مذكرات البلاطي

في

الكيمياء- الصف الثاني عشر

الفترة الدراسية الثانية

الدرس الخامس

معايرة الأحماض والقواعد

2022-2021

إعداد: محمد البلاطي

الفصل الثاني : معايرة الأحماض والقواعد

الفصل الثاني : معايرة الأحماض والقواعد

↓

الدرس الأول : معايرة الأحماض والقواعد

الدرس الأول : معايرة الأحماض والقواعد

الدرس الأول : معايرة الأحماض والقواعد

- معايرة الأحماض والقواعد
- تفاعل التعادل بين حمض قوي (أحادي البروتون) وقاعدة قوية (أحادية الهيدروكسيد)

تفاعل التعادل بين حمض قوي (أحادي البروتون) وقاعدة قوية (أحادية الهيدروكسيد)

تفاعل التعادل بين حمض قوي (أحادي البروتون) وقاعدة قوية (أحادية الهيدروكسيد)

- مفهوم تفاعل التعادل
- أمثلة على تفاعل التعادل
- مميزات التفاعل بين الأحماض والقواعد
- مفهوم المحلول القياسي

مفهوم تفاعل التعادل

- هو تفاعل كاتيون الهيدرونيوم (H_3O^+) أو كاتيون الهيدروجين (H^+) من الحمض مع أنيون الهيدروكسيد (OH^-) من القاعدة لتكوين الماء (H_2O) .

أمثلة على تفاعل التعادل

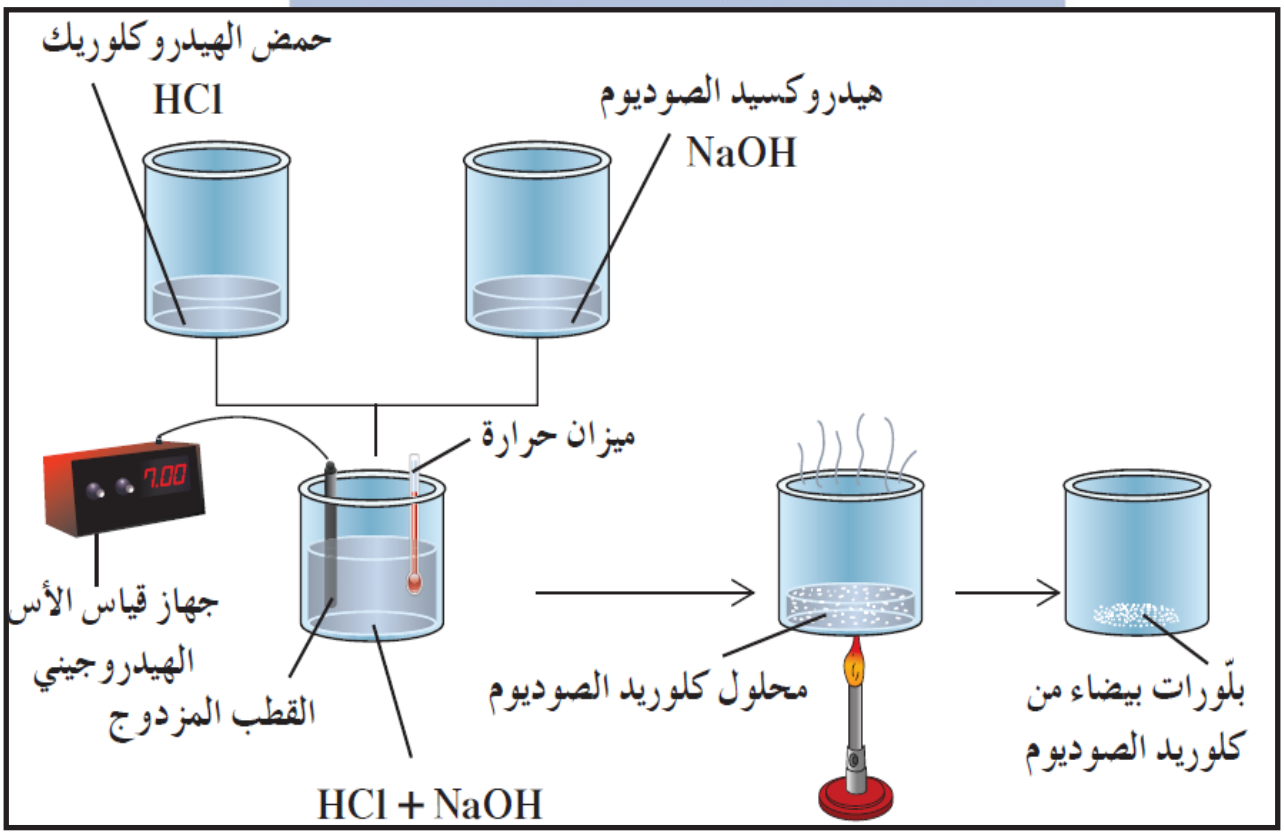
- مثل تفاعل حمض الهيدروكلوريك (HCl) وقاعدة هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) كالآتي :

$$HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(L)}$$

$$H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + 2H_2O_{(L)}$$

$$H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(L)}$$

ونلاحظ من المعادلات السابقة أن كاتيون الصوديوم (Na^+) وأنيون الكلوريد (Cl^-) لم يشاركا في التفاعل أي أيونات متفرجة أما كاتيون الهيدرونيوم (H_3O^+) للحمض وأنيون الهيدروكسيد(OH^-)للقاعدة قد تفاعلا ليكونا الماء (H_2O) كالآتي :



مميزات التفاعل بين الأحماض والقواعد

- من مميزات التفاعل بين الأحماض والقواعد الآتي :

[1]	يكون التفاعل طارد للحرارة .	
[2]	يكون التفاعل تاماً عند مزج كميات متكافئة من الحمض والقاعدة بحيث تستهلك كاتيونات الهيدرونيوم (H_3O^+) وأنيونات الهيدروكسيد (OH^-)كلياً ويكون عدد مولات كاتيونات الهيدرونيوم (H_3O^+) يساوي عدد مولات أنيونات الهيدروكسيد (OH^-) .	
[3]	تعتمد قيمة الأس الهيدروجيني (PH) للمحلول الناتج من تفاعل كميات متكافئة من الحمض والقاعدة كالآتي :	
	(أ)	يكون المحلول الناتج متعادلاً (PH = 7) عند تفاعل حمض قوي مع قاعدة قوية تماماً عند 25^0C
	(ب)	يكون المحلول الناتج حمضياً (PH < 7) عند تفاعل حمض قوي مع قاعدة ضعيفة تماماً عند 25^0C
	(ج)	يكون المحلول الناتج قاعدياً (PH > 7) عند تفاعل حمض ضعيف مع قاعدة قوية تماماً عند 25^0C

ويمكن تلخيص ذلك كالآتي :

نوع الحمض	نوع القاعدة	نوع المحلول الناتج	قيمة الأس الهيدروجيني (PH) عند 25^0C
قوي	قوي	متعادل	يساوي 7
قوي	ضعيف	حمضي	أقل من 7
ضعيف	قوي	قاعدي	أكبر من 7
ضعيف	ضعيف	يعتمد نوع المحلول الناتج على قيمة ثابت تأين الحمض (Ka) وثابت تأين القاعدة (Kb)	

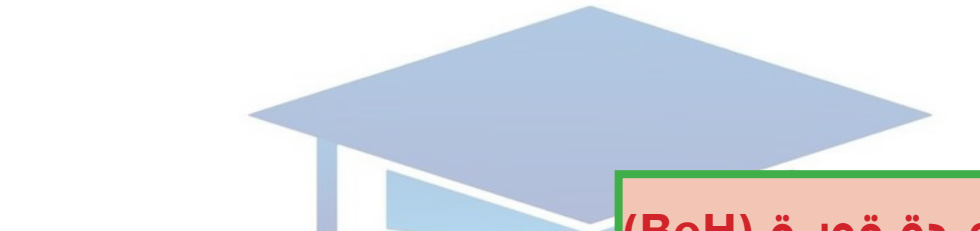
مفهوم المحلول القياسي

- هو المحلول المعلوم تركيزه بدقة .

معايرة الأحماض والقواعد

معايرة الأحماض والقواعد

معايرة قاعدة قوية (BoH) بواسطة حمض قوي (HA) باستخدام أدلة التعادل

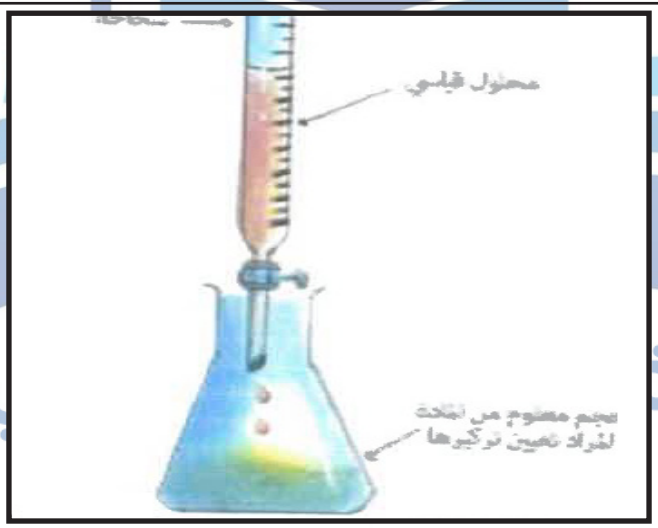


مفهوم المعايرة

- هي عملية كيميائية مخبرية يتم من خلالها معرفة حجم المحلول القياسي (حمض أو قاعدة) اللازم ليتفاعل تماماً مع المادة (حمض أو قاعدة) التي يراد معرفة تركيزها أو هي اضافة محلول معلوم التركيز (المحلول القياسي) إلى محلول مجهول التركيز .

مميزات التفاعل بين الأحماض والقواعد

[1]	نضع المحلول المجهول التركيز في دورق مخروطي مع دليل مناسب.
[2]	نضع المحلول القياسي في سحاحة مدرجة .
[3]	نبدأ في اضافة المحلول المعلوم إلى المجهول حتى يتغير اللون .
[4]	نغلق الصنبور ونحسب الحجم المستهلك من الحمض .
[5]	نحسب المولات المستهلكة من المحلول المعلوم .
[6]	من معرفة مولات المحلول المعلوم يمكن معرفة مولات المحلول المجهول تبعاً لمعادلة التفاعل وبالتالي قياس تركيز المحلول المجهول كالآتي :



قانون المعــايرة

aA (الحمض) + bB (القاعدة) ⟶ cC (الملح) +d H_2O (الماء)

$$n_a \times b = n_b \times a$$

$$\frac{C_a \times V_a}{a} = \frac{C_b \times V_b}{b}$$

$$mL = cm3 \times 10^{-3}$$

تركيز القاعدة	C_b	تركيز الحمض	C_a
حجم القاعدة	V_b	حجم الحمض	V_a
عدد مولات أو معاملات القاعدة	b	عدد مولات أو معاملات الحمض	a

- وتهدف عملية المعايرة إلى معرفة حجم المحلول القياسي اللازم ليتفاعل مع المادة المراد معرفة تركيزها .

مفهوم نقطة انتهاء المعايرة

- هي النقطة التي يتغير عندها لون الدليل .

مفهوم نقطة التكافؤ

- هي النقطة التي يتساوى عندها عدد مولات كاتيونات الهيدرونيوم (H_3O^+) للحمض مع عدد مولات أنيونات الهيدروكسيد (OH^-) للقاعدة .

مثال

احسب تركيز محلول حمض الفوسفوريك اللازم ليتعادل 30ml منه مع 75ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.4M لاتمام التعادل وفقاً للتفاعل الآتي :

$$H_3PO_{4(aq)} + 3NaOH_{(aq)} \rightarrow Na_3PO_{4(aq)} + 3H_2O_{(L)}$$

$C_a = ?$ $\quad C_b = 0.4M$

$V_a = 30ml = 30\times10^{-3} = 0.03L$ $\quad V_b = 75ml = 75\times10^{-3} = 0.075L$

$a = 1\ mol$ $\quad b = 3mol$

$$n_a \times b = n_b \times a$$

$$\frac{C_a \times V_a}{a} = \frac{C_b \times V_b}{b}$$

$$C_a = \frac{C_b \times V_b \times a}{a \times V_a} = \frac{0.4\times0.075\times1}{3\times0.03} = 0.33M$$

مثال

إذا تفاعل حمض الفوسفوريك مع محلول هيدروكسيد البوتاسيوم طبقاً للمعادلة الآتية :

$$H_3PO_{4(aq)} + 2KOH_{(aq)} \rightarrow K_2HPO_{4(aq)} + 2H_2O_{(L)}$$

فإذا كان حجم هيدروكسيد البوتاسيوم 300ml وحجم حمض الفوسفوريك 100ml وتركيزه 0.1M احسب تركيز محلول هيدروكسيد البوتاسيوم .

$C_a = 0.1M$ $\quad C_b = ?$

$V_a = 100ml = 100\times10^{-3} = 0.1L$ $\quad V_b = 300ml = 300\times10^{-3} = 0.3L$

$a = 1mol$ $\quad b = 2mol$

$$n_a \times b = n_b \times a$$

$$\frac{C_a \times V_a}{a} = \frac{C_b \times V_b}{b}$$

$$C_b = \frac{C_a \times V_a \times b}{a \times V_b} = \frac{0.1\times0.1\times2}{1\times0.3} = 0.0663M$$

مثال

تمت معايرة 20 ml من محلول هيدروكسيد الكالسيوم باستخدام حمض الهيدروكلوريك تركيزه 0.5 M وعند تمام التفاعل استهلك 25 ml من الحمض احسب تركيز محلول هيدروكسيد الكالسيوم طبقاً للمعادلة الآتية :

$$2HCl_{(aq)} + Ca(OH)_{2(aq)} \rightarrow CaCl_{2(aq)} + 2H_2O_{(L)}$$

$C_a = 0.5M$ $\quad C_b = ?$

$V_a = 25ml = 25\times10^{-3} = 0.025L$ $\quad V_b = 20ml = 20\times10^{-3} = 0.02L$

$a = 2mol$ $\quad b = 1mol$

$$n_a \times b = n_b \times a$$

$$\frac{C_a \times V_a}{a} = \frac{C_b \times V_b}{b}$$

$$C_b = \frac{C_a \times V_a \times b}{a \times V_b} = \frac{0.5\times0.025\times1}{2\times0.02} = 0.3125M$$

مثال

تعادل 10ml من محلول حمض الكبريتيك تماماً مع 25ml من هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه $0.4mol.L^{-1}$ احسب تركيز حمض الكبريتيك .

$$H_2SO_{4(aq)} + 2KOH_{(aq)} \rightarrow K_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(L)}$$

$C_a = ?$ $\quad C_b = 0.4mol.L^{-1}$

$V_a = 10ml = 10\times10^{-3} = 0.01L$ $\quad V_b = 25ml = 25\times10^{-3} = 0.025L$

$a = 1mol$ $\quad b = 2mol$

$$n_a \times b = n_b \times a$$

$$\frac{C_a \times V_a}{a} = \frac{C_b \times V_b}{b}$$

$$\frac{C_a \times 0.01}{1} = \frac{0.4 \times 0.025}{2}$$

$$C_a = 0.5mol.L^{-1}$$

أسئلة الدرس الخامس

أكمل العبارات الآتية:

[1]	عند انتهاء المعايرة نكون قد وصلنا إلى نقطة التكافؤ عندما يتساوى عدد مولات كاتيونات هيدرونيوم الحمض مع عدد مولات أنيونات هيدروكسيد القاعدة .
[2]	التفاعل بين الأحماض والقواعد يعتبر تفاعلاً طارداً للحرارة .
[3]	إذا تعادلت كمية من حمض أحادي البروتون مع 500ml من محلول قاعدي تركيزه 0.1M وفق المعادلة التالية $HA + BOH \rightarrow BA + H_2O$ فإن عدد مولات الحمض تساوي 0.05mol.

إختر الإجابة الصحيحة في العبارات الآتية:

[1] تكون نقطة التكافؤ عند (PH< 7) وذلك عند معايرة

(√) حمض الهيدروكلوريك (0.01M) ومحلول الأمونيا (0.01M)

( ) حمض الأستيك (0.01M) وهيدروكسيد الصوديوم (0.01M)

( ) حمض الهيدروكلوريك (0.01M) وهيدروكسيد الصوديوم (0.01M)

( ) حمض الفورميك (0.01M) وهيدروكسيد الصوديوم (0.01M)

[1] تكون نقطة التكافؤ عند (PH< 7) وذلك عند معايرة

(√) حمض الهيدروكلوريك (0.01M) ومحلول الأمونيا (0.01M)

( ) حمض الأستيك (0.01M) وهيدروكسيد الصوديوم (0.01M)

( ) حمض الهيدروكلوريك (0.01M) وهيدروكسيد الصوديوم (0.01M)

( ) حمض الفورميك (0.01M) وهيدروكسيد الصوديوم (0.01M)

مذكرات البلاطي

[1] تكون نقطة التكافؤ عند (PH< 7) وذلك عند معايرة

(√) حمض الهيدروكلوريك (0.01M) ومحلول الأمونيا (0.01M)

( ) حمض الأستيك (0.01M) وهيدروكسيد الصوديوم (0.01M)

( ) حمض الهيدروكلوريك (0.01M) وهيدروكسيد الصوديوم (0.01M)

( ) حمض الفورميك (0.01M) وهيدروكسيد الصوديوم (0.01M)

مذكرات البلاطي

ضع علامة (√) أو علامة (X) في العبارات الآتية:

[1] التفاعل بين الأحماض والقواعد يعتبر تفاعلاً طارداً للحرارة. (√)

[2] (√)

[3] عند معايرة كميات متكافئة من حمض قوي (HA) مع قاعدة قوية (BOH) فإنه ينتج محلولاً متعادلاً عند نقطة التكافؤ . (√)

أكتب المصطلح العلمي الذي تدل عليه العبارات الآتية:

[1] تفاعل كاتيون الهيدرونيوم (H_3O^+) أو كاتيون الهيدروجين (H^+) من الحمض مع أنيون الهيدروكسيد (OH^-) من القاعدة لتكوين الماء (H_2O)

(تفاعل التعادل)

[2] المحلول المعلوم تركيزه بدقة.

(المحلول القياسي)

[3] عملية كيميائية مخبرية يتم من خلالها معرفة حجم المحلول القياسي (حمض أو قاعدة) اللازم ليتفاعل تماماً مع المادة (حمض أو قاعدة) التي يراد معرفة تركيزها

(المعايرة)

[4] اضافة محلول معلوم التركيز (المحلول القياسي) إلى محلول مجهول التركيز بحسب جهود الاختزال .

(المعايرة)

[5] الدليل الذي يجب أن يتغير لونه عند حدوث التغير المفاجئ في قيمة الأس الهيدروجيني (PH) للمحلول حول نقطة التكافؤ بحسب جهود الاختزال .

(الدليل المناسب للمعايرة)

[7] النقطة التي يتغير عندها لون الدليل بحسب جهود الاختزال .

(نقطة انتهاء المعايرة)

[8] النقطة التي يتساوى عندها مولات كاتيونات الهيدرونيوم (H_3O^+) للحمض مع عدد مولات أنيونات الهيدروكسيد (OH^-) للقاعدة

(نقطة التكافؤ)

مذكرات البلاطي

مراجعة الدرس 2-1

1. احسب عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم التي تحتاج إليها لمعادلة 0.2 mol من حمض النيتريك.
2. احسب حجم محلول حمض الهيدروكلوريك بتركيز 0.45 M الذي يجب أن يُضاف إلى 25 mL من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم بتركيز 1.00 M لإنتاج محلول متعادل.
3. أضيف 15 mL من محلول حمض الفوسفوريك إلى 38.5 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 0.15 M. احسب التركيز المولاري لمحلول حمض الفوسفوريك إذا حدث طبقًا للتفاعل التالي:

$$H_3PO_{4(aq)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(l)} + NaH_2PO_{4(aq)}$$

إجابات مراجعة أسئلة الدرس 2-1

1. حمض النيتريك هو حمض قوي أحادي البروتون وهيدروكسيد الصوديوم هو قاعدة قوية أحادية الهيدروكسيد.

$$n_{NaOH} = n_{HNO_3} = 0.2 \text{ mol}$$

2. $C_a \times V_a = C_b \times V_b$

$$V_a = \frac{C_b \times V_b}{C_a} = \frac{1 \times (25 \times 10^{-3})}{0.45}$$

$$V_a = 0.055 \text{ L} = 55 \text{ mL}$$

3.

$$C_a = \frac{C_b \times V_b}{V_a} = \frac{0.15 \times (38.5 \times 10^{-3})}{(15 \times 10^{-3})}$$

$$C_a = 0.385 \text{ mol/L}$$

أسئلة مراجعة الوحدة 4

تحقق من فهمك

1. سمِّ الأملاح التالية:

$FeCl_3$ ، $Fe(NO_3)_2$ ، $BaCl_2$ ، K_2S

2. استعِن بالمعادلات لتفسير السلوك الحمضي أو القاعدي أو المتعادل لكلّ من محاليل الأملاح التالية:

$NaBr$ ، $(NH_4)_2SO_4$ ، CH_3COONa

3. اكتب معادلة موزونة لتفكك الأملاح التالية في الماء:

$(NH_4)_2CO_3$ ، Li_2SO_4 ، $MgCl_2$ ، $Al(NO_3)_3$

4. ما الحمض والقاعدة اللذان يكوّنان كلًّا من الأملاح التالية عند تفاعلهما؟

NH_4Cl ، KBr ، CH_3COONa ، $NaNO_3$

5. اختر الإجابة الصحيحة:

(أ) ثابت حاصل الإذابة لهيدروكسيد المغنيسيوم $Mg(OH)_2$ هو:

i. $K_{sp} = [Mg^{2+}] \times [OH^-]^2$

ii. $K_{sp} = [Mg^{2+}] \times [OH^-]$

iii. $K_{sp} = [Mg^{2+}]^2 \times [OH^-]$

iv. $K_{sp} = [Mg^{2+}]^2 \times [OH^-]^2$

(ب) عند درجة الحرارة 25 °C، يكون $[Ag^+]$ في المحلول المشبع لكلوريد الفضّة يساوي 1.26×10^{-5} mol/L. فتكون قيمة ثابت حاصل الإذابة K_{sp} تساوي:

i. 1.26×10^{-5}

ii. 8×10^{-15}

iii. 1.58×10^{-10}

iv. 1.58×10^{-25}

(جـ) الأيون المشترك في المحلول المكوّن من HCOOH والملح HCOONa هو:

i. $HCOO^+$

ii. $HCOO^-$

iii. H^+

iv. Na^+

(د) إضافة ملح ميثانوات الصوديوم HCOONa إلى محلول حمض الميثانويك HCOOH تؤدّي إلى:

i. خفض قيمة K_a للحمض

ii. زيادة تركيز H_3O^+

iii. خفض قيمة pH المحلول

iv. زيادة قيمة pH المحلول

6. بيِّن ما يحدث لقيمة pH (تقلّ، تبقى ثابتة) في الحالات التالية، ثمّ فسّر إجابتك.

(أ) عند إضافة محلول $NaNO_3$ إلى محلول HNO_3

(ب) عند إضافة محلول NH_4Cl إلى محلول NH_3

أسئلة مراجعة الوحدة 4

اختبر مهاراتك

1. أضيف 100 mL من كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ تركيزه 0.02 mol/L إلى 100 mL من كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 تركيزه 4×10^{-4} mol/L. هل هناك تكوين راسب؟ $(Ksp = 2.4 \times 10^{-5})$

2. هل يتكوّن راسب إذا:
   (أ) أضفنا 100 mL من محلول نيترات الفضّة $AgNO_3$ تركيزه 6×10^{-8} mol/L إلى 200 mL من محلول كلوريد الصوديوم تركيزه 9×10^{-3} mol/L. $(Ksp = 1.8 \times 10^{-16})$
   (ب) أضفنا 250 mL من محلول نيترات الرصاص $Pb(NO_3)_2$ تركيزه 1.6×10^{-3} mol/L إلى 750 mL من محلول كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 تركيزه 2.4×10^{-3} mol/L. $(Ksp = 6.3 \times 10^{-7})$

3. وضّح كيف يقاوم المحلول المنظِّم المكوّن من (NH_3/NH_4Cl) التغيُّر في قيمة pH عندما تُضاف إليه كمّية من قاعدة قوية مثل NaOH.

4. فسّر ما يلي تفسيرًا علميًّا:
   (أ) تزداد قيمة pH عند إضافة ملح أسيتات الصوديوم CH_3COONa إلى محلول حمض الأسيتيك CH_3COOH.
   (ب) تتغيّر قيمة pH بدرجة قليلة لمحلول حمض الأسيتيك CH_3COOH وأسيتات الصوديوم CH_3COONa عندما يُضاف إليه القليل من حمض قوي.

5. تمت معايرة 20 mL من حمض ضعيف HA بقاعدة قوية من هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 0.1 mol/L في خلال نشاط عملي. وقد تم تسجيل تغيّر قيمة الأس الهيدروجيني في الجدول التالي:

الأس الهيدروجيني pH	حجم القاعدة المضافة V_b (/mL)
2.65	0
3.2	2
3.6	4
3.8	6
4	8
4.2	10
4.3	12
4.45	14
4.7	16
5.05	18
5.3	19
6.45	20
9.1	20.4
10.35	20.6
11	21
11.45	23
11.6	25

(أ) ارسم منحنى المعايرة الذي يوضّح تغيّرات الأس الهيدروجيني بدالة حجم القاعدة المضافة.
(ب) حدِّد نقطة التكافؤ مستعينًا بالرسم البياني واحسب التركيز الابتدائي للحمض.

6. يُستخدَم حمض البنزويك وبنزوات الصوديوم في صناعة المشروبات الغازية المختلفة وفي صناعة العصائر. وهي موادّ بلّورية صلبة بيضاء اللون تُستخدَم كمادّة حافظة ويُشار إلى وجودها بالرقمين E – 120 و E – 211. تمّ تحضير محلول من حمض البنزويك وذلك بإذابة كتلة m من حمض البنزويك (C_6H_5COOH) حتى تكون محلول حجمه 200 mL. تمّت معايرة 100 mL من المحلول بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH بتركيز $C_b = 1 \times 10^{-1} mol \times L^{-1}$، وتمّ قياس الأسّ الهيدروجيني pH خلال المعايرة وذلك بعد إضافة أحجام مختلفة من القاعدة.

يوضّح الجدول التالي قيم الأسّ الهيدروجيني التي تم قياسها خلال المعايرة.

(أ) استخدم الجدول لرسم منحنى المعايرة الذي يوضّح تغيّرات الأسّ الهيدروجيني بدالّة حجم القاعدة المضافة.

V_b (mL)	0	1	2	3	5	6	8	9	9.4	9.8	9.9	10	10.2	11	12	14
pH	2.7	3.3	3.7	4	4.4	4.6	5	5.4	5.6	5.8	6.4	9	10.8	11.8	12	12.3

(ب) حدّد نقطة التكافؤ مستعينًا بالرسم البياني.

(جـ) احسب التركيز الابتدائي C_a للمحلول.

(د) افترض أنّ هذه المعايرة تمّت بواسطة دليل. أيّ من الأدلّة التالية يمكن استخدامها، ولماذا؟

الدليل	مدى الدليل
الميثيل البرتقالي	3.1 – 4.4
البروموثايمول الأزرق	6 – 7.6
الفينولفثالين	8.2 – 10

معطى: $M.wt.(H) = 1 g.mol^{-1}$، $M.wt.(C) = 12 g.mol^{-1}$، $M.wt.(O) = 16 g.mol^{-1}$.

مشاريع الوحدة

1. أعِدّ جدولًا للأملاح الموجودة في التربة، واذكر في هذا الجدول أهمّية الأملاح للتربة.
2. الكتابة في الكيمياء: تؤدّي المحاليل المنظّمة أدوارًا ذات أهمّية بالغة في صحّة الأجسام الحيّة ونموّها. اكتب تقريرًا بحثيًّا عن المحاليل المنظّمة وأهمّيتها، واعرض تقريرك على زملائك ثمّ أحضِر معك بعض المنتجات المصنّعة من المحاليل المنظّمة.

أسئلة مراجعة الوحدة 4

أسئلة مراجعة الوحدة 4

تحقق من فهمك

1. كبريتيد البوتاسيوم، كلوريد الباريوم، نيترات الحديد (II)، كلوريد الحديد (III)

2. يتأيّن إيثانوات الصوديوم CH_3COONa في الماء بشكل كامل:

$$CH_3COONa_{(aq)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$$
$$2H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + OH^-$$

تتّحد أنيونات الإيثانوات مع كاتيونات الهيدرونيوم وينتج حمض الإيثانويك، في حين أنّ أنيونات الهيدروكسيد تتّحد مع كاتيونات الصوديوم لتكوّن هيدروكسيد الصوديوم:

$$CH_3COO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CH_3COOH_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$
$$Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \longrightarrow NaOH_{(aq)}$$

يؤدّي ذلك إلى زيادة أنيونات الهيدروكسيد ويكون المحلول بالتالي قاعديًا.

يتأيّن كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2SO_4$ في الماء بشكل كامل:

$$(NH_4)_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2NH^+_{4(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$$
$$2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$$

لا يتميّأ أنيون الكبريتات، بينما يتميّأ كاتيون الأمونيوم بشكل غير كامل:

$$NH^+_{4(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_{3(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

يؤدّي ذلك إلى زيادة كاتيونات الهيدرونيوم ويكون المحلول بالتالي حمضيًا.

يتأيّن كلوريد الصوديوم NaBr في الماء بشكل كامل من دون أن تقوم أيوناته بأيّ تفاعل تميّؤ:

$$NaBr_{(s)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + Br^-_{(aq)}$$
$$2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$$

تبقى الأيونات (Na^+, Br^-, H^+, OH^-) من دون اتّحاد لأنّ عندما يتمّ اتّحاد بين هذه الأيونات، سرعان ما تنحلّ مرّة أخرى وكليًا في المحلول. وتكون النتيجة أنّ تركيز كلّ من كاتيون الهيدرونيوم وأنيون الهيدروكسيد يبقى ثابتًا وهو 10^{-7} mol/L أي أنّ pH = 7 لكلّ منهما، فيكون المحلول متعادلًا.

3.
$$Al(NO_3)_{3(aq)} \rightleftharpoons Al^{3+}_{(aq)} + 3NO^-_{3(aq)}$$
$$MgCl_{2(aq)} \rightleftharpoons Mg^{2+}_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)}$$
$$Li_2SO_{4(aq)} \rightleftharpoons 2Li^+_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$$
$$(NH_4)_2CO_{3(aq)} \rightleftharpoons 2NH^+_{4(aq)} + CO^{2-}_{3(aq)}$$

4. $NaNO_3$: حمض النيتريك وهيدروكسيد الصوديوم
CH_3COONa: حمض الإيثانويك وهيدروكسيد الصوديوم
KBr: حمض الهيدروبروميك وهيدروكسيد البوتاسيوم
NH_4Cl: حمض الهيدروكلوريك وهيدروكسيد الأمونيوم

5. (أ) $K_{sp} = [Mg^{2+}] \times [OH^-]^2$
(ب) 1.58×10^{-10}
(جـ) $HCOO^-$
(د) زيادة قيمة pH المحلول

6. (أ) تبقى ثابتة.
(ب) تقلّ.

اختبر مهاراتك

1. $n_{CaCl_2} = n_{Ca^{2+}} = C \times V = 0.02 \times 0.1 = 2 \times 10^{-3}$ mol
$n_{CaSO_4} = n_{SO_4^{2-}} = C \times V = 4 \times 10^{-4} \times 0.1 = 4 \times 10^{-5}$ mol
التركيزات الجديدة:
$C_{Ca^{2+}} = 2 \times 10^{-3} / 0.2 = 0.01$ mol/L
$C_{SO_4^{2-}} = 4 \times 10^{-5} / 0.2 = 2 \times 10^{-4}$ mol/L
$[Ca^{2+}] \times [SO_4^{2-}] = 0.01 \times 2 \times 10^{-4} = 2 \times 10^{-6}$
$[Ca^{2+}] \times [SO_4^{2-}] < K_{sp}$
لا يتكوّن أيّ راسب.

2. (أ) $n_{AgCl} = n_{Ag^+} = 6 \times 10^{-4} \times 0.1 = 6 \times 10^{-5}$ mol
$n_{NaCl} = n_{Cl^-} = 9 \times 10^{-3} \times 0.2 = 1.8 \times 10^{-3}$ mol
$C_{Ag^+} = n/V = 6 \times 10^{-5} / 0.3 = 2 \times 10^{-4}$ mol/L
$C_{Cl^-} = n/V = 1.8 \times 10^{-3} / 0.3 = 6 \times 10^{-3}$ mol/L
$[Ag^+] \times [Cl^-] = 2 \times 10^{-4} \times 6 \times 10^{-3} = 1.2 \times 10^{-6}$
$[Ag^+] \times [Cl^-] > K_{sp}$
تكوين راسب كلوريد الفضّة
(ب) $n_{Pb(NO_3)_2} = n_{Pb^{2+}} = 1.6 \times 10^{-3} \times 0.25 = 4 \times 10^{-4}$ mol
$n_{Na_2SO_4} = n_{SO_4^{2-}} = 2.4 \times 10^{-3} \times 0.75 = 1.8 \times 10^{-3}$ mol
$C_{Pb^{2+}} = n/V = 4 \times 10^{-4} / 1 = 4 \times 10^{-4}$ mol/L
$C_{SO_4^{2-}} = n/V = 1.8 \times 10^{-3} / 1 = 1.8 \times 10^{-3}$ mol/L
$[Pb^{2+}] \times [SO_4^{2-}] = 4 \times 10^{-4} \times 1.8 \times 10^{-3} = 7.2 \times 10^{-7}$
$[Pb^{2+}] \times [SO_4^{2-}] > K_{sp}$
تكوين راسب كبريتات الرصاص

3. عند إضافة كمّية قليلة من قاعدة قوية إلى المحلول، فإنّها تنتج OH^-، ما يدفع التفاعل بالاتّجاه العكسي. وبذلك، يقلّ تركيز NH_4^+، ويزداد تركيز القاعدة NH_3 في المحلول، وتتغيّر نسبة الحمض إلى القاعدة بشكل طفيف من دون أن يكون لذلك تأثير ملموس على تركيز OH^-. بالتالي، لا تتأثّر قيمة pH للمحلول.

4. (أ) عند إضافة CH_3COONa، يزاح موضع الاتّزان وفقًا لمبدأ لوشاتليه إلى اليسار، فيقلّ تركيز H_3O^+ وبالتالي تزداد قيمة pH.
$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$
(ب) تتغيّر قيمة الأسّ الهيدروجيني بدرجة قليلة لمحلول حمض أسيتيك الصوديوم عندما تُضاف إليه كمّية قليلة من حمض قوي.
عند إضافة كمّية قليلة من حمض قوي مثل HCl، يتفاعل هذا الحمض مع القاعدة المرافقة CH_3COO^- لتكوين الحمض CH_3COOH، فيقلّ تركيز القاعدة ويزداد تركيز الحمض، ما يسبّب تغيّرًا طفيفًا في النسبة بينهما، وبذلك لا يتغيّر تركيز H_3O^+ على نحو كبير.
$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$

اختبر مهاراتك

1. تضاف 100 mL من كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ تركيزه 0.02 mol/L إلى 100 mL من كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 تركيزه 4×10^{-4} mol/L. هل هناك تكوين راسب؟
2. هل يتكوّن راسب إذا:
(أ) أضفنا 100 mL من محلول نيترات الفضّة $AgNO_3$ تركيزه 6×10^{-4} mol/L إلى 200 mL من محلول كلوريد الصوديوم تركيزه 9×10^{-3} mol/L.
(ب) أضفنا 250 mL من محلول نيترات الرصاص $Pb(NO_3)_2$ تركيزه 1.6×10^{-3} mol/L إلى 750 mL من محلول كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 تركيزه 2.4×10^{-3} mol/L.
3. وضّح كيف يقاوم المحلول المنظِّم المكوّن من (NH_4/NH_4Cl) التغيُّر في قيمة pH عندما تُضاف إليه كمّية من قاعدة قوية مثل NaOH.
4. فسّر ما يلي تفسيرًا علميًّا:
(أ) تزداد قيمة pH عند إضافة ملح أسيتات الصوديوم CH_3COONa إلى محلول حمض الأسيتيك CH_3COOH.
(ب) تتغيّر قيمة pH بدرجة قليلة لمحلول حمض الأسيتيك CH_3COOH وأسيتات الصوديوم CH_3COONa عندما يُضاف إليه القليل من حمض قوي.
5. تمت معايرة 20 mL من حمض ضعيف HA بقاعدة قوية من هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 0.1 mol/L في خلال نشاط عملي. وقد تم تسجيل تغيّر قيمة الأس الهيدروجيني في الجدول التالي:

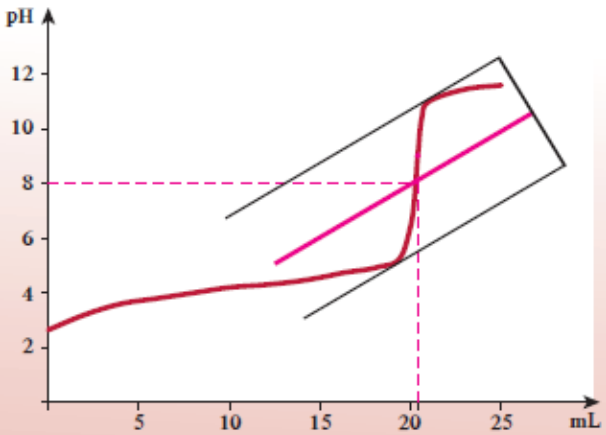
حجم القاعدة المضافة V_b (mL)	الأس الهيدروجيني pH
0	2.65
2	3.2
4	3.6
6	3.8
8	4
10	4.2
12	4.3
14	4.45
16	4.7
18	5.05
19	5.3
20	6.45
20.4	9.1
20.6	10.35
21	11
23	11.45
25	11.6

(أ) ارسم منحنى المعايرة الذي يوضّح تغيّرات الأس الهيدروجيني بدالة حجم القاعدة المضافة.
(ب) حدّد نقطة التكافؤ مستعينًا بالرسم البياني واحسب التركيز الابتدائي للحمض.

5. (أ) باستخدام النتائج (قيم V_b و pH) الموضّحة في الجدول، يمكن رسم خطّ المنحنى $pH = f(V_b)$
(ب) يمكن تعيين إحداثيات نقطة التكافؤ على المنحنى بتطبيق طريقة المماسّات المتوازية. نجد في هذا النشاط أنّ إحداثيات نقطة التكافؤ هي pH =8، $E(V_b)$= 20.3 mL

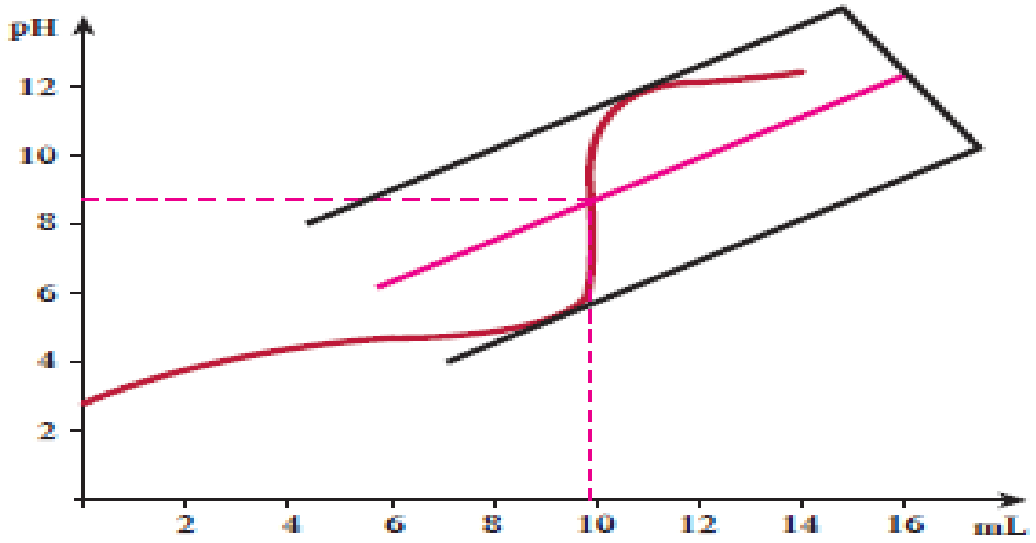
بما أنّ الحمض أحادي البروتون HA والقاعدة أحادية الهيدروكسيد، يمكن تطبيق المعادلة التالية عند نقطة التكافؤ.

$$n_a = n_b$$
$$C_a V_a = C_b V_b$$
$$C_a = \frac{C_b V_b}{V_a}$$
$$C_a = \frac{0.1 \times 0.0203}{0.020} = 0.1 \text{ mol/L}$$



أسئلة مراجعة الوحدة 4

6. (أ)



(ب) يمكن تعيين إحداثيات نقطة التكافؤ على المنحنى بتطبيق طريقة المماسات المتوازية.

$E(V_b = 9.8mL \; ; \; pH = 8.4)$

(ج) يمكن تطبيق المعادلة التالية،

$$n_a = n_b$$

$$C_a \times V_a = C_b \times V_b$$

$$C_a = \frac{C_b \times V_b}{V_a} = \frac{1 \times 10^{-1} \times 9.8 \times 10^{-3}}{10 \times 10^{-3}}$$

$$C_a = 0.098 \simeq 0.1 \text{ mol/L}$$

(د) حساب عدد مولات الحمض في 200 mL من المحلول.

$$n = C_a \times V = 1 \times 10^{-1} \times 200 \times 10^{-3}$$

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

حساب الكتلة بتطبيق،

$$n = \frac{m_a}{M.wt.}$$

$$m_a = n \times M.wt.$$

$$M.wt. = 7 \times 12 + 6 + 2 \times 16 = 122 g.mol^{-1}$$

$$m_a = 2 \times 10^{-2} \times 122 = 2.44g$$

(هـ) يمكن استخدام الفينولفثالين لأنّ نقطة التكافؤ تقع في مدى تغيّر الأس الهيدروجيني لهذا الكاشف أي (8.3 — 10.0).

معايرة الأحماض و القواعد

السؤال الأول : اكتب المصطلح العلمي الدال على العبارات التالية ؟

١ - تفاعل كاتيون الهيدرونيوم من الحمض مع أنيون الهيدروكسيد من القاعدة ويتكوّن الماء السائل (تفاعل التعادل)

٢- المحلول المعلوم تركيزه بدقة (المحلول القياسي)

٣- عملية كيميائية مخبرية يتم من خلالها معرفة حجم المحلول القياسي اللازم ليتفاعل تماماً مع المادة التي يراد معرفة تركيزها . (عملية المعايرة)

٤- النقطة التي يتغيّر عندها لون الدليل . (نقطة إنتهاء المعاير)

٦- النقطة التي يتساوى عندها عدد مولات كاتيونات هيدرونيوم الحمض مع عدد مولات آنيونات هيدروكسيد القاعدة . (نقطة التكافؤ)

٧- الدليل الذي يجب أن يتغيّر لونه عند حدوث التغير المفاجئ في قيمة الأس الهيدروجيني pH للمحلول حول نقطة التكافؤ . (الدليل المناسب)

السؤال الثاني اكمل ؟ : مميزات تفاعل التعادل بين الأحماض و القواعد :

١- يكون التفاعل طارد للحرارة

٢- يكون التفاعل تاماً عند مزج كميات متكافئة من الحمض والقاعدة

[تستهلك H_3O^+ و OH^- كليا]

٣- يكون المحلول المائي الناتج متعادلا (pH = 7)

عند تفاعل حمض قوي مع قاعدة قوية تماما

٤- يكون المحلول المائي الناتج قلويا (pH > 7)

عند تفاعل حمض ضعيف مع قاعدة قوية تماما

٥- يكون المحلول المائي الناتج حمضيا (pH < 7)

عند تفاعل حمض قوي مع قاعدة قوية تماما

مسائل وتطبيقات على معايرة الأحماض و القواعد

السؤال الأول : حل المسائل التالية

١- تعادل (10 mL) من محلول حمض الكبريتيك مع (25 mL) من هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه (0.4 M) حسب التفاعل التالي : $H_2SO_4 + 2KOH \rightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$

المطلوب : حساب تركيز حمض الهيدروكلوريك بالمول/ لتر

$$\frac{C_a \times V_a}{a} = \frac{C_b \times V_b}{b} \qquad \frac{C_a \times 0.01}{1} = \frac{0.4 \times 0.025}{2} \qquad C_a = 0.5\ M$$

٢- تعادل (100 mL) من حمض الهيدروكلوريك تماماً مع (250 mL) من هيدروكسيد الصوديوم تركيزه(0.4 M) حسب التفاعل لتالي : $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$

المطلوب : حساب تركيز حمض الهيدروكلوريك بالمول/ لتر

$$\frac{C_a \times V_a}{a} = \frac{C_b \times V_b}{b} \qquad \frac{C_a \times 0.1}{1} = \frac{0.4 \times 0.25}{1} \qquad C_a = 1\ M$$

٣- عند معايرة حمض الكبريتيك الذي تركيزه (0.1 M) مع (300 mL) من هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه (0.2 M) والمطلوب : أ) حجم حمض الكبريتيك الذي استخدم في التفاعل طبقاً للمعادلة :

$$H_2SO_4 + 2KOH \rightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$$

$$\frac{C_a \times V_a}{a} = \frac{C_b \times V_b}{b} \qquad \frac{0.1 \times V_a}{1} = \frac{0.2 \times 0.3}{2} \qquad V_a = 0.3\ L = 300\ ml$$

ب) ماذا تتوقع أن تكون قيمة الأس الهيدروجيني pH عند نقطة التكافؤ

(تساوي 7 - أكبر من 7 - أقل من 7)

٤ - عند تعادل (30 mL) من حمض الفوسفوريك (H_3PO_4) مع (75 mL) من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه (0.3 M) يتكون الماء وملح صيغته الكيميائية K_3PO_4 ، احسب تركيز الحمض

$$H_3PO_4 + 3KOH \rightarrow K_3PO_4 + 3H_2O$$

$$\frac{C_a \times V_a}{a} = \frac{C_b \times V_b}{b} \qquad \frac{C_a \times 0.03}{1} = \frac{0.3 \times 0.075}{3} \qquad C_a = 0.25\ M$$

٥- تعادل (100 mL) من محلول حمض الكبريتيك مع (100 mL) من هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه (0.4 M) فتكوّن ملح كبريتات البوتاسيوم الهيدروجينية ، احسب تركيز الحمض

$$H_2SO_4 + KOH \rightarrow KHSO_4 + H_2O$$

$$\frac{C_a \times V_a}{a} = \frac{C_b \times V_b}{b} \qquad \frac{C_a \times 0.1}{1} = \frac{0.4 \times 0.1}{1} \qquad C_a = 0.4\ M$$

السؤال الثاني إختر ؟ : عند إضافة (50 mL) من حمض الفوسفوريك (H_3PO_4) تركيزه (**0.1 M**) إلى (150 mL) من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه (0.1 M) فإن المواد الناتجة هي :

(√) $Na_3PO_4 + 3H_2O$ ( ) $Na_2HPO_4 + 2H_2O$

( ) $NaH_2PO_4 + H_2O$ ( ) Na_3PO_4 فقط

السؤال الثالث : اختر الإجابة الصحيحة ؟

١ - قيمه pH التالية يمثل نقطه التكافؤ المتوقعة عند معايره محلولي الامونيا وحمض الهيدروكلوريك :

(√) 5.6 ( ) 7 ( ) 08.3 ( ) 10

٢- واحد مما يلي لا يعتبر من مميزات تفاعل التعادل بين الأحماض و القواعد :

( ) يكون المحلول المائي متعادلا (pH = 7) عند تفاعل حمض قوي مع قاعدة قوية تماما

( ) يكون المحلول المائي قاعديا (pH > 7) عند تفاعل حمض ضعيف مع قاعدة قوية تماما

( ) يكون المحلول المائي حمضيا (pH < 7) عند تفاعل حمض قوي مع قاعدة ضعيفة تماما

(√) يكون التفاعل ماصا للحرارة

٣- وضع (50 mL) من حمض (HA) تركيزه (0.1 M) في دورق مخروطي مناسب ، وتمت معايرته بإضافة محلول قلوي (BOH) تركيزه (0.1 M) والجدول التالي يوضح قيمة pH للمحلول عند كل إضافة للقلوي : نستنتج من الجدول أن :

حجم القلوي المضاف	0	40	49.95	50	50.05
قيمة pH للمحلول في الدورق	1	1.95	4.3	7	9.7

( ) حمض HA ضعيف ، BOH قاعدة قوية ( ) حمض HA ضعيف ، BOH قاعدة ضعيفة

( ) حمض HA قوي ، BOH قاعدة ضعيفة (√) حمض HA قوي ، BOH قاعدة قوية

٤- عند معايرة محلول حمض HA مع محلول قلوي BOH تبيّن أن قيمة pH عند نقطة التكافؤ أقل من (7) ذلك يعني

( ) حمض HA ضعيف ، BOH قاعدة قوية ( ) حمض HA ضعيف ، BOH قاعدة ضعيفة

(√) حمض HA قوي ، BOH قاعدة ضعيفة ( ) حمض HA قوي ، BOH قاعدة

23- تفاعل كاتيون الهيدرونيوم (كاتيون الهيدروجين) من الحمض مع أنيون الهيدروكسيد من القاعدة لتكوين الماء.
(تفاعل أو عملية التعادل)

24- المحلول المعلوم تركيزه بدقة . (المحلول القياسي)

25- النقطة التي يتغير عندها لون الدليل . (نقطة إنتهاء المعايرة)

26- النقطة التي يتساوى عندها عدد مولات كاتيونات الهيدرونيوم من الحمض مع عدد مولات أنيونات الهيدروكسيد من القاعدة . (نقطة التكافؤ)

27- عملية كيميائية مخبرية يتم فيها معرفة حجم المحلول القياسي(حمض أو قاعدة) اللازم ليتفاعل تماما مع المادة (حمض أو قاعدة) التي يراد معرفة تركيزها. (عملية المعايرة)

32- تفاعل التعادل هو تفاعل كاتيون الهيدرونيوم من الحمض مع أنيون الهيدروكسيد من القاعدة لتكوين الماء . (√)

33- من صفات تفاعل التعادل أنه ماص للحرارة . (χ)

34- كل محلول معلوم تركيزه بدقة من حمض أو قاعدة أو ملح يعتبر محلول قياسي . (√)

35- عند نقطة التكافؤ يكون عدد مولات كاتيونات الهيدرونيوم من الحمض يساوي عدد مولات أنيونات الهيدروكسيد من القاعدة . (√)

36- ينتج ملح صيغته ($NaHSO_4$) عند تفاعل (200 mL) من محلول (NaOH) تركيزه (0.1 M) مع حمض الكبريتيك (H_2SO_4) حجمه (100 mL) وتركيزه يساوي (0.2 M) . (√)

37- عند نقطة التكافؤ يجب أن يكون حجم الحمض يساوي حجم القاعدة . (χ)

38- عند معايرة حمض الاسيتيك مع محلول هيدروكسيد الصوديوم تكون نقطة التكافؤ عند pH >7 . (√)

32- عند نقطة التكافؤ لتفاعل حمض مع قاعدة يتكون في المحلول مركب أيوني يُسمى --- الملح --- .

33- عند تفاعل حمض قوي مع قاعدة قوية تماماً يكون المحلول --- متعادل التأثير --- عند نقطة التكافؤ .

34- يكون المحلول حمضي التأثير عند نقطة التكافؤ عند معايرة حمض قوي مع قاعدة --- ضعيفة --- .

35- عند معايرة حمض ضعيف مع قاعدة قوية تكون قيمة الأس الهيدروجيني (pH) للمحلول عند نقطة التكافؤ --- أكبر من --- 7 .

36- المحلول المعلوم تركيزه بدقة يُسمى --- المحلول القياسي --- .

37- حجم محلول NaOH الذي تركيزه (0.5 M) اللازمة لكي تتعادل تماماً مع (200 mL) من حمض (HCl) تركيزه (0.2 M) يساوي mL --- 80 --- اذا كان التفاعل يتم وفق المعادلة التالية :

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

38- إذا تعادلت كمية من حمض ثنائي البروتون مع (500 mL) من محلول قاعدي تركيزه (0.1 M) وفق المعادلة التالية :

$$H_2A + 2OH^- \longrightarrow A^- + 2H_2O$$

فإن عدد مولات الحمض تساوي mol --- 0.025 --- .

39- تركيز محلول هيدروكسيد الكالسيوم الذي حجمه (0.5 L) والتي تتفاعل تماماً مع لتر من محلول حمض الهيدروكلوريك الذي تركيزه (1 M) وفق المعادلة التالية :

$$Ca(OH)_2 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O$$

تساوي M --- 1 --- .

40- عدد مولات هيدروكسيد البوتاسيوم التي تلزم للتفاعل تماما مع نصف لتر من محلول حمض الكبريتيك الذي تركيزه (0.2 M) وفق المعادلة التالية :

$$H_2SO_{4\,(aq)} + 2KOH_{(aq)} \longrightarrow K_2SO_{4\,(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

يساوي mol -- 0.2 --- .

41- حجم محلول حمض الكبريتيك الذي تركيزه (0.25 M) اللازم للتفاعل تماماً مع (50 mL) من هيدروكسيد البوتاسيوم النقي تركيزه (0.3 M) وفق المعادلة التالية :

$$H_2SO_{4\,(aq)} + 2KOH_{(aq)} \longrightarrow K_2SO_{4\,(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

يساوي --- 30 --- mL .

42- إذا أُضيف (10 mL) من محلول حمض الفوسفوريك (H_3PO_4) تركيزه (1 M) إلى (20 mL) من محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) تركيزه (1 M) فإن نواتج التفاعل تكون الماء وملح صيغته الكيميائية هي ---- Na_2HPO_4 --- .

43- تفاعل (100 mL) من حمض الكبريتيك (H_2SO_4) وتركيزه (0.1 M) مع هيدروكسيد البوتاسيوم KOH وحدث التفاعل طبقاً للمعادلة التالية :

$$H_2SO_4 + 2KOH \longrightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$$

فإن عدد مولات كاتيونات الهيدرونيوم التي يعطيها الحمض تساوي --- 0.02 مول --- .

44- ينتج ملح صيغته ($NaHSO_4$) عند تفاعل (100 mL) من محلول (NaOH) تركيزه (0.1 M) مع حمض الكبريتيك (H_2SO_4) حجمه (100 mL) وتركيزه يساوي M --- 0.1 --- .

45- عدد مولات هيدروكسيد البوتاسيوم التي تلزم للتفاعل مع مول من حمض الفوسفوريك (H_3PO_4) لتكوين ملح فوسفات البوتاسيوم أحادي الهيدروجين (K_2HPO_4) تساوي -- 2 --- مول .

46- تفاعل (750 mL) من محلول حمض الفوسفوريك (H_3PO_4) مع (250 mL) من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه (0.5 M) طبقاً للمعادلة :

$$H_3PO4 + 3NaOH \longrightarrow Na_3PO_4 + 3H_2O$$

فيكون تركيز حمض الفوسفوريك يساوي M --- 0.055 ---

30– النقطة التي يتغير عندها لون الدليل تُسمى نقطة :

( ) التعادل . ( ) التكافؤ

(√) انتهاء المعايرة ( ) قياسية

31– عند مزج محلول لحمض قوي (أحادي البروتون) مع محلول لقاعدة قوية (أحادية الهيدروكسيد) وعدد مولات كل من الحمض والقاعدة متساوي يتكون :

(√) ملح متعادل وقيمة (pH) للمزيج تساوي (7) .

( ) ملح قاعدي وقيمة (pH) للمزيج اكبر من (7) .

( ) ملح حمضي وقيمة (pH) للمزيج أقل من (7) .

( ) ملح هيدروجيني وقيمة (pH) للمزيج أقل من (7) .

32– واحد مما يلي لا يعتبر من صفات تفاعل التعادل بين الأحماض والقواعد :

(√) يكون التفاعل ماصا للحرارة .

( ) يكون المحلول المائي متعادلا ($pH = 7$) عند تفاعل حمض قوي مع قاعدة قوية تماما .

( ) يكون المحلول المائي حمضيا ($pH < 7$) عند تفاعل حمض قوي مع قاعدة ضعيفة تماما.

( ) يكون المحلول المائي قاعديا ($pH > 7$) عند تفاعل حمض ضعيف مع قاعدة قوية تماما.

33– واحدا مما يلي لا يمكن وصفه أنه محلول قياسي :

( ) محلول لحمض أو قاعدة معلوم تركيزه بدقة .

( ) محلول حمض الهيدروكلوريك الذي تركيزه 0.1 M تماما.

(√) محلول الأمونيا تركيزه 0.1 M تقريبا .

( ) محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.1 M تماما .

34– يمكن استخدام محلول قياسي لحمض في معايرة :

( ) محلول لقاعدة مجهولة النوع والتركيز .

( ) محلول لقاعدة معلومة النوع والتركيز بدقة .

(√) محلول لقاعدة معلومة النوع مجهولة التركيز .

( ) محلول لحمض مجهول النوع معلوم التركيز بدقة .

35– عند معايرة حمض مع قاعدة والوصول لنقطة التكافؤ يجب أن يكون :

( ) عدد مولات الحمض يساوي عدد مولات القاعدة .

(√) عدد مولات كاتيونات الهيدرونيوم من الحمض يساوي عدد مولات أنيونات الهيدروكسيد من القاعدة .

( ) عدد مولات الشقوق الحمضية يساوي عدد مولات الشقوق القاعدية .

( ) حجم الحمض يساوي حجم القاعدة .

36– إذا تعادل (20 mL) من محلول حمض الكبريتيك تماما مع (50 mL) من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه (0.4 M) وفقا للمعادلة التالية : $H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$

فإن تركيز الحمض يساوي :

( ) 0.25 M ( ) 0.1 M

( ) 0.004 M (√) 0.5 M

37- اذا تعادل (30mL) من محلول حمض الفوسفوريك مع (75 mL) من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه (0.5 M) لإتمام التعادل وفقا للمعادلة التالية :

$$H_3PO_4 + 3NaOH \longrightarrow Na_3PO_4 + 3H_2O$$

فإن تركيز الحمض يساوي :

( ) 1.25 M (√) 0.41 M

( ) 5 M ( ) 0.5 M

38- حجم محلول حمض الهيدروكلوريك الذي تركيزه (0.2 M) اللازم لإتمام معايرة (25mL) من محلول هيدروكسيد الكالسيوم تركيزه (0.4 M) والذي يتم وفقا للمعادلة :

$$2HCl + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O$$

( ) 200 mL (√) 100 mL

( ) 50 mL ( ) 100 L

39- حجم هيدروكسيد الكالسيوم الذي تركيزه (0.2 M) واللازم لمعايرة محلول لحمض الهيدروكلوريك يحتوي على (0.5 mol) من الحمض وفق المعادلة التالية :

$$2HCl + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O$$

(√) 1.25 L ( ) 1.25 mL

( ) 2.5 L ( ) 2.5 mL

40- عدد مولات حمض الفوسفوريك (H_3PO_4) اللازمة لكي يتعادل تماماً مع (0.3) مول من هيدروكسيد الكالسيوم وفق المعادلة $2H_3PO_4 + 3Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca_3(PO_4)_2 + 6H_2O$ يساوي:

( ) 0.3 mol ( ) 0.13 mol

(√) 0.2 mol ( ) 0.6 mol

41- تكون قيمة (pH) عند نقطة التكافؤ تساوي (7) وذلك عند معايرة :

( ) حمض الهيدروكلوريك HCl (1M) ومحلول الأمونيا $NH_{3(aq)}$ (1M) .

( ) حمض الأسيتيك CH_3COOH (1M) وهيدروكسيد الصوديوم NaOH (1M) .

(√) حمض الهيدروكلوريك HCl (1M) وهيدروكسيد الصوديوم (1M)

( ) حمض الفورميك HCOOH (1M) وهيدروكسيد البوتاسيوم KOH (1M)

42- ينتج ملح صيغته الكيميائية (Na_2HPO_4) عند تفاعل محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) حجمه (100 mL) وتركيزه (0.1 M) مع حمض الفوسفوريك (H_3PO_4) حجمه (100 mL) وتركيزه يساوي :

( ) 0.1 M (√) 0.05 M

( ) 0.2 M ( ) 0.4 M

43- عند إضافة (50 mL) من حمض الفوسفوريك (H_3PO_4) تركيزه (0.1 M) إلى (150 mL) من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه (0.1 M) فإن المواد الناتجة هي :

(√) $Na_3PO_4 + 3H_2O$ ( ) $Na_2HPO_4 + 2H_2O$

( ) $NaH_2PO_4 + H_2O$ ( ) Na_3PO_4 فقط

مذكرات البلاطي

5- تعادل (10 mL) من محلول حمض الكبريتيك تماما مع (25 mL) من هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه (0.4 M) احسب تركيز حمض الكبريتيك بالمولار إذا تم التفاعل حسب المعادلة التالية :

$$H_2SO_{4(aq)} + 2KOH_{(aq)} \rightarrow K_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l}$$

($C_a = 0.5\ M$)

==========

6- احسب تركيز محلول حمض الفوسفوريك إذا تعادل (30 mL) منه مع (75 mL) من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه (0.4 M) ، إذا تم التفاعل حسب المعادلة التالية :

($C_a = 0.3\ M$)

$$H_3PO_{4(aq)} + 3NaOH_{(aq)} \rightarrow Na_3PO_{4(aq)} + 3H_2O_{(l)}$$

==========

7- أجريت معايرة (20 mL) من محلول هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ بإستخدام حمض الهيدروكلوريك تركيزه (0.5 M) وعند تمام التفاعل أُستهلك (25 mL) من الحمض . احسب تركيز محلول هيدروكسيد الكالسيوم بالمولار إذا تم التفاعل حسب المعادلة التالية :

($C_b = 0.3125\ M$)

$$2HCl_{(aq)} + Ca(OH)_{2(aq)} \rightarrow CaCl_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

8- أُضيف (10 mL) من محلول حمض الفوسفوريك (H_3PO_4) تركيزه (1 M) إلى (20 mL) من محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) تركيزه (1 M) .

والمطلوب : كتابة صيغة الملح الناتج ، كتابة معادلة التفاعل الحادث . (صيغة الملح Na_2HPO_4)

$$H_3PO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2HPO_4 + 2H_2O$$

-5 عدد مولات OH^- (من القاعدة) = عدد مولات H_3O^+ (من الحمض)

$$C_a \times V_a \times b = C_b \times V_b \times a$$
$$Ca \times 0.01 \times 2 = 0.4 \times 0.025 \times 1$$
$$Ca = 0.5\ M$$

-6 عدد مولات OH^- (من القاعدة) = عدد مولات H_3O^+ (من الحمض)

$$C_a \times V_a \times b = C_b \times V_b \times a$$
$$Ca \times 0.03 \times 3 = 0.4 \times 0.075 \times 1$$
$$Ca = 0.33\ M$$

-7 عدد مولات OH^- (من القاعدة) = عدد مولات H_3O^+ (من الحمض)

$$C_a \times V_a \times b = C_b \times V_b \times a$$
$$0.5 \times 0.025 \times 1 = C_b \times 0.02 \times 2$$
$$C_b = 0.3125\ M$$

-8 عدد مولات OH^- (من القاعدة) = عدد مولات H_3O^+ (من الحمض)

$$C_a \times V_a \times b = C_b \times V_b \times a$$
$$1 \times 0.01 \times b = 1 \times 0.02 \times 1$$
$$b = 2$$

(صيغة الملح Na_2HPO_4)

$$H_3PO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2HPO_4 + 2H_2O$$

سلسلة مذكرات البلاطي

**

الكيمياء-الصف العاشر

الكيمياء-الصف الحادي عشر

الكيمياء-الصف الثاني عشر

الفيزياء-الصف العاشر

الفيزياء-الصف الحادي عشر

الفيزياء-الصف الثاني عشر

إعداد :محمد البلاطي

للطلب والإستفسار ت/97523357

لمعرفة كل ما هو جديد يمكنكم متابعة قناتنا بالتليجرام

https://t.me/elbalaty