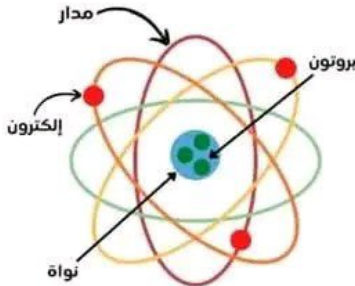




الظواهر الكهربائية

التكهرب



(1) بنية الذرة: حسب نموذج رذرفورد والذي يدعى بالنموذج الكوكبي تتكون

الذرة من **نواة مركزية** ذات شحنة **موجبة** تدور حولها **إلكترونات** ذات شحنة **سالبة**.

تكون الذرة متعادلة كهربائياً أي عدد الشحنات الموجبة (عدد البروتونات) = عدد الشحنات السالبة (عدد الإلكترونات).

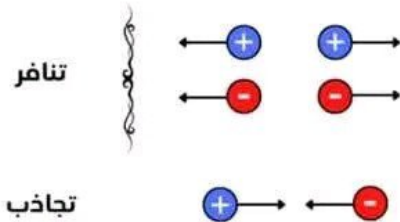
(2) تعريف التكهرب: هو عملية انتقال الإلكترونات من جسم إلى آخر وله عدة طرق: بالدلك / باللمس / بالتأثير.

(3) الشحنة الكهربائية:

الشحنة الكهربائية الموجبة: وهي شحنة كل جسم فقد إلكترونات كما أنها الشحنة الكهربائية المحمولة على الزجاج المدلوك بالصوف.

الشحنة الكهربائية السالبة: وهي شحنة كل جسم اكتسب إلكترونات كما أنها الشحنة الكهربائية المحمولة على البلاستيك (الايونيت) المدلوك بالصوف.

(4) الأفعال المتبادلة بين الأجسام المكهربة (المشحونة):



كل جسمان يحملان شحنتين كهربائيتين **متماثلتين** في الإشارة **يتنافران**

كل جسمان يحملان شحنتين كهربائيتين متعاكستين في الإشارة يتجاذبان

(5) النواقل والعوازل:

النواقل: هي الأجسام التي تسمح بانتقال الشحنات الكهربائية عبرها مثل المعادن، المحاليل الشاردية...

العوازل: هي الأجسام التي لا تسمح بانتقال الشحنات الكهربائية عبرها مثل البلاستيك، الخشب، الزجاج...

(6) تفسير التكهرب:

التكهرب بالدلك:

عند دلك جسم بجسم آخر تنتقل الإلكترونات من أحدهما إلى الآخر.





التكهرب باللمس:

انتقال الإلكترونات (الشحنات السالبة) من قضيب الايونيت المشحون إلى الكرة فتشحن الكرة بشحنة سالبة ونلاحظ نفورها عن القضيب.

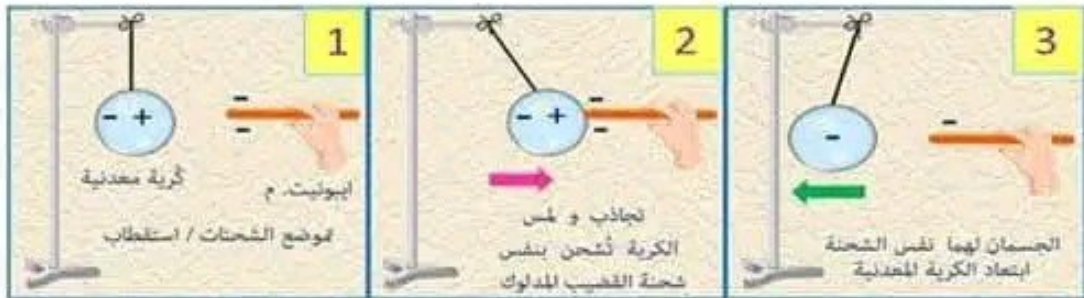


انتقال الإلكترونات (الشحنات السالبة) من الكرة إلى القضيب الزجاجي فيصبح كل من الكرة و القضيب الزجاجي يحملان نفس الشحنة الموجبة و حدوث تنافر.



التكهرب بالتأثير:

نقرب بلاستيك أو ايونيت مدلوك من كرية معدنية خفيفة معلقة.



نقرب زجاج مدلوك من كرية معدنية خفيفة معلقة.



-عند التقريب يحدث للكرة إعادة توزيع للشحنات حيث تتجمع الشحنة المعاكسة لشحنة القضيب على الطرف المقابل له.



الظواهر الكهربائية

التوتر و التيار الكهربائي المتناوبان

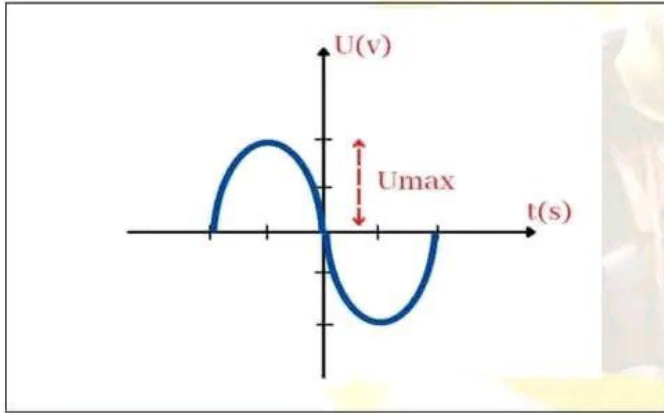
1/ التيار الكهربائي المستمر: هو التيار الموجود في البطاريات و رمزه DC أو - .

2/ التيار الكهربائي المتناوب : هو تيار ناتج عن ظاهرة التحريض الكهرومغناطيسي بتحريك مغناطيس (معرض) أمام وشيعة (معرض) أو العكس ويكون متغير الشدة و الجهة ، من أهم الأجهزة التي تنتجها هي المنوبة أو الدينامو.

3/ الكشف عن طبيعة التوتر الكهربائي: ← نستعمل جهاز راسم الاهتزاز المهبطي

خط متموج: توتر متناوب ← خط مستمر: توتر مستمر

4/ خصائص التيار الكهربائي المتناوب: رمزه AC أو ~ :



التوتر الأعظمي U_{max}
عدد التدريجات العمودية $\times$ الحساسية العمودية

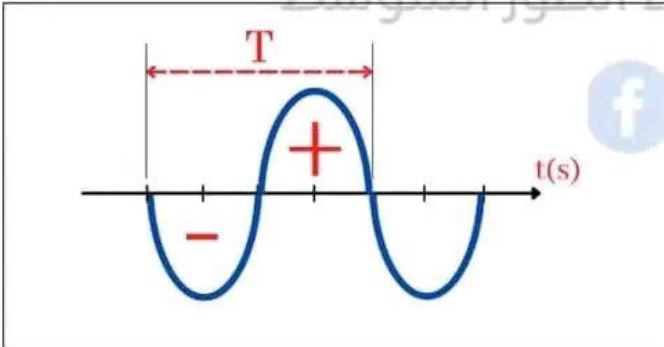
$$U_{max} = n \times S_v$$

الوحدة : الفولط (v)

التوتر المنتج (الفعال) U_{eff}
هو القيمة المقاسة بجهاز الفولطمتر

$$U_{eff} = U_{max} / \sqrt{2}$$

الوحدة : الفولط (v)



الدور (زمن نوبتين) T
عدد التدريجات الأفقية $\times$ الحساسية الأفقية

$$T = n \times S_h$$

الوحدة : الثانية (s)

التواتر (التردد) f
عدد الدورات في الثانية

$$f = 1 / T$$

الوحدة : الهرتز (Hz)

الشدة الأعظمية (I_{max})

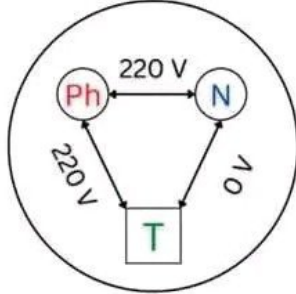
الشدة المنتجة (I_{eff})
القيمة المقاسة بجهاز الأميتر

$$I_{max} = I_{eff} \times \sqrt{2} \quad / \quad \text{الوحدة : الأمبير (A)}$$



الأمّن الكهربائي

I / المآخذ



مأخذ بسيط ذو مرتبين طور و حيادي، و مأخذ أرضي ذو ثلاث مراتب :

- الطور رمزه Ph و مغلف بغلاف عازل أحمر أو بني

- الحيادي رمزه N و مغلف بغلاف أزرق

- الأرضي رمزه T و مغلف بغلاف أصفر أو أخضر و يسمح بمرور التيار الكهربائي المتسرب عن الشبكة الكهربائية إلى الأرض

II / الكشف عن سلك الطور

مفك البراغي الكاشف testeur



ألوان المادة العازلة

بجهاز الفولتметр أو جهاز متعدد القياسات

III / أهم عناصر الحماية من أخطار التيار الكهربائي في الشبكات المنزلية ودورها

العنصر	القاطعة	المأخذ الأرضي	المنصهرة	القاطع التفاضلي
رمزه النظامي				
مكان تركيبه	سلك الطور	يوصل بالأرض لربط الهيكل المعدني بها	سلك الطور على التسلسل مع الأجهزة	بعد العداد مباشرة
دوره	حماية الأشخاص من خطر الإصابة بصعقة كهربائية عند استبدال مصباح	حماية الأشخاص من خطر الإصابة بصعقة كهربائية في حالة تسرب تيار كهربائي من سلك الطور إلى الهيكل المعدني للأجهزة	حماية الأجهزة الكهربائية من التلف بسبب شدة التيار الزائدة نتيجة : - الدارة المستقصرة - الارتفاع المفاجئ لشدة التيار الكهربائي - الحمولة الزائدة على المآخذ إذا شغلنا عدة أجهزة .	- حماية الأشخاص من خطر الإصابة بصعقة كهربائية في حالة تسرب تيار كهربائي من سلك الطور إلى الهيكل المعدني - حماية الأجهزة و كامل الشبكة الكهربائية من التلف بسبب شدة التيار الكهربائي



IV / مشاكل الأمن الكهربائي و حلولها المقترحة

المشكل	سببه	الحلول المقترحة
الشعور بصدمة كهربائية عند إستبدال مصباح و القاطعة مفتوحة	- القاطعة مركبة على سلك الحيادي	- قطع التيار الكهربائي عن كامل الشبكة عن طريق القاطع التفاضلي ثم تركيب القاطعة في سلك الطور بدل الحيادي
الشعور بصدمة كهربائية عند ملامسة الهيكل المعدني للأجهزة	- سلك الطور يلامس الهيكل المعدني للأجهزة - المأخذ الأرضي غير موصل بالأرض (الجهاز غير موصل بمأخذ أرضي)	- توصيل المأخذ الأرضي بالأرض - تركيب الجهاز بمأخذ أرضي بدل المأخذ البسيط - عزل سلك الطور عن الهيكل المعدني للجهاز
انقطاع التيار الكهربائي عن كامل الشبكة الكهربائية المنزلية عند تشغيل عدة أجهزة	- الحمولة الزائدة على القاطع التفاضلي أي تجاوز شدة التيار الكلية التي تستهلكها الأجهزة للقيمة التي يتحملها القاطع التفاضلي	- ضبط معيار القاطع التفاضلي عند قيمة أكبر - إستبدال القاطع التفاضلي بأخر يتحمل شدة تيار أكبر
إنقطاع التيار الكهربائي فجأة عن كامل الشبكة الكهربائية المنزلية	- حدوث استقصار للدارة	- عزل سلك الطور عن سلك الحيادي
إنقطاع التيار الكهربائي عند تشغيل عدة أجهزة و عند إصلاح الخلل لوحظ أن أحد الأجهزة قد تعطل	- زيادة شدة التيار عن القيمة التي يتحملها الجهاز - عدم حماية الجهاز بمنصهرة أو المنصهرة مركبة في سلك الحيادي - تلف المنصهرة إذا كانت موجودة	- ضرورة تركيب المنصهرة في سلك الطور و على التسلسل مع الجهاز - إستبدال المنصهرة التالفة بأخرى جديدة
الجهاز لا يعمل بالرغم من أنه سليم	- شدة التيار التي يشتغل بها الجهاز أكبر من شدة التيار التي تتحملها المنصهرة مما أدى إلى تلفها	- إستبدال المنصهرة بأخرى تتحمل شدة تيار تساوي شدة التيار الكهربائي التي يشتغل بها الجهاز

حساب شدة التيار التي يشتغل بها جهاز معين انطلاقاً من استطاعته : $P(w) = U(v) \times I(A)$

$$1 \text{ Kw} = 1000 \text{ w} \quad / \quad 1 \text{ A} = 1000 \text{ mA}$$

V / تبعات أخطار التيار الكهربائي

حوادث مميتة : (توتر متناوب أكبر من 25V) أو (تيار متناوب شدته أكبر من 40mA) يسببان صعقة مميتة.

الحرائق : عيوب العزل الكهربائي و استقصار الدارة الكهربائية يتسببان في حدوث حرائق.

تلف الأجهزة : زيادة الحمولة و زيادة شدة التيار الكهربائي يمكن أن يؤدي إلى تلف الأجهزة الكهربائية.



المادة و تحولاتها

I / الشاردة و المحلول الشاردي

المساحيق : الشاردية و الجزيئية غير ناقلة للتيار الكهربائي.

المحاليل الجزيئية : المحاليل التي لا تنقل التيار الكهربائي مثل المحلول السكري (تحتوي على جزيئات فقط).

المحاليل الشاردية : المحاليل التي تنقل التيار الكهربائي و تكون الشوارد فيها هي المسؤولة عن نقل الكهرباء.

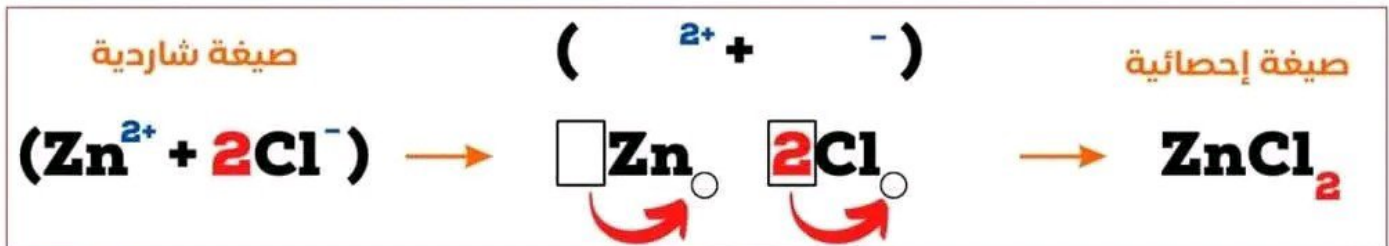
نقطة مهمة : كل الأجسام الصلبة الجزيئية أو الشاردية لا تنقل التيار الكهربائي.

الشاردة : هي ذرة فقدت أو اكتسبت إلكترونات أو أكثر :

شاردة سالبة (ذرة اكتسبت إلكترونات أو أكثر)		شاردة موجبة (ذرة افقدت إلكترونات أو أكثر)	
مركبة	بسيطة	مركبة	بسيطة
الهيدروكسيد OH^-	الكلور Cl^-	الهيدرونيوم H_3O^+	الهيدروجين H^+
الكبريتات SO_4^{2-}	الفلور F^-	الأمونيوم NH_4^+	النحاس Cu^{2+}
الكربونات CO_3^{2-}	الأكسجين O^{2-}		الحديد الثنائي Fe^{2+}
معادلة التشرذ عندما تكتسب ذرة الكلور Cl إلكترونات تتحول إلى شاردة الكلور Cl^- وفق المعادلة التالية : $\text{Cl} + 1\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^-$		معادلة التشرذ عندما تفقد ذرة الصوديوم Na إلكترونات تتحول إلى شاردة الصوديوم Na^+ وفق المعادلة التالية : $\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + 1\text{e}^-$	

الصيغة الشاردية للمحاليل : لكتابة صيغة أي محلول شاردي بالصيغة الشاردية نتبع الخطوات التالية : نكتب رمز الشاردين داخل قوسين حيث **الشاردة الموجبة** على اليسار و **الشاردة السالبة** على اليمين و نفصل بينهما بإشارة + ثم نقوم بموازنة الشحنة. مثال : محلول كلور الزنك : $(\text{Zn}^{2+} + 2\text{Cl}^-)$

الصيغة الإحصائية (الجزيئية) : يمكننا كتابة صيغة المحاليل الشاردية بصيغة إحصائية انطلاقا من الصيغة الشاردية و هذا بحذف القوسين () و علامة + الفاصلة بين الشاردين و حذف عدد و رمز الشحنة لكل شاردة و كتابة الرقم الذي يسبق كل شاردة أسفل اليمين.





II / التحليل الكهربائي البسيط

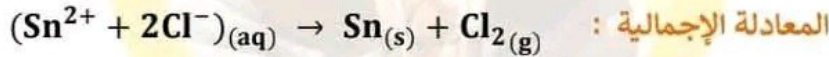
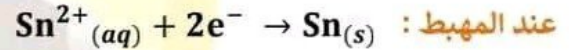
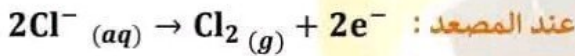
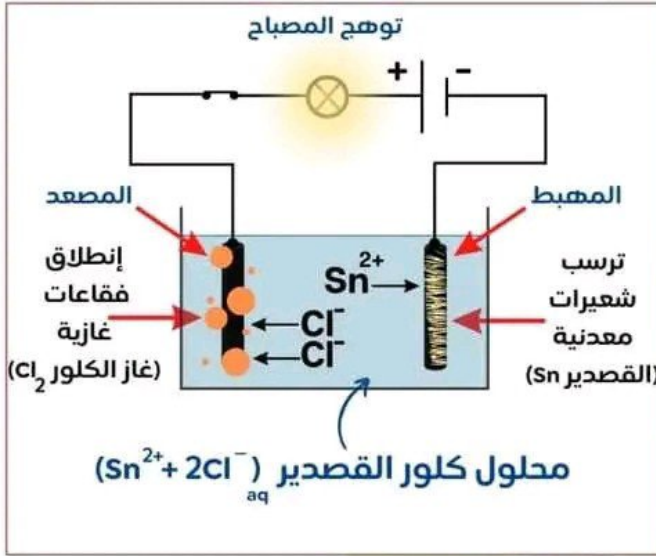
تفسير ما يحدث :

مثال (كلور القصدير) $(Sn^{2+} + 2Cl^-)$

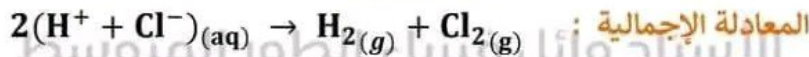
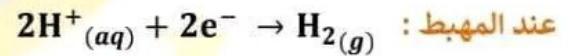
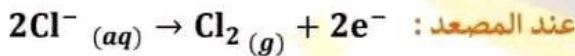
عند المهبط : تنتقل شوارد القصدير Sn^{2+} لتكتسب إلكترونات و تتحول إلى ذرات القصدير Sn و ترسب على شكل شعيرات معدنية .

عند المصعد : تنتقل شوارد الكلور السالبة Cl^- لتفقد إلكترونات و تتحول إلى ذرات الكلور Cl ثم تتحد مثنى مثنى مشكلة جزيئات غاز الكلور Cl_2 فنلاحظ تصاعد فقاعات غازية .

المعادلة الإجمالية : نحصل عليها بجمع المعادلتين النصفيتين طرفا لطرف و إختزال الإلكترونات (مع تطبيق مبدأ انحفاظ الشحنات في النصفيتين و في الإجمالية).



حالة خاصة : التحليل الكهربائي البسيط لحمض كلور الهيدروجين $(H^+ + Cl^-)_{aq}$



النقل الكهربائي في المحاليل الشاردية : يعود لحركة حاملات الشحن (الشوارد) حيث تتجه الموجبة منها نحو المهبط و السالبة نحو المصعد.

النقل الكهربائي في المعادن : نتيجة انتقال الإلكترونات الحرة.

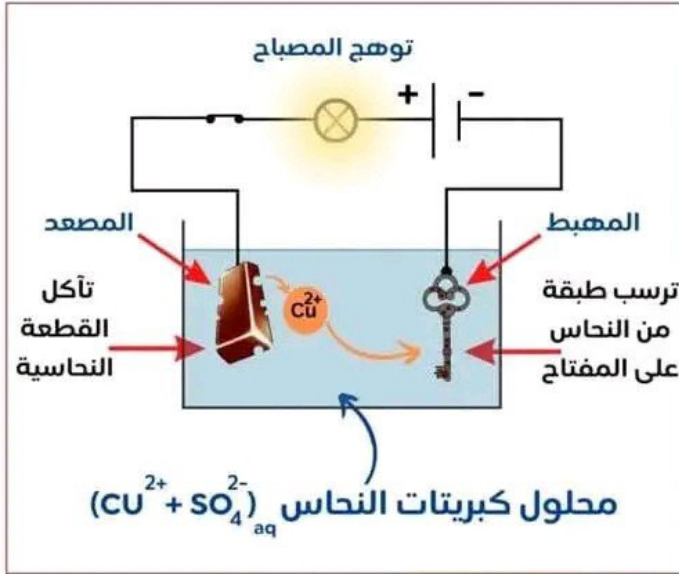
نقطة مهمة : خلال التفاعلات الكيميائية في المحاليل الشاردية نوازن المعادلة بتحقيق مبدأين :

مبدأ انحفاظ الكتلة : يكون بانحفاظ عدد و نوع الذرات في الطرفين.

مبدأ انحفاظ الشحنة : مجموع الشحنات الموجبة + و السالبة - للمتفاعلات يساوي مجموع الشحنات للنواتج.

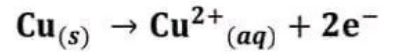
III / التحليل الكهربائي غير البسيط (الغلجنة)

يستعمل للطلي بمعدن ما حيث يوضع هذا المعدن كمسرى (المصعد) و نضع شوارده في المحلول مثل استعمال محلول نترات الفضة $(Ag^+ + NO_3^-)$ عند الطلي بمعدن الفضة و نضع الجسم المراد طليه في المهبط.

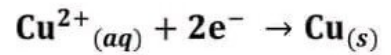


مثال : الغلفنة (طلاء مفتاح) باستعمال معدن النحاس Cu و محلول كبريتات النحاس.

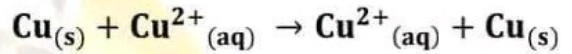
عند المصعد : تأكل قطعة النحاس حيث تتحول ذراتها إلى شوارد وفق المعادلة :



عند المهبط : ترسب طبقة نحاسية على المفتاح نتيجة تحول شوارد النحاس إلى ذرات وفق المعادلة:



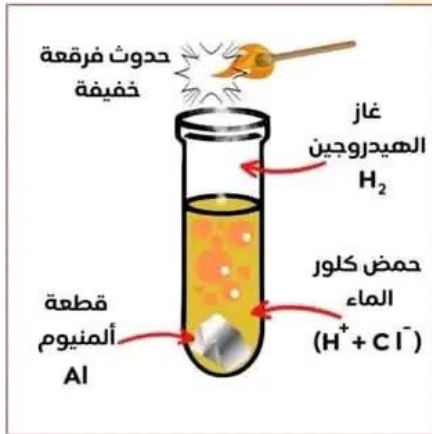
المعادلة الإجمالية :



IV / التفاعلات الكيميائية في المحاليل الشاردية

1/ تفاعل محلول حمض كلور الماء مع معدن

تفاعل أي معدن مع محلول حمض كلور الماء HCl يتم وفق المعادلة التالية :



مثال : تفاعل حمض كلور الماء HCl مع الألومنيوم Al

الملاحظة : تأكل قطعة الألومنيوم و انطلاق فقاعات غازية.

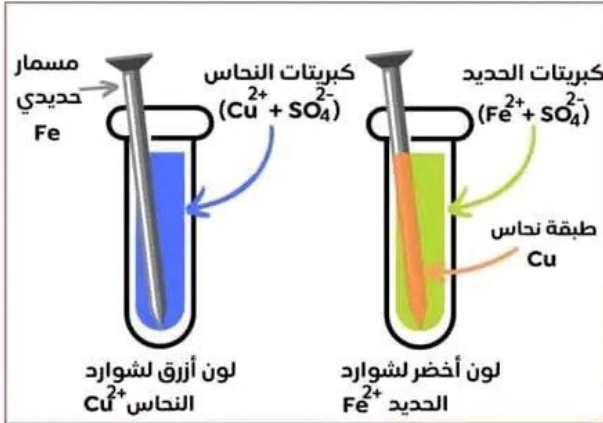
الكشف عن الغاز المنطلق :

عند تقريب عود ثقاب مشتعل تحدث فرقة خفيفة (غاز الهيدروجين).

غاز الهيدروجين + محلول كلور الألومنيوم $\longrightarrow$ الألومنيوم + حمض كلور الماء	بالأنواع الكيميائية
$6(H^+ + Cl^-)_{(aq)} + 2Al(s) \rightarrow 2(Al^{3+} + 3Cl^-)_{(aq)} + 3H_2(g)$	بالصيغة الشاردية
$6HCl_{(aq)} + 2Al(s) \rightarrow 2AlCl_3(aq) + 3H_2(g)$	بالصيغة الإحصائية (الجزيئية)
$6H^+_{(aq)} + 2Al(s) \rightarrow 2Al^{3+}_{(aq)} + 3H_2(g)$	الصيغة المختزلة (المختصرة)



2/ تفاعل محلول كبريتات معدن مع معدن



مثال: تفاعل حمض كبريتات النحاس CuSO_4 مع الحديد Fe

الملاحظات:

- تآكل الجزء المغمور من المسمار الحديدي و تشكل طبقة حمراء اللون عليه.

- تغير لون المحلول من الأزرق إلى الأخضر.

بالأنواع الكيميائية	النحاس + كبريتات الحديد → الحديد + كبريتات النحاس
بالصيغة الشاردية	$(\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-})_{(aq)} + \text{Fe}_{(s)} \rightarrow (\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-})_{(aq)} + \text{Cu}_{(s)}$
بالصيغة الإحصائية (الجزيئية)	$\text{CuSO}_{4(aq)} + \text{Fe}_{(s)} \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{Cu}_{(s)}$
الصيغة المختزلة (المختصرة)	$\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + \text{Fe}_{(s)} \rightarrow \text{Fe}^{2+}_{(aq)} + \text{Cu}_{(s)}$

3/ تفاعل محلول حمض كلور الماء مع كربونات الكالسيوم (الكلس)

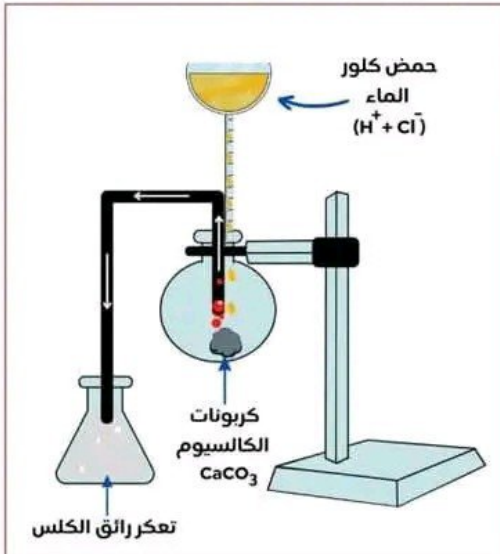
عند سكب كمية من حمض كلور الماء HCl على جسم يحتوي على مادة الكلس CaCO_3 (كربونات الكالسيوم) فإنه:

- يحدث فوران و ينطلق غاز ثنائي أكسيد الكربون CO_2 الذي يعكر رائق الكلس (ماء الجير).

- تتشكل كذلك قطرات مائية H_2O

- تشكل محلول كلور الكالسيوم CaCl_2

تكون المعادلات بالشكل الموضح بالجدول:





غاز ثنائي أكسيد الكربون + الماء + كلور الكالسيوم → كربونات الكالسيوم + كلور الماء	بالأنواع الكيميائية
$2(H^+ + Cl^-)_{(aq)} + CaCO_{3(s)} \rightarrow (Ca^{2+} + 2Cl^-)_{(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$	بالصيغة الشاردية
$2HCl_{(aq)} + CaCO_{3(s)} \rightarrow CaCl_{2(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$	بالصيغة الإحصائية
$2H^+_{(aq)} + CaCO_{3(s)} \rightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$	الصيغة المختزلة (المختصرة)

ملاحظة : في المعادلة المختزلة نقوم بحذف الأفراد الكيميائية التي لا تشارك في التفاعل SO_4^{2-} و Cl^- و نقتصر إلا على الأفراد التي تشارك.

الكشف عن بعض الشوارد : للكشف عن الشوارد الموجودة في المحاليل نستعمل محاليل معينة لتعطينا كل شاردة راسب ذو لون معين يدل على وجودها.

هيدروكسيد الصوديوم					نترات الفضة	الكاشف
الألمنيوم Al^{3+}	الزنك Zn^{2+}	النحاس Cu^{2+}	الحديد الثلاثي Fe^{3+}	الحديد الثنائي Fe^{2+}	الكلور Cl^-	الشاردة
أبيض	أبيض هلامي	أزرق	أحمر قرميدي	أخضر	أبيض يسود بوجود الضوء	لون الراسب

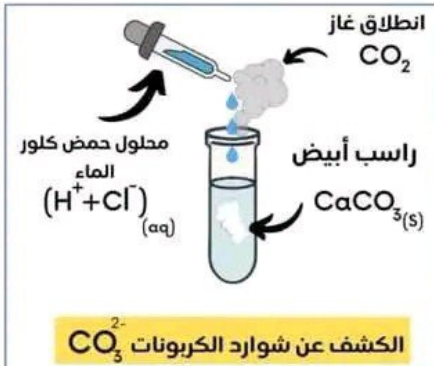
احتياطات أمنية في المخبر :

- ارتداء معدات الوقاية (مئزر ، نظارات ، قفازات ...).
- عدم لمس ، تذوق أو شم المواد الكيميائية.
- التهوية و النظافة.
- الحفاظ على ملصقات قارورات المواد الكيميائية.
- التعامل بحيطه و حذر و جدية.





المادة و تحولاتها : الكشف عن بعض الشوارد + إضافات اخرى



غاز سام

مادة أكالة

مادة ملوثة

مواد بها مادة كربونات الكالسيوم (الكلس)
 $\text{CaCO}_3_{(s)}$

الطباشير

قشور البيض

الكشف عن غاز الأكسجين

زيادة اللهب

الكشف عن غاز الهيدروجين

فرقة خفيفة

الكشف عن غاز ثاني أكسيد الكربون

تمرير غاز ثاني أكسيد الكربون عبر الأنبوب إلى الرائق

تغير رائق الكلس

رائق الكلس

الكشف عن غاز الكلور

أزرق النيلة

بعد البرج

زوال لون أزرق النيلة

دورق به غاز الكلور



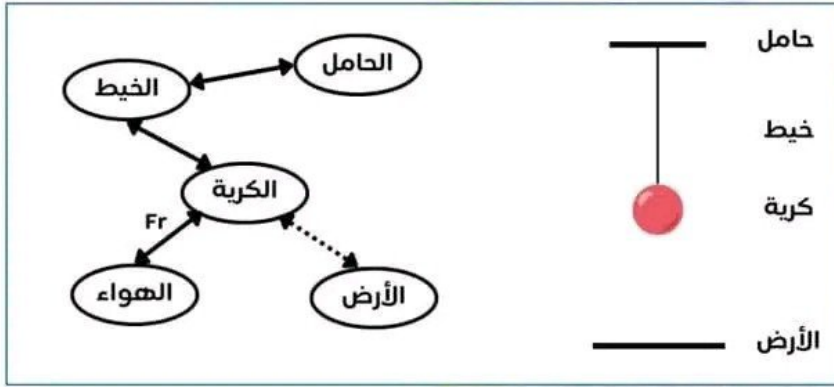
الظواهر الميكانيكية

1/ المقاربة الأولية للقوة

01/ الجملة الميكانيكية : هي جسم أو جزء من جسم أو مجموعة أجسام نهتم بدراسته ، يمكن أن تكون جسما صلبا ، غازيا أو سائلا.

02/ الأفعال الميكانيكية : نوعان : بعيدة و تلامسية ولها تأثيران : موضعي و موزع على سطح الجملة.

03/ مخطط الأجسام المتأثرة :



تأثير تلامسي	←→
تأثير بعيد	←---→
وجود احتكاك	← Fr →

04/ المقاربة الأولية لشعاع القوة : إذا أثرت جملة ميكانيكية A على جملة ميكانيكية B فإننا نمذج هذا الفعل

الميكانيكي بقوة نمثلها بشعاع $\vec{F}_{A/B}$ حيث : A : جملة مؤثرة و B : جملة متأثرة

- القوة : هي كل فعل ميكانيكي قادر على تغيير الحالة الحركية لجملة ميكانيكية أو تغيير شكلها.

- تقاس القوة بجهاز يدعى الربيع (الدينامومتر) وحدة قياسها هي النيوتن (N).

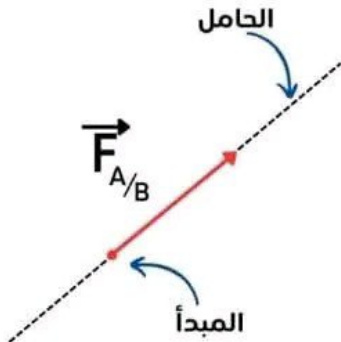
- مميزات (خصائص) شعاع القوة :

المبدأ : يوافق نقطة التأثير

المنحى أو الحامل : هو الخط الواصل بين الجملتين المؤثرة و المتأثرة و الحامل لشعاع القوة.

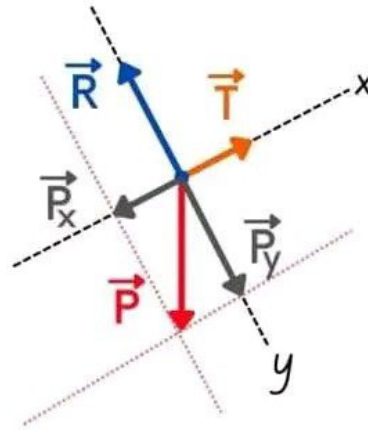
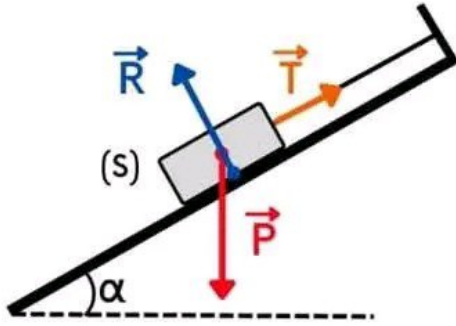
الجهة : هي جهة الفعل الميكانيكي (توافق جهة القوة)

الطويلة (الشدة) : تتناسب مع قيمة القوة ، و تمثل بسلم رسم مناسب.





02 / تحليل قوة إلى مركبتين :



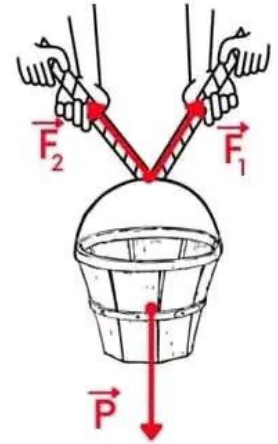
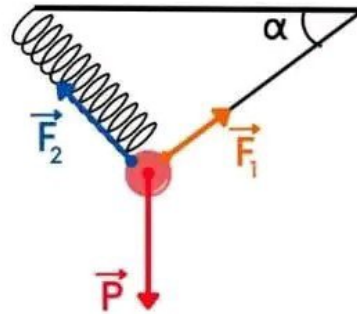
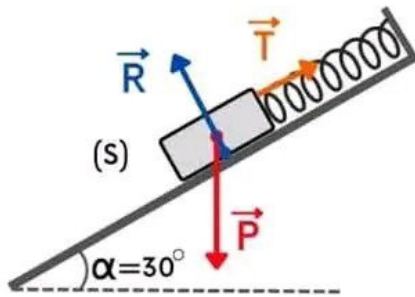
على المحور OX

$$\vec{T} + \vec{P}_x = \vec{0}$$

على المحور OY

$$\vec{R} + \vec{P}_y = \vec{0}$$

03 / أمثلة لبعض الأجسام الصلبة الخاضعة لثلاث قوى غير متوازية :



الأستاذ وائل فيزياء الطور المتوسط



zoom



الظواهر الميكانيكية

IV / دافعة أرخميدس في السوائل

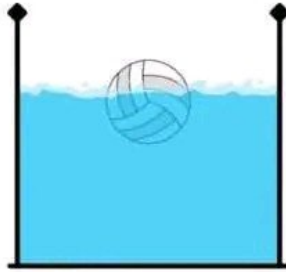


أرخميدس : هو عالم طبيعة ورياضيات وفيزيائي ومهندس ومخترع وفلكي يوناني ، يعتبر أحد كبار العلماء في العصور القديمة الكلاسيكية ، من أبرز القوانين التي اكتشفها قانون طفو الأجسام في السوائل والذي سمي باسمه (قانون أرخميدس)

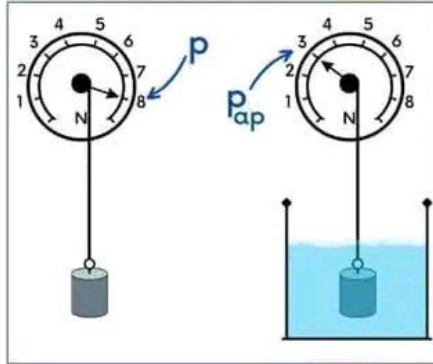
- ومن أشهر اكتشافاته، طرق حساب المساحات والأحجام والمساحات الجانبية للأجسام، وهو نفسه الذي حدد قيمة π (3.14) له عدة أعمال أخرى.

دافعة أرخميدس : كل جسم مغمور في سائل يخضع لقوة دافعة شاقولية موجهة من الأسفل نحو الأعلى مطبقة في مركز الجزء المغمور تسمى دافعة أرخميدس F_a وحدتها النيوتن N

خصائص دافعة أرخميدس :



دافعة أرخميدس $\vec{F}_a$	
المركز الهندسي (مركز ثقل) الجزء المغمور من الجسم	نقطة التأثير
شاقولي	الحامل
نحو الأعلى دائما	الجهة
ت حسب بالعلاقات المذكورة في الأسفل	الشدة



قياس شدة دافعة أرخميدس :

الطريقة 01 : الثقل الظاهري و الثقل الحقيقي

و ذلك بتطبيق العلاقة : $F_a = P - P_{ap}$ حيث :

F_a : شدة دافعة أرخميدس

P : الثقل الحقيقي للجسم (في الهواء)

P_{ap} : ثقل الجسم الظاهري (مغمور في الماء)

الطريقة 02 : ثقل السائل المزاح

و ذلك بتطبيق العلاقة : $F_a = P_L$

علما أن : $P_L = m_L \times g$

حيث أن شدة دافعة أرخميدس تساوي ثقل السائل المزاح

m_L : كتلة السائل المزاح

