شرح المادة مع أمثلة وتدريبات

مادة الكيمياء

الصف التاسع - الفصل الدراسي الثاني

CHEMISTRY

أ. بشير الصرايرة

0799736192

Graphic Designer
0795360003

من نحن

تلاخيص منهاج أردني - سؤال وجواب

- أول وأكبر منصة تلاخيص مطبوعة بشكل إلكترونيّ و مجانية.
- تعنى المنصة بتوفير مختلف المواد الدراسية بشكل مميز ومناسب للطالب وتهتم بتوفير كل ما يخص العملية التعليمية للمنهاج الأردني فقط.
- تأسست المنصة على يد مجموعة من المعلمين والمتطوعين في عام ٢٠١٨ م وهي للإنتفاع الشخصي من قبل الطلاب أو المعلمين.
- لمنصة تلاخيص فقط حق النشر على شبكة الإنترنت ومواقع التواصل سواء ملفاتها المصورة PDF أو صور تلك الملفات ويُسمح بمشاركتها أو نشرها من المواقع الأخرى بشرط حفظ حقوق الملكية للملخصات من اسم المعلم وشعار الفريق.

إدارة منصة فريق تلاخيص

يمكنكم التواصل معنا من خلال

تلاخيص منهاج أردني – سؤال وجواب

talakheesjo@gmail.com

المنسق الإعلامي أ. معاذ أمجد أبو يحيى 0795360003

تفاعلات التأكسد والاختزال

مفهوم التأكسد والاختزال

المفهوم القديم:

استخدام مفهوم التأكسد والاختزال للتفاعلات التي يتم فيها اتحاد المادة مع الأكسجين أو نزعها منها حيث عُرِّف:

التأكسد: تفاعل المادة مع الأكسجين/ أو الزيادة في محتوى الأكسجين وتكوين أكاسيد العناصر

مثال:

1) $4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$

حديد أكسجين أكسيد الحديد

2) $2Zn + O_2 \rightarrow 2ZnO$

خارصين أكسجين أكسيد الخارصين

الاختزال: عملية نزع ذرات الأكسجين من المركب/ أو النقص في محتوى الأكسجين، للحصول على هذه الفلزات منفردة

مثال:

1) $CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$

2) $2Al_2O_3 + 3C \rightarrow 4Al + 3CO_2$

مفهوم التأكسد والاختزال أعمّ وأشمل حيث يتعامل مع التفاعلات الكيميائية التي لا تحتوي على الأكسجين، ومع ذلك تعدّ من تفاعلات التأكسد والاختزال

تعريف التأكسد: هي عملية فقد الالكترونات/ أو الزيادة في عدد التأكسد

تعريف الاختزال: هي عملية كسب الالكترونات/ أو النقص في عدد التأكسد

منهاجي
منصة التعليم الهادف

تميل الذرات خلال التفاعل إلى فقد أو كسب الالكترونات، فسِّر ذلك

وذلك للوصول إلى حالة الاستقرار، أي أن يكون التركيب للغلاف الخارجي مشابه لتركيب أقرب عنصر نبيل

لا يمكن أن تحدث عملية تأكسد دون أن ترافقها عملية اختزال، فسِّر ذلك

لكي تفقد ذرة الكترونًا (تتأكسد) لا بد من وجود ذرة تقوم باكتساب هذه الالكترونات (تختزل)

مثال:

كسب/ اختزال/ نقص في عدد التأكسد

$$Mg_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2MgO$$

$$Mg^{+2}O^{-2}$$

فقد/ تأكسد/ زيادة في عدد التأكسد

الطريقة المتبعة في كتابة تفاعلات التأكسد والاختزال هي باستخدام أنصاف التفاعلات والتي تمثل عملية التأكسد والاختزال

مثال:

$$Zn_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \rightarrow ZnSO_{4(aq)} + Cu_{(s)}$$

ملاحظة مهمة: العناصر في الحالة الصلبة (s) أو الجزئيات في الحالة الغازية (g) تكون شحنتها (صفر)، مثل: $Cu_{(s)}$, $O_{2(g)}$, $H_{2(g)}$

نحدد العنصر وأيونه من تفاعلات المواد المتفاعلة والمنتجة كما يلي:

$$Zn_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \rightarrow ZnSO_{4(aq)} + Cu_{(s)}$$

$Zn_{(s)}$: شحنتها صفر

$CuSO_{4(aq)}$: $Cu^{+2}SO_4{}^{-2}$

$ZnSO_{4(aq)}$: $Zn^{+2}SO_4{}^{-2}$

$Cu_{(s)}$: شحنتها صفر

الخطوة (١): ونكتب كما يلي:

$$Zn \rightarrow Zn^{+2}$$
$$Cu^{+2} \rightarrow Cu$$

نلاحظ أن Zn فقط $2e^-$ وتحولت إلى أيونات الخارصين الموجبة (تأكسدت)، أما Cu تحولت إلى ذرات النحاس المتعادلة (اختزلت)

الخطوة (٢): نضيف عدد e^- وهي سالبة لمعادلة شحنة الأيون في كل معادلة

نصف تفاعل التأكسد $Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^-$

ونلاحظ إضافة e^- بعدد الشحنة لموازنة معادلة التفاعل (الإضافة نحو اليمين)

نصف تفاعل الاختزال $Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu$

ونلاحظ إضافة e^- بعدد الشحنة لموازنة معادلة التفاعل (الإضافة نحو اليسار)

الخطوة (٣): لكتابة معادلة التأكسد والاختزال الكلية (المعادلة الكلية)، نضع تفاعل التأكسد والاختزال كما يلي:

تفاعل تأكسد $Zn \rightarrow Zn^{+2} + \cancel{2e^-}$

تفاعل اختزال $Cu^{+2} + \cancel{2e^-} \rightarrow Cu$

نختصر الالكترونات إذا كانت متشابهة

معادلة التأكسد والاختزال الكلية: $\boldsymbol{Zn + Cu^{+2} \rightarrow Zn^{+2} + Cu}$

إذا كانت الالكترونات غير متشابهة نقوم بالضرب بشكل متبادل أو نضرب برقم لموازنة أعداد e^- (الالكترونات) في المعادلتين:

مثال: $Ca_{(s)} + Fe^{+3}{}_{(aq)} \rightarrow Ca^{+2}{}_{(aq)} + Fe_{(s)}$

نصف تفاعل تأكسد $Ca \rightarrow Ca^{+2} + 2e^-$

نصف تفاعل اختزال $Fe^{+3} + 3e^- \rightarrow Fe$

نلاحظ اختلاف عدد e^-

نضرب بالتبادل لموازنة عدد e^-

$3(Ca \rightarrow Ca^{+2} + 2e^-)$

$2(Fe^{+3} + 3e^- \rightarrow Fe)$

$3Ca \rightarrow 3Ca^{+2} + 6e^-$

$2Fe^{+3} + 6e^- \rightarrow 2Fe$

معادلة التأكسد والاختزال: $3Ca_{(s)} + 2Fe^{+3}{}_{(aq)} \rightarrow 3Ca^{+2}{}_{(aq)} + 2Fe_{(s)}$

في المعادلة التالية أجب عما يلي:

$Na_{(s)} + AgNO_{3(aq)} \rightarrow NaNO_{3(aq)} + Ag_{(s)}$

اكتب معادلة التأكسد ومعادلة الاختزال

.....

.....

.....

.....

.....

اكتب معادلة التفاعل الكلي (معادلة التأكسد والاختزال معًا)

.....

.....

.....

.....

؟ حدِّد العنصر الذي تأكسد والعنصر الذي اختزل وبين مقدار التأكسد والاختزال في كل من المعادلات الآتية:

الحل:

$$1)\ Ca_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow CaCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

$Ca_{(s)}$: شحنة صفر — $2(H^{+1}Cl^{-1})$ — $Ca^{+2}Cl^{-1}$ — $H_{2(g)}$: شحنة صفر

الكالسيوم فقد $2e^-$ تأكسد

الهيدروجين كسب كل أيون واحد إلكترون $1e^-$ اختزل

$$Ca_{(s)} \rightarrow Ca^{+2} + 2e^-$$
$$2H^{+1} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)}$$

$$2)\ Al_{(s)} + Fe(NO_3)_{3(aq)} \rightarrow Al(NO_3)_{3(aq)} + Fe_{(s)}$$

.....

.....

.....

.....

.....

؟ [الكتاب ص٨]: تأمل كلًا من المعادلتين الآتيتين، ثم أجب عن الأسئلة التي تليها:

$$1)\ Ca_{(s)} + Ni^{+2}{}_{(aq)} \rightarrow Ca^{+2}{}_{(aq)} + Ni_{(g)}$$
$$2)\ Al_{(s)} + Fe(NO_3)_{3(aq)} \rightarrow Al(NO_3)_{3(aq)} + Fe_{(s)}$$

١) عيِّن الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت في كل من المعادلتين

٢) اكتب معادلة التأكسد والاختزال في كل من المعادلتين

٣) ما عدد الالكترونات المفقودة والمكتسبة خلال عمليتي التأكسد والاختزال في كل المعادلتين؟

الحل:

$$Ca_{(s)} + Ni^{+2}{}_{(aq)} \rightarrow Ca^{+2}{}_{(aq)} + Ni_{(g)}$$

نصف معادلة التأكسد $Ca_{(s)} \rightarrow Ca^{+2} + 2e^-$ فقد $2e^-$

نصف معادلة الاختزال $Ni^{+2} + 2e^- \rightarrow Ni_{(s)}$ كسب $2e^-$

تدريب

$$Al_{(s)} + Fe(NO_3)_{3(aq)} \rightarrow Al(NO_3)_{3(aq)} + Fe_{(s)}$$

.....

.....

.....

.....

.....

لديك المعادلات الكيميائية التالية:

١) اكتب معادلات تمثل أنصاف تفاعلات التأكسد والاختزال والمعادلة الكلية

٢) حدد العنصر الذي تأكسد والعنصر الذي اختزل منهما

$$1) Mg_{(s)} + 2HNO_{3(aq)} \rightarrow Mg(NO_3)_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

.....

.....

.....

.....

.....

$$2)\ Al_{(s)} + Fe(NO_3)_{3(aq)} \rightarrow Al(NO_3)_{3(aq)} + Fe_{(s)}$$

.....

.....

.....

.....

.....

تأكسد

$$3)\ 2Ca_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CaO$$

$$Ca^{+2}O^{-2}$$

اختزال

$$Ca \rightarrow Ca^{+2} + 2e^-$$
$$O_2 + 2e^- \rightarrow 2O^{-2}$$

حدد الذرة التي تأكسدت والذرة التي اختزلت في التفاعل الآتي، وضح إجابتك من خلال كتابة أنصاف التفاعلات

$$1)\ 2Na_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2NaCl$$

.....

.....

.....

.....

.....

2) $Ni + Pb^{+2} \rightarrow Pb + Ni^{+2}$

.....

.....

.....

.....

.....

3) $Al_{(s)} + Cu^{+2} \rightarrow Al^{+3} + Cu_{(s)}$

.....

.....

.....

.....

.....

4) $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl$

.....

.....

.....

.....

.....

5) $Na_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow Na_2O$

.....

.....

.....

.....

.....

اكتب معادلات التأكسد والاختزال للتفاعلات التالية:

تأكسد

1) $2Ca_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CaO$

$Ca^{+2}O^{-2}$

اختزال

$2Ca \rightarrow Ca^{+2} + 2e^-$ نصف تفاعل تأكسد

$O_2 + 2e^- \rightarrow 2O^{-2}$ نصف تفاعل اختزال

تأكسد

2) $2Na_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2NaCl$

$Na^{+1}Cl^{-1}$

اختزال

$2Na \rightarrow 2Na^{+1} + 2e^-$ نصف تفاعل تأكسد

$Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^{-1}$ نصف تفاعل اختزال

3) $Ca_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow CaCl_2$

.....

.....

.....

.....

.....

4) $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl$

.....

.....

.....

.....

.....

بشير الصرايرة

الخلايا الكهرُكيميائية

التفاعل الكهربائي:

هو تفاعل تأكسد واختزال يرافق حدوثه إنتاج الطاقة الكهربائية أو استهلاكها

الخلية الكهرُكيميائية:

هي جهاز يحدث فيه تفاعل تأكسد واختزال تلقائي تتحول فيه الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية أو تفاعل تأكسد واختزال غير تلقائي تتحول فيه الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية

تقسم الخلايا الكهرُكيميائية إلى نوعين هما:

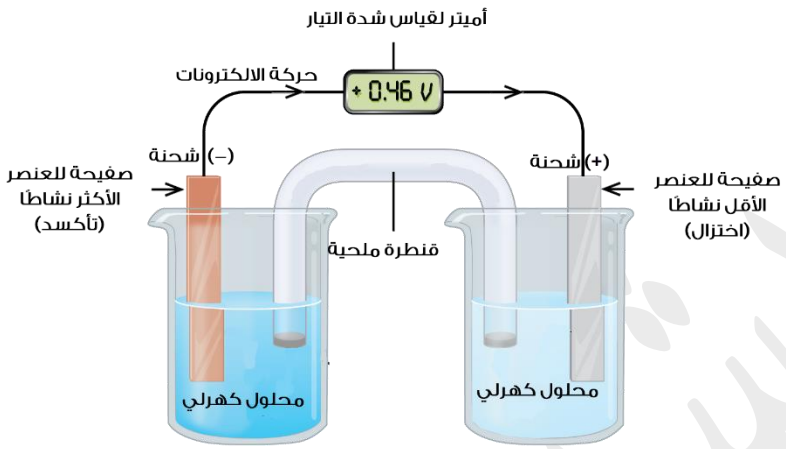
(أ) الخلايا الغلفانية:

هي خلايا يحدث فيها تفاعل تأكسد واختزال تلقائي يؤدي إلى إنتاج تيار كهربائي حيث تتحول الطاقة الكيميائية في التفاعل إلى طاقة كهربائية

ملاحظة:

- **يكتب التفاعل الحادث في الخلية على شكل نصفي تفاعل: نصف تفاعل التأكسد ونصف تفاعل الاختزال**
- **يكون التفاعل تلقائيًّا في الخلايا الغلفانية أي أنها تنتج الكهرباء لذلك تستخدم في صناعة البطاريات**
- **العنصر الأنشط في سلسلة النشاط الكيميائي يحدث له تأكسد (مصعد) بينما يختزل العنصر الأضعف (المهبط) وتنتقل الالكترونات عبر الأسلاك من المصعد إلى المهبط**

شكل الخلية الغلفانية:



يجب أن يوضع محلول كهرلي في كل كأس من محلول لأحد أملاح العنصر المكون للقطب

مثال:

إذا كان القطب مكون من صفيحة خارصين نضع محلول من أملاحه، مثل: كبريتات الخارصين $ZnSO_4$

القنطرة الملحية:

تتكون من أنبوب زجاجي على شكل حرف U يحتوي على محلول مادة إلكتروليتية قوية، **مثل:** كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 المذاب أو نترات البوتاسيوم KNO_3 أو كلوريد البوتاسيوم KCl المذاب، وتسدّ بقطنٍ لمنع تدفق السائل

وظيفة القنطرة الملحية:

هي معادلة الأيونات الناتجة من الأكسدة ومعادلة الأيونات المتبقية نتيجة الاختزال، حيث تتحرك الأيونات السالبة من الوعاء الذي تحدث فيه عملية الاختزال إلى الوعاء الذي تحدث فيه عملية التأكسد، وتتحرك الأيونات الموجبة من الوعاء الذي تحدث فيه عملية التأكسد إلى الوعاء الذي تحدث

فيه عملية الاختزال، وبهذا ينشأ تيار كهربائي تسري فيه الالكترونات من المصعد إلى المهبط عبر الأسلاك (تتحول هنا الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية)

مثال:

عند تركيب خلية غلفانية قطباها Zn والنحاس Cu نضع محلول كهرلي من أحد أملاح كل قطب

الخارصين Zn ⇦ نضع $ZnSO_4$ كبريتات الخارصين

النحاس Cu ⇦ نضع $CuSO_4$ كبريتات النحاس

وفي القنطرة الملحية نضع مادة إلكتروليتية قوية مثل Na_2SO_4 (الأفضل أن تكون من مادة مشابهة لأملاح القطبين)

ملاحظة:

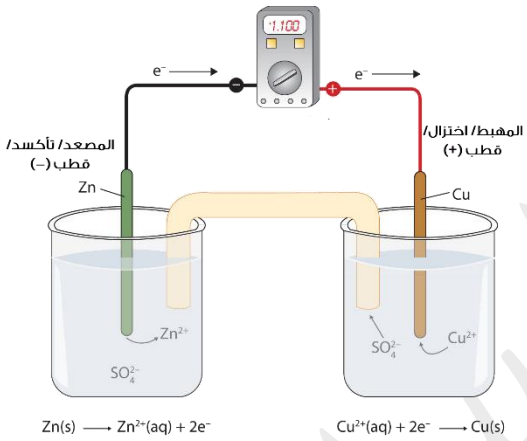
- حسب سلسلة النشاط: الخارصين Zn أكثر نشاطًا من النحاس Cu
- إذا لم تُعطَ في السؤال نستخدم سلسلة النشاط التي ذُكِرت في الفصل الأول، وقاعدة (بصل كم أخ حرن)
- العنصر الأنشط يحدث له تأكسد ونضعه على المصعد (القطب السالب)
- العنصر الأقل نشاطًا يحدث له اختزال ونضعه على المهبط (القطب الموجب)

تلخيص وظيفة القنطرة الملحية:

١- تعمل على إغلاق الدائرة الكهربائية وإزالتها تؤدي إلى وقف سريان التيار الكهربائي

٢- تمنع التّماس المباشر بين المحاليل

٣- تساعد في الوصول إلى وضع الاتزان الكهربائي داخل الخلية



الأيون الموجب Zn^{+2} يتحرك إلى وعاء Cu^{+2} عبر القنطرة

الأيون السالب SO_4^{-2} يتحرك إلى وعاء Zn^{+2} عبر القنطرة

ينشأ تيار يتحرك من المصعد Zn إلى المهبط Cu

نكتب معادلات أنصاف التفاعل كما يلي:

نصف تفاعل التأكسد $Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^-$

نصف تفاعل الاختزال $Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu$

المعادلة الكلية: $\boldsymbol{Zn + Cu^{+2} \rightarrow Zn^{+2} + Cu}$

مثال:

تم تركيب خلية غلفانية قطباها من الرصاص Pb والألمنيوم Al

وتحتوي على محلول نترات الألمنيوم $Al(NO_3)_3$ ونترات الرصاص $Pb(NO_3)_2$ تركيز ١ مول/ لتر

اعتمادًا على موقع العنصرين في سلسلة النشاط الكيميائي

? **اكتب معادلات تمثل تفاعلات التأكسد والاختزال الحاصلة داخل الخلية**

? **ارسم الخلية موضحًا عليها المصعد والمهبط وحركة الالكترونات عبر الأسلاك**

الحل:

أولًا: في الخلايا الغلفانية نحدد العنصر الأنشط والعنصر الأقل نشاطًا ونحدد شحنة كل منهما (إذا لم تكن معطاة) نحددها من المحلول

ثانيًا: الألمنيوم أكثر نشاطًا Al وشحنته Al^{+3}، ممكن أن نجدها من $Al(NO_3)_3$

الرصاص أقل نشاطًا Pb وشحنته Pb^{+2}، ممكن أن نجدها من $Pb(NO_3)_2$

ثالثًا: الألمنيوم Al نضعه على المصعد (تأكسد) لأنه أكثر نشاطًا والرصاص Pb على المهبط لأنه أقل نشاطًا، ثم نبدأ بكتابة المعادلات

1

نصف تفاعل تأكسد $Al \rightarrow Al^{+3} + 3e^-$

نصف تفاعل اختزال $Pb^{+2} + 2e^- \rightarrow Pb$

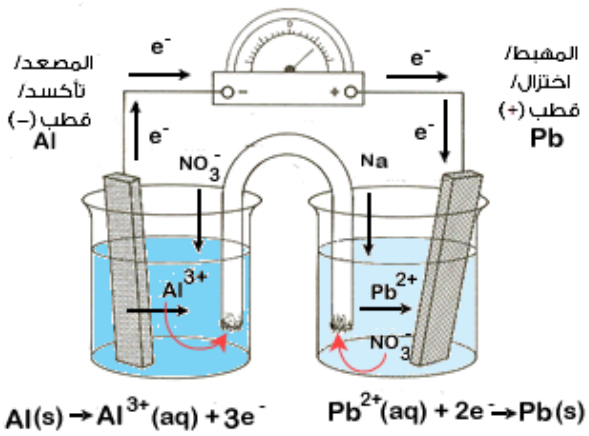
وإذا طلب المعادلة الكلية نجدها كما يلي:

$$2 \times (Al \rightarrow Al^{+3} + 3e^-)$$
$$3 \times (Pb^{+2} + 2e^- \rightarrow Pb)$$

$$2Al \rightarrow 2Al^{+3} + 6e^-$$
$$3Pb^{+2} + 6e^- \rightarrow 3Pb$$

المعادلة الكلية: $2Al + 3Pb^{+2} \rightarrow 2Al^{+3} + 3Pb$

2 نرسم الخلية الغلفانية ونحدد حركة الالكترونات عبر الأسلاك والتي تكون من المصعد Al الأكثر نشاطًا إلى المهبط Pb الأقل نشاطًا



خلية غلفانية قطباها من النحاس Cu والحديد Fe وتحتوي على محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$ وكبريتات الحديد $FeSO_4$ بتركيز ١ مول/ لتر، إذا علمت أن الحديد Fe أنشط كيميائيًّا من النحاس Cu أجب عما يلي:

١–حدِّد أيَّ قطبٍ المصعد وأيهما يمثِّل المهبط

٢–اكتب معادلة التفاعل الحاصلة على القطبين

٣–اكتب معادلة التفاعل الكلي

٤–حدِّد اتجاه حركة الالكترونات عبر السلك بين القطبين

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

سؤال الكتاب ص١٣ : خلية غلفانية قطباها من النحاس Cu والنيكل Ni وتحتوي على محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$ وكبريتات النيكل $NiSO_4$ بتركيز ١ مول/ لتر، (إذا علمت أن Ni أكثر نشاطًا من النحاس Cu، وأن شحنة Ni في مركباته Ni^{+2}، والنحاس Cu^{+2}، أجب عما يلي:

١- أي القطبين يمثل المصعد وأيهما يمثل المهبط؟

٢- ما التفاعل الذي يحدث على قطب النحاس؟ اكتب معادلة التفاعل

٣- ما التفاعل الذي يحدث على قطب النيكل؟ اكتب معادلة التفاعل

٤- اكتب المعادلة الكلية الذي تحدث في هذه الخلية

٥- حدد اتجاه حركة الالكترونات عبر السلك بين القطبين

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

منهاجي
منصة التعليم الهادف

إذا تم وضع خلية غلفانية قطباها من الصوديوم Na والرصاص Pb أجب عما يلي:

١- حدد أي القطبين يمثل المصعد وأيهما يمثل المهبط

٢- اكتب معادلة التأكسد ومعادلة الاختزال والمعادلة الكلية

٣- ارسم الخلية الغلفانية وحدد عليها المصعد والمهبط واتجاه حركة الالكترونات

مع العلم أن Na أنشط من الرصاص Pb وشحنته Na^{+1} / Pb^{+2}

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ما وظيفة الفولتميتر في الخلية الكهربائية؟

.....
.....
.....

إذا أعطيت أربعة صفائح صغيرة للفلزات الافتراضية (A, B, C, D) لتكوين جميع الخلايا الغلفانية الممكنة، رتب هذه العناصر في سلسلة نشاط كيميائي اعتمادًا على ما يأتي:

١- الفلزان (B, A) يكونان الخلية ذات أعلى فرق جهد بينما يكون الفلزان (D, C) الخلية ذات أقل فرق جهد

٢- تترك الالكترونات في الخلية المكونة من الفلزين (A, D) من القطب A إلى القطب D

٣- تترك الأيونات الموجبة في المحلول باتجاه القطب A في خليته مع العنصر C

٤- الفلز D أكثر ميلًا لفقد الالكترونات من الفلز C

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(٢) خلايا التحليل الكهربائي

- هي خلايا يحدث فيها تفاعل تأكسد واختزال غير تلقائي نتيجة مرور تيار كهربائي في محلول أو مادة كهرلية حيث تتحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية
- أخذنا سابقًا (الفصل الدراسي الأول) أنه يمكن تصنيف المواد وفقَ قدرة محاليلها على إيصال التيار الكهربائي إلى:

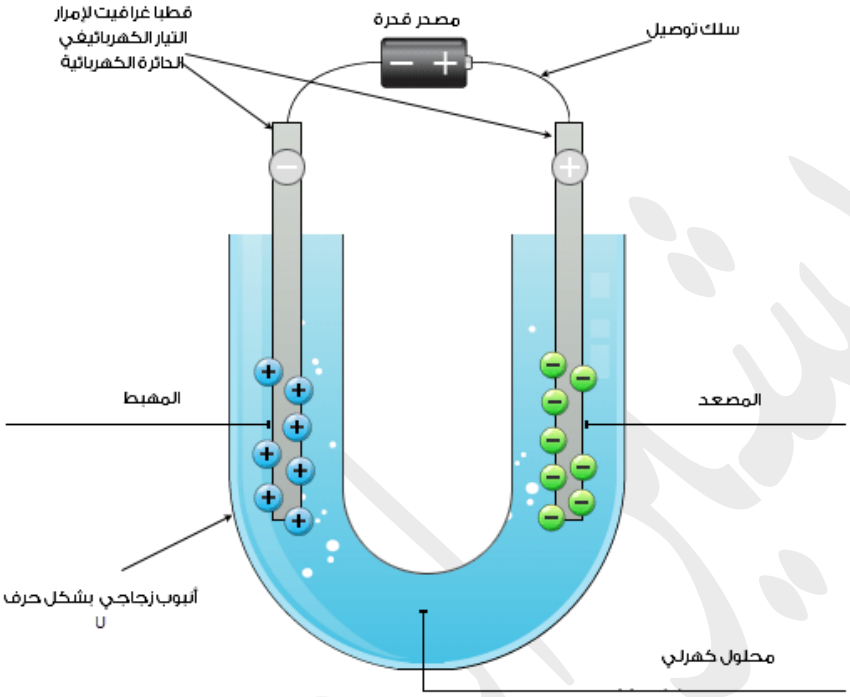
أ- **مواد كهرلية**: وهي المواد التي توصل محاليلها التيار الكهربائي حيث تتفكك عند إذابتها في الماء إلى أيونات موجبة وسالبة، وعندما تكون هذه الأيونات في الحالة الصلبة تكون بشكل بلوري ومقيدة الحركة مما يمنعها من نقل التيار الكهربائي، أما في الماء فإن بلورات الملح تتفكك إلى أيونات حرة الحركة في جميع الاتجاهات مما يجعل الأملاح قادرة على توصيل التيار الكهربائي

مثال: KOH / NaOH /HCl

ب- **مواد لا كهرلية**: وهي مواد لا تتفكك إلى أيونات عند ذوبانها في الماء، ولهذا لا توصل التيار الكهربائي، حيث توجد على شكل جزيئات متعادلة عند ذوبانها

مثال: السكر والكحول

في خلية التحليل الكهربائي:-



نلاحظ القطب السالب (–) يشكل المهبط، والقطب الموجب (+) يشكل المصعد

نلاحظ أن خلية التحليل الكهربائي تختلف عن الخلية الكهرُكيميائية (الخلية الغلفانية) في إشارة المصعد والمهبط، لكنهما يجتمعان في اتجاه حركة الالكترونات (من المصعد إلى المهبط عبر الأسلاك)

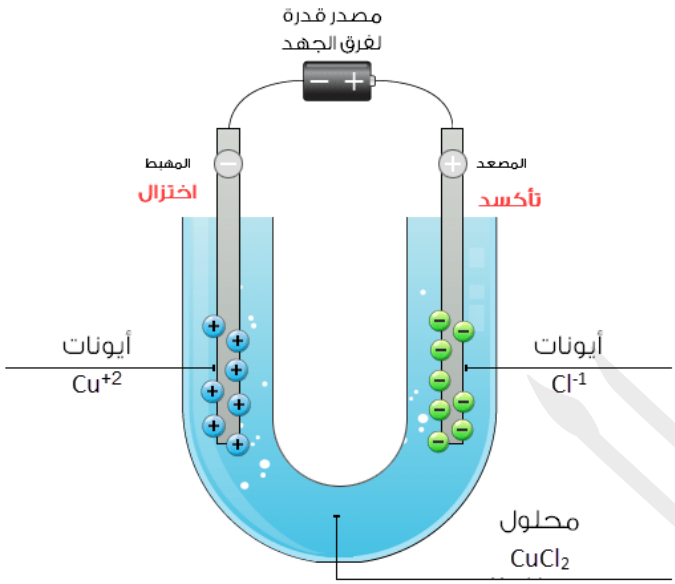
المقارنة	الخلية الغلفانية	خلية التحليل الكهربائي	شحنة الأقطاب عكس بعضها في الخليتين لأن هناك مصدر لفرق الجهد خارجي لفرق الجهد الكهربائي في خلية التحليل
إشارة المصعد	–	+	
إشارة المهبط	+	–	

مثال:

عند إجراء تحليل كهربائي لمحلول كلوريد النحاس $CuCl_2$ أجب عما يلي:

١- اكتب معادلة تفكك $CuCl_2$ في الماء

$$CuCl_2 \xrightarrow{H_2O} Cu^{+2} + 2Cl^-$$



٢- ما التغيرات التي تلاحظها على كل قطب؟

القطب السالب يشكل المهبط (القطب الذي يترسب عليه النحاس Cu بينما القطب الموجب هو المصعد (القطب الذي يتصاعد منه غاز الكلور Cl_2)

٣- اكتب معادلة التفاعل الذي يحدث على القطب الموجب

(عند سريان التيار الكهربائي في المحلول تتجه أيونات الكلور السالبة Cl^- نحو القطب الموجب وتفقد الالكترونات (تتأكسد))

$$2Cl^- \rightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$$

٤- اكتب معادلة التفاعل الذي يحدث على القطب السالب

(الأيونات الموجبة Cu^{+2} تتجه نحو القطب السالب وتكتسب إلكترونات (تختزل))

$$Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu_{(s)}$$

٥- ماذا ينتج من عملية التحليل الكهربائي لمحلول $CuCl_2$؟

نحصل على العنصرين الأوليين: نحاس Cu وغاز الكلور Cl_2، المكونات لملح كلوريد النحاس

نلاحظ من المثال السابق:

أن الأيونات السالبة في محلول المادة الكهرلية يتجه نحو القطب الموجب (المصعد) ويتأكسد

والأيونات الموجبة تتحرك نحو القطب السالب (المهبط) وتختزل

عند إجراء تحليل كهربائي لمحلول بروميد المغنيسيوم $MgBr_2$ أجب عما يلي:

١- ارسم خلية التحليل الكهربائي لمحلول MgBr2 في الماء

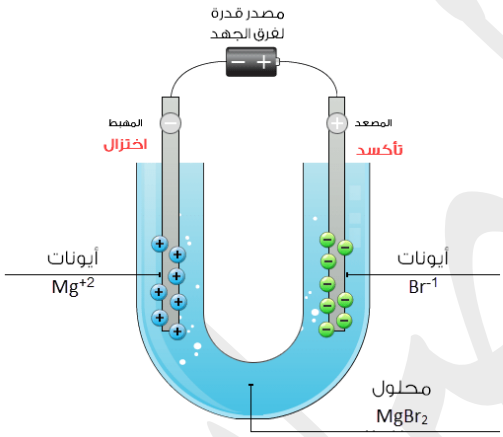
٢- أين تتجه الأيونات الناتجة في المحلول؟

٣- اكتب معادلة التفاعل الذي يحدث عند كل قطب

٤- ما العناصر التي تنتج من هذه العملية؟

الحل:

١- ⇦



٢- $MgBr_2 \xrightarrow{H_2O} Mg^{+2} + 2Br^-$

٣- تتجه الأيونات من القطب (+) المصعد إلى القطب (–) المهبط

٤- المصعد (تأكسد) $2Br^- \rightarrow Br_{2(g)} + 2e^-$

المهبط (اختزال) $Mg^{+2} + 2e^- \rightarrow Mg_{(s)}$

٥- ينتج المغنيسيوم $Mg_{(s)}$ وغاز البروم $Br_{2(g)}$، وهي العناصر الأولية التي يتكون منها بروميد المغنيسيوم $MgBr_2$

عند إجراء تحليل كهربائي لمحلول بروميد الرصاص $PbBr_2$ أجب عما يلي:

١ – ارسم خلية التحليل الكهربائي موضِّحًا عليها المصعد والمهبط وحركة الأيونات والالكترونات في الدارة

٢ – اكتب معادلة تفكك $PbBr_2$ في الماء

٣– اكتب معادلة التفاعل الذي يحدث عند كل قطب

٤ – ما نتائج التحليل الكهربائي لمحلول $PbBr_2$

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ملاحظة مهمة:

ما يحدث لصهر المواد الكهرلية مشابه لما يحدث للمحاليل الكهرلية، حيث تتحرر الأيونات وتصبح سهلة الحركة كما هو في المحلول

مثال:

عند إجراء تحليل كهربائي لمصهور يوديد البوتاسيوم KI

- تنتج أيونات I^-, K^+
- تتجه الأيونات السالبة I^- نحو القطب الموجب (تأكسد)/ مصعد

$$2I^- \rightarrow I_{2(g)} + 2e^-$$

- وتتجه الأيونات الموجبة K^+ نحو القطب السالب (اختزال)/ مهبط

$$2K^+ + 2e^- \rightarrow 2K$$

اكتب معادلات كيميائية تمثل التفاعلات التي تحدث على الأقطاب عند مرور تيار كهربائي في مصهور كل من:

١- بروميد الصوديوم NaBr2

الحل:

Na^+ يتجه للقطب (–)/ مهبط/ اختزال ⇦ $2Na^{+2} + 2e^- \rightarrow 2Na$

Br^- يتجه للقطب (+)/ مصعد/ تأكسد ⇦ $2Br^- \rightarrow Br_{2(g)} + 2e^-$

٢- كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$

.....
.....
.....
.....
.....

٣- يوديد الصوديوم NaI

.....
.....
.....
.....
.....

٤- كلوريد البوتاسيوم KCl

.....
.....
.....
.....
.....

جدول مقارنة بين الخلية الغلفانية وخلية التحليل الكهربائي

	الخلية الغلفانية	خلية التحليل الكهربائي
١-	يحدث فيها تحول للطاقة الكيميائية إلى كهربائية	يحدث فيها تحول الطاقة الكهربائية إلى كيميائية
٢-	لا تحتاج إلى مصدر خارجي للتيار	تحتاج إلى مصدر خارجي للتيار الكهربائي
٣-	الأقطاب فيها مختلفة ليست من نفس النوع والفعالية، قابليتهما للتأكسد والاختزال مختلفة وكل قطب مغمور في محلول يحتوي على أيوناته ومتصلة بأسلاك توصيل إلى الفولتميتر، وتصل بين المحلولين قنطرة ملحية	الأقطاب فيها من نفس النوع والجنس، مثل قطبي الغرافيت (لإدخال وإخراج الالكترونات في الدائرة) وتحتوي على محلول واحد كهرلي
٤-	التفاعل تلقائي	التفاعل غير تلقائي
٥-	المصعد (–) المهبط (+)	المصعد (+) المهبط (–)
٦-	يقاس جهد الكلية بالفرق بين المصعد والمهبط وقوة النشاط الكيميائي للعناصر المكونة لهما	تختلف نواتج التحليل الكهربائي للمحلول الواحد باختلاف الأقطاب المستخدمة
٧-	من تطبيقاتها: – البطارية الجافة – بطارية السيارة	من تطبيقاتها: – عملية الطلاء الكهربائي – تنقية المعادن

الوحدة الثانية: الحموض والقواعد

الحموض

الحمض: هو مادة تنتج أيونات (H^+) عند إذابتها في الماء

ميزات وصفات الحموض:

١- طعمها حمضي (لاذع)، مثل: الخل والبرتقال والليمون واللبن

٢- تغير لون ورق عباد الشمس من اللون الأزرق إلى الأحمر

٣- محاليلها المائية موصلة للتيار الكهربائي

٤- كاوية أو حارقة للجلد والأنسجة؛ لذلك يحظر تذوقها

٥- تتفاعل مع بعض الفلزات النشطة كالخارصين مثلًا وينطلق من الحمض غاز الهيدروجين (H_2)

مثال عليها:

١- عصير الليمون (حمض الستريك)

٢- حمض البطاريات (حمض الكبريتيك)

٣- حمض المعدة (حمض الهيدروكلوريك)

٤- الخلّ (حمض الأستيك)

٥- اللبن (حمض اللاكتيك)

منهاجي
منصة التعليم الهادف

الحموض هي مواد كهرلية تتأين عند إذابتها في الماء، وينتج عن تأينها أيونات (H^+) وأيونات أخرى سالبة (–) حسب الحمض؛ وهذا ما يجعل محاليلها موصلة للتيار الكهربائي

مثال:

HCl حمض الهيدروكلوريك

$$HCl_{(aq)} \xrightarrow{H_2O} H^+{}_{(aq)} + Cl^-{}_{(aq)}$$

مثال:

H_2SO_4 حمض الكبريتيك

$$H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow{H_2O} H^+{}_{(aq)} + HSO_4{}^-{}_{(aq)}$$

القواعد

القاعدة: هي مادة تنتج أيونات (OH^-) عند إذابتها في الماء

ميزات وصفات القواعد:

١- طعمها مر

٢- ملمسها ناعم كالصابون

٣- كاوية للجلد لذلك ينصح بعدم تذوقها

٤- تغير لون ورق عباد الشمس من اللون الأحمر إلى الأزرق

٥- توصل محاليلها التيار الكهربائي

٦- تتفاعل بعض القواعد مع الأملاح وتنتج ملح وهيدروكسيد الفلز

مثال عليها:

هيدروكسيد الصوديوم	$NaOH$	يدخل في صناعة الصابون ومواد التنظيف للمصارف
هيدروكسيد المغنيسيوم	$Mg(OH)_2$	يدخل في صناعة الأدوية المستخدمة لمعالجة الحموض الزائدة للمعدة
هيدروكسيد الكالسيوم	$Ca(OH)_2$	يستخدم في البناء وطلاء سيقان الأشجار وتنقية مياه الشرب من الشوائب
الأمونيا (النشادر)	NH_3	يدخل في صناعة سوائل التنظيف والأسمدة ومساحيق تنظيف الحمامات

القواعد هي مواد كهرلية تتأين عند إذابتها في الماء، وينتج عن تأينها أيونات (OH^-) وأيونات أخرى موجبة (+) حسب القاعدة؛ وهذا ما يجعل محاليلها موصلة للتيار الكهربائي

مثال:

NaOH هيدروكسيد الصوديوم

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

مثال:

$Mg(OH)_2$ هيدروكسيد المغنيسيوم

$$Mg(OH)_{2(aq)} \xrightarrow{H_2O} Mg^{+2}{}_{(aq)} + 2OH^-{}_{(aq)}$$

كواشف الحموض والقواعد

الكاشف: هي مادة يتغير لونها بحسب حمضية أو قاعدية الوسط الذي توجد فيه

أو هي حموض أو قواعد ضعيفة تتلون بلون معين في المحاليل الحمضية، بينما تتلون بلون آخر في المحاليل القاعدية

من الكواشف: **ورق عباد الشمس** كما ذكرنا سابقًا

ويمكن توضيح الطريقة التي يتغير فيها لون الكاشف بتغير الوسط الذي يوضع فيه بدراسة التغير في لون كاشف عباد الشمس الحمضي الذي يتأين في الماء حسب المعادلة:

$$HX_{(aq)} \rightleftharpoons H^{+}_{(aq)} + X^{-}_{(aq)}$$

لون الكاشف المتأين (أزرق) — لون الكاشف غير المتأين (أحمر)

فعند وضع كاشف عباد الشمس في محاليل حمضية، أي مع وجود زيادة من أيونات H^+ نجد أن تأينه سوف يقل، ويصبح لون الكاشف غير المتأين هو السائد في المحلول، أما إذا كان الوسط قاعديًّا فإن تركيز أيونات H^+ يكون أقل؛ نتيجة تفاعلها مع أيونات OH^- وبذلك يزداد التأين ويكون لون الكاشف المتأين هو السائد في المحلول

هناك **أنواع مختلفة من الكواشف** هي:

(١) كواشف طبيعية:

هي كواشف تستخلص من مواد طبيعية، كثمار النباتات وأزهارها وأوراقها وجذورها

مثال: الملفوف الأحمر، الشمندر الأحمر، الورد الجوري، العنب الأسود، محلول الشاي

يمكن التعرف على طبيعة المواد ما إذا كانت حمضية أم قاعدية من خلال استخدام الكواشف الطبيعية

مثال: **محلول الشاي (كاشف طبيعي)**

- عند وضع حمض (يعطي لون مائل للصفرة)
- عند وضع قاعدة (يعطي لون مائل للغامق) داكن

فعندما يكون لدينا مادة ولا نستطيع بالتمييز ما إذا كانت حمض أم قاعدة، نحضر محلول الشاي ونضع كمية من المادة في المحلول، فإذا أعطتنا لون مائل للصفرة يكون حمضًا، أما إذا أعطتنا لونًا داكنًا يكون قاعدة

مثال: **الملفوف الأحمر (كاشف طبيعي)**

- إضافة حمض في محلول الملفوف الأحمر يعطي لونًا أحمرًا
- إضافة قاعدة في محلول الملفوف الأحمر يعطي لونًا أخضرًا داكنًا

اسم المادة	نوع المادة	لون الكاشف الناتج (محلول ملفوف أحمر)
HCl حمض الهيدروكلوريك	حمض	أحمر
NaOH هيدروكسيد الصوديوم	قاعدة	أخضر
عصير الليمون	حمض	أحمر
ماء مقطر	متعادل	لا يتغير اللون
مسحوق الخبيز	قاعدة	أخضر
سائل تنظيف الصحون	قاعدة	أخضر

كيف يمكنك معرفة ما إذا كان مستحضر غسيل الشعر (الشامبو) الذي تستخدمه في منزلك حمضيًّا أم قاعديًّا؟

نستطيع استخدام الملفوف الأحمر للكشف عنه، فإذا أصبح لون المحلول أحمرًا فإن الشامبو حمضيٌّ، أما إذا أصبح لون المحلول بنفسجيًّا داكنًا يكون قاعديًّا

أو الشاي إذا أصبح اللون مائلًا للصفرة يكون حمضيًّا، أما إذا أصبح مائلًا للغامق (داكنًا) يكون قاعدة

مثال: الورد الجوري (كاشف طبيعي)

- عند إضافة حمض في محلول كاشف الورد الجوري يعطي لونًا أحمرًا غامقًا
- عند إضافة قاعدة في محلول كاشف الورد الجوري يعطي لونًا أزرقًا

ما اللون الذي يعطيه كاشف الورد الجوري عند إضافته إلى كل من:

١ – الخل الأبيض

٢ – سائل تنظيف الزجاج

٣ – عصير الليمون

٤ – مسحوق الخبيز

(٢) الكواشف الصناعية (الكيميائية) الجاهزة:

هي كواشف جاهزة، يتم تصنيعها للتمييز بين الحموض والقواعد في المختبرات، وهي أكثر دقة من الكواشف الطبيعية

مثال عليها: كاشف الفينوفثالين/ كاشف الميثيل البرتقالي

الوسط / لون الكاشف	لون الفينوفثالين	لون الميثيل البرتقالي
حمضي	لا لون له	أحمر
قاعدي	زهري اللون	أصفر

مثال: ما لون الكاشف في الأوساط الحمضية والقاعدية التالية:–

صيغة المادة	لون الفينوفثالين	لون الميثيل البرتقالي
HCl	لا لون له	أحمر
HNO_3	لا لون له	أحمر
NaOH	زهري	أصفر
KOH	زهري	أصفر

نلاحظ أنه كلما كان تركيز اللون أكبر كان الحمض أو القاعدة أقوى

إذا كان لديك المواد التالية:

HCl/ CH_3COOH/ $NaOH$/ HBr/ NH_3/ KOH

اكتب النتائج الافتراضية التي يمكن التوصل إليها باستخدام الكواشف التالية: (محلول الشاي، محلول الملفوف الأحمر، ورقة عباد الشمس، محلول الفينوفثالين، الميثيل البرتقالي) في كل منها:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

درجة الحموضة

درجة الحموضة: مقياس لتركيز أيونات الهيدروجين في المحلول

تعتمد درجة حموضة المحلول على تركيز أيونات H^+ فيه حيث تزداد درجة الحموضة للمحلول بزيادة تركيز أيونات H^+

يُعبَّر عن درجة الحموضة باستخدام تدريج يبدأ من (صفر إلى ١٤)، ويُعرف (بتدريج الرقم الهيدروجيني) ورمزه **pH**

المحاليل الحامضية قيمة pH أقل من (٧) وتقل قيمة pH بزيادة تركيز أيونات H^+ حيث تزداد قوة درجة حموضة المحلول

أما المحاليل القاعدية قيمة pH أكبر من (٧) حيث تزداد قيمة pH بزيادة تركيز أيونات OH^- حيث تزداد قوة القاعدة كلما اتجهنا للأعلى

أما إذا كانت قيمة pH = (٧) فإنه محلول متعادل، **مثال**: الماء النقي

ما المقصود بالرقم الهيدروجيني pH؟

هو سالب لوغاريتم للأساس ١٠ لتركيز الهيدرونيوم H_3O^+ في المحلول

وهو مقياس يعبر عن درجة حموضة المحلول ويعتمد على تركيز أيونات H^+ في المحلول وتتراوح من صفر إلى ١٤

معلومة: $pH = - لو [H_3O^+]$ أو $[H_3O^+] = ١٠^{-pH}$

ملاحظة: للتعبير عن حموضة محلول ما يلزم معرفة تركيز $[H_3O^+]$ والصعوبة هنا في التعامل مع أرقام صغيرة، اتفق العلماء على استخدام الرقم الهيدروجيني pH للتعبير عن درجة الحموضة

كلما زادت قوة الحمض في المحلول يزداد تركيز H_3O^+ **مما يؤدي إلى نقص pH**

وكلما زادت قوة القاعدية في المحلول يزداد تركيز OH^- **مما يؤدي إلى زيادة pH**

ملاحظة: إذًا العلاقة عكسية بين تركيز $[H_3O^+]$ و pH

وطردية بين تركيز $[OH^-]$ و pH

⇑[تركيز H_3O^+] ⇑ الحامضية ⇓pH ⇑تركيز OH^- ⇑القاعدية ⇑ pH

⇓[تركيز H_3O^+] ⇓ الحامضية ⇑ pH ⇓ تركيز OH^- ⇓ القاعدية ⇓ pH

ملاحظة للعلم:

بعض الحموض القوية: $HBr/\ HI/\ HNO_3/\ HClO_4/\ H_2SO_4/\ HCl$

بعض الحموض الضعيفة: $H_2CO_3/\ H_2SO_3/\ CH_3COOH/\ HCN/\ HF$

بعض القواعد القوية: $Ca(OH)_2/\ KOH/\ NaOH/\ LiOH$

بعض القواعد الضعيفة: $NH_3/\ Mg(OH)_2/\ NH_4OH$

? حدِّد أي المحاليل الآتية المتساوية في التركيز له أعلى قيمة pH: KOH أو NH_3؟

KOH قاعدة قوية: pH له عالية

NH_3 قاعد أضعف: pH له أقل

حدِّد أي المحاليل الآتية المتساوية في التركيز له أقل قيمة pH: H_2CO_3 أو HNO_3؟

.....

.....

سؤال (٥)، ص٦١: لديك الحمضيات: HCOOH و HNO_3 عند التركيز نفسه فأي الحمضين

١- يكون في محلوله نسبة أيونات $[H^+]$ أكبر؟

٢- يكون المحلول الخاص به صفات حامضية أقل؟

٣- محلوله أعلى pH ؟

٤- محلوله أكثر قدرة على توصيل التيار الكهربائي؟

.....

.....

.....

.....

.....

سؤال (٧)، ص٦١: لديك القاعدتان: KOH و NH_3 عند التركيز نفسه فأي القاعدتين

١- تكون في محلولها نسبة أيونات $[OH^-]$ أكبر؟

٢- تكون لمحلولها الصفات القاعدية الأقل؟

٣- محلولها أعلى pH ؟

٤- محلولها أكثر قدرة على توصيل التيار الكهربائي؟

.....
.....
.....
.....
.....
.....

سؤال (٣)، ص٥٩: إذا كانت قيمة pH لعدد من المحاليل ذات التركيز المتساوي هي (٩، ٤، ٧، ١، ١٠، ١٤، ٣) أجب عن الأسئلة الآتية:

١- صنِّف هذه المحاليل إلى محاليل (حمضية، قاعدية، متعادلة)؟

١ ⇦ حمض	٣ ⇦ حمض	٤ ⇦ حمض	٧ ⇦ حمض
٩ ⇦ قاعدة	١٠ ⇦ قاعدة	٤ ⇦ قاعدة	

٢- ما اللون الذي يظهره كاشف الفينوفثالين عند وضعه في محلول قيمة pH له= ١٠ ؟ فسر إجابتك

pH = ١٠ يعني محلول قاعدي؛ فيظهر كاشف الفينوفثالين عند وضعه في محلول قاعدي باللون الزهري

٣- ما اللون الذي يظهره كاشف الميثيل البرتقالي عند وضعه في محلول قيمة pH له= ٤؟ فسر إجابتك

pH =٤ يعني المحلول حمضي؛ فيظهر كاشف الميثيل البرتقالي باللون الأحمر

٤- إذا كان أحد المحاليل السابقة هو محلول الحمض HCl فأي قيم pH يحتمل أن تناسبه؟

HCl حمض قوي وبالتالي يكون له أقل pH وهي (١)، pH= ١

٥- إذا كان أحد المحاليل السابقة هو محلول KOH فأي قيم pH يحتمل أن تناسبه؟

KOH قاعدة قوية وبالتالي يكون له أعلى pH وهي (١٤)، pH= ١٤

إذا كانت قيمة pH لعدد من المحاليل ذات التركيز المتساوي هي (٦، ١٤، ٧، ٩، ٢) أجب عن الأسئلة الآتية:

١- صنِّف هذه المحاليل إلى محاليل (حمضية، قاعدية، متعادلة)؟

.....
.....
.....

٢- ما اللون الذي يظهره كاشف الفينوفثالين وكاشف الميثيل البرتقالي عند وضعه في محلول قيمة pH له=٩؟

.....
.....
.....

٣- ما اللون الذي يظهره كاشف الفينوفثالين وكاشف الميثيل البرتقالي عند وضعه في محلول قيمة pH له=٦؟

.....
.....
.....

٤- إذا كان أحد المحاليل السابقة هو محلول حمض HNO_3 القوي فأي قيم pH يحتمل أن تناسبه؟

.....
.....
.....

٥- إذا كان أحد المحاليل السابقة هو محلول CaO الضعيف فأي قيم pH يحتمل أن تناسبه؟

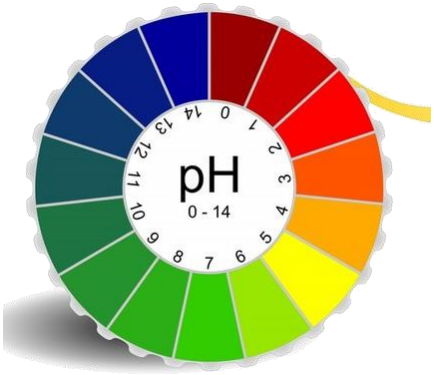
.....
.....
.....

للحكم على قوة حمض أو قاعدة نلجأ إلى استخدام كاشف خاص يسمى:

الكاشف العام: وهو مزيج من الكواشف يتغير لونه تدريجيًّا بتغير قيمة الرقم الهيدروجيني للمحلول

يختلف هذا الكاشف بأنه يتغير لونه عند كل رقم هيدروجيني حيث يحتوي على ١٤ لون، وهو على شكل قرصي

وعند كل رقم لون خاص يختلف في درجته عن بقية الألوان



في الكاشف العام:

نأخذ قطرات من الحمض أو القاعدة ونضعها على ورقة الكاشف العام، ونحدد اللون الذي حصلنا عليه، ثم نحدد من خلال اللون رقم pH المشابه لهذا اللون ومنه نحدد قوة الحمض أو القاعدة

لقياس الرقم الهيدروجيني pH بشكل أكثر دقة يتم استخدام جهاز يعطي قياسات أكثر دقة من الكاشف العام يسمى جهاز (مقياس الرقم الهيدروجيني) pH meter

تفاعلات الحموض والقواعد (تفاعلات التعادل)

تفاعل التعادل: هو تفاعل بين الحمض والقاعدة ينتج عنه ملح وماء

عرَّفنا سابقًا أن الحمض مادة تنتج أيون H^+ عند ذوبانها في الماء، والقاعدة مادة تنتج أيون OH^- عند ذوبانها في الماء، وعند حدوث تفاعل بين الحمض والقاعدة ينتج ملح بالإضافة إلى الماء

ملح + ماء ⟶ قاعدة + حمض

الملح: هو مادة أيونية تنتج من تفاعل حمض وقاعدة، فملح كلوريد الصوديوم NaCl ينتج من التفاعل الآتي:

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

قاعدة (هيدروكسيد الصوديوم) — حمض (حمض الهيدروكلوريك) — ملح (كلوريد الصوديوم) — ماء

وبما أن (NaCl, HCl, NaOH) مواد كهرلية تتأين في الماء، فيمكن كتابة المعادلة على شكل أيونات كما يلي:

$$Na^+ + OH^- + H^+ + Cl^- \rightarrow Na^+ + Cl^- + H_2O_{(l)}$$

ونلاحظ عدم حدوث تغير لشحنة كل من الأيونات (Cl^-, Na^+) في المواد المتفاعلة والناتجة (أثناء التفاعل) فيمكن حذفهما من المعادلة لتصبح المعادلة:-

$$OH^- + H^+ \rightarrow H_2O_{(l)}$$

وهنا نلاحظ أن الحمض والقاعدة تعادلا وكوَّنا محلولًا يكون فيه تركيز H^+ مساويًا لتركيز OH^- لذلك سُمِّيت **بتفاعلات التعادل**

وينتج بعد تبخر الماء H_2O بقاء الملح NaCl التي لم تظهر في البداية حيث كانت ذائبة في الماء، وبعد تبخر الماء تجمعت هذه الأيونات ونتجت بلورات الملح NaCl

هناك **أشكال أخرى لتفاعلات الحموض والقواعد منها:**

١- تفاعل الحموض مع قواعد لا تحتوي على أيونات OH^-، **مثل:** NH_3

لينتج الملح فقط بدون الماء (محاليل الأملاح المشتقة من حموض قوية وقواعد ضعيفة)

مثال:

$$NH_{3(aq)} + HCl_{(aq)} \rightarrow Na_4Cl_{(aq)}$$

قاعدة ضعيفة (الأمونيا) — حمض قوي (حمض الهيدروكلوريك) — ملح كلوريد الأمنيوم

٢- تفاعل الحموض مع بعض القواعد، **مثل:** (كربونات الصوديوم Na_2CO_3) **أو كربونات الصوديوم الهيدروجينية** ($NaHCO_3$)، حيث ينتج غاز CO_2 ثاني أكسيد الكربون وملح وماء

مثال:

$$Na_2CO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow 2NaCl_{(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

قاعدة كربونات الصوديوم — حمض الهيدروكلوريك — ملح كلوريد الصوديوم — غاز ثاني أكسيد الكربون — ماء

$$NaHCO_{3(s)} + HNO_3 \rightarrow NaNO_{3(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

قاعدة كربونات الصوديوم الهيدروجينية — حمض النيتريك — ملح نترات الصوديوم — غاز ثاني أكسيد الكربون — ماء

يتفاعل حمض الكبريتيك H_2SO_4 مع كربونات المغنيسيوم الهيدروجينية $Mg(HCO_3)_2$:

اكتب معادلة التفاعل، ما اسم الملح الناتج؟

$$H_2SO_{4(s)} + Mg(HCO_3)_2 \rightarrow MgSO_4 + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

ملح كبريتيك المغنيسيوم

يُلاحظ تصاعد غاز عند وضع قطرات من حمض HCl **على قطع من الرخام، فسر ذلك**

بسبب حدوث تفاعل بين الحمض والرخام، حيث ينتج غاز ثاني أكسيد الكربون

يتفاعل حمض النيتريك HNO_3 مع هيدروكسيد البوتاسيوم KOH، اكتب معادلة التفاعل، ما اسم الملح الناتج؟

.....

.....

.....

يتفاعل حمض الإيثانويك CH_3COOH مع هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$، اكتب معادلة التفاعل، ما اسم الملح الناتج؟

.....

.....

.....

يتفاعل حمض الهيدروكلوريك HCl مع هيدروكسيد المغنيسيوم $Mg(OH)_2$، اكتب معادلة التفاعل، ما اسم الملح الناتج؟

.....
.....
.....

معلومة:

ليست جميع الأملاح ومحاليلها الناتجة ذات تأثير متعادل، فهناك محاليل لها تأثير حمضي، وبعضها الآخر له تأثير قاعدي كما يلي:

١- محاليل الأملاح المشتقة من حموض قوية وقواعد قوية (تكون متعادلة) مثل: KNO_3

٢- محاليل الأملاح المشتقة من حموض قوية وقواعد ضعيفة (ذات تأثير حمضي) مثل: NH_4Cl

٣- محاليل الأملاح المشتقة من حموض ضعيفة وقواعد قوية (ذات تأثير قاعدي) مثل: CH_3COONa

٤- محاليل الأملاح المشتقة من حموض وقواعد ضعيفة يعتمد تأثيرها على ثابت التأين لكل من الحمض والقاعدة