السنة الرابعة متوسط

- ✓ دروس مفصلة
- ✓ ملخصات
- ✓ تمارين خارجية مع حلها
- ✓ حل جميع تمارين الكتاب المدرسي المتعلقة بالميدان

ميدان المادة و تحولاتها

الأستاذ شروانة صالح

بسم الله و الحمد لله و الصلاة و السلام على رسول الله ، و بعد :

أضع بين أيدي تلاميذ السنة الرابعة من التعليم المتوسط هذا العمل المتعلق بميدان المادة و تحولاتها و الذي يضم :

الوضعية	الملاحظات	الصفحة
الوضعية الانطلاقية للميدان	الوضعية المقترحة في الكتاب المدرسي	02
الشاردة و المحلول الشاردي	شرح مفصل للوضعية التعليمية	03
ملخص الشاردة و المحلول الشاردي	ملخص للمراجعة	07
تمارين خارجية و حلولها	تمارين محلولة بالتفصيل	09
حلول جميع تمارين الكتاب المدرسي	تمارين محلولة بالتفصيل	13
التحليل الكهربائي البسيط	شرح مفصل للوضعية التعليمية	27
مخلص التحليل الكهربائي البسيط	ملخص للمراجعة	19
تمارين خارجية و حلولها	تمارين محلولة بالتفصيل	20
حلول جميع تمارين الكتاب المدرسي	تمارين محلولة بالتفصيل	23
التحولات الكيميائية في المحاليل الشاردية	شرح مفصل للوضعية التعليمية	27
ملخص التحولات الكيميائية	ملخص للمراجعة	34
تمارين خارجية و حلولها	تمارين محلولة بالتفصيل	36
حلول تمارين الكتاب المدرسي	تمارين محلولة بالتفصيل	42
حل الوضعية الانطلاقية	حل الوضعية الانطلاقية المقترحة في الكتاب المدرسي	46
ادماج التعلمات	حل وضعية الإدماج المقترحة في الكتاب المدرسي	47

دروس

ملخصات

تمارين محلولة

الوضعية الانطلاقية لميدان الظواهر المادة و تحولاتها	التاريخ

نص الوضعية : الكتاب المدرسي صفحة 32

و.ت: 01	الشاردة و المحلول الشاردي	التاريخ

الوضعية المشكلة الجزئية :

في مخبر العلوم الفيزيائية وجد زميلة قاروات لمحاليل كميائية مكتوبا عليها بعذ الرموز منها : Fe^{2+} ، Cl^{-}، بين له دلالة هذه الرموز الكميائية

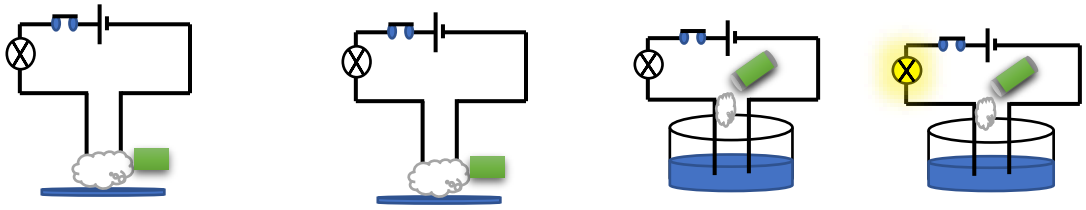
---

1. **المحلول المائي : (تذكير)**

هو خليط متجانس يتكون من ماء (العنصر المحل) و مادة قابلة للانحلال (العنصر المنحل) بحيث يكون الماء هو المكون الغالب

2. **المحاليل المائية و التيار الكهربائي :**

نحقق التجربة رقم 01 صفحة 34 من الكتاب المدرسي فنلاحظ بعد غلق القاطعة :



محلول ملحي | محلول سكري | ملـح صلب | سكر صلب

المادة	حالة المصباح
محلول ملحي	يتوهج المصباح (المحلول الملحي مادة ناقلة)
محلول سكري	لا يتوهج المصباح (المحلول السكري مادة عازلة)
الملح الصلب	لا يتوهج المصباح (الملح الصلب مادة عازلة)
السكر الصلب	لا يتوهج المصباح (السكر الصلب مادة عازلة)

❖ نقل المحاليل المائية للتيار الكهربائي :

- المحاليل المائية الناقلة للتيار الكهربائي تسمى محاليل مائية شاردية بسبب احتوائها على دقائق مجهرية حاملات الشحنة الكهربائية . مثل: محلول كلور الصوديوم
- المحاليل المائية غير الناقلة للتيار الكهربائي تسمى محاليل مائية جزيئية بسبب عدم احتوائها على حاملات الشحنة الكهربائية . مثل: محلول سكري
- المواد الصلبة الشاردية و الجزيئية لا تنقل التيار الكهربائي

3. الشاردة و أنواعها :

- تتكون الذرة من نواة مركزية تحمل شحنة موجبة تدور حولها إلكترونات تحمل شحنة سالبة
- إن الذرة في حالتها العادية متعادلة كهربائيا أي شحنتها الكلية تساوي الصفر أي عدد الشحنة السالبة يساوي عدد الشحنة الموجبة (لم تفقد و لم تكتسب)
- قد يكون التكهرب بسبب اكتساب أو فقدان الذرة للإلكترونات و منه

☜ يمكن للذرة ان تكتسب أو تفقد إلكترونا أو أكثر و تصبح مشحونة كهربائيا (غير متعادلة كهربائيا)

- إذا اكتسبت الذرة إلكترونا أو أكثر تصبح شحنتها الكلية في هذه الحالة سالبة أي لها زيادة في عدد الالكترونات
- إذا فقدت الذرة إلكترونا أو أكثر تصبح شحنتها الكلية موجبة أي لها نقص في عدد الإلكترونات

☜ نسمي كل ذرة فقدت أو اكتسبت إلكترونا أو أكثر الشاردة

❖ تعريف الشاردة :

1. الشاردة البسيطة : و هي ذرة فقدت إلكترون أو أكثر و هي نوعان :

أ. الشاردة البسيطة الموجبة: و هي ذرة فقدت إلكترونا أو أكثر

ب. الشاردة البسيطة السالبة : و هي ذرة اكتسبت إلكترونا أو أكثر

2. الشاردة المركبة : و هي مجموعة من الذرات فقدت أو اكتسبت إلكترون أو أكثر

الصيغة الكيميائية للشاردة:

- يرمز للشاردة البسيطة السالبة برمز الذرة مرفوقا بـ $n-$ عدد الإلكترونات التي اكتسبتها و نكتب في الحالة العامة :

$$A^{n-}$$

- يرمز للشاردة البسيطة الموجبة برمز الذرة مرفوقا بـ $n+$ عدد الإلكترونات التي فقدتها و نكتب في الحالة العامة :

$$B^{n+}$$

يرمز للشاردة المركبة بالصيغة الكيميائية للجزيء مرفوقا بـ $n-$ أو $n+$

تطبيق01 : ملصقة لقارورة ماء معدني

أكمل الجدول التالي و صنف الشوارد التالية حسب نوعها :

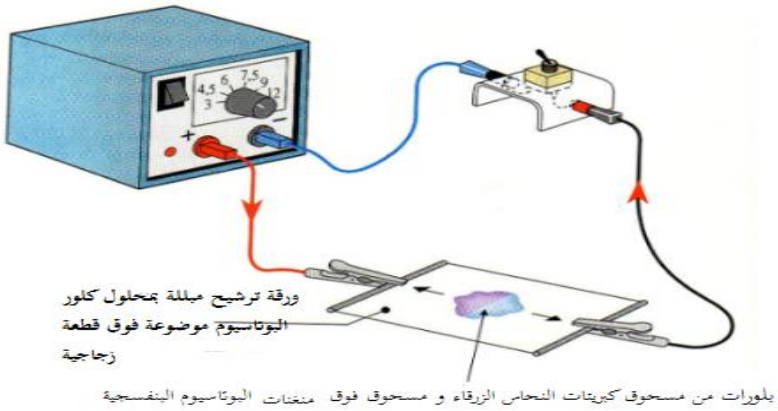
اسم الذرة	رمز الذرة	حالة الذرة	رمز الشاردة	نوعها
الهيدروجين		فقدت إلكترون		شاردة بسيطة سالبة
الكلور		إكتسبت إلكترون		
النحاس		فقدت إلكترونين		
الحديد		فقدت إلكترونين		
الحديد		فقدت ثلاث إلكترونات		
الزنك			Zn^{2+}	
الأمنيوم			Al^{3+}	

القصدير			Sn^{2+}	
الفضة		فقدت إلكترون		
الصوديوم		فقدت إلكترون		

شاردة الكبريتات	فقد إلكترونين		
شاردة النترات		NO_3^-	
شاردة الهيدروكسيد	إكتسب إلكترون		

3. تجربة هجرة الشوارد:

نحقق التجربة رقم 02 صفحة 34 من الكتاب المدرسي :



- كبريتات النحاس تحتوي على شوارد موجبة Cu^{2+} و فوق منغنات البوتاسيوم تحتوي على شوارد سالبة MnO_4^-
- يلاحظون أنه مرور التيار الكهربائي يكون مصحوبا بهجرة و انتقال متعاكس للونين أي انتقال الشوارد الموجبة و انتقال الشوارد السالبة معا حيث تنتقل الشوارد الموجبة نحو القطب السالب للمولد و تنتقل الشوارد السالبة نحو القطب الموجب للمولد

5. التعادل الكهربائي في محلول شاردي :

- المحاليل المائية الشاردية ناقلة للتيار الكهربائي لأنها تحتوي على شوارد حرة موجبة و سالبة معا
- المحلول الشاردي متعادل كهربائيا أي مجموع الشحن الموجبة يساوي مجموع الشحن السالبة
-

6. كتابة الصيغة الشاردية لمحلول مائي:

- معرفة نوع الذرات أو الجزئيات الحاملة للشحنة
- تكتب بين قوسين الشاردة الموجبة على اليمين و الشاردة السالبة على اليسار و يفصل بينهما بفاصلة أو علامة الجمع
- يجب ان يتحقق التعادل الكهربائي للمحلول الشاردي أي:

مجموع الشحن الموجبة + مجموع الشحن السالبة = 0

و لكتابة الصيغة الإحصائية (الجزئية) لمركب شاردي صلب :

- نتبع طريقة كتابة الصيغة الكيميائية لجزيء حيث نحصي (نوع و عدد الذرات) المكونة له
- لا نكتب الشحنة الكهربائية في الصيغة الإحصائية

مثال : كلور القصدير

الصيغة الشاردية للمحلول $(Zn^{2+} + 2Cl^{-})(aq)$

الصيغة الإحصائية للمسحوق $ZnCl_2\ (s)$

تطبيق2: أكمل الجدول التالي مستعينا بالجدولين السابقين:

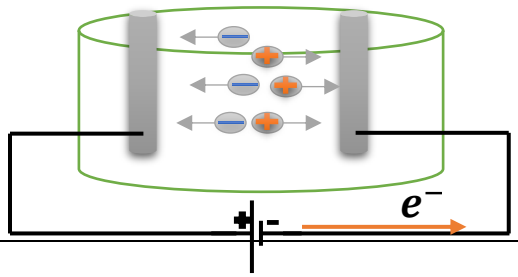
اسم المحلول الشاردي	الصيغة الشاردية للمحلول المائي الشاردي	الصيغة الإحصائية للمحلول المائي الشاردي	الصيغة الإحصائية لمركبه الصلب الشاردي
كلور الهيدروجين (كلور الماء)			//////////
كلور النحاس الثنائي			
كلور الحديد الثنائي			
كلور الألمنيوم			
كلور الزنك	$(Zn^{2+} + 2Cl^{-})\ (aq)$	$ZnCl_2(aq)$	$ZnCl_2(s)$
كلور القصدير			
كبريتات النحاس الثنائي			
كبريتات الحديد الثنائي			
كبريتات الزنك			
نترات الفضة			
هيدروكسيد الصوديوم			

ملخص الشاردة و المحلول الشاردي

يجب قبل حلك للتمارين أن تعلم أن :

الناقلية للتيار الكهربائي				
المادة	**مادة صلبة جزيئية**	**محلول جزيئي**	**مادة صالبة شاردية**	**محلول شاردي**
أمثلة	سكر الطعام	محلول سكري	ملح الطعام ، **مسحوق** كلور الزنك ، **مسحوق** كبريتات النحاس	محلول كلور الزنك ، محلول كبريتات النحاس
ناقليتها	لا تنقل التيار	لا تنقل التيار	لا تنقل التيار	ناقلة للتيار
التعليل	ليس بها شوارد	ليس بها شوارد	بها شوارد لكنها ليست حرة	بها شوارد حرة

التيار الكهربائي	
التيار الكهربائي في الأسلاك و النواقل الصلبة	**التيار الكهربائي في المحاليل الشاردية**
التيار الكهربائي المستمر هو الحركة الإجمالية للإلكترونات من القطب السالب للمولد نحو القطب الموجب	هو الحركة المزدوجة للشوارد الموجبة و الشوارد السالبة في اتجاهين متعاكسين نحو قطبي المولد



الشاردة و أنواعها								
الشاردة	البسيطة السالبة (اكتسبت)		البسيطة الموجبة (فقدت)			المركبة السالبة		المركبة الموجبة
صيغتها	يرمز للشاردة البسيطة برمز **الذرة** مرفوقا بـ $n-$ في حالة اكتسابها للإلكترونات أو $n+$ و في حالة الفقدان حيث n عدد الإلكترونات المكتسبة أو المفقودة					يرمز للشاردة المركبة بالصيغة الكيميائية **للجزيء** مرفوقا بـ $n-$ حين اكتساب الكاترونات أو $n+$ حين فقدانها		
أمثلة	Cl^-	O^{2-}	N^{3-}	H^+	Zn^{2+}	Al^{3+}	SO_4^{2-}	NO_3^-

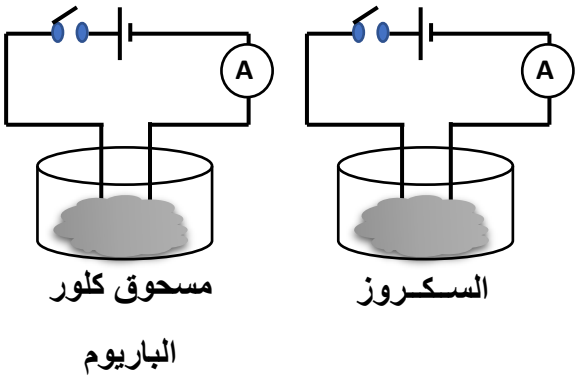
التعادل الكهربائي		
الذرة	الشاردة	المحلول الشاردي
متعادلة كهربائيا (راجع درس النموذج المبسط للذرة)	غير متعادلة كهربائيا	متعادل كهربائيا

المركبات الصلبة الشاردية		المحاليل الشاردية	
الاسم	الصيغة	الاسم	الصيغة
مسحوق كلور الصوديوم	$NaCl\ (S)$	محلول كلور الصوديوم	$(Na^+ + Cl^-)\ (aq)$
مسحوق كلور الزنك	$ZnCl\ (S)$	محلول كلور الزنك	$(Zn^{2+}, 2Cl^-)\ (aq)$
مسحوق كلور القصدير	$SnCl\ (S)$	محلول كلور القصدير	$(Sn^{2+} + 2Cl^-)\ (aq)$
مسحوق كبريتات النحاس	$CuSO_4\ (S)$	محلول كبريتات النحاس	$(Cu^{2+} + SO_4^{2-})\ (aq)$
غير ناقلة للتيار الكهربائي		ناقلة للتيار الكهربائي	

مجموعة من التمارين و التطبيقات و حلولها (خارجية)

التمرين 01:

في منافسة أقيمت بين تلاميذ السنة الرابعة قدم أستاذ العلوم الفيزيائية علبتين إحداهما بها مسحوق السكروز و الثانية بها مسحوق كلور الباريوم $BaCl_2(s)$ للتفريق بين المسحوقين اعتمد التلاميذ على التجربة الموضحة في **الوثيقة**



1. صف ماذا تلاحظ عند غلق القاطعتين
   - قدم تفسيرا لملاحظاتك، ماذا تستنتج ؟
2. بعد ذلك أضاف التلاميذ الماء النقي لمسحوق السكروز و مسحوق كلور الباريوم
   أ. صف ماذا تلاحظ
   ب. قدم تفسيرا لملاحظاتك ، ماذا تستنتج ؟
3. أكتب المعادلتين الكيميائيتين المعبرتين عن :
   أ. تحول ذرة الباريوم Ba إلى شاردة الباريوم
   ب. تحول ذرة الكلور Cl إلى شاردة الكلور

عبر عن محلول كلور الباريوم بالصيغة الشاردية

حل التمرين 01:

1. لا ينحرف مؤشر جهاز الأمبير متر ،
   التفسير : مادة السكروز ليس بها شوارد و أما مسحوق كلور الباريوم فشوارده غير حره لهذا لا ينقلان التيار الكهربائي
   و منه نستنتج أن مادة السكروز و مسحوق كلور الباريوم مادتان عازلتان
2. نلاحظ عدم انحراف مؤشر جهاز الأمبير متر في تجربة محلول السكروز و انحراف المؤشر في تجربة محلول كلور الباريوم
   التفسير: محلول السكروز ليس به شوارد ، أما محلول كلور الباريوم به شوارد حرة
   و منه نستنتج أن المحاليل الجزيئية عازلة بينما المحاليل الشاردية ناقلة
3. المعادلات الكيميائية :
   تحول ذرة الباريوم Ba إلى شاردة الباريوم

$$Ba \rightarrow Ba^{2+} + 2e^-$$

تحول ذرة الكلور Cl إلى شاردة الكلور

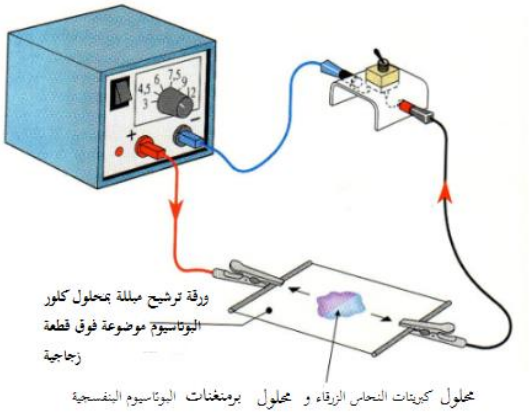
$$Cl + 1e^- \rightarrow Cl^-$$

4. محلول كلور الباريوم :

$$(Ba^{2+}, 2Cl^-)(aq)$$

التمرين 02:

في حصة الأعمال المخبرية قام فوج التلاميذ بتحقيق التجربة الموضحة في الوثيقة و بتوجيه من الأستاذ و ذلك بستعمال خليط من محلول كبريتات النحاس و محلول برمنغنات البوتاسيوم الموضوعان فوق ورق ترشيح مبلل بمحلول كلور البوتاسيوم



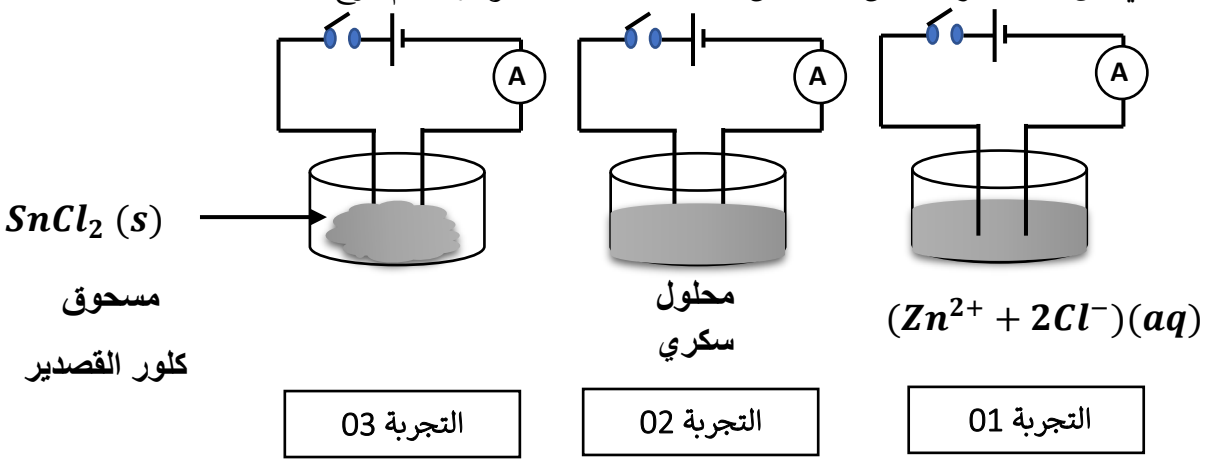
1. بين الشوارد المسؤولة عن ظهور :
   - اللون الأزرق لمحلول كبريتات النحاس
   - اللون البنفسجي لمحلول برمنغنات البوتاسيوم
2. بعد غلق القاطعة بين كيف ينتقل اللونين في هذه التجربة
3. استنتج مفهوما للتيار الكهربائي في المحاليل الشاردية

حل التمرين 02:

1. محلول كبريتات النحاس يحتوي على شوارد موجبة Cu^{2+} و هي التي تمنح المحلول لونه الأزرق و محلول فوق منغنات البوتاسيوم تحتوي على شوارد سالبة MnO_4^- و هي التي تمنحه لونه البنفسجي
2. بعد غلق القاطعة نلاحظ مرور التيار الكهربائي يكون مصحوبا بهجرة و انتقال متعاكس للونين أي انتقال الشوارد الموجبة و انتقال الشوارد السالبة معا حيث تنتقل الشوارد الموجبة Cu^{2+} (اللون الأزرق) نحو القطب السالب للمولد و تنتقل الشوارد السالبة MnO_4^- (اللون البنفسجي) نحو القطب الموجب للمولد
3. التيار الكهربائي في المحاليل الشاردية هو الحركة المزدوجة للشوارد الموجبة و الشوارد السالبة في اتجاهين متعاكسين نحو قطبي المولد

التمرين 03:

في حصة الأعمال المخبرية من أجل معرفة بعض خصائص المحاليل المائية و أنواعها قام فوج التلاميذ بالتجارب التالية:



1. أذكر الملاحظات عند غلق القاطعة في كل تجربة
   - قدم تفسيرا لذلك، ماذا تستنتج ؟
2. بعد ذلك يتم إضافة الماء النقي في التجربة 03
   - صف ماذا تلاحظ، علل.
   - أكتب الصيغة الشاردية لمحلول كلور القصدير
3. باعتماد **التجربة رقم 01**
   أ. سم المحلول الشاردي المستعمل في هذه التجربة
   ب. عين برسم توضيحي حركة الشوارد في هذه التجربة

حل التمرين 03:

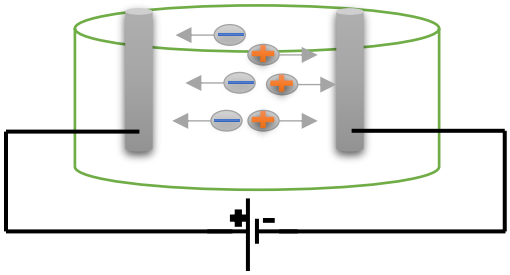
1. إجابة السؤال ألأول:

التجربة	التجربة 01	التجربة 02	التجربة 03
الملاحظة	انحراف مؤشر جهاز الأمبير متر	عدم انحراف مؤشر جهاز الأمبير متر	عدم انحراف مؤشر جهاز الأمبير متر
الاستنتاج	ناقل التيار	لا تنقل التيار	لا تنقل التيار
التعليل	به شوارد حرة	ليس بها شوارد	بها شوارد لكنها ليست حرة

2. عند إضافة الماء النقي للتجربة 3 نلاحظ انحراف مؤشر جهاز الأمبير متر
التعليل: لأن الشوارد أصبحت حرة عند إضافة الماء
   - الصيغة الشاردية لمحلول كلور القصدير:

$$(Sn^{2+}, 2Cl^{-})\ (aq)$$

3. المحلول المستعمل هو محلول كلور الزنك
حركة الشوارد:



حيث الشوارد الموجبة هي شوارد الزنك $Zn^{2+}(aq)$ تتجه نحو القطب السالب للمولد و الشوارد السالبة هي شوارد الكلور $Cl^{-}(aq)$ و تتجه نحو القطب الموجب للمولد

حلول تمارين الكتاب المدرسي

تمرين 01 **من الكتاب المدرسي صفحة** 38:

أ. الجزيء متعادل كهربائيا
ب. الذرة متعادلة كهربائيا
ت. الشاردة غير متعادلة كهربائيا
ث. المحلول الشاردي ينقل التيار الكهربائي و المحلول الجزيئي لا ينقل التيار الكهربائي
ج. كتابة الإشارة $(+)$على أعلى رمز الذرة دليل على أنها : فقدت إلكترونا

تمرين 02 **من الكتاب المدرسي صفحة** 38:

أ. المحلول المائي هو الماء النقي (خطأ)
المحلول المائي خليط متجانس بينما الماء النقي ليس خليطا فهو مادة نقية
ب. المذاب في المحلول المائي هو الماء (خطأ)
المذاب في المحلول المائي هو مادة صلبة قابلة للانحلال
ت. المذيب في المحلول المائي هو الماء (صحيح)
ث. مزيج مكون من ملح الطعام و الماء يشكل محلولا مائيا (صحيح)

تمرين 03 **من الكتاب المدرسي صفحة** 38:

أ. الشاردة السالبة تنتج من ذرة **اكتسبت** إلكترونا أو **أكثر** و يرمز لها بالرمز X^{n-}
ب. الشاردة **الموجبة** تنتج من ذرة فقدت إلكترونا أو **أكثر** و يرمز لها بالرمز X^{n+}

تمرين 04 **من الكتاب المدرسي صفحة** 38:

(a)	ذرة لأنها متعادلة كهربائيا أي عدد الشحنة السالبة يساوي عدد الشحنة الموجبة
(b)	شاردة موجبة لأنها عدد الشحنة الموجبة (11) أكبر من عدد الشحنة السالبة (10)
(c)	شاردة سالبة لأنها عدد الشحنة السالبة (10) أكبر من عدد الشحنة الموجبة (9)
(d)	ذرة لأنها متعادلة كهربائيا أي عدد الشحنة السالبة يساوي عدد الشحنة الموجبة

تمرين 05 **من الكتاب المدرسي صفحة** 38:

1. محلول كبريتات النحاس يحتوي على شوارد موجبة Cu^{2+} و هي التي تمنح المحلول لونه الأزرق و محلول فوق منغنات البوتاسيوم تحتوي على شوارد سالبة MnO_4^- و هي التي تمنحه لونه البنفسجي
2. بعد غلق القاطعة نلاحظ مرور التيار الكهربائي يكون مصحوبا بهجرة و انتقال متعاكس للونين أي انتقال الشوارد الموجبة و انتقال الشوارد السالبة معا حيث تنتقل الشوارد الموجبة Cu^{2+} (اللون الأزرق) نحو القطب السالب للمولد و تنتقل الشوارد السالبة MnO_4^- (اللون البنفسجي) نحو القطب الموجب للمولد
3. التيار الكهربائي في المحاليل الشاردية هو الحركة المزدوجة للشوارد الموجبة و الشوارد السالبة في اتجاهين متعاكسين نحو قطبي المولد

تمرين 06 **من الكتاب المدرسي صفحة** 38:

ملاحظة مهمة : شوارد المعادن كلها **موجبة**

الذرة	الشواردة
الفضة	Ag^+
القصدير	Sn^{2+}
الألمنيوم	Al^{3+}
المغنيزيوم	Mg^{2+}
الزنك	Zn^{2+}

تمرين 07 **من الكتاب المدرسي صفحة** 38:

الشاردة المركبة	صيغة الشاردة
الكبريتات	SO_4^{2-}
النترات	NO_3^-□
الكربونات	CO_3^{2-}□
الهيدروكسيد	OH^-□

تمرين 08 **من الكتاب المدرسي صفحة** 39:

اسم الشاردة	الصيغة الكميائية للشاردة	نوعها (بسيطة / مركبة)
كالسيوم	Ca^{2+}□	بسيطة
مغنيزيوم	Mg^{2+}□	بسيطة
بوتاسيوم	K^+□	بسيطة
صوديوم	Na^+□	بسيطة
بيكاربونات	HCO_3^-□	مركبة
سولفات (الكبريتات)	SO_4^{2-}□	مركبة
كلورور	Cl^-□	بسيطة
نترات	NO_3^-□	مركبة

نتريت	NO_2^-	مركبة

لدينا قانون التركيز الكتلي لمحلول مائي (عرفته في السنة الأولى متوسط) :

$$C = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}} = \frac{m}{V} \quad \rightarrow m = C \times V$$

و منه كتلة المغنيزيم الموجودة في حجم من الماء $1.5\ L$ هي :

$$m = C \times V = 17 \times 1.5 = 25.5\ mg$$

و منه فهذا الحجم لا يكفي

تمرين 09**من الكتاب المدرسي صفحة** 39**:**

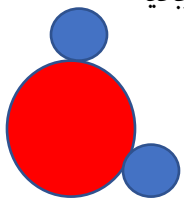
1. شاردة الألومينات $Al(OH)_4^-$ هي شاردة مركبة سالبة

نوع الذرات	Al	O	H
عددها	1	4	4

2. إلكترون واحـــد
3. تتكون ذرة الألمنيوم من 13 إلكترون و 13 بروتون
4. تفقد ذرة الألمنيوم ثلاثة إلكترونات و تصبح شاردة بسيطة موجبة Al^{3+}

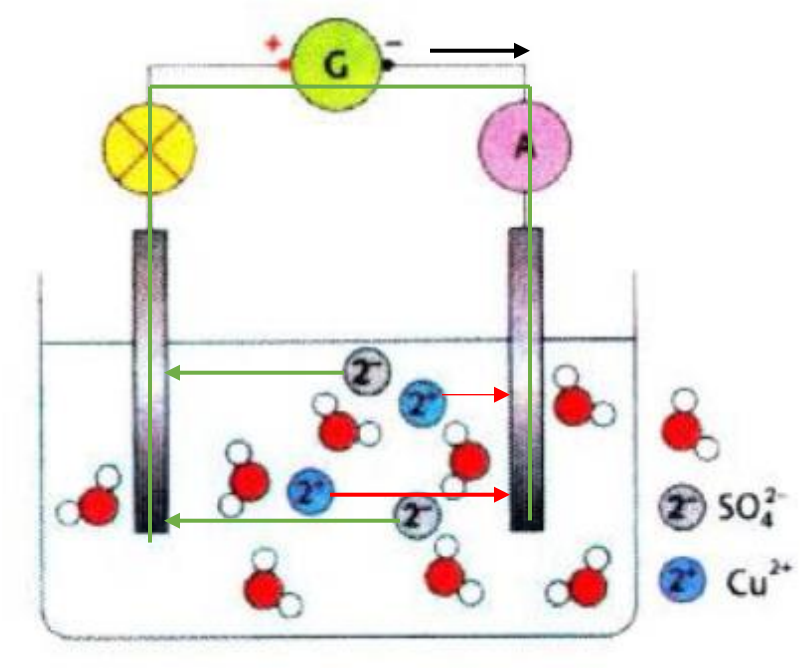
تمرين 11**من الكتاب المدرسي صفحة** 39**:**

1. تسمى تجربة هجرة الشوارد
2. الجزيء هو جزئ الماء و هو متعادل كهربائيا



حركة الشوارد

e^-



و.ت: 02	التحليل الكهربائي البسيط	التاريخ

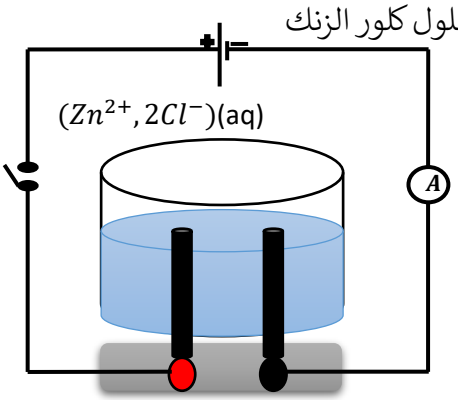
الوضعية المشكلة الجزئية:

تساءل زميلك كيف تنقل المحاليل الشاردية التيار الكهربائي. فسر له ذلك على المستوى المجهري

---

1. التحليل الكهربائي البسيط : (تحويل شاردة إلى ذرة)

نحقق التجربة رقم 01 صفحة 40 من الكتاب المدرسي ـ التحليل الكهربائي البسيط لمحلول كلور الزنك



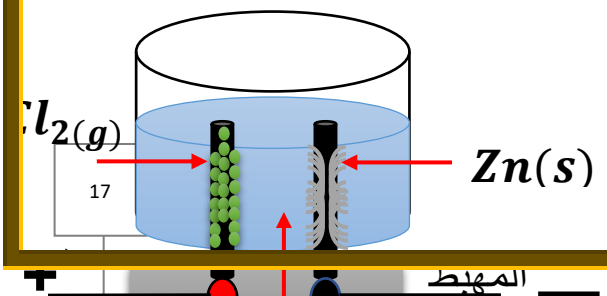
- وعاء تحليل كهربائي مسرياه من الفحم أو الغرافيت فهما لا يتآكلان (لا يشاركان في التحول الكيميائي الحادث)
التيار المستعمل هو تيار مستمر

بعد غلق القاطعة :

- انحراف مؤشر جهاز الأمبير متر دليل على مرور تيار كهربائي
- ترسب مسحوق معدني عند المسرى المتصل بالقطب السالب
- انطلاق فقاعات لغاز أخضر مصفر اللون عند المسرى المتصل بالقطب الموجب

تسمية:

- المسرى المتصل بالقطب الموجب للمولد نسميه المصعد،
- و المسرى المتصل بالقطب السالب للمولد نسميه المهبط.



الكشف عن الغاز المنطلق:

- توضع قطرات من محلول النيلة ذو اللون الأزرق بجوار المصعد
فنلاحظ زوال و اختفاء لونها

☜ الغاز المنطق هو غاز ثنائي الكلور $Cl_2(g)$

التفسير العيني:

- انحراف المؤشر دليل على مرور التيار الكهربائي بسبب أن المحلول شاردي
- بمرور التيار الكهربائي في المحلول الشاردي تظهر ظاهرة كهروكيميائية حيث تحدث تحولات كيميائية عند المصعد و المهبط
- تسمى هذه الظاهرة الكهروكيميائية بالتحليل الكهربائي البسيط لمحلول شاردي . حيث يتم استرجاع الشوارد لذرات باستعمال الكهرباء

التفسير المجهري:

عند مرور التيار الكهربائي في المحلول الشاردي الذي يضم نوعين من الشوارد الحرة شوارد الزنك Zn^{2+} و شوارد الكلور Cl^-تحدث هجرة للشوارد نحو المهبط و المصعد حيث :

- تنتقل و تنجذب الشوارد الموجبة Zn^{2+}نحو المهبط لتكتسب إلكترونات و تتحول لذرات متعادلة فيترسب مسحوق معدن الزنك $Zn\ (s)$
- تنتقل و تنجذب الشوارد السالبة Cl^- نحو المصعد و تفقد إلكترونات و تتحول كذلك لذرات متعادلة ثم تتحد كل ذرتين من ذرات الكلور مشكلة جزيئا فيظهر غاز ثنائي الكلور $Cl_2(g)$
- مجموع الإلكترونات التي تفقدها الشوارد السالبة عند المصعد يساوي مجموع الإلكترونات التي تكتسبها الشوارد الموجبة عند المهبط لهذا يبقى المحلول متعادلا كهربائيا

نمذجة التحولات الكيميائية الحادثة:

عند المهبط : $Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Zn(s)$

عند المصعد : $2\ Cl^-(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$

المعادلة الإجمالية :

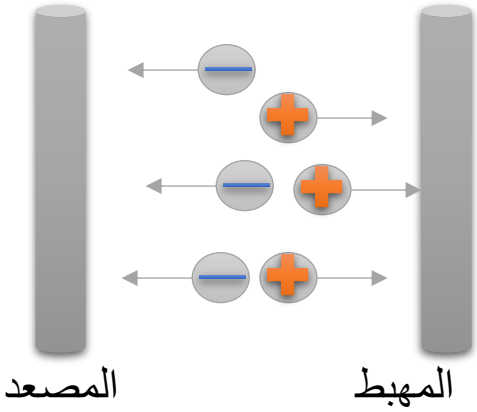
$$Zn^{2+}(aq) + 2\ Cl^-(aq) \rightarrow Zn(s) + Cl_2(g)$$

أو

$$(Zn^{2+} + 2\ Cl^-)(aq) \rightarrow Zn(s) + Cl_2(g)$$

2. التيار الكهربائي في المحاليل الشاردية :

- ينتج التيار الكهربائي المستمر في المعادن بسبب الحركة الإجمالية للإلكترونات الحرة في اتجاه واحد من القطب السالب للمولد إلى القطب الموجب له (خارج المولد) كذلك التيار المتناوب ينتج بسبب حركة الالكترونات في اتجاهين بالتناوب
- ينتج التيار الكهربائي في المحاليل الشاردية بسبب الحركة المزدوجة للشوارد الموجبة و الشوارد السالبة في اتجاهين متعاكسين



3. استعمال التحليل الكهربائي :

– يستعمل التحليل الكهربائي في الصناعة مثلا يتم تغطية و تغليف معدن قابل للصدأ بطبقة من معدن آخر لا يصدأ و تسمى عملية الغلفنة
– للحصول على معادن نقية حيث تترسب عند المهبط
– للحصول على غازات نقية مثل غاز ثنائي الكلور

تطبيق : نستبدل في التجربة السابقة محلول كلور الزنك بمحلول كلور القصدير ثم نغلق القاطعة

1. أكتب الصيغة الشاردية لمحلول كلور القصدير
2. سم المسريين
3. صف ماذا يحدث بعد غلق القاطعة
4. بين كيف يتم الكشف عن الغاز المنطلق
5. عبر عن التحولات الكيميائية الحادثة بمعادلات كيميائية

الحل:

1. الصيغة الشاردية لمحلول كلور القصدير هي : $(Sn^{2+} + 2\ Cl^{-})(aq)$
2. المسرى المتصل بالقطب الموجب للمولد نسميه المصعد، و المسرى المتصل بالقطب السالب للمولد نسميه المهبط.

3. نلاحظ ترسب معدن القصدير عند المهبط ، و انطلاق غاز أخضر مصفر عند المصعد
4. نضع قطرات من محلول أزرق النيلة بجوار المصعد فنلاحظ اختفاء اللون الأزرق و منه فالغاز المنطلق هو غاز ثنائي الكلور
5. المعادلات الكيميائية :

عند المهبط : $Sn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Sn(s)$

عند المصعد : $2\,Cl^-(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$

المعادلة الإجمالية :

$$Sn^{2+}(aq) + 2\,Cl^-(aq) \rightarrow Sn(s) + Cl_2(g)$$

أو

$$(Sn^{2+} + 2\,Cl^-)(aq) \rightarrow Sn(s) + Cl_2(g)$$

ملخص التحليل الكهربائي البسيط

يجب قبل حلك للتمارين أن تعلم أن :

التحليل الكهربائي البسيط	
– التحليل الكهربائي هو عملية كهروكيميائية يتم بها تحويل شوارد محلول إلى ذرات – المصعد هو المسرى المتصل بالقطب الموجب للمولد، و تتجه نحوه الشوارد السالبة لتفقد عنده إلكترونات – المهبط هو المسرى المتصل بالقطب الموجب للمولد، و تتجه نحوه الشوارد الموجبة لتكتسب عنده إلكترونات – يتم الكشف عن غاز ثنائي الكلور بمحلول أزرق النيلة	
التحليل الكهربائي البسيط **لمحلول كلور الزنك** ص. ش : $(Zn^{2+} + 2\,Cl^-)(aq)$ الملاحظات: – ترسب معدن الزنك عند المهبط – انطلاق غاز ثنائي الكلور عند المصعد – ..... المعادلة النصفية عند المهبط: $Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Zn(s)$ المعادلة النصفية عند المصعد:	التحليل الكهربائي البسيط **لمحلول كلور الحديد الثنائي** ص. ش : $(Fe^{2+} + 2\,Cl^-)(aq)$ الملاحظات: – ترسب معدن الحديد عند المهبط – انطلاق غاز ثنائي الكلور عند المصعد – ..... المعادلة النصفية عند المهبط: $Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Fe(s)$ المعادلة النصفية عند المصعد:

$2\,Cl^-(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$ المعادلة الإجمالية: $Zn^{2+}(aq) + 2\,Cl^-(aq) \rightarrow Zn(s) + Cl_2(g$	$2\,Cl^-(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$ المعادلة الإجمالية: $Fe^{2+}(aq) + 2\,Cl^-(aq) \rightarrow Fe(s) + Cl_2(g$

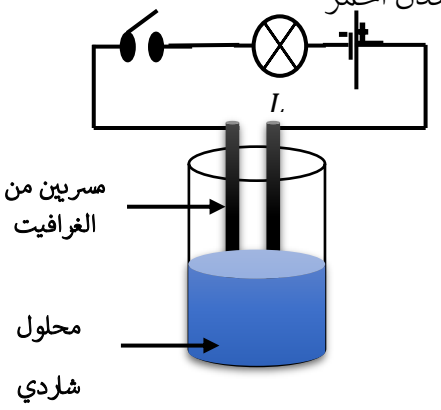
ملاحظات عن التحليل الكهربائي البسيط
– يتم التحليل الكهربائي بتيار الكهربائي المستمر و ليس بتيار المتناوب – لا يشارك المسريين في التحولات الكيميائية الحادثة – لا يشارك الماء في التحولات الكيميائية الحادثة

استعمال التحليل الكهربائي
– للحصول على معادن نقية حيث تترسب عند المهبط – للحصول على غازات نقية مثل غاز ثنائي الكلور – في الغلفنة و هي طلي معدن بطبقة من معدن آخر

تمارين حول التيار و التوتر الكهربائيان المتناوبان و حلولها (خارجية)

التمرين 01:

في منافسة علمية بين التلاميذ قدم فوج من التلاميذ المشروع التكنولوجي الموضح في الوثيقة و وضعوا فيه محلولا شارديا مجهولا أزرق اللون ، بعد غلق القاطعة لاحظوا انطلاق غاز أخضر مصفر خانق و ترسب معدن أحمر



1. حدد المسرى الذي ينطلق بجواره الغاز و المسرى الذي ترسب عنده معدن
2. سم الغاز المنطلق و بين كيف يتم الكشف عنه تجريبيا
3. اسم المعدن المترسب
4. استنتج الصيغة الشاردية للمحلول
5. أكتب المعادلتين الكيميائيتين النصفتين عند المسريين
6. أكتب المعادلة الإجمالية للتفاعل الكيميائي الحادث

حل التمرين 01:

1. ينطلق الغاز بجوار المصعد و يترسب المعدن بجوار المهبط

2. هو غاز ثنائي الكلور $Cl_2(g)$ و يتم الكشف عنه بمحلول أزرق النيلة حيث يزيل غاز ثنائي الكلور لون محلول أزرق النيلة
3. هو معدن النحاس $Cu(s)$
4. هو محلول كلور النحاس الثنائي و صيغته الشاردية
5. المعادلات الكيميائية :

المعادلة النصفية عند المهبط:

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

المعادلة النصفية عند المصعد:

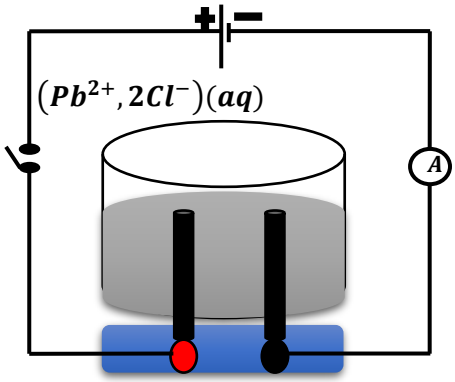
$$2\,Cl^-(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$$

6. المعادلة الإجمالية:

$$Cu^{2+}(aq) + 2\,Cl^-(aq) \rightarrow Cu(s) + Cl_2(g$$

التمرين 02:

لقد أحدث اكتشاف خصائص عنصر الكلور ثورة في الصناعة النسيجية، حيث صار يعتمد عليه في المركبات الكيميائية التي تعمل على تبييض الأقمشة . يمكن تجريبيا الحصول على غاز ثنائي الكلور من عملية التحليل الكهربائي البسيط لمحلول كلور الرصاص $(Pb^{2+} + 2\,Cl^-)(aq)$. **الوثيقة** تبين التركيب التجريبي المستعمل



1. صف ماذا يحدث بجوار كل مسرى
   – حدد اتجاه انتقال الشوارد
2. بين كيف يتم الكشف على غاز ثنائي الكلور
3. أكتب المعادلتين النصفيتين عند كل مسرى
4. استنتج المعادلة الإجمالية للتفاعل الكيميائي الحادث

حل التمرين 02:

1. نلاحظ ترسب معدن الرصاص عند المهبط ، و انطلاق غاز أخضر مصفر هو غاز ثنائي الكلور عند المصعد
تنجذب شوارد الرصاص : $Pb^{2+}(aq)$ نحو المهبط بينما تنجذب شوارد الكلور $Cl^-(aq)$ نحو المصعد

2. نضع قطرات من محلول أزرق النيلة بجوار المصعد فنلاحظ اختفاء اللون الأزرق و منه فالغاز المنطلق هو غاز ثنائي الكلور
3. المعادلات الكيميائية النصفية :

عند المهبط : $Pb^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Pb(s)$

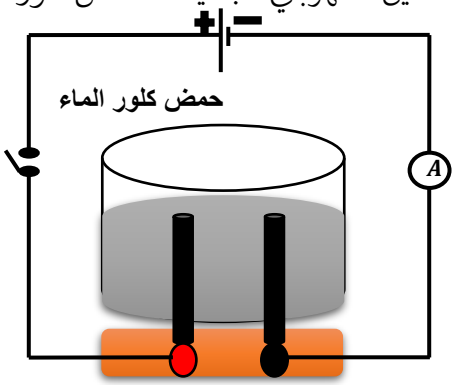
عند المصعد : $2\,Cl^-(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$

4. المعادلة الإجمالية :

$$Pb^{2+}(aq) + 2\,Cl^-(aq) \rightarrow Pb(s) + Cl_2(g)$$

التمرين 03 :

لغاز ثنائي الهيدروجين استعمالات كثيرة ، حيث يستعل كوقود للبعض السيارات التي ابتكرت حديثا ، لأنه يصنف من الغازات الصديقة للبيئة. يتم الحصول عليه اصطناعيا من تحولات كيميائية عديدة منها عملية التحليل الكهربائي البسيط لحمض كلور الماء كما هو مبين في الوثيقة



1. أكتب الصيغة الشاردية لحمض كلور الماء
2. صف ملاحظاتك بعد غلق القاطعة
3. بين كيف يتك الكشف تجريبيا عن الأنواع الكيميائية الناتجة
4. أكتب المعادلتين الكيميائيتين النصفيتين عند كل مسرى

استنتج المعادلة الكيميائية الإجمالية المنمذجة لهذا التفاعل الكيميائي

حل التمرين 03 :

أ. الصيغة الشاردية لمحلول كلور الماء هي: $(H^+ + Cl^-)(aq)$

ب. الملاحظات:

- انطلاق غاز عند المهبط
- كذلك انطلاق غاز أخضر مصفر عند المصعد

ت. نجمع الغاز المنطلق عند المهبط و نقرب منه عود ثيقاب مشتعل فنسمع فرقعة دليل على أنه غاز ثنائي الهيدروجين و نضيف قطرات من محلول أزرق النيلة بجوار المصعد فنلاحظ اختفاء لون محلول أزرق النيلة دليل على أن ذلك الغاز المنطلق هو غاز ثنائي الكلور

ث. المعادلات الكيميائية:

المعادلة النصفية عند المهبط:

$$2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$$

المعادلة النصفية عند المصعد:

$$2\,Cl^-(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$$

المعادلة الإجمالية:

$$2H^+(aq) + 2\,Cl^-(aq) \rightarrow H_2(g) + Cl_2(g)$$

حلول تمارين الكتاب المدرسي

حل التمرين رقم 01 صفحة 44 :

أ. محلول كلور الزنك يحتوي على شوارد الكلور و شوارد القصدير (خطأ)
محلول كلور الزنك يحتوي على شوارد الكلور و شوارد الزنك

ب. شوارد الكلور سالبة (صحيح)

ت. تتجه الشوارد الموجبة دوما نحو المهبط (صحيح)

ث. حاملات الشحن المسؤولة عن نقل التيار الكهربائي في المحلول المائي الشاردي هي الإلكترونات (خطأ)
حاملات الشحن المسؤولة عن نقل التيار الكهربائي في المحلول المائي الشاردي هي الشوارد الموجبة و السالبة معا

حل التمرين رقم 02 صفحة 44 :

- خلال التحليل الكهربائي تهاجر الشوارد الشوارد الموجبة نحو المهبط في حين تهاجر الشوارد السالبة نحو المصعد
- يسري التيار الكهربائي في المحلول عن حركة الشوارد الموجبة و السالبة معا في آن واحد في جهتين متعاكستين. أما التيار الكهربائي خارج المحلول أي في أسلاك التوصيل فهو ناتج عن الحركة الإجمالية الإلكترونات الحرة في المعدن

حل التمرين رقم 03 صفحة 44 :

- التحليل الكهربائي البسيط لمحلول كلور القصدير:

عند المهبط : $Sn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Sn(s)$

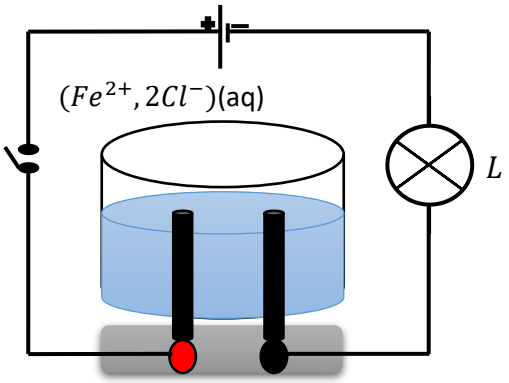
عند المصعد : $2\,Cl^-(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$

- المعادلة الإجمالية :

$$Sn^{2+}(aq) + 2\,Cl^-(aq) \rightarrow Sn(s) + Cl_2(g)$$

حل التمرين رقم 04 صفحة 44 :

1. المخطط لعملية التحليل الكهربائي لمحلول كلور الحديد الثنائي



2. الصيغة الشاردية لمحلول كلور القصدير هي : $(Fe^{2+} + 2\,Cl^-)(aq)$
3. نلاحظ ترسب معدن الحديد عند المهبط ، و انطلاق غاز أخضر مصفر عند المصعد
4. المعادلات الكيميائية :

عند المهبط : $Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Fe(s)$

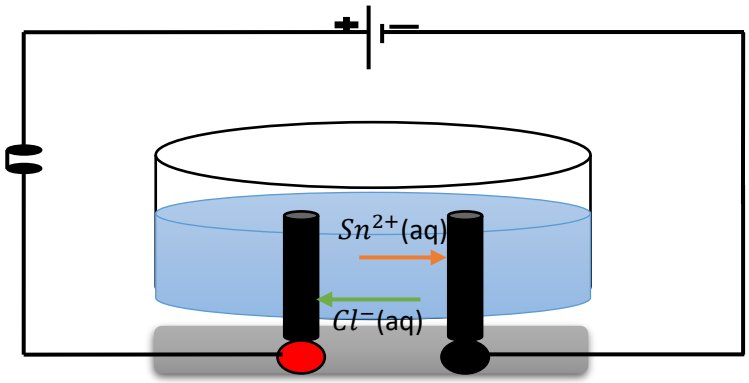
عند المصعد : $2\,Cl^-(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$

المعادلة الإجمالية :

$$Fe^{2+}(aq) + 2\,Cl^-(aq) \rightarrow Fe(s) + Cl_2(g)$$

حل التمرين رقم 05 **صفحة** 44 **:**

1. الصيغة الشاردية لمحلول كلور القصدير هي : $(Sn^{2+} + 2\,Cl^-)(aq)$
2. جهة حركة الشوارد :



3. المعادلات الكيميائية :

عند المهبط : $Sn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Sn(s)$

عند المصعد : $2\,Cl^-(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$

المعادلة الإجمالية :

$$Sn^{2+}(aq) + 2\,Cl^-(aq) \rightarrow Sn(s) + Cl_2(g)\square$$

حل التمرين رقم 07 **صفحة** 45 **:**

1. التيار المستعمل هو تيار مستمر
2. لا يحدث شيء لأن المحلول المائي السكري لا يحتوي على شوارد بينما مسحوق كلور الزنك شوارده غير حرة
3. هو محلول شاردي اسمه محلول كلور الزنك
4. المعادلات الكيميائية :

عند المهبط : $Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Zn(s)$

عند المصعد : $2\,Cl^-(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$

المعادلة الإجمالية :

$$Zn^{2+}(aq) + 2\,Cl^-(aq) \rightarrow Zn(s) + Cl_2(g)$$

حل التمرين رقم 08 **صفحة** 45 **:**

1. يتم تحضير محلول كلور الرصاص بإضافة الماء النقي لمسحوق كلور الرصاص

5. الصيغة الشاردية لمحلول كلور الرصاص هي : $(Pb^{2+} + 2\ Cl^{-})(aq)$
6. نلاحظ ترسب معدن الرصاص عند المهبط ، و انطلاق غاز أخضر مصفر عند المصعد هو غاز ثنائي الكلور $Cl_2(g)$
7. المعادلات الكيميائية :

عند المهبط : $Pb^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Pb(s)$

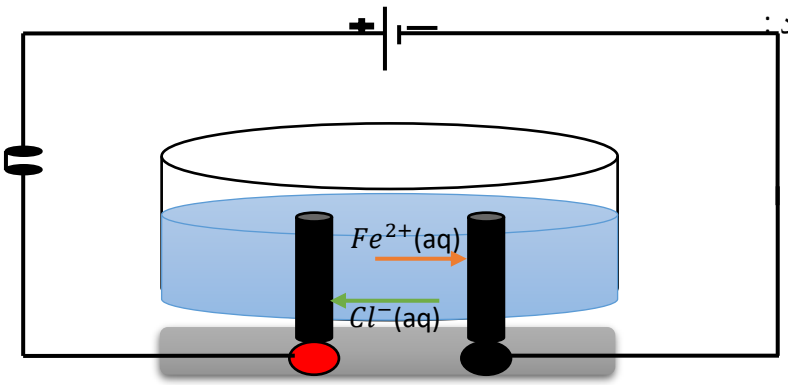
عند المصعد : $2\ Cl^{-}(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^{-}$

المعادلة الإجمالية :

$$Pb^{2+}(aq) + 2\ Cl^{-}(aq) \rightarrow Pb(s) + Cl_2(g)$$

حل التمرين 09 **صفحة** 45:

1. نلاحظ ترسب معدن الحديد عند المهبط ، و انطلاق غاز أخضر مصفر عند المصعد هو غاز ثنائي الكلور $Cl_2(g)$
2. (B) هو المصعد ، (A) و هو المهبط
3. جهة حركة الشوارد :



4. المعادلات الكيميائية :

عند المهبط : $Fe^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Fe(s)$

عند المصعد : $2\ Cl^{-}(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^{-}$

المعادلة الإجمالية :

$$Fe^{2+}(aq) + 2\,Cl^{-}(aq) \rightarrow \; Fe(s) + \; Cl_2(g)$$

حل التمرين 10 صفحة 21:

1. تكون شدة التيار أكبر في المحلول الذي تركيزه أكبر
2. بعض احتياطات الأمن :
   - ارتداء قفازات و كمامة و نظارات
   - تهوية المكان
   - استعمال محاليل مخففة
   - عدم استنشاق الغازات المنطلقة

و.ت: 03	التحولات الكيميائية في المحاليل الشاردية	التاريخ

الوضعية المشكلة الجزئية:

تساءل صديقك لماذا ينصح بحفظ المحاليل الكيميائية الشاردية في قارورات بلاستيكية دون القارورات المعدنية، وضح له ذلك

---

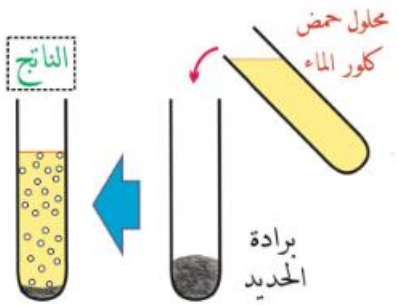
1. **تفاعل محلول حمضي مع معـــدن :**

تفاعل حمض كلور الماء مع معدن الحديد

- المحلول الحمضي هو محلول يحتوى على شوارد الهيدروجين H^+

تحقق التجربة رقم 01 صفحة 46 من الكتاب المدرسي الموضحة باستعمال :

- محلول حمض كلور الماء ذي الصيغة الشاردية $(H^+ + Cl^-)(aq)$
- معدن الحديد ذي الصيغة الكيميائية Fe



نلاحظ :

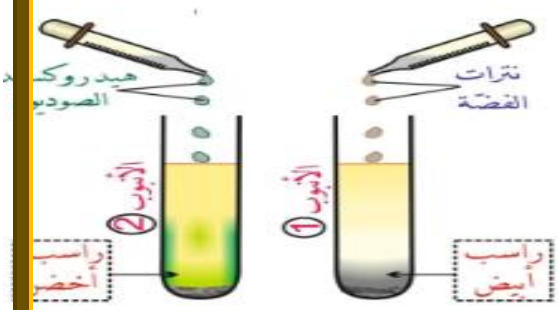
- حدوث فوران و انطلاق غاز

- تآكل معدن الحديد
- بعد فترة تغير لون المحلول إلى اللون الأخضر الفاتح

دراسة وصفية للتحول الكيميائي :

❖ **المتفاعلات:** حمض كلور الماء $(H^+ + Cl^-)(aq)$ + معدن الحديد $Fe(s)$

❖ **النواتج :** الكشف عن الأنواع الكيميائية الناتجة :



النوع الكيميائي	اللون	الكاشف	العنصر	النتيجة
الغاز المنطلق		نقرب عود ثقاب مشتعل	نسمع فرقعة	غاز ثنائي الهيدروجين H_2
المحلول الناتج	أخضر فاتح	محلول هيدروكسيد الصوديوم (Na^+, OH^-)	ظهور راسب أخضر	دليل على وجود شوارد الحديد الثنائي Fe^{2+}
المحلول الناتج	أخضر فاتح	نترات الفضة (Ag^+, NO_3^-)	ظهور راسب أبيض يسود في الضوء	دليل على وجود شوارد Cl^-

☜ نسمي المحلول الناتج محلول كلور الحديد الثنائي $(Fe^{2+} + 2Cl^-)$

التفسير المجهري للتحول الكيميائي الحادث :

- ظهور شوارد Fe^{2+} التي تعطي للمحلول الناتج لونه الأخضر يعني تحول ذرات الحديد إلى شوارد الحديد الثنائية و فق المعادلة التالية:

$$Fe_{(s)} \rightarrow Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^-$$

- إن انطلاق غاز H_2 يعني تحول شوارد H^+ إلى ذرات الهيدروجين ثم تتحد مثنى مثنى لينتج غاز ثنائي الهيدروجين حيث تكتسب شوارد H^+ الإلكترونات التي فقدتها ذرات الحديد :

$$H^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)}$$

شوارد الكلور المتواجدة في محلول كلور الماء بقت متواجدة في محلول الناتج أي أنها لم تشارك في التفاعل

المعادلة الإجمالية لتفاعل حمض كلور الماء مع معدن الحديد:

التعبير بالأنواع الكيميائية:

ثنائي الهيدروجين + كلور الحديد الثنائي → الحديد + حمض كلور الماء

التعبير عن التفاعل بالأفراد الكيميائية :

عند كتابة المعادلة يجب أن يتحقق مبدءان هما :

- مبدأ انحفاظ الكتلة
- مبدأ انحفاظ الشحنة

بالصيغة الشاردية	$2(H^+ + Cl^-)(aq) + \mathrm{Fe(s)} \rightarrow (Fe^{2+} + 2Cl^-)(aq) + H_2(g)$
بالصيغة الجزيئية	$2HCl\,(aq) + Fe\,(s) \rightarrow FeCl_2(aq) + H_2(g)$
بالصيغة المختصرة	$2H^+(aq) + \mathrm{Fe(s)} \rightarrow Fe^{2+}(aq) + H_2(g)$

ملاحظة: في الصيغة المختصرة نحذف من المعادلة الكيميائية الأفراد التي لم تشارك في التحول

بعض المحاليل الحمضيـــة		
حمض كلور الماء	$(\boldsymbol{H^+ + Cl^-})(\boldsymbol{aq})$	$HCl\,(aq)$
حمض الكبريت	$(2H^+ + SO_4^{2-})(aq)$	$H_2SO_4(aq)$
حمض الآزوت	$(H^+ + NO_3^-)(aq)$	$HNO_3(aq)$

تطبيق 01 :

نعيد التجربة السابقة باستبدال برادة الحديد بصفيحة من معدن الزنك

1. صف ماذا يحدث
2. أكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحادث بالصيغتين الشاردية و الجزيئية

الحل :

1. نلاحظ :
   - تآكل الصفيحة المعدنية للزنك
   - انطلاق غاز عندما نقرب منه عود ثقاب مشتعل نسمع فرقعة دليل على أنه غاز ثنائي الهيدروجين $H_2(g)$
2. المعادلات الكيميائية للتحول الكيميائي بين حمض كلور الماء و معدن الزنك

بالصيغة الشاردية	$2(H^+ + Cl^-)(aq) + \mathrm{Zn(s)} \rightarrow (Zn^{2+} + 2Cl^-)(aq) + H_2(g)$

بالصيغة الجزيئية	$2HCl\,(aq) + Zn\,(s) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$

تطبيق 02 :

نعيد التجربة السابقة باستبدال برادة الحديد بصفيحة من معدن الألمنيوم

1. صف ماذا يحدث
2. أكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحادث بالصيغتين الشاردية و الجزيئية

الحل :

1. نلاحظ :
   - تآكل الصفيحة المعدنية للألمنيوم
   - انطلاق غاز عندما نقرب منه عود ثقاب مشتعل نسمع فرقعة دليل على أنه غاز ثنائي الهيدروجين $H_2(g)$
2. المعادلات الكيميائية للتحول الكيميائي بين حمض كلور الماء و معدن الألمنيوم
3.

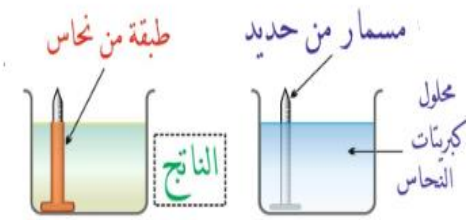
بالصيغة الشاردية	$6(H^+ + Cl^-)(aq) + 2Al(s) \rightarrow 2(Al^{3+} + 3Cl^-)(aq) + 3H_2(g)$
بالصيغة الجزيئية	$6HCl\,(aq) + 2Al\,(s) \rightarrow 2AlCl_3(aq) + 3H_2(g)$

حمض كلور الماء لا يتفاعل مع النحاس و الذهب و الفضة

2. تفاعل محلول ملحي مع معدن :

تفاعل محلول كبريتات النحاس مع الحديد

- المحلول الملحي هو محلول به أملاح معدنية أي شاردته الموجبة شاردة معدنية مثل: Cu^{2+} و Zn^{2+} و Fe^{2+}



تحقق التجربة رقم 02 صفحة 47 من الكتاب المدرسي باستعمال :

- محلول كبريتات النحاس **و لونه أزرق** ذي الصيغة الشاردية $(Cu^{2+}, SO_4^{2-})(aq)$

- معدن الحديد ذي الصيغة الكيميائية $Fe(s)$

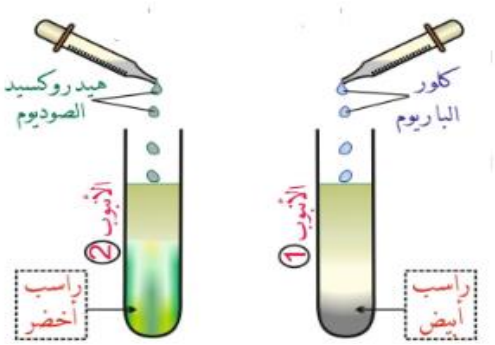
نلاحظ:

- اختفاء اللون الأزرق للمحلول
- تآكل المسمار الحديدي
- ترسب طبقة حمراء

دراسة وصفية للتحول الكيميائي :

❖ **المتفاعلات:** محلول كبريتات النحاس $(Cu^{2+} + SO_4^{2-})(aq)$ +معدن الحديد $Fe(s)$

❖ **النواتج :** الكشف عن الأنواع الكيميائية الناتجة :



النوع الكيميائي	اللون	الكاشف	الملاحظة	النتيجة
المحلول الناتج	أخضر فاتح	محلول هيدروكسيد الصوديوم (Na^+, OH^-)	ظهور راسب أخضر	دليل على وجود شوارد الحديد الثنائي Fe^{2+}
المحلول الناتج	أخضر	محلول كلور الباريوم $(Ba^{2+}, 2Cl^-)$	ظهور راسب أبيض	دليل على وجود شوارد SO_4^{-2}

نسمي المحلول الناتج محلول كبريتات الحديد الثنائي $(Fe^{2+} + SO_4^{2-})$

التفسير المجهري للتحول الكيميائي الحادث :

- ظهور شوارد Fe^{2+} التي تعطي للمحلول الناتج لونه الأخضر يعني تحول ذرات الحديد إلى شوارد الحديد الثنائية و فق المعادلة التالية:

$$Fe_{(s)} \rightarrow Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^-$$

- اختفاء اللون الأزرق للمحلول يعني اختفاء شوارد النحاس Cu^{2+} و ذلك لأنها اكتسبت الالكترونين الذين فقدتهما ذرة Fe و تحولها لمعدن النحاس Cu الذي يظهر على شكل راسب وفق المعادلة التالية:

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

المعادلة الإجمالية لتفاعل حمض كلور الماء مع معدن الحديد:

التعبير بالأنواع الكيميائية:

النحاس + محلول كبريتات الحديد → الحديد + محلول كبريتات النحاس

التعبير عن التفاعل بالأفراد الكيميائية :

عند كتابة المعادلة يجب أن يتحقق مبدءان هما :

- مبدأ انحفاظ الكتلة
- مبدأ انحفاظ الشحنة

بالصيغة الشاردية	$(Cu^{2+} + SO_4^{2-})(aq) + \mathrm{Fe(s)} \rightarrow (Fe^{2+} + SO_4^{2-})(aq) + Cu(s)$
بالصيغة الجزيئية	$CuSO_4(aq) + Fe\ (s) \rightarrow FeSO_4(aq) + Cu(s)$
بالصيغة المختصرة	$Cu^{2+}(aq) + \mathrm{Fe(s)} \rightarrow Fe^{2+}(aq) + Cu(S)$

ملاحظة: في الصيغة المختصرة نحذف من المعادلة الكيميائية الأفراد التي لم تشارك في التحول

بعض المحاليل الملحيـــة		
محلول كبريتات النحاس الثنائي	$(Cu^{2+} + SO_4^{2-})(aq)$	$CuSO_4(aq)$
محلول كبريتات الحديد الثنائي	$(Fe^{2+} + SO_4^{2-})(aq)$	$FeSO_4(aq)$
محلول نترات الفضة	$(Ag^{+} + NO_3^{-})(aq)$	$AgNO_3(aq)$

تطبيق 03:

نعيد التجربة السابقة باستبدال المسمار الحديدي بصفيحة من معدن الزنك

1. صف ماذا يحدث
2. أكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحادث بالصيغتين الشاردية و الجزيئية

الحل :

1. نلاحظ :
   - تآكل الصفيحة المعدنية للزنك
   - ترسب طبقة حمراء من معدن النحاس
2. المعادلات الكيميائية للتحول الكيميائي بين محلول كبريتات النحاس الثنائي و معدن الزنك

بالصيغة الشاردية	$(Cu^{2+} + SO_4^{2-})(aq) + \mathrm{Zn(s)} \rightarrow (Zn^{2+} + SO_4^{2-})(aq) + Cu(s)$
بالصيغة الجزيئية	$CuSO_4(aq) + Zn\,(s) \rightarrow ZnSO_4(aq) + Cu(s)$

تطبيق 04 :

نضع مسمارا حديدا في محلول نترات الفضة

1. أكتب الصيغة الشاردية لمحلول نترات الفضة
2. صف ماذا يحدث
3. أكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحادث بالصيغتين الشاردية و الجزيئية

الحل :

1. **الصيغة الشاردية لمحلول نترات الفضة هي :**

$$(Ag^+ + NO_3^-)(aq)$$

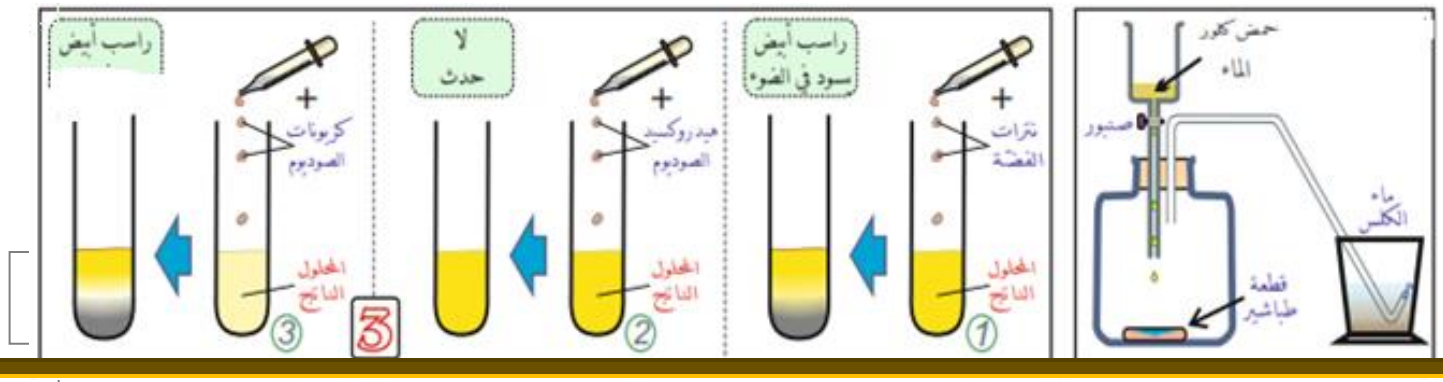
2. نلاحظ :
   - تآكل المسمار الحديدي
   - ترسب طبقة من معدن **الفضة**
3. المعادلات الكيميائية للتحول الكيميائي بين محلول نترات الفضة و معدن الحديد

بالصيغة الشاردية	$2(Ag^+ + NO_3^-)(aq) + \mathrm{Fe(s)} \rightarrow (Fe^{2+} + 2NO_3^-)(aq)(aq) + 2\,Ag(s)$
بالصيغة الجزيئية	$2AgNO_3(aq) + Fe\,(s) \rightarrow Fe(NO_3)_2(aq) + 2Ag(s)$

2. **تفاعل محلول حمضي مع ملـــح:**

نحقق التجربة الموضحة في الكتاب المدرسي صفحة 47 و نستعمل:

- نستعمل حمض كلور الماء صيغته الشاردية $(H^+ + Cl^-)(aq)$
- الكلس و هو كربونات الكالسيوم $CaCO_3(s)$



❖ **النواتج :** الكشف عن الأنواع الكيميائية الناتجة

- تعكر رائق الكلس دليل على أن الغاز المنطلق هو CO_2
- توجد شوارد الكالسيوم Ca^{2+} و شوارد الكلور Cl^-

☜ المحلول الناتج هو محلول كلور الكالسيوم $(Ca^{2+} + 2Cl^-)(aq)$

المعادلة الإجمالية لتفاعل حمض كلور الماء مع الكلس

بالأنواع الكيميائية :

الماء + ثنائي أكسيد الكربون + محلول كلور الكالسيوم → كربونات الكالسيوم + حمض كلور الماء

بالأفراد الكيميائية :

بالصيغة الشاردية	$CaCO_3(s) + 2(H^+ + Cl^-)(aq) \rightarrow (Ca^{2+} + 2Cl^-)(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$
بالصيغة الجزيئية	$CaCO_3(s) + 2HCl\ (aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$

ملخص التفاعلات الكيميائية في المحاليل الشاردية

قبلك حلك للتمارين يجب أن تعرف أن :

رقم 01	**تفاعل حمض كلور الماء مع معدن**
الملاحظات	▪ تآكل المعدن ▪ انطلاق غاز عندما نقرب منه عود ثقاب مشتعل نسمع فرقعة دليل على أنه غاز ثنائي الهيدروجين $H_2(g)$
المعادلة العاملة	ثنائي الهيدروجين + كلور المعدن → المعدن + حمض كلور الماء
أمثلة	التفاعل مع معدن الزنك $Zn(s)$

بالصيغة الشاردية	$2(H^+ + Cl^-)(aq) + Zn(s) \rightarrow (Zn^{2+} + 2Cl^-)(aq) + H_2(g)$
بالصيغة الجزيئية	$2HCl\ (aq) + Zn\ (s) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$

رقم 02	تفاعل محلول كبريتات النحاس مع معدن
الملاحظات	▪ تآكل المعدن ▪ ترسب طبقة من معدن النحاس
المعادلة العاملة	النحاس + محلول كبريتات المعدن → المعدن + محلول كبريتات النحاس
أمثلة	التفاعل مع معدن الحديد $Fe(s)$
بالصيغة الشاردية	$(Cu^{2+} + SO_4^{2-})(aq) + Fe(s) \rightarrow (Fe^{2+} + SO_4^{2-})(aq) + Cu(s)$
بالصيغة الجزيئية	$CuSO_4(aq) + Fe\ (s) \rightarrow FeSO_4(aq) + Cu(s)$

رقم 03	تفاعل محلول كلور الماء مع الكلــس (الكلس هو كربونات الكالسيوم $(CaCO_3(s)$
الملاحظات	▪ انطلاق غاز يعكر رائق الكلس دليل على أنه غاز ثنائي أكسيد الكربون $CO_2(g)$ ▪ تشكل قطرات مائية $H_20(l)$
بالصيغة الشاردية	$CaCO_3(s) + 2(H^+ + Cl^-)(aq) \rightarrow (Ca^{2+} + 2Cl^-)(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$
بالصيغة الجزيئية	$CaCO_3(s) + 2HCl\ (aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$

ملخص الكشف عن الأنواع الكيميائية و الشوارد

الغـــــازات		
النوع الكيميائية	الكاشف المناسب	الملاحظة
غاز ثنائي الكلور	محلول النيلة	اختفاء اللون الأزرق للمحلول
غاز ثنائي الهيدروجين	تقريب عود ثيقاب مشتعل	نسمع فرقعة
غاز ثنائي أكسيد الكربون	رائق الكلس	تعكر رائق الكلس

الشوارد السالبـــــة		
الشاردة	الكاشف المناسب	الملاحظة

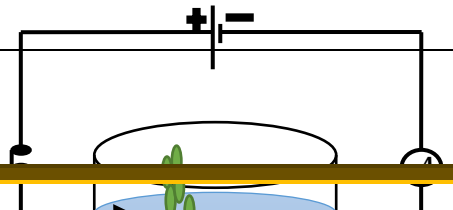
شاردة الكلور(Cl^-)	نترات الفضة(Ag^+, NO_3^-)	ظهور راسب أبيض يسود في الضوء
شاردة الكبريتات(SO_4^{2-})	محلول كلور الباريوم $(Ba^{2+}, 2Cl^-)$	ظهور راسب أبيض

الشوارد الموجبة و هي شوارد المعادن		
الشاردة	الكاشف المناسب	الملاحظة
شاردة الكالسيوم(Ca^{2+})	كربونات الصوديوم $(2Na^+, CO_3^{2-})$ أو أوكسلات الأمونيوم	ظهور راسب أبيض
شاردة النحاس الثنائي (Cu^{2+})	هيدروكسيد الصوديوم (Na^+, OH^-)	ظهور راسب أزرق
شوارد الزنك(Zn^{2+})		ظهور راسب أبيض
شوارد الألمنيوم (Al^{3+})		ظهور راسب أبيض
شوارد الحديد الثلاثي (Fe^{2+})		ظهور راسب أخضر
شوارد الحديد الثلاثي(Fe^{3+})		ظهور راسب أحمر

تمارين التحولات الكيميائية و حلها (خارجية)

التمرين 01:

في منافسة علمية بين فوجين من تلاميذ السنة الرابعة قدم أستاذ العلوم الفيزيائية محلولا مائيا شارديا و طلب منهم اتباع المنهج التجريبي لتسمية المحلول

تجربة الفوج الأول	تجربة الفوج الثاني
لون المحلول الشاردي : أخضر	لون المحلول الشاردي : أزرق
	

	انطلاق غاز عند مسرى و ترسب معدن أحمر عند مسرى

1. باعتماد تجارب الفوج الأول
   - سم الشوارد التي كشفوا عنها
   - سم الرواسب المتشكلة
   - أكتب الصيغة الشاردية للمحلول المقدم للفوج الأول
2. باعتماد تجربة الفوج الثاني
   - سم الغاز المنطلق و حدد المسرى الذي انطلق عنه ثم سم المعدن المترسب و حدد المسرى الذي ترسب بجواره
   - أكتب الصيغة الشاردية لهذا المحلول الشاردي المقدم للفوج الثاني
   - أكتب المعادلتين الكيميائيتين عند كل مسرى ثم استنتج المعادلة الإجمالية

حل التمرين 01:

1. في تجربة الفوج الأول
   - حسب النتائج فإنه تم الكشف على شوارد الكلور و شوارد الحديد الثنائي
   - الراسب الأبيض هو كلور الفضة و الراسب الأخضر هو هيدروكسيد الحديد الثنائي
   - المحلول هو كلور الحديد الثنائي $(Fe^{2+} + 2Cl^{-})$

2. في تجربة الفوج الثاني :
   - اهو غاز ثنائي الكلور و معدن النحاس
   - هو محلول كلور النحاس الثنائي $(Cu^{2+} + 2Cl^{-})$
   - المعادلات الكيميائية :

عند المهبط : $Zn^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Zn(s)$

عند المصعد : $2\,Cl^{-}(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^{-}$

المعادلة الإجمالية :

$$Fe^{2+}(aq) + 2\,Cl^{-}(aq) \rightarrow Fe(s) + Cl_2(g)$$

التمرين 02:

يعتمد بعض المنقبين على الذهب على حمض وكلور الماء من أجل تنقية الذهب من بعض المعادن التي تكون ملتصقة به مثل معدن الحديد . ذلك لأن كلور الماء لا يؤثر على الذهب بينما يتفاعل مع معدن الحديد. التجربة الموضحة في **الوثيقة** تبين تأثير حمض كلور الماء على معدن الحديد

1. أكتب بالصيغة الشاردية حمض كلور الماء
2. صف ماذا يحدث لبرادة الحديد
3. سم المحلول الشاردي الناتج
   - بين كيف يكشف تجريبيا عن شوارده
4. أذكر بروتوكول تجريبي يمكنك من الكشف على الغاز المنطلق
5. أكتب و وازن معادلة التفاعل الكيميائي الحادث بالصيغة:
   أ. الشاردية
   ب. الجزيئية

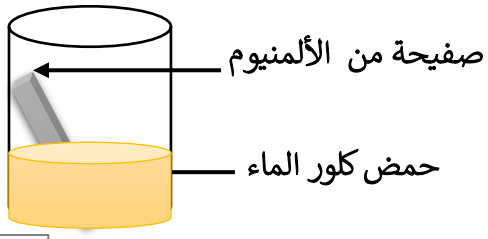
حل التمرين 02:

1. الصيغة الشاردية لمحلول كلور الماء $(H^+ + Cl^-)(aq)$
2. تآكل برادة الحديد
3. هو محلول كلور الحديد الثنائي $(Fe^{2+} + 2Cl^-)(aq)$
   - يتم الكشف على شوارد الكلور بإضافة قطرات من محلول نترات الفضة فيتشكل راسب أبيض
   - يتم الكشف على شوارد الحديد الثنائي بإضافة قطرات من محلول هيدروكسيد الصوديوم فيتشكل راسب أخضر
4. نقرب عود ثيقاب مشتعل من الغاز المنطلق فنسمع فرقعة دليل على أنه غاز ثنائي الهيدروجين $H_2(g)$
5. المعادلات الكيميائية :

بالصيغة الشاردية	$2(H^+ + Cl^-)(aq) + \mathrm{Fe(s)} \rightarrow (Fe^{2+} + 2Cl^-)(aq) + H_2(g)$
بالصيغة الجزيئية	$2HCl\,(aq) + Fe\,(s) \rightarrow FeCl_2(aq) + H_2(g)$

التمرين 03:

يعتمد بعض صانعي الفضة على محلول حمض كلور الماء من أجل تنقية الفضة من قطع الألمنيوم العالقة بها. التجربة الموضحة في **الوثيقة** تبين تأثير حمض كلور الماء على معدن الألمنيوم



1. أكتب الصيغة الشاردية لحمض كلور الماء
2. صف ماذا يحدث لصفيحة الألمنيوم
3. سم المحلول الشاردي الناتج
   - بين كيف يكشف تجريبيا على شوارده

4. أذكر بروتوكول تجريبي يمكنك من الكشف عن الغاز المنطلق
5. أكتب و وازن معادلة التفاعل الكيميائي الحادث بالصيغة:
   أ. الشاردية
   ب. الجزيئية

حل التمرين 03:

1. الصيغة الشاردية لمحلول كلور الماء $(H^+ + Cl^-)(aq)$
2. نلاحظ تآكل الصفيحة المعدنية للألمنيوم
3. هو محلول كلور الألمنيوم $(Fe^{2+} + 2Cl^-)(aq)$
   - يتم الكشف على شوارد الكلور بإضافة قطرات من محلول نترات الفضة فيتشكل راسب أبيض
   - يتم الكشف على شوارد الألمنيوم بإضافة قطرات من محلول هيدروكسيد الصوديوم فيتشكل راسب أبيض
4. انطلاق غاز عندما نقرب منه عود ثقاب مشتعل نسمع فرقعة دليل على أنه غاز ثنائي الهيدروجين $H_2(g)$
5. المعادلات الكيميائية للتحول الكيميائي بين حمض كلور الماء و معدن الألمنيوم

بالصيغة الشاردية	$6(H^+ + Cl^-)(aq) + 2Al(s) \rightarrow 2(Al^{3+} + 3Cl^-)(aq) + 3H_2(g)$
بالصيغة الجزيئية	$6HCl\,(aq) + 2Al\,(s) \rightarrow 2AlCl_3(aq) + 3H_2(g)$

التمرين 04:

يتكون محلول حمض الكبريت من شوارد الكبريتات SO_4^{-2} و شوارد الهيدروجين H^+ ، عندما نسكب حجما مناسبا من هذا الحمض على قطعة من معدن ما ينتج محلول شاردي لونه أخضر و ينطلق غاز يحدث فرقعة بوجود لهب. في نهاية التحول الكيميائي الحادث نرشح المحلول الشاردي الناتج و نضيف له قطرات من محلول هيدروكسيد الصوديوم فيتشكل راسب أخضر

1. أكتب الصيغة الشاردية لحمض الكبريت و لمحلول هيدروكسيد الصوديوم
2. سم المعدن الذي تفاعل مع حمض الكبريت في هذه التجربة

3. سم الأنواع الكيميائية الناتجة
4. أكتب بالصيغة الشاردية المعادلة الكيميائية للتفاعل الكيميائي الحادث بين الحمض و المعدن
   - سم الشوارد غير الفعالة في هذا التفاعل الكيميائي

حل التمرين 04:

1. الصيغة الشاردية لمحلول حمض الكبريت $(\boldsymbol{2H^+ + SO_4^{2-}})(\boldsymbol{aq})$
2. و الصيغة الشاردية لمحلول هيدروكسيد الصوديوم $(\boldsymbol{Na^+ + OH^-})(\boldsymbol{aq})$
3. هو معدن الحديد $\boldsymbol{Fe\ (S)}$
4. الغاز الذي سمعت فرقعته هن غاز ثنائي الهيدروجين $H_2(g)$
   و المحلول الشاردي الناتج ذو اللون الأخضر هو محلول كبريتات الحديد الثاني $(\boldsymbol{Fe^{2+} + SO_4^{2-}})(\boldsymbol{aq})$
5. المعادلات الكيميائية للتحول الكيميائي بين حمض الكبريت و معدن الحديد

بالصيغة الشاردية	$(2H^+ + SO_4^{2-})(aq) + Fe(s) \rightarrow (Fe^{2+} + SO_4^{2-})(aq) + H_2(g)$

   - الشوارد غير الفعالة هي شوارد الكبريتات $SO_4^{2-}(aq)$

التمرين 05:

تعتبر حبيبات كلور الكالسيوم شرهة جدا للماء لهذا تستعمل في محاربة الرطوبة للحفاظ على الوسط جافا، يحضر محلولها اصطناعيا من تفاعل كيميائي بين حمض كلور الماء و مسحوق الكلس $CaCO_3\ (s)$

1. سم الغاز المنطلق خلال هذا التفاعل الكيميائي و بين كيف يتم الكشف عنه
2. أكمل الجدول التالي:

الأفراد الكيميائية الناتجة		الأفراد الكيميائية المتفاعلة	
الصيغة الكيميائية	الاسم	الصيغة الكيميائية	الاسم

3. أذكر بروتوكول تجريبي يمكنك من الكشف عن شوارد المحلول الناتج
4. أكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لهذا التفاعل الكيميائي

حل التمرين 05:

1. الغاز المنطلق هو غاز ثنائي أكسيد الكربون $CO_2(g)$ و الذي يعكر رائق الكلس
2. الجدول:

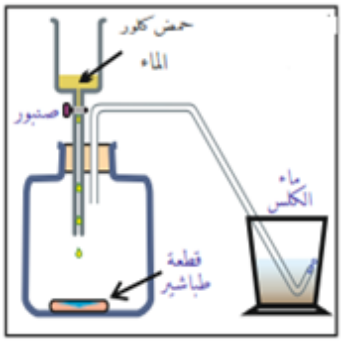
الأفراد الكيميائية الناتجة		الأفراد الكيميائية المتفاعلة	
الصيغة الكيميائية	الاسم	الصيغة الكيميائية	الاسم
$(Ca^{2+} + 2Cl^{-})(aq)$	كلور الكالسيوم	$CaCO_3\ (s)$	الكلس
$CO_2(g)$	غاز ثنائي أكسيد الكربون	$(H^{+} + Cl^{-})(aq)$	كلور الماء
$H_2O(l)$	الماء		

3. المعادلة الكيميائية للتفاعل الكيميائي الحادث:

بالصيغة الشاردية	$CaCO_3(s) + 2(H^{+} + Cl^{-})(aq) \rightarrow (Ca^{2+} + 2Cl^{-})(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$
بالصيغة الجزيئية	$CaCO_3(s) + 2HCl\ (aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$

التمرين 06 :

لحمض كلور الماء و الذي يعرف بروح الملح استعمالات كثيرة في الحياة اليومية حيث يعتبر منظفا للتخلص من الترسبات الكلسية في المجاري المائية و استعمالات أخرى كثيرة . التركيب التجريبي الموضح في الوثيقة يبين تأثير حمض كلور الماء على الكلس $CaCO_3\ (s)$



1. سم الأنواع الكيميائية الناتجة
2. بين كيف يتم الكشف عنها
3. أكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لهذا التفاعل الكيميائي

حل التمرين 06 :

الأنواع الكيميائية الناتجة		الكاشف المناسب	الملاحظة
الصيغة الكيميائية	الاسم		
$(Ca^{2+} + 2Cl^{-})(aq)$	محلول كلور الكالسيوم	نكشف عن شوارد الكلور بمحول نترات الفضة	ظهور راسب أبيض
		نكشف عن شوارد الكالسيوم بمحلول كربونات الصوديوم	ظهور راسب أبيض
$CO_2(g)$	غاز ثنائي أكسيد الكربون	رائق الكلس	تعكر رائق الكلب
$H_2O(l)$	الماء	كبريتات النحاس اللامائية و لونها أبيض	تحولها لون كبريتات النحاس إلى اللون الأزرق

المعادلة الكيميائية للتفاعل الكيميائي الحادث:

بالصيغة الشاردية	$CaCO_3(s) + 2(H^+ + Cl^-)(aq) \rightarrow (Ca^{2+} + 2Cl^-)(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$
بالصيغة الجزيئية	$CaCO_3(s) + 2HCl\ (aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$

حلول تمارين الكتاب المدرسي

حل التمرين 01 **صفحة** 52:

أ. خطأ ، الفرد الكيميائي قد يكون ذرة أو جزيء أو شاردة فهو كل حبيبة مجهرية

ب. صحيح

ت. خطأ، تمثل مجموعة من الشوارد المتماثلة نوعا كيميائيا

ث. خطأ ، نتعامل مع الأفراد على المستوى المجهري و مع الأنواع على المستوى العياني

حل التمرين 02 **صفحة** 52:

أ. الاحتراق تحول كيميائي تختفي خلاله المتفاعلات و تظهر النواتج
ب. إن تفاعل الحديدي مع محلول حمض كلور الماء ينتج غاز ثنائي الهيدروجين و ملح كلور الحديد الثنائي
ت. يؤثر محلول حمض كلور الماء على الطبشور فينتج غاز ثنائي أكسيد الكربون و ملح كلور الكالسيوم و الماء

حل التمرين 03 صفحة 52:

خلالا تحول كيميائي :
أ. الشحنة الكهربائية محفوظة
ب. عدد الذرات محفوظ
ت. يكون المحلول الشاردي في وسط التفاعل متعادلا كهربائيا
ث. عدد الإلكترونات المفقودة يساوي عدد الإلكترونات المكتسبة

حل التمرين 04 صفحة 52:

نعبر عن التحول الكيميائي في المحاليل الشاردية إما بمعادلة كيميائية نحترم فيها :

- كتابة المتفاعلات و النواتج وفق الشكل العام للمعادلة
- كتابة الحالة الفيزيائية للأنواع الكيميائية
- التعبير عن الأفراد المتفاعلة و الناتجة بالصيغة الكيميائية الموافقة إما :

1. الصيغة الجزيئية : و نحترم في المعادلة مبدأ انحفاظ الكتلة
2. الصيغة الشاردية : و نحترم في المعادلة مبدأ انحفاظ الكتلة و مبدأ انحفاظ الشحنة

حل التمرين 05صفحة 52:

الصيغة الكيميائية	الصيغة الكيميائية الصحيحة	التعليل
$(2H^+ + 2Cl^-)$	$2(H^+ + Cl^-)$	المعامل الستوكيومتري يكتب خارج القوس
$(Al^{3+} + Cl^{3-})$	$(Al^{3+} + 3Cl^-)$	ذرة الكلور تكتسب إلكترونا واحدا و لتحقيق التعادل الكهربائي في المحلول الشاردي نكتب المعامل قبل رمز الشاردة
$(Fe^{2+} + Cl^-)$	$(Fe^{2+} + 2Cl^-)$	تحقيق مبدأ التعادل الكهربائي في محلول شاردي

حل التمرين 06 **صفحة** 52:

- مريم التي على صواب فلا ينبغي تنظيف الرخام بمحلول حمض كلور الماء لأنه يتفاعل معه و يؤدي إلى تآكل الرخام
- المعادلة الكيميائية للتفاعل الكيميائي الحادث:

بالصيغة الشاردية	$CaCO_3(s) + 2(H^+ + Cl^-)(aq) \rightarrow (Ca^{2+} + 2Cl^-)(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$
بالصيغة الجزيئية	$CaCO_3(s) + 2HCl\ (aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$

حل التمرين 07 **صفحة** 52:

1. سبب اختفاء اللون الأزرق للمحلول هو اختفاء شوارد النحاس الثنائي $\boldsymbol{Cu^{2+}}$ لأنها تحولت إلى درات النحاس لهذا يترسب معدن النحاس $\boldsymbol{Cu\ (s)}$
2. سبب ظهور اللون الأخضر في المحلول هو ظهور شوارد الحديد الثنائي $\boldsymbol{Fe^{2+}}$
3. المعادلة الكيميائية بين محلول كبريتات النحاس الثنائي و معدن الحديد:

بالصيغة الشاردية	$(Cu^{2+} + SO_4^{2-})(aq) + Fe(s) \rightarrow (Fe^{2+} + SO_4^{2-})(aq) + Cu(s)$
بالصيغة الجزيئية	$CuSO_4(aq) + Fe\ (s) \rightarrow FeSO_4(aq) + Cu(s)$

حل التمرين 08 **صفحة** 52:

1. الغاز المنطلق هو غاز ثنائي الهيدروجين $H_2(g)$ لأن الخل محلول حمضي به شوارد الهيدروجين H^+
2. تتآكل صفيحة الزنك وفق المعادلة الكيميائية التالية:

بالصيغة الشاردية	$2CH_3COOH(aq) + Zn(s) \rightarrow (Zn^{2+} + 2CH_3COO^-)(aq) + H_2(g)$

حل التمرين 09 **صفحة** 52:

01	$Zn(s) + 2(H^+ + Cl^-)(aq) \rightarrow (Zn^{2+} + 2Cl^-)(aq) + H_2(g)$
02	$3Cu(s) + 8(H^+ + NO_3^-)(aq) \rightarrow 3Cu^{2+}(aq) + 6NO_3^-(aq) + 2\ NO(g) + 4H_2O(l)$
03	$CaCO_3(s) + 2(H^+ + Cl^-)(aq) \rightarrow (Ca^{2+} + 2Cl^-)(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$

حل التمرين 10 **صفحة** 53:

1. الصيغة الشاردية لمحلول حمض الكبريت $(\boldsymbol{2H^+ + SO_4^{2-}})(\boldsymbol{aq})$
و الصيغة الشاردية لمحلول هيدروكسيد الصوديوم $(\boldsymbol{Na^+ + OH^-})(\boldsymbol{aq})$
2. الغاز الذي سمعت فرقعته هن غاز ثنائي الهيدروجين $H_2(g)$
و الراسب الأخضر دليل على وجود شوارد الحديد الثنائي $Fe^{2+}(aq)$
و المحلول الشاردي الناتج ذو اللون الأخضر هو محلول كبريتات الحديد الثاني $(\boldsymbol{Fe^{2+} + SO_4^{2-}})(\boldsymbol{aq})$
3. المعادلات الكيميائية للتحول الكيميائي بين حمض الكبريت و معدن الحديد

بالصيغة الشاردية	$(2H^+ + SO_4^{2-})(aq) + Fe(s) \rightarrow (Fe^{2+} + SO_4^{2-})(aq) + H_2(g)$

- الشوارد غير الفعالة هي شوارد الكبريتات $SO_4^{2-}(aq)$
- المعادلات الكيميائية للتحول الكيميائي بين حمض كلور الماء و معدن الحديد

بالصيغة الشاردية	$2(H^+ + Cl^-)(aq) + Fe(s) \rightarrow (Fe^{2+} + 2Cl^-)(aq) + H_2(g)$

في كلا التحولين يتآكل معدن الحديد و ينتج غاز ثنائي الهيدروجين و محلولا لونه أخضر به شوارد الحديد الثنائي و في كلا التحولين لا تشارك الشوارد السالبة فيه التفاعل الكيميائي الحادث

حل التمرين 11 **صفحة** 53:

1. الصفيحة من معدن النحاس لأن الشوارد الناتجة هي شوارد النحاس الثنائي و التي تمنح المحلول الشاردي الناتج لونه الأزرق
2. الراسب الأزرق هو هيدروكسيد النحاس الثنائي $Cu(OH)_2\ (s)$
3. ظهور اللون الأزرق لأن ذرات النحاس تحولت لشوارد النحاس الثنائي و هذه الأخيرة من تمنح المحلول الشاردي لونه الأزرق و الطبقة الفضية هي ترسب معدن الفضة بسبب تحول شوارد الفضة إلى ذرات
4. المعادلات الكيميائية للتحول الكيميائي بين محلول نترات الفضة و معدن النحاس

بالصيغة الشاردية	$2(Ag^+ + NO_3^-)(aq) + \mathrm{Cu(s)} \rightarrow (Cu^{2+} + 2NO_3^-)(aq)(aq) + 2Ag(s)$
بالصيغة الجزيئية	$2AgNO_3(aq) + Cu\ (s) \rightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + 2Ag(s)$

حل التمرين 12 **صفحة** 28:

نرش مسحوقا شاردي فوق اللهب فيظهر اللهب بلون معين وكل شاردة في المسحوق لها لون لهب يميزها عن غيرها أو نغمر قضيبا في محاليل مائية شاردية ثم نمرره على اللهب فيظهر اللهب بألوان مختلفة

المسحوق الشاردي	لون المحلول الشاردي	الشاردة المعدنية	لون اللهب
ملح الطعام	أبيض	شاردة الصوديوم Na^{+}	أصفر
كبريتات النحاس	أزرق	شاردة النحاس الثنائي Cu^{2+}	أزرق
كلور الحديد الثنائي	أخضر	شاردة الحديد الثنائي Fe^{2+}	أخضر
كلور الكالسيوم	أبيض	شاردة الكالسيوم Ca^{2+}	برتقالي
برمنغنات البوتاسيوم	بنفسجي	شاردة البوتاسيوم K^{+}	بنفسجي

التاريخ	حل الوضعية النطلاقية

نص الوضعية صفحة 32 من الكتاب المدرسي

تفسير المشاريع الأربعة للتلاميذ :

مشروع سيد علي ــ طلي المفاتيح بمعدن النحاس
استعمل سيد علي تقنية التحليل الكهربائي لمحلول شاردي به شوارد النحاس الثنائي Cu^{2+} حيث تتوجه نحو المهبط و بذلك يترسب معدن النحاس على المفتاح عند وضعه عند المهبط وفق المعادلة الكيميائية التالية : $Cu^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Cu(s)$
مشروع إسلام ـــ الكاشف

اعتمد سيد على تقنية هجرة الشوارد حيث أن الماء المعدني (ماء الحنفية) به شوارد موجبة و شوارد سالبة فهو بذلك ناقل للتيار الكهربائي عندما وضع فيه إسلام مسريين من الغرافيت موصولين ببطارية و مصباح لاحظ توهج المصباح أي يوحد مرور للتيار الكهربائي في ماء الحنفية حيث تهاجر الشوارد الموجبة نحو المهبط لتكتسب إلكترونات و تهاجر الشوارد السالبة نحو المصعد لتفقد إلكترونات و تترسب بذلك موادا مختلفة الألوان عند المسريين فيظهر الماء بألوان مختلفة

بينما لا يحدث شيء في الماء النقي (المقطر) لأنه لا يحتوى على شوارد و بذلك تمكن إسلام من التفريق بين الماء المعدني و الماء المقطر

مشروع أكرم ـــ اللعبة السحرية

يعتمد مشروع أكرم على التفاعل بين معدن النحاس و محلول نترات الفضة حيث تظهر شوارد النحاس الثنائي و التي تمنح المحلول الشاردي الناتج لونا أزرقا و بذلك بتحول ذرات النحاس إلى شوارد وفق المعادلة الكيميائية التالية :

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

و يترسب معدن الفضة و ذلك بتحول شوارد الفضة إلى ذرات وفق المعادلة الكيميائية التالية :

$$Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$$

و المعادلة الكيميائية المعبر عن التفاعل الكيميائي بين محلول نترات الفضة و معدن النحاس :

بالصيغة الشاردية	$2(Ag^+ + NO_3^-)(aq) + \mathrm{Cu(s)} \rightarrow (Cu^{2+} + 2NO_3^-)(aq)(aq) + 2Ag(s)$
بالصيغة الجزيئية	$2AgNO_3(aq) + Cu\,(s) \rightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + 2Ag(s)$

مشروع إكرام ـــ تنظيف الحلي

استعملت إكرام حمض كلور الماء (كلور الهيدروجين) حيث أنه لا يتفاعل مع معدني الذهب و الفضة بينما يتفاعل مع معادل أخرى تترسب بهما مثل الألمنيوم و الحديد و الزنك

التاريخ	**إدماج التعلمات ـــ بطارية بغداد**

نص الوضعية صفحة 49 من الكتاب المدرسي

1. التحولات الكيميائية في البطارية :

<u>التفاعل بين محلول كبريتات النحاس و معدن الحديد حيث يلاحظ:</u>

– تآكل القضيب المعدني و نفسر ذلك بالمعادلة الكيميائية :

$$Fe\,(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$$

– ترسب معدن النحاس و نفسر ذلك بالمعادلة الكيميائية :

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

أما التفاعل الكيميائي بين المحلول كبريتات النحاس و معدن الحديدي فننمذجه بـ:

بالصيغة الشاردية	$(Cu^{2+} + SO_4^{2-})(aq) + \mathrm{Fe(s)} \rightarrow (Fe^{2+} + SO_4^{2-})(aq) + Cu(s)$
بالصيغة الجزيئية	$CuSO_4(aq) + Fe\ (s) \rightarrow FeSO_4(aq) + Cu(s)$

التفاعل بين عصير أي محلول حمضي به شوارد الهيدروجين مثل حمض كلور الماء و معدن الحديد حيث نلاحظ:

- تآكل القضيب المعدني و نفسر ذلك بالمعادلة الكيميائية :

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

- انطلاق غاز ثنائي الهيدروجين و نفسر ذلك بالمعادلة الكيميائية :

$$2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$$

أما التفاعل الكيميائي بين حمض كلور الماء و معدن الحديد فننمذجه بـ :

بالصيغة الشاردية	$2(H^+ + Cl^-)(aq) + \mathrm{Fe(s)} \rightarrow (Fe^{2+} + 2Cl^-)(aq) + H_2(g)$
بالصيغة الجزيئية	$2HCl\ (aq) + Fe\ (s) \rightarrow FeCl_2(aq) + H_2(g)$

ملاحظة : الأقرب للواقع هو استعمال محلول كبريتات النحاس لأن تفاعل محلول حمضي (به شوارد الهيدروجين) مع الحديد يؤدي إلى انطلاق غاز ثنائي الهيدروجين و الذي يتجمع في البطارية مما يسبب انفجارها

2. تفسير الطلي :

إن وضع قطعة من الزنك في محلول محلي (مثل كبريتات النحاس) أو محلول حمضي (مثل حمض كلور الماء) يؤدي إلى تآكل معدن الزنك أي تحول ذرات الزنك إلى شوارد وفق المعادلة الكيميائية التالية :

$$Zn\ (s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$$

ثم ينتقل هذين الإلكترونين عبر السلك الناقل إلى القطعة الفضية و تصبح شحنة القطعة الفضية سالبة (المهبط) فتنجذب نحوها شوارد الذهب و تكتسب إلكترونين و يترسب معدن الذهب فيتم طلاء الفضة به وفق المعادلة الكيميائية التالية :

$$Au^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Au(s)$$

3. تعتمد الغلفة أو الطلي بالفضة على تقنية التحليل الكهربائي حيث يتم وضع القطعة التي يراد تغليفها أو طليها في المهبط و الذي تتجمع عنده الإلكترونات فتكتسبها شوارد المعدن الذي نريد الطلي به فتترسب طبقة منه على القطعة