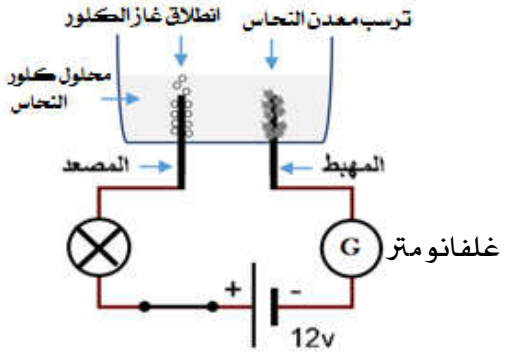
1- التحليل الكهربائي البسيط :

- لا يتآكل المسريان.
- لا يتفاعل المذيـب .
- تتجه الشوارد (+) نحو المهبط (-) والشوارد (-) نحو المصعد (+) .

مثال : مسحوق كلور النحاس $CuCl_{2(s)}$ نضيف له ماء مقطر ليصبح محلول $(Cu^{2+} + 2Cl^-)_{(aq)}$ ثم نضعه في وعاء التحليل الكهربائي (وعاء فولطا) :



- **عند المصعد (+)** : تتجه شوارد Cl^- إلى المصعد لتفقد إلكترون $(1e^-)$ لتتحول إلى ذرات فتتحد كل ذرتين مشكلة غاز الكلور Cl_2، وفق المعادلة التالية :

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

- **عند المهبط (-)** : تتجه شوارد Cu^{2+} إلى المهبط (-) لتكتسب $(2e^-)$ لتتحول إلى ذرات Cu التي تترسب على المهبط ، وفق المعادلة التالية :

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

المعادلة الإجمالية :

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

2- الطلاء بالتحليل الكهربائي البسيط :

- **عند المصعد (+)** : انطلاق غاز الكلور .
- **عند المهبط (-)**: ترسب معدن النحاس .(طلاء المفتاح الحديدي بمعدن النحاس .
- لطلاء مفتاح من حديد بالنحاس نستعمل التحليل الكهربائي البسيط بحيث يكون المفتاح الحديدي هو **المهبط** أما المصعد فهو من مادة الغرافيت والمحلول الشاردي يحتوي على شوارد Cu^{2+} يعني استعمال محلول كلور النحاس $(Cu^{2+} + 2Cl^-)_{(aq)}$.

- **عند المصعد (+)** : انطلاق غاز الكلور .

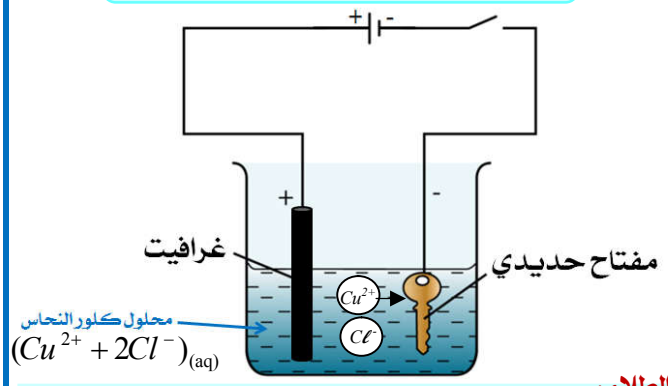
$$2Cl^-_{(aq)} \rightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$$

- **عند المهبط (-)**: ترسب معدن النحاس على المفتاح الحديدي .

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

المعادلة الإجمالية:

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



طرق الطلاء :

- **الغلفنة** : عملية طلي معدن سريع التأكسد بمعدن نفيس (مثلا : الذهب....)
- **التفضيض** : عملية طلي معدن بالفضة .
- **التذهيب** : عملية طلي معدن بالذهب .

التحليل الكهربائي البسيط

المحلول الشاردي	عند المصعد(+)	عند المهبط (-)	المعادلة الإجمالية
حمض كلور المـــــاء $(H^+ + Cl^-)$	غاز الكلور $2Cl^- \rightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$	غاز الهيدروجين $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$	غاز الكلور+غاز الهيدروجين ← حمض كلور الماء $2(H^+ + Cl^-)_{(aq)} \rightarrow H_{2(g)} + Cl_{2(g)}$
كلور معدن	غاز الكلور	ترسب المعدن	غاز الكلور + ترسب المعدن ← كلور معدن
مصهور كلور الصوديوم $(Na^+ + Cl^-)$	$2Cl^- \rightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$	$2Na^+ + 2e^- \rightarrow 2Na$	$2(Na^+ + Cl^-)_{(aq)} \rightarrow 2Na_{(s)} + Cl_{2(g)}$
كلـور الزنـــــك $(Zn^{2+} + 2Cl^-)$	$2Cl^- \rightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$	$Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$	$(Zn^{2+} + 2Cl^-)_{(aq)} \rightarrow Zn_{(s)} + Cl_{2(g)}$
كلور القصديـــــر $(Sn^{2+} + 2Cl^-)$	$2Cl^- \rightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$	$Sn^{2+} + 2e^- \rightarrow Sn$	$(Sn^{2+} + 2Cl^-)_{(aq)} \rightarrow Sn_{(s)} + Cl_{2(g)}$
كلور النحاس الثنائي $(Cu^{2+} + 2Cl^-)$	$2Cl^- \rightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$	$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$	$(Cu^{2+} + 2Cl^-)_{(aq)} \rightarrow Cu_{(s)} + Cl_{2(g)}$
كلور الحديد الثنائي $(Fe^{2+} + 2Cl^-)$	$2Cl^- \rightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$	$Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe$	$(Fe^{2+} + 2Cl^-)_{(aq)} \rightarrow Fe_{(s)} + Cl_{2(g)}$
كلور الحديد الثلاثي $(Fe^{3+} + 3Cl^-)$	$6Cl^- \rightarrow 3Cl_{2(g)} + 6e^-$	$2Fe^{3+} + 6e^- \rightarrow 2Fe$	$2(Fe^{3+} + 3Cl^-)_{(aq)} \rightarrow 2Fe_{(s)} + 3Cl_{2(g)}$

الكشف عن بعض الغازات :

	الغاز	الكاشف	النتيجة
01	غاز الهيدروجين H_2	تقريب لهب (النار)	سماع فرقعة
02	غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2	رائق الكلس	يعكر رائق الكلس
03	غاز الكلور Cl_2	أزرق النيلة	اختفاء اللون الأزرق
04	غاز الأكسجين O_2	تقريب لهب (النار)	يزداد اللهب (انتعاش الاشتعال)

التفاعلات الكيميائية في المحاليل الشاردية :

1 تفاعل حمض كلور الماء ($HC\ell$) مع معدن:

كلور المعدن + غاز الهيدروجين ⟶ حمض كلور الماء + معدن

تفاعل حمض كلور الماء ($HC\ell$) مع معدن:	المعادلة الكيميائية بالصيغة الشاردية	المعادلة الكيميائية بالصيغة الإحصائية (الجزيئية)
الحديد **Fe**	$Fe_{(s)} + 2(H^+ + C\ell^-)_{(aq)} \longrightarrow H_{2(g)} + (Fe^{2+} + 2C\ell^-)_{(aq)}$	$Fe_{(s)} + 2HC\ell_{(aq)} \longrightarrow H_{2(g)} + FeC\ell_{2(aq)}$
الزنك **Zn**	$Zn_{(s)} + 2(H^+ + C\ell^-)_{(aq)} \longrightarrow H_{2(g)} + (Zn^{2+} + 2C\ell^-)_{(aq)}$	$Zn_{(s)} + 2HC\ell_{(aq)} \longrightarrow H_{2(g)} + ZnC\ell_{2(aq)}$
القصدير **Sn**	$Sn_{(s)} + 2(H^+ + C\ell^-)_{(aq)} \longrightarrow H_{2(g)} + (Sn^{2+} + 2C\ell^-)_{(aq)}$	$Sn_{(s)} + 2HC\ell_{(aq)} \longrightarrow H_{2(g)} + SnC\ell_{2(aq)}$
المغنزيوم **Mg**	$Mg_{(s)} + 2(H^+ + C\ell^-)_{(aq)} \longrightarrow H_{2(g)} + (Mg^{2+} + 2C\ell^-)_{(aq)}$	$Mg_{(s)} + 2HC\ell_{(aq)} \longrightarrow H_{2(g)} + MgC\ell_{2(aq)}$
الألمنيوم **Al**	$2Al_{(s)} + 6(H^+ + C\ell^-)_{(aq)} \longrightarrow 3H_{2(g)} + 2(Al^{3+} + 3C\ell^-)_{(aq)}$	$2A\ell_{(s)} + 6HC\ell_{(aq)} \longrightarrow 3H_{2(g)} + 2A\ell C\ell_{3(aq)}$
الذهب (Au) ، الفضة (Ag)، النحاس (Cu) ، البلاتين (Pt) ، الزئبق (Hg)	"لاتتفاعل مع حمض كلور الماء $HC\ell$"	

تفاعل حمض الكبريت (H_2SO_4) مع معدن:

كبريتات المعدن + غاز الهيدروجين ⟶ معدن + حمض الكبريت

تفاعل حمض كلور الماء ($HC\ell$) مع معدن:	المعادلة الكيميائية بالصيغة الشاردية	المعادلة الكيميائية بالصيغة الإحصائية (الجزيئية)
الحديد *Fe*	$Fe_{(s)} + (2H^+ + SO_4^{2-})_{(aq)} \longrightarrow H_{2(g)} + (Fe^{2+} + SO_4^{2-})_{(aq)}$	$Fe_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow H_{2(g)} + FeSO_{4(aq)}$
الزنك *Zn*	$Zn_{(s)} + (2H^+ + SO_4^{2-})_{(aq)} \longrightarrow H_{2(g)} + (Zn^{2+} + SO_4^{2-})_{(aq)}$	$Zn_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow H_{2(g)} + ZnSO_{4(aq)}$
القصدير *Sn*	$Sn_{(s)} + (2H^+ + SO_4^{2-})_{(aq)} \longrightarrow H_{2(g)} + (Sn^{2+} + SO_4^{2-})_{(aq)}$	$Sn_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow H_{2(g)} + SnSO_{4(aq)}$
المغنزيوم *Mg*	$Mg_{(s)} + (2H^+ + SO_4^{2-})_{(aq)} \longrightarrow H_{2(g)} + (Mg^{2+} + SO_4^{2-})_{(aq)}$	$Mg_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow H_{2(g)} + MgSO_{4(aq)}$
الألمنيوم *Al*	$2A\ell_{(s)} + 3(2H^+ + SO_4^{2-})_{(aq)} \longrightarrow 3H_{2(g)} + (2A\ell^{3+} + 3SO_4^{2-})_{(aq)}$	$2A\ell_{(s)} + 3H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 3H_{2(g)} + A\ell_2(SO_4)_{3(aq)}$

2 تفاعل معدن مع شاردة معدن : (كبريتات النحاس مع معدن) :

شاردة معدن 1 + معدن 2 ⟶ شاردة معدن2 + معدن1

تفاعل حمض شاردة مع معدن	المعادلة الكيميائية للأفراد الكيميائية المتفاعلة فقط (المعادلة المختصرة)	المعادلة الكيميائية بالصيغتين الشاردية و الإحصائية (الجزيئية)
كبريتات النحاس مع الزنك	$Zn_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow Cu_{(s)} + Zn^{2+}_{(aq)}$	$Zn_{(s)} + \left(Cu^{2+} + SO_4^{2-}\right)_{(aq)} \rightarrow Cu_{(s)} + \left(Zn^{2+} + SO_4^{2-}\right)_{(aq)}$ $Zn_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \rightarrow Cu_{(s)} + ZnSO_{4(aq)}$
كبريتات النحاس مع الحديد	$Fe_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow Cu_{(s)} + Fe^{2+}_{(aq)}$	$Fe_{(s)} + \left(Cu^{2+} + SO_4^{2-}\right)_{(aq)} \rightarrow Cu_{(s)} + \left(Fe^{2+} + SO_4^{2-}\right)_{(aq)}$ $Fe_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \rightarrow Cu_{(s)} + FeSO_{4(aq)}$
كبريتات النحاس مع الألمنيوم	$2A\ell_{(s)} + 3Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow 3Cu_{(s)} + 2A\ell^{3+}_{(aq)}$	$2A\ell_{(s)} + 3\left(Cu^{2+} + SO_4^{2-}\right)_{(aq)} \rightarrow 3Cu_{(s)} + \left(2A\ell^{3+} + 3SO_4^{2-}\right)_{(aq)}$ $2A\ell_{(s)} + 3CuSO_{4(aq)} \rightarrow 3Cu_{(s)} + A\ell_2(SO_4)_{3(aq)}$

ملاحظة: 1- تآكل الجزء المغمور في المحلول الشاردي 2- ترسب معدن على الجزء المغمور 3- اختفاء (تحول) تدريجي للون المحلول الشاردي .

ملاحظة هامة : عند وضع سلك من الفضة (Ag) أو من الحديد (Fe) في محلول كبريتات التوتياء (الزنك) $(Zn^{2+} + SO_4^{2-})$ لا يحدث أي شيء .

3 تفاعل محلول حمضي مع ملح (حمض كلور الماء مع الكلس) :

- تتواجد كربونات الكالسيوم $(CaCO_3)$ في الطباشير، الرخام ، الكلس (الجير) .

تفاعل حمض كلور الماء $(HC\ell)$ مع الكلس	كلور الكالسيوم + الماء + ثاني أكسيد الكربون ⟶ حمض كلور الماء + كربونات الكالسيوم(الكلس)
المعادلة الكيميائية بالصيغة الشاردية	$CaCO_{3(s)} + 2(H^+ + C\ell^-)_{(aq)} \longrightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} + (Ca^{2+} + 2C\ell^-)_{(aq)}$
المعادلة الكيميائية بالصيغة الإحصائية (الجزيئية)	$CaCO_{3(s)} + 2HC\ell_{(aq)} \longrightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} + CaC\ell_{2(aq)}$

ملاحظة: ثاني أكسيد الكربون CO_2 يعكر رائق الكلس (ماء الجير) "وهي طريقة الكشف عنه".

ملاحظة هامة : نسمي حمض كلور الماء أو كلور الهيدروجين أو حمض الهيدروكلوريك أو روح الملح (اسمه التجاري).($HC\ell$)