوضح آلية وكيفية ارتباط البروتون بالقاعدة)

وكذلك (هناك العديد من تفاعلات حمض - قاعدة لا تشمل إنتقال البروتون).

مثل تفاعلات الأيونات الفلزية مع الماء / NH_3. وكذلك تفاعل CO_2 مع الماء.

$$Ag^+ + 2NH_3 \rightleftharpoons Ag(NH_3)_2^+$$

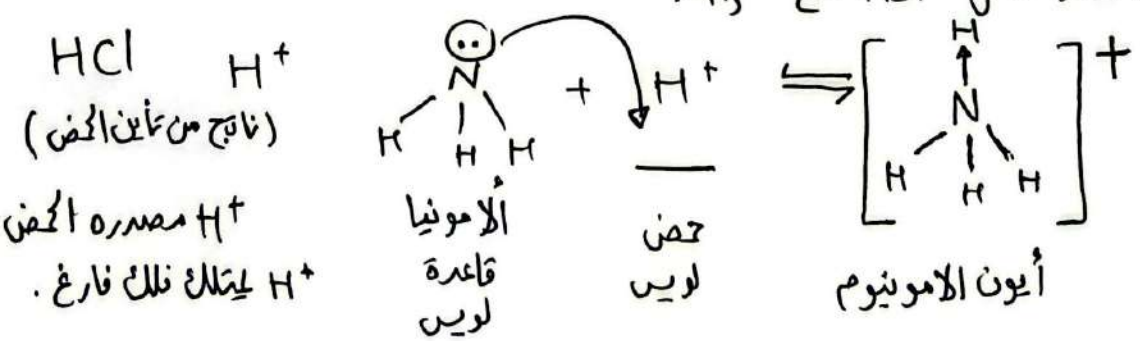
* بدأ بمرحلة تفاعلات لا تشمل انتقال البروتون ووضع تصوره للحمض والقاعدة بالاعتماد على (انتقال أزواج الالكترونات غير الرابطة من القاعدة للحمض).

حمض لويس : مادة يمكنها إستقبال زوج من الالكترونات أو أكثر في أثناء التفاعل. (لإحتوائه على فلك فارغ).

قاعدة لويس : مادة يمكنها منح زوج من الالكترونات أو أكثر في أثناء التفاعل.

* تنشأ بين حمض و قاعدة لويس رابطة مشتركة تناسقية.

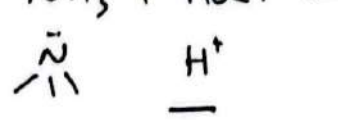
مثال عند تفاعل HCl مع NH_3



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

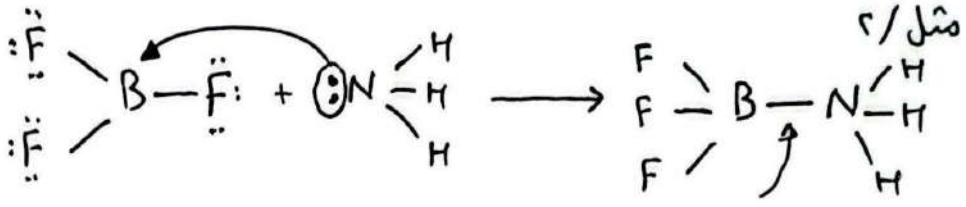
١. مفهوم لويس يستخدم في تفسير تفاعلات حمض - قاعدة يندرج عليها مفهوم برونستد.

مثل/١



وكذلك في تفاعلات حمض وقاعدة لا ينطبق عليها مفهوم برونستد ولوري.

مثل/٢



رابطة تناسقية.

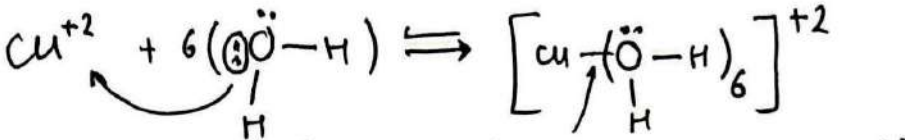
ذرة N تمتلك زوج من الالكترونات غير الرابط يمكنها منحه ∴ NH_3 قاعدة لويس

في حين ذرة B في BF_3 لديها فلك فارغ يمكنها استقبال زوج من الالكترونات

∴ BF_3 يمثل حمض لويس.

٢- وكذلك تمكن لويس من تفسير تكوين الأيونات المعقدة التي تنتج من:

تفاعل أيونات الفلزات مع الجزيئات مثل H_2O أو NH_3 أو مع أيونات أخرى مثل (CN^-) وغيرها ... .



حمض (لديه أفلاك فارغ) — قاعدة لويس (لأن ذرة (O) تمتلك زوجين غير رابطين من $\bar{e}$) — رابطة تناسقية — ($Cu(H_2O)_6^{+2}$)

ملاحظات منها قيد حموض وقواعد لويس:-

* الفلزات الانتقالية أيوناتها الموجبة (حموض لويس) وليست ذراتها.

... Co^{+3} / Cd^{+2} / Fe^{+3} / Fe^{+2} / Zn^{+2} / Cu^{+2} / Ag^{+}

* أي جزئ على وزن BX_3 مثل ($B(OH)_3$ / BCl_3 / BF_3) / BeX_2 (... BeH_2 / BeF_2)

حموض لويس لإمتلاك B و Be أفلاك فارغة.

* الأيونات السالبة على وزن X^- ... CN^- RO^- Cl^- Br^- I^-

قواعد لويس.

* الجزئ المتعادل الذي تكون ذرته المركزية (... $\ddot{N}$ / $\ddot{O}$) قواعد لويس

NF_3 NH_3 OCl_2 H_2O $\ddot{O}$ $\ddot{N}$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تدريب / حدد حمض و قاعدة لويس :

$$Ag^{+} + 2NH_3 \rightleftharpoons Ag(NH_3)_2^{+1}$$

( ) ( )

$$B(OH)_3 + H_2O \rightleftharpoons B(OH)_4^{-} + H^{+}$$

( ) ( )

$$Ni^{+2} + 6H_2O \rightleftharpoons Ni(H_2O)_6^{+2}$$

( ) ( )

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

( ) ( )

$$Cd^{+2} + 4I^{-} \rightleftharpoons CdI_4^{-2}$$

( ) ( )

تدريب/٢ حدد الحمض و القاعدة اللذين يتكون منها كل من :

$Fe(H_2O)_6^{+3}$ $Ag(Cl)_2^{-}$ $Ni(NH_3)_6^{+2}$

القاعدة الحمض

( ) ( )

Ag^{+} $2Cl^{-}$ Ni^{+2} NH_3

حمض قاعدة حمض قاعدة

تدريب / ٣

١/ المادة التي تستطيع إستقبال زوج من الالكترونات غير الرابط من مادة أخرى .

أ/ F^{-} ب/ Cu^{+2} ج/ BF_4^{-} د/ CO_3^{-2}

٢/ حمض لويس الذي يدخل في تركيب الايون $[Zn(CN)_6]^{-4}$ هو

أ/ Zn ب/ Zn^{+2} ج/ Zn^{+4} د/ CN^{-}

٣/ حدد حمض و قاعدة لويس في التفاعل الاتي :

$$ALCl_3 + Cl^{-} \rightleftharpoons ALCl_4^{-1}$$

( ) ( )

؟ BF_3 ثلاثي فلوريد البورون غاز سام عديم اللون يستخدم في تحفيز التفاعلات العضوية وتحفيز عمليات البلمرة ويستخدم كاشعاع في الصناعات العضوية.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

13

أختار الاجابة الصحيحة لكل فقرة مما يأتي:

1. تُعد الأمونيا NH_3 قاعدة عند تفاعلها مع الماء وفق مفهوم برونستد- لوري لأنها:

أ . تستقبل بروتون. ب. تمنح بروتون. جـ. تستقبل OH^-. د . تمنح OH^-.

2. الأيون الذي يُمثل القاعدة المرافقة الأقوى فيما يأتي:

أ . Cl^- ب. NO_3^- جـ. CN^- د . ClO_4^-

3. أحدُ الآتية زوج مترافق ينتج من تفاعل N_2H_4 مع NH_4^+، وهو:

أ . N_2H_4/NH_4^+ ب. $N_2H_5^+/NH_3$ جـ. $N_2H_4/N_2H_5^+$ د . $N_2H_5^+/NH_4^+$

4. يسلك الأيون HS^- سلوكًا حمضيًّا عند تفاعله مع:

أ . HF ب. HCOOH جـ. OH^- د . NH_4^+

5. لم يستطع أرهينيوس تفسير السلوك الحمضي لـ:

أ . HCN ب. HClO جـ. HI د . NH_4Cl

6. في التفاعل الآتي؛ تكون الصيغة الكيميائية لـ A هي:

$$A_{(aq)} + CN^-_{(aq)} \rightleftharpoons HPO_4^{2-}{}_{(aq)} + HCN_{(aq)}$$

أ . H_3PO_4 ب. $H_2PO_4^-$ جـ. $H_2PO_4^{2-}$ د . PO_4^{3-}

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مقارنة محاليل الاحماض مثل HCl و CH_3COOH (نشاط)

بيّن بأنه يوجد تفاوت في قدرة محاليل الاحماض على توصيل التيار الكهربائي.

ومنه صنفت الأحماض لقوية وضعيفة HCl قوي / CH_3COOH ضعيف

الاحماض القوية درجة توصيلها للتيار مرتفعة / نسبة الايونات عالية / التأين كلي.

PH الرقم الهيدروجيني له أقل

وتفاعله مع الفلزات مثل Mg وغاز H_2 المتصاعد بشكل أكثر.

الخلاصة / كلما زادت قوة الحمض زادت كميات غاز H_2 المتصاعدة وزادت درجة توصيله للتيار لكن قلت قيمة الرقم الهيدروجيني.

∴ الأحماض القوية مثل (HCl / HBr / HI / HNO_3 / $HClO_4$).

(الالكتروليت)

الدرس ٢ الرقم الهيدروجيني ومحاليل الحموض والقواعد القوية:

تحتوي المحاليل المائية على H_3O^+ و OH^- الناتجة من التأين الذاتي للماء

وتوصلنا لمعرفة سابقة بأن إذابة الحمض في الماء تنتج H_3O^+.

وإذابة القاعدة في الماء تنتج OH^-.

ماذا يقصد بالتأين الذاتي للماء ؟

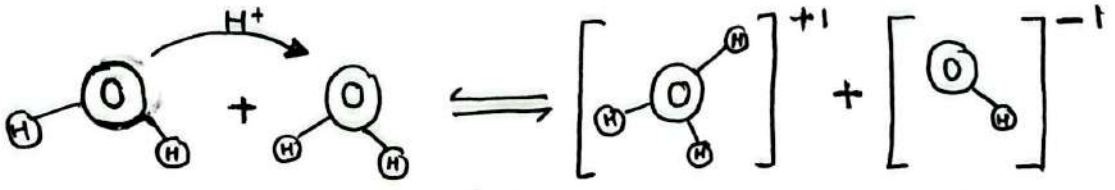
يوصف الماء النقي بأنه غير موصل للتيار الكهربائي لكن بينت الأجهزة الحديثة بأن الماء يوصل للتيار لكن بدرجة ضئيلة جداً، وهذا يدل على وجود نسبة ضئيلة من الايونات الناتجة من تفاعل جزيئات الماء في ما بينها.

ما مصدر هذه الايونات ؟ التأين الذاتي للماء.

// هو أن بعض جزيئات الماء تسلك كحموض وبعضها الاخر يسلك كقواعد في الماء نفسه //

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

فنجد أن الماء يحتوي على تراكيز متساوية من H_3O^+ و OH^-.



تراكيز هذه الايونات صغيرة جداً تحسب باستخدام ثابت الاتزان K_c.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

15

ثابت الاتزان = $\frac{[\text{النواتج}] \text{ مضروبة}}{[\text{المتفاعلات}] \text{ مضروبة}}$

$$K_c = \frac{[H_3O^+][OH^-]}{[H_2O][H_2O]}$$

تركيز الماء ثابت فيتم دمجه مع K_c

$$K_c[H_2O]^2 = [H_3O^+][OH^-]$$

يُعبر عنه بثابت تأين الماء K_w

ثابت تأين الماء $K_w = (1\times10^{-14})$

عند درجة حرارة (٢٥°س)

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] = 1\times10^{-14}$$

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

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

ويمكن من خلال علاقة K_w حساب $[H_3O^+]$ أو $[OH^-]$ عندما يكون تركيز أحدهما معروفاً.

∵ في الماء $[H_3O^+] = [OH^-]$ فإنه $K_w = [H_3O^+]^2 = [OH^-]^2$

وبذلك يمكننا تصنيف المحاليل (الحمضية / القاعدية / المتعادلة) تبعاً لتراكيز H_3O^+ و OH^-

ومن المعروف بـ $[H_3O^+]$ يرتبط بمفهوم الحمض $[OH^-]$ يرتبط بمفهوم القاعدة

المحلول	$[H_3O^+]$	$[OH^-]$
المتعادل	1×10^{-7}	1×10^{-7}
الحمضي	أكبر من 1×10^{-7}	أقل من 1×10^{-7}
القاعدي	أقل من 1×10^{-7}	أكبر من 1×10^{-7}

المحلول المتعادل $[H_3O^+] = [OH^-]$

المحلول الحمضي $[H_3O^+] > [OH^-]$

المحلول القاعدي $[H_3O^+] < [OH^-]$

تدريب/ ١ احسب تركيز H_3O^+ في محلول يحتوى OH^- بتركيز 1×10^{-4} M .

الحل/ $K_w = [H_3O^+]\cdot[OH^-]$

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1\times10^{-14}}{1\times10^{-4}}$$

$$[H_3O^+] = 1\times10^{-10}$$

الوسط قاعدي لأن

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

// الرموز / القوانين //

n عدد المولات / V الحجم / M تشير للتركيز

mol / كتلة مولية ← Mr (Mw) تشير لعدد المولات

(g/mol)

ml ← ح مل

L ← ح اللتر

m ← كتلة (g)

التركيز ت = ع / ح ← $M = \frac{n}{V}$ ← عدد المولات

الحجم

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

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

لتحويل ح من مل ← لتر ÷ (١٠٠٠)

$ع = \frac{ك}{ك م}$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تدريب/ ٢ احسب تركيز OH^- في محلول يحوي على أيونات H_3O^+ تركيزها $1X10^{-8}M$ =

الحل / $[OH^-] = \frac{kw}{[H_3O^+]}$

$[OH^-] = \frac{1X10^{-14}}{1X10^{-8}} \Rightarrow [OH^-] = 1X10^{-6}$

الوسط قاعدي لان $[OH^-] > [H_3O^+]$

تدريب/ ٢

المحلول	$[H_3O^+]$	$[OH^-]$	تصنيف المحلول
١	$1X10^{-2}M$		
٢		$1X10^{-7}M$	
٣		$1X10^{-4}M$	

تدريب/ أي الآتية يعتبر محلول قاعدي التأثير:

أ/ $[H_3O^+] = 1X10^{-5}$ ب/ $[OH^-] = 1X10^{-10}$

ج/ $[H_3O^+] = 1X10^{-9}$ د/ $[OH^-] = 1X10^{-7}$

محاليل الحموض القوية:

ترتبط قوة الحمض بقدرته على التأين ومنح البروتون في التفاعل.

عند اذابة الحمض في الماء يتأين وينتج H_3O^+ وايون أخر سالب.

عند اذابة الحمض HCl بتركيز 0.1M يتأين كلياً في الماء فيؤدي لزيادة تركيز H_3O^+.

توضيح الماء يحوي H_3O^+ و OH^- حسب المعادلة $H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$

وباضافة الحمض ينتج H_3O^+ $HCl + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$

بذلك تركيز H_3O^+ يزداد فيختل الإتزان / للحفاظ على الإتزان فان موضع الإتزان في الماء يُزاح نحو جهة اليسار، حسب مبدأ لوشاتلييه بذلك يقل تركيز OH^-

لتبقى ثابت تأين الماء kw ثابتاً $= 1X10^{-14}$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* استنتاج علاقة $[H_3O^+]$ مع $[OH^-]$ عكسية.

$[H_3O^+]$ الناتج من التأين الذاتي للماء صغير جداً مقارنة بـ $[H_3O^+]$ الناتج من تأين الحمض القوي لذا (يعتبر المصدر الرئيسي لـ H_3O^+ هو الحمض).

* بذلك $\boxed{[H_3O^+] = [\text{الحمض القوي}]}$

$[H_3O^+] = [\underset{\text{حمض}}{acid}]$

$[H_3O^+] = [HCl] = 1\times10^{-1}M$

* إضافة حمض قوي للماء يؤدي لتكوين محلول حمضي يكون فيه $[H_3O^+] > [OH^-]$.

فـ!! يقل تركيز OH^- في الماء عند تحضير محلول حمضي. (أشهر الأحماض القوية).

اسم الحمض	صيغته
البيركلوريك	$HClO_4$
هيدرويوديك	HI
هيدروبروميك	HBr
هيدروكلوريك	HCL
نيتريك	HNO_3

أشهر الأحماض القوية المطالبين فيها الحفظ

تدريب/١ إحسب تركيز H_3O^+ و OH^- لمحلول HNO_3 تركيزه $1\times10^{-3}M$

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

$[H_3O^+] = [HNO_3]$

$[H_3O^+] = 1\times10^{-3}M$

$[OH^-] = \frac{kw}{[H_3O^+]} = \frac{1\times10^{-14}}{1\times10^{-3}} = 1\times10^{-11}$

تدريب/٢ احسب تركيز H_3O^+ و OH^- في محلول تم تحضيره باذابة $0.02\ mol$ من $HClO_4$ في $400ml$ من الماء

عدد المولات $(n) = 0.02$

حجم المحلول $= \frac{400}{1000} = 0.4L$

$[HClO_4] = [H_3O^+] \xrightarrow{kw} [OH^-]$

$\underset{M}{[HClO_4]} = \frac{n}{V} = \frac{0.02}{0.4} = \frac{2\times10^{-2}}{4\times10^{-1}} = 0.5\times10^{-1} = 5\times10^{-2}M$

$[H_3O^+] = [HClO_4] = 5\times10^{-2}$

$[OH^-] = \frac{kw}{[H_3O^+]} = \frac{1\times10^{-14}}{5\times10^{-2}} = 0.2\times10^{-12}M$

2×10^{-13}

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تدريب/٣ احسب $[H_3O^+]$ و$[OH^-]$ إذا كانت عملية تحضير محلول بإذابة $(0.81g)$ من HBr في $(100\,ml)$ من الماء $(Mn_{HBr} = 81)$

$$[HBr] = [H_3O^+] \xrightarrow{Kw} [OH^-]$$

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

$$V = 0.1\,L$$

$$1 \times 10^{-1}\,L$$

$$[HBr] \quad M = \frac{n}{V_L} = \frac{n}{0.1}$$

$$n = \frac{g}{g/mol} = \frac{81 \times 10^{-2}}{81} = 1 \times 10^{-2}\ mol$$

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

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

تدريب/٤ في محلول حمض HNO_3 احسب $[HNO_3]$ إذا كانت $[NO_3^-]$ تساوي $0.01\,M$ (1×10^{-2})

$$HNO_3 + H_2O \longrightarrow \underbrace{NO_3^- + H_3O^+}_{=}$$

$$[HNO_3] = [H_3O^+] = [NO_3^-]$$

$$1 \times 10^{-2} = 1 \times 10^{-2} = 1 \times 10^{-2}$$

تدريب/٥

احسبي تركيز H_3O^+ و OH^- في محلول حمض HNO_3 تركيزه 0.04_M

محاليل القواعد القوية :

* تتأين القواعد القوية كلياً في الماء لتنتج أيون OH^- وأيون آخر موجب.
* بإضافة قاعدة قوية إلى الماء تؤدي لزيادة تركيز OH^- ونقص في تركيز H_3O^+

توضيح :

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

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

* بإضافة القاعدة NaOH للماء يتأين كلياً فيزداد تركيز OH^- وحسب مبدأ لوشاتلييه زيادة تركيز OH^- تؤدي لإزاحة موضع الاتزان نحو اليسار بذلك يقل تركيز H_3O^+ ليبقى Kw ثابتاً.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* $[OH^-]$ الناتجة من تأين الماء صغيرة جداً (يُهمل) مقارنة بـ $[OH^-]$ الناتج من تأين القاعدة NaOH .

19

لذا يُعتبر القاعدة (NaOH) هي المصدر الرئيسي لـ $[OH^-]$ في المحلول.

ومنه $[Base] = [OH^-]$ القاعدة القوية

* $[\text{القاعدة القوية}] = [OH^-]$

$[NaOH] = [OH^-]$

$0.1M \qquad 0.1M$

$$[H_3O^+] = \frac{1\times10^{-14}}{1\times10^{-1}} = 1\times10^{-13}$$

* أشهر القواعد القوية أحادية الـ OH للحفظ

هيدروكسيد الصوديوم	هيدروكسيد الليثيوم	هيدروكسيد البوتاسيوم
NaOH	LiOH	KOH

تدريب/١ إحسب تركيز H_3O^+ وتركيز OH^- في محلول مائي يحوي على 5×10^{-4} M من LiOH

$[LiOH] = [OH^-]$

$5\times10^{-4} \qquad 5\times10^{-4}$

$$[H_3O^+] = \frac{kw}{[OH^-]} = \frac{1\times10^{-14}}{5\times10^{-4}} = 0.2\times10^{-10} = 2\times10^{-11}\ M$$

تدريب/٢ احسب تركيز $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$ لمحلول KOH تركيزه 0.5M

تدريب/٣ محلول من NaOH حضر بإذابة (8g) منه في 200 ml من الماء ($M_{r(NaOH)} = 40\ g/mol$)
احسب $[OH^-]$ و $[H_3O^+]$

؟ يفرز حمض HCl في المعدة من أهم افرازات المعدة التي تساعد في هضم البروتينات وتنشيط أنزيم الهضم وقتل الجراثيم التي تدخل للمعدة.

؟ تستخدم القواعد مثل هيدروكسيد / الصوديوم / الليثيوم / الالمنيوم بسبب ملمسها الإنزلاقي في صناعة الشحوم / الشمع حيث تضاف هذه القواعد للدهون النباتية والحيوانية لإنتاج الصابون الشحمي.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الرقم الهيدروجيني و الرقم الهيدروكسيلي :

تحتوي المحاليل المائية على تراكيز صغيرة جداً من H_3O^+ التي تعبر عن حموضة المحلول و OH^- التي تعبر عن قاعدية المحلول. ولصعوبة التعامل معها تم طرح الرقم الهيدروجيني pH و الرقم الهيدروكسيلي pOH

الرقم الهيدروجيني : ويعبر عن حموضة المحلول.

وهو اللوغاريتم السالب لتركيز H_3O^+ للأساس 10 .

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

pH تعد مقياس كمي مدرج من (صفر إلى 14)

قيم pH موجبة من خلالها يمكننا أن نحدد طبيعة المحلول.

إذا كانت $pH = 7$ متعادل $pH < 7$ حمضي $pH > 7$ قاعدي

الحمض الأقوى له أقل pH و أكبر $[H_3O^+]$ وهو الأكثر حامضية.

القاعدة الأقوى لها أكبر pH و أكبر $[OH^-]$

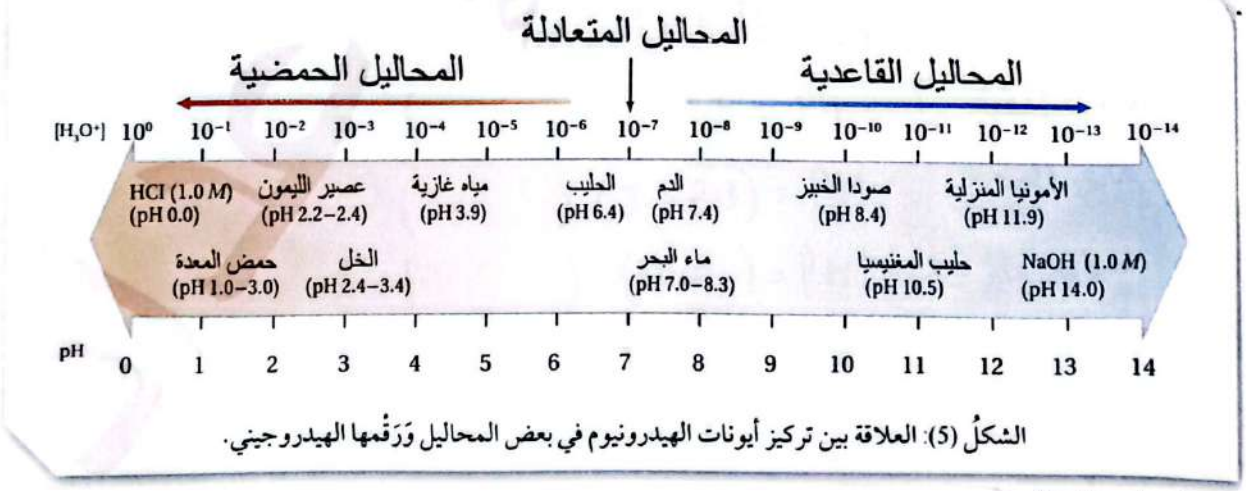
تذكير $[H_3O^+]$ مع $[OH^-]$ عكسية

علاقة $[H_3O^+]$ مع pH عكسية

علاقة $[OH^-]$ مع pH طردية

المحاليل الحمضية $[H_3O^+]$ أكبر من 10^{-7} و pH أقل من 7

المحاليل القاعدية $[OH^-]$ أكبر من 10^{-7} / أي $[H_3O^+]$ أقل من 10^{-7} و pH أكبر من 7



الشكل (5): العلاقة بين تركيز أيونات الهيدرونيوم في بعض المحاليل وَرَقْمها الهيدروجيني.

* الشكل ليس للحفظ.

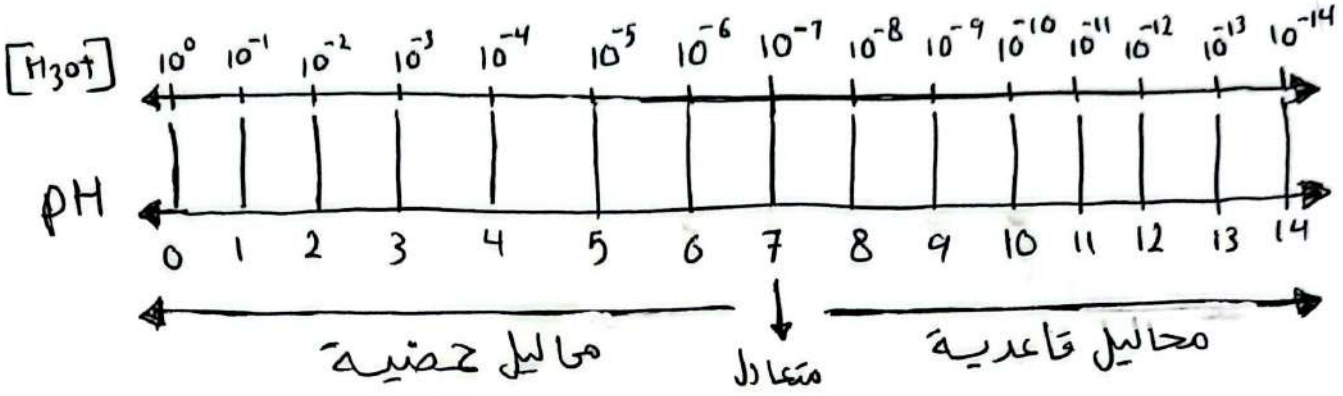
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

س/ رتب الآتية حسب PH

$(NH_3 / HCl / KOH / HCN)$

PH حسب قيم $HCl < HCN < NH_3 < KOH$

ق.ح ق.ض ح.ض ح.ق



ب/ حدد الرقم الهيدروجيني للمحلول $[H_3O^+] = 10^{-3}M$

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

$PH = (3 - \log 1)$

$PH = 3 - 0 = 3$

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

$-\log 10^{-3}$

$PH = (3)$

$-\log(1 \times 10^{\wedge -3})$

$PH = 3$

خطوات الآلة الحاسبة

الوسط حمضي PH أقل من ٧

$(\log 10 = 1) / (\log 1 = 0) / (\log 10^{-x} \Rightarrow -x \log 10 = -x)$

تدريب ١/ إحسب الرقم الهيدروجيني لمحلول حمض HNO_3 تركيزه $0.25M$

$(\log 2.5 = 0.4)$

$[HNO_3] = [H_3O^+] \longrightarrow PH$

$0.25 \quad 0.25$

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

$PH = -\log(2.5 \times 10^{-1})$

$PH = 1 - \log 2.5$

$PH = 1 - 0.4 = 0.6$

تدريب/ ٢ احسب PH لمحلول $HClO_4$ تركيزه $0.04M$ $(\log 4 = 0.6)$

$[HClO_4] = [H_3O^+] = 4 \times 10^{-2}$

$PH = -\log 4 \times 10^{-2}$

$(2 - \log 4) \Rightarrow 2 - 0.6$

$\boxed{1.4 = PH}$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تدريب/٣ احسب pH لمحلول حمض HBr عدد مولات المذابة = 0.4mol في 400ml

22

$[HBr] = [H_3O^+] \longrightarrow pH$

$V = \frac{400\ ml}{1000}$

$V = 0.4L$

$[HBr]_M = \frac{n}{V} = \frac{0.4}{0.4} = 1 \qquad [H_3O^+] = 1$

$pH = -\log 1$

$\boxed{pH = \text{صفر}}$

تدريب/٤ احسب pH لمحلول HI تركيزه 0.03_M ($\log 3 = 0.48$)

تدريب/٥ احسب pH لمحلول LiOH تركيزه 0.004 ($\log 2.5 = 0.4$)

تدريب/٦ احسب pH لمحلول القاعدة NaOH تركيزها 0.02_M ($\log 5 = 0.7$)

$[NaOH] = [OH^-] \xrightarrow{kw} [H_3O^+] \longrightarrow pH$

0.02 0.02

$[H_3O^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{2 \times 10^{-2}} = 0.5 \times 10^{-12} = 5 \times 10^{-13}$

$pH = -\log 5 \times 10^{-13}$

$pH = (13 - \log 5) \qquad pH = 13 - 0.7 = \boxed{pH = 12.3}$

تدريب/٧ احسب الرقم الهيدروجيني pH لمحلول HBr حضر بإذابة 0.81g منه في 400 mL (علماً بأن الكتلة المولية HBr = 81 g/mol) ($\log 2.5 = 0.4$).

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

23 تم حساب $[H_3O^+]$ من خلال معرفة $[OH^-]$ وكذلك بمعرفة [الحمض القوي]

ولكن سنحسب $[H_3O^+]$ من خلال pH

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

تدريب / إحسب $[H_3O^+]$ لعينة عصير مكتوب عليها $pH = 2.2$ $(\log 6.3 = 0.8)$

$$[H_3O^+] = 10^{-2.2} \quad \begin{matrix} -0.8 \\ +0.8 \end{matrix}$$

$$10^{0.8} \times 10^{-3}$$

$$[H_3O^+] = 6.3 \times 10^{-3}\ M$$

* يتم اضافة رقم تأخذ موجبة وسالبة.
* الهدف الحصول على عدد صحيح سالب وكسر عشري موجب.

تدريب / إحسب $[H_3O^+]$ لعينة ما قيمة $pH = 9.7$ $(\log 2 = 0.3)$

$$[H_3O^+] = 10^{-9.7}$$

$$10^{0.3} \times 10^{-10}$$

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

$10^{0.3}$ يقصد بـ لوايش = ٠,٣ لو ٢ = ٠,٣ $\log 2 = 0.3$

تدريب / احسب $[H_3O^+]$ لعينة خل لها $pH = 5$

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-5} = 1 \times 10^{-5}$$

تدريب / احسب $[H_3O^+]$ لعصير البندورة $pH = 4.3$ $(\log 5 = 0.7)$

ثم احسب $[OH^-]$.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الرقم الهيدروكسيلي : (pOH) :

رقم يعبر عن قاعدية المحلول/ ويعرف بسالب لوغاريتم لتركيز أيونات الهيدروكسيد OH^{-1} في المحلول الأساس 10

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

تدريب/١ إحسب pOH لمحلول القاعدة KOH تركيزها 0.01M .

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

$$[KOH] = [OH^-] = 1 \times 10^{-2} M$$

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

$$pOH = -\log(1 \times 10^{-2}) = 2 - \log 1 \quad 2 - 0 = 2$$

تدريب/٢ إحسب pOH لمحلول LiOH تركيزه 0.004M ($\log 4 = 0.6$)

وكذلك يمكننا حساب $[OH^-]$ بمعرفة pOH من خلال $[OH^{-1}] = 10^{-pOH}$

تدريب/٣ إحسب $[OH^-]$ لعينة الرقم الهيدروكسيلي pOH = 3.2 ($\log 6.3 = 0.8$)

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

$$= 10^{-3.2}$$

$$[OH^-] = 10^{0.8} \times 10^{-4}$$

$$[OH^-] \quad 6.3 \times 10^{-4}$$

تدريب/٤ احسب $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$ لحليب المغنيسيا pOH = 4

$$[OH^-] = 10^{-4} = 1 \times 10^{-4}$$

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

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تدريب / احسب الرقم الهيدروجيني لمحلول NaOH تم إذابة (4g) منه في (200ml) من الماء علما بان (كتلة NaOH = $40_{g/mol}$)

25 $Log\,5 = 0.7$
$Log\,2 = 0.3$

العلاقة بين pH و pOH :

من المعروف $Kw = [H_3O^+] \cdot [OH^-] = 1 \times 10^{-14}$

← بأخذ لوغاريتم الطرفين

$$Log[H_3O^+] + Log[OH^-] = -14$$

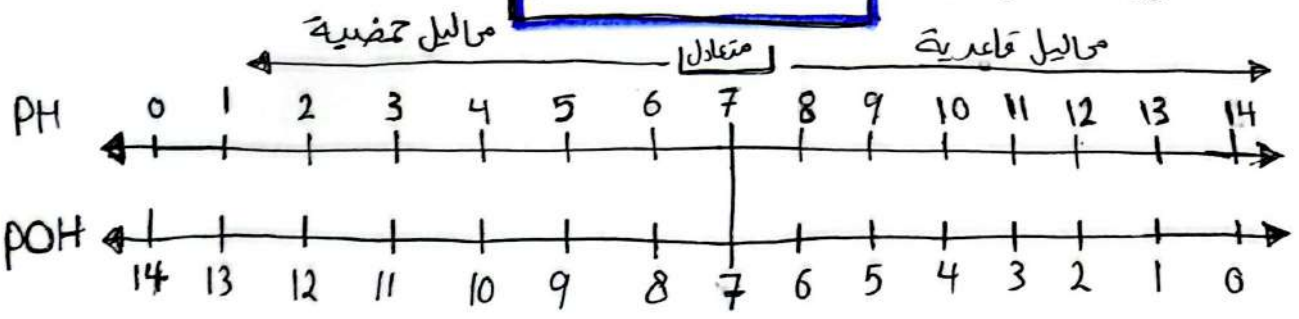
← بضرب المعادلة بالعدد (-1)

$$\underbrace{-Log[H_3O^+]}_{\downarrow} + \underbrace{(-Log[OH^-])}_{\downarrow} = 14$$

$$pH + pOH = 14$$

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

وبذلك نصل لـ



توضيح اذا كانت pH لمحلول ما = 4 فان pOH المقابلة = 10

تدريب 1/ احسب pH و pOH لمحلول HCl تركيزه 10^{-2}_{M}

$$[HCl] \simeq [H_3O^+] \longrightarrow pH$$
$$10^{-2} \qquad 10^{-2}$$

$pH = 10^{-2}$ $\boxed{pH = 2}$

$2 + pOH = 14$ $pOH = 14 - 2 = \boxed{12}$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

26

تدريب ٢/ احسب الرقم الهيدروجيني pH و الرقم الهيدروكسيلي pOH لمحلول $HClO_4$ تركيزه (0.008_M)

$(\log 0.8 = -0.1)$

تدريب/٣ احسب pH و pOH لكل من المحاليل:

١/ محلول $[H_3O^+] = 10^{-5}_M$ ٢/ محلول $[OH^-] = 10^{-4}_M$

خلاصة

المحلول الحمضي	$pH < 7$	$pOH > 7$
المحلول القاعدي	$pH > 7$	$pOH < 7$

المحلول المتعادل
$pH = 7$
$pOH = 7$

مثال حمض HCl $pH = (1)$ لكن $pOH = (13)$

قاعدة NaOH $pH = (13)$ $pOH = (1)$

تدريب/٤ صنف المحاليل لحمضية و قاعدية و متعادلة :-

صفة المحلول	$pH = 3$	$pOH = 4$	$[H_3O^+] = 10^{-9}_M$	$[OH^-] = 10^{-11}_M$	$pH = 9$
تصنيف المحلول					

* إذا طلب حساب الحجم ، الكتلة ، عدد المولات إعلم بأن الخطوة الاولى هي إيجاد التركيز يليه نستخدم القوانين

$M = \frac{n}{V}$ $\quad$ $M = \frac{\text{ع}}{\text{ك م}}$ $\quad$ $n = \frac{m}{Mr}$ $\quad$ $\text{ع} = \frac{\text{ك}}{\text{ك م}}$

تدريب/١ احسب حجم المحلول الحمضي HNO_3 اللازم لإذابة (126 g) في المحلول ليصبح $pH = 1$ $(\text{ك م} = 63)$

$n = \frac{126}{63} = 2\ mol.$ $\quad$ $[HNO_3] = [H_3O^+] = \leftarrow pH$

$V = \frac{n}{M} = \frac{2}{10^{-1}}$ $\quad$ $M = \frac{n}{V}$ $\quad$ 1×10^{-1} $\quad$ 1×10^{-1} $\quad$ 1

$V = 2 \times 10^{1} = 20L$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

س/1

حمض HCl أضيفت كمية منه لماء نقي لتتغير PH بمقدار ست وحدات

احسب كتلة HCl اللازم اذابتها في 100ml Mr=36.5

الماء النقي PH لـ 7 = PH باضافة حمض PH ستقل

لتقل وتصبح PH=1 7-6=1

$$PH=1 \longrightarrow [H_3O^+] = 10^{-1} = [HCl] = 10^{-1}\ M$$

$n = V \cdot M$ $\quad m = n \cdot Mr$

$? = 10^{-1} \times 10^{-1}$ $\quad m = ? \times 36.5$

$n = 10^{-2}\ mol$

$m = 36.5 \times 0.01$

$m = 0.365\ g$

س/ القاعدة NaOH أضيفت لكمية من الماء النقي لتتغير PH بمقدار ستة وحدات احسب عدد مولات القاعدة المذابة في 2L

( )

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تدريب/٢ كتلة الحمض HBr اللازمة لعمل محلول حجمه (200mL) و $[H_3O^+] = 0.01_M$ و ($M_r = 81\ g/mol$) هي :-

28

أ/ 1.62 g ب/ 16.2 g ج/ 0.162 g د/ 0.0162 g

المعايرة : (معايرة حمض قوي بقاعدة قوية) :-

معايرةُ حمض قوي وقاعدة قوية Strong Acid Base Titration

تعرفُ التفاعلات التي تحدث بين محلول حِمض ومحلول قاعدة بتفاعلات التعادل؛ حيث تتعادل أيوناتُ الهيدرونيوم H_3O^+ والهيدروكسيد OH^- في المحلول، وينتج عن ذلك الماء، كما في المعادلة:

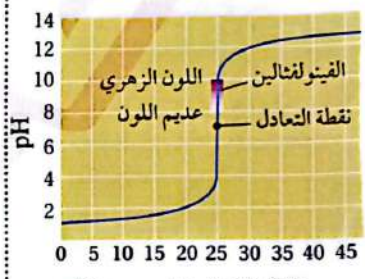
$$HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

يُستفاد من تفاعل التعادل في تعيين تركيز مجهول من حِمض أو تركيز مجهول من قاعدة، حيث يجري أولًا تحضيرُ حجم معيّن من محلول معلوم التركيز من حِمض أو قاعدة يسمّى المحلولَ القياسي، ثمَّ يُضافُ المحلولُ القياسي تدريجيًّا (نقطة بعد نقطة) إلى المحلول مجهول التركيز المُراد تعيينُ تركيزه. وتسمّى هذه العمليّة المعايرة Titration.

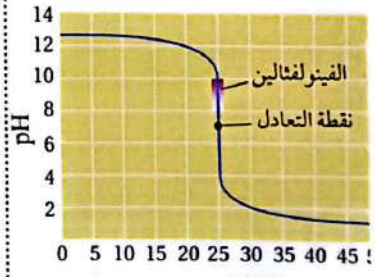
وتستمرُّ عمليّة الإضافة إلى حين الوصول إلى نقطة معيَّنة تسمى نقطة التعادل Neutralization Point، وهي النقطة التي تتعادلُ عندها تمامًا أيونات الهيدرونيوم H_3O^+ معَ أيونات الهيدروكسيد OH^- جميعها خلالَ عمليّة معايرة حمض قوي وقاعدة قوية، وتكون pH للمحلول تساوي 7.

وتسمّى النقطةُ التي تضاف من المحلول القياسي إلى المحلول مجهول التركيز ويتغيَّر عندها لونُ الكاشف نقطةَ النهاية End Point، وهي تُحَدِّدُ انتهاءَ عمليّة المعايرة.

وَيُستخدم عادة كاشفُ الفينولفثالين عند معايرة حِمض قوي بقاعدة قويّة؛ إذ يتغيَّر لونُهُ من عديم اللون إلى اللون الزهري عند مدى منَ الرَّقْمِ الهيدروجيني (8.2 – 10)، ولتوضيح تغيُّرات الرَّقْم الهيدروجيني في أثناء عمليّة المعايرة تجري قراءةُ مقياس الرَّقْم الهيدروجيني لمحلول الحِمض عند بداية المعايرة وبعد كلِّ إضافة منَ القاعدة وتسجيلها، وَيُنَظَّمُ جدولٌ يُسَجَّلُ فيه حجمُ القاعدة المضافة والرَّقْم الهيدروجيني للمحلول عند الإضافة إلى حين الوصول إلى ما بعد نهاية المعايرة، ثُمَّ يُرسَمُ منحنى المعايرة، وَيُبَيِّنُ الشكل (7 / أ، ب): منحنى معايرة حمض قوي HCl وقاعدة قوية NaOH ومنحنى معايرة حِمض HCl بالقاعدة NaOH.



الشكلُ (7/أ): منحنى معايرة حِمض HCl بالقاعدة NaOH.



الشكل (7/ ب): منحنى معايرة قاعدة NaOH بالحمض HCl.

ما دور الكاشف ؟ لتحديد نقطة النهاية أثناء عملية المعايرة ومنه نعرف إنتهاء عملية المعايرة.

* لدقة المعايرة يجب إختيار الكاشف المناسب.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

في كل من المعايرة (حمض قوي مع قاعدة قوية) وما يلي

حيث تصل المعايرة لنقطة تعادل تكون فيها عدد مولات الحمض مكافئاً لعدد مولات القاعدة.

تدريب 1/ احسب تركيز HCl إذا تعادل (250ml) منه تماماً مع (200ml) من القاعدة NaOH تركيزه (0.02M) (فالمعايرة تعتمد على المعادلة الموزونة)

$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$$

$[HCl] : [H_3O^+]$
1 : 1

$[NaOH] : [OH^-]$
1 : 1

HCl المعطيات: $0.25L = 250_{ml} = ح$ ، $؟ = ن$

NaOH: $0.2L = 200_{ml} = ح$ ، $0.02_M = ن$

① حساب عدد مولات القاعدة: $n_{NaOH} = [NaOH] \times V_L$

$$2\times10^{-2} \times 2\times10^{-1} = 4\times10^{-3}\ mol$$

※ عند التعادل يكون عدد مولات الحمض مكافئاً لعدد مولات القاعدة

$$\boxed{n_{NaOH} = n_{HCl}} = 4\times10^{-3}\ mol$$

② حساب تركيز HCl: $[HCl] = \frac{n}{V_L} = \frac{4\times10^{-3}}{25\times10^{-2}}$

$$[HCl] = 0.16\times10^{-1} = 16\times10^{-3}$$
$$0.016\ M$$

تدريب 2/ احسب تركيز القاعدة KOH اذا تعادل 20ml منها تماماً مع 30ml من محلول الحمض HBr تركيزه (0.2M)

$$KOH + HBr \xrightarrow{\text{ملح متعادل}} KBr + H_2O$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تدريب/٣ احسب حجم الحمض HNO_3 تركيزه 0.4_M تعادل تماماً مع 20 ml من محلول القاعدة LiOH تركيزه 0.2_M

30

$$HNO_3 + LiOH \longrightarrow LiNO_3 + H_2O$$

١/ عدد مولات القاعدة $n = [LiOH] \times V$

$$2\times10^{-1} \times 2\times10^{-2} = 4\times10^{-3}\ mol$$

٢/

$$n_{(HNO_3)} = n_{(LiOH)}$$

$$4\times10^{-3} \qquad 4\times10^{-3}$$

٣/ نحسب حجم محلول الحمض $V = \frac{n}{[HNO_3]} = \frac{4\times10^{-3}}{4\times10^{-1}}$

$$V = 1\times10^{-2}\ L = 10\ ml$$

$$1\times10^{-2}\times10^{3} = 10^{1} = 10\ mL$$

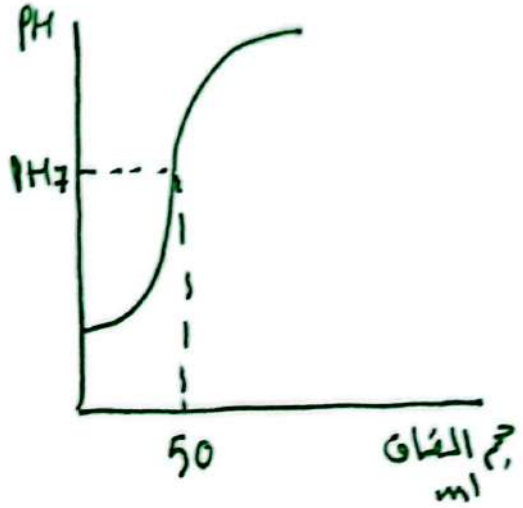
تدريب/٤ يلزم 40_{mL} من محلول HI تركيزه 0.3_M لتتعادل تماماً مع 60 ml من محلول KOH مجهول التركيز . إحسب تركيز KOH .

تدريب/ جربة معايرة (10 ml) من محلول LiOH تتعادلت مع (20 ml) من محلول HBr تركيزه 0.01_M إحسب تركيز المحلول LiOH

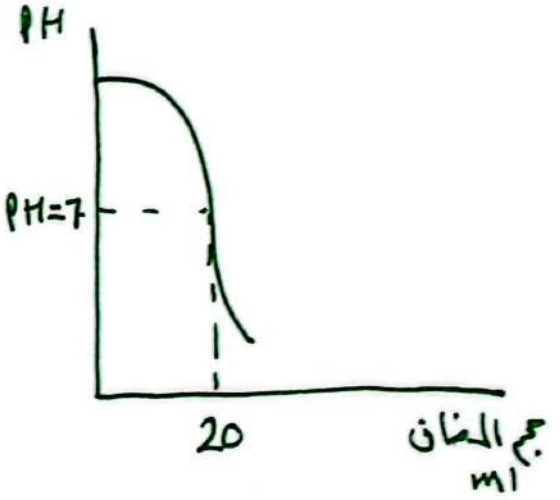
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* توضيح :

من الشكل المضاف قاعدة لحمض .
والدليل PH في المخبر زادت .
∴ من الشكل كمية القاعدة المضافة
عند التعادل = 50ml .



من الشكل المضاف حمض لقاعدة .
والدليل PH تقل
∴ حجم الحمض المضاف = 20ml



س1/ عند معايرة الحمض HBr 2 = pH حجم 100ml
التعادل مع القاعدة KOH تركيزها 0.1M احسب حجم القاعدة
اللازمة بوحدة ml ووحدة L .

HBr 2 = pH

$[H_3O^+] = [HBr]$
$10^{-2} \quad 10^{-2}$

$n_{\text{الحمض}} = n_{\text{القاعدة}}$

$V \cdot M \quad V \cdot M$

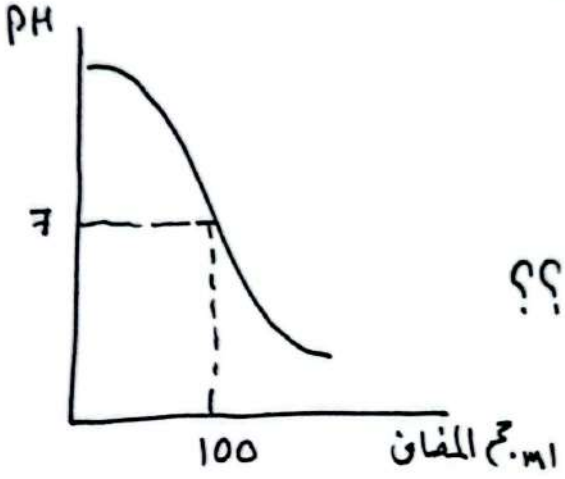
$V \times 10^{-1} = 100 \times 10^{-2}$

$V = \frac{100 \times 10^{-2}}{10^{-1}} = 10ml$

$V = 0.01L$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

" أمثلة مختارة "



س/ بدراسة منحنى المعايرة الآتي :
تم معايرة الحمض HCl تركيزه 0.2M
مع KOH للتعادل مع 200ml
منه احسب تركيز القاعدة KOH. ؟؟

من الشكل المنحنى فيه PH تقل
∴ المضاف حمض لقاعدة .
وعند التعادل حجم الحمض = 100ml

$$\frac{n \text{ القاعدة}}{M.V} = \frac{n \text{ الحمض}}{M.V}$$

$$2\times10^{1}\times10^{-1}$$

$$n \text{ القاعدة} = n \text{ الحمض} = 2\times10^{-2}$$

$$M \text{ القاعدة} = \frac{n}{V_L} = \frac{2\times10^{-2}}{2\times10^{-1}} = 1\times10^{-1}\ M$$

س/ بمعايرة الحمض HCl تركيزه 0.1M و عند التعادل مع محلول KOH
احسب تركيز KOH اذا علمت أن حجم القاعدة ضعف حجم الحمض.

$$\frac{n \text{ القاعدة}}{M.V} = \frac{n \text{ الحمض}}{M.V}$$

$$\frac{M\times 2V}{2V} = \frac{10^{-1}\times V}{2V} = 0.5\times10^{-1}$$

$$M = 5\times10^{-2}$$

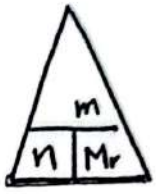
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

اذا تعادل (3.15 g) من الحمض HX القوي مع (500 ml) من القاعدة KOH
33

تدريب ٦ تركيزها (0.1 M) احسب الكتلة المولية للحمض HX

١/ عدد مولات القاعدة KOH $n = [\ ] \times v = 0.5 \times 0.1 = 5 \times 10^{-2}$

٢/ عدد مولات KOH = عدد مولات HX $= 5 \times 10^{-2}$



٣/ $n = \frac{m}{Mr} \Leftarrow Mr = \frac{m}{n}$ ك م

(ك.م) $Mr = \frac{3.15 \times 10^{-2}}{5 \times 10^{-2}} = 63\ g/mol$

الكواشف :

تستخدم الكواشف لتحديد نقطة التكافؤ في أثناء عملية المعايرة.
وكذلك تستخدم الكواشف لمعرفة فيما إذا كان المحلول حمضي أم قاعدي.
حيث يتغير لون الكاشف في مدى معين من الرقم الهيدروجيني.
أي في الوسط الحمضي تعطي لون وفي الوسط القاعدي تعطي لون آخر.

ما هي الكواشف؟ هي مواد لحموض عضوية ضعيفة أو قواعد عضوية ضعيفة يتغير لونها حسب الرقم الهيدروجيني للوسط الموجودة فيه ضمن مدى معين لـ pH.

توضيح أي اللون الذي يظهر؟

إذا تعاملنا مع الكاشف الحمضي HIn فانه يتأين في المحلول.

$$HIn + H_2O \rightleftharpoons In^- + H_3O^+$$

لون رقم (١) — لون رقم (٢)

P/ عند إضافة محلول الكاشف HIn إلى محلول حمض يحوي على تركيز مرتفع من H_3O^+ فان $[H_3O^+]$ سيزداد حسب مبدأ لوشاتليه سوف يندفع الإتزان في محلول الكاشف نحو الإتجاه العكسي للتقليل من $[H_3O^+]$ وبذلك يقل تركيز In^- ويختفي لون رقم (٢) في حين يزداد تركيز الكاشف HIn غير المتأين ليظهر لون رقم (١) في المحلول.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ب/ عند إضافة محلول الكاشف HIn إلى محلول قاعدة تحتوي تركيز مرتفع من OH^-
فإن أيونات H_3O^+ ستستهلك في محلول الكاشف لتقل، بذلك يندفع
التفاعل بالاتجاه الأمامي لتعويض النقص في تركيز H_3O^+ في معادلة الكاشف.
34 مما يزيد من تركيز الأيون (In^-) ويظهر لونه رقم (٢) في المحلول
بينما يقل تركيز الكاشف HIn غير المتأين ويختفي لونه رقم (١) من المحلول.

* يتغير لون الكاشف في مدى معين من PH ويعتمد على النسبة بين
تركيز ما تأين منه الى نيته الأصلية $\frac{[In^-]}{[HIn]}$.
المعرفة (وهذه النسبة تعتمد على $[H_3O^+]$ في المحلول أي قيمة PH.)

* تعتمد دقة نتائج المعايرة على إختيار الكاشف المناسب.
(و يتم اختيار الكاشف الذي يتغير لونه عند رقم هيدروجيني قريب لنقطة التكافؤ/التعادل.)

مثلاً: عند معايرة حمض قوي HCl مع قاعدة قوية KOH
فإن نقطة التعادل تكون $V = \frac{1}{2}PH$

لذا يتم إختيار كاشف يتغير لونه في مدى قريب من نقطة التعادل
مثل كاشف الفينولفثالين أو الميثيل الأحمر
(٨,٢ – ١٠) (٤,٢ – ٦,٣)

مثال كاشف الفينولفثالين يعطي لون عديم اللون في المحلول الحمضي بينما يعطي
لون وردي في المحلول القاعدي.

اسم الكاشف	تغيّر لون الكاشف		مدى الرقم الهيدروجيني لتغير اللون
	من / ح	إلى / ق	
البنفسج الميثيلي	أصفر	أزرق	0 – 2
الميثيل البرتقالي	أحمر	أصفر	2.9 – 4.0
الميثيل الأحمر	أحمر	أصفر	4.2 – 6.3
البروموثايمول الأزرق	أصفر	أزرق	6.0 – 7.6
الفينول الأحمر	أصفر	أحمر	6.6 – 8.0
الفينولفثالين	عديم اللون	زهري	8.2 – 10.0
الأنديجو ثنائي الفوسفات	أزرق	أصفر	11.5 – 14

* الجدول للاطّلاع؛ ليس الحفظ.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

35 ١- لون الكاشف ميثيل أحمر في محلول قاعدي . / بروموثايمول أزرق في محلول حمضي .

٢- أي الكواشف مناسب لمعايرة حمض قوي و قاعدة قويه فينول أحمر أم أنديجو ثنائي الفوسفات .

2. أستخدم الأرقام. أحسبُ تركيز H_3O^+ و OH^- في كلٍّ منَ المحاليل الآتية:

أ) HNO_3 تركيزُه 0.02 M

ب) LiOH تركيزُه 0.01 M

4. أُصَنِّفُ المحاليلَ المبيَّنة في الجدول إلى محاليلَ حِمضيةٍ أو قاعديّة أو متعادلة:

الصفة المميِّزة للمحلول	pH = 3	$[H_3O^+] = 10^{-9}$ M	pOH = 4	$[OH^-] = 10^{-11}$ M	pH = 7
تصنيف المحلول					

5. أُفَسِّرُ: يقلُّ تركيزُ OH^- في الماء عند تحضير محلول حِمضي. (بسبب زيادة تركيز H_3O^+ الناتج عن تأين الحمض)

6. أستخدم الأرقام. أحسبُ الرَّقْمَ الهيدروجيني pH لمحلول حِمض HI؛ تركيزُه 0.0005 M (علمًا أنَّ $\log 5 = 0.7$). (3.3)

7. أستخدم الأرقام. أحسبُ الرَّقْمَ الهيدروجيني pH لمحلول حِمض HBr حُضِّرَ بإذابة 0.81 g منه في 400 mL منَ الماء. (علمًا أنَّ الكتلة المولية للحِمض HBr = 81 g/mol ، $\log 2.5 = 0.4$). (1.6)

8- أستخدم الأرقام. أحسبُ الرَّقْمَ الهيدروكسيلي والرَّقْمَ الهيدروجيني لمحلول $HClO_4$؛ تركيزُه 0.008 M

(علمًا أنَّ $\log 8 = 0.9$). (pH = 2.1) (pOH = 11.9)

9. أستخدم الأرقام. أحسبُ: يلزم 40 mL من محلول HI، حيث تركيزُه 0.3 M؛ لتتعادل تمامًا معَ 60 mL من محلول KOH مجهول التركيز. أحسبُ تركيزَ KOH. (0.2)

10. أختار الاجابة الصحيحة لكل فقرة مما يلي:

1 . محلول الحمض HBr تم تحضيره بإذابة (0.2 mol) من الحمض في (20 mL) من الماء، فإن قيمة pH للمحلول تساوي:

أ . صفر ب. 1 جـ. 3 د . 5

2 . محلول الحمض HCl قيمة PH له تساوي صفرًا؛ فإن تركيز الحمض (M) يساوي:

أ . 3 ب. 2 جـ. 1 د . صفر

3 . محلول حمض $HClO_4$ تركيزه (0.001 M)، فإن تركيز أيونات H_3O^+ (M) يساوي:

أ . 0.0001 ب. 0.001 جـ. 0.01 د . 0.1

4 . ما حجم (mL) محلول حمض النيتريك محلول HNO_3 ذو التركيز 0.25 M اللازم للتعادل تمامًا مع 85 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH ذي التركيز 0.12 M؟

أ . 15.5 ب. 25.6 جـ. 30.4 د . 40.8

5 . تكون قيمة pOH أعلى ما يمكن في محلول:

أ . 1 M NaOH ب. 0.4 M KOH

جـ. 0.2 M HBr د . 0.1 M HCl

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

١- حمض HCl تركيزه 0.016 حجمه 0.25L تتعادل مع كتلة معينة من NaOH (الأم = 40) إحسب كتلة القاعدة.

36 | 0.016/s g | 0.16/ج g | 1.6/ب g | 16/أ g

مراجعة المدرس الأول والثاني

٢- مادة تستطيع منح زوجًا أو أكثر من الإلكترونات غير الرابطة لمادة أخرى هي:

أ) حمض لويس ب) قاعدة لويس ج) حمض برونستد – لوري د) قاعدة برونستد– لوري

٣- مادة تسلك سلوكًا أمفوتيريًا هي:

أ) HSO_3^- ب) H_3O^+ ج) CH_3NH_2 د) $HCOO^-$

٤- الحمض الذي تكون قاعدته المرافقة الأقوى هو:

أ) $HClO_4$ ب) HBr ج) HCl د) HCN

٥- أحد الآتية زوج مترافق ينتج من تفاعل NH_3 مع HCO_3^- هو:

أ) HCO_3^-/H_2CO_3 ب) HCO_3^-/NH_3 ج) HCO_3^-/CO_3^{2-} د) HCO_3^-/NH_4^+

٦- يُعد H^+ في HCl حمضًا وفق مفهوم لويس لأنه:

أ) يستقبل بروتونًا ب) يمنح بروتونًا

ج) يستقبل زوجًا من الإلكترونات د) يحتوي فلكًا مكتملًا بالإلكترونات

٧ - المادة التي تسلك كحمض في بعض تفاعلاتها وكقاعدة في تفاعلات أخرى:

أ) SO_3^{2-} ب) HSO_3^- ج) $HCOO^-$ د) OH^-

٨ – محلول القاعدة KOH قيمة pH له (12) ، فإن تركيز المحلول (مول/ لتر) يساوي (علمًا بأن $k_w = 1\times10^{-14}$):

أ) 1×10^{-2} ب) 1×10^{-12} ج) 2×10^{-2} د) 2×10^{-12}

٩- إحدى الآتية تسلك سلوكًا قاعديًا فقط هي:

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

١٠ – محلول HCl تركيزه (١مول/لتر) فإن قيمة pH له تساوي:

أ) ٣ ب) ٢ ج) ١ د) صفر

١١- أي من المواد الآتية يسلك كحمض ويسلك كقاعده ؟

أ/ NH_4^+ ب/ $HCOO^-$ ج/ $HCrO_4^-$ د/ $CH_3NH_3^+$

١٢/ المادة التي تركيز $[OH^-]$ فيها الأقل هي :

أ/ KOH ب/ HCN ج/ HF د/ HCl

١٣/ الحمض القوي HCl له pH = ١ فان $[H_3O^+]$ فيه تساوي

أ/ 1×10^{-2} ب/ ٠.١ ج/ 1×10^{-3} د/ ١

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

١٤- المادة التي تُنتج أيون OH^- عند إذابتها في الماء، هي:

أ) حمض لويس ب) قاعدة لويس ج) حمض أرهينيوس د) قاعدة أرهينيوس

١٥- المادة التي تسلك حمض في بعض التفاعلات وقاعدة في تفاعلات أخرى، هي:

أ) $HCOO^-$ ب) HSO_3^- ج) NH_4^+ د) H_3O^+

١٦- الحمض الذي تكون قاعدته المرافقة الأضعف من بين الحموض الآتية المتساوية في التركيز، هو:

أ) $HClO_4$ ب) HF ج) $HCOOH$ د) HCN

١٧- تم تحضير محلول هيدروكسيد الليثيوم ($LiOH$) بإذابة (0.001) مول منه في الماء، ليصبح حجم المحلول 100ml، فإن تركيز أيونات H_3O^+ (مول/لتر) في المحلول يساوي: ($K_w = 1 \times 10^{-14}$)

أ) 1×10^{-3} ب) 1×10^{-10} ج) 1×10^{-11} د) 1×10^{-12}

١٨- تُعد الأمونيا NH_3 قاعدة عند تفاعلها مع الماء وفق مفهوم برونستد- لوري لأنها:

أ) تستقبل بروتون ب) تمنح بروتون ج) تستقبل OH^- د) تمنح OH^-

١٩- الأيون الذي يُمثل القاعدة المرافقة الأقوى فيما يلي:

أ) Cl^- ب) NO_3^- ج) CN^- د) ClO_4^-

٢٠- أحد الآتية زوج مترافق ينتج من تفاعل N_2H_4 مع NH_4^+ هو:

أ) N_2H_4/NH_4^+ ب) $N_2H_5^+/NH_3$ ج) $N_2H_4/N_2H_5^+$ د) $N_2H_5^+/NH_4^+$

٢١- المادة التي تسلك سلوكًا أمفوتيريا من المواد الآتية، هي:

أ) HCO_3^- ب) $HCOO^-$ ج) Cl^- د) NH_4^+

٢٢- المحلول الذي <u>لا يسلك</u> سلوكًا حمضيًا وفق مفهوم أرهينيوس، هو:

أ) HCN ب) $HClO$ ج) NH_4Cl د) HI

٢٣- محلول الحمض HBr تم تحضيره بإذابة (0,5مول) من الحمض في(500ml) من المحلول فإن قيمة pH له تساوي:

أ) 0 ب) 1 ج) 3 د) 5

٢٤- الأيون الذي يتفاعل مع الماء وينتج أيون الهيدرونيوم (H_3O^+) هو:

أ) Na^+ ب) OCl^- ج) NO_3^- د) NH_4^+

٢٥- في التفاعل $HCN + H_2O$ فإن أحد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة، هو:

أ) HCN/H_2O ب) HCN/CN^- ج) HCN/H_3O^+ د) CN^-/H_3O^+

٢٦- $HX + Y^- \rightleftharpoons HY + X^-$

$HY + Z^- \rightleftharpoons HZ + Y^-$

في التفاعلات يرجح الاتزان في التفاعلات نحو التفاعل الأمامي

ترتيب القواعد حسب قوتها.

أ) $Z^- < X^- < Y^-$

ب) $X^- < Y^- < Z^-$

ج) $HZ < HY < HX$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الدرس (3) الحموض و القواعد الضعيفة :- 38

الحموض والقواعد الضعيفة تتأين جزئياً في الماء ⇌ وذو بانزا مثال على الاتزان الكيميائي.

يعبر عن قدرة الحمض الضعيف على التأين باستخدام K_a ثابت تأين الحمض.

و هو مقياس كمي لتأين الحمض الضعيف.

وكذلك يعبر عن مدى تأين القاعدة الضعيفة بـ K_b ثابت تأين القاعدة (مقياس كمي).

لتأين القاعدة الضعيفة.

الاتزان في محاليل الحموض الضعيفة :

بدراسة معادلة تأين الحمض الضعيف HX

$$HX + H_2O \rightleftharpoons X^- + H_3O^+$$

حمض — قاعدة — قاعدة م — حمض م

تكون جزيئات الحمض HX غير المتأينة في حالة اتزان مع الأيونات الناتجة.

يُزاح موضع الاتزان في التفاعل جهة اليسار (جهة م. المتفاعلة) ، وهذا يدل على أن القاعدة م. X^- أقوى من H_2O القاعدة وهذا يفكك الارتباط بالبروتون بشكل أكبر لإعادة تكوين الحمض بشكل مستمر (وهذا يجعل تركيز الحمض عالياً بالنسبة لتراكيز الايونات الناتجة) والدليل الحمض الضعيف يتأين بدرجة ضئيلة.

لذا يعبر عن تأين الحمض $K_a = \frac{[H_3O^+]\cdot[X^-]}{[HX]}$

حيث يعبر K_a عن قوة الحمض و قدرته على التأين.

ومنه كلما زادت قيمة K_a زادت قوة الحمض زاد تركيز H_3O^+ زادت قدرته على التأين والتوصيل.

خلاصة // لكن / قلت pH وقلت $[OH^-]$.

تدريب بدراسة الجدول الذي يضم أحماض ضعيفة متساوية التراكيز.

الحمض	HF	HNO_2	HCOOH	CH_3COOH	H_2CO_3	HClO
K_a	6.8×10^{-4}	4.5×10^{-4}	1.7×10^{-4}	1.7×10^{-5}	4.3×10^{-7}	3.5×10^{-8}

1/ الحمض الاقوى بين H_2CO_3 / HCOOH

2/ أقل رقم pH بين HClO / HNO_2

3/ أعلى $[OH^-]$ بين CH_3COOH/ HClO / HF

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* بدراسة معادلة تأين الحمض الضعيف HCN تركيزه (0.1M)

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

	HCN	CN^-	H_3O^+
التراكيز عند البداية	0.1M	0	0
التغير في التراكيز	−X	+X	+X
التراكيز عند الاتزان	0.1 − X ≅ X	X مقدار التأين ضئيل جداً	X

∴ النقص في تركيز الحمض صغير جداً مقارنة بتركيز الحمض (0.1)

لذا يهمل النقص ويعتبر تركيز الحمض ثابت (0.1−X≅0.1)

* $K_a = \frac{[H_3O^+] \cdot [CN^-]}{[HCN]}$ ∴ $[CN^-] = [H_3O^+]$

* تراكيز النواتج متساوية

فيمكننا كتابة علاقة Ka كما يلي

$$K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{[HCN]}$$

* النقص في تركيز الحمض الضعيف صغير جداً.

∴ $[H_3O^+]$ أقل من [الحمض الضعيف]

مثال / اذا علمت أن تركيز الحمض HF يساوي 0.2_M فان $[H_3O^+]$ يساوي

أ/ 0.2_M = ب/ أقل من 0.2_M ج/ أكبر من 0.2_M

مثال / اذا علمت أن تركيز الحمض الضعيف $HX = 0.01_M$ فان pH المتوقعة

أ/ أقل من ٢ ب/ = ٢ ج/ أكبر من ٢

مثال / بدراسة معادلة تأين الحمض الضعيف HY أي العبارات الآتية صحيحة

أ/ $[H_3O^+] = [HY]$

ب/ $[Y^-] \neq [H_3O^+]$

ج/ $[Y^-]$ أقل من $[HY]$

د/ $[HY] < [H_3O^+]$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* تدريب / ١ يمثل الجدول الذي يضم عدداً من الأحماض الضعيفة المتساوية التراكيز

40

الحمض	HCN	HY	HZ	HCOOH
Ka	$1X10^{-5}$	$1X10^{-4}$	$1.8X10^{-5}$	$1X10^{-6}$

١/ حدد صيغة الحمض الأقوى .

٢/ حدد صيغة الحمض الأضعف

٣/ حدد صيغة الحمض الأكبر رقم هيدروجيني .

٤/ حدد صيغة الحمض الأقل $[OH^-]$

٥/ حدد صيغة الحمض الأكبر $[H_3O^+]$

٦/ حدد صيغة الحمض الأكبر درجة تأين

٧/ حدد صيغة الحمض الذي لقاعدته أكبر PH

٨/ أكتب معادلة تأين الحمض الأضعف وحدد الأزواج المترافقة .

٩/ حدد القاعدة المرافقة الأقوى

١٠/ حدد القاعدة المرافقة الأضعف

١١/ رتب القواعد المرافقة حسب قوتها .

١٢/ أكمل المعادلة $HCN + ___ \rightleftharpoons HY + ___$

١٣/ أيهما له قاعدة مرافقة أقوى الحمض (HCN أم HZ)

١٤/ $HCOO^- + HCN \rightleftharpoons CN^- + HCOOH$

حدد الجهة التي يزاح لها الإتزان .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تدريب/٢ بدراسة الجدول الذي يضم عدداً من الأحماض الضعيفة المتساوية التراكيز

41

	PH
HA	6
HX	4
HCN	5

١/ حدد صيغة الحمض الأكبر Ka ( )

٢/ حدد الحمض الأضعف ( )

٣/ حدد صيغة الحمض الأقل $[H_3O^+]$

٤/ حدد صيغة الحمض الأكبر $[OH^-]$ بين (HCN/HA).

٥/ حدد صيغة الحمض الذي قاعدته المرافقة هي الأقوى.

٦/ حدد صيغة القاعدة المرافقة الأضعف

٧/ أكتب معادلة تأين الحمض الأضعف وحدد الأزواج المترافقة

تدريب/٢ بدراسة الجدول الذي يضم عدداً من الأحماض الضعيفة ذات التراكيز المتساوية = (1M)

HY	HCN	HX
$[H_3O^+] = 1X10^{-5}$	$PH = 4$	$Ka = 1X10^{-6}$

١/ حدد الحمض الأقوى

٢/ حدد الحمض الأكبر PH.

٣/ القاعدة المرافقة الأقوى

٤/ رتب القاعدة المرافقة حسب قوتها.

٥/ حدد الحمض الذي قاعدته المرافقة هي الأضعف

٦/ أكمل المعادلة وحدد الجهة التي تزاح ويرجح الإتزان

$$HY + CN^- \rightleftharpoons \text{---} + \text{---}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تدريب/٤ تمثل المعادلات الآتية تفاعلات محاليل الأحماض (H_2SO_3 / HCN / HF) المتساوية التراكيز (فإن موضع الاتزان مزاحاً فيها جهة ثم الثابتة) لجميع التفاعلات.

42

$$H_2SO_3 + CN^- \rightleftharpoons HSO_3^- + HCN$$

$$H_2SO_3 + F^- \rightleftharpoons HSO_3^- + HF$$

$$HF + CN^- \rightleftharpoons F^- + HCN$$

أ/ أكتب صيغة القاعدة المرافقة الأقوى بينها.

ب/ أكتب صيغة الحمض الذي له أعلى Kq.

ج/ أي المحلولين يكون فيه $[OH^-]$ أقل HF أم محلول HCN ؟

د/ أي محاليل الحموض المذكورة له أعلى PH ؟

هـ/ أي الحموض المذكورة الأكثر تأيناً في الماء ؟

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* احسب ثابت تأين الحمض الضعيف HA إذا علمت أن $[A^-] = 1X10^{-4}$ (تدريب/١)
وتركيز الحمض $1X10^{-2}_M$

$$Ka = \frac{[H_3O^+]\cdot[A^-]}{[HA]} \longrightarrow Ka = \frac{[H_3O^+]^2}{[HA]}$$

$$ka = \frac{(1X10^{-4})^2}{1X10^{-2}} = \frac{1X10^{-8}}{1X10^{-2}} = 1X10^{-6}$$

تدريب/٢ احسب ka الحمض HY رقمه الهيدروجيني = 3 حُضر بإذابة 0.1_{mol} منه في 500ml من الماء

$$Ka = \frac{[H_3O^+]^2}{[HY]}$$

$$[HY] = \frac{n}{V_L} = \frac{1X10^{-1}}{5X10^{-1}}$$

$$\boxed{[HY] = 0.2\ M}$$

pH	$[H_3O^+]$
3	$1X10^{-3}$

$$Ka = \frac{(1X10^{-3})^2}{2X10^{-1}} = \frac{1X10^{-6}}{2X10^{-1}}$$

$$ka = 0.5X10^{-5} \quad 5X10^{-6}$$

تدريب/٣ إحسب تركيز أيونات H_3O^+ في محلول حمض CH_3COOH تركيزه 0.1_M علماً بأن $ka = 1.7X10^{-5}$

$$Ka = \frac{[H_3O^+]^2}{[CH_3COOH]}$$

$$[H_3O^+]^2 = Ka \cdot [CH_3COOH]$$

$$= 1.7X10^{-5} \times 1X10^{-1}$$

$$\sqrt{[H_3O^+]^2} = \sqrt{1.7X10^{-6}}$$ بأخذ جذر الطرفين

$$[H_3O^+] = 1.3X10^{-3}\ M \qquad \sqrt{1.7} = 1.3$$

تدريب/٤ إحسب تركيز H_3O^+ في محلول حمض HZ تركيزه 0.01_M

$$ka = 4.9X10^{-5}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تدريب/٥ إحسب الرقم الهيدروجيني لمحلول HNO_2 تركيزه (2M) علماً بأن $Ka = 4.5 \times 10^{-4}$

$$Ka = \frac{[H_3O^+]^2}{[HNO_2]}$$

$$[H_3O^+]^2 = Ka \cdot [HNO_2]$$

$$\sqrt{[H_3O^+]^2} = \sqrt{9 \times 10^{-4}} \quad 4.5 \times 10^{-4} \times 2$$

$$[H_3O^+] = 3 \times 10^{-2} \qquad PH = -\log[H_3O^+]$$

$$PH = -\log 3 \times 10^{-2}$$

$$(2 - \log 3)$$

$\boxed{\log 3 = 0.5}$

$$PH = 2 - 0.5 = 1.5$$

تدريب/٦ إحسب الرقم الهيدروجيني PH لمحلول حمض HY تركيزه 0.01_M $Ka = 4.9 \times 10^{-5}$ ($\log 7 = 0.8$)

تدريب/٧ إحسب كتلة الحمض HX اللازمة لتحضير محلول حجمه 1L ورقمه الهيدروجيني 2.7 علماً بأن ($Mr_{(HX)} = 27$ / $Ka = 2 \times 10^{-4}$ / $\log 2 = 0.3$)

$$Ka = \frac{[H_3O^+]^2}{[HX]} \longrightarrow [HX] = \frac{[H_3O^+]^2}{Ka} = \frac{[H_3O^+]^2}{2 \times 10^{-4}}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-PH} = 10^{-2.7} \longrightarrow 10^{0.3} \times 10^{-3} \longrightarrow 2 \times 10^{-3}$$

$$[HX] = \frac{(2 \times 10^{-3})^2}{2 \times 10^{-4}} = \frac{4 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-4}} = 2 \times 10^{-2}{}_M$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تابع تدريب/٧

49

$M = \frac{n}{V}$ $\quad n = M \times V = 2 \times 10^{-2} \times 1 = 2 \times 10^{-2}\ mol$

$n = \frac{m}{Mr}$ $\quad m = n \times Mr$

$m = 2 \times 10^{-2} \times 27 = 54 \times 10^{-2}\ g$

تدريب/٨ إحسب حجم محلول الحمض HZ اذا علمت ان كتلة المذاب $2.7g$ في المحلول ليصبح (PH = 4) / $(1 \times 10^{-6}\ kg)$ / (Mr = 27)

تدريب/٩ حمض ضعيف HX تركيزه (0.01_M) $\quad PH = 4$

كم تصبح PH لمحلول الحمض HX إذا أصبح تركيزه 0.04_M

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

س1//

بدرجة الحمض القوي HX والحمض الضعيف HY كلاهما لهما نفس الرقم الهيدروجيني و $Ka = 1\times10^{-6}$ وتركيز HY 0.01

احسب تركيز الحمض HX

احسب pH للحمض HY

$[H_3O^+]^2 = Ka \cdot [HY]$

$[H_3O^+] = \sqrt{10^{-6} \times 10^{-2}}$

$[H_3O^+] = 10^{-4} \longrightarrow pH = 4$ (HY) $\longrightarrow$ pH للحمض HX = 4

$\therefore [H_3O^+] = 10^{-4} = [HX_{\text{حمض قوي}}] = 1\times10^{-4}$

س2// بدرجة الحمض الضعيف HZ تركيزه $0.01M$ و $Ka = 1\times10^{-10}$

احسب النسبة بين $\frac{[OH^-]}{[H_3O^+]}$

$[H_3O^+] = \sqrt{Ka \cdot [HZ]}$

$\sqrt{10^{-10} \times 10^{-2}}$

$[H_3O^+] = 10^{-6} \longrightarrow [OH^-] = \frac{Kw}{[H_3O^+]}$

$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-6}} = 10^{-8}$

$\frac{[OH^-]}{[H_3O^+]} = \frac{1\times10^{-8}}{1\times10^{-6}} = 1\times10^{-2} = 0.01$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الاتزان في محاليل القواعد الضعيفة :

تتأين القواعد الضعيفة جزئياً في المحلول لينتج أيون OH^- وأيون آخر موجب

$$B + H_2O \rightleftharpoons BH^+ + OH^-$$

تكون جزيئات القاعدة غير المتأينة في حالة اتزان مع الأيونات الناتجة.

(قاعدة، حمض، حمض م. قاعدة)

يُزاح موضع الإتزان في التفاعل جهة اليسار (جهة م. المتفاعلة)

وهذا يشير بأن BH^+ كحمض مرافق أقوى من الحمض H_2O وقدرته على منح البروتون للقاعدة المرافقة أكبر ليعيد تكوين القاعدة B في التفاعل بإستمرار ، وهذا يدل على بقاء تراكيز القاعدة عالياً مقارنة بتراكيز النواتج لذا يكون تفاعل منعكس $\rightleftharpoons$.

* يُشار لمقدار تأين القاعدة الضعيفة عند الاتزان K_b (ثابت تأين القاعدة الضعيفة) وهو مقياس القدرة على التأين لإنتاج OH^-.

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

ومنه كلما زادت ثابت تأينها K_b زادت قوة القاعدة زادت القدرة على التأين

خلاصة: تزداد $[OH^-]$ لتزداد pH لكن تقل $[H_3O^+]$.

توضيح بدراسة معادلة التأين القاعدة الضعيفة NH_3 تراكيزها = 0.1_M

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

التراكيز في البداية	0	0	0.1
التغير في التراكيز	+X	+X	-X
التراكيز عند الإتزان	X	X	$0.1 - X \equiv 0.1$

X مقدار صغير جداً مقارنة بتركيز القاعدة فيتم إهماله من القاعدة

$0.1 - X \equiv 0.1_M$

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

نلاحظ بأن تراكيز النواتج متساوية ← لذا يمكن كتابتها *

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

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

وكذلك $[OH^-]$ الناتجة من [القاعدة ض] ضئيلة جداً

$[OH^-]$ أقل من [القاعدة الضعيفة]

س/ قاعدة N_2H_4 تركيزها 0.1_M أي العبارات الآتية غير صحيحة ؟

أ/ $0.1_M = [OH^-]$ ب/ $[N_2H_5^+] = [OH^-]$

ج/ $[N_2H_5^+] \neq [OH^-]$ د/ $[N_2H_4] < [OH^-]$

س/ بدراسة الجدول الذي يضم عدداً من القواعد الضعيفة المتساوية التراكيز.

صيغة القاعدة	$C_2H_5NH_2$	CH_3NH_2	NH_3	N_2H_4	C_5H_5N	$C_6H_5NH_2$
ثابت تأين القاعدة K_b	4.7×10^{-4}	4.4×10^{-4}	1.8×10^{-5}	1.7×10^{-6}	1.4×10^{-9}	2.4×10^{-10}

١- حدد المحلول الذي له أقل رقم هيدروجيني.
بين (C_5H_5N / NH_3)

٢-

٣- القاعدة الأقوى في الجدول.

٣- الحمض المرافق الأقوى في الجدول.

٤- القاعدة التي يكون حمضها المرافق له أقل pH
(N_2H_4 / CH_3NH_2)

س/ هل تتوقع pH لمحلول القاعدة NH_3 تركيزها $= 0.01_M$ ؟

أ/ أكبر من 12 ب/ $= 12$ ج/ أقل من 12

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تدريب / بدراسة الجدول الذي يضم عدداً من القواعد الضعيفة المتساوية التركيز

49

القاعدة	NH_3	D	N_2H_4	CH_3NH_2
K_b	$1X10^{-5}$	$1X10^{-4}$	$1.2X10^{-5}$	$1X10^{-6}$

١- حدد القاعدة الأقوى ( )

٢- حدد القاعدة الأضعف بين (N_2H_4 / NH_3)

٣- حدد صيغة القاعدة التي لمحلولها المرافق أقل pH

٤- حدد صيغة القاعدة لها أكبر $[H_3O^+]$

٥- حدد صيغة القاعدة لها أقل pH .

٦- حدد صيغة القاعدة لها أكبر $[OH^-]$.

٧- حدد القاعدة الأكبر درجة تفاعل مع الماء.

٨- حدد الحمض المرافق الأقوى .

٩- حدد الحمض المرافق الأضعف.

١٠- حدد الحمض المرافق للقاعدة N_2H_4

١١- أكتب معادلة تأين القاعدة الأضعف وحدد الأزواج المترافقة

١٢- أكتب معادلة تفاعل الحمض NH_4^+ مع القاعدة (D) ثم حدد الجهة التي يزاح لها الإتزان

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تدريب/٢ الجدول الذي يضم عدداً من القواعد الضعيفة المتساوية التراكيز، 50

صيغة القاعدة	$[H_3O^+]$
NH_3	$1X10^{-12}$
N_2H_4	$1X10^{-10}$
C_5H_5N	$1X10^{-11}$
$C_6H_5NH_2$	$1X10^{-9}$

١- حدد صيغة القاعدة الأقل pH

٢- القاعدة الأقل Kb

٣- صيغة الحمض المرافق الأقوى.

٤- صيغة الحمض المرافق الأضعف.

٥- أكمل المعادلة

$$C_5H_5N + NH_4^+ \rightleftharpoons \text{_____} + \text{_____}$$

تدريب/٣ يبين الجدول قيم Kb لعدد من القواعد الضعيفة أدرسها ثم أجب عن الأسئلة الآتية

القاعدة	Kb
CH_3NH_2	$4.4X10^{-4}$
NH_3	$1.8X10^{-5}$
N_2H_4	$1.7X10^{-6}$
C_5H_5N	$1.4X10^{-9}$

أ/ أكتب صيغة الحمض المرافق الذي له أقل pH

ب/ أي القواعد يحتوي محلولها على أقل تركيز من H_3O^+

ج/ أي القواعد الأكثر تأيناً في الماء.

د/ أكمل المعادلة ثم أعين الزوجين المترافقين

$$C_6H_5NH_3^+ + NH_3 \rightleftharpoons \text{_____} + \text{_____}$$

هـ/ أي الأحماض المرافقة أقوى؟

($N_2H_5^+$ أم NH_4^+)

و/ أي الأتية من القواعد له أكبر $[OH^-]$ ؟

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تدريب/١ احسب ثابت تأين القاعدة B تركيزها 0.4_M = وقيمة PH = ١٢

$$Kb = \frac{[OH^-]^2}{[B]} = \frac{(1\times10^{-2})^2}{4\times10^{-1}}$$

$$Kb = \frac{1\times10^{-4}}{4\times10^{-1}}$$

$$Kb = 0.25\times10^{-3}$$

$12 = PH$

1×10^{-12} $[H_3O^+]$

$\downarrow$ Kw

1×10^{-2} $[OH^-]$

تدريب/٢ احسب Kb للقاعدة NH_3 إذا علمت ان كتلة المذابة 1.7g في المحلول حجمه لتر لتصبح PH = 10 ($M_{r_{NH_3}} = 17$)

تدريب/٣ احسب $[OH^-]$ في محلول NH_3 تركيزها 0.02_M = Kb , 1.8×10^{-5}

$$Kb = \frac{[OH^-]^2}{[NH_3]} \qquad [OH^-]^2 = Kb \cdot [NH_3]$$

$$[OH^-]^2 = 1.8\times10^{-5}\times 2\times10^{-2}$$

$$\sqrt{[OH^-]^2} = 3.6\times10^{-7} = \sqrt{36\times10^{-8}}$$

$$[OH^-] = 6\times10^{-4}$$

تدريب/٤ إحسب $[N_2H_5^+]$ في محلول N_2H_4 تركيزها 0.1_M

Kb
1.6×10^{-6}

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تدريب/٥ احسب الرقم الهيدروجيني لمحلول القاعدة B تركيزها = 2_M

$2X10^{-6} = Kb$ ($\log 5 = 0.7$ / $\log 2 = 0.3$)

$$Kb = \frac{[OH^-]^2}{[B]}$$

$$[OH^-]^2 = Kb \cdot [B]$$

$$[OH^-]^2 = 2X10^{-6} \times 2$$

$$\sqrt{[OH^-]^2} = \sqrt{4 \times 10^{-6}} =$$

$$[OH^-] = 2X10^{-3} \longrightarrow [H_3O^+] = \frac{1X10^{-14}}{2X10^{-3}}$$

$$[H_3O^+] = 0.5X10^{-11} = 5X10^{-12}$$

$$pH = -\log 5X10^{-12}$$

$$pH = 12 - \log 5 \longrightarrow 12 - 0.7 = 11.3$$

تدريب/٦ إحسب الرقم الهيدروجيني لمحلول الأمونيا NH_3 تركيزها 0.25_M

$1X10^{-6} = Kb$ ($\log 2 = 0.3$)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تدريب/٧ احسب تركيز القاعدة B في محلول منظم PH = 10 ($Kb = 1X10^{-6}$) 53

PH → $[H_3O^+]$ → $[OH^-]$

10 $1X10^{-10}$ $1X10^{-4}$

$Kb = \frac{[OH^-]^2}{[B]}$

$[B] = \frac{[OH^-]^2}{Kb} = \frac{(1X10^{-4})^2}{1X10^{-6}}$

$[B] = \frac{1X10^{-8}}{1X10^{-6}} = 1X10^{-2}$

تدريب/٨ احسب كتلة القاعدة N_2H_4 اللازم إضافته إلى 400ml من الماء لتحضير محلول (PH = 9) / ($Kb = 1X10^{-6}$) ($Mr = 32$)

تدريب/٩ بدراية الجدول الذي يضم حموض ضعيفة و قواعد ضعيفة المساوية التركيز وتساوي (1M)

$Ka = 1X10^{-6}$	HZ
$PoH = 10$	HF
$Kb = 1.2X10^{-5}$	B
$[NH_4^+] = 1X10^{-3}$	NH_3
$[OH^-] = 2X10^{-10}$	HCN
$PH = 10$	N_2H_4

في البداية نصنف المركبات

حمض وقاعدة

دلالة الحمض Ka / PH < 7

$[H_3O^+] > 10^{-7}$ / $[OH^-] < 10^{-7}$

دلالة القاعدة Kb / PH > 7

$[OH^-] > 10^{-7}$ / $[H_3O^+] < 10^{-7}$

P/ اذا طلب تحديد أقوى حمض (ندرس الأحماض فقط)

مثل (HZ / HF / HCN) ومن أجل الدراية نوحد وجه المقارنة كحساب Ka لكل.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

54

HCN	HF	HZ
$Ka = \frac{(5\times10^{-5})^2}{1}$	$ka = \frac{(1\times10^{-4})^2}{1}$	$ka = 1\times10^{-6}$
$[OH^-] \underset{2\times10^{-10}}{\longrightarrow} [H_3O^+] = \frac{1\times10^{-14}}{2\times10^{-10}}$	$Ka = 1\times10^{-8}$	
0.5×10^{-4}	$PoH \rightarrow PH \rightarrow [H_3O^+]$	
$[H_3O^+]$ 5×10^{-5}	10 4 1×10^{-4}	
$Ka = 25\times10^{-10}$		

أصبحت الدراسة على قيم Ka .

أقوى حمض له **أكبر** Ka . (HZ) .

ب/ حدد **أقوى قاعدة** (هنا ندرس القواعد فقط) ونحسب الجميع Kb من أجل المقارنة . (N_2H_4 / NH_3 / B)

$PH \underset{10}{\rightarrow} H_3O^+ = 1\times10^{-10}$

$Kb = \frac{(1\times10^{-4})^2}{1}$	$\frac{(1\times10^{-3})^2}{1} = Kb_{NH_3}$	$Kb(B)$ 1.2×10^{-5}
$Kb_{N_2H_4} = 1\times10^{-8}$	$1\times10^{-6} = Kb\,NH_3$	

أصبحت الدراسة على قيم Kb

أقوى قاعدة لها أكبر Kb (B)

ج/ حدد القاعدة المرافقة الأقوى (دراستنا للحمض الأضعف - H^+)

(CN^-)

د/ حدد الحمض المرافق الأضعف (دراستنا للقاعدة الأقوى + H^+)

(BH^+)

هـ/ $HCN + Z^- \rightleftharpoons HZ + CN^-$

حدد الجهة التي يرجح الاتزان في التفاعل ؟!

يرجح نحو الأضعف التفاعل العكسي ⟵

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

أ . أختار الاجابة الصحيحة لكل فقرة مما يأتي:

1 . محلول حمض افتراضي قيمة ثابت التأين Ka له 2×10^{-2} M، وتركيز أيونات H_3O^+ فيه 2×10^{-3}M، فإن تركيز هذا الحمض (M) يساوي:

أ . 2×10^{-4} ب. 2×10^{-2} جـ. 1×10^{-1} د . 1×10^{-3}

* أدرس المعلومات الواردة في الجدول لحموض افتراضية متساوية التركيز، وأجيبُ عن الفقرات الآتية (2، 3، 4، 5).

محلول الحمض (1 M)	HA	HB	HC	HD
pH	5.3	3	1.2	6.5

2 . محلول الحمض الأقوى، هو:

أ . HA ب. HB جـ. HC د . HD

3 . محلول الحمض الذي يكون فيه أقل تركيز لأيونات H_3O^+، هو:

أ . HA ب. HB جـ. HC د . HD

4 . محلول الحمض الذي يكون فيه تركيز أيونات OH^- يساوي 1×10^{-11}M، هو:

أ . HA ب. HB جـ. HC د . HD

5 . قيمة Ka لمحلول الحمض HB تساوي:

أ . 1×10^{-6} ب. 1×10^{-3} جـ. 1×10^{-8} د . 1×10^{-5}

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الدرس (4) الأملاح والمحاليل المنظمة :

مقدمة تُعد الأملاح من المواد الأساسية المكونة لجسم الإنسان ويتم الحصول عليها من الماء والغذاء.
للأملاح دور مهم في الجسم مثل أملاح الكالسيوم (تدخل في تركيب العظام والأسنان)
وأملاح الصوديوم (تساعد على حفظ التوازن المائي داخل وخارج الخلية)
وأملاح البوتاسيوم (توسيع أوعية الدم وتسهيل إنتقال الدم وضبط وظائف العضلات).
وتدخل الأملاح في كثير من صناعة الأدوية ومستحضرات التجميل.

الأملاح مركبات أيونية تنتج من تفاعل حمض مع محلول قاعدة / وعند إذابتها في الماء تتأين منتجة أيونات موجبة وأيونات سالبة.
وقد تتفاعل هذه الأيونات مع الماء وتنتج H_3O^+ أو OH^- أو كليهما وهذه العملية تعرف بالمية سندرسها لاحقاً بالتفصيل.

* الاملاح بعضها تتأين كلياً وبعضها يتأين جزئياً (في الكتاب سندرس الاملاح على فرض أنها تتأين كلياً).

الأملاح طبيعتها وسلوكها يمكن تحديده تبعاً لمصدر أيوناته من الحمض والقاعدة وقدرتها على التفاعل مع الماء.

فملح الملح المتعادل لا يميه ولا تتفاعل مع الماء أيوناته فلا تنتج H_3O^+ أو OH^-.
لكن الملح الحمضي يميه في الماء فينتج H_3O^+ فيكون له خصائص حمضية.
وكذلك الملح القاعدي يميه في الماء فينتج OH^- فيكون له خصائص قاعدية.

ولو وضع كاشف في كل من الأملاح المختلفة ليتغير اللون حسب الوسط.

* طبيعة الملح (حسب أصوله المكونة له)

إذا كان مكون من

- (حمض قوي وقاعدة قوية) الملح متعادل — $pH = 7$
- (حمض قوي وقاعدة ضعيفة) الملح حمضي — $pH < 7$
- (حمض ضعيف وقاعدة قوية) — $pH > 7$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

آلية تحديد طبيعة / سلوك / تأثير الملح :-

١- نفكك الملح لأيوناته الموجبة والسالبة
٢- الأيون السالب نضيف له H^+ (لنحصل على أصله الحمضي) .
٣- الايون الموجب (لنحصل على أصله القاعدي)
أ/ إذا احتوى الأيون الموجب على H (نسحب منه H^+) .
ب/ إذا لم يمتلك الايون الموجب H (نضيف له OH^-) .
٤- ومن خلال قوة الحمض والقاعدة اللذان تم الحصول عليهما نحدد سلوك الملح.

توضيح/١ حدد سلوك الملح NaCl

$$NaCl \xrightarrow{H_2O} Na^+ + Cl^-$$

∴ الملح متعادل. ← الملح NaCl ناتج من تفاعل محلول HCl (حمض قوي) مع NaOH (قاعدة قوية)

سلوك محلول الملح يعتمد على مصدر الايونات المكونة له .

$$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$$

توضيح/٢ حدد طبيعة الملح NH_4Br

$$NH_4Br \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + Br^-$$

∴ الملح حمضي ← ينتج الملح من تفاعل HBr (حمض قوي) مع NH_3 (قاعدة ضعيفة)

$$NH_3 + HBr \longrightarrow NH_4Br$$

توضيح/٣ ما سلوك الملح ؟ $HCOONa$

$$HCOONa \xrightarrow{H_2O} HCOO^- + Na^+$$

محلول الملح ناتج من اتحاد $HCOOH$ (حمض ضعيف) مع $NaOH$ (قاعدة قوية) ليكون الملح قاعدي

تطبيق : حدد نوع الملح (حمض / قاعدي / متعادل) مع تحديد الحمض والقاعدة المكونان للملح .

(KCN) (الملح) ( ) ( ) / ( ) ( ) / ( ) ( ) .

$(LiNO_3)$ (الملح) ( ) ( ) / ( ) ( ) / ( ) ( ) .

$(N_2H_5NO_3)$ (الملح) ( ) ( ) / ( ) ( ) / ( ) ( ) .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

س/ ما الحمض والقاعدة المكونان للملح $LiHCO_3$ ؟

س/ أحدد مصادر الأيونات لكل من الأملاح الآتية.

LiF KNO_3 CH_3NH_3Br C_6H_5COONa

س/ أصنف محاليل الأملاح الآتية لحمضية و قاعدية و متعادلة.

KNO_2 NH_4NO_3 $LiCl$ $NaHCO_3$ $C_6H_5NH_3Br$

ترتيب الأملاح حسب pH :

※

الملح القاعدي	الملح المتعادل	الملح الحمضي
$7 < pH$	$7 = pH$	$7 > pH$

س/ لدراسة الأملاح الآتية المتساوية التركيز أجب كما يلي :

(NH_4NO_3 / KNO_2 / KNO_3)

١- حدد الملح الأكبر pH

٢- حدد الملح ذا الطول الحمضي.

٣- حدد الملح $pH = 7$

٤- رتب الأملاح حسب pH

※ الأيونات الأكثر إنتشاراً منها :

$CH_3NH_3^+ / N_2H_5^+$ / NH_4^+ / $Li^+ / Na^+ / K^+$

$I^- / F^- / Br^- / Cl^-$ / $HCOO^-$ / HS^- / CN^- / NO_3^-

CO_3^{-2} / ClO^- / ClO_4^- / HSO_3^- / HCO_3^- ـــــ

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

يمكن
* تحديد طبيعة الملح من متغير PH حسب اللون
- الاخضر (متعادل)
- درجات الاصفر ← الاحمر (حمضي)
- درجات الازرق ← البنفسجي (قاعدي)

س/ حدد الملح الأكبر PH .

أ/ NaCN ب/ $NaNO_3$

ج/ NH_4Cl د/ C_5H_5NHCl .

س/ حدد الملح الأقل PH بين الأملاح الآتية .

أ/ KHS ب/ NaCl

ج/ LiF د/ KCN

* عملية إضافة (H^+ و OH^-) لشقي الملح تتم بإضافة ما يلزم لإيصال المواد للتعادل :

$NaHCO_3$ → $NaOH$ و H_2CO_3 (H^+)

Na_2CO_3 → $NaOH$ و H_2CO_3 ($2H^+$)

س/ أي المواد الآتية له أكبر PH ؟

NaCl → NaOH (ق.ق) و HCl (ح.ق)

HCl → HCl (ح.ق)

HCN → HCN (ح.ض)

∴ الملح المتعادل NaCl الأكبر PH ضمن الخيارات

لكن الملح المتعادل PH = 7

أحماض (HCl و HCN) PH لها أقل من 7

س/ أي المواد الآتية له أكبر PH ؟

أ/ KNO_2 ب/ KOH ج/ KNO_3 د/ NH_4NO_3

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

س/ رتب المواد الآتية حسب pH

($LiNO_3$ / NaF / KOH / NH_4I)

قاعدة قوية > الملح القاعدي > الملح المتعادل > الملح الحمضي > حمض قوي

$NH_4I < LiNO_3 < NaF < KOH$.

التميه: قدرة أيونات الملح (+ أو −) على التفاعل مع الماء لإنتاج H_3O^+ أو OH^- أو كلاهما.

* للتميه أثر في pH (زيادة و نقصان)

بإنتاجه H_3O^+ فان $[H_3O^+]$ يزداد لتقل pH .

بالمقابل بإنتاجه OH^- فان $[OH^-]$ ستزداد لتزداد pH.

س/ لمن يحدث التميه ؟.

للأيونات القوية نسبياً (للتميه).

(لتميد الأيون القوي من كان أصله ضعيف)

تدريب / أي الأيونات قابلة للتميه ؟

NH_4^+	K^+	CN^-	Cl^-
↓	↓	↓	↓
NH_3	KOH	HCN	HCl
الأصل ضعيف	الأصل قوي	الأصل ضعيف	الأصل قوي

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

61

الأملاح المتعادلة: مثل NaBr تتكون من Na^+ / Br^-

$NaBr \xrightarrow{H_2O} Na^+ + Br^-$ مصدر الأيونات حمض قوي و قاعدة قوية

Br^- قاعدة مرافقة لحمض قوي HBr لذا لا يمكن Br^- انتزال البروتون

في الماء ولا يتفاعل مع الماء و لا يؤثر في تركيز H_3O^+ أو OH^- و

وكذلك Na^+ مصدره القاعدة القوية NaOH لذا لا يمكن له انتزاع القدرة على

التفاعل مع الماء ولا تؤثر في تركيز H_3O^+ أو OH^- في المحلول

(تراكيز H_3O^+ و OH^- تبقى ثابتة / $pH = 7$ / محاليله متعادلة)

(الملح المتعادل يذوب ولا يتميه)

الأملاح الحمضية: المكونة من حمض قوي و قاعدة ضعيفة مثل NH_4Cl

$$NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4Cl$$

عند تأين الملح الحمض Cl^- + NH_4^+ $\xrightarrow{H_2O}$ NH_4Cl يكون الأيون Cl^-

قاعدة مرافقة ضعيفة لحمض قوي فلا يتفاعل مع الماء (لا يتميه) فلا يعطي H^+ في المحلول

لكن NH_4^+ حمض مرافق قوي يتبع القاعدة الضعيفة يتفاعل مع الماء (يتميه) لينتج H_3O^+

بعد أن يمنح البروتون للماء (يزداد تركيز H_3O^+ فيقل pH)

معادلة التميه $\left(NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+\right)$

حمض

الأملاح القاعدية: المكونة من قاعدة قوية و حمض ضعيف مثل (KNO_2)

عند تأين الملح (K^+ / NO_2^- (K^+ حمض مرافق ضعيف لقاعدة قوية لا يتفاعل مع الماء)

(NO_2^- قاعدة مرافقة قوية تتميأ الحمض الضعيف يتفاعل مع الماء لينتج OH^-)

K^+ لا يتميه فلا تؤثر في تركيز H_3O^+ أو OH^- أما NO_2^- تتفاعل مع الماء

و تنتج OH^- لتزيد من تركيز OH^- في المحلول لتزداد pH

معادلة التميه $NO_2^- + H_2O \rightleftharpoons HNO_2 + OH^-$

قاعدة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

س / أي الأيونات قابلة للتميه ؟

أ / ClO_4^- ب / $HCOO^-$ ج / NO_3^- د / Br^-

توضيح/١ حل الملح KI يتميه ؟

$KI \rightarrow K^+ + I^-$

	K^+	I^-
	(KOH)	(HI)
	قاعدة	حمض
الملح متعادل		

I^- (لا يتميه) K^+ (لا يتميه) وجود هذه الأيونات في المحلول لا يتغير من تركيز H_3O^+ أو OH^- لذا يبقى pH ثابتة.

خلاصة / الملح المتعادل

- لا يتميه
- يتميه ولا يغير pH
- لا يغير من pH ولا يغير من تراكيز H_3O^+ و OH^-

توضيح/٢ حل الملح $HCOONa$ يتميه ؟

$HCOONa \rightarrow HCOO^- + Na^+$

	$HCOO^-$	Na^+
	↓	↓
	$HCOOH$	$NaOH$
	حمض ضعيف	قاعدة قوية

الملح قاعدي ←

Na^+ (لا يتميه) $HCOO^-$ (يتميه) قاعدة مرافقة قوية نسبياً لها القدرة على استقبال H^+ من الماء.

معادلة التميه $HCOO^- + H_2O \rightleftharpoons HCOOH + OH^-$

الملح القاعدي عند تميؤه ينتج OH^- لذا يزداد $[OH^-]$ لذا يزداد pH

خلاصة/ الملح القاعدي (يتميه) (يزيد من pH) (ينتج OH^-).

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

توضيح/٣ هل الملح CH_3NH_3Cl يميّه ؟

$CH_3NH_3^+$ Cl^-

CH_3NH_2 HCl

ق. ض ← الملح حمضي.

Cl^- (لا يميّه) $CH_3NH_3^+$ (يميّه) حمض مرافق قوي نسبياً له القدرة على منح H^+.

$$CH_3NH_3^+ + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_2 + H_3O^+$$

من معادلة التميّه

الملح الحمضي أنتج H_3O^+ تزاد $[H_3O^+]$ لتقل pH

* خلاصة/ الملح الحمضي (يميّه) (يقلل pH) (ينتج H_3O^+)

خلاصة { الملح الحمضي يميّه ↓ pH.
الملح القاعدي يميّه ↑ pH.
الملح المتعادل لا يميّه ولا يغير من pH.

س/ بدراسة الأملاح المتساوية التراكيز أجب عما يلي:

(CH_3NH_3Br / $LiCl$ / $NaHS$)

١/ حدد الملح الحمضي.

٢/ حدد الملح الأكبر pH.

٣/ حدد الملح الذي pH له = 7.

٤/ حدد الملح الذي يقلل pH.

٥/ حدد الملح الذي ينتج OH^-.

٦/ رتب الأملاح حسب pH

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٧/ حدد الملح الذي لا يعد ذوبانه تميه .

٨/ حدد الملح الذي تعد الحمضي متعين

س/ بدراسة الملح $BHCl$

أ/ أكتب معادلة تفكك $BHCl$

ب/ حدد الحمض والقاعدة المكونان للملح .

س/ أ/ أكتب معادلة تبين التأثير الحمضي للملح N_2H_5I ؟

ب/ أكتب معادلة تبين التأثير القاعدي لمحلول الملح $NaOCl$ ؟

س/ ما الفرق بين الذوبان والتميه ؟

الذوبان	التميه
تفكك بلورة الملح لأيونات هذه الأيونات ليس لها القدرة على التفاعل مع الماء فلا تغير من $[H_3O^+]$ أو $[OH^-]$ فلا تغير pH	قدرة أيونات الملح على التفاعل مع الماء . لتنتج H_3O^+ و OH^- وتغير من تراكيزها بذلك تغير pH زيادة أو نقصان

س/ نواتج تمية $CH_3NH_3^+$ ؟؟

س/ الملح CH_3COOK ناتج من إتحاد الحمض والقاعدة .

حدد صيغة كل من الحمض ( )

والقاعدة ( )

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تدريب/١:-

المحلول	A	B	C	D	E	F
قيمة PH	9	7	12	5	0	1

الجدول يبين قيم PH لعدد من المحاليل المتساوية التراكيز

65

أ/ قاعدة يكون $[OH^-] = 1 \times 10^{-5}_{M}$

ب/ محلول يمثل الملح KBr ؟

ج/ محلول حمض HNO_3 تركيزه (1M)

د/ محلول قاعدي يكون $[H_3O^+]$ فيه أقل .

هـ/ محلول أيوناته لا تتفاعل في الماء ( )

تدريب/٢ يحتوي الجدول على عدد من المحاليل تراكيز كل منها = 1M .

الحمض HC	$[H_3O^+] = 8 \times 10^{-3}$
الحمض HD	$K_a = 4.9 \times 10^{-10}$
القاعدة B	$K_b = 1 \times 10^{-6}$
الملح KX	PH = 9
الملح KZ	$[OH^-] = 1 \times 10^{-3}_{M}$

١/ أحدد الحمض الأقوى .

٢/ إحسب PH للقاعدة (B) .

٣/ أكتب معادلة تفاعل حمض (HD) والملح (NaC) ثم

أ/ حدد الزوجين المترافقين .

ب/ أتوقع الجهة التي يرجحها الإتزان في التفاعل ( )

ج/ القاعدة المرافقة الأضعف (D^- أم C^-)

د/ حدد الملح الأقل ناتيه بين KX و KZ .

هـ/ إحسب $[H_3O^+]$ في محلول مكون من القاعدة B تركيزها (1M) .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

✕ لتحديد الملح الأكثر قاعدية والأقل قاعدية :

خلاصة / الملح القاعدي الأكبر PH أكثر قاعدية.

الملح الحمضي الأقل PH أكثر قاعدية.

الملح القاعدي الذي يكون حمضه الأضعف هو الملح الأكثر قاعدية

الملح الحمضي الذي يكون قاعدته الأضعف للحل أكثر قاعدية.

س / بدراسة الأملاح الآتية

NH_4Cl N_2H_5Cl

$PH = 5$ 6

حدد الملح الأكثر قاعدية ؟!

∵ PH لـ V أقل من 7

∴ حمضية

∴ الملح الأقل PH هو الأكثر قاعدية

س / بدراسة الجدول الآتي

	Ka
HCN	1×10^{-5}
HF	1×10^{-6}

$NaCN$ NaF

حدد أي الأملاح الآتية له أكثر قاعدية

∵ الأملاح كلاهما قاعدي

∴ من كان حمضه الأضعف للحل أكثر قاعدية

↓ Ka أضعف حمض HF ملحه NaF أكثر قاعدية

س / أكتب معادلة تفاعل الحمض HX مع قاعدة الملح NaC

$$HX + C^- \rightleftharpoons HC + X^-$$

بطريقة ازدواج

$$HX + NaC \rightleftharpoons HC + NaX$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

• ادرس المعلومات الواردة في الجدول لمحاليل حموض افتراضية ضعيفة، وأجب عن الفقرات

محلول الحمض (١) مول/لتر	K_a
HA	6×10^{-5}
HB	4×10^{-4}
HC	1×10^{-2}
HD	2×10^{-4}

١ – المحلول الذي يكون فيه قيمة pH الأعلى هو:

أ) HA ب) HB ج) HC د) HD

٢ – المحلول الذي يكون فيه تركيز H_3O^+ يساوي (٠,٠٢ مول/لتر) هو:

أ) HA ب) HB ج) HC د) HD

٣ – محلول الحمض الذي تكون قاعدته المرافقة الأضعف، هو:

أ) HA ب) HB ج) HC د) HD

٤ – محلول الهيدرازين N_2H_4، قيمة pH له تساوي (١٠) فإن تركيزه (مول/ لتر)، يساوي:
($K_b = 1\times10^{-6}$ ، $K_w = 1\times10^{-14}$)

أ) 1×10^{-2} ب) 1×10^{-4} ج) 1×10^{-6} د) 1×10^{-12}

٥ – محلول حمض ضعيف HZ تركيزه (0.2) مول/لتر ورقمه الهيدروجيني يساوي (4) فإن قيمة K_a له تساوي:

أ) 5×10^{-8} ب) 5×10^{-7} ج) 5×10^{-4} د) 5×10^{-3}

٦ – محلول قاعدة ضعيفة تركيزه (٠,١) مول/لتر وقيمة pH له (٩) فإن قيمة K_b للقاعدة تساوي: ($K_w = 1\times10^{-14}$)

أ) 1×10^{-10} ب) 1×10^{-9} ج) 1×10^{-8} د) 1×10^{-4}

٧ – محلول حمض ضعيف HX، تركيزه (1×10^{-3} مول/ لتر)، فإن تركيز أيونات H_3O^+ (مول/ لتر) في المحلول:

أ) تساوي 1×10^{-3} ب) أكبر من 1×10^{-3} ج) أقل من 1×10^{-3} د) تساوي 1×10^{-2}

٨ – الملح الذي يُعد ذوبانه في الماء تميّهًا، هو:

أ) $KClO_4$ ب) KCl ج) KCN د) KBr

٩ – نواتج تفكك الملح KHS في الماء هي:

أ) $KH^+ + S^-$ ب) $KOH + HS^-$ ج) $K^+ + HS^-$ د) $KOH + S^{2-}$

١٠ – الملح الذي يُعد ذوبانه في الماء تميّهًا هو:

أ) KI ب) KBr ج) KF د) KCl

١١– أحد المحاليل الآتية المتساوية التركيز يكون فيها تركيز $[H_3O^+]$ الأقل هو:

أ) NH_4NO_3 ب) KOH ج) KNO_3 د) $HClO_4$

١٢ – محلولان لحمضين افتراضيين $Ka(HX) = 2\times10^{-4}$ و $Ka(HY) = 1\times10^{-4}$ فإن العبارة الصحيحة فيما يتعلق بخصائص أملاحهما NaX و NaY لهما التركيز نفسه ،هي:

أ) محلول ملحNaX تركيز OH^- فيه الأعلى ب) محلول ملحNaY تركيز OH^- فيه الأعلى

ج) محلول ملحNaX قيمة pH فيه الأعلى د) محلول ملحNaY قيمة pH فيه الأقل

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

68

١٣ - الأيون الذي يتفاعل مع الماء وينتج أيون الهيدرونيوم (H_3O^+)، هو :

أ) Na^+ ب) Cl^- ج) F^- د) NH_4^+

١٤ - محلول الملح الذي له أقل قيمة pH من بين المحاليل الآتية المتساوية في التركيز هو الناتج عن تعادل:

أ) NH_3/HCl ب) $HCN/NaOH$ ج) HF/KOH د) HNO_3/KOH

١٥ - محلولان لحمضين افتراضيين (HY و HX) لهما التركيز نفسه، تركيز أيونات H_3O^+ في محلول الحمض HX يساوي (٠,٠١ مول/لتر) وقيمة pH لمحلول الحمض HY تساوي (3)، فإن العبارة الصحيحة هي:

أ) قيمة k_a للحمض HX أقل من قيمة k_a للحمض HY

ب) القاعدة المرافقة X^- أقوى من القاعدة المرافقة Y^-

ج) تركيز أيونات OH^- في محلول HX أعلى منها في محلول HY

د) تركيز أيونات X^- في محلول HX أعلى من تركيز أيونات Y^- في محلول HY

١٦ - الترتيب الصحيح للمحاليل المائية الآتية (KCl، KCN، NH_4Cl، KOH) المتساوية في التركيز، ومن pH

أ) $KOH > KCN > KCl > NH_4Cl$ ب) $KOH > KCN > NH_4Cl > KCl$

ج) $NH_4Cl > KCl > KCN > KOH$ د) $KCN > NH_4Cl > KCl > KOH$

- يبيّن الجدول المجاور عددًا من محاليل أملاح الصوديوم متساوية التركيز، وقيم K_a للحموض المكونة لها (عند التركيز نفسه)، أجب عن الفقرتين (١٧، ١٨):

محلول الملح	القيم التقريبية لـ K_a للحمض المكون للملح
CH_3COONa	$2X10^{-5}$ ٢×١٠^{-٥}
HCOONa	$2X10^{-4}$ ٢×١٠^{-٤}
$NaNO_2$	$1X10^{-4}$ ١×١٠^{-٤}
NaCN	$6X10^{-10}$ ٦×١٠^{-١٠}

١٧ - الملح الأكثر تميّها هو :

أ) CH_3COONa ب) HCOONa

ج) $NaNO_2$ د) NaCN

١٨ - ينتج الملح $NaNO_2$ عن تفاعل NaOH مع:

أ) HNO_2 ب) HCl ج) HNO_3 د) HCN

١٩ - أحد المحاليل الآتية المتساوية في التراكيز يكون فيه تركيز $[OH^-]$ الأعلى، هو:

أ) NH_4NO_3 ب) KOH ج) KNO_3 د) KCN

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

※ تأثير الأيون المشترك :

※ الايون المشترك هو ذلك الأيون الذي ينتج من تأين

أ/ الحمض الضعيف وملحه القاعدي.

أو ب/ القاعدة الضعيفة وملحها الحمضي .

✓ في الايون المشترك تعاملنا مع الضعفاء من الحمض والقاعدة.

✓ لتحديد الايون المشترك :-

١- نكتب معادلة تأين الحمض ض / أو القاعدة ض ($\rightleftharpoons$) .

٢- نكتب معادلة تفكك الملح لأيونات (+ و −) ، ($\longrightarrow$) .

٣- صيغة الأيون المشترك تظهر في نواتج المعادلتين .

مثال /١ حدد صيغة الايون المشترك الناتج من إضافة الملح NH_4Cl لمحلول NH_3 .

مثال /٢ حدد صيغة الأيون المشترك الناتج من إضافة الملح $HCOONa$ لمحلول $HCOOH$.

※ الايون المشترك (هو أحد أيونات الملح الموجبة أو السالبة) التي تشابه الحمض ض / القاعدة ض.

مثال B / $BHCl$ ← ( ) ( )

( ) ← HNO_2 / $LiNO_2$.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

توضيح الأثر القاعدي للأيون المشترك :-

بدراسة الحمض الضعيف HF وملحه NaF القاعدي

$$HF + H_2O \rightleftharpoons F^- + H_3O^+$$

توجد حالة إتزان بين الأيونات الناتجة وجزيئات الحمض غير المتأين .

وعند اضافة الملح NaF لمحلول الحمض يتأين كلياً

(يعد الملح المصدر الرئيسي للأيون المشترك .)

$$NaF \xrightarrow{H_2O} Na^+ + F^-$$

ظهر الايون المشترك F^- فزاد تركيز الأيون المشترك في المحلول وفقاً لمبدأ لوشاتليه فان موضع الاتزان يُزاح لجهة اليسار (جهة المواد المتفاعلة)

وهذا يزيد من تركيز HF ويقلل من تأينه ويقلل من تركيز H_3O^+

بذلك تزداد قيمة pH بذلك يكون تأثير الأيون المشترك قاعدياً .

توضيح الأثر الحمضي للأيون المشترك :

بدراسة القاعدة الضعيفة NH_3 وملحها NH4Cl الحمضي .

فان القاعدة الضعيفة NH_3 تتأين بشكل جزئي في الماء لتنتج OH^- وأيونات أخرى موجبة

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

وتوجد حالة إتزان بين الأيونات الناتجة وجزيئات القاعدة غير المتأينة

وباضافة الملح NH4Cl (يتأين كلياً)

$$NH_4Cl \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + Cl^-$$

ظهر الايون المشترك NH_4^+ من مصدرين فزاد تركيز الأيون المشترك .

وحسب مبدأ لوشاتليه فان موضع الاتزان يُزاح جهة اليسار (نحو المتفاعلات)

وبذلك يزداد تركيز القاعدة NH_3 ويقلل من تأينها وبذلك يقلل من تركيز OH^-

وتزداد تركيز H_3O^+ لتقل قيمة pH وبذلك تأثير الايون المشترك حمضي .

---

* [الايون المشترك] = [الملح]

لإن الملح هو المصدر الرئيسي للأيون المشترك

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

حدد صيغة الأيون المشترك وأثره على PH

71

( ) CH_3NH_2 / CH_3NH_3Br

( ) $HNO_2 / LiNO_2$

* للأيون المشترك تأثير على PH (زيادة / نقصان).
(الذي يحدد ذلك طبيعة الملح)

* حيث الملح المضاف اذا كان حمضي (يقلل PH).
واذا كان الملح قاعدي (يزيد من PH).

توضيح:

أ/ ما أثر اضافة الملح NaF لمحلول HF على PH
(تزداد / تقل / تبقى ثابتة) ؟

ب/ ما أثر اضافة بلورة الملح N_2H_5I لمحلول N_2H_4 على PH
(تزداد / تقل / تبقى ثابتة) ؟

ج/ ما أثر اضافة بلورة الملح NaCl لمحلول HCl على PH
(تزداد / تقل / تبقى ثابتة) ؟

د/ ما أثر اضافة بلورة الملح NH_4Cl لمحلول NH_3 على $[H_3O^+]$
(تزداد / تقل / تبقى ثابتة) ؟

* سندرس أثر الايون المشترك من خلال الحسابات *

مقدمة:

* قيمة Ka و قيمة Kb تبقى ثابتة (قبل و بعد اضافة الملح)
* العلاقة الرياضية لـ (Ka ، Kb) تستخدم كما هي قبل و بعد إضافة الملح لكن يتغير التعامل مع مضمونها الداخلي.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

قبل اضافة الملح (الموجود حمض ض / أو قاعدة ض)

$HX + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + X^-$

$$K_a = \frac{[X^-]\cdot[H_3O^+]}{[HX]} = \frac{[H_3O^+]^2}{[HX]}$$

(قبل)
* تراكيز النواتج متساوية في الأحماض ض والقواعد الضعيفة.

* يتم حساب pH فيها من خلال $[HX]\cdot K_a = [H_3O^+]^2$ حيث س = $[H_3O^+]$ ← pH.

كذلك الحال في القواعد ض $[\text{قاعدة ض}]\cdot K_b = [OH^-]^2$

س = $[OH^-] \xleftarrow{K_w} [H_3O^+]$ ← pH.

بعد اضافة الملح

الموجود (حمض ض/ملحه قاعدي) أو (قاعدة ض/ملحه الحمضي)

NaX / HX

$HX + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + X^-$

$NaX \xrightarrow{H_2O} Na^+ + X^-$

$$K_a = \frac{[X^-]\cdot[H_3O^+]}{[HX]}$$

(X^- من الملح، H_3O^+ من pH)

بعد الاضافة:
- يظهر الايون المشترك (X^-)
- [الايون المشترك] يؤخذ من [الملح].
- تراكيز النواتج تُدرس كل على إنفراد.

ويتم حساب pH من $[H_3O^+]$ في علاقة K_a.

وكذلك من خلال $[OH^-]$ في علاقة K_b.

س / لديك لتر من المحلول N_2H_4 تركيزه (0.05)

$K_b = 5\times10^{-6}$ / ($\log 2 = 0.3$ / $\log 3 = 0.5$)

1/ إحسب pH المحلول.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ب/ احسب pH بعد اضافة الملح N_2H_5Cl تركيزه (0.5) للمحلول السابق.

ج/ احسب pH للمحلول المكون من HX والملح KX

(اذا علمت أن تراكيز كلاهما متساوية) K_a الحمض $= (1X10^{-6})$

※ اذا كان [الحمض] مساوياً لـ [الأيون المشترك]

فان $K_a = [H_3O^+]$.

كذلك الحال

اذا كان [القاعدة ض] مساوياً لـ [الأيون المشترك]

فان $K_b = [OH^-]$

مثال على ذلك ↙

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

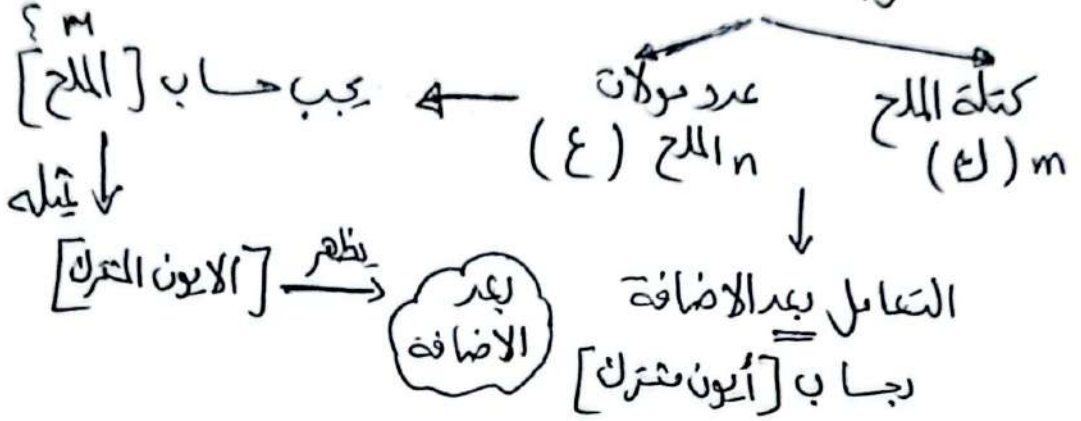
س / محلول مكون من الملح NH_4Cl و NH_3 (كلاهما بنفس التركيز)
74
و pH للمحلول = 8
إحسب Kb .

س / احسب pH للمحلول المكون من الحمض HZ وملحه NaZ
بتراكيز ذات نسبة (1:3) بالترتيب
$(K_a = 1 \times 10^{-6})$ ، $(\log 3 = 0.5)$

س / احسب تركيز الحمض HCN عندما يذاب فيه الملح KCN
تركيزه (0.01) ليصبح pH = 6 $K_a = 5 \times 10^{-8}$.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

※ اذا كان المطلوب حساب



س/ كم غرام من الملح $NaNO_2$ يجب إضافتها الى (100 ml) من محلول HNO_2 تركيزه (0.1 M) لتصبح pH=4

($K_a = 4 \times 10^{-4}$) / كتلة الملح = 69

س / بدراسة محلول الحمض HOCl $K_a = 1 \times 10^{-8}$ / تركيزه (0.25 م)

أ / احسب $[H_3O^+]$ للمحلول.

76

ب / احسب عدد مولات الملح NaOCl اللازم إضافته لـ (200 مل) من المحلول لتصبح pH = 7

د / حدد صيغة الأيون المشترك ( )

د / طبيعة الملح (حمضي ، قاعدي ، متعادل).

د / أثر الملح المضاف على pH (تزداد ، تقل ، تبقى ثابتة).

على $[H_3O^+]$ (تزداد ، تقل ، تبقى ثابتة).

على $[OH^-]$ (تزداد ، تقل ، تبقى ثابتة).

على K_a (تزداد ، تقل ، تبقى ثابتة).

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

77

* قد نضطر أحيانًا لحساب PH بعد أن نحسب PH قبل

توضيح $PH_{\text{بعد}} = PH_{\text{قبل}} \pm \Delta PH$

ΔPH هو مقدار التغير في PH

أ/ إذا كان الملح المضاف حمضي

فإن PH بعد = PH قبل − ΔPH

ب/ إذا كان الملح المضاف قاعدي

فإن PH بعد = PH قبل + ΔPH

س/ محلول HX تركيزه (0.02) له $K_a = 2 \times 10^{-6}$ حجمه (500 مل)

وبعد إضافة الملح KX تغيرت PH بمقدار (0.3)

احسب عدد مولات الملح (2لو = 0.3 / 4لو = 0.6 / 3لو = 0.5)

(log3 = 0.5 / log4 = 0.6 / log2 = 0.3)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

س/ محلول HX تركيزه (٠,١) حجمه لتر PH الأصلي = ٣ أضيف إليه الملح NaX لتتغير PH بمقدار = ١ تدريب

$K_a = 1 \times 10^{-5}$ (ك م الملح = ٤٠) احسب كتلة الملح؟

الجواب (٤,٠ غ)

س/ فكر!!

محلول HZ حجمه (500 مل) (PH الأصلي = 3) وبعد إضافة الملح KZ أصبحت (PH = 5) احسب عدد مولات الملح

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

79

س/ احسب النسبة بين $\frac{[\text{الحمض}]}{[\text{الملح}]}$ $\frac{[HX]}{[X^-]}$ اذا كانت $Kg_{\text{الحمض}} = 4.0 \times 10^{-7}$

وبعد اضافة الملح NaX أصبحت pH = 4.7 (لو 5 = 0.7)

س حمض ضعيف HF $Kg = 1.0 \times 10^{-7}$ إحسب النسبة بين $\frac{[HF]_{\text{حمض}}}{[F^-]_{\text{ملح}}}$

عندما تصبح $[OH^-] = 2.0 \times 10^{-7}$

س محلول مكون من (H_2SO_3 و الملح $KHSO_3$) فيه نسبة تركيز الحمض للملح = 0.01

فان $[H_3O^+]$ تساوي اذا كانت $Kg = 1.5 \times 10^{-2}$

أ/ 1.5×10^{-1} ب/ 1.5×10^{-2}

ج/ 1.5×10^{-3} د/ 1.5×10^{-4}

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

أسئلة وزارية على (الأيون المشترك) 80 فقط

س/ – صيغة الأيون المشترك لمحلول يتكون من CH_3NH_3Cl والقاعدة CH_3NH_2 هي:

أ) $CH_3NH_2^+$ ب) $CH_3NH_3^+$ ج) $CH_3NH_2^-$ د) CH_3NH^-

– محلول من حمض HNO_2 تركيزه (0.1) مول/لتر أضيفت إليه بلورات ملح $NaNO_2$ فأصبحت قيمة pH= 4

فإن تركيز الملح بوحدة مول/لتر يساوي:

(أهمل تغيّر الحجم، Ka للحمض $HNO_2 = 4\times10^{-4}$)

أ) 4×10^{-9} ب) 4×10^{-8} ج) 4×10^{-1} د) 4

– إذا كانت قيمة pH تساوي (٤) لمحلول مكوّن من الحمض HA والملح KA لهما التركيز نفسه، فإن قيمة K_a للحمض تساوي:

أ) 1×10^{-2} ب) 1×10^{-4} ج) 1×10^{-6} د) 1×10^{-8}

– أثر إضافة الملح NH_4Cl إلى محلول NH_3 هو:

أ) نقصان $[H_3O^+]$ ب) زيادة $[H_3O^+]$ ج) زيادة قيمة pH د) نقصان $[NH_3]$

– ينتج الأيون المشترك $CH_3NH_3^+$ من المحلول المكوّن من:

أ) CH_3NH_2/HCl ب) CH_3NH_3Cl/HCl ج) CH_3NH_2/H_2O د) CH_3NH_3Cl/CH_3NH_2

– أضيفت بلورات من ملح كلوريد الهيدرازين N_2H_5Cl إلى محلول الهيدرازين N_2H_4 ، فإن العبارة الصحيحة في ما يتعلق بالمحلول الناتج، هي:

أ) تزداد قيمة pH ب) يزداد تأين N_2H_4

ج) يزداد $[OH^-]$ د) تقل قيمة pH

– محلول يتكوّن من الحمض HCN تركيزه (١) مول/لتر وملحه KCN وقيمة pH للمحلول تساوي (6) فإن تركيز الملح (مول/لتر) يساوي: ($K_a = ٦\times١٠^{-١٠}$ واهمل التغيّر في الحجم)

أ) 6×10^{-3} ب) 6×10^{-4} ج) 6×10^{-6} د) 6×10^{-7}

– عند إضافة بلورات ملح NaF إلى محلول الحمض HF فإن:

أ) pH تزداد ب) pH تقل ج) Ka تزداد د) Ka تقل

– محلول حمض افتراضي HA تركيزه (0.02) مول/لتر أضيف إلى لتر منه (0.04) مول من بلورات الملح NaA فإن قيمة pH للمحلول تساوي (أهمل تغير الحجم، k_a للحمض $= 2\times10^{-4}$):

أ) 2 ب) 4 ج) 6 د) 8

س/ محلول الحمض HY حجمه (2L) تركيزه (0.1) PH=3 أضيفت إليه بلورات من الملح KY فزادت PH بمقدار (2) واذا علمت أن $KA = 1\times10^{-5}$

فان عدد مولات الملح KY التي أضيفت للمحلول تساوي .

أ/ 0.1 ب/ 0.02 ج/ 0.2 د/ 2

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

س٢

1/ عند اضافة كمية من بلورات الملح XHCl إلى لتر من محلول القاعدة (X)
81
تركيزها = (٠,١) لتتغير PH بمقدار = ٢

$Kb = ١٠X١^{-٦}$ (ك م XHCl = ٦٩)

أ/ ٠,٦٩ غ ب/ ٦,٩ غ جـ/ ٦٩ غ د/ ٦٩ غ

2/ اذا علمت أن Ka للحمض HCN = $١٠X٢^{-٧}$ وتركيزه (٠,٢)
فان عدد مولات الملح NaCN التي يجب إضافتها إلى (١٠٠ مل)
من محلول الحمض ليصبح المحلول متعادلاً.

أ/ ٠,٠٢ ب/ ٠,٠٣ جـ/ ٠,٠٤ د/ ٠,٠٥

3/ حمض ضعيف HY تركيزه ($١٠X١^{-٢}$) PH = ٤ حجمه (٥٠٠ مل)
وبعد اضافة الملح NaY تغيرت PH بمقدار (١) احسب عدد مولات الملح

أ/ $٥X١٠^{-٦}$ ب/ $٥X١٠^{-٧}$ جـ/ $٥X١٠^{-٤}$ د/ $٥X١٠^{-٥}$

4/ ما مقدار ثابت تأين الحمض لمحلول HX تركيزه (٠,١) وبعد اضافة الملح
NaX بتركيز (٠,١) أصبحت PH = ٦

أ/ $١X١٠^{-١٠}$ ب/ $١X١٠^{-٤}$ جـ/ $١X١٠^{-٥}$ د/ $١X١٠^{-٧}$

٦

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

// الكيمياء

س/ اذا علمت أن $[H_3O^+] = 100 \cdot [OH^-]$ (احسب pH ؟؟)

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

$1 \times 10^{-14} = 10^2 [OH^-] \cdot [OH^-]$

$\frac{1 \times 10^{-14}}{10^2} = \frac{10^2}{10^2} [OH^-]^2$

$\sqrt{[OH^-]^2} = \sqrt{1 \times 10^{-16}}$

$[OH^-] = 1 \times 10^{-8}$

$[H_3O^+] = 1 \times 10^{-6} \longrightarrow pH = 6$

س/ اذا علمت أن النسبة بين $\frac{pOH}{pH} = 3$ (احسب pH و pOH).

$pOH + pH = 14$ ← $\boxed{pOH = 3\,pH}$

$3pH + pH = 14$

$\frac{4}{4} pH = \frac{14}{4}$ $\quad pH = 3.5$

$pOH = 14 - 3.5 = 10.5$

س/ لديك محلول مكون من الحمض الضعيف HX وملحه NaX كلاهما بنفس التركيز (احسب K_a)

اذا علمت ان النسبة بين $4 \times 10^{-8} = \frac{[OH^-]}{[H_3O^+]}$

$[OH^-] = 4 \times 10^{-8} [H_3O^+]$

$K_w = [H_3O^+] \cdot [OH^-] \longrightarrow 1 \times 10^{-14} = 4 \times 10^{-8} \cdot [H_3O^+] \cdot [H_3O^+]$

$\frac{[H_3O^+] \cdot [\text{الملح}]}{[\text{الحمض}]} = K_a$

$\frac{1 \times 10^{-14}}{4 \times 10^{-8}} = \frac{4 \times 10^{-8}}{4 \times 10^{-8}} [H_3O^+]^2$

$K_a = [H_3O^+]$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تابع س3

83 $\sqrt{0.25 \times 10^{-6}} = \sqrt{[H_3O^+]^2}$

$\sqrt{25 \times 10^{-8}} = [H_3O^+]$

$5 \times 10^{-4} = [H_3O^+] = Ka$

س/ الملح NaY الافتراضي (اذا كان $0.01_M = [HY]$ ، $2 = pH$ الحمض) احسب pH الملح NaY.

تركيز HY $= 1 \times 10^{-2}$ ومن $pH = 2$

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

∴ هذا دليل على أن HY حمض قوي.

∴ الملح NaY مكون من حمض قوي / قاعدة قوية

∴ $pH = 7$.

س/ الملح BHCl إذا علمت أن $0.01_M = [B]$ ، $pH = 3$

فإن $[OH^-]$ تكون

أ/ $10^{-2} < [OH^-]$ ب/ $10^{-2} > [OH^-]$ ج/ $10^{-2} = [OH^-]$

الملح حمضي لأن pH أقل من 7 ∴ (B) قاعدة ضعيفة

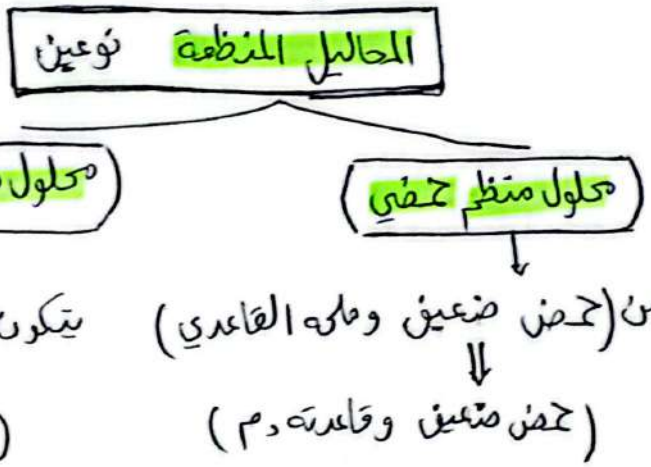
و $[OH^-]$ أقل من [القاعدة الضعيفة].

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* المحاليل المنظمة :

* باضافة كمية قليلة من حمض قوي أو قاعدة قوية إلى الماء يؤدي لتغيير كبير في قيمة (pH) لكن هناك محاليل لا يتغير رقم الهيدروجيني بشكل ملحوظ نسمي (المحاليل المنظمة).

المحاليل المنظمة : هي محاليل يمكنها مقاومة التغيرات في pH عند إضافة كمية قليلة من حمض قوي أو قاعدة قوية إليها .



* تُعتبر المحاليل المنظمة من أهم تطبيقات الأيون المشترك .

الأنظمة الحيوية في جسم الإنسان تحوي على محاليل منظمة ، من أهمها المحلول المنظم في الدم و يتكون من حمض الكربونيك H_2CO_3 و قاعدته م (HCO_3^-) و يحافظ على بقاء pH الدم تقريباً ثابتة عند نحو 7.4 رغم اختلاف المواد التي يحملها الدم من حمضية و قاعدية.

سندرس كيفية تعامل المحلول المنظم الحمضي مع (اضافة حمض قوي و قاعدة قوية) للحفاظ على بقاء pH تقريباً ثابتة (التغير في pH غير ملموس)

بدراسة المحلول المنظم الحمضي (يحوي على حمض HCOOH وملحه HCOONa)

فإنه يحوي على نسبة عالية من جزيئات الحمض غير المتأينة و يحوي على نسبة عالية كذلك من القاعدة المرافقة ($HCOO^-$) الناتجة من تأين الملح ونسبة قليلة من H_3O^+

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

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

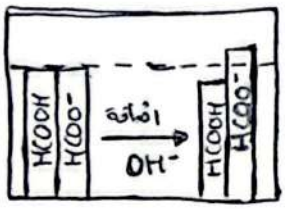
$$HCOONa \xrightarrow{\text{الماء}} HCOO^- + Na^+$$

أ/ باضافة قاعدة قوية (كمية قليلة) مثل NaOH تتأين لتنتج OH^- فان OH^- تتعادل بتفاعلها مع الحمض HCOOH وتنتج ذلك تتكون $HCOO^-$.

$$[NaOH] = [OH^-]$$

بذلك باضافة القاعدة القوية فان

- تركيز الحمض HCOOH يقل بمقدار تركيز OH^-
- بالمقابل تركيز القاعدة ($HCOO^-$) يزداد بنفس المقدار



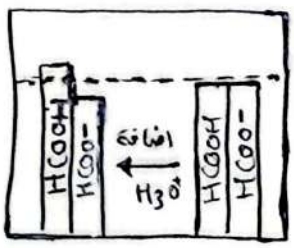
بذلك تتغير النسبة بين تركيز الحمض وقاعدته م بدرجة قليلة ليبقى تركيز H_3O^+ ثابتاً تقريباً ولا يحدث تغير ملحوظ في PH

ب/ باضافة كمية قليلة من الحمض القوي مثل HCl الى المحلول فإن HCl تتأين لينتج H_3O^+ التي تتعادل عن طريق تفاعلها مع $HCOO^-$ (القاعدة م) لتكوين الحمض HCOOH. بذلك يقل تركيز القاعدة م $HCOO^-$ بمقدار يساوي $[HCl] = [H_3O^+]$ وكذلك يزداد تركيز الحمض HCOOH بنفس المقدار

بذلك تتغير النسبة بين [الحمض] و قاعدته م بدرجة قليلة ليبقى H_3O^+ في المحلول ثابت تقريباً فلا يحدث تغير ملحوظ في PH.

خلاصة باضافة الحمض القوي فان

- تركيز الحمض HCOOH يزداد بمقدار $= [H_3O^+]$
- تركيز القاعدة م $HCOO^-$ تقل بنفس المقدار



※ سندرس كيفية تفاعل المحلول المنظم القاعدي بعد (اضافة حمض قوي أو قاعدة قوية)، وذلك للحفاظ على بقاء PH تقريباً ثابتة.

يتكون المحلول المنظم القاعدي من محلول (القاعدة NH_3 وملحها NH_4Cl) الذي يحتوي على نسبة عالية من تركيز القاعدة NH_3 وكذلك نسبة عالية من الحمض م NH_4^+ الناتج من تأين الملح ووجود نسبة قليلة من OH^-. و بدراسة المعادلتين الأيتيتان.

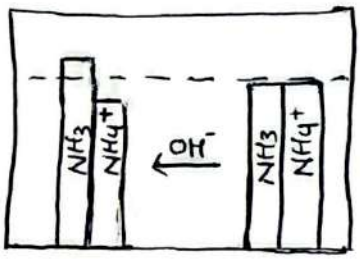
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

86

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

$$NH_4Cl \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + Cl^-$$

P/ عند اضافة كمية قليلة من NaOH تتأين لتنتج OH^- / OH^- تتحلل عن طريق تفاعلها مع NH_4^+ (الحمض م) لتكوين القاعدة NH_3

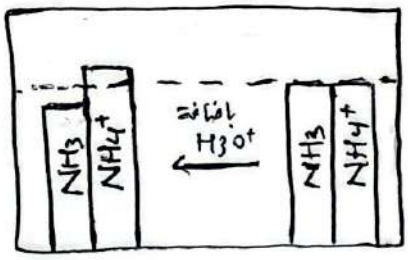


باضافة NaOH القاعدة القوية فإن ←
- تركيز القاعدة NH_3 يزداد بمقدار = $[OH^-]$
- تركيز الحمض م NH_4^+ يقل بالمقدار نفسه.

بذلك تتغير نسبة تركيز القاعدة و حمضها المرافق بدرجة قليلة لتبقى تركيز OH^- في المحلول ثابت تقريبا و بهذا لا يحدث تغير ملحوظ في PH المحلول.

ب/ عند اضافة كمية قليلة من الحمض القوي مثل HCl الذي يتأين فينتج H_3O^+ / و H_3O^+ تتحلل يتفاعلها مع NH_3 لتكوين الحمض م NH_4^+.

بذلك تركيز NH_3 يقل بالمقابل تركيز NH_4^+ (حمض م) يزداد بالقدر نفسه الذي يساوي $[H_3O^+]$ = [HCl] / و تتغير نسبة تركيز القاعدة لحمضها م بدرجة قليلة لتبقى تركيز OH^- في المحلول ثابت تقريبا و بذلك لا يحدث تغير كبير في الرقم الهيدروجيني (PH للمحلول).



باضافة HCl الحمض القوي فان
- تركيز القاعدة NH_3 تقل بمقدار H_3O^+
- تركيز الحمض م NH_4^+ تزداد بالقدر نفسه

* مقدار الزيادة و النقصان في التراكيز *

* في حالة إضافة الحمض القوي = $[H_3O^+]$ القادم من [حمض قوي]

* في حالة إضافة القاعدة القوية = $[OH^-]$ القادم من [القاعدة القوية].

* بعد إضافة (حمض قوي أو قاعدة قوية) للمحلول المنظم نستخدم التراكيز الجديدة بعد الزيادة و النقصان.

* التغيرات تحدث لتراكيز (القاعدة ض و حمضها المرافق) / (الحمض ض و قاعدته المرافقة).

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

خلاصة آلية مقاومة المحلول المنظم للتغير في PH * حسابياً ونظرياً.

مثال ١/ محلول منظم حمضي (NaF / HF) ← التركيز على الحمض وقاعدته م
HF F^-

$$HF + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + F^-$$

أ/ باضافة حمض قوي فان $[H_3O^+]$ سيزداد للتخلص من مقدار الزيادة في $[H_3O^+]$ وبقاء PH ثابتة

فان H_3O^+ يتفاعل مع القاعدة F^-

$$\underset{\text{ق}}{F^-} + H_3O^+ \longrightarrow H_2O + \underset{\text{ح}}{HF}$$

بذلك $[F^-]$ القاعدة سيقل / بالمقابل $[HF]$ حمض سيزداد بنفس المقدار.

ب/ باضافة قاعدة قوية فان $[OH^-]$ سيزداد للتخلص من مقدار الزيادة في $[OH^-]$ وبقاء PH ثابتة

فان OH^- يتفاعل مع الحمض HF

$$\underset{\text{ح}}{HF} + OH^- \longrightarrow H_2O + \underset{\text{ق}}{F^-}$$

بذلك $[F^-]$ القاعدة يزداد بالمقابل $[HF]$ سيقل بنفس المقدار.

مثال ٢/ محلول منظم قاعدي (NH_4Cl / NH_3) ← سيتم التركيز على القاعدة و حمضها م
NH_4^+ NH_3

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

أ/ باضافة حمض قوي فان $[H_3O^+]$ سيزداد للتخلص من مقدار الزيادة في $[H_3O^+]$ وبقاء PH ثابتة

فان H_3O^+ تتفاعل مع القاعدة NH_3

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

بذلك $[NH_4^+]$ الحمض يزداد و $[NH_3]$ القاعدة سيقل بنفس المقدار.

ب/ باضافة قاعدة قوية فان $[OH^-]$ سيزداد للتخلص من مقدار الزيادة في OH^- وبقاء PH ثابتة

فان OH^- تتفاعل مع الحمض NH_4^+

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

بذلك $[NH_3]$ القاعدة سيزداد و $[NH_4^+]$ الحمض سيقل بنفس المقدار.

باضافة الحمض القوي الذي يحدد مقدار الزيادة والنقصان في التراكيز $[H_3O^+]$ من [حمض قوي]
وباضافة القاعدة القوية الذي يحدد مقدار الزيادة والنقصان في التراكيز
هو $[OH^-]$ من [القاعدة القوية].

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تطبيقات على المحاليل المنظمة في الحاليات :-

مثال/١ محلول منظم مكون من الحمض CH_3COOH و ملح CH_3COONa تركيز كل منهما (0.5M)

أ/ احسب قيمة pH للمحلول المنظم ($K_a = 1.8 \times 10^{-5}$) هنا كاشر حاب

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

الايون المشترك بعد اضافة الملح

$$CH_3COONa \xrightarrow{H_2O} CH_3COO^- + Na^+$$

$(\log 1.8 = .26)$

$$\frac{[CH_3COO^-]_{\text{الملح}} \cdot [H_3O^+]}{[CH_3COOH]} = K_a$$

$$[H_3O^+] = \frac{[CH_3COOH] \cdot K_a}{[\text{الملح}]}$$

$$[H_3O^+] = \frac{0.5 \times 1.8 \times 10^{-5}}{0.5}$$

$$[H_3O^+] = 1.8 \times 10^{-5}$$

$$pH = -\log 1.8 \times 10^{-5}$$

$$pH = 5 - \log 1.8$$

$$pH = 5 - 0.26 = 4.74$$

ب/ احسب قيمة pH للمحلول المنظم السابق عند اضافة 0.1_{mol} من الحمض HCl الى لتر من المحلول

$$[HCl] = \frac{0.1}{1} = 0.1M$$

$$[HCl] = [H_3O^+] = 0.1M$$

مقدار الزيادة والنقصان في التراكيز

:- المضاف حمض ← $0.1 + [\text{الحمض}]$

$0.1 - [\text{القاعدة م. الملح}]$

حمض $[CH_3COOH] = 0.5 + 0.1 = 0.6$

قاعدة م. $[CH_3COO^-] = 0.5 - 0.1 = 0.4$

هنا نستخدم التراكيز البديدة

$$[H_3O^+] = \frac{1.8 \times 10^{-5} \times 0.6}{0.4} \qquad \frac{[CH_3COOH] \cdot K_a}{[CH_3COO^-]} = [H_3O^+]$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

89

$$[H_3O^+] = \frac{1.8 \times 10^{-5} \times 0.6}{0.4}$$

$$[H_3O^+] = 2.7 \times 10^{-5}$$

$$PH = -\log 2.7 \times 10^{-5}$$

$$PH = (5 - \log 2.7) \qquad \log 2.7 = 0.43$$

$$5 - 0.43 = 4.57$$

نلاحظ بأنه بعد إضافة الحمض القوي تغيرت PH لكن بشكل غير ملموس بسبب المحلول المنظم يقاوم التغيرات في PH فلا يحدث تنقص تنقصان حاد

$$4.74 - 4.57 = 0.17$$

التنقص طفيف = (0.17) من وحدة الـ PH .

ج / احسبي قيمة PH للمحلول المنظم السابق عند إضافة 0.1 mol من القاعدة NaOH إلى لتر من المحلول

$$NaOH = \frac{0.1}{1.} = 0.1M$$

$$[NaOH] = [OH^-] = 0.1_M \longrightarrow$$ تمثل مقدار الزيادة والنقصان في التركيز

باضافة قاعدة قوية فان [القاعدة] + 0.1

لكن [الحمض] − 0.1

يجب احتساب التراكيز الجديدة

من $[CH_3COOH]$ $0.5 - 0.1 = 0.4M$

قاعدة $[CH_3COO^-]$ $0.5 + 0.1 = 0.6M$

$$[H_3O^+] = \frac{Ka \cdot [CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]} \quad [H_3O^+] = \frac{1.8 \times 10^{-5} \times 0.4}{0.6} = [H_3O^+] = 1.2 \times 10^{-5}$$

$$(\log 1.2 = 0.07) \qquad PH = -\log 1.2 \times 10^{-5}$$

* نلاحظ مقدار التغير في PH بسيط غير ملحوظ $PH = 5 - \log 1.2$

$4.93 - 4.74 = 0.19$ $PH = 5 - 0.07 = 4.93$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

لو تم اضافة 0.1_M من HCl إلى لتر من الماء فانه تتغير قيمة pH الماء من (٧ ← ١) أي تنقص بمقدار ٦ وحدات لذا لا يصلح الماء النقي كمحلول منظم لأنه شديد التأثر باضافة الحمض له لذا تتغير pH تغيراً ملحوظاً كبيراً ,

وكذلك لو تم اضافة 0.1_M من NaOH الى لتر من الماء النقي فانه تتغير قيمة pH تغيراً كبيراً ايضاً بمقدار ٦ وحدات من ٧ ← ١٣

∴ الماء النقي شديد التأثر بالمواد القاعدية كذلك فلا يقاوم التغير في pH

مثال /١ محلول منظم حجمه لتر مكون من القاعدة NH_3 تركيزها 0.4_M والملح NH_4Cl تركيز 0.8 $Kb = 2\times10^{-5}$

احسب $[OH^-]$ بعد اضافة الحمض القوي HCl بتركيز 0.2_M.

باضافة الحمض HCl $[HCl] = [H_3O^+] = 0.2_M$

فان [الحمض] يزداد [القاعدة] ستقل بنفس المقدار 0.2_M =

القاعدة	$[NH_3]$	$0.4 - 0.2 = 0.2$	تستخدم التراكيز الجديدة
الحمض	$[NH_4^+]$	$0.8 + 0.2 = 1$	

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

$$[OH^-] = \frac{2\times10^{-5}\times0.2}{1} = 4\times10^{-6}$$

مثال /٢ محلول منظم مكون من الحمض HX وملحه KX كلاهما بتركيز 0.8_M $Ka = 1.8\times10^{-5}$

$\begin{bmatrix} \log 1.8 = 0.26 \\ \log 2.3 = 0.36 \\ \log 1.4 = 0.15 \end{bmatrix}$

أ/ احسب pH للمحلول المنظم

ب/ احسب pH للمحلول المنظم بعد إضافة 0.1_M من الحمض HCl.

ج/ احسب pH للمحلول المنظم بعد اضافة 4g من NaOH الى لتر من المحلول $(M_{r\,NaOH} = 40)$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مثال/٤ محلول منظم مكون من HOCl بتركيز 0.3_M والملح NaOCl

$Ka = 3X10^{-8}$

أ/ صيغة الأيون المشترك (OCl^-)

ب/ إحسب [الملح] اللازم ليصبح pH=8

جـ/ احسب $[H_3O^+]$ عند إضافة حمض HCl بتركيز 0.1_M.

ب/ الحل

$$Ka = \frac{[H_3O^+][OCl^-]}{[HOCl]} =$$

$$[OCl^-] = \frac{Ka \times [HOCl]}{[H_3O^+]} = \frac{3X10^{-8} \times 0.3}{1X10^{-8}}$$

$$[OCl^-] = 0.9_M$$

جـ/ بإضافة الحمض تركيزه 0.1 فان [الحمض] يزداد 0.1 و[القاعدة المرافقة] تقل بمقدار 0.1

$$[HCl] = [H_3O^+]$$
$$0.1 \quad 0.1$$

مقدار الزيادة والنقصان في التراكيز

حمض $[HOCl] = 0.3 + 0.1 = 0.4$

قاعدة $[OCl^-] = 0.9 - 0.1 = 0.8$

$$Ka = \frac{[H_3O^+][OCl^-]}{[HOCl]} \qquad [H_3O^+] = \frac{Ka \times [HOCl]}{[OCl^-]}$$

$$[H_3O^+] = \frac{3X10^{-8} \times 4X10^{-1}}{8X10^{-1}}$$

$$[H_3O^+] = 1.5X10^{-8}$$

مثال/ ٥ محلول منظم مكون من HCOOH تركيزه 0.1_M و HCOONa وحجمه لتر / $(Ka = 1X10^{-5})$

أ/ احسب [الملح] اللازم إضافته للمحلول ليصبح pH=5

ب/ احسب $[H_3O^+]$ بعد إضافة 0.05_{mol} من NaOH إلى لتر من المحلول.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مثال/٦ محلول منظم يتكون من HX تركيزه (0.1_M) والملح NaX تركيزه (0.2_M) $(Ka = 1\times10^{-5})$

أ/ احسب PH للمحلول المنظم

$$Ka = \frac{[H_3O^+]\cdot[\text{الملح}]}{[HX]}$$

$$[H_3O^+] = \frac{Ka \times [HX]}{[\text{الملح}]} = \frac{1\times10^{-5}\times1\times10^{-1}}{2\times10^{-1}}$$

$$[H_3O^+] = 0.5\times10^{-5} = 5\times10^{-6}$$

$$PH = -\log 5\times10^{-6}$$

$(\log 5 = 0.7)$

$$PH = (6 - \log 5) \Rightarrow 6 - 0.7 = 5.3$$

فكرة ب/ احسب تركيز HCl اللازم اضافته لتصبح PH = 0 ✱

المضاف من $[HCl] = [H_3O^+] =$ س (مقدار او دلالة التركيز)

$(\log 5 = 0.7)$

[الحمض] سيزداد بمقدار س (X)

[القاعدة] ستقل بمقدار س (X)

حمض	$[HX]$	$0.1 + X$
قاعدة الملح	$[X^-]$	$0.2 - X$

صندوق الحل.

$$Ka = \frac{[H_3O^+]\cdot[\text{الملح}]}{[\text{الحمض}]} \quad (PH \rightarrow)$$

$$1\times10^{-5} = \frac{1\times10^{-5}\times(0.2 - X)}{(0.1 + X)}$$

$$(0.2 - X) = (0.1 + X)$$

$$0.2 - 0.1 = 2X$$

$$\frac{0.1}{2} = \frac{2X}{2} \qquad X = \frac{1}{2}\times10^{-1}$$

$[HCl]$ 0.5×10^{-1} أو 5×10^{-2}

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مثال/٧ محلول مكون من الحمض HCN تركيزه (0.5_M) وملح NaCN تركيزه (0.7)

93

$$2X10^{-4} = Ka$$

إحسب تركيز NaOH الواجب إضافته الى لتر من المحلول ليصبح PH=4

$$0.1 = [NaOH]$$

مثال/٨ محلول منظم مكون من C_5H_5N وملح C_5H_5NHBr لهما نفس التركيز = 0.3

$$2X10^{-9} = Kb$$

إحسب $[H_3O^+]$ عند إضافة (0.2_{mol}) من HCl الى لتر من المحلول.

$$[H_3O^+] = 2.5X10^{-5}$$

مثال/٩ محلول مكون من HNO_2 وملح $LiNO_2$, اذا كان [الحمض] = [الملح] عند PH = 5.7

(y) س = [الملح]

(3y) س-٢ = [الحمض]

$[H_3O^+] = 10^{-5.7}$

$10^{0.3} X 10^{-6}$

$2X10^{-6}$

$$Ka = \frac{[H_3O^+].[الملح]}{[HNO_2]}$$

$$Ka = \frac{2X10^{-6} \times y}{3y}$$

$$Ka = \frac{2}{3} X10^{-6}$$

أ/ إحسب Ka

$\boxed{Log\ 2 = 0.3}$

ب/ اذا كانت كتلة NaOH الواجب اضافتها الى 2L من المحلول لتتغير PH بمقدار 0.3 تساوي 4g إحسب [الحمض] الابتدائي.

$\boxed{Log\ 2 = 0.3}$

$\boxed{Mr_{NaOH} = 40}$

$$n = \frac{4}{40} = 0.1_{mol} \quad / \quad [NaOH] = \frac{0.1}{2}$$

$$[NaOH] = 1X10^{-1}$$

$$\frac{0.5X10^{-1}}{2} = 5X10^{-2}$$ ← (مقدار الزيادة والنقصان في التركيز)

$$Ka = \frac{[H_3O^+].[الملح]}{[HNO_2]}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ب: المضاف قاعدة المفروض أن pH تزداد

مثال 9

pH بعد = pH قبل + ΔpH

= 0.3 + 0.7

6 = 0.3 5.7

المضاف قاعدة قوية

[القاعدة] تزداد

[الحمض] تقل بنفس المقدار

[الحمض] $5\times10^{-2} - 3y$

[القاعدة] $5\times10^{-2} + y$

$$Ka = \frac{[H_3O^+] \cdot [القاعدة]}{[HNO_2]}$$

$$\frac{2}{3}\times10^{-6} = \frac{1\times10^{-6} \times (y + 5\times10^{-2})}{(3y - 5\times10^{-2})}$$

$$3(y + 5\times10^{-2}) = 2(3y - 5\times10^{-2})$$

$$(3y + 0.15) = (6y - 10\times10^{-2})$$

$$+0.15 + 0.10 = 6y - 3y$$

$$0.25 = 3y$$

$$3y = [الحمض] = 0.25 \quad y \cong 0.083$$

$$[الملح] = 0.083$$

مثال 10/

محلول حجمه 400 ml مكون من (الحمض HNO_2 تركيزه 0.25_M)

و ($NaNO_2$ من الملح 0.2_{mol}) $ka = 4\times10^{-4}$

$\log 2 = 0.3$

$\log 8 = 0.9$

أ/ أوجد قيمة pH للمحلول (3.7)

ب/ كم تصبح pH للمحلول السابق إذا أضيف 0.1 mol من الحمض HCl

(3.1)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مثال /11

س/ محلول منظم مكون من الحمض الضعيف HX تركيزه 0.3_M وملحه NaX تركيزه 0.3_M حجمه $0.5L$

$Ka = 2X10^{-4}$

ا/ احسب pH

$$Ka = \frac{[H_3O^+].[\text{ملح}]}{[\text{ح.ض}]}$$

$$Ka = [H_3O^+] = 2X10^{-4}$$

$$pH = -\log 2X10^{-4}$$

$$pH = 3.7$$

ب/ كم تصبح pH بعد اضافة HCl عدد مولاته $5X10^{-2}$

NaX	HX
ملح.قاعدي	ح.ض
0.3	0.3
-0.1	+0.1
0.2	0.4

التراكيز الجديدة

$$M_{HCl} = \frac{5X10^{-2}}{5X10^{-1}}$$

$$M = 0.1$$

$$Ka = \frac{[H_3O^+].[\text{ملح}]}{[\text{حمض}]}$$

$$2X10^{-4} = \frac{[H_3O^+] \times 2X10^{-1}}{4X10^{-1}}$$

$$[H_3O^+] = 4X10^{-4} \Longrightarrow pH = 3.6$$

ج/ احسب كتلة NaOH اللازمة اضافتها لتصبح $pH = 4$ $Mr = 40$

تفترض $X = [NaOH]$

NaX	HY
0.3	0.3
+X	-X
(0.3+X)	(0.3-X)

$$Ka = \frac{[H_3O^+].[\text{ملح}]}{[\text{ح.ض}]} \rightarrow 2X10^{-4} = \frac{10^{-4} \times (0.3+X)}{(0.3-X)}$$

$$0.6 - 2X = 0.3 + X$$

$$0.6 - 0.3 = X + 2X$$

$$0.3 = 3X$$

$$[NaOH] = X = 0.1$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

(أسئلة على المحلول المنظم)

١/ أي الأتية يصلح كمحلول منظم ؟

أ/ $Na_2CO_3 / NaHCO_3$ ب/ KNO_3 / HNO_2

ج/ $HClO_4 / NaClO_4$ د/ HNO_2 / KNO_2

٢/ أي محاليل الأملاح تحول ورقة عباد الشمس الى اللون الأزرق :

أ/ HCOONa ب/ KBr ج/ CH_3NH_3Cl د/ $NaNO_3$

٣/ الأيون المشترك في المحلول المكون من القاعدة M والملح MHCl هو :-

أ/ M^- ب/ MH ج/ MCl د/ MH^+

٤/ اضافة الماء للمحلول المنظم (RCOOK / RCOOH) يؤدي إلى ،

أ/ زيادة pH ب/ تقليل pH ج/ ثبات pH د/ تقليل $[OH^-]$

٥/ اذا أردت تحضير محلول منظم pH له = ٦ مكون من القاعدة وملحها بنفس التركيز أي قيم للقاعدة ستختار :

أ/ $Kb = 2X10^{-8}$ ب/ $Kb = 1X10^{-8}$ ج/ $Kb = 1X10^{-6}$ د/ $Kb = 2X10^{-6}$

٦/ لتحضير محلول منظم pH له = 6 مكون من الحمض الضعيف وملحه ليكون تركيز الحمض ضعفي تركيز الملح فان Ka تساوي

أ/ $5X10^{-7}$ ب/ $1X10^{-7}$ ج/ $2X10^{-6}$ د/ $2X10^{-8}$

٧/ تم تحضير محلول منظم من حمض HX تركيزه (0.2M) والملح NaX تركيزه (0.4_M) فان $[H_3O^+]$ في المحلول المنظم بعد اضافة (0.1 M) من HCl إليه تساوي

اذا كانت $Ka_{HX} = 2X10^{-5}$

أ/ $0.4X10^{-5}$ ب/ $2X10^{-5}$ ج/ $4X10^{-5}$ د/ $0.2X10^{-5}$

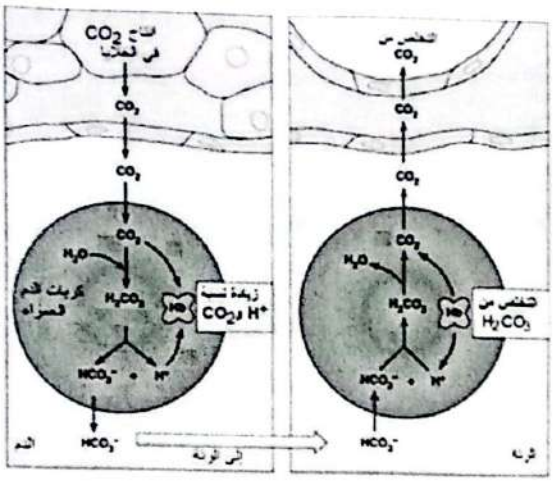
٨/ تم تحضير محلول منظم من NH_3 (0.4M) والملح NH4Cl (0.8M) فان $[OH^-]$ في المحلول المنظم بعد اضافة 0.2M من NaOH إليه $Kb_{NH_3} = 2X10^{-5}$

أ/ $4X10^{-5}$ ب/ $0.4X10^{-5}$ ج/ $2X10^{-5}$ د/ $0.2X10^{-5}$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الإثراءُ والتوسُّعُ

المحلولُ المنظِّم في الدم



يحتوي الدمُ على عدد منَ المحاليل المنظِّمة، تحافظ على قِيَم الرَّقْم الهيدروجيني بين (7.35–7.45)، وهذا نطاقٌ ضيِّق تحدثُ فيه جميع التغيُّرات الكيميائيّة الحيويّة في الجسم، وفي حال زيادة الرَّقْم الهيدروجيني أعلى من 7.8 أو انخفاضه إلى أقلَّ من 6.8 يختلُّ النظامُ الحيوي في الجسم، وقد يؤدي ذلك إلى الوفاة. وَيُعَدُّ محلولُ حِمض الكربونيك وقاعدته المرافقة ($H_2CO_3\backslash HCO_3^-$) أحدَ أهمِّ المحاليل المنظِّمة في الدم، والمعادلة الآتية تمثِّلُ المحلولَ المنظِّم في الدم:

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

تؤدي زيادة الأنشطة التي يمارسها الشخصُ إلى زيادة معدل التنفُّس اللاهوائي في الخلايا وزيادة إنتاج ثاني أكسيد الكربون CO_2، الذي يندفع إلى الدم ويتفاعل معَ الماء ويؤدي إلى زيادة تركيز H_2CO_3.

$$CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2CO_{3(aq)}$$

يمكن أن يزداد تركيزُ أيونات H_3O^+ في الدم نتيجة العديد منَ التفاعلات الحيويّة في الجسم، فيعمل المحلول المنظِّم في الدم على التخلُّص من تلك الزيادة، وذلك عن طريق إزاحة موضع الاتزان إلى جهة اليسار نحو تكوين حِمض الكربونيك H_2CO_3، فيزداد تركيزُه، ويقل بذلك تركيزُ HCO_3^-، ويقل تركيزُ أيونات H_3O^+، ويزداد تركيزُ أيونات OH^-؛ ما يحفِّزُ الكُلى على إنتاج أيونات HCO_3^- لتعويض النقص في تركيزها؛ وبذلك يزداد تركيزُ حِمض الكربونيك في الدم، وتستقبل أيونات OH^- البروتون من حِمض الكربونيك H_2CO_3، وَيُزاح موضعُ الاتزان إلى اليمين نحو تكوين HCO_3^- مرّةً أخرى، ويزداد تركيزُ أيونات H_3O^+ من جديد.

وتستمرُّ إزاحة موضع الاتزان مرّةً نحو اليسار ومرّةً نحو اليمين؛ ما يساعد على بقاء تركيز أيونات H_3O^+ ثابتًا نسبيًّا ويحافظ على مدى ثابت منَ الرَّقْم الهيدروجيني في الدم.

تعمل الكُلى على ضبط تركيز أيونات HCO_3^-، فتزيد إفرازها إلى الدم عند حدوث نقص في تركيزها، كما تزيد معدلَ امتصاصها عند حدوث زيادة في تركيزها.

وتعمل الرئة على امتصاص الزيادة في تركيز حِمض الكربونيك في الدم؛ ما يسبِّبُ استمرارَ اندفاع ثاني أكسيد الكربون CO_2 من الخلايا إلى الدم؛ حيث يتفكَّكُ حِمض الكربونيك في الرئة إلى ثاني أكسيد الكربون CO_2 وبخار الماء ويجري التخلُّصُ منهما عن طريق التنفس؛ وبهذا فإنَّ الرئة تعمل على ضبط تركيز ثاني أكسيد الكربون في الخلايا وتركيز حِمض الكربونيك في الدم.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

. أختار الاجابة الصحيحة لكل فقرة مما يلي:

1 . محلول يتكوّن من حمض الهيدروسيانيك HCN تركيزه (1M) وملح سيانيد الصوديوم NaCN وإذا كانت قيمة pH للمحلول تساوي (6) فإن تركيز الملح (M) يساوي: ($K_a = 4.9 \times 10^{-10}$، أهمل التغيّر في الحجم)

أ . 3×10^{-6} ب. 2.8×10^{-3} جـ. 1×10^{-10} د . 4.9×10^{-4}

2 . إذا كانت قيمة pH تساوي (6) لمحلول مكوّن من الحمض HA والملح KA لهما التركيز نفسه، فإن قيمة ثابت التأيّن Ka للحمض تساوي:

أ . 1×10^{-4} ب. 1×10^{-6} جـ. 1×10^{-8} د . 1×10^{-10}

3 . أثر إضافة ملح كلوريد الأمونيوم NH_4Cl إلى محلول الأمونيا NH_3 هو:

أ . نقصان $[H_3O^+]$ ب. زيادة $[H_3O^+]$ جـ. زيادة قيمة pH د . نقصان $[NH_3]$

4 . محلول منظم مكون من حمض الفورميك HCOOH تركيزه 0.5 M وفورمات الصوديوم HCOONa بتركيز 0.5 M، أضيف 0.15 mol من حمض الهيدروكلوريك HCl إلى 1 L من المحلول المنظم، فإذا كان Ka لحمض الفورميك (1.7×10^{-4}) فإن pH للمحلول المنظم تساوي: (أهمل التغير في الحجم):

أ . 3.5 ب. 1.0 جـ. 2.1 د .1.9

5 . محلول منظّم يتكوّن من حمض البنزويك C_6H_5COOH وملح بنزوات الصوديوم C_6H_5COONa لهما التركيزُ نفسُه (0.2M) أحسِبُ التغيّر في قيمة pH عند إضافة (0.01 mol) من هيدروكسيد الصوديوم NaOH إلى 1L من المحلول.

($K_a = 6.3 \times 10^{-5}$, $\log 6.3 = 0.8$, $\log 5.7 = 0.76$) (اهمل التغيّر في الحجم).

أ . 0.6 ب. 0.4 جـ. 0.06 د . 0.04

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

س/ تم تحضير محلول منظم من حمض HCOOH (0.2_M) والملح HCOONa (0.4_M)
فان $[H_3O^+]$ في المحلول المنظم بعد اضافة KOH (0.1_M) إليه
99
($Ka = 2\times10^{-5}$)

أ/ 0.4×10^{-5} ب/ 2×10^{-5} ج/ 4×10^{-5} د/ 0.2×10^{-5}

س/ تم تحضير محلول منظم من N_2H_4 (0.4_M) والملح N_2H_5Br (0.8_M)
فان $[OH^-]$ في المحلول المنظم بعد إضافة (0.2_M) من HBr إليه
($Kb = 2\times10^{-5}$)

أ/ 0.4×10^{-5} ب/ 2×10^{-5} ج/ 4×10^{-5} د/ 0.2×10^{-5}

س/ محلول منظم مكون من الحمض HZ تركيزه ٣ أضعاف الملح NaZ
حجمه (500 مل) أضيف إليه (2g) من NaOH ($Mr_{NaOH}=40$) فاصبحت $PH = 4.3$
($\log5 = 0.7$) . $Ka = 3\times10^{-5}$

* فان تركيز الحمض HZ بعد اضافة القاعدة .

أ/ 0.6 ب/ 0.5 ج/ 0.2 د/ 0.3

* تركيز الملح NaZ بعد اضافة القاعدة .

أ/ 0.6 ب/ 0.5 ج/ 0.2 د/ 0.3

س/ محلول منظم مكون من الحمض HX والملح NaX حيث [HX] ٣ أضعاف [الملح]
وقيمة $PH = 5.5$ أضيفت إليه (4g) من NaOH الى لتر من المحلول السابق
فتتغير PH بمقدار (0.2) احسب تركيز الحمض الابتدائي .
$\log3 = 0.5$ / $\log2 = 0.3$ / $Mr_{NaOH} = 40$ /

تركيز الحمض الابتدائي يساوي :

أ/ 0.3 ب/ 0.9 ج/ 0.8 د/ 0.4

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تدريبات اضافية (على المحلول المنظم بعد اضافة كميات قليلة من الحمض القوي أو القاعدة القوية)

100

1/ محلول حجمه لتر من HF تركيزه 0.1M وتركيز H_3O^+ فيه $= 8X10^{-3}$
أضيف اليه الملح 0.04 mol من NaF .

ا/ احسب PH للمحلول الناتج .

ب/ كم تصبح PH للمحلول الناتج في المحلول السابق عندما اضافة 6.3g من حمض HNO_3

Log 2.37 = 0.37 $M_r = 63$ لـ HNO_3

الاجابة $K_a = 64X10^{-5}$ / ا/ PH = 4 / ب/ PH = 3.63

2/ محلول منظم حجمه لتر مكون من N_2H_4 بتركيز 0.1M وملح N_2H_5Cl بتركيز 0.2M فاذا علمت أن $K_b = 1X10^{-6}$

احسب PH بعد إضافة 2 g من NaOH الصلب الى المحلول المنظم

$(M_r = 40)$ NaOH

الاجابة PH = 8

2/ محلول مكون من (NH_3 و NH_4Cl) كلاهما بنفس التركيز.

عند إضافة 0.4mol من HCl الى 2L من المحلول أصبحت PH=10

$(K_b = 2X10^{-4})$ جد تركيز الملح والقاعدة الابتدائي.

0.6 =

4/ محلول منظم مكون من حمض CH_3COOH $K_a = 2X10^{-5}$
تركيزه (0.4M) وملح CH_3COONa تركيزه (0.5M)

ا/ صيغة الأيون المشترك. (CH_3COO^-)

ب/ احسب $[H_3O^+]$ في المحلول ($1.6X10^{-5}$)

ج/ كم غرام من NaOH يجب اضافة الى 1L من المحلول المنظم
لتصبح PH المحلول النهائي = 5 / M_r NaOH = 40 (4g)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

. أختارُ الإجابة الصحيحة لكلِّ فقرة في ما يأتي:

1 . يكونُ تركيزُ الأيونات الناتجة عن تأيُّن أحدِ المحاليل الآتية في الماء عند الظروف نفسِها أعلى ما يمكن:

أ. NH_3 ب. NaOH جـ. HCOOH د. HClO

2 . اعتمادًا على المعادلة $(HA + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A^-)$، فإنّ العبارة الصحيحة:

أ. يتأيَّنُ الحِمض HA كُلِّيًا.

ب. الحِمضُ HA يختفي منَ المحلول.

جـ. الحِمضُ HA ضعيف.

د . لا يوجد أزواج مترافقة في المعادلة.

3 . القاعدة المرافقة الأضعف في ما يأتي، هي:

أ. NO_3^- ب. OCl^- جـ. F^- د. CN^-

4 . المادة التي لم يتمكَّن مفهومُ أرهينيوس من تفسير سلوك محلولها:

أ. HCl ب. NaCN جـ. HCOOH د. NaOH

5 . أحدُ الأيونات الآتية لا يُعَدُّ أمفوتيريًّا:

أ. $H_2PO_4^-$ ب. HS^- جـ. HCO_3^- د. $HCOO^-$

6 . المادَّةُ التي تتأين في الماء وتُنتجُ أيون الهيدروكسيد (OH^-)، هي:

أ. حِمض أرهينيوس ب. قاعدة لويس

جـ. قاعدة أرهينيوس د . قاعدة برونستد-لوري

7 . المادَّةُ التي تستطيع استقبالَ زوج منَ الإلكترونات غير الرابطة من مادَّة أخرى، هي:

أ. F^- ب. Cu^{2+} جـ. BF_4^- د. CO_3^{2-}

8 . إذا كان تركيز $[H_3O^+]$ في محلول ما تساوي $2 \times 10^{-2}\ M$، فـإنَّ $[OH^-]$ هو:

أ. $1\times10^{-2}\ M$ ب. $2 \times 10^{-12}\ M$

جـ. $1\times10^{-10}\ M$ د. $5 \times 10^{-13}\ M$

9. في محلول HBr يكون:

أ. عددُ مولات H_3O^+ مساوٍ لعدد عددَ مولات OH^-

ب. عددُ مولات H_3O^+ أقل من عددِ مولات OH^-

جـ. عددُ مولات H_3O^+ مساوٍ لعدد مولات HBr المذابة

د . عددُ مولات Br^- مساوٍ لعدد مولات OH^-

10. المحلولُ الذي له أعلى pH في المحاليلِ الآتية التي لها التركيزُ نفسه، هو:

أ. NH_4Cl ب. HBr جـ. NaCl د. NH_3

11. المحلولُ الذي له أقلُّ قيمة pH من المحاليل الآتية المتساوية في التركيز، هو:

أ. KNO_3 ب. NaOH جـ. HNO_2 د. HNO_3

12. المحلولُ الذي له أقلُّ تركيز H_3O^+ منَ المحاليل الآتية المتساوية التركيز، هو:

أ. HCl ب. N_2H_5Br جـ. KNO_2 د. NH_4Cl

13. ترتيبُ المحاليل المائيّة للمركَّبات الآتية $(LiOH, N_2H_5Cl ، KNO_2, NaCl)$ المتساوية في التركيز حَسَبَ رَقْمِها الهيدروجيني pH، هو:

أ. $KNO_2 > N_2H_5Cl > NaCl > LiOH$

ب. $LiOH > KNO_2 > N_2H_5Cl > NaCl$

جـ. $N_2H_5Cl > NaCl > KNO_2 > LiOH$

د. $LiOH > KNO_2 > NaCl > N_2H_5Cl$

14. ينتج الأيونُ المشترك $N_2H_5^+$ منَ المحلول المكوّن من:

أ. N_2H_4/HNO_3 ب. N_2H_5Br/HBr

جـ. N_2H_4/H_2O د. $N_2H_5NO_3/N_2H_4$

15. قاعدة لويس في التفاعل الآتي:

$Fe^{3+} + 6CN^- \rightleftharpoons [Fe(CN)_6]^{3-}$، هي:

أ. $[Fe(CN)_6]^{3-}$ ب. CN^-

جـ. Fe^{3+} د. OH^-

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

رمز الإجابة	ب	ج	أ	ب	د	ج	ب	د	ج	ب	أ	د	ب	ج	د
رقم الفقرة	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	---	
رمز الإجابة	ب	أ	د	ب	ج	ج	أ	ب	ج	أ	ب	ب	د		

16. عجز أرهينيوس عن تفسير السلوك الحمضي لأحد محاليل المواد الآتية:

أ. CH_3NH_3Cl ب. HBr

جـ. HF د. CH_3COOH

17. الزوج المترافق الناتج عن تفاعل N_2H_4 مع الماء، هو:

أ. $H_2O/N_2H_5^+$ ب. N_2H_4/OH^-

جـ. $N_2H_5^+/H_3O^+$ د. $N_2H_4/N_2H_5^+$

18. تترتب القواعد N_2H_4 ، NH_3 و CH_3NH_2 متساوية التراكيز حسب قوتها كما يلي $N_2H_4 < NH_3 < CH_3NH_2$ فإن الترتيب الصحيح لقوة الحموض المرافقة لها، هو:

أ. $NH_4^+ < CH_3NH_3^+ < N_2H_5^+$

ب. $CH_3NH_3^+ < NH_4^+ < N_2H_5^+$

جـ. $N_2H_5^+ < NH_4^+ < CH_3NH_3^+$

د. $CH_3NH_3^+ < N_2H_5^+ < NH_4^+$

19. في التفاعل $HCN + H_2O \rightleftharpoons CN^- + H_3O^+$، إذا كان الاتزان مزاحا نحو تكوين المواد المتفاعلة، فإن صيغة الحمض الأقوى هي:

أ. HCN ب. H_2O

جـ. H_3O^+ د. CN^-

20. محلول حمض الهيدروكلوريك HCl تركيزه (0.001 M)، فإن قيمة pOH لهُ:

أ. 3 ب. 7

جـ. 11 د. 14

21. المحلول الذي له أقل pH من محاليلِ الموادّ الآتية المتساوية التركيز، هو:

أ. HNO_3 ب. HCN

جـ. NH_3 د. KOH

22. محلول حمض تركيزه (0.04 M)، وتركيز أيونات OH^- (1×10^{-9} M)، فإن قيمة Ka لهُ تساوي:

أ. 3.7×10^{-4} ب. 2.5×10^{-9}

جـ. 4×10^{-3} د. 1×10^{-6}

23. الملح الذي يُعد ذوبانه في الماء تميّهًا هو:

أ. KI ب. KBr

جـ. KF د. KCl

24. أحد الآتية زوج مترافق ينتج من تفاعل HF مع HSO_3^- هو:

أ. HSO_3^-/H_2SO_3 ب. HSO_3^-/SO_3^-

جـ. HSO_3^-/SO_3^{-2} د. HSO_3^-/F^-

25. أحَدُ محاليل المواد الآتية المتساوية التركيز يكون فيهِ تركيز $[OH^-]$ الأعلى، هو:

أ. NH_4Cl ب. KCN

جـ. KNO_3 د. KBr

26- حمض لويس الذي يدخل في تركيب الايون $[Zn(CN)_6]^{-4}$ هو

CN^- /s Zn^{+4} /ج Zn^{+2} /ب Zn /أ

27 - كتلة الحمض HBr اللازمة لعمل محلول منه حجمه 200ml تركيز $[H_3O^+]$ فيه : 0.01 = Mr = 81

1.62g /أ 16.2g /ب

0.0162g /s 0.162g /ج

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

// الجدول يضم محاليل قواعد ضعيفة ومحاليل أملاحها جميعها لها نفس التركيز = 0.01_M

($\log 6.3 = 0.8$)

القاعدة	
$[H_3O^+]$ في محلول AHCl أعلى منه في محلول BHCl	A
محلول مكون من B ومحلول ملحها pH فيه = 9.2	B
pOH في ZHCl أعلى منه في محلول AHCl	Z
$[yH^+]$ في محلول y = 2.17×10^{-3}	y

الجدول يضم (٢٨ — ٣١)

٢٨- الترتيب الصحيح للقوة القاعدية حسب pH :

أ/ $yH^+ < BH^+ < AH^+ < ZH^+$

ب/ $ZH^+ < AH^+ < BH^+ < yH^+$

ج/ $BH^+ < AH^+ < yH^+ < ZH^+$

د/ $BH^+ < ZH^+ < yH^+ < AH^+$

٢٩- محلول القاعدة الأعلى تركيز عند الاتزان

أ/ A ب/ B ج/ y د/ Z

٣٠- قيمة K_b للقاعدة y تساوي =

أ/ 4.7×10^{-6} ب/ 4.7×10^{-3} ج/ 4.7×10^{-4} د/ 4.7×10^{-3}

٣١- معادلة التفاعل الصحيحة التي تمثل إتزاح الاتزان نحو النواتج.

أ/ $A + BH^+ \rightleftharpoons B + AH^+$

ب/ $Z + BH^+ \rightleftharpoons B + ZH^+$

ج/ $AH^+ + Z \rightleftharpoons ZH^+ + A$

د/ $y + AH^+ \rightleftharpoons yH^+ + A$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٢٨/ بدرجة الجدول ويضم قواعد من حمض وأملاحها متساوية التراكيز = $0.01\ M$ ($\log 6.3 = 0.8$)

A - في $[H_3O^+]$ في محلول AHCl أكبر من BHCl

الأملاح حمضية
الأكثر مائية
$[H_3O^+]\uparrow$ PH $\downarrow$
قاعدته الأضعف

تفسير العبارات

$A < B$ كقاعدة

C - POH في ZHCl أعلى من AHCl

POH أكبر ∴ PH أقل ∴ الملح أكثر مائية ∴ قاعدته Z الأضعف

$Z < A$ كقاعدة

B - محلول مكون من B ومحلول BHCl له PH تساوي 9.2

لا يمكن المقارنة بين B و Y من PH لأن (B مع الملح) لكن (Y بدون ملح)

Y - $[YH^+]$ في محلول Y = 2.17×10^{-3}

Y القاعدة من لوحدها
$[OH^-] = [YH^+]$ ∴

لكن المقارنة تتم من قيم Kb لكل منها (لأن Kb ثابت لا تتغير)

$$Kb = \frac{[OH^-].[\text{أيون}]}{[\text{قاعدة}]}$$

$$PH = 9.2$$

$$[H_3O^+] = \frac{10^{-0.8} \times 10^{-10}}{6.3 \times 10^{10}}$$

$$[OH^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{6.3 \times 10^{-10}}$$

$$Kb_B = [OH^-]\ 0.158 \times 10^{-4}$$

$$Kb = \frac{[OH^-]^2}{[\text{أيون}]}$$

$$Kb = \frac{(2.17 \times 10^{-3})^2}{10^{-2}}$$

$$\frac{4.7 \times 10^{-6}}{10^{-2}}$$

$$Kb_Y = 4.7 \times 10^{-4}$$

Kb أقوى قاعدة

$B < Y$ كقاعدة

ترتيب القواعد حسب قوتها

$$Z < A < B < Y$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ترتيب الحموض م حسب PH ٠.٢ م ↑ PH م الأضعف

ب / $ZH^+ < AH^+ < BH^+ < YH^+$

٢٩/ القاعدة الأعلى تركيز عند الاتزان / الأضعف | Z/s

٣٠/ قيمة Kb القاعدة Y | $4.7X(10^{-6})$/s

٣١/ الاتزان ينزاح نحو النواتج في السؤال ∴ جهة النواتج هي الأضعف

بالرجوع لقوة التواعد ض Y > B > A > Z

المعادلة التي تعتبر صحيحة

$$Y + AH^+ \rightleftharpoons YH^+ + A \quad /s$$

Y أقوى ← YH^+ أضعف

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تُعرفُ المعايرة بأنها الإضافة التدريجيّة لمحلول قاعدة معلوم التركيز إلى محلول حِمض مجهول التركيز أو العكس، وَتُستخدَمُ لتحديد تركيزِ مجهول لأيٍّ من المحلولين، فعند إضافة محلول قاعدة إلى محلول حِمضٍ تتعادلُ أيونات H_3O^+ منَ الحِمض معَ أيونات OH^- منَ القاعدة في ما يُعرَفُ نقطة التعادل، وعندها يكون عددُ مولات أيونات الهيدروجين H^+ من الحِمض مساويًا لعدد مولات أيونات الهيدروكسيد OH^- من القاعدة؛ أي أنَّ:

$$n_{(acid)} = n_{(base)}$$

$$M_a \times V_a = M_b \times V_b$$

وباستخدام هذه العلاقة يمكن حسابُ التركيز المجهول منَ الحِمض أو القاعدة.

التجربة الاستهلالية: خصائص الحمض والقاعدة

التحليلُ والاستنتاجُ:

1- يتحول لون ورقة الكاشف العام إلى اللون الأحمر في محلول حمض الهيدروكلوريك، وإلى اللون الأزرق في محلول هيدروكسيد الصوديوم.

2- أقارن لون ورقة الكاشف بالمرجع المرافق للكاشف العام وأقدر الرقم الهيدروجيني، ويجب أن تكون أقل من 7 بالنسبة لمحلول الحمض، وأكبر من 7 لمحلول القاعدة.

3- يلاحظ ارتفاع في درجة حرارة المحلول الناتج عن خلط محلول الحمض مع محلول القاعدة، وتفسير ذلك حدوث تفاعل تعادل بين محلول الحمض والقاعدة، وهو تفاعل طارد للحرارة ما سبب ارتفاع درجة حرارة المحلول الناتج.

4- يكون الرقم الهيدروجين للمحلول الناتج يساوي 7.

التجربة (1): مقارنة قوة الحموض :

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. الرقم الهيدروجيني للحمض HCl : حوالي 1 ولحمض الايثانويك CH_3COOH حوالي 3
2. حمض HCl.
3. يتصاعد غاز الهيدروجين في محلول حمض HCl بسرعة أكبر من غاز CH_3COOH.
4. الحمض الأقوى:HCl ، والحمض الأضعف CH_3COOH.
5. كلما زادت قوة الحمض زادت الموصلية الكهربائية للحمض وزادت سرعة تفاعله وبالتالي تزداد سرعة تصاعد الغاز.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

التجربة (2): معايرة حمض قوي بقاعدة قوية

التحليلُ والاستنتاجُ:

1) نقطة التعادل. (هي النقطة التي يحدث عندها تغير لون المحلول.)

2) أستخدم حجم القاعدة التي تم إضافتها الى المحلول، ثم أطبق العلاقة الآتية:

$$n_{(NaOH)} = M \times V$$

3) عدد مولات الحمض يكون مساوياً لعدد مولات القاعدة المضافة عند نقطة التعادل، أي ان:

$$n_{(NaOH)} = n_{(HCl)}$$

4) أستخدم العلاقة الآتية : لحساب التركيز

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

5) يتوقع أن يكون pH = 7 عند معايرة حمض قوي مع قاعدة قوية .

6) تفاعل تعادل هو تفاعل حادث بين حمض قوي و قاعدة قوية

التجربة (3): تميه الأملاح

التحليلُ والاستنتاجُ:

المحلول	NaCl	NH_4Cl	$NaHCO_3$	CH_3COONa
لون المحلول بوجود الكاشف	أخضر	اصفر مخضر	ازرق فاتح	ازرق فاتح
الرقم الهيدروجيني	7	4-3	10-9	10-9
طبيعة المحلول	متعادل	حمضي	قاعدي	قاعدي

(الماء المقطر ومحلول NaCl متعادل)

2) لأن كلا المحلولين متعادل حيث الرقم الهيدروجيني تقريبا يساوي 7

3) محلول كلوريد الأمونيوم NH_4Cl : حمضي

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

محلول $NaHCO_3$: قاعدي

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

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

أسئلةُ تفكير

السؤال الأول:

يُبَيِّنُ الجدولُ المجاورُ ثلاثةَ محاليل لقواعد ضعيفة مختلفة التركيز، أدرُسُها، ثمَّ أُجيبُ عن الأسئلة الآتية:

القاعدة	$[OH^-]M$	تركيز المحلول M
A	1×10^{-5}	0.1
B	1×10^{-3}	0.01
C	1×10^{-5}	1

أ . أُرَتِّبُ القواعدَ حسبَ قيم ثابت تأيُّنها K_b.

ب. أحسبُ الرَّقْمَ الهيدروجيني لمحلول القاعدة A.

جـ. أُحَدِّدُ الملح الذي له أقلُّ رَقْمٍ هيدروجيني؛ AHCl أم BHCl.

د . أحسبُ الرَّقْمَ الهيدروجيني لمحلول مكوَّن منَ القاعدة C والملح CHCl، تركيزُ كلٍّ منهما 0.2 M، عند إضافة 0.01 mol منَ الحِمض HCl إلى 0.5 L منَ المحلول (أهمل تغير الحجم).

السؤال الثاني:

محلول منظّم يتكوَّن منَ القاعدة CH_3NH_2، تركيزُها 0.2 M، والملح CH_3NH_3Cl، تركيزُه 0.4 M. علمًا أنَّ $K_b = 4.4 \times 10^{-4}$، $\log 4.4 = 0.64$، $Mr_{(HI)} = 128\ g/mol$، (أهمل تغير الحجم).

أحسب ما يأتي:

أ . قيمة pH للمحلول.

ب. كتلة الحِمض HI اللازم إضافتها إلى 800 mL منَ المحلول لتصبح pH = 10.

السؤال الثالث:

محلول منظّم يتكوَّن منَ الحِمض HNO_2 تركيزُه 0.3 M، والملح KNO_2، تركيزُه 0.2 M (أهمل تغير الحجم). أحسب:

أ . قيمة pH للمحلول. علمًا أنَّ $K_a = 4.5 \times 10^{-4}$.

ب. قيمة pH للمحلول السابق إذا أُضيف 0.1 mol منَ الحِمض HCl إلى لتر منه.

جـ. عدد مولات NaOH اللازم إضافتها إلى 1 L منَ المحلول لتصبح pH تساوي 4.

السؤال الرابع:

جرى تحضيرُ محلول منظّم منَ الحِمض H_2CO_3 والملح $NaHCO_3$ بالتركيز نفسه، فكان $[H_3O^+] = 4.3 \times 10^{-7}\ M$. أُجيبُ عن الأسئلة الآتية:

أ . أحسبُ قيمة ثابت التأيُّن K_a للحِمض H_2CO_3.

ب. أكتبُ صيغة الأيون المشترك.

جـ. أحسبُ النسبة $\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$ لتكون قيمة pH للمحلول تساوي 7.45، وهي القيمة المناسبة ليؤدي الدمُ وظيفته في الجسم (علمًا أنَّ $\log 3.55 = 0.55$).

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

السؤال الخامس:

أُذيبَ 1.12 g من هيدروكسيد البوتاسيوم KOH في كمية من الماء حتى أصبح حجم المحلول 1 L، فاذا لزم 14 mL من هذا المحلول للتعادل مع 20 mL من محلول حمض الهيدروكلوريك HCl؛ أحسب تركيز محلول HCl (الكتلة المولية للقاعدة KOH = 56 g/mol).

السؤال السادس:

المادة الفعالة في الأسبرين هي حمض أسيتيل الساليسيليك ($HC_9H_7O_4$)، وهو حمض ضعيف أحادي البروتون، ما هو الرقم الهيدروجيني للمحلول الناتج عن إذابة قرصين من الأسبرين في لتر من الماء المقطر؛ إذا احتوى القرص الواحد على 0.5 g من حمض أسيتيل الساليسيليك؟ ($Mr = 180.16$ g/mol, $K_a = 3 \times 10^{-5}$).

السؤال السابع:

يستخدم الإيفيدرين $C_{10}H_{15}ON$ كمنشط للجهاز العصبي المركزي، في بخاخات كمزيل للاحتقان في الأنف، وهو قاعدة عضوية ضعيفة تتأين وفق المعادلة الآتية:

$$C_{10}H_{15}ON + H_2O \rightleftharpoons C_{10}H_{15}ONH^+ + OH^-$$

إذا كانت درجة الحموضة pH لمحلول الإيفيدرين بتركيز 0.035 M تساوي 11.33، أحسب K_b للايفيدرين.

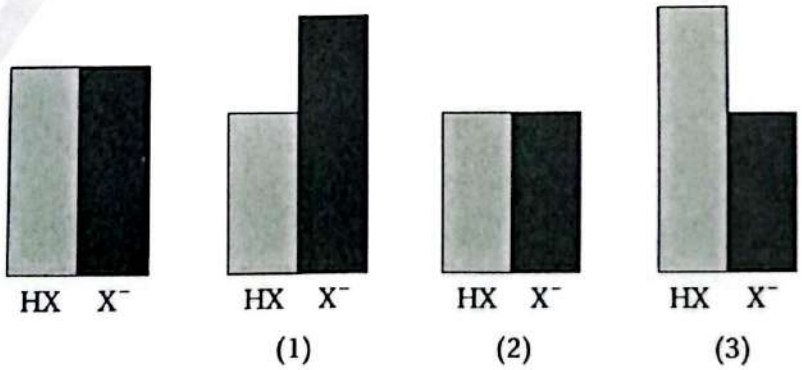
السؤال الثامن:

يمثّل الرسم الآتي محلولًا منظمًا يتكون من تراكيز متساوية من حمض ضعيف، HX، وقاعدته المرافقة X^-، حيث يمثل ارتفاع الأعمدة النسب لتراكيز مكونات المحلول المنظم.

أ. أيٌّ من الرسوم الثلاثة، (1)، (2)، أو (3)، يمثل المحلول المنظم بعد إضافة حمض قوي؟

ب. أيٌّ من الرسوم الثلاثة يمثل المحلول المنظم بعد إضافة قاعدة قوية؟

جـ. أيٌّ من الرسوم الثلاثة يمثل حالة لا يمكن أن تنشأ من إضافة حمض قوي أو قاعدة قوية؟



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

السؤال التاسع:

أختار الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

1. الترتيب الصحيح لمحاليل المركبات الآتية متساوية التركيز وفق قيمة pH لها هو:

أ. $HNO_3 < HCOOH < NH_3 < KOH$ ب. $NH_3 < KOH < HCOOH < HNO_3$

جـ. $KOH < HCOOH < NH_3 < HNO_3$ د. $HNO_3 < HCOOH < KOH < NH_3$

2. ناتج تفاعل أيون السيانيد CN^- مع الحمض المرافق للقاعدة HPO_4^{2-} هو:

أ. $HCN + H_2PO_4^-$ ب. $HCN + HPO_4^{2-}$

جـ. $HCN + PO_4^{3-}$ د. $CN^- + H_2PO_4^-$

3. أيُّ العبارات الآتية صحيحة:

أ. كل حمض برونستد – لوري هو أيضًا حمض لويس.

ب. كل حمض لويس هو أيضًا حمض برونستد – لوري.

جـ. تنتج الأحماض المترافقة القوية من قواعد قوية.

د. تزداد نسبة التأين للحمض الضعيف في الماء بإنخفاض تركيزه.

4. في التفاعل الآتي: $HSO_4^-{}_{(aq)} + HCO_3^-{}_{(aq)} \rightleftharpoons SO_4^{2-}{}_{(aq)} + H_2CO_{3(aq)}$، إذا علمت أن الاتّزان يزاح نحو تكوين المواد الناتجة، فإن الحمض الأقوى هو:

أ. HSO_4^- ب. HCO_3^- جـ. H_2O د. H_2CO_3

5. الحمض المرافق الناتج عن تفاعل $(CH_3)_3N$ مع CH_3COOH:

أ. CH_3COO^- ب. CH_3COOH جـ. $(CH_3)_3NH^+$ د. H_3O^+

6. عند إذابة 0.05 mol من حمض مجهول في 0.5 L من الماء المقطر يتكون محلول الرقم الهيدروجيني له يساوي 1؛ فإن الحمض هو:

أ. HF ب. HCl جـ. HOCl د. NH_3

7. أذيب 0.8 g من هيدروكسيد الصوديوم NaOH في كمية من الماء حتى أصبح حجم المحلول 1 L، لزم 15 mL منه للتعادل تمامًا مع 20 mL من حمض النيتريك HNO_3 مجهول التركيز؛ فإن تركيز الحمض (M) يساوي: (Mr NaOH = 40 g/mol).

أ. 0.015 ب. 0.02 جـ. 0.001 د. 0.1

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

8. محلول حمض الهيدرو كلوريك HX تركيزه $(0.2\ M)$ يتعادل $200\ mL$ منه تمامًا مع محلول القاعدة القوية (X)، فإذا كانت الكتلة المولية للقاعدة تساوي $(74\ g/mol)$ فإن الكتلة (g) للقاعدة (X) تساوي:

أ. 1.48 ب. 1.62 جـ. 3.70 د. 2.24

9. أدرس المعلومات المتعلقة بالحموض المصنفة متساوية التركيز الآتية (HW, HX, HY, HZ):

- تأيُّن الحمض HZ أعلى من تأيُّن الحمض HX.
- pH لمحلول الملح KY أكبر منه لمحلول الملح KX متساويا التركيز.
- $[OH^-]$ في محلول الحمض HW أقل منه في محلول الحمض HZ.

الترتيب الصحيح للحموض حسب قيمة K_a تتزايد منها:

أ. $HX < HY < HZ < HW$ ب. $HW < HZ < HY < HX$

جـ. $HW < HY < HZ < HX$ د. $HZ < HX < HY < HW$

10. محلول القاعدة المصنفة X تركيزه $0.01\ M$ فإن:

أ. $pH = 12$. ب. $[OH^-] = 1 \times 10^{-2}\ M$.

جـ. $pOH < 2$. د. $[H_3O^+] < 1 \times 10^{-12}\ M$.

11. محلولان لملحين من أملاح الصوديوم (NaX, NaY) لهما التركيز نفسه لحمضين الضعيفين (HX, HY)، فإذا كانت قيمة pH لمحلول $NaX = 9$، وتركيز $[OH^-]$ في محلول الملح NaY يساوي $1 \times 10^{-4}\ M$؛ فإن العبارة الصحيحة:

أ. القاعدة المرافقة للحمض HX أقوى من القاعدة المرافقة للحمض HY.

ب. أيون الملح Y^- أقل قدرة على التفاعل مع الماء من X^-.

جـ. يقل $[H_3O^+]$ عند إضافة بلورات الملح NaY الى محلول الحمض HY.

د. في محلول HY يكون $[Y^-]$ أكبر من $[X^-]$ في محلول $[HX]$، المحلولان HX و HY لهما التركيز نفسه.

12. أحد محاليل الأملاح الآتية المتساوية في التركيز له قيمة pH أعلى من 7:

أ. $NaCN$ ب. $NaCl$ جـ. NH_4Cl د. $NaNO_3$

- محلول منظم يتكون من القاعدة X، تركيزها $0.2\ M$، والملح $XHBr$، تركيزه $0.3\ M$، أجب عن الفقرتين: (13، 14)

13. إذا كانت قيمة pH للمحلول المنظم تساوي 9.82 فإن قيمة K_b للقاعدة تساوي $(\log 1.5 = 0.18)$:

أ. 1.5×10^{-5} ب. 1×10^{-5} جـ. 6.67×10^{-5} د. 1×10^{-4}

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

14. عدد مولات هيدروكسيد البوتاسيوم KOH اللازم إضافتها إلى 1 L من المحلول المنظم لتصبح pH = 6 هي:

أ. 0.1 ب. 0.05 جـ. 0.2 د. 0.15

• يبين الجدول المجاور معلومات لمحاليل قواعد ضعيفة ومحاليل أملاحها، لها التركيز نفسه (0.01 M)، أدرسُه، ثم أجيب عن الفقرات (15 ، 16 ، 17 ، 18): علمًا أنّ ($k_w = 1 \times 10^{-14}$ ، $\log 6.3 = 0.8$)

المحلول	المعلومات
A	قيمة pOH في محلول AHCl أقل منها في محلول ZHCl.
B	تركيز أيونات $[H_3O^+]$ في محلول AHCl أعلى منها في محلول BHCl.
Z	محلول مكون من القاعدة Z وملحها ZHCl قيمة pH تساوي 9.2
Y	$[YH^+] = 2.17 \times 10^{-3}\ M$ في المحلول Y، علمًا أن $[YH^+]$ في المحلول Y أعلى من $[BH^+]$ في المحلول B.

15. الترتيب الصحيح للقواعد وفقًا لقيمة pH:

أ. $Z < A < B < Y$

ب. $Z < B < A < Y$

جـ. $A < Z < Y < B$

د. $Y < A < Z < B$

16. محلول القاعدة التي لها أقل تركيز عند الاتّزان:

أ. A ب. B

جـ. Y د. Z

17. - تركيز $[OH^-]$ في محلول القاعدة Z يساوي: ($\log 6.3 = 0.8$)

أ. 4×10^{-3} ب. 1.58×10^{-5} جـ. 6.3×10^{-10} د. 4.6×10^{-12}

18. معادلة التفاعل الصحيحة التي تمثل انزياح موضع الاتّزان نحو المواد الناتجة، هي:

أ. $A + BH^+ \rightleftharpoons AH^+ + B$

ب. $YH^+ + A \rightleftharpoons Y + AH^+$

جـ. $Z + BH^+ \rightleftharpoons ZH^+ + B$

د. $ZH^+ + A \rightleftharpoons AH^+ + Z$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الأملاح موادُّ أيونيّةٌ تتفكك عند إذابتها في الماء إلى أيونات سالبة وأخرى موجبة تتحرَّكُ في المحلول، ويمكن لبعض هذه الأيونات أن تتفاعل معَ الماء منتجة أيونات الهيدرونيوم H_3O^+ في المحلول، أو أيونات الهيدروكسيد OH^- في ما يُعرَفُ بعمليّة التَّمَيُّه، فعند تَمَيُّهِ الأيونات الموجبة مثل NH_4^+ تُنتِجُ أيونات H_3O^+ في المحلول؛ وبذلك يقلُّ الرَّقْمُ الهيدروجيني للمحلول، ويكون تأثيرُ محلول الملح حِمضيًّا، والمعادلة الآتية توضِّحُ ذلك:

$$NH_4^+{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_{3(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$$

أمّا عند تَمَيُّهِ الأيونات السالبة، مثل $HCOO^-$؛ فَتُنْتِجُ أيونات OH^- في المحلول، وبذلك يزداد الرَّقْمُ الهيدروجيني للمحلول، ويكون تأثيرُ محلول الملح قاعديًّا، والمعادلة الآتية توضِّحُ ذلك:

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

وبهذا نجد أنَّ لمحاليل الأملاح تأثيرًا حِمضيًّا أو قاعديًّا، وقد لا يحدث تَمَيُّهٌ لأيٍّ منَ الأيونات الناتجة من تفكُّكِ الملح، ثَمَّ يكون تأثيرُ محلول الملح متعادلًا.

إجابات أسئلة التفكير صفحة 45-48

السؤال (1):

أ) $B > A > C$

ب) أكتب معادلة تأين القاعدة:

$$A_{(S)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons AH^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

لحساب الرقم الهيدروجيني لمحلول القاعدة، أحسب تركيز H_3O^+ باستخدام ثابت تأين الماء K_w كما يلي:

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

$$[H_3O^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-5}} = 1 \times 10^{-9}\ M$$

أحسب الرقم الهيدروجيني باستخدام العلاقة: $pH = -\log [H_3O^+]$

$$pH = -\log 1 \times 10^{-9} = 9$$

ج) الملح الذي له أقلُّ رَقْمٍ هيدروجيني؛ AHCl.

د) أكتب معادلة تأين القاعدة ومعادلة تفكك الملح:

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

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

$$CHCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow CH^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

أحسب ثابت تأين القاعدة K_b:

$$K_b = \frac{[OH^-][CH^+]}{C}$$

$$K_b = \frac{(1 \times 10^{-5})^2}{1} = 1 \times 10^{-10}$$

أحسب تركيز HCl المضاف كما يلي:

$$M_{HCl} = \frac{n}{V} = \frac{0.01}{0.5} = 0.02\ M$$

عند إضافة الحمض HCl فإنه يتأين كلياً ويكون : $[H_3O^+] = [HCl] = 0.02\ M$

يتفاعل الحمض HCl مع القاعدة C ويقل تركيزها بمقدار تركيز H_3O^+ ليصبح:

$$0.2 - [C] = 0.18\ M = 0.02$$

ونتيجة لذلك يتكون الحمض المرافق CH^+ ويزداد تركيزه بمقدار تركيز H_3O^+ ليصبح:

$$[CH^+] + 0.22\ M = 0.2 = 0.02$$

أحسب $[OH^-]$ و pH للمحلول بعد إضافة الحمض كما يلي:

$$[OH^-] = \frac{K_b\,[C]}{[CH^+]} = \frac{1 \times 10^{-10} \times 0.22}{0.18} = 0.8 \times 10^{-10}\ M$$

أحسب $[H_3O^+]$ باستخدام ثابت تأين الماء K_w كما يلي:

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{0.8 \times 10^{-10}} = 1.25 \times 10^{-4}\ M$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

أحسب الرقم الهيدروجيني pH للمحلول كما يلي:

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log(1.25 \times 10^{-4}) = 4 - 0.09 = 3.91$$

السؤال (2) :

أ) أطبق ثابت تأين القاعدة K_b لحساب تركيز OH^-:

$$K_b = \frac{[OH^-][CH_3NH_3^+]}{[CH_3NH_2]}$$

$$4.4 \times 10^{-4} = \frac{[OH^-] \times 0.4}{0.2}$$

$$[OH^-] = 2.2 \times 10^{-4} M$$

أحسب تركيز H_3O^+ باستخدام ثابت تأين الماء K_w :

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{2.2 \times 10^{-4}} = 4.5 \times 10^{-11}\ M$$

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log 4.5 \times 10^{-11} = 11 - \log 4.5 = 11 - 0.65 = 10.35$$

ب) أكتب معادلة تأين القاعدة وتفكك الملح كما يلي:

$$CH_3NH_{2(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CH_3NH_3^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

$$CH_3NH_3Cl_{(S)} \xrightarrow{H_2O_{(l)}} CH_3NH_3^+{}_{(aq)} + Cl^-{}_{(aq)}$$

أستخدم pH لحساب تركيز H_3O^+ :

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

أحسب تركيز OH^- باستخدام ثابت تأين الماء K_w :

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

أحسب تركيز الحمض HI المضاف كما يلي :

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$$K_b = \frac{[OH^-]([CH_3NH_3^+] + [HI])}{[CH_3NH_2] - [HI]}$$

$$4.4 \times 10^{-4} = \frac{1 \times 10^{-4}(0.4 + X)}{0.2 - X}$$

$$4.4\,(0.2 - X) = 0.4 + X$$

$$X = 0.09\ M$$

$$M_{(HI)} = \frac{n_{(HI)}}{V}$$

$$n_{(HI)} = 0.09 \times 0.8 = 0.072\ mol$$

$$n_{(HI)} = \frac{m_{(HI)}}{M_r}$$

$$m_{(HI)} = 0.072 \times 128 = 9.2\ g$$

السؤال (3):

أ) أكتب معادلة تأين كل من الحمض والملح:

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

$$KNO_{2(S)} \xrightarrow{H_2O_{(l)}} NO_2^-{}_{(aq)} + K^+{}_{(aq)}$$

أحسب تركيز H_3O^+ باستخدام k_a كما يلي:

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

$$4.5 \times 10^{-4} = \frac{[H_3O^+] \times 0.2}{0.3}$$

$$[H_3O^+] = 6.75 \times 10^{-4}\ M$$

$$pH = -\log(6.75 \times 10^{-4}) = 4 - \log 6.75 = 4 - 0.83 = 3.17$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ب) أحسب تركيز HCl المضاف كما يلي:

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0.1mol}{1} = 0.1\ M$$

عند إضافة حمض HCl فإنه يتأين كلياً ويكون : $[H_3O^+] = [HCl] = 0.1\ M$

يتفاعل HCl مع القاعدة NO_2^- ويقل تركيزها بمقدار تركيز H_3O^+ ليصبح:

$$[NO_2^-] = 0.2 - 0.1 = 0.1\ M$$

ونتيجة لذلك يتكون الحمض HNO_2 ويزداد تركيزه بمقدار تركيز H_3O^+ ليصبح:

$$[HNO_2] = 0.3 + 0.1 = 0.4\ M$$

$$4.5 \times 10^{-4} = \frac{[H_3O^+] \times 0.1}{0.4}$$

$$[H_3O^+] = 1.8 \times 10^{-3}\ M$$

أحسب الرقم الهيدروجيني للمحلول بعد إضافة الحمض كما يلي:

$$pH = -\log(1.8 \times 10^{-3}) = 3 - \log 1.8 = 3 - 0.26 = 2.74$$

ج) أحسب تركيز H_3O^+ باستخدام العلاقة: $[H_3O^+] = 10^{-pH}$

$$[H_3O^+] = 1 \times 10^{-4}\ M$$

تتفاعل القاعدة NaOH مع حمض HNO_2 ويقل تركيزه بمقدار تركيز OH^- وكذلك يزداد تركيز NO_2^- بنفس المقدار،

$$4.5 \times 10^{-4} = \frac{1 \times 10^{-4} \times (0.2 + [NaOH])}{0.3 - [NaOH]}$$

$$4.5 \times (0.3 - X) = 0.2 + X$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

X= 0.21 M

n = M×V

n= 0.21M × 1 L = 0.21 mol

السؤال (4) :

أ) أكتب معادلة تأن الحمض وتفكك الملح كما يلي:

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

$NaHCO_{3\,(S)} \xrightarrow{H_2O_{(l)}} HCO_3^-{}_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$

احسب ثابت تأين الحمض (K_a) كما يلي:

$$K_a = \frac{[H_3O^+][HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$$

$[HCO_3^-] = [H_2CO_3]$

$K_a = [H_3O^+] = 4.3 \times 10^{-7}$

ب) الأيون المشترك HCO_3^-

ج) احسب النسبة $\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$ كما يلي:

أحسب تركيز H_3O^+ عندما يكون الرقم الهيدروجيني للمحلول يساوي 7.45

$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-7.45} = 10^{(-7.45+8)-8} = 10^{0.55} \times 10^{-8} = 3.55 \times 10^{-8}$ M

$$\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]} = \frac{K_a}{[H_3O^+]} = \frac{4.3 \times 10^{-7}}{3.55 \times 10^{-8}} = 12$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

السؤال (5):

أحسب أولاً عدد مولات القاعدة، ثم أحسب تركيز محلول الحمض HCl، كما يلي:

$$n_{(KOH)} = = \frac{m_{(KOH)}}{\mathrm{Mr}_{(KOH)}} = \frac{1.12}{56} = 0.02\ \mathrm{mol}$$

$$n_{(KOH)} = n_{(HCl)}$$

$$M_{(KOH)} \times \mathrm{V}_{(KOH)} = M_{(HCl)} \times \mathrm{V}_{(HCl)}$$

$$0.02 \times 0.014 = M_{(HCl)} \times 0.02$$

$$M_{(HCl)} = 0.014\ \mathrm{M}$$

السؤال (6)

أحسب أولاً عدد مولات الحمض، ثم أحسب تركيزه، كما يلي: (سيرمز لحمض أسيتيل الساليسيليك AsH)

$$n_{(AsH)} = \frac{m_{(AsH)}}{\mathrm{Mr}_{(AsH)}} = \frac{0.5 \times 2}{180} = 0.0056\ \mathrm{mol}$$

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0.0056}{1} = 0.0056\ M$$

$$\mathrm{K_a} = \frac{[\mathrm{H_3O^+}][As^-]}{[AsH]}$$

$$3 \times 10^{-5} = \frac{[\mathrm{H_3O^+}][As^-]}{0.0056} \rightarrow 3 \times 10^{-5} \times 0.0056 = [\mathrm{H_3O^+}]^2$$

$$[\mathrm{H_3O^+}]^2 = 0.0168 \times 10^{-5} \rightarrow [\mathrm{H_3O^+}] = 0.41 \times 10^{-3}$$

$$\mathrm{pH} = -\log(4.1 \times 10^{-4}) = 3.4$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

السؤال الرابع:

أحسب $[H_3O^+]$:

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-11.33+12-12} = 10^{0.67-12} = 4.68 \times 10^{-12}\ M$$

$$[OH^-] = \frac{K_w}{[H3O+]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{4.68 \times 10^{-12}} = 2.1 \times 10^{-3}\ M$$

ملاحظة: يمكن حساب pOH ومنها حساب $[OH^-]$ كالآتي:

$$pOH = 14 - 11.33 = 2.67$$

$$[OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-2.67+3-3} = 10^{0.33-3} = 2.1 \times 10^{-3}\ M$$

سيرمز للقاعدة $C_{10}H_{15}ON$ بالرمز B ، معادلة تأين القاعدة:

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

$$K_b = \frac{[OH^-][BH^+]}{[B]} = \frac{(2.1 \times 10^{-3})^2}{0.035}$$

$$K_b = 1.26 \times 10^{-4}$$

السؤال (8)

أ- 3

ب- 1

ج- 2

السؤال (9)

رقم الفقرة	1	2	3	4	5	6
رمز الإجابة	أ	ب	أ	أ	ج	ب

7	8	9	10	11	12
م	د	ب	د	ج	ه.

13	14	15	16	17	18

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الربط مع الزراعة — حِمض الكبريتيك H_2SO_4

عرف العربُ حِمض الكبريتيك في القرن الثامن الميلادي؛ فقد اكتشفه العالِمُ جابر بن حيّان وأطلق عليه اسمَ زيت الزاج. يستخدم حِمضُ الكبريتيك في المجال الزراعي لزيادة حموضة التربة، كما يستخدم لمعالجة ملوحتها، وفي تطهيرها منَ الفطريات.

الرَّبطُ مع الحياة

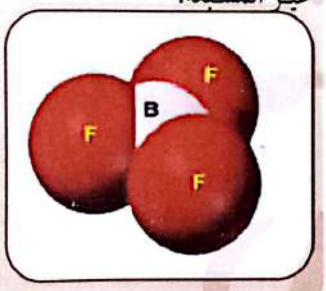
إزالة رائحة السمك

ثلاثي ميثيل الأمين $(CH_3)_3N$. هو مركب عضوي، يتميز برائحته القوية واللاذعة «السمكية». عندما تعصر عصير الليمون، الذي يحتوي على حمض الستريك $C_6H_8O_7$، على السمك؛ يتفاعل مع ثلاثي ميثيل الأمين لإنتاج ملح؛ يؤدي تكوين هذا الملح إلى تقليل الرائحة السمكية. من الناحية الكيميائية، يمنح حمض الستريك البروتون إلى ثلاثي ميثيل الأمين؛ مما يحوله إلى ملح $(CH_3)_3NH^+$ أقل تطايرًا.

الربطُ مع الصناعة

ثلاثي فلوريد البورون BF_3

يُحَضَّرُ صناعيًا بطرقٍ عدّة، منها تسخينُ البورون معَ معدن الفلوريت CaF_2 بوجود حِمض الكبريتيك، ويصنع منه ما بين 2300 إلى 4500 طن سنويًا، وهو غازٌ سامٌّ عديمُ اللون يُستخدَمُ في تحفيز العديد منَ التفاعلات العضويّة وتحفيز عمليات البلمرة للمركّبات العضويّة غير المشبعة.



الربطُ بالصّحة

حليب المغنيسيا: محلولٌ معلَّقٌ من هيدروكسيد المغنيسيوم بنسبة 8% بالكتلة، يُستخدَمُ في علاج الإمساك وعسر الهضم وحرقة المَعِدة، وهو متوفِّرٌ في الصيدليات على شكل حُبوب أو سائل.

الرَّبطُ مع الحياة

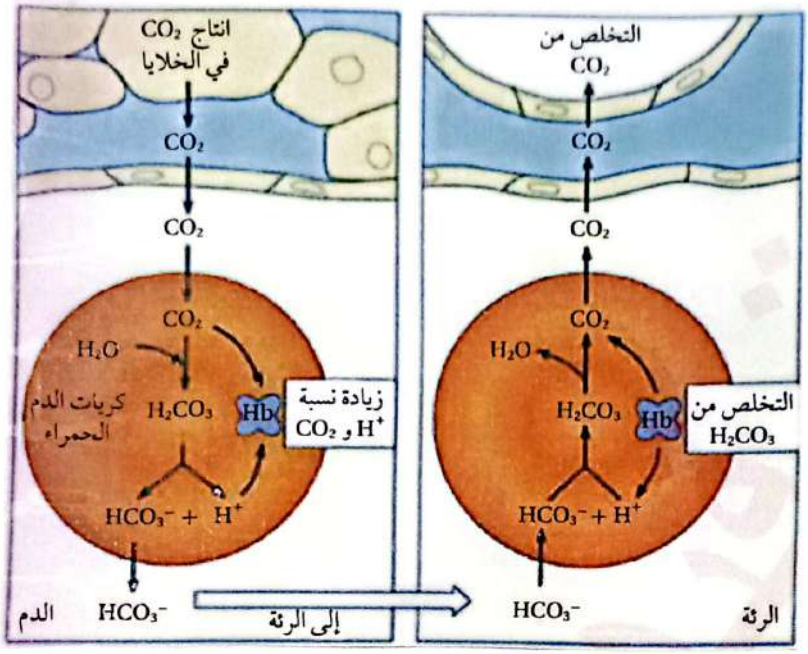
يُعَدُّ حِمضُ الهيدروكلوريك (HCl) في المَعِدَة من أهم الإفرازات المَعِديّة التي تسهم في هضم البروتينات، وتنشيط إنزيمات الهضم، وقتل الجراثيم التي تدخل إلى المَعِدَة، وقد تجلّت عظمة الخالق بتوفير الوسائل الكفيلة بحماية جدار المَعِدَة من تأثير هذا الحِمض ومنع تآكله؛ وذلك عن طريق الإفراز المستمرِّ للغشاء المخاطي المُبَطِّن لجدار المَعِدَة، كما في الشكل أدناه، حيث يمنع الحِمض منَ الوصول إلى النسيج الطلائي المُكَوِّن له، إضافة إلى قدرة هذا النسيج على التجدُّد بشكل مستمر.

الربطُ مع الصناعة — الشَّحمة Grease

تُستخدَمُ القواعدُ، مثل هيدروكسيد كلٍّ منَ الصوديوم والليثيوم بسبب ملمسها الزلق، في صناعة ما يُسَمّى بالشُّحوم الصابونيّة (الشَّحمة) التي تُستخدَمُ في تشحيم الآلات والسيارات وغيرها للتقليل منَ الاحتكاك؛ حيث تُضاف هذه القواعدُ إلى الدهون النباتيّة أو الحيوانيّة لصناعة أنواع مختلفة من تلك الشُّحوم أو ما يُسَمّى بالصابون الشَّحمي، مثل: الصّابون الليثيومي Lithium Grease، والصّابون الصوديومي Sodium Grease.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المحلولُ المنظِّم في الدم



لشكلُ (1): موادُّ تحتوي على الحُموض. ▲

الشكلُ (2): مواد تحتوي على القواعد. ▲

الرَّبطُ مع علوم الأحياء

حِمض الميثانويك، HCOOH أو حِمض الفورميك

سَخَّرَ الله -عزَّ وجلَّ- هذا الحِمضَ للنمل كي يستخدِمَهُ في كثير منَ المجالات، مثل الدفاع عن نفسه؛ فيقذفه في وجه أعدائه، ويفرزه من الفك السُّفلي عند عضِّ فرائسه (لسعات النمل)، ويستخدمه مُطَهِّرًا للحفاظ على أعشاشه نظيفةً، ولتنظيف صغاره، ويفرزه من المسامِّ الحِمضيَّة في بطونه؛ ليرشده في أثناء العودة الى مساكنه.

الربطُ مع علوم الأرض والبيئة

معالجة المياه

تحتوي المياه في المناطق التي توجد فيها صخور جيرية على نسبة عالية من أيونات الكالسيوم التي تسبب عسر الماء، ولتقليل هذه النسبة؛ يضاف ملح كربونات الصوديومً الذي يتفكك كليا ويزيد من تركيز أيونات الكربونات في الماء فيندفع التفاعل في محلول كربونات الكالسيوم بالاتجاه العكسي ويسبب ترسبها ويقل تركيز أيون الكالسيوم كما في التفاعلات:

$$Na_2CO_{3(aq)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + CO_3^{2-}{}_{(aq)}$$

$$Ca^{2+}_{(aq)} + CO_3^-{}_{(aq)} \rightleftharpoons CaCO_{3(s)}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مسردُ المصطلحات

- **نظريّةُ الحركة الجزيئيّة Kinetic Molecular Theory:** نظريّةٌ تصفُ سلوكَ جُسيمات المادّة اعتمادًا على أنّها في حركة دائمة ومستمرّة وقد فَسَّرت هذه النظريّةُ سلوكَ الموادّ الصُّلبة والسائلة والغازيّة اعتمادًا على الطاقة الحركيّة للجُسيمات وقوى التجاذب بينها.
- **الغازُ المثاليّ Ideal Gas:** غازٌ افتراضيٌّ حجمُ جُسيماته يساوي صفرًا وقوى التجاذب بينها معدومة.
- **التصادماتُ المَرِنة Elastic Collision:** تصادماتٌ بين جُسيمات يبقى مجموعُ الطاقة الحركيّة خلالَها محفوظًا.
- **الانتشار Diffusion:** حركةُ الجُسيمات مِنَ المنطقة الأعلى تركيزًا إلى المنطقة الأقلّ تركيزًا.
- **القابليّةُ للانضغاط Compressibillity:** تقاربُ الجُسيمات عند التأثير فيها بضغط فيقلّ الحجمُ الذي تشغلُه.
- **التدفُّق Effusion:** تسرُّبُ الغاز المضغوط من فتحة صغيرة.
- **قانونُ بويل Boyle's Law:** حجمُ كميّةٍ محدّدة مِنَ الغاز المحصور يتناسبُ عكسيًّا معَ ضغطه عند ثبات درجة حرارته.
- **قانونُ شارل Charles's Law:** حجمُ كميّةٍ محدّدة مِنَ الغاز المحصور يتناسبُ طرديًّا معَ درجة حرارته المُطلقة عند ثبات ضغطه.
- **قانونُ جاي ـ لوساك Gay–Lussac's Law:** ضغطُ كميّةٍ محدّدة مِنَ الغاز المحصور يتناسبُ طرديًّا معَ درجة حرارته المُطلقة عند ثبات حجمه.
- **القانونُ الجامع Combined Law:** قانونٌ يصفُ العلاقةَ بين حجم كميّة محدّدة مِنَ الغاز المحصور وضغطه ودرجة حرارته المُطلقة.
- **قانونُ أفوجادرو Avogadro's Law:** الحجومُ المتساوية مِن غازاتٍ تحتوي على عدد الجُسيماتِ نفسِهِ عند الظروف نفسِها مِنَ الضغط ودرجة الحرارة.
- **قانونُ الغاز المثاليّ Ideal Gas Law:** العلاقةُ $PV = n RT$، التي تصفُ سلوكَ الغاز المثاليّ.
- **الحجمُ المولي Moler Volume:** حجمُ مول واحد مِنَ الغاز في الظروف المعياريّة.
- **الضغطُ الجزئيّ للغاز Partial Pressure:** الضغطُ الذي يؤثّرُ به الغازُ في خليط مِنَ الغازات غيرِ المتفاعلة.
- **قانون دالتون للضغوط الجزئية Daltons Law Of Partial Pressures:** الضغطُ الكليُّ لخليط مِنَ الغازات غيرِ المتفاعلة يساوي مجموعَ الضغوط الجُزئيّة للغازات المكوِّنة للخليط.
- **قانونُ جراهام Graham's Law:** مُعدّلُ سرعة تدفق الغاز يتناسبُ عكسيًّا معَ الجذر التربيعيّ لكتلته المولية.
- **المائع Fluid:** الموادُّ التي تمتلكُ جُسيماتُها القدرةَ على الانسياب أو الجريان.
- **التبخُّر Evaporation:** تحوُّلُ المادّة مِنَ الحالة السائلة إلى الحالة الغازيّة.
- **التكاثف Condensation:** تحوُّلُ المادة مِنَ الحالة الغازيّة إلى الحالة السائلة.
- **الضغطُ البخاريّ Vapor Pressure:** ضغطُ بخار السائل في حالةِ الاتزان عند درجة حرارة معيّنة.
- **درجةُ الغليان Boiling Point:** درجةُ الحرارة التي يصبح عندَها ضغطُ بخار السائل مساويًا للضغط الواقع عليه.
- **درجةُ الغليان المعيارية Normal Boiling Point:** درجةُ الحرارة التي يصبح عندَها ضغطُ بخار السائل مساويًا لواحد ضغطٍ جويّ 760 mmHg.
- **مادّةٌ صُلبة بلوريّة Crystalline Solids:** المادّةُ الصُّلبة التي تتكوَّنُ من بلّورات ذاتِ أشكال هندسيّة منتظمة.
- **مادّةٌ صُلبة غيرُ بلوريّة Amorphous Solids:** المادّةُ الصُّلبة التي لا تترتَّبُ جُسيماتُها لِتُكَوِّنَ أشكالًا هندسيّة منتظمة.
- **مادّةٌ صُلبة جزيئيّة Molecular Solids:** المادّةُ الصُّلبة التي تتكوَّنُ جُسيماتُها من جُزيئات.
- **مادّةٌ صُلبة فِلزيّة Metallic Solids:** المادّةُ الصُّلبة التي تتكوَّنُ جُسيماتُها من فِلِزّات تترابطُ برابطة فِلِزيّة.
- **مادّةٌ صُلبة أيونيّة Ionic Solids:** المادّةُ الصُّلبة التي تتكوَّنُ جُسيماتُها من أيونات تترابطُ برابطة أيونيّة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

- مادةٌ صُلبة شبكيّة تساهميّة Covalent Network Solids: المادّةُ الصُّلبة التي تتكوَّنُ جُسيماتُها من ذرّات تترابطُ برابطة تساهميّة في بناء شبكيّ صُلب.
- ظاهرةُ التأصُّل Allotropy: وجودُ أكثر من شكل بلّوري للعنصر الواحد في الحالة الفيزيائيّة نفسِها.
- المخلوط المُعلّق Suspension Mixture: مخلوط غير متجانسلا تمتزج مُكوّناته معَ بعضها بعضًا، وتتوزّعُ على نحوٍ غيرِ منتظم في أجزائه، يتميز بكِبَرِ حجم جُسيماته التي يزيدُ قطرُها على (1000 nm).
- المخلوط الغروي Colloidal Mixture: مخلوط غير متجانس يتكوّنُ من جُسيمات تنتشرُ أو تنشتت خلالَ مادّة أُخرى تسمّى وسطَ الانتشار، يتراوحُ قطرُها بين (1 nm – 1000 nm).
- الإذابة Solvation: التجاذب بين جزيئات المذيب وجسيمات المذاب الذي يؤدي إلى التغلب على قوى التجاذب بين جسيمات المذاب فتُحاط هذه الجسيمات بجزيئات المذيب مكونة المحلول.
- الذائبيّةُ Solubility: بأنها أكبرُ كتلة منَ المُذاب التي يمكن أن تذوبَ في 100 g منَ المُذيب عند درجة حرارة معيّنة، أو كميّةُ المُذاب اللازمةُ لعمل محلول مشبع في 100 g من المذيب عند درجة حرارة معيّنة.
- قانون هنري Henrys Law: ذائبية الغاز في سائل ما تتناسب طرديًّا مع الضغط المؤثر في سطح السائل عند ثبات درجة الحرارة.
- الانخفاض في الضغط البخاري Vapor Pressure Lowering: انخفاض الضغط البخاري لمذيب نقي متطاير عند إذابة مادة غير متطايرة فيه.
- الارتفاعُ في درجة الغليان Boiling Point Elevation: الفرقُ بين درجة غليان المُذيب النقيّ والمحلول عند إذابة 1 mol مِنَ المُذاب في 1 kg مِنَ المُذيب النقيّ.
- الانخفاضُ في درجة التجمّد Freezing Point Depression: الفرقُ بين درجة تجمّد المحلول ودرجة تجمّد المُذيب النقيّ عند إذابة 1 mol مِنَ المُذاب في 1 kg منَ المُذيب النقيّ.
- الضغطُ الأسموزيّ Osmotic Pressure: كمية الضغط اللازمة لمنع الأسموزية.
- الأسموزية Osmosis: عملية انتشار المذيب من الوسط الأقل تركيزًا الى الوسط الأعلى تركيزًا عبر أغشية شبه منفذة.
- التفاعُلات غير المنعكسة Irreversible Reactions: تفاعُلاتٌ تسري باتجاه واحد نحو تكوين الموادّ الناتجة.
- التفاعُلات المنعكسة Reversible Reaction: تفاعُلات تحدث بالاتجاهين الأماميّ والعكسي في الوقت نفسه.
- التفاعُل الأماميّ Forward reaction: التفاعُل الذي يحدُثُ باتّجاه تكوين الموادّ الناتجة في التفاعُل المنعكس.
- التفاعُل العكسي Reverse Reaction: التفاعُل الذي يحدثُ باتّجاه تكوين الموادّ المتفاعلة في التفاعُل المنعكس.
- الاتّزان الكيميائي Chemical Equilibirium: حالة يصل إليها التفاعُل ويستمر عندها حدوث التفاعُل بالاتجاهين الأماميّ والعكسي بالسرعة نفسها.
- سرعة التفاعُل الأماميّ Forward reaction Rate: السرعة التي تتحوّل فيها الموادّ المُتفاعلة إلى موادّ ناتجةٍ في التفاعُلِ المنعكس.
- سرعة التفاعُل العكسي Reverse Reaction Rate: السرعةُ التي تتحوّل فيها الموادّ الناتجة إلى مواد مُتفاعلة في التفاعُلِ المنعكس.
- موضع الاتّزان Equilibrium Position: حالة الاتّزان التي تكون عندها نسبة المواد الناتجة أكبر من المواد المتفاعلة، ويَكونُ الاتزان مُزاحًا جهة المواد الناتجة، أو تكونُ نسبة المواد المتفاعلة أكبر من المواد الناتجة، ويكونُ الاتّزانُ مُزاحًا نحو المواد المتفاعلة.
- مبدأ لوتشاتيليه Le Chatelier`s Principle: مبدأٌ ينصُّ على أن " أي تغيير في أحد العوامل المؤثرة في الاتّزان لتفاعُلٍ كيميائيٍّ مُتّزنٍ يدفع التفاعُل إلى تعديل موضع الاتّزان للتقليل من أثر ذلك التغيير".
- قانون فعل الكتلة Mass Action Law: قانون ينص أنه "عند درجة حرارةٍ معينةٍ يصل التفاعُل إلى حالة تكون عندها نسبة تراكيز الموادّ الناتجة إلى تراكيز الموادّ المتفاعلة قيمة ثابتة".

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

- ثابت الاتّزان Equilibrium Constant: تعبيرٌ يُمثّل نسبة تراكيز الموادّ الناتجة إلى تراكيز الموادّ المُتفاعلة، مرفوعًا كلٌّ منها إلى قوة تساوي معاملاتها في المعادلة الموزونة.
- الاتّزانُ المتجانس Homogeneous Equilibrium: حالة الاتّزان التي تكون فيها الموادّ المُتفاعلة والناتجة جميعها في حالاتٍ الفيزيائية نفسِها سواء أكانت غازات أم محاليل.
- اتّزان غير المتجانس Heterogeneous Equilibrium: حالة الاتّزان التي تكون فيها الموادّ المُتفاعلة والناتجة في حالة فيزيائية متنوعة (صلبة، أو سائلة، أو غازية).
- الأيون المشترك Common Ion: أيونٌ يدخل في تركيب مادّتين مختلفتين (حِمض ضعيف وملحه، أو قاعدة ضعيفة وملحها).
- أيون الهيدرونيوم Hydronium Ion: أيونٌ ينتج منَ ارتباط أيون الهيدروجين بجزيء الماء برابطة تناسقيّة.
- التأيّن الذاتي للماء Autoionization of Water: بعض جُزيئات الماء تسلُكُ كحِمض، وبعضُها الآخر يسلُكُ كقاعدة في الماء النقي نفسِه.
- التّمَيُه Hydrolysis: تفاعلُ أيونات الملح معَ الماء، وإنتاج أيونات H_3O^+ أو OH^- .
- ثابت تأيّن الحِمض Acid Dissociation Constant (Ka): ثابتُ الاتزان لتأيُّن الحِمض الضعيف.
- ثابت تأيّن القاعدة Base Dissociation Constant (Kb): ثابتُ الاتزان لتأيُّن القاعدة الضعيف.
- ثابت تأيّن الماء Dissociation Constant for Water (Kw): ثابت الاتزان لتأين الماء.
- حِمض أرهينيوس Arrhenius Acid: مادّةٌ تتأيّنُ في الماء، وتنتج أيونَ الهيدروجين (H^+).
- الحِمض المرافق Conjugate Acid: المادّةُ الناتجة منَ استقبال القاعدة للبروتون.
- حِمض برونستد - لوري Bronsted–Lowry: مادّةٌ يمكنُها منحُ بروتون واحد في أثناء التفاعل (مانح للبروتون).
- حِمض لويس Lewis Acid: مادّة يمكنُها استقبالُ زوج إلكترونات أو أكثرَ في التفاعل.
- الرقم الهيدروجيني Hydrogen Power (pH): اللوغاريتمُ السالب لتركيز أيون الهيدرونيوم H_3O^+ في المحلول للأساس 10.
- الرَّقْم الهيدروكسيلي Hydroxyl Power (pOH): اللوغاريتمُ السالب لتركيز أيونات الهيدروكسيد OH^- في المحلول للأساس 10.
- قاعدة أرهينيوس Arrhenius Base: مادّةٌ تتأيّنُ في الماء، وتنتج أيونَ الهيدروكسيد OH^-.
- القاعدة المرافقة Conjugate Base: المادّةُ الناتجة من منح الحِمض للبروتون.
- قاعدة برونستد - لوري Bronsted–Lowry: مادّةٌ يمكنُها استقبالُ بروتون واحد في أثناء التفاعل (مستقبل للبروتون).
- قاعدة لويس Lewis Base: مادّة يمكنُها منحُ زوج إلكترونات في التفاعل.
- الكواشف Indicators: حُموضٌ عضويّة ضعيفة أو قواعدُ عضويّة ضعيفة يتغيَّرُ لونُها في الحالة المتأيّنة عنِ الحالة غيرِ المتأيّنة في مدًى معيَّنٍ منَ الرَّقْمِ الهيدروجيني.
- مادّة أمفونيريّة أو متردّدة Amphoteric Substance: مادّةٌ تسلُكُ كحِمض في تفاعل وتسلُكُ كقاعدة في تفاعلات أخرى.
- المحاليل المنظّمة Buffered Solutions: محاليلُ تقاومُ التغيُّرَ في الرَّقْمِ الهيدروجيني pH عند إضافة كميّة قليلة من حِمض قوي أو قاعدة قويّة إليها.
- المعايرة Titration: الإضافةُ التدريجيّة لمحلول قاعدة معلومة التركيز إلى محلول حِمض مجهول التركيز، أو محلول حِمض معلوم التركيز إلى محلول قاعدة مجهول التركيز.
- نقطة التعادل Neutralization point: نقطةٌ تتعادلُ عندها تمامًا أيونات الهيدرونيوم وأيونات الهيدروكسيد كافّة خلال عمليّة المعايرة، وتكون pH للمحلول تساوي 7.
- نقطة النهاية End Point: النقطةُ التي تُضافُ من المحلول القياسي إلى المحلول مجهول التركيز، ويتغيَّرُ عندها لونُ الكاشف، وتحدّد انتهاءَ عمليّة المعايرة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner