الدورة الأولى
جدع علمي مشترك

القياس في الفيزياء و الكيمياء

1. أهمية القياس في الفيزياء أو الكيمياء

في الفيزياء أو الكيمياء، تعبر الأرقام التي لها دلالة لعدد ما عن دقة القياس. و عند تحديد هذا العدد، ترتبط دقته وارتيابه بطريقة قياسه.

نسمي الأرقام التي لها دلالة في العدد كل أرقامه ما عدا رقم 0 إذا وجد على يساره.

مثال : عندما نكتب العدد 1234 مثلا. فهو يتكون من أربع أرقام. وهي الأرقام التي لها دلالة. الرقم الأخير 4 هو رقم غير مؤكد أو مشكوك فيه.

2. الكتابة العلمية

يكون لعدد كتابة علمية إذا كان على شكل $a.10^n$.

مع $1 \leqslant a < 10$ و n هو عدد صحيح يمكن أن يكون موجبا أو سالبا.

تطبيق :

إعط كتابة علمية للأعداد التالية : $\rightarrow 6380\,km$ $\rightarrow 0{,}00091.10^{-27}\,kg$ $\rightarrow 0{,}000000516\,m$ $\rightarrow 299792458\,ms^{-1}$

3. رتبة قدر :

رتبة قدرة كمية ما :

قياس الطول أو المسافة في السلم البشري ecchelle humaine يكون سهلا ، بينما لقياس المسافات و الأبعاد للأشياء في السلم المجهري échelle microscopique والسلم الفلكي échelle astronomique يتطلب تقنيات خاصة. و لمقارنة أبعاد السلم البشري، السلم الفلكي والسلم المجهري نلجأ لكتابة نستعمل فيها رتبة قدر.

رتبة قدر لناتج ما هي القيمة الأقرب لرتبة 10^n الأقرب لهذا العدد.

مثال : بالنسبة لعدد $a.10^n$

- تكون رتبة قدر هي : 10^n إذا كانت $a<5$
- تكون رتبة قدر هي : 10^{n+1} إذا كانت $a>5$

مثال : بالنسبة للعدد $2{,}72\times10^4$ رتبة قدر هي 10^4 - بالنسبة للعدد $8{,}7\times10^{-3}$ رتبة قدر هي 10^{-2}

✳ الفائدة من رتبة القدر :

◈ تمكن رتبة القدر من تحديد موضع مسافة على سلم المسافات وبالتالي مقارنتها مع مسافات أخرى.

◈ مقارنة مسافتين مختلفتين : نقول أن مسافتين تختلفان بما قيمته n رتبة قدر إذا كان خارج قسمة المسافة الأكبر على المسافة الأصغر هو 10^n بحيث $1 \leqslant a \leqslant 10$ و n عدد صحيح.

ملحوظة : وحدة الطول (أو المسافة) في النظام العالمي للوحدات هي المتر رمزه m حيث و يمكن تعويض بعض رتب القدر ببادئة.

رتب القدر	10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	1	10^{3}	10^{6}	10^{9}	10^{12}
البادئة	*Pico* بيكو	*Nano* نانو	*Micro* ميكرو	*Milli* ميلي	m	*Kilo* كيلو	*Méga* ميكا	*Giga* جيكا	*Téra* تيرا
الرمز	pm	nm	μm	mm		km	Mm	Gm	Tm

أ – الوحدة الفلكية :

تبعد الشمس عن الأرض بحوالي 150 مليون كيلومتر ، وتستعمل الوحدة الفلكية $(u.a)$ كوحدة لقياس المسافات بين الكواكب.

$$1\text{ua} = 1{,}50\cdot10^8\,km$$

ب – السنة الضوئية :

هي المسافة التي يقطعها الضوء في الفراغ خلال سنة و نرمز لها بـــ : $a.l$

سرعة الضوء في الفراغ هي : $v = 3.10^5\,kms^{-1}$

عدد أيام السنة هو : $365{,}25$ يوما ، وبالتالي فإن السنة الضوئية هي :

$$1\text{al} = 365{,}25\times24\times3600\times3\cdot10^5\,km = 9{,}47\cdot10^{12}\,km$$

تطبيقات

تطبيق 1 :

عبر عن المقادير التالية بالمتر مستعملا قوى عشرة

أ – طول بكتيريا : $3,1\,\mu m$

ب – محيط كرة السلة : $7,8\,dm$

ج – قطر شعرة : $0,1\,mm$

د – ابعاد خلية : $20\,\mu m$

ه – شعاع ذرة الهيدروجين : $125pm$

و – نواة ذرة الصوديوم : $3,4\,fm$

تطبيق 2 :

إذا كان قطر ذرة هو 10nm وقطر نواتها هو 1000pm
ما هي قيمة الاختلاف بين هذين البعدين ؟

تطبيق 3 :

1 – اعط عدد الأرقام المعبرة للأعداد التالية :

$0,080 - 6,1.10^{-5} - 5,01.10^{7} - 0,00016 - 3,25.10^{4}$

2 – ما هي الأعداد المكتوبة كتابة علمية. أكتب بالكتابة العلمية الأعداد الأخرى.

3 – أتمم الجدول الاتي :

الكتابة العشرية	الكتابة العلمية	رتبة قدر
216		
	$8,2.10^{-6}$	
0,00045		
	$8,2.10^{?}$	10^{6}

تذكير ببعض العمليات الرياضية :

أتمم الجدول التالي :

العلاقة	$(10^n)\times(10^m)=10^{n+m}$	$\frac{1}{(10^n)}=10^{-n}$	$\frac{(10^n)}{(10^m)}=10^{n-m}$	$(10^m)^n=10^{m\times n}$
مثال	$(10^2)\times(10^3)=10^5$	$\frac{1}{(10^{-3})}=10^3$	$\frac{(10^2)}{(10^3)}=10^{-1}$	$(10^3)^2=10^6$

ملحوظة:

حالة الضرب أو القسمة

عندما نقوم بعملية الطرح أو الضرب لأعداد مختلفة، نحتفظ كخارج بعدد يحوي نفس كمية الأرقام التي لها دلالة وهي تساوي الأرقام للعدد الذي له أصغر قوى عدد 10 .

حالة الطرح أو الجمع

عندما نقوم بعملية الطرح أو الجمع لأعداد مختلفة، نحتفظ كخارج بعدد يحوي نفس كمية الأرقام التي لها دلالة وهي تساوي الأرقام للعدد الذي له أكبر قوى عدد 10 .

تطبيق 4 :

1– أنقل الجدول التالي في ورقة تحريرك ثم إعط مختلف الأبعاد بالوحدة " المتر " ؟ (نعطي $1\,m=10^6\,\mu m$)

الشيء – Objet	أبعاده – Taille	الأبعاد بـــ m	عدد الأرقام المعبرة	الكتابة العلمية	رتبة قدر
الأرض	$6380\,km$				
ذرة الهيدروجين	$0,00011\,\mu m$				
برج إيفـــل	$300\,m$				
النظام الشمسي	10 مليار كيلومتر				

2– أرسم على محور موجه 25 تدريجة متساوية البعد، ثم ضع القيمة 1m في التدريجة الوسطى. " ننتقل من قيمة تدريجة إلى قيمة التدريجة اللاحقة بالضرب في 10، و إلى قيمة التدريجة السابقة بالقسمة على 10 " موضع على المحور المدرج رتبة قدر المسافات السابقة ؟

3– بين أن السلم المستعمل غير خطي ؟

الجـــزء الأول : الميـــــكانيـــك – Mécanique

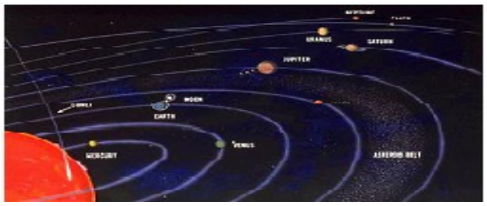
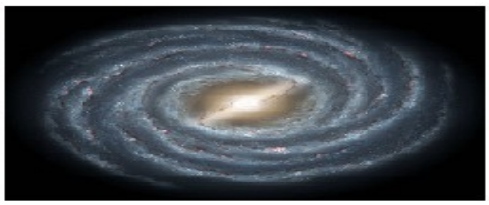
الوحدة 1 : التجاذب الكوني : La gravitation universelle

لمحة تاريخية

منذ أقدم العصور ، اهتم الإنسان بالسماء و النجوم و الكواكب التي تسبح في الفضاء ، حيث افترض الفلاسفة اليونانيون حوالي 500 سنة قبل الميلاد ، أن الأرض كروية الشكل وأنها ثابتة بمركز الكون الذي يتكون من أجسام كروية الشكل التي تدور هي كذلك تدور حول الأرض.

وفي سنة 1543 اقترح الفلكي كوبرنيك (COPERNIC) نموذجا جديدا للكون حيث تحتل الشمس مركزه. ويأتي بعد ذلك تيكوبراهي (TYCHOBRAHE) الملاحظ البارز الذي تتبع بدقة حركات الكواكب وراقبها سنوات عديدة. واستثمرت النتائج التي توصل إليها من طرف العالم الرياضي كبلر (KEPLER) فعرض القوانين التي تحدد حركة الكواكب تحت اسم قوانين كبلر (1609) .

* **القانون الأول :** المدارات الكوكبية عبارة عن إهليجات (Ellipses) تحتل الشمس إحدى بؤرتيها. (1609)
* **القانون الثاني :** تكسح القطعة التي تصل كوكبا بالشمس مساحة تتناسب اطرادا مع مدة الكسح.
* **القانون الثالث :** مربع مدد دوران الكوكب يتناسب اطرادا مع مكعب المحاور الكبرى للمدارات. (1619)

بقي أن تشرح حركة الكواكب.

يعبر عن التأثيرات البينية المسؤول عن هذه الحركة الشيء الذي فعله نيوتن (NEWOTON).

1. تقديم الكون : Présentation de l'Univers

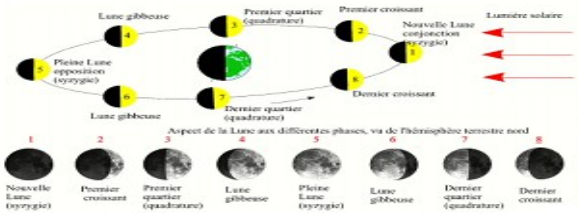
1. 1. بالنسبة للذرة اللامتناهي الصغير : L'infiniment petit

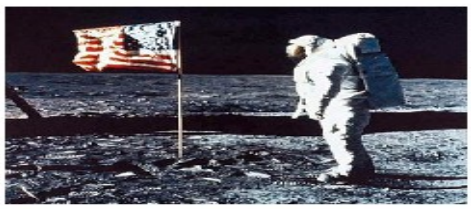
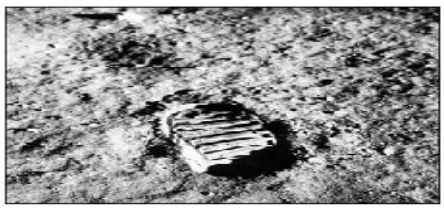
تتكون المادة من ذرات ؛ و الذرة تتكون من نواة وإلكترونات. إذا كان قطر الذرة يقارب واحد على 10 مليار متر. فإن نواتها تكون جد أصغر بعشرة مليون إلى 100 مليون من ذلك.

أما الخليات ذات أبعاد مجهرية واحد على ألف متر ، فهي تتكون من جزيئات تكون أصغر بمليون إلى 10 مليون من ذلك. هذه الجزيئات عبارة عن تجميع للذرات (assemblages des atomes).

1. 2. السلم الفلكي : Echelle Cosmique

* يعتبر القمر ، الكوكب الوحيد للأرض ، و النجم الأقرب إلى الأرض (يبعد بحوالي 4000km) أما الشمس فتبعد عن الأرض بحوالي 150 . مليون كيلومتر أي 400 مرة أبعد من القمر.



* الأرض هي ثالث كوكب من النظام الشمسي في الترتيب التصاعدي للمسافات في بعدها عن الشمس.
* التسع الكواكب المعروفة ، والتي تدور حول الشمس.
* الشمس وكل الأشياء الثورية Objets en révolutions التي تدور حوله يكونون النظام الشمسي.

النظام الشمسي هو تنظيم للمادة في الفضاء ، بؤرتها الشمس ، يصل أبعاده إلى حوالي 10 ملايير من الكيلومتر تقريبا. الشمس تنتمي إلى مجموعة النجوم (plusieurs milliards) تسمى مجرة Galaxie. المجرة هي تنظيم للفضاء حيث يعتبر النظام الشمسي infime partie. مجرتنا تحتوي على ملايير النجوم شبيهة بالشمس. الكون يحتوي على ملايير المجرات.

1. 3. البنية الفراغية للكون

يوجد بين النواة و الإلكترونات فراغ نقول أن تمليء remplissage للفضاء بالمادة توجد فراغات lacunes.

كما أن مختلف الأشياء التي توجد في الفضاء يوجد فراغ. التمليء للفضاء بالمادة هو أيضا فراغي lacunaire في السلم الفلكي cosmique.

2. قانون التجاذب الكوني : La loi de l'interaction universelle

2. 1. قانون نيوتن :

في 1687 نشر نيوتن كتابه " المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية " و عرض فيه قانون التجاذب الكوني و شرح أن جسمان بفعل كتلهما يتجاذبان تلقائيا و بالتبادل mutuellement. هاذين الجسمان يطبقان على بعضهما البعض قوى ، نقول أنهما في تأثير بيني.

يعتبر قانون التجاذب الكوني قاعدة للميكانيك الكلاسيكية.

2. 2. الصياغة الرياضية لقانون نيوتن

يوجد بين نقطتين ماديتين A و B تفصل بينهما مسافة d تأثير بيني تجاذبي.

مميزات القوى هي :

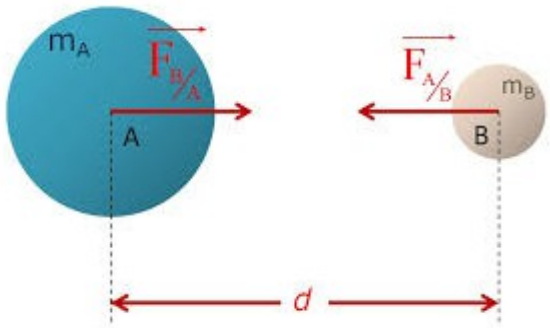
للقوتان نفس خط التأثير.

للقوتان منحيان متعاكسان :

فنكتب : $\vec{F_{A/B}}+\vec{F_{B/A}}=\vec{0}$

$$\vec{F_{A/B}}=-\vec{F_{B/A}}$$

$$F_{A/B}=F_{B/A}=F$$



تعبير القوة F لتأثير البيني هو :

$$F=G\times\frac{m_A\times m_B}{d^2}$$

نسمي G **ثابتة التجاذب الكوني** ، قيمتها في النظام العالمي للوحدات هي :

$$G=6{,}67.10^{-11}N.m^2.kg^{-2}$$

تطبيق : يمكن اعتبار الأرض و القمر أجسام ذات تماثل كروي، كتلة القمر هي $M_L=7{,}34.10^{22}kg$ ، وكتلة الأرض هي $M_T=5{,}98.10^{24}kg$

1 - أحسب قيمة القوة F لهذا التأثير البيني إذا علمنا أن المسافة بين الأرض و القمر هي $3{,}8.10^8m$ ؟

2 - مثل التأثير الذي تطبقه الأرض على القمر ؟

3 - أحسب شدة قوة التجاذب بين جسمان لهما نفس الكتلة $m=70\text{kg}$ وتفصلهما مسافة $d=1\text{m}$ ؟

4 – ماذا تستنتج ؟

3. مجال التجاذب Champ de gravitation

3. 1. تعريف

يوجد مجال تجاذبي في حيز من الفضاء ، إذا لوحظ أن جسما كتلته m ، يخضع لقوة تجاذبية إثر وضعه في نقطة من هذا الحيز.

3. 2. مجال التجاذب الأرضي Champ de gravitation terrestre

نعلم أن الأرض كوكب ذو تماثل كروي تقريبا، وأن كتلته $M_T=6.10^{24}\,kg$. كما أن شكلها قريب من شكل كرة شعاعها $R_T=6380\text{km}.$. وتحدث الأرض حولها مجالا تجاذبيا، بحيث إن كل جسم ذي كتلة m ؛ يخضع بالتالي إلى قوة.

أ – مجال التجاذب على سطح الأرض

بتطبيق قانون نيوتن ، نتوصل إلى القوة الجادبة التي تطبقها الأرض على جسم ، ذي كتلة m ، يوجد على سطحها :

$$F=G\times\frac{M_T\times m}{R_T^2}=m\times\frac{G\times M_T}{R_T^2}=m\times g_0$$

حيث g_0 هي شدة مجال التجاذب الذي تحدثه الأرض في نقطة من سطحها : $g_0=\dfrac{G\times M_T}{R_T^2}$ (1)

حساب g_0 : $g_0=\dfrac{6,67.10^{-11}\times 6.10^{24}}{(6380.10^3)^2}=9,83\ N.kg^{-1}$

ب – مجال التجاذب على ارتفاع h من سطح الأرض

بتطبيق قانون نيوتن ، نتوصل إلى القوة الجادبة التي تطبقها الأرض على جسم ، ذي كتلة m ، يوجد على ارتفاع h :

$$F=G\times\frac{M_T\times m}{(R_T+h)^2}=m\times\frac{G\times M_T}{(R_T+h)^2}=m\times g_h$$

حيث g_h هي شدة مجال التجاذب الذي تحدثه الأرض على ارتفاع h : $g_h=\dfrac{G\times M_T}{(R_T+h)^2}$ (2)

نستخرج من العلاقتين (1) و (2) تعبير شدة مجال التجاذب الذي تحدثه الأرض على علو h :

$$\boxed{g_h=g_0\times\frac{R_T^2}{(R_T+h)^2}}$$

مثال : أحسب شدة مجال التجاذب على ارتفاع $h=3000\text{m}$

$$g_{3000}=9,83\times\frac{(6380.10^3)^2}{(6380.10^3+3000)^2}=9,82\ N/kg$$

ملحوظة : يمثل الوزن P ، للجسم S ، القوة التي تؤثر بها الأرض على هذا الجسم ، وتسمى القوة الثقالة الأرضية.

يمكن أن يبرهن على أن المتجهتين $\vec{P}$ و $\vec{F}$ تختلفان من حيث :

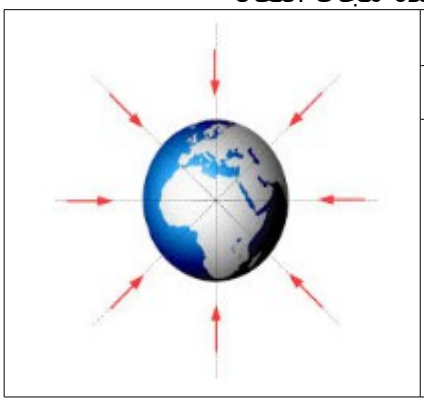
* المنظم ، رغم أن الفرق بيم منظميهما أصغر من $3.10^{-3}\,N$.
* الاتجاه رغم أم الفرق بين اتجاهيهما أصغر من $0,2^\circ$.

ويعزى هذا الاختلاف الضعيف إلى دوران الأرض حول المحور الدي يمر بقطبيهما. وهكذا فالثقالة ليست إلا حالة خاصة للتجاذب ، يؤخذ فيها تأثير دوران الأرض بعين الاعتبار.

4. متجهة مجال الثقالة

التعبير المتجهي لوزن جسم هو : $\vec{P}=m\times\vec{g}$ $\vec{g}$ متجهة مجال الثقالة

التعبير المنظمي لوزن جسم هو : $P=m\times g$ g شدة مجال الثقالة

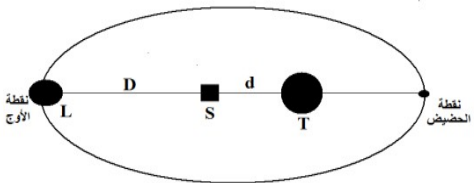


مميزات متجهة مجال الثقال $\vec{g}$:

نقطة التأثير	خط التأثير	المنحى	الشدة
الأصل نقطة من الفضاء	هو الخط الرأسي	من نقطة نحو الأسفل	g

تمرين :

المسافة المتوسطة بين مركز القمر (L) و مركز الارض(T) تتغير من 356375Km (حضيض) إلى 406720Km (أوج). نعتبر جسما (S) كتلته $m_S=1000\text{Kg}$ يتحرك بين الارض و القمر عندما يصل القمر إلى أوجه تكون مراكز كل من الارض و القمر و الجسم (S) على نفس الاستقامة لتكن $d=2000\text{Km}$ المسافة بين سطح الارض و مركز الجسم (S) .



- D المسافة بين سطح القمر و مركز الجسم (S) . (الشكل جانبه)

1 - ذكر بنص قانون التجاذب الكوني ؟

2 - حدد مميزات $\vec{F}_{T/S}$ قوة التجاذب الكوني المطبقة من الارض على الجسم (S) ؟

3- مثل على الشكل بعد نقله الى ورقة تحريرك متجهة القوة $\vec{F}_{T/S}$ بسنتمترين. ما السلم المستعمل ؟

4 - نهمل دوران الأرض حول نفسها

4-1 - بين أن تعبير g شدة مجال الثقالة للارض عند موضع الجسم (S) هو $g=G\times\frac{M_T}{(R_T+d)^2}$

4-2 - عند موضع الجسم (S) ، اكتب تعبير النسبة $\frac{g}{g_0}$ بدلالة d و R_T حيث g_0 شدة مجال الثقالة على سطح الارض ؟

4-2 - احسب قيمة النسبة $\frac{g}{g_0}$ و استنتج قيمة g_0 علما آن $g=5,67N/Kg$

5 - نسمي المسافة d_0 بين سطح الارض و الجسم (S) حيث تكون للقوة المطبقة من طرف الأرض على الجسم (S) و للقوة المطبقة من طرف القمر على الجسم (S) نفس الشدة، احسب قيمة d_0 ؟

معطيات:

كتلة الأرض $M_T=6.10^{24}kg$ و شعاعها $R_T=6,4.10^6m$. كتلة القمر $M_L=7,35.10^{22}kg$ وشعاعه $R_L=1,73.10^6m$. ثابتة التجاذب الكوني $G=6,67.10^{-11}N.m^2kg^{-2}$.

الوحدة 2 : التأثيرات الميكانيكية interactions mecaniques

1. تذكير بمفهوم القوة :

عند تأثير جسم على آخر يسمى هذا التأثير بالتأثير الميكانيكي.

لتأثيرات الميكانيكية مفعولان :

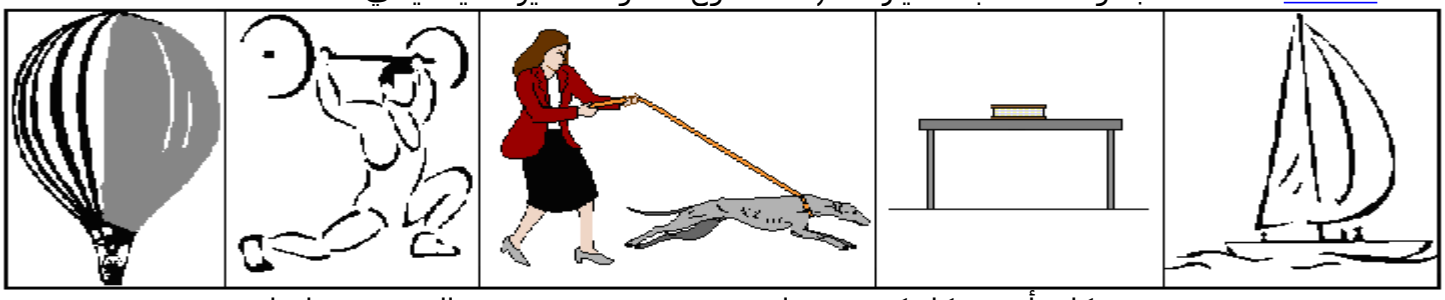
◈ **مفعول سكوني :**

يكون المفعول سكوني بالنسبة لتأثيرات الميكانيكية المطبقة على جسم في سكون من أجل توازنه أو تشويهه.

◈ **مفعول تحريكي :**

يكون المفعول تحريكي بالنسبة لتأثيرات الميكانيكية المطبقة على جسم في حالة حركة من أجل تغيير سرعته أو تغيير اتجاه و منحى حركته.

نشاط : حدد المجموعة حسب اختيارك ثم صنف نوع مفعول التأثير الميكانيكي.



نقرن كل تأثير ميكانيكي بمقدار متجهي نسميه متجهة القوة. مميزاتها هي :

- نقطة التأثير، الإتجاه، المنحى، الشدة. ونمثل القوة بمتجهة لها مميزات متجهة القوة ويتعلق طولها بالسلم المختار.

وحدة القوة في النظام العالمي للوحدات هي النيوتن N .

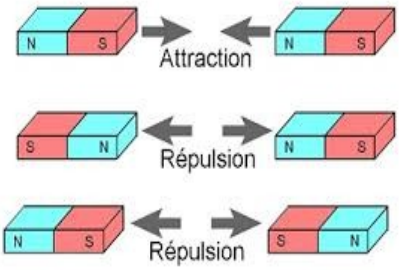
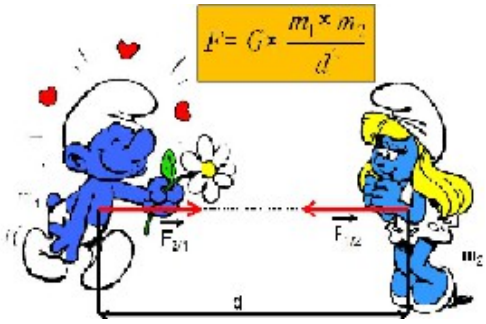
2. تصنيف القوى

نصنف القوى حسب طبيعة التأثير الميكانيكي حيث هناك صنفان :

تأثيرات بالتماس و تأثيرات عن بعد.

2. 1. التأثيرات عن بعد

التأثيرات عن بعد هي عندما يؤثر جسم على آخر و هو بعيدا عنه. نذكر منها :

تأثيرات مغناطيسية	تأثيرات كهر ساكنة	تأثيرات كونية
 وهي إما تجاذبية أو تنافرية.	وهي إما تجاذبية أو تنافرية بفعل شحنة الجسمين	 تجاذبية بفعل كتلة جسمين (قانون نيوتن)

2. 2. التأثيرات بالتماس :

التأثيرات بالتماس هي عندما يؤثر جسم على آخر و هو في تماس معه. وقد يكون هذا التماس مموضع نقطيا نقول أن قوة التماس مموضعة. وإذا كان التماس موزع على مساحة S ولا يمكن مماثلتها بنقطة نقول أن قوة التماس موزعة.

أ – تأثير موزع :

نضع جسمين، الأول فوق سطح أملس والآخر فوق سطح خشن. نميل السطحين بنفس الزاوية α بالنسبة للمستوى الأفقي.

1 – أجرد القوى المطبقة على الجسم في كل حالة وصنفها ؟

2 – أين يتم التماس بين الجسم والسطح ؟

3 – مثل بدون سلم القوى المطبقة على الجسم في كل حالة ؟

4 – هل تتوازن القوى المطبقة على الجسم في كل حالة ؟

خلاصة : عندما يتم التماس بين الجسم والسطح في كل حالة تكون القوى المطبقة قوى موزعة ناتجة عن تماس موزع. وقد أصطلح على أن القوة الموزعة يمكن تمثيلها بقوة مكافئة لجميع التأثيرات الموزعة بمتجهة نرمز لها ب $\vec{R}$ ونقطة تأثيرها منطبق مع مركز مساحة التماس بين للجسم.

ب – قوى التماس المموضع :

نعلق جسما صلبا (A) كتلته $m_A=500g$ بخيط وجسما آخر (B) كتلته $m_B=300g$ بنابض.

1 – عبر عن هذه التجربة في تبيانة ؟

2 – أجرد القوى المطبقة على الجسمين (A) و (B) ؟

3 – صنف هذه القوى إلى قوى بالتماس وقوى عن بعد ؟

4 – أين يتم التماس بين الجسم (A) والخيط، ثم الجسم (B) و النابض ؟

5 – نسمي القوة المطبقة من طرف الخيط على الجسم (A) بتوتر الخيط والقوة المطبقة من طرف النابض على الجسم (B) بتوتر النابض ؟

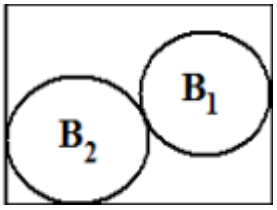
مثل متجهتي القوتين على التبيانة ؟ نعطي $g=9,8N/kg$

ج – القوة الداخلية و القوة الخارجية :

إن تحديد المجموعة المدروسة يمكن من تصنيف القوى إلى داخلية وخارجية.

القوى الخارجية هي القوى المطبقة على المجموعة المدروسة من طرف جسم (أو أجسام) لا ينتمي إلى هذه المجموعة، بينما تكون القوى داخلية عندما تطبق هذه القوى على المجموعة المدروسة من طرف جسم (أو أجسام) ينتمي إلى هذه المجموعة المدروسة.

تمرين



1-نضع كريتين B_1 و B_2 داخل علبة على شكل متوازي المستطيلات تتسع فقط للكريتين.

1-1- اجرد القوى المطبقة على الكرية { B_1 } ؟

1-2- المجموعة المدروسة هي $\{B_1 ; B_2\}$. أجرد جميع القوى المطبقة عليها ؟ ثم صنفها الى قوى داخلية وقوى خارجية ؟

3. القوة الضاغطة :

3. 1. إبراز وجود القوة الضاغطة :

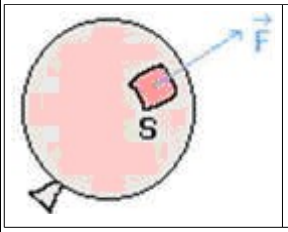
مثال 1 : إذا وضعنا جسما (C) كتلته m فوق مستوى (π) ناعم ، نلاحظ إنغراز الجسم (C) بفعل وزنه P على مستوى مساحة تماسهما S .

نسمي القوة المقرونة بهذا التأثير بالقوة الضاغطة (المسؤول عن هذه القوة الضاغطة هو وزن الجسم).

مثال 2 : إذا ملأنا كرة بكمية من الهواء نلاحظ أنها تأخذ شكلا كرويا. فالهواء يؤثر على السطح الداخلي للكرة. هذا التأثير يتم على مساحة تماسهما. نقول أن القوى هي قوى موزعة. و نسمي القوة المقرونة بهذا التأثير بالقوة ضاغطة. (المسؤول عن هذه القوة الضاغطة هو الغازات الموجودة داخل الكرة).

سؤال : كيف نحدد مميزات القوة الضاغطة ؟

3. 2. اتجاه القوة الضاغطة :



من المثال 1 نستنتج أن خط تأثير القوة الضاغطة عمودي على سطح الجسم (C) .

من المثال 2 نلاحظ أن الهواء ينفلت عموديا على شكل فقاعات Bulles و ذلك كيفما كان وضع الكرة. نستنتج أن خط تأثير القوة الضاغطة التي يسلطها الغاز (الهواء) على الكرة عمودي على سطحها الداخلي.

3. 3. العلاقة بين S ، F و p :

نعرف الضغط p في النقطة M على الجزء المحيط بهذه النقطة الذي مساحتها S بالعلاقة :

$$p=\frac{F}{S}\Leftrightarrow F=p\times S$$

F : شدة القوة الضاغطة " في حالة المثال 1 شدة القوة الضاغطة هي $F=P=m\times g$: .

S : مساحة التماس التي يتم فيها التأثير وحدتها m^2 .

p : الضغط ، وحدته في النظام العالمي للوحدات هي الباسكال Pa $Pascal$

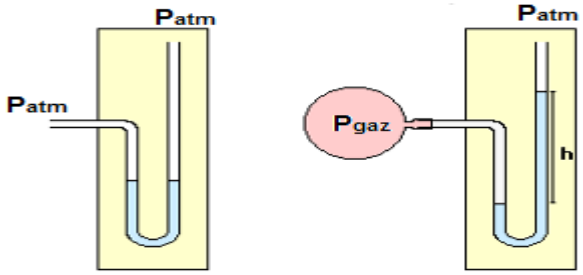
$$1\text{Pa}=\frac{1\text{N}}{1\text{m}^2}=1.\text{m}^{-2}$$

الباسكال هي وحدة صغيرة جدا، لذا في المصانع غالبا ما نستعمل وحدة البار (bar). وبالأرصاد الجوية الوحدة مشاعة الهيكتوباسكال حيث $1\,hPa=100\,Pa$. هناك أيضا بعض الوحدات الأخرى كالميليبار $(mbar)$ أو الميليمتر من الزئبق $(mmHg)$.

3. 4. قياس ضغط غاز :

أجهزة القياس : مقياس الضغط

هناك نوعان :

مقياس الضغط المطلق	مقياس الضغط النسبي
وهو يعطي قيمة ضغط الغاز بالنسبة للفراغ وهي القيمة الحقيقية لضغط الغاز. 	مثل الأنبوب على شكل U والذي يمكننا من استنتاج ضغط الغاز بالنسبة للضغط الجوي $P_{gaz} - p_{atm} = \rho\, g\, h$ 

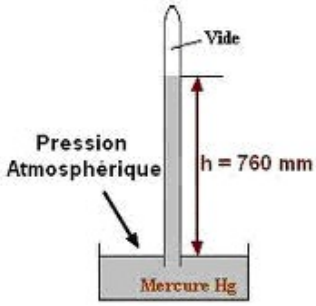
3. 5. الضغط الجوي

الغلاف الجوي للأرض يحتوي على خليط من الغازات : الهواء يتكون أساسا من ثنائي الأوكسجين وثنائي الآزوت. يسمى الضغط في كل نقطة من الجو بالضغط الجوي.

على سطح الأرض يساوي الضغط تقريبا $1{,}013.10^5\ Pa$ وهو يمثل $1\ atm$.

3. 6. العلاقة بين مختلف وحدات الضغط

$1\ hPa = 100\ Pa$
$1\text{bar} = 10^5\ Pa$
$1\ mbar = 10^{-3}\ barr = 1\text{hPa}$
$1\ atm = 1{,}013\ .10^5\ Pa$
$1\ atm = 760\ mmHg$



4. تأثير العمق على الضغط

يخضع جسم مغمور في سائل على تأثير ميكانيكي مطبق من طرف السائل، يبرز هذا التأثير بوجود قوة ضاغطة شدتها تتعلق بطبيعة السائل وبالعمق. الضغط المقرون بهذا التأثير يسمى بالضغط الهيدروليكي P_{hydro} . هذا الضغط يرتفع مع العمق. (بالنسبة للماء الضغط يرتفع ب 1bar كل 10m).

الجزء الأول : الميكانيك – Mécanique

الوحدة 3 : الحـــــركـــــــة و السرعة – Le Mouvement et vitesse

1 : الحركة

1. 1. نسبية الحركة : Relativité du mouvement

السكون و الحركة ظاهرتان نسبيتان يتعلقان بالجسم المرجعي. بصفة عامة نقول إن جسما يتحرك بالنسبة لجسم آخر اختير كجسم مرجعي إذا تغير موضعه بالنسبة لهذا الجسم المرجعي.
الجسم المرجعي هو كل جسم تتم بالنسبة إليه دراسة حركية جسم أو أجسام ويرتبط به معلم الفضاء.

1. 2. أمثلة للجسم المرجعي

الجسم المرجعي الأرضي

في هذه الحالة الجسم المرجعي هو سطح الأرض ويرتبط معلم الفضاء بسطحه.
يستعمل لدراسة حركة أجسام تنتقل على سطح الأرض (السيارات–القطارات–القذائف ....).

الجسم المركزي الأرض

في هذه الحالة الجسم المرجعي هو الأرض و يرتبط معلم الفضاء بمركزه. ويكون معلم الفضاء مركزه هو مركز الأرض ومحاوره الثلاث متعامدة ممنظمة موجهة نحو نجوم ثابتة من بينها النجم القطبي. يستعمل لدراسة حركة أجسام تنتقل حول الأرض (أقمار اصطناعية – طائرات .....).

الجسم المرجعي النجمي

في هذه الحالة الجسم المرجعي هو النظام الشمسي (الشمس)، أصل المعلم هو مركز قصور الشمس محاوره الثلاث موجهة نحو ثلاث نجوم ثابتة و بعيدة. وهو يستعمل لدراسة حركة الكواكب.

ملحوظة : في العلوم الفيزياء نلجأ عند دراسة حركة إلى اعتبار معلم مرتبط بالجسم المرجعي الذي ينتمي حتما إلى الكون المادي (الأرض، المختبر ،....)

عند انتقال النقطة المتحركة M (يعني في حركة) تتغير قيم x , y و z مع الزمن t ، وبالتالي x و y و z دوال زمنية تكتب على الشكل التالي :

$$x=f(t) \quad - \quad y=f(t) \quad - \quad z=f(t)$$

تسمى هذه الدوال بالمعادلات الزمنية لحركة النقطة المادية M .

1. 3.المعلمة في الزمن – معلم الزمن

لدراسة حركة جسم بالنسبة لمعلم فضاء معين فإننا نحتاج إلى مقدار فيزيائي آخر يسمى الزمن t .
في الفيزياء يتم إدراج الزمن وفق مفهومين :

◈ **التاريخ أو اللحظة :** ولتحديدها نختار :

- وحدة الزمن، و حدة قياسه في النظام العالمي للوحدات هي الثانية (s) .
- أصل التواريخ ، أصل التواريخ أي اللحظة $t=0$.
- منحى موجب ، من الماضي نحو المستقبل.

◈ **المدة الزمنية :** وهي مقدار موجب، وتمثل الفرق بين لحظتين t_1 و t_2 ، حيث : $\Delta t=t_2-t_1$
التاريخ أو اللحظة مقادير جبرية لكن المدة الزمنية تكون دائما موجبة.

2. معلمة متحرك في الفضاء :

يمثل التسجيل التالي مواضع نقطة M لجسم صلب (S) في إزاحة مستقيمية (خيال فوق نضد هوائي أفقي) ، حيث المدد الزمنية التي تفصل بين تسجيلين متتاليين ، متساوية قيمتها $\tau=40ms$

لدراسة حركة النقطة المتحركة M نستعين ب :

- **معلم الفضاء :** نختار كجسم مرجعي معلم فضاء $R(O;\vec{x})$ حيث الموضع M_0 مطابق لأصل المعلم O

✱ **معلم الزمن :**

نختار لحظة مرور النقطة M من الموضع M_2 أصل معلم الزمن.

1 – ما مسار النقطة التحركة M ، علل جوابك ؟

2 –مثل معلم الفضاء و معلم الزمن في التسجيل أعلاه ؟

3 – أكتب متجهة الموضع للنقطة المتحركة عند الأفصول x في هذا المعلم ؟

4 – حدد مايلي :

4 – 1 – المسافة التي قطعتها النقطة المتحركة أثناء انتقالها من الموضع M_2 إلى الموضع M_5 هي :

$$d = \overline{M_2M_5} = x_{M5} - x_{M2}$$

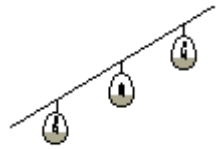
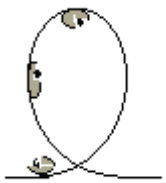
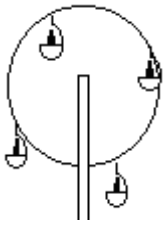
4 – 2 – المدة الزمنية اللازمة لكي تنتقل النقطة M من الموضع M_2 إلى الموضع M_5 هي :

$$\Delta t = t_{M5} - t_{M2} = 120 - 0 = 120\text{ms}$$

3. مسار الحركة Trajectoire du mouvement :

أ – تعريف :

في معلم معين، مسار نقطة متحركة هو الخط المستمر المتكون من مجموعة المواضع المتتالية التي تحتلها النقطة المتحركة أثناء حركتها.

ب – إبراز أن مسار جسم يتعلق بالجسم المرجعي :

يتعلق شكل مسار نقطة متحرك بالجسم المرجعي (المعلم) الذي تدرس فيه الحركة.

4. السرعة vitesse

إذا اعتبرنا جسم (S) في حركة إزاحة مستقيمية ، فإن جميع نقط هذا الجسم لها نفس السرعة في كل لحظة. لذا يكفي تعيين سرعة نقطة واحدة في لحظة معينة لمعرفة سرعة الجسم في نفس اللحظة.

4. 1. السرعة المتوسطة Vitesse moyenne

نحسب السرعة المتوسطة لنقطة متحركة M بالعلاقة التالية :

$$V_{moy} = \frac{distance\ parcorue}{temps\ mis\ a\ la\ parcourir} = \frac{d}{\Delta t}$$

في USI السرعة V بـــ ($m.s^{-1}$ أو $\frac{m}{s}$) ، المسافة d بـــ m ، المدة الزمنية Δt بـ الثانية s .

ملحوظة : يمكن حساب السرعة المتوسطة بالوحدة $km.h^{-1}$ أو $\frac{km}{h}$ حيث :

$$1\frac{km}{h} = \frac{1\,km}{1\,h} = \frac{1000\text{m}}{3600\,s} = \frac{1\times1000\,m}{3{,}6\times1000} = \frac{1\,m}{3{,}6\,s} = \frac{1}{3{,}6}\times\frac{m}{s}$$

$$1\frac{m}{s} = 3{,}6\times\frac{km}{h}$$

✱ العقدة (Noeud)، وهي وحدة بحرية توافق 1 ميل في الساعة. $1\,noeud = 1{,}852\,km.h^{-1}$

4. 2. السرعة اللحظية Vitesse instantanée

أ - تعريف :

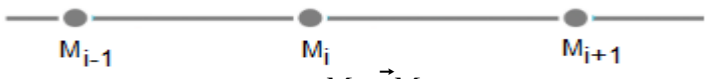
السرعة اللحظية لمتحرك M هي سرعته في لحظة معينة تاريخها t .

نقول أن سرعة المتحرك في لحظة معينة هي دالة متغيرة مع الزمن أي أنها دالة زمنية.. نرمز لها بـــ $V(t)$

ب - العلاقة التقريبية لحساب السرعة اللحظية :

يمكن تقدير قيمة السرعة اللحظية انطلاقا من قيمة السرعة المتوسطة، وذلك عندما تكون المدة الزمنية Δt صغيرة جدا. وبالتالي تساوي السرعة اللحظية عند الموضع M_i أو التاريخ t_i رمزها $V(M_i)$ السرعة المتوسطة بين الموضعين M_{i+1} و M_{i-1} اللتان تؤطران تاريخهما t_{i+1} و t_{i-1} ..

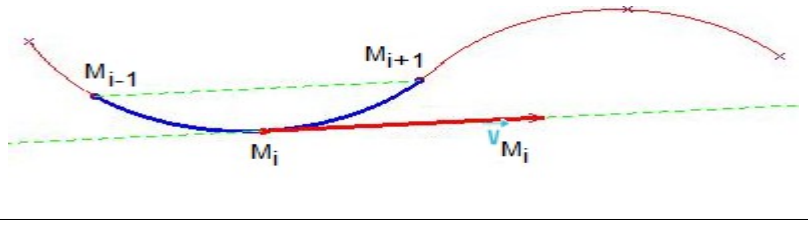
مثال 1 : (حالة حركة مستقيمية) :



$$\vec{V}_{M_i}=\frac{\vec{M_{i+1}M_{i-1}}}{t_{i+1}-t_{i-1}}$$

$$V_{M_i}=\frac{\overline{M_{i+1}M_{i-1}}}{t_{i+1}-t_{i-1}}=\frac{x_{M_{i+1}}-x_{M_{i-1}}}{t_{i+1}-t_{i-1}}=\frac{x_{M_{i+1}}-x_{M_{i-1}}}{2\tau}$$

مثال 2 : (حالة حركة منحنية):



$$V_{M_i}=\frac{\overset{\frown}{M_{i+1}M_{i-1}}}{t_{i+1}-t_{i-1}}\approx\frac{\overline{M_{i+1}M_{i-1}}}{t_{i+1}-t_{i-1}}$$

4. 3. متجهة السرعة Vecteur Vitesse

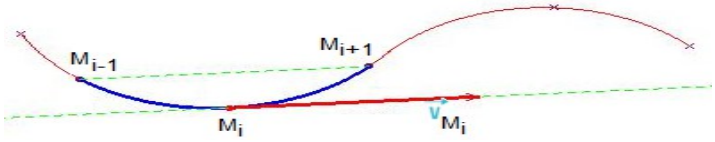
قيمة السرعة لا تكفي لمعرفة اتجاه ومنحى الحركة، لأن السرعة مقدار متجهي.

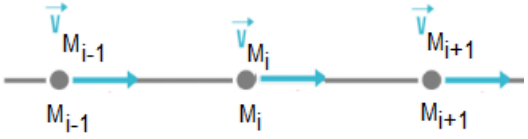
تمثل متجهة السرعة $\vec{V}$ في لحظة معينة بحيث يكون أصلها عند موضع النقطة المتحركة في هذه اللحظة.

ومميزاتها هناك : *الأصل - الإتجـــاه - المنـحى - المنـظم*

بالنسبة للحركة المستقيمية، يتطابق المماس للمسار في النقطة M مع اتجاه متجهة السرعة $\vec{V}$.

نمثل متجهة السرعة في نقطة M بسهم اتجاهها هـو نفس اتجـاه المماس للمسـار، ولـه نفس منحى الحركة، ويتناسب طوله مع قيمة السرعة و ذلك باستعمال سـلـم مناسـب.





5. دراسة بعض الحركات الخاصة :

5. 1. حالة حركة مستقيمية منتظمة :

◈ تعريف :

تكون حركة نقطة M من جسم مستقيمية منتظمة إذا كانت متجهة سرعتها ثابتة.

$$\vec{V}_G=c\vec{s}te$$

والمعادلة الزمنية التي تحققها هذه النقطة المتحركة هي :

$$x(t)=V\times t+x_0$$

مع x_0 أفصول النقطة المتحركة عند اللحظة $t_0=0$.

◈ تطبيق :

عند استعمال منضدة وحامل ذاتي نحصل على نقط يسجلها المفجر على ورق التسجيل $(\tau=40ms)$.

من التسجيل أعلاه :

1 – ما طبيعة مسار الحركة ؟

2 – باختيار النقطة M_0 أصلا للإحداثيات ، و اللحظة التي سجلت فيها النقطة M_0 أصلا للتواريخ ، مثل معلم الفضاء ومعلم الزمن لدراسة حركة ؟

3 – اتمم الجدول الآتي ، ماذا تستنتج ؟

الموضع	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8
الأفصول $x(m)$									
الزمن (s)									
السرعة $\frac{m}{s}$									

4 – مثل متجهة السرعة عند الموضع M_2 $\vec{V}_{M_2}$ ثم عند الموضع M_5 $\vec{V}_{M_5}$ باستعمال سلم مناسب ؟.

5 – عبر عن الحركة المستقيمية المنتظمة بمعادلة زمنية $x=f(t)$ في الشروط البدئية المختارة ؟

6 – باختيار النقطة M_0 أصلا للإحداثيات ، و اللحظة التي سجلت فيها النقطة M_2 أصلا للتواريخ ، مثل معلم الفضاء ومعلم الزمن لدراسة حركة، اتمم مرة أخرى الجدول ؟

الموضع	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8
الأفصول $x(m)$									
الزمن (s)									
السرعة $\frac{m}{s}$									

7 – عبر عن الحركة المستقيمية المنتظمة بمعادلة زمنية $x=f(t)$ في الشروط البدئية المختارة ؟

8 – باعتمادك على الجدولين تحقق من استعمال المعادلة الزمنية لتحديد موضع المتحرك عند لحظة t .

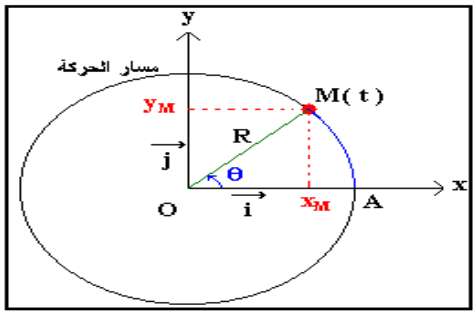
5. 2. الحركة الدائرية

أ – تعريف :

تكون نقطة M من جسم في حركة دائرية منتظمة، إذا كان مسارها دائريا أو قوس من دائرة، وكانت سرعتها ثابتة خلال الزمن.

$$V=Cste$$

لمعلمة موضع نقطة مادية متحركة على مسار دائري يمكن استعمال :



① **الإحداثيات الديكارتية :**

$$\vec{OM}=x_M\,\vec{i}+y_M\,\vec{j}$$

② **الأفصول المنحني S – الزاوية المكسوحة θ :**

عندما تقطع نقطة M قوسا دائريا شعاعها R طوله S خلال مدة زمنية Δt فإن متجهة الموضع $\vec{OM}$ تكسح زاوية θ تسمى زاوية الدوران بحيث :

$$S_M=\widehat{AM}=R\times\theta$$

ب - السرعة :

✳ السرعة الخطية :

تكون متجهة السرعة الخطية $\vec{V}$ في كل لحظة مماسة للمسار الدائري أي متعامد مع شعاع المسار و يحسب منظمها بالعلاقة :

$$V=\frac{distance\ parcourue}{temps\ mis\ a\ la\ parcourir}=\frac{\Delta S}{\Delta t}=\frac{\Delta(R\times\theta)}{\Delta t}=\frac{R\times\Delta\theta}{\Delta t}=R\times\frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

✳ السرعة الزاوية Vitesse angulaire:

نعرف السرعة الزاوية ω لنقطة في حركة دائرية منتظمة بالعلاقة التالية :

$\omega=\frac{\Delta\theta}{\Delta t}$ وحدتها في $U.S.I$ هي الراديان على الثانية : $\frac{rad}{s}$.

ج – العلاقة بين السرعة الخطية V والسرعة الزاوية ω :

العلاقة بين السرعة الخطية V والسرعة الزاوية هي :

$$V=R\times\omega$$

ملحوظة (خاصيات الدوران المنتظم) :

أثناء حركة دوران منتظم تمر النقطة M من الموضع نفسه على فترات زمنية متساوية، نقول أن الحركة الدائرية المنتظمة حركة دورية وتتميز بالمقادير التالية :

① الدور T :

يمثل الدور T المدة الزمنية اللازمة لكي تنجز النقطة M دورة واحدة.

خلال الدور T تقطع النقطة M مسافة تساوي محيط دائرة شعاعها $R=|OM|$ فيكون الدور T هو :

$$T=\frac{2\Pi R}{V}=\frac{2\Pi R}{\omega}$$

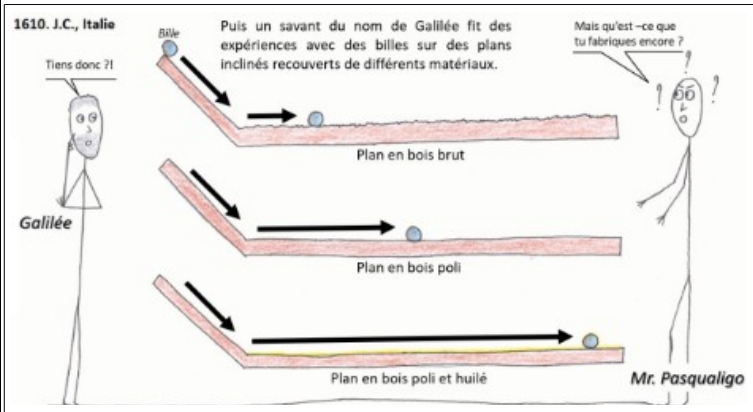
② التردد f (أو N)

نعرف التردد f (أو N) بعدد الدورات التي تنجزها النقطة المتحركة خلال ثانية واحدة وبالتالي :

$$f=N=\frac{1}{T}=\frac{\omega}{2\Pi}$$

الجزء الأول : الميكانيك – Mécanique

الوحدة 5 : مبدأ القصور – Principe d'inertie



لقد ساد الاعتقاد ، خلال قرون ، أن القوة ضرورية للحفاظ على حركة مستقيمية منتظمة ، إلى أن جاء غاليليو غاليلي $(1564-1642)$ الذي أدرك أن هذا الاعتقاد خاطئ ، وبين أن حركة جسم صلب فوق مستوى أفقي أملس ليست في حاجة لقوة لتبقى حركتها مستقيمية منتظمة.

وبين أن في غياب الاحتكاك ، تستمر الكرية في حركتها فوق المستوى الأفقي بنفس السرعة إلى ما لانهاية.

تهدف هذه الفقرة إلى إعطاء بعض المبادئ و العلاقات بين القوى وحركة الأجسام الصلبة.

1. الإبراز التجريبي لمركز قصور جسم صلب

1. 1. التجربة الأولى :

نستعمل حاملا ذاتيا يتوفر على متفجرين، أحدهما مثبت في نقطة A من محور ثماتله والآخر مثبت في نقطة M من جانب سطحه السفلي.

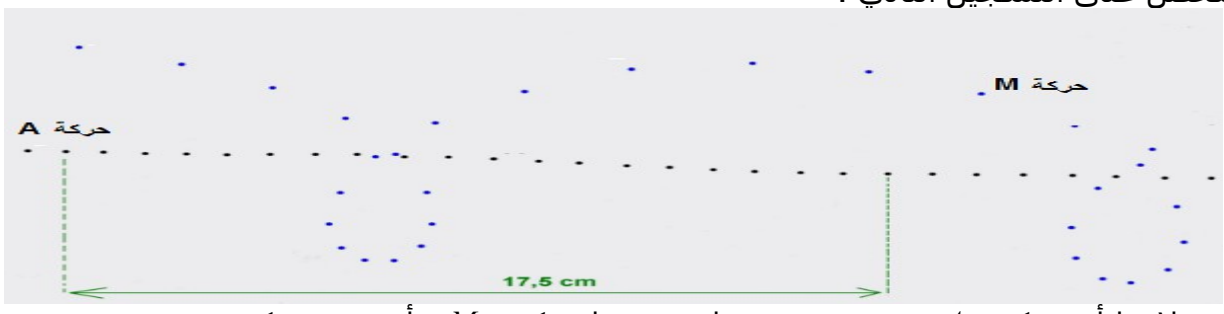
نسجل حركة النقطتين A و M بعد إرسال الحامل الذاتي فوق منضدة هوائية أفقية وذلك في مدد زمنية متتالية قيمتها $\tau = 40ms$.

التسجيل المحصل عليه :

نلاحظ أن لكل من A و M حركة مستقيمة منتظمة.

1. 2. التجربة الثانية :

نسجل حركة النقطتين A و M بعد إرسال الحامل الذاتي فوق منضدة هوائية أفقية وذلك بطريقة عشوائية فنحصل على التسجيل التالي :



نلاحظ أن حركة A مستقيمة منتظمة، بينما حركة M أصبحت حركة منحنية متغيرة.

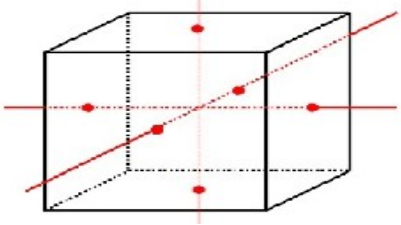
1. 3. استنتاج :

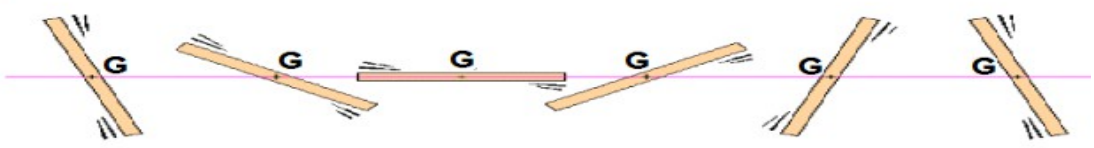
في حالة المنضدة الهوائية الأفقية رأينا أن حركة A وهي حركة من محور التماثل الذاتي لها حركة مستقيمة منتظمة. وهي النتيجة التي تنطبق على جميع نقط محور التماثل كيفما كان إرسال الحامل الذاتي.

إذا تصورنا حاملا ذاتيا يتحرك على مختلف الأوجه فوق المنضدة الهوائية، ماذا نستخلص.

1. 4. مركز قصور جسم صلب :

النقطة G هي نقطة تقاطع محاور الثماتل وهي النقطة الوحيدة التي تنفرد بحركة مستقيمة منتظمة، نسمي هذه النقطة مركز قصور Centre d'inertie للجسم الصلب. و نسمي محور التماثل بمحور القصور axe d'inertie.





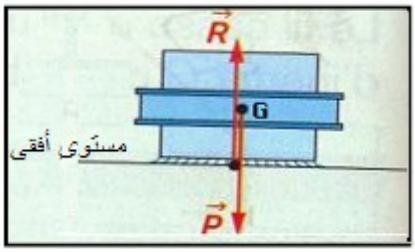
تعميم : لكل جسم صلب نقطة واحدة خاصة تسمى مركز القصور نرمز لها بـــ : G

هل حركة مركز القصور دائما مستقيمة منتظمة ؟

عند تسجيل حركة النقطة M للحامل الذاتي بعد إطلاقه فوق منضدة هوائية مائلة نلاحظ أن حركة M أي حركة G ليست مستقيمة منتظمة. (حركة مركز القصور ليست دائما مستقيمة منتظمة).

2 مبدأ القصور :

① حالة المنضدة الأفقية :



يخضع الحامل الذاتي إلى قوتين وهما :

$\vec{P}$: وزن الحامل.

$\vec{R}$: القوة المطبقة من طرف المنضدة (عمودية على مساحة التماس لأن الحركة تتم بدون احتكاك).

نمثل هاتين القوتين في الشكل جانبه.

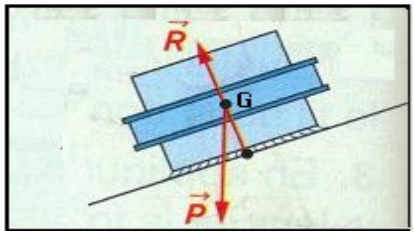
بما أن الحامل يتحرك أفقيا نستنتج أن القوتين $\vec{P}$ و $\vec{R}$ يتوازنان أي :

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

من التسجيل نستنتج أن طبيعة حركة G للحامل الذاتي هي حركة مستقيمية منتظمة و نكتب $\vec{V}_G=c\vec{s}te$

نقول أن الحامل الذاتي شبه معزول ميكانيكيا.

② حالة المنضدة المائلة :



يخضع الحامل الذاتي إلى قوتين وهما :

$\vec{P}$: وزن الحامل.

$\vec{R}$: القوة المطبقة من طرف المنضدة (عمودية على مساحة التماس لأن الحركة تتم بدون احتكاك).

نمثل هاتين القوتين في الشكل جانبه.

نلاحظ أن القوتين ليس لهما نفس خط التأثير إذن فهما لا يتوازنان وبالتالي :

$$\vec{P}+\vec{R}\neq\vec{0}$$

من التسجيل نستنتج أن طبيعة حركة G للحامل الذاتي هي حركة متغيرة و نكتب $\vec{V}_G\neq c\vec{s}te$

نقول أن الحامل الذاتي غير معزول ميكانيكيا.

وقد تصور نيوتن حالة حدية يكون فيها الجسم الصلب معزولا ميكانيكيا ، أي لا يخضع لأي تأثير ميكانيكي ، وذلك قصد صياغة المبدأ التالي الذي يعمم جميع الملاحظات السابقة.

③ الحالة الميكانيكية لجسم

✳ يكون الجسم معزولا ميكانيكيا إذا كان لا يخضع لأي قوة.

✳ يكون الجسم شبه معزول ميكانيكيا إذا كان يخضع لقوى متوازنة فيما بينها إي مجموعها منعدم.

$$\sum \vec{F}_{ext}=\vec{0}$$

✳ يكون الجسم غير معزول ميكانيكيا إذا كان يخضع لعدة قوى غير متوازنة فيما بينها إي مجموعها مجموع غير منعدم.

$$\sum \vec{F}_{ext}\neq\vec{0}$$

④ نص مبدأ القصور

عندما يكون جسما صلبا معزولا ميكانيكيا أو شبه معزول ميكانيكيا في معلم مرتبط بالأرض فإن متجهة سرعة مركز قصوره G تكون ثابتة $\vec{V}_G=c\vec{s}te$ أي أن الجسم الصلب يكون في إحدى الحالتين :

✳ إذا كان في حالة سكون فإنه يبقى ساكنا $\vec{V}_G=\vec{0}$.

✳ إذا كان في حالة حركة فإن حركة مركز قصوره G تكون مستقيمية منتظمة.

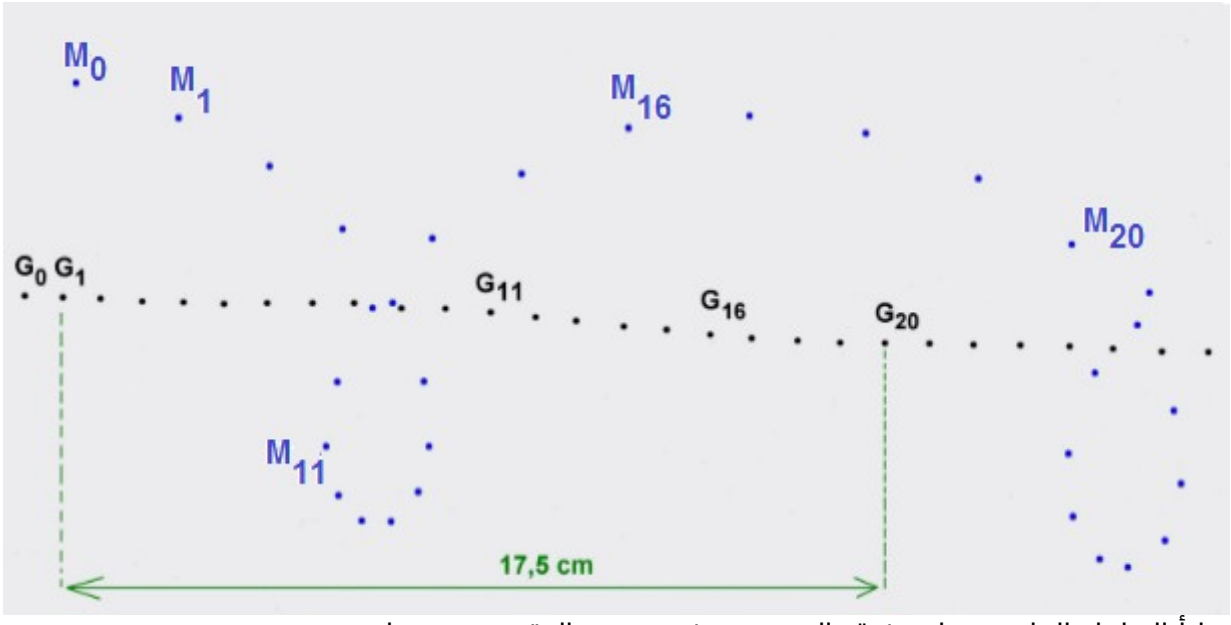
والعكس صحيح.

3. الحركة الإجمالية والحركة الخاصة لجسم صلب

تعريف 1 :

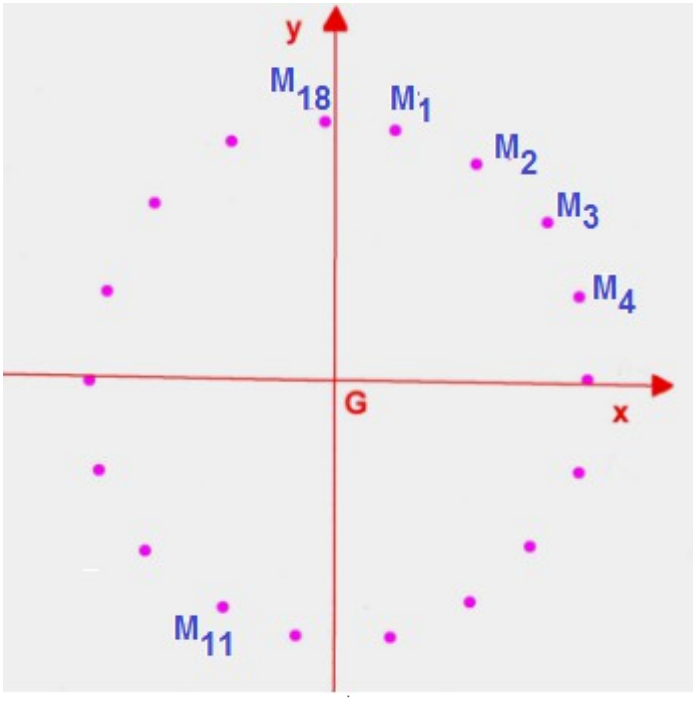
تعرف الحركة الإجمالية لجسم صلب بحركة مركز قصوره G . أما حركة النقط الأخرى بالنسبة لمركز القصور G فإنها توافق الحركة الخاصة للحامل الذاتي حول نفسه.

عندما نرسل الحامل الذاتي فوق منضدة أفقية بطريقة ما ، نحصل على التسجيل التالي :



نلاحظ أ الحامل الذاتي ينزلق فوق المنضدة وفي نفس الوقت يدور حول نفسه.

نقول إن الحركة الإجمالية للحامل الذاتي هي حركة مستقيمية منتظمة و هي توافق حركة مركز القصور G .



تعريف 1 :

تعرف الحركة الإجمالية لجسم صلب بحركة مركز قصوره G . أما حركة النقط الأخرى بالنسبة لمركز القصور G فإنها توافق الحركة الخاصة للحامل الذاتي حول نفسه.

لمعرفة طبيعة الحركة الخاصة، نرسم انطلاقا من النقطة G المتجهات $\overrightarrow{G_3M_3}; \overrightarrow{G_2M_2}; \overrightarrow{G_1M_1}$ التي تعطي المواضع المتتالية للنقطة M بالنسبة لمركز القصور G . نلاحظ أن مسار النقطة M دائري مركزه النقطة G وأن الزوايا التي تكونها متجهتان متتاليتان $\overrightarrow{G_iM_i}; \overrightarrow{G_{i+1}M_{i+1}}$ متساوية أي أن حركة النقطة M حركة دائرية منتظمة حول النقطة G .

تعريف 2 :

الحركة الخاصة تسمى كذلك بالحركة الذاتية وهي الحركة الدائرية لمختلف نقط الجسم حول مركز قصوره G

1)- Trajectoire du point **A**.

- Le point **G** est le barycentre du système. On va étudier le mouvement du point **A** dans le référentiel barycentrique.

- Méthode : pour cela, il faut pouvoir immobiliser le point **G**. sur une feuille de papier calque.

- Placer au centre un point **G** et représenter un repère orthonormé ayant G pour origine.

- Faire coïncider le point **G** de la feuille de papier calque avec le point G_0 de l'enregistrement et noter la position du point A_0 sur la feuille de papier calque.

- Faire glisser la feuille de papier calque parallèlement afin de faire coïncider **G** et G_1 et noter la position du point A_1 et ainsi de suite.

4. مركز الكتلة لمجموعة مادية

مركز G الكتلة لمجموعة أجسام صلبة وهو مرجح مراكز الكتلة لكل من الأجسام المكونة لهذه المجموعة وتحدده العلاقة العامة.

$$\sum m_i \times \overrightarrow{GG_i} = \vec{0} \; (0 \approx G)$$

أو

$$\sum m_i \times \overrightarrow{OG} = \sum m_i \times \overrightarrow{OG_i}$$

و تسمى هذه العلاقة بالعلاقة المرجحية

تطبيق :

نربط أسطوانتين كتلتاهما على التوالي m_1 و m_2 برابطة متينة، كتلتها مهملة $(m_2 = 2m_1)$.

G_1 مركز كتلة الأسطوانة (1) ، G_2 مركز كتلة الأسطوانة (2) و G مركز كتلة المجموعة.

بتطبيق العلاقة المرجعية نحصل على العلاقة التالية :

$$m_1 . GG_1 + m_2 . 2GG_2 \Leftrightarrow GG_1 = -2GG_2$$

هذا يعني أن للمتجهتين نفس الإتجاه ومنحيين متعاكسين، وبالتالي فإن G توجد على المستقيم G_1G_2 ومنه فإن :

$$GG_1 = 2 \times \frac{G_1G_2}{3} \quad \text{و} \quad GG_2 = \frac{G_1G_2}{3}$$

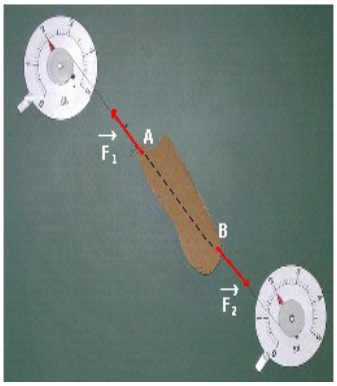
الوحدة 6 : بعض تطبيقات توازن جسم صلب خاضع لقوتين

1. تذكيربشرطي توازن جسم صلب خاضع لقوتين :

1. 1. تعريف :

نقول أن جسما صلبا في حالة توازن بالنسبة لمعلم معين إذا كانت كل نقط هذا الجسم ساكنة في هذا المعلم.

1. 1. الدراسة التجريبية لتوازن :



✳جرد القوى المطبقة على الجسم (S) :

$\vec{P}$: وزن الجسم

$\vec{F}_1$:القوة المطبقة على الجسم من طرف الديناموتر 1 .

$\vec{F}_2$:القوة المطبقة على الجسم من طرف الديناموتر 2 .

✳ ملاحظات :

الجسم (S) جد خفيف إذن شدة وزنه P ضعيفة أمام الشدتين F_2 و F_1 ، لذلك نهمل قوة الوزن $\vec{P}$ أمام القوتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ و بالتالي نعتبر أن (S) في توازن تحت تأثير قوتين فقط المطبقان من طرف الديناموترين.

الديناموترين يشيران إلى نفس القيمة خطيهما يوجدان على نفس الإستقامة.

- ◈ $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ قوتين لهما نفس خط التأثير (على استقامة واحدة).
- ◈ $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ لهما منحيان متعاكسان.
- ◈ $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ لهما نفس الشدة.

1. 2. شروط توازن جسم صلب خاضع لقوتين :

عندما يكون جسما صلبا في توازن تحت تأثير قوتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ فإن :

الشرط الأول : المجموع المتجهي لهاتين القوتين مجموع منعدم : $\vec{F}_1+\vec{F}_2=\vec{0}$

هذا الشرط لازم لسكون مركز القصور

الشرط الثاني : لهاتين القوتين نفس خط التأثير (هذا الشرط لازم في غياب دوران الجسم).

ملحوظة : إن شرطي التوازن لازمين للحصول على التوازن لكنهما غير كافيين (مبدأ القصور).

2. تطبيقات :

2. 1. توازن جسم صلب فوق مستوى أفقي :

نعتبر جسما صلبا (S) كتلته $M=0.15\text{kg}$ في توازن فوق مستوى أفقي.

1 – أجرد القوى المطبقة على الجسم (S) .

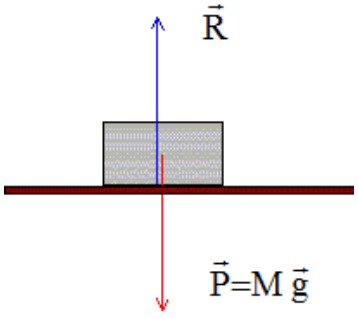
2 – أذكر شروط توازن الجسم (S) .

3 – باستعمال شروط التوازن أوجد مميزات القوة المسلطة من طرف الطاولة على الجسم (S)

ثم مثل القوى باستعمال السلم $1\text{cm}\rightarrow 1\text{N}$

4– استنتج طبيعة التماس بين الجسم (S) و الطاولة، نعطي $g=10\text{N}/kg$.

جواب :



1 – جرد القوى على المجموعة المدروسة :

$\vec{P}$: وزن الجسم.

$\vec{R}$: القوة المطبقة على الجسم من طرف الطاولة

2 – شروط التوازن :

الشرط الأول : المجموع المتجهي لهاتين القوتين مجموع منعدم :

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

الشرط الثاني : لهاتين القوتين نفس خط التأثير.

3 – استنتاج مميزات القوة المسلطة من طرف الطاولة على الجسم (S)

نقطة التأثير : هي تقاطع خط التأثير مع مساحة التماس.

خط التأثير : هو خط تأثير $\vec{P}$ أي الخط الرأسي المار من مركز ثقل الجسم أي من مساحة التماس بين الجسم و الطاولة نحو الأعلى.

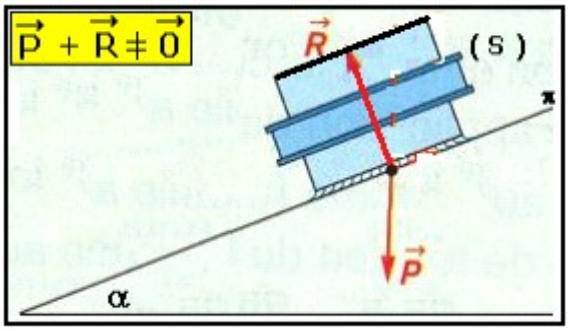
المنحى : عكس منحى $\vec{P}$

الشدة :

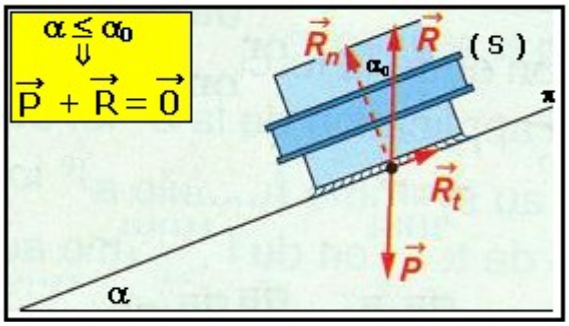
$$R=P=m\times g=0.15\times 10=1,5\,N$$

4 – طبيعة التماس : بما أن $\vec{R}$ عمودية على مساحة التماس فإن التماس يتم بدون احتكاك.

2. 2. توازن جسم صلب فوق مستوى مائل :



◈ إذا كانت الاحتكاكات مهملة بين الجسم (S) و المستوى Π فإنه لا يمكن للجسم (S) أن يوجد في حالة توازن مهما كانت الزاوية α .



◈ إذا كانت الاحتكاكات بين (S) و Π فإن الجسم قد يكون في حالة توازن أو لا يتحقق التوازن وذلك يتعلق حسب طبيعة (S) و Π وبزاوية الميل α .
بالنسبة لـ (S) و Π يتحقق التوازن إذا كانت زاوية الميل α أصغر أو تساوي زاوية الميل α_0 .
نسمي α_0 الزاوية الحدية للالتصاق أو زاوية الاحتكاك الساكن.

2. 3. توازن جسم معلق بنابض :

أ – العلاقة بين توتر نابض و إطالته

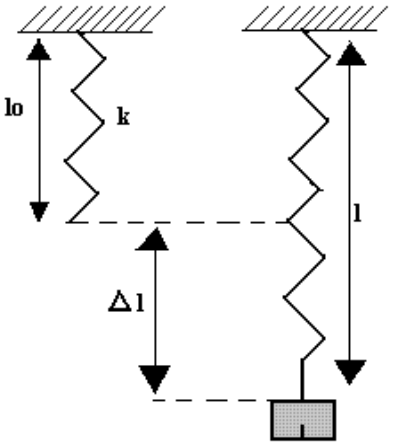
✳تعريف :

ℓ_0 : الطول الفعلي للنابض أي طوله عندما يكون فارغا.

ℓ : طول النابض النهائي عندما يكون مشوها.

$\Delta\ell=\ell-\ell_0$: هي إطالة النابض $\Delta\ell$

T تدعى توتر النابض وهي القوة التي يطبقها النابض على الجسم .



$\Delta l=l-l_0$

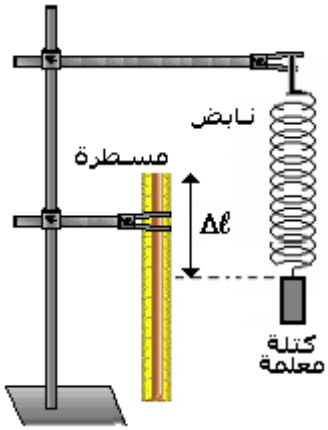
✳ تجربة :

الهدف هو إيجاد العلاقة بين شدة توتر النابض T و إطالته $\Delta\ell$.

نعلق في الطرف الحر للنابض =كتلا معلمة، ونحدد في كل مرة توتر النابض T و إطالته $\Delta\ell$.

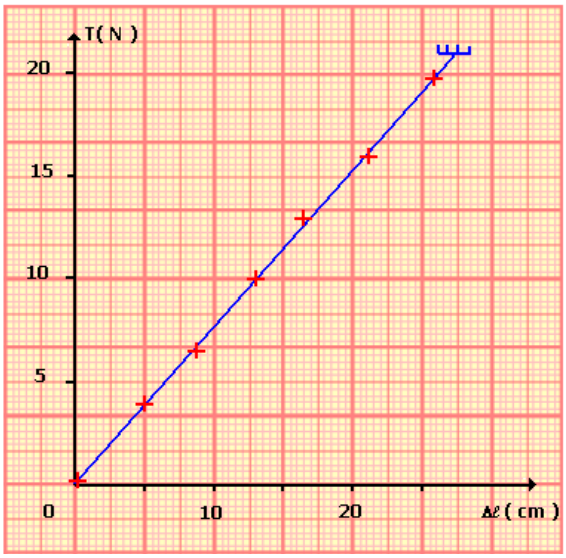
$(g=10\,N/kg)$

ندون النتائج المحصل عليها في الجدول التالي :



$m(kg)$	0	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00
$\Delta l(cm)$	0	2,6	5,2	8,0	10,7	13,3	16,0	18,6	21,5	24,0	26,5
$T(N)$											

نلاحظ أنه كلما ازدادت شدة توتر النابض كلما إزدادت إطالته. أتمم الجدول أعلاه ثم أرسم الدالة $T=f(\Delta\ell)$



✳ استنتاج :

المنحى T بدلالة $\Delta\ell$ عبارة عن دالة خطية أي أن T يتناسب اطرادا مع $\Delta\ell$ ومنه نكتب :

$$T = K \times \Delta\ell$$

K : هو معامل التناسب أو المعامل الموجه للمستقيم.

يسمى في هذه العلاقة **صلابة النابض** و حدتها في النظام العالمي للوحدات : N/m أو $N \times m^{-1}$

لكل نابض صلابته الخاصة به.

تطبيق عددي : أحسب صلابة النابض المدروس.

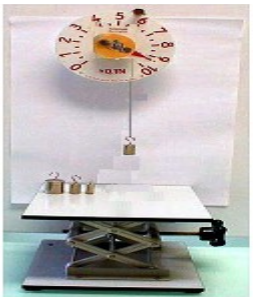
نعلم أن $T = K \times \Delta\ell$ و منه $K = \frac{T}{\Delta\ell}$

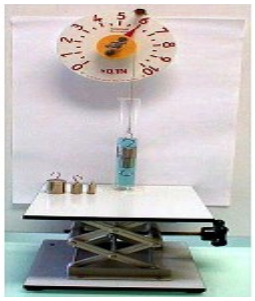
. $K = 0{,}50\ N/m$

3. دافعة أرخميدس

3. 1. إبراز وجود دافعة أرخميدس

من خلال مشاهدة الصور (قارب يطفو على سطح الماء، بالون يصعد في الهواء ...) الماء والهواء يطبقان قوة على الأجسام المغمورة فيهما وتسمى هذه القوة دافعة أرخميدس.





3. 2. مميزات دافعة أرخميدس

نعلق جسما صلبا (S) بواسطة دينامومتر ، نلاحظ أن مؤشر الدينامومتر يقف عند رقم معين (الشكل – أ و ب)

إن تغير وزن الجسم في الماء ما هو إلا ظاهريا ، لأن الوزن لايتغير في المكان نفسه وهكذا نستنتج أن الجسم المغمور في الماء قد أثرت عليه قوة أخرى دفعته نحو الأعلى مما أدى الى نقصان الشدة التي يشير إليها الدينامومتر بفعل دافعة أرخميدس.

نرمز للقوة بالمتجهة $\vec{F}$ ومميزاتها هي :

✳ خط التأثير : هو نفس خط تأثير القوتين $\vec{T}$ و $\vec{P}$ (أي الخط الرأسي).

✳ المنحى : نحو الأعلى.

✳ الشدة : $F = P - T$

إذا افترضنا أن V هو حجم السائل المزاح و أن ρ هي كتلته الحجمية ، فإن كتلة السائل المزاح تساوي

$$m = \rho \times V$$

وبالتالي شدة وزن السائل المزاح هي :

$$P' = m \times g = \rho \times V \times g$$

و بما أن شدة دافعة أرخميدس تساوي شدة وزن السائل المزاح نكتب :

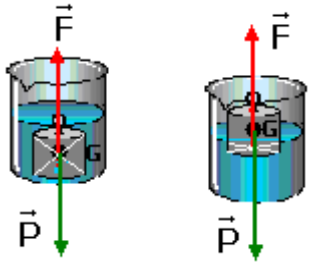
$$F = P' = \rho \times V \times g$$

مع :

F بالنيوتن (N) ، و g بـ : N/kg ، و V بـ : m^3 و ρ بـ : kg/m^3

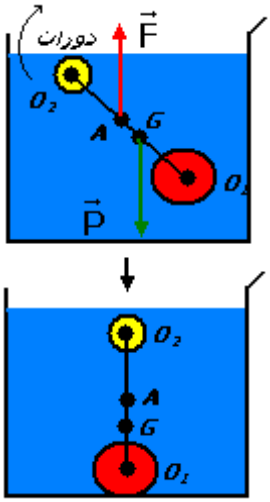
3. 3. نقطة التأثير : مركز ثقل السائل المزاح من طرف الجسم المغمور.

مثال 1 :



عندما يكون جسم صلب متجانس مغمورا جزئيا أو كليا في سائل، وهو في حالة توازن، فإن نقطة تأثير القوة $\vec{F}$ تتطابق مع مركز ثقل الجزء المغمور.

مثال 2 :



نعتبر مجموعة غير متجانسة مكونة من كرتين لهما نفس الحجم وكتلتاهما مختلفتان، بحيث $m_1=2m_2$ ، مرتبطتان برابطة متينة كتلتها مهملة، مركز كتلة المجموعة هو G، بحيث :

$$O_2G=2O_1G$$

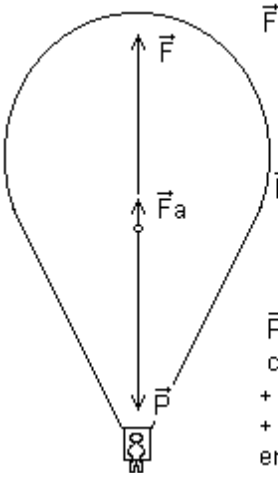
في البداية نغمر المجموعة في الماء، بحيث تكون الكرتان في المستوى الأفقي نفسه، بعد تركها نلاحظ أنها تدور حتى تستقر كما هو مبين في الشكل جانبه.

يتضح من خلال هذا المثال أن نقطة تأثير دافعة أرخميدس ليست هي مركز ثقل المجموعة، بل مركز ثقل السائل المزاح من طرف المجموعة المغمورة.

وبما أن حجم السائل المزاح يساوي حجم المجموعة، فإن نقطة تأثير دافعة أرخميدس توجد في منتصف المسافة O_1O_2.

4. دافعة أرخميدس في الغازات

كما هو الشأن بالنسبة للسوائل فالغازات بدورها تدفع الأجسام المغمورة فيها نحو الأعلى بقوة تسمى دافعة أرخميدس في الغازات مميزاتها هي :



$\vec{F}$ = poussée d'Archimède
= force archimédienne
= poids de l'air ambiant déplacé par le ballon

$\vec{Fa}$ = résultante des forces appliquées au ballon
= F - P

$\vec{P}$ = poids de l'air chaud contenu dans le ballon
+ poids de l'enveloppe à vide
+ poids de la charge emmenée

– اتجاهها رأسي.

– منحاها نحو الأعلى

– شدتها تساوي شدة وزن الغاز الذي يزيحه الجسم المغمور فيه

$$F=P'=\rho\times V'\times g$$

ρ : الكتلة الحجمية للغاز (kg/m^3)

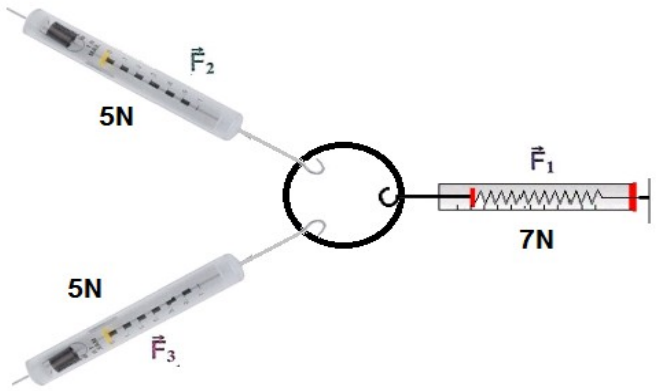
V : حجم الغاز المزاح

الوحدة 7 : توازن جسم صلب خاضع لثلاث قوى غير متوازية

1. الدراسة التجريبية :

1. 1. التركيب التجريبي

تمثل الصورة جانبه التركيب التجريبي المنجز لدراسة توازن جسم صلب (حلقة) خفيف جدا، تحت تأثير ثلاثة خيوط مشدودة إلى ثلاثة دينامومترات.



1. 2. ملاحظات :

جـرد القـوى المطبقـة علـى الحلقـة : $\vec{P}$ مهمل أمام القوى الثلاث $\vec{F}_1$ ، $\vec{F}_2$ و $\vec{F}_3$.

- خطوط تأثير القوى الثلاث توجد في نفس المستوى نقول أن هذه الخطوط مستوائية.
- خطوط تأثير القوى الثلاث تتقاطع في نقطة واحدة نقول أن الخطوط متلاقية.

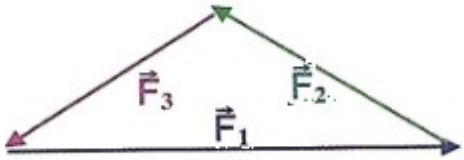
1. 3. تمثيل القوى المطبقة على الجسم الصلب

لتمثيل متجهات القوى الثلاث، ينبغي أولا الأخذ بعين الاعتبار مميزات كل واحدة منها، واختيار سلم مناسب.

أ – الطريقة الهندسية :

عنـدما يصـبح الجسـم فـي تـوازن مسـتقر، نثبـت علـى السبورة ورقـة بيضـاء، وبواسـطة الإنعكـاس الضـوئي نحصـل علـى صورة الحلقة و الخيوط الثلاث.

نمثل إنطلاقا من نقطة ما المتجهات $\vec{F}_1$ ، $\vec{F}_2$ و $\vec{F}_3$ باستعمال المسطرة و المنقلة لإزاحة المتجهات بحيث يكون طـرف المتجهة $\vec{F}_1$ هو أصل المتجهة $\vec{F}_2$ و طـرف المتجهـة $\vec{F}_2$ هو أصل المتجهة $\vec{F}_3$



الإنشاء الهندسي المحصل عليه عبـارة عـن خـط مضـلعي مغلـق لمتجهـات القـوى الثلاث أي أن مجمـوع متجهـات القـوى $\vec{F}_1$ ، $\vec{F}_2$ و $\vec{F}_3$ مجموع منعدم.

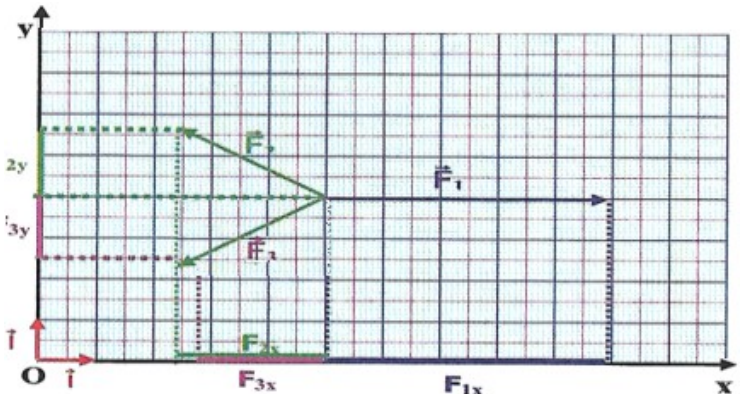
ب – الطريقة التحليلية :

نرســم علــى ورق ميليمــتري متجهــات القــوى المطبقة على الجسم باستعمال سلم مناسب في معلم متعامد وممنظم(O, $\vec{i}$, $\vec{j}$) مرتبط بالمختبر.

لتحديـد قيمـة F_x و F_y نسـقط المتجهـة $\vec{F}$ علـى محـوري المعلـم وباعتبـار السـلم المعتمـد نحصل على :

$$F_{1x}+F_{2x}+F_{3x}=0$$
$$F_{1y}+F_{2y}+F_{3y}=0$$

أي أن مجمـوع متجهـات القـوى $\vec{F}_1$ ، $\vec{F}_2$ و $\vec{F}_3$ مجموع منعدم.



2. شروط التوازن :

إذا كان جسم صلب في توازن وهو خاضع لثلاث قوى $\vec{F}_1$ ، $\vec{F}_2$ و $\vec{F}_3$ ، غير متوازية فإن :

الشرط الأول :

$$\vec{F}_1+\vec{F}_2+\vec{F}_3=\vec{0}$$

أي أن الخط المضلعي للقوى الثلاث مغلق. هذا الشرط لازم لسكون مركز قصور الجسم الصلب.

الشرط الثاني :

خطوط تأثير القوى الثلاث مستوائية ومتلاقية. هذا الشرط لازم لغياب الدوران في حالة تحقق الشرط الأول.

ملحوظة :

إن هاذين الشرطين لازمان للحصول على توازن جسم صلب خاضع لثلاث قوى، لكنهما غير كافيين، إذ يمكن أن يتحقق الشرطان و يكون مركز القصور G للجسم الصلب حركة مستقيمية منتظمة – (مبدأ القصور).

3. تطبيقات :

3. 1. قوى التماس الموزعة : مفهوم الاحتكاك

نعتبر جسما صلبا (S) كتلته $m=200g$ في توازن موضوعا فوق حامل مستو و أفقي خشن، بواسطة دينامومتر، نجر الجسم (S) بقوة خط تأثيرها أفقي وشدتها $F=2N$. نلاحظ أن الجسم يبقى في توازن ما دامت شدة القوة المطبقة على الجسم لاتتعدى قيمة قصوى F_m .

أجرد القوى المطبقة على الجسم (S) .
أذكر شروط توازن الجسم (S) .
باستعمال شروط التوازن أوجد مميزات القوة المسلطة من طرف الطاولة على الجسم (S)
ثم مثل القوى باستعمال السلم $1cm \rightarrow 1N$
استنتج مفهوم الاحتكاك، نعطي $g=10N/kg$.

عندما يكون الجسم الصلب في توازن، فإنه يخضع للتأثيرات التالية :
$\vec{P}$: تأثير الأرض أو وزن الجسم.
$\vec{F}$: تأثير الدينامومتر $(F<F_m)$.
$\vec{R}$: تأثير الحامل المستوي.

الشرط الأول (تحديد شدة R وخط تأثيرها):

مجموع متجهات القوى الثلاث مجموع منعدم، وبالتالي :

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

أي أن الخط المضلعي للقوى الثلاث مغلق. بإستعمال السلم $1N \rightarrow 1cm$ نقوم بإنشاء الخط المضلعي.

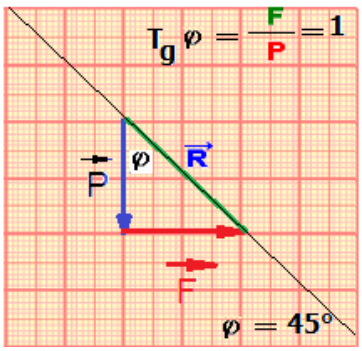
✳ تحديد شدة R :

① مبيانيا :

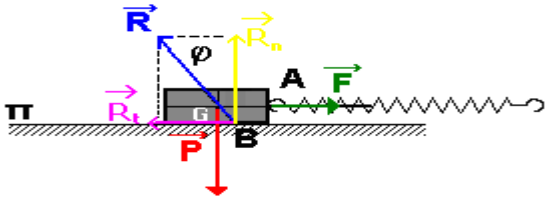
$R=2,8\,N$

② حسابيا :

$R=\sqrt{(P^2)+(F^2)}=2,8\,N$



الشرط الثاني (تحديد نقطة تأثير R) :



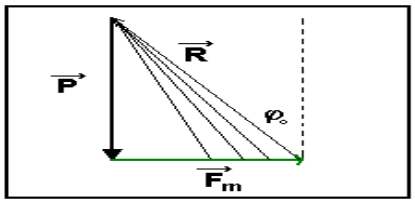
✳ تحديد نقطة تأثير R :

خطوط تأثير القوى $\vec{P}$ و $\vec{F}$ و $\vec{R}$ مستوائية ومتلاقية ، هذا الشرط يمكن من تحديد نقطة تأثير القوة $\vec{R}$: وهي النقطة B .

$$\tan\varphi=\frac{R_T}{R_N}$$

يبقى الجسم الصلب في توازن مادامت شدة القوة $\vec{F}$ أصغر من قوة قصوى $\vec{F}_m$. يوضح إنشاء الخط المضلعي أن φ تكبر كلما ازدادت شدة القوة $\vec{F}$ ، إلى أن تصل إلى قيمة قصوى φ_0 .

تسمى φ_0 بزاوية الاحتكاك الساكن وهي القيمة الحدية للزاوية φ التي يفقد عندها الجسم توازنه. وهي مقدار فيزيائي يميز التماس بالاحتكاك بين الجسمين. تزداد φ_0 كلما ازدادت خشونة سطحي التماس.



$$K_0=\tan\varphi_0=\frac{F_m}{P}$$

◈ مفهوم الاحتكاك :

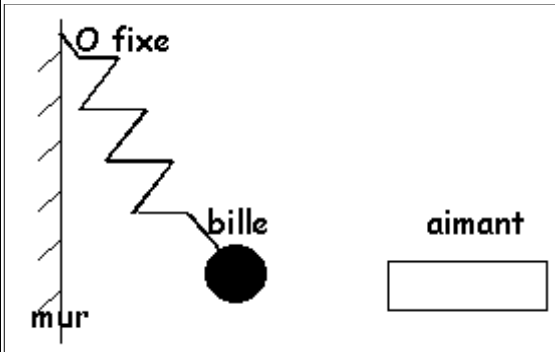
تكافئ جميع التأثيرات الموزعة على الجسم S متجهة قوة واحدة $\vec{R}$ مائلة عن الخط المنظمي ولها مفعولان :

- مفعول متعلق بمقاومة حركة الجسم S ويعيق إنزلاقه نحو الحامل.
- مفعول متعلق بمقاومة انغراز الجسم S في المستوى (π) .

الشيء الذي يقودنا إلى تعويض $\vec{R}$ بمركبتين :
$\vec{R}_n$: إحداثية منظمية نرمز لها بـــ $\vec{N}$.
$\vec{R}_T$: إحداثية مماسية نرمز لها بـــ $\vec{f}$ تسمى قوة الإحتكاك.

$$\vec{R}=\vec{R}_N+\vec{R}_T=\vec{f}+\vec{N}$$

3. 2. تطبيقات :



تطبيق 1 : نأخذ : $g=10\text{Nkg}^{-1}$

يمثل الشكل كرية حديدية S كتلتها $m=0.1\text{kg}$ مثبت إلى نابض طوله الأصلي $l_0=0.2\text{m}$ وصلابته $K=50\text{Nm}^{-1}$. عند تقريب المغناطيس في وضع أفقي من الكرية بمسافة معينة ينحرف النابض مكونا زاوية $\alpha=45°$ مع الخط الرأسي المار من O .

1 – أجرد القوى المطبقة على الكرية ؟

2 – باعتبار الكرية في حالة توازن، أحسب شدة القوة $\vec{F}$ المطبقة عليها من طرف المغناطيس ؟

3 – ما هو الطول النهائي للنابض ؟

الأجوبة :

1 – جرد القوى المطبقة على الكرية :

- $\vec{P}$: وزن الكرية.
- $\vec{F}$: القوة المطبقة من طرف المغناطيس.
- $\vec{T}$: القوة المطبقة من طرف النابض.

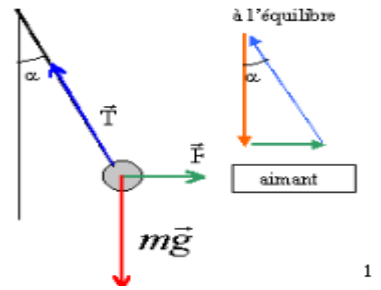
2 – حساب شدة القوة $\vec{F}$

يوجد الجسم في حالة توازن و هو خاضع لثلاث قوى غير متوازية بتطبيق أحد شرطي التوازن نكتب :

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

أي أن الخط المضلعي المكون من هذه المتجهات عبارة عن خط مضلعي مغلق.

الإنشاء الهندسي المحصل عليه للخط المضلعي المغلق لمتجهات القوى الثلاث



الطريقة الهندسية لحساب شدة القوة $\vec{F}$ المطبقة عليها من طرف المغناطيس (استعمال الخط مضلعي مغلق

بالاعتماد على السلم المستعمل نجد القيمة $F=1\text{N}$

يمكن أيضا أن نكتب :

$$tg\,\alpha=\frac{F}{P}\Rightarrow F=P\times tg\,\alpha\Rightarrow F=m\times g\times tg\,\alpha=0{,}1\times 10\times tg\,45°=1\text{N}$$

الطريقة الهندسية لحساب شدة القوة $\vec{F}$ المطبقة عليها من طرف المغناطيس

3 – الطول النهائي للنابض : لدينا :

$$T=K\times\Delta l=K\times(l_f-l_0)\Rightarrow l_f=\frac{T}{K}+l_0$$

لنحسب توتر النابض T

استعمال الخط مضلعي مغلق، بتطبيق علاقة بيتاغور نكتب :

$$T^2=P^2+F^2\Leftrightarrow T=\sqrt{P^2+F^2}=\sqrt{2}=1{,}4\,N$$

إذن

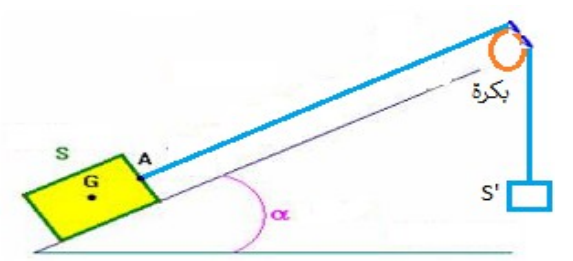
$$l_f=\frac{T}{K}+l_0=\frac{1{,}4}{50}+0{,}2=0{,}23\,m$$

تطبيق 2 :

نعتبر جسما (S) كتلته $m=0.2kg$ في حالة توازن يوجد فوق مستوى مائل حيث يتم التماس بدون احتكاك ومشدود إلى جسم آخر (S') ذي كتلة m' بواسطة خيط غير قابل للامتداد كتلته مهملة يمر بمجرى بكرة .

1– بتطبيق الطريقة الهندسية أوجد تعبير شدة توتر الخيط المطبقة على الجسم (S) بدلالة m ، g و α

2- أوجد تعبير الكتلة m' بدلالة m و α .



الأجوبة :

1 – جرد القوى المطبقة على الكرية :

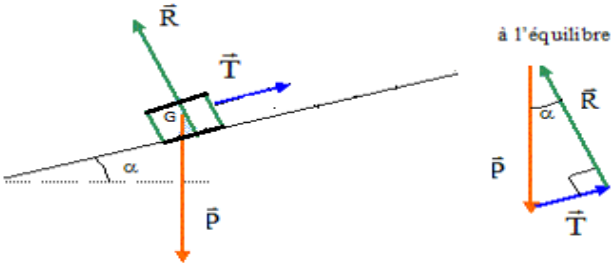
- $\vec{P}$: وزن الكرية.
- $\vec{R}$: القوة التماس المطبقة من طرف السطح المائل.
- $\vec{T}$: القوة المطبقة من طرف الخيط .

بما أن الجسم في توازن و هو خاضع لثلاث قوى غير متوازية فإن :

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

أي أن الخط المضلعي المكون من هذه المتجهات عبارة عن خط مضلعي مغلق.

الإنشاء الهندسي المحصل عليه للخط المضلعي المغلق لمتجهات القوى الثلاث



الطريقة الهندسية :

تعبير T : $\sin\alpha=\Rightarrow T=m\times g\times\sin\alpha$

2 – تعبير m' .

جرد القوى المطبقة على الجسم (S') .

- $\vec{P}'$: وزن الجسم (S') .
- $\vec{T}'$: القوة المطبقة من طرف الخيط .

البكرة (دورها هو تغيير منحى الخيط) في حالة توازن، لا تتغير شدة توتر الخيط في جميع نقطه. $T=T'$

$$\Rightarrow T'=m'\times g=m\times g\times\sin\alpha\Rightarrow m'=m\times\sin\alpha$$

ملحوظة :

لدراسة جسم صلب في توازن وهو خاضع لثلاث قوى غير متوازية بالنسبة لمعلم معين نعطي منهجية حل تمرين في السكونيات.

1. تحديد المجموعة المدروسة.
2. تحديد المعلم الذي سيتم دراسة فيه هذه المجموعة.
3. جرد القوى المطبقة على المجموعة المدروسة مع تحديد المتجهة المقرونة بكل مزدوجة.
4. تمثيل على تبيانة متجهات القوى ذات المميزات المعروفة.
5. تطبيق شرطي التوازن $\vec{F}_1+\vec{F}_2+\vec{F}_3=\vec{0}$ على المجموعة المدروسة.
6. يمكن استغلال شرط التوازن بالطريقة الهندسية أو الطريقة التحليلية.

4. توازن جسم صلب خاضع لثلاث قوى متوازية :

4. 1. شروط التوازن :

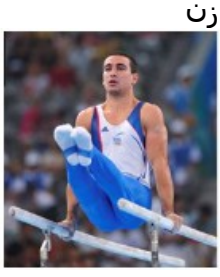
إذا كان جسم صلب في توازن وهو خاضع لثلاث قوى $\vec{F}_1$ ، $\vec{F}_2$ و $\vec{F}_3$ متوازية فإن :

$\vec{F}_1+\vec{F}_2+\vec{F}_3=\vec{0}$ أي أن الخط المضلعي مغلق

خطوط تأثير القوى الثلاث مستوائية غير متلاقية.

4. 2. مثال :

نعتبر الشكل التالي حيث الجسم (S) يوجد في توازن



$P=R_1+R_2$

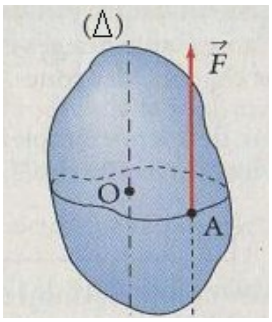
5. توازن جسم صلب خاضع لعدة قوى :

إذا كان جسم صلب في توازن وهو خاضع لعدة قوى فإن مجموع متجهات هذه القوى مجموع منعدم.

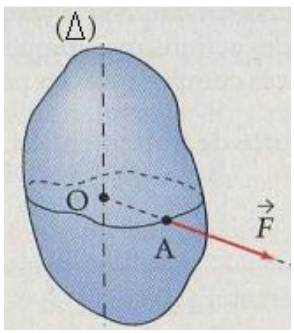
$$\Sigma F_{ext}=\vec{0}$$

الوحدة 8 :توازن جسم صلب قابل للدوران حول محور ثابت

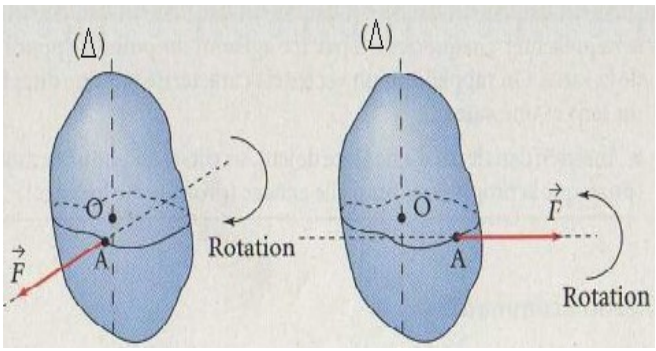
1. مفعول القوة على دوران جسم صلب



(الشكل أ)



(الشكل ب)



(الشكل ج)

- كل قوة موازية لمحور الدوران (Δ) (الشكل أ) ليس لها مفعول دوراني على الجسم.
- كل قوة خط تأثيرها يتقاطع مع محور الدوران (Δ) (الشكل ب) ليس لها مقدرة على دوران الجسم.
- كل قوة غير موازية لمحور الدوران (Δ) (الشكل ج) ولا تقطعه لها مفعول دوراني على الجسم .
- كلما ابتعدنا عن محور الدوران (Δ) للباب كلما كان مفعول نفس القوة أكبر. أي أن هناك علاقة بين شـــدة القوة F والمسافة الفاصلة بين خط تأثيرها ومحور الدوران.

2. عزم قوة بالنسبة لمحور الدوران :

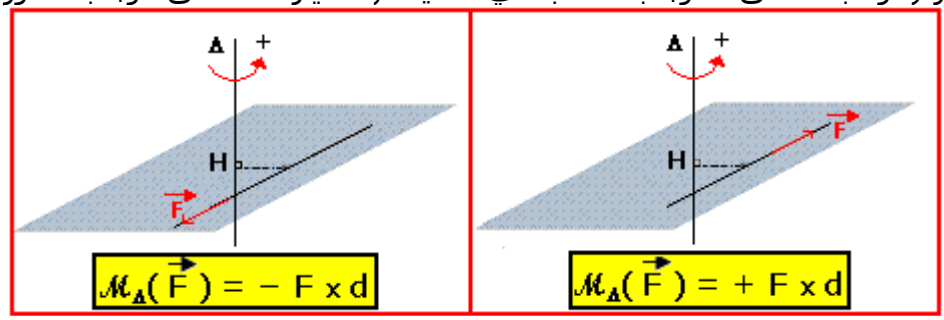
2. 1. تعريف عزم القوة بالنسبة لمحور الدوران (Δ) :

نسمي عزم قوة بالنسبة لمحور الـدوران (Δ) المقـدار الفيزيـائي الـذي يعـبر عـن مقـدرة القـوة علـى دوران الجسم حول هذا المحور نرمز له بـــ $M_{\Delta}(\vec{F})$ وهو يساوي جداء الشدة F والمسافة d الفاصلة بين المحـور (Δ) وخط تأثيرها.

$$N \times m \quad \rightarrow \quad \boxed{M_{\Delta}(\vec{F}) = \pm F \times d}$$

2. 2. عزم قوة مقدار جبري :

يتعلق مقدار عزم قوة بالمنحى الموجب الاعتباطي الذي تم اختياره كمنحى موجب للدوران



إذا كان بإمكان القوة إدارة الجسم في المنحى الموجب الذي تم اختياره فإن عزمها يكون موجبا.

إذا كان بإمكان القوة إدارة الجسم في المنحى المعاكس للمنحى الموجب الذي تم اختيـاره فـإن عزمهـا يكـون سالبا.

3. عزم مزدوجة قوتين

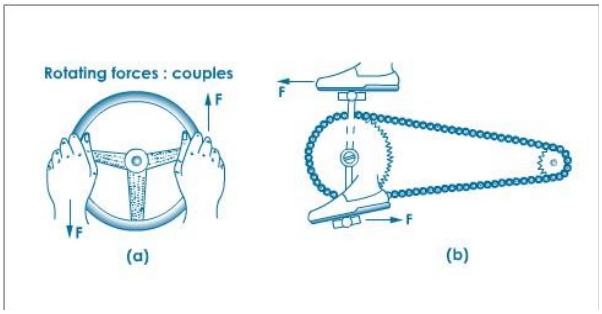
3. 1. تعريف مزدوجة قوتين :

مثال : مقود السيارة.

عندما يسلط السائق القوتان $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ يدور المقود حول محور دورانه.

القوتان $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ تكونان مزدوجة قوتين إذ تتوفر فيهما الشروط التالية :

- القوتان متوازيتان منفصلتان تفصل بينهما المسافة d .
- القوتان ذا منحيان متعاكسان.
- القوتـــان لهمـــا نفـــس الشـــدة F تســـمى الشـــدة المشتركة لمزدوجة قوتين $(F = F_1 = F_2)$.



يمكن التعبير عن هذه الشروط كما يلي :

الشرط الأول :

$$\vec{F}_1+\vec{F}_2=\vec{0}$$

الشرط الثاني :

القوتان $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ متوازيتان منفصلتان

3. 2. صيغة عزم مزدوجة قوتين :

تعريف 1 : إن عزم مزدوجة القوتين $\vec{C}=(\vec{F}_1;\vec{F}_2)$ بالنسبة لمحور الدوران يساوي مجموع عزوم هاتين القوتين.

$$M_{\Delta}(\vec{C})=M_{\Delta}(\vec{F}_1)+M_{\Delta}(\vec{F}_2)$$

تعريف 2 :

إن عزم مزدوجة القوتين $\vec{C}=(\vec{F}_1;\vec{F}_2)$ على إحداث دوران جسم مستقل عن محور لدوران Δ و مستقل عن موضعه.

$$M_{\Delta}(\vec{C})=M(\vec{C})$$

تعريف 3 :

إن عزم مزدوجة القوتين $M(\vec{C})$ مقدار جبري يعبر عنه بالعلاقة :

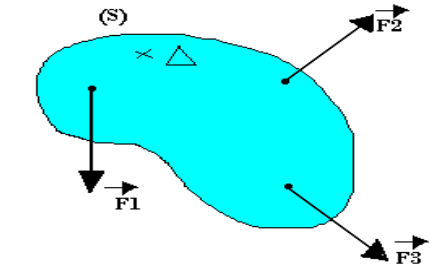
$$M(\vec{C})=\pm F\times d$$

4. توازن جسم صلب قابل للدوران حول محورثابت - مبرهنة العزم

نص مبرهنة العزوم :

عندما يكون جسم صلب في توازن قابل للدوران حول محور ثابت (Δ) أيا كان، فإن مجموع عزوم القوى المطبقة على الجسم بالنسبة لهذا المحور مجموع منعدم.

$$\Sigma M_{\Delta}(\vec{F})=0$$



$$M_{\Delta}(\vec{F}_1)+M_{\Delta}(\vec{F}_2)+M_{\Delta}(\vec{F}_3)=0$$

5. الشروط العامة لتوازن جسم صلب :

عندما يكون جسم صلب في توازن وهو خاضع لعدة قوى فإنه يتحقق الشرطين العامين التاليين :

الشرط الأول : مجموع متجهات القوى مجموع منعدم

$$\Sigma \vec{F}_{ext}=\vec{0}$$

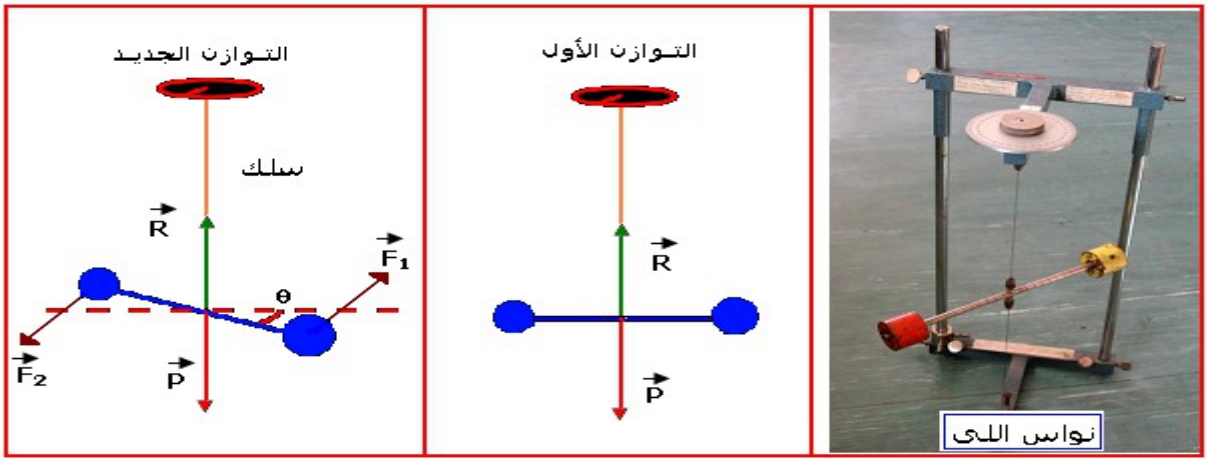
الشرط الثاني : مجموع عزوم القوى بالنسبة للمحور (Δ) أيا كان مجموع منعدم

$$\Sigma M_{\Delta}(\vec{F})=0$$

6. مزدوجة اللـــــي Couple de Torsion

6. 1. تعريف مزدوجة اللـــــي :

ندرس توازن قضيب معلق بسلك فولاذي (سلك اللي)، الجهاز المستعمل يحمل اسم نواس اللي.



◈ التوازن الأول :

جرد القوى المطبقة على القضيب :

$\vec{P}$: وزن القضيب

$\vec{R}$: القوة المطبقة من طرف السلك

تطبيق شروط توازن القضيب :

الشرط الأول :

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

الشرط الثاني :

القوتان لهما نفس خط التأثير

◈ التوازن الحديد :

جرد القوى المطبقة على القضيب :

$\vec{P}$: وزن القضيب

$\vec{R}$: القوة المطبقة من طرف السلك

$\vec{C}$: مزدوجة قوتين

$\Sigma \vec{f}_i$: قوة الارتداد المسلطة من طرف جميع مولدات السلك

تطبيق شروط التوازن :

الشرط الأول :

$$\vec{P}+\vec{R}+\Sigma \vec{f}_i+\vec{C}=\vec{0}$$
$$\Rightarrow \Sigma \vec{f}_i=\vec{0}$$

و بما أن $\Sigma \vec{f}_i$ تدير القضيب فإن لها خاصيات مزدوجة قوتين تسمى مزدوجة اللي

الشرط الثاني :

$$\Sigma M_{\Delta}(\vec{F})=0$$
$$M(\vec{C})+M_{\Delta}(\vec{R})+M_{\Delta}(\vec{P})+M_{\Delta}\Sigma f_i=0$$
$$M(\vec{C})+M_{\Delta}\Sigma f_i=0$$

$$M(\vec{C})=-M_{\Delta}\Sigma f_i$$

تبين هذه العلاقة أن عزم مزدوجة اللي مستقل عن محور الدوران (Δ)

$$M_{\Delta}\Sigma f_i=M\Sigma f_i$$

6. 2. صيغة عزم مزدوجة اللي :

عندما يلتوي القضيب بزاوية θ فإن السلك يلتوي بنفس الزاوية و بالتالي يطبق مزدوجة اللي $M\Sigma f_i$ بحيث عزمها يتناسب إطرادا مع الزاوية θ وهي زاوية اللي و يعبر عنه بالعلاقة :

$$M\Sigma f_i=-C\times\theta$$

$-$: يعني أن مزدوجة اللي قوة ارتداد أي تحاول إعادة السلك إلى موضعه البد ئي.

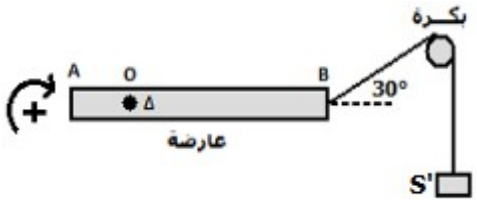
C : ثابتة موجبة تسمى ثابتة لي السلك. بحيث لكل سلك ثابتة لي تميزه (قيمة C تتعلق بنوع، طول و سمك السلك).

θ . زاوية الدوران أو زاوية الالتواء وحدتها في النظام العالمي للوحدات هي الراديان.

تمرين :

نعتبر عارضة متجانسا طولها $AB=80\text{cm}$ كتلتها $m=4\text{kg}$ في توازن أفقي قابلة للدوران بدون احتكاك حول محور Δ يمر من O بحيث $OA=20\,cm$ الشكل جانبه.

نثبت عند النقطة B خيطا يمر بمجرى بكرة ويحمل في طرفه الآخر جسما (S') كتلته m' .



1 – أجرد القوى المطبقة على العارضة، ثم القوى المطبقة على الجسم (S') أرسم الشكل في ورقة تحريرك و مثل عليه بدون سلم كل هذه القوى ؟

2 – بصفة عامة، أعط تعريف، ثم تعبير عزم القوة $\vec{F}$ ؟

3 – أعط نص مبرهنة العزم على العارضة و شروط توازن الجسم (S') ؟

4 – بتطبيق شروط التوازن حدد قيمة m' علما أن اتجاه جزء الخيط المشدود إلى القضيب يكون زاوية $\alpha=30°$ مع المستقيم المار من O و G ؟

الجـــزء الأول :الكـــيـــمـــياء من حولنا

الوحدة 1 : الأنواع الكيميائية Eléments Chimiques

تقديم :

عندما نتعجب في ألوان الطبيعة، فإننا نتعجب في الجزيئات. وعندما نتذوق في مشروب أو وجبة غدائية، فإننا نستمتع بالجزيئات. و عندما نتدفأ بثوب، فإنما نضع علينا جزيئات. وعندما نتنفس، فإننا نتنفس جزيئات ...

إذن الكيمياء هي جزء من حولنا.

تتكون كل المواد المحيطة بنا من أنواع كيميائية، ترى هل هي طبيعية أم اصطناعية ؟

1. تعريف النوع الكيميائي

المادة، طبيعية أم اصطناعية، تتكون من : ذرات، جزيئات أو أيونات (كاتيونات و أنيونات).

نسمي نوع كيميائي كل مكون للمادة.

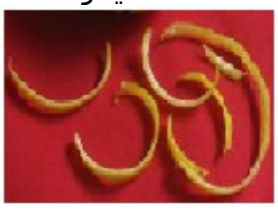
مثال : الماء H_2O ، أو ملح الطعام $(NaC\ell)$ هي أنواع كيميائية. لكن عجلة سيارة، أو ليمونة ليسو بأنواع كيميائية بل أجسام تحتوي على عدة أنواع كيميائية مختلفة.

2. طبيعي أم اصطناعي

الأنواع الكميائية الطبيعية هي التي نجدها في الطبيعة : (الأرض، الهواء، الماء، الحيوانات، النباتات ...).

الأنواع الكيميائية المصنعة هي التي يصنعها الإنسان في المخابر أو في المعامل. و هي تصنف إلى صنفين :

☜ الأنواع الكيميائية التي يحضرها الإنسان بنسخ تلك الموجودة في الطبيعة وذلك لظروف اقتصادية.

النوع الكيميائي	المانثول	الليمونين
مصدر طبيعي	أوراق النعناع	لحاء الليمون 

☜ الأنواع الكيميائية التي لا وجود لها في الطبيعة لكن عدلها الإنسان وهي تعتبر أنواع كيميائية اصطناعية.

النوع الكيميائي	البوليستيرن	أسبرين
نوع كيميائي طبيعي، معدل أو مبتكر من طرف الإنسان	نوع كيميائي مبتكر	نوع كيميائي معدل

3. كيف يمكن التعرف على الأنواع الكيميائية لناتج

3. 1. استعمال الحواس الخمس :

هذه الطريقة التحليلية الحسية تمثل النهج الأول، لكن تبقى محدودة على الأجسام التي نحن على يقين أنها ليست خطيرة على الإنسان.

3. 2. النشاط التجريبي : اعتماد بعض روائز البسيطة لتحديد الأنواع الكيميائية في مادة طبيعية

☜ **الكشف عن الماء**

التجربة القبلية	التجربة على التفاح
كبريتات النحاس اللامائي $CuSO_4$ لونه أبيض. عند تماسه مع الماء،يصبح لونه أزرق	ضع عليه قليلا من كبريتات النحاس اللامائي نستنتج أن التفاح يحتوي على الماء.

الكشف عن السكريات

التجربة القبلية	التجربة على التفاح
عندما نقوم بتسخين محلول الغلوكوز بوجود محلول الفيلنغ فإنه يظهر راسب أحمر.	التفاح يحتوي على الغلوكوز.

الكشف عن النشا

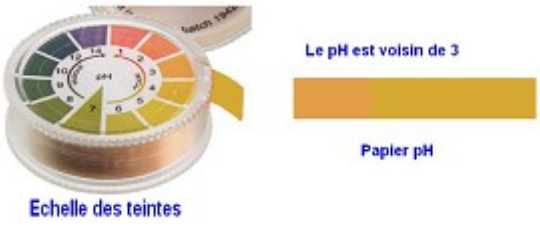
التجربة القبلية	التجربة على التفاح
عند إضافة بضعة قطرات من الماء اليود بواسطة ملعقة إلى مسحوق النشا فنلاحظ تغير لون المحلول إلى لون أزرق	التفاح يحتوي على النشا.

الكشف عن الأحماض :

التجربة القبلية :

ضع في أنبوب اختبار يحتوي على $2mL$ من محلول حمض الكلوريدريك قطرتين من أزرق البروموتيمول. ماذا نلاحظ.

نفس الطريقة بالنسبة لأجزاء صغيرة من التفاحة.



3. 3. قراءة اللصيقة :

تمثل اللصيقة بطاقة تعريف النوع الكيميائي، وهي تحمل بعض مميزاته الفيزيائية حيث تساعدنا على احترام السلامة المخبرية واجتياز المخاطر التي قد تنتج عند استعماله.

نعطي بعض علامات الوقاية التي تحملها محتويات المواد الكيميائية المستعملة في المختبر.

مادة ملوث	مادة مفجرة	مادة حروق قابلة للإشتعال	مادة حاثة	مادة سامة	مادة مهيجة أو ضارة

الجـــزء الأول :الكـــيـــمـــياء من حولنا

الوحدة 2 :استخلاص الأنواع الكيميائية وفصلها والكشف عنها

منذ القدم، مختلف الشعوب استعملت تقنيات لفصل الأرومات من المواد النباتية أو الحيوانية، وذلك لتحسين ذوق الأطعمة، للتجميل أو للإستشفاء. وهناك عدة تقنيات الاستخلاص.

لقد أسهم التطور العلمي و التكنولوجي في تطوير كل تقنيات الفرز و الاستخلاص. وهي تستعمل إلى يومنا هذا، لكن بطريقة مستحسنة و معقلنة وذلك لأن مبادئ هذه العمليات أصبحت معروفة ومسيطر عليها.

1. بعض تقنيات الاستخلاص :

1.1. العمليات الأولية :

" الكبس Pressage :

كبس فاكهة لشرب عصيرها، أو رقد ماء موحل للحصول على ماء صاف، كلها تقنيات فرز قديمة جدا يرجع أصلها إلى أصل البشرية.

في الكيمياء، أول هذه التقنيات سميت باسم الإبانة expression و الثانية باسم صفق سائل – صلب décantation liquide – solide.

" الترشيح Fitration :

اكتشفت عملية الترشيح بكل تأكيد في زمن ما قبل التاريخ. فبالملاحظات لظواهر طبيعية : ماء ملوث عندما يعبر طبقة من الرمل يصبح ماء صاف... و العدة المستعملة انذاك كانت عبارة عن مصفات طبيعية، وبعد ذلك توالتها عدة اصطناعية كالثوب، الورق ...

" التصفيق décantation :

عملية التصفيق سائل – سائل تمكن من فرز السوائل الغير القابلة للإمتزاج. ربما ظهرت هذه التقنية عند تحضير الزيوت. حيث عند كبس الزيتون لاستخلاص الزيت، يظهر سائلين غير مختلطين أحدهما يطفو على الآخر وبالتالي يمكن فصلهما.

" الإغلاء Décoction ou infusion :

توضع النباتات أو الفواكه في الماء البارد ، ثم نسخن حتى الغليان ، فنحصل على خليط من الماء و العطر المراد استخلاصه.

Expression et filtration

عدة قديمة لترشيح الشراب

1. 2. أساليب فرز متطورة

" الاستخلاص بواسطة مذيب Extraction par solvant :

" المراثة Enfleurage :

توضع النباتات أو أوراق الورود في مذيب تكون الأنواع الكيميائية المراد استخلاصها قابلة للذوبان فيه ، وتعتبر هذه الطريقة حديثة (القرن 19) ، وذلك أن المذيبات العضوية المستعملة حديثة الاكتشاف. توزع أوراق الورود أو الأزهار فوق الشحوم التي تمتص الأرومات. وعندما تصبح مشبعة ، نستعمل الكحول لاستخلاص الزيوت العطرية. ويمكن أن نميز بين المراثة عند درجة حرارة باردة (عادية) (لاستخلاص بعض العطور مثل : (Jasmine , Violett , Tubéleuse) والمراثة عند درجة حرارة T حيث تسخن الشحوم إلى $T<70°$.

" النقع Macération :

يغمر مسحوق المواد الأروماتية في مذيب لمدة كافية قصد فصل الأجزاء القابلة للذوبان.

" السحب بواسطة بخار الماء أو التقطير المائي Entrainement à la vapeur d'eau ou Hydrodistillation : تسحب عطور النباتات بواسطة بخار الماء الذي يتكاثف عند مروره عبر مبرد ، فينتج عن ذلك مزيج من المواد العطرية و الماء. تستخلص العطور باستعمال مذيب ، مناسب ، تعتبر هذه الطريقة قديمة جدا وهي ابتكار عربي.

1. 3. ما هي التقنيات المستعملة حاليا :

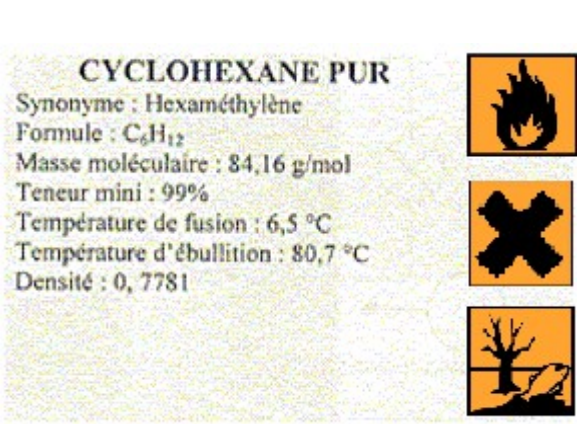
لقد أسهم التطور العلمي و التكنولوجي في تطوير كل تقنيات الفرز و الاستخلاص المذكورة أعلاه. وهي تستعمل إلى يومنا هذا، لكن بطريقة مستحسنة و معقلنة وذلك لأن مبادئ هذه العمليات أصبحت معروفة ومسيطر عليها.

سنقتصر فيما يلي على دراسة التقنيتين الأخيرتين ، ويجب التذكير أنه قبل الشروع في المناولة يجب البحث عن مميزات النوع الكيميائي وذلك بالاعتماد على معطيات اللصيقة للنوع المستعمل.

2. لصيقة النوع الكيميائي :

تمثل اللصيقة بطاقة تعريف النوع الكيميائي ، وهي تمكننا من :

- معرفة بعض المميزات الفيزيائية للنوع الكيميائي كدرجة حرارة الإنصهار $P.F$ ودرجة حرارة غليانه $P.E$.
- تساعدنا على احترام السلامة المخبرية واجتياز المخاطر التي قد تنتج عند استعماله.



2. 1. درجة حرارة تغير الحالة

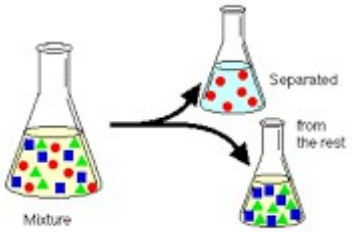
يمكن لجسم خالص أن يوجد بثلاث حالات : صلب، سائل و غاز. الإنتقال من حالة فيزيائية إلى أخرى يكون عند درجة حرارة معينة. وبالتالي يمكن الكشف عن نوع كيميائي وذلك بتحديد درجة حرارة تغير الحالة.

حالة النوع الكيميائي	نحدد	الجهاز المستعمل	تعليل النتائج
صلب	درجة حرارة الإنصهار	Banc Kofler مقعد البدلاء	إذا تناسبت درجة الحرارة مع درجة الحرارة مشار إليها على اللصيقة فإن الجسم خالص
سائل	درجة حرارة الفوران	محرار	إذا كانت درجة الحرارة أقل الجسم

1. الاستخلاص

1. 1. تعريف :

عملية الاستخلاص extraction لنوع كيميائي هي فرزه من خليط، أو العمل على أن يصبح هذا النوع الكيميائي هو المكون الأكثر نسبة في المستخلص extrait.



1. 2. الاستخلاص بواسطة مذيب

تعتمد عملية الاستخلاص بواسطة مذيب على ترحيل النوع الكيميائي المراد استخلاصه وذلك باستعمال جسم مذيب ملائم.

كيف يتم اختيار المذيب ؟

هناك ثلاثة معايير لاختيار المذيب الملائم للقيام بعملية الاستخلاص بواسطة مذيب :

- يجب أن يذوب النوع الكيميائي جيدا.
- إذا كان النوع الكيميائي المذاب في المذيب ، فيجب أن لا يكون قابل للامتزاج معه .
- يجب أن يكون المذيب اقل تهيج و أقل قابلية لإشتعال.

مثال لبعض المذيبات :

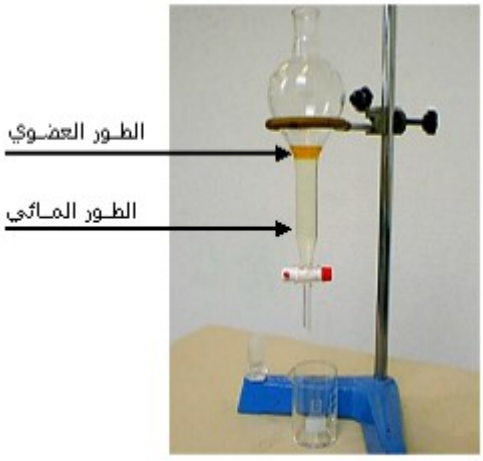
الإيثر – الأسيتون – ديكلوروميثان – السيكلوهكسان – أسيتات الإيثيل

استعمال حبابة التصفيق :

حبابة التصفيق هي العدة الأساسية للقيام بعملية الاستخلاص سائل – سائل.

ملحوظة :

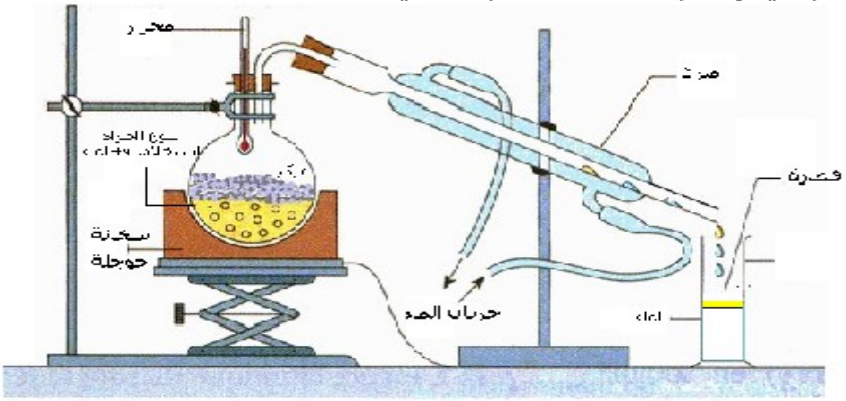
عند مزج جسمين سائلين ، فإن الجسم ذا كثافة أكثر يستقر نحو الأسفل.



1. 3. الاستخلاص باستعمال عملية التقطير المائي

تكون غالبا الأرومات الطبيعية المنحدرة من مركبات كالثوابل، الفواكه والأوراق. أنواع كيميائية متطايرة لذا اطلق عليها اسم بينزن essences. ويمكن فرزها باستعمال عملية التقطير المائي عن باقي المكونات الأخرى الأقل تطايرا.

نعطي التركيب التجريبي لإنجاز عملية التقطير المائي :



جهاز التقطير المائي

القطارة distillat يتكون من خليط سائلين (طور عضوي و طور مائي) غير ممزوجين : essence + eau ويتم فصلهما باستعمال عملية التصفيق.

2. تقنية الكشف : التحليل الكروماتوغرافي

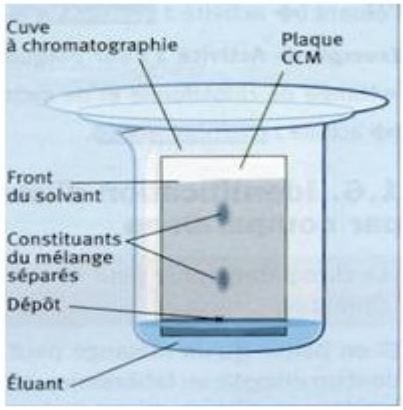
التحليل الكروماتوغرافي تقنية فيزيائية، تستعمل للكشف وللمقارنة حيث تمكن من معرفة تركيبة الخليط وذلك بفصل الأنواع الكيميائية المكونة له في طور متجانس ، كما تمكن الكشف عنها.

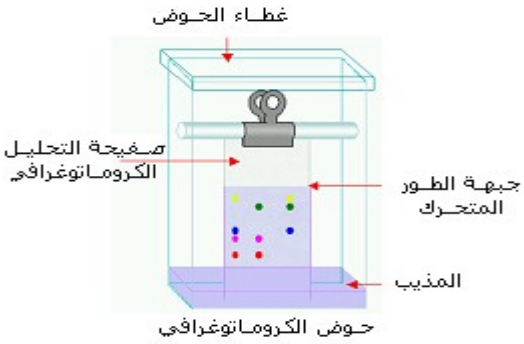
2. 1. التحليل الكروماتوغرافي على طبقة رقيقة Chromatographie sur couche mince (CCM)

أ – مبدأ التحليل الكروماتوغرافي على طبقة رقيقة :

يتلخص مبدأ التحليل الكروماتوغرافي على طبقة رقيقة في سحب entrainement الأنواع الكيميائية للخليط، والتي وضعت فوق طور ثابت Phase fixe : الممتز Adsorbat بواسطة الطور المتحرك Phase mobile.

ينتج فصل المكونات عن اختلاف سرعة سحبها بالنسبة للطور الثابت.





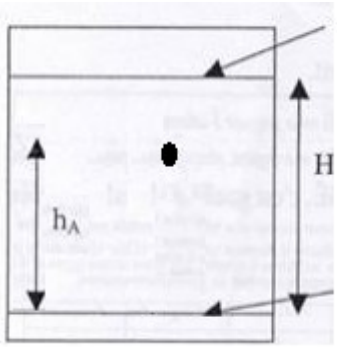
ب – الكشف عن النوع الكيميائي بالمقارنة :

◈ حاصل الجبهة Rapport frontal

نسمي حاصل الجبهة R_f لنوع كيميائي ناتج ، المسافة h_A التي يقطعها هذا النوع الكيميائي على المسافة H التي قطعها الطور المتحرك خلال المدة الزمنية نفسها.

(يتعلق حاصل الجبهة لنوع كيميائي بطبيعة الطورين الثابت و المتحرك).

$$R_f = \frac{h_A}{H}$$



◈ مبدأ الكشف عن النوع الكيميائي :

في ظروف تجريبية نفسها ، يكون لنوعين كيميائيين متطابقين حاصل الجبهة نفسه.

بالنسبة لنوع كيميائي مجهول ، يمكن مقارنة حاصل الجبهة R_f مع القيم المدونة في جداول المعطيات للتحليل الكروماتوغرافي نفسه، وباستعمال نفس الطورين الثابت و المتحرك.

ملحوظة :

① الكثافة و الكتلة الحجمية

الكثافة d_{X/H_2O} لجسم خالص صلب أو سائل بالنسبة للماء، هي حاصل الكتلة m لحجم V لهذا الجسم على كتلة الماء m_{H_2O} له نفس الحجم.

$$d_{X/H_2O}=\frac{m}{m_{H_2O}}$$

الكتلة الحجمية ρ لنوع كيميائي هي خارج كتلة m على الحجم الذي تشغله ونكتب :

$$\rho=\frac{m}{V}$$

وحدة الكتلة الحجمية هي $\frac{kg}{m^3}$ كما يمكن أن نعبر عنها بـــ : $\frac{g}{cm^3}$

نستنتج أن الكثافة d لنوع كيميائي بالنسبة للماء هي :

$$d_{X/H_2O}=\frac{\frac{m}{V}}{\frac{m_{H_2O}}{V}}=\frac{\rho}{\rho_{H_2O}}$$

نعلم أن الكتلة الحجمية للماء هي $1\frac{g}{cm^3}$ وبالتالي : $d=\frac{\rho}{1}=\rho$

مع ρ بـــ $\frac{g}{cm^3}$ و d بدون وحدة.

② الذوبانية

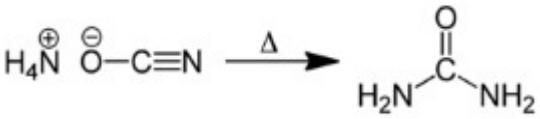
ذوبانية نوع كيميائي هي الكتلة القصوى التي يمكن إذابتها في لتر من مذيب. وهي تتعلق بنوع المذيب و بدرجة الحرارة و يعبر عنها بـــ $\frac{g}{L}$.

الجـــزء الأول :الكـــيـــمـــياء من حولنا

الوحدة 3 :تصنيع الأنواع الكيميائية

1. بداية تصنيع الأنواع الكيميائية :

في الأصل ، اهتمت الكيمياء العضوية بدراسة المواد الطبيعية ذات مصدر كائنات حية. وكان الاعتقاد السائد في ذلك الحين أن هذه المواد تنشأ داخل الكائنات الحية بفعل قوة خفية Force mystérieuse وليس في قدرة الإنسان تركيبها. إلى أن تمكن الكيميائي الألماني فريدريك فوهلر Friedrich Wohler من تحضير مادة عضوية وهي البولة Urée وذلك بتسخين ملح معدني وهو سينات الأمونيوم cyanate d'ammonium :



وشكل في ذلك تطورا تاريخيا في تطور الكيمياء العضوية فحطم بذلك الفكرة الفلسفية حول قوة الحياة (Force vital ou Vis vitalis).

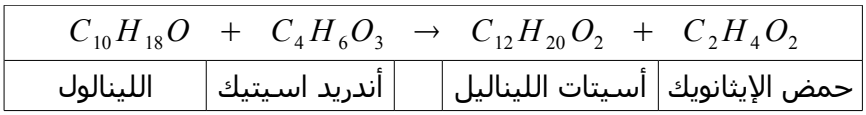
2. التفاعل الكيميائي

أثناء تفاعل كيميائي، المتفاعلات تتفاعل فيما بينها لتعطي النواتج. نعبر عن هذا التفاعل بمعادلة حيث نكتب المتفاعلات من الجهة اليسرى و النواتج من الجهة اليمنى يربطهما سهم موجه نحو النواتج.

3. تصنيع اسيتات اللينالين

3. 1. المبدأ

ينتج اسيتات اللينالين Acétate de linalyle عن تفاعل اللينالول مع أندريد اسيتيك Anhydride acétique حسب المعادلة التالية :



$C_{10}H_{18}O$	+	$C_4H_6O_3$	→	$C_{12}H_{20}O_2$	+	$C_2H_4O_2$
اللينالول		أندريد اسيتيك		أسيتات اللينالين		حمض الإيثانويك

نعطي بعض المميزات الفيزيائية للأجسام المتفاعلة و الناتجة :

	اللينالول	اندريد اسيتيك	اسيتات الينالين	حمض الإيثانويك
الكثافة	0,87	1,08	0,89	1,18
درجة الغليان	199	139,5	220	85
الذوبانية في الماء	جد ضعيف	جد كثير	جد ضعيف	جد كثير

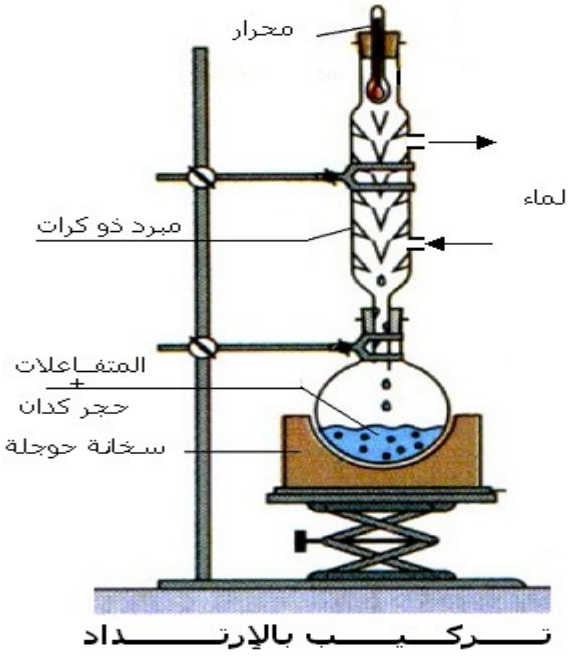
3. 2. المناولة :

التركيب التجريبي المستعمل هو التركيب بالارتداد montage à reflux

3. 3. التركيب بالإرتداد : تقنية كلاسيكية

عدد هائل من التفاعلات يتطلب عملية تسخين المتفاعلات للتسريع بالتفاعل. لهذا الغرض ننجز تركيب تجريبي يسمى التركيب بالإرتداد.

عند نهاية التفاعل، نقوم بمراحل الإستخلاص و التطهير للحصول على النوع الكيميائي المراد تحضيره. ثم تتلوها استعمال الوسائل التي تمكن من التحقق من أن النوع الكيميائي المصنع خالص.



تـــركـــيـــب بالإرتـــــداد

3. 4. أسئلة :

✳ لماذا تمت تسمية التركيب المستعمل في هذه التجربة تركيبا بالارتداد ؟
✳ حدد دور المبرد ذي الكرات. ماذا سيحدث لو لم يكن المبرد في التركيب ؟
✳ ما الداعي لترك الطرف العلوي للمبرد مفتوحا ؟
✳ أرسم حبابة التصفيق التي تحتوي غلى الطورين المائي و العضوي ؟
✳ ما هو النوع الكيميائي الذي يراد إزالته خلال عملية الغسل ؟
✳ ما هو دور عملية التجفيف ؟

☜كلمة ارتداد تعني : تسخين الخليط مع استرداد البخار الذي يصعد بعمبية التكاثف.

☜ دور المبرد ذي الكرات هو أنه أثناء التسخين يتم استرداد المتبخر ، وبالتالي البخار الذي يصعد دبره يتحول إلى حبيبات سلئلة لتسقط من جديد في الحوجلة. لو لم يكن المبرد في التركيب لكانت مردودية التفاعل شبه منعدمة.

☜ من الضروري ترك الطرف الغلوي مفتوح للمبرد وذلك لمي لا يرتفع الضغط بالداخل.

☜ عند نهاية التفاعل ، ولإستخلاص اسيتات الليناليل نستعمل كمذيب السيكلوهكسان. وبما أن كثافته أصغر من الماء فإن الطور العضوي يستقر نحو الأعلى.

☜النوع الكيميائي الذي يراد إزالته خلال عملية الغسل هو حمض الإيثانويك.

☜ دور عملية التجفيف هو إزالة كل آثار الماء في الناتج النهائي (اسيتات الليناليل)

4. تمييز النوع الكيميائي المصنع مع النوع الكيميائي الطبيعي نفسه

للتحقق من أن النوع الكيميائي المصنع خالص يمكن :

◈ تحديد مميزاته الفيزيائية (درجتي حرارة الإنصهار و التبخر ، معامل الانكسار ، الكثافة ...)
◈ القيام بالتحليل الكروماتوغرافي.

الجـــزء الثـــانـــي :مـــكـــونـــات المـــادة

الوحدة 1 : نموذج الذرة – modèl de l'atome

1. مراحل بناء النموذج الذري :

النموذج هو نظرية تقربنا من مفهوم أو معرفة شيء ما.

1. 1. الاقتراحات الفلسفية

◈ ديموقريطس (450 قبل الميلاد) :

تتكون المادة من جسيمات لا متناهية في الصغر ، وغير قابلة للانقسام ، و لا ترى بالعين المجردة تسمى : الذرات.

◈ أرسطو :

تشغل المادة ، بشكل مستمر ، كل الفضاء وهي تتكون من أربع عناصر : الهواء والماء والنار والتراب.

1. 2. الاقتراحات العلمية :

◈ دالتون (1808) :

الذرات كروية الشكل ذات كتل مختلفة. تتحد الذرات فيما بينها لتشكيل المادة وفق تناسبات بسيطة وثابتة.

◈ ميكانيل فارادي (1832) :

وجود روابط بين الذرات.حيث تمكن ، بواسطة التيار الكهربائي ، من فصل مكوني الماء : الأوكسجين و الهيدروجين.

◈ تومسون :

الذرة عبارة عن كرية sphère ذات شحنة كهربائية موجبة ، بداخلها مادة شحنتها الكهربائية سالبة. وهي إجمالا محايدة كهربائيا.(اكتشف الإلكترون سنة 1897)

◈ ارنست ردرفورد

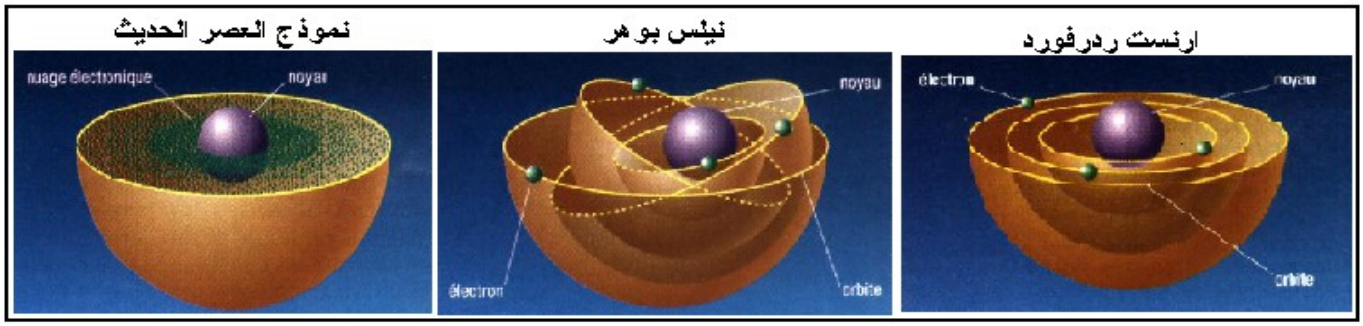
نموذج ردرفورد للذرة يشبه النظام الشمسي ، حيث تشغل النواة المركز أما الإلكترونات فتدور حولها في مدارات دائرية. (اكتشف نواة الذرة سنة 1911)

◈ نيلس بوهر (1913) :

مدارات الإلكترونات دائرية وموزعة بشكل غير مستمر discontinu يعني أن كل المدارات ليست متاحة.

1. 3. نموذج العصر الحديث :

لا يمكن تحديد مسار الإلكترونات بدقة،أي أنه في آن واحد لا يمكن التعرف بدقة على المكان في زمان معين للإلكترون.



الذرة هو أصغر جزء من المادة التي لا يمكن تجزئته، وتتكون من نواة تدور حولها إلكترونات إذ يفصل بينهما فراغ. بالنسبة للأجسام الذرية فهي تتكون من ذرات متشابهة لكن تختلف من جسم لآخر.

2.بنية الذرة :

2. 1. النواة

أ – مكونات النواة

تتكون النواة من عدد معدود من الدقائق الأساسية و هي : البروتونات و النوترونات و نسميها بالنويات. عدد النويات يختلف من ذرة لأخرى.

ب – خاصيات النويات

	النويات	
	البرتونات	النوترونات
الكتلة (kg)	$m_P = 1,67262\,10^{-27}$	$m_N = 1,67493\,10^{-27}$
الشحنة (C)	$q_P = \lvert e \rvert = 1,602.10^{-19}\,C$	$q_N = 0C$

ج – التمثيل الرمزي لنواة ذرة :

نمثل نواة ذرة كما يلي : ${}^{A}_{Z}X$

X : رمز العنصر الكيميائي.

Z : العدد الذري و هو يساوي عدد البروتونات.

A : عدد الكتلة، وهو يساوي مجموع عدد البروتونات و النوترونات $A=Z+N$

N : و هو عدد النوترونات في النواة $N=A-Z$

2. 2. الإلكترونات :

بما أن الذرة محايدة كهربائيا، فإن عدد البروتوناتها يساوي عدد الإلكتروناتها.

خاصيات الإلكترونات

◈ جميع الإلكترونات متشابهة فيما بينها نرمز للإلكترون بـ e^- .

◈ الإلكترون دقيقة مادية له كتلة $m_{e^-}=9{,}11.10^{-31}\,kg$

◈ شحنة إلكترون واحد تساوي مقابل الشحنة الابتدائية $q_{e^-}=-e=-1{,}6.10^{-19}\,C$.

ملحوظة :

تساوي كتلة ذرة مجموع كتل الدقائق المكونة لها فنكتب :

$$m_{Atome}=Z\times m_{Proton}+(A-Z)\times m_{Neutron}+Z\times m_{electron}$$

$$\boxed{m_{Atome}=Z\times m_{Proton}+A\times m_{Neutron}-Z\times m_{Neutron}+Z\times m_{electron}}$$

وبما أن $\frac{m_P}{m_N}=1$ و $\frac{m_P}{m_e}=1830$

أي أن كتلة البروتون أكبر من كتلة الإلكترون بـ 1830 مرة. و كتلة البروتون تساوي تقريبا كتلة النوترون.

$$m_{Atome}=Z\times m_{Proton}+A\times m_{Neutron}-Z\times m_{Neutron}+Z\times m_{electron}$$

$$m_{Atome}=A\times m_{Neutron}+Z\times m_{electron}$$

عند إهمال كتلة الإلكترونات نقول أن كتلة الذرة ممركزة في نواتها أي أن كتلة الدرة تساوي تقريبا كتلة نواتها ومنه :

$$m_{Atome}\approx m_{Noyau}=A\times m_{Proton}=A\times m_{Neutron}$$

ذرة	الهيدروجين H	الفلور F
رمز النواة	${}^{1}_{1}H$	${}^{19}_{9}F$
Z	1	9
A	1	19
الكتلة بـــ kg	$m_{Atome}\approx m_{Noyau}=A\times m_{Proton}$ $m_{Atome}\approx 0{,}17.10^{-26}$	$m_{Atome}\approx m_{Noyau}=A\times m_{Proton}$ $m_{Atome}\approx 3{,}18.10^{-26}$

رتبة قدر كتل الذرات تساوي تقريبا $10^{-26}\,kg$ مما يؤكد أن كتل الذرات هي قيمة جد صغيرة.

3. أبعاد النواة لذرة

من الصعب تحديد أبعاد النواة بدقة، نظرا لاستحالة تحديد مسارات الإلكترونات. لكن بينت بعض التجارب أن الشكل النموذجي للذرة هو عبارة عن كرية شعاعها الذري الأكثر احتمالا يتغير بتغير عدد الكتلة، وتبقى قيمته صغيرة جدا.

✳ قطر نواة الذرة يقارب المقدار 1.10^{-15} متر.

✳ قطر الذرة يقارب المقدار 1.10^{-10} متر.

$$\frac{d_{Atome}}{d_{Noyau}}=\frac{1.10^{-10}}{1.10^{-15}}=10^5=100\,000$$

ملحوظة :

$$1\,fm=1.10^{-15}\,m\,(fm:femtomètre)$$
$$1\,nm=1.10^{-10}\,m\,(nm:nanomètre)$$

الجـــزء الثـــانـــي :مـــكـــونـــات المـــادة

الوحدة 2 : العنصر الكيميائي – التوزيع الالكتروني

1. العنصر الكيميائي

تعريف :

نسـمي عنصر كيميـائي كـل النـوى (فـي حالـة : معزولـة ، جـزيئة، أيـون ...) الـتي تتـوفر علـى نفـس عـدد البروتونات وقد تختلف في عدد الإلكترونات أوعدد النوترونات.

ملحوظة :

- الرموز التي تم استعمالها لتمثيل نوى الذرات هي نفسها التي تمثل العناصر الكيميائية.
- يتميز العنصر كيميائي بعدده الذري Z .
- فقط الإلكترونات هي التي تكون المسؤولة عن التحولات الكيميائية، وليس النويات.

2. نظائر العنصر الكيميائي :

تعريف :

نسـمي نظائر عنصر كيميائي، كل الذرات التي تتوفر على نفس العدد الذري Z ولا تختلـف إلا بعـدد الكتلـة A وبالتحديد في عدد النوترونات.

نعتبر النوى التالية $^{A_1}_{Z_1}X$ $^{A_2}_{Z_2}X$ نظائر حيث :

$Z_1=Z_2$ و $N_1\neq N_2$ و $A_1\neq A_2$

مثال : نظائر عنصر الكربون

اسم النظير	العدد الذري	رمز النواة	مكونات الذرة		
			الإلكترونات	البروتونات	النوترونات
كربون 12	$Z=6$	$^{12}_{6}C$	6	6	6
كربون 13	$Z=6$	$^{13}_{6}C$	6	6	7
كربون 14	$Z=6$	$^{14}_{6}C$	6	6	8

3. الأيونات : IONS

3. 1. تعريف :

الأيون عبارة عن ذرة (أيونات أحادية الذرة) أو مجموعة ذرات (أيونات متعددة الذرات) مرتبطة ببعضها فقـدت أو اكتسبت إلكترون أو أكثر .

حينما تتحول الذرة إلى أيون لا تتغير النواة : العدد الـذري Z وعـدد النويـات A يبقيـان ثـابتين لـذا نحتفـظ بنفس الرمز الكيميائي.

3. 2. الأيونات الأحادية الدرة :

◈ نسمي أيونا أحادي الذرة كل ذرة فقدت أو اكتسبت إلكترونا أو أكثر.

أمثلة لأيونات أحادية الذرة :

اسم الأيون	أيون الكلور	أيون النحاس	أيون الصوديوم
رمز الأيون	Cl^-	Cu^{2+}	Na^+
شحنة الأيون	$-e^-$ $q=-\|e\|$ $q=-1{,}602.10^{-19}C$	$+2e^-$ $q=2\times\|e\|$ $q=2\times1{,}602.10^{-19}C$	$+e^-$ $q=\|e\|$ $q=1{,}602.10^{-19}C$
رمز نواة الأيون	$^{35}_{17}Cl$	$^{63}_{29}Cu$	$^{23}_{11}Na$
العدد الذري Z	17	29	11
عدد الإلكترونات	$17+1=18$	$29-2=27$	$11-1=10$
عدد النوترونات $(A-Z)$	$35-17=18$	$63-29=34$	$23-11=12$

3. 3. الأيونات المتعددة الذرات :

رمز الأيون	إسم الأيون
$(H_3O)^+$	أيون الهيدرونيوم
$(OH)^-$	أيون الهيدروكسيد
$(NH_4)^+$	أيون الأمونيوم
$(CO_3)^{2-}$	أيون الكاربونات
$(SO_4)^{2-}$	أيون الكبريتات

3. 4. المركبات الأيونية

المركبات الأيونية هي الأجسام المتكونة من أيونات موجبة وأيونات سالبة. فهي محايدة كهربائيا أي عدد الشحنة الموجبة يساوي عدد الشحنة السالبة.

أمثلة لمركبات أيونية :

المركب الأيوني	الصيغة	الأيون الموجب	الأيون السالب
كلورور الصوديوم	$NaCl$	Na^+	Cl^-
أوكسيد النحاس I	Cu_2O	Cu^+	O^{2-}
أوكسيد النحاس II	CuO	Cu^{2+}	O^{2-}
أوكسيد الحديد المغناطيسي	Fe_2O_3	Fe^{3+}	O^{2-}
كلورور الألومينيوم	$AlCl_3$	Al^{3+}	Cl^-

ملحوظة : (تسمية المركبات الأيونية)

نبدأ اسم المركب الأيوني باسم الأيون السالب ، متبوعا باسم الأيون الموجب مع حذف كلمة أيون. لا يجب إظهار الشحن الكهربائية في صيغة المركب الأيوني.

3. 5. الجسم البسيط و الجسم المركب

الجسم البسيط يتكون من عنصر كيميائي واحد فقط. والجسم المركب يتكون من أكثر من عنصر كيميائي.

4. توزيع إلكترونات ذرة معزولة

4. 1. الطبقات الإلكترونية

إذا كانت البروتونات و النوترونات تتمركز في نواة الذرة ، فإن الإلكترونات تتوزع على طبقات إلكترونية Couche électronique نرمز لها بالحروف اللاتينية $K-L-M-N$ حيث تمثل الطبقة الإلكترونية K طبقة الإلكترونات الأقرب إلى النواة.

4. 2. توزيع الإلكترونات على الطبقات الإلكترونية

بالنسبة للعناصر الكيميائية ذات العدد الذري $1 \le Z \le 18$ (تكفي الطبقات K و L و M لتوزيع كل الإلكترونات).

التوزيع ليس عشوائيا بل يخضع للقواعد التالية :

* تتوزع الإلكترونات على الطبقات الإلكترونية حسب الترتيب التالي : K ثم L ثم M .....
* مبدأ باولي *Pauli* وقاعدة هوند *Hund* : العدد القصوي الذي تستوعبه طبقة رقمها n يساوي $2n^2$.

رقم الطبقة n	1	2	3	4	5
الطبقة الإلكترونية	K	L	M	N	O
العدد الأقصى للإلكترونات	2	8	18	32	50

ملحوظة 1 :

* لا تطبق هذه القواعد إلا إذا كانت الذرة معزولة وفي الحالة الأساسية.
* في معظم الحالات لا يتعدى عدد إلكترونات الطبقة الخارجية $8e^-$.
* نقول إن طبقة إلكترونية مشبعة أو مملوءة إذا احتوت على عددها الأقصى من الإلكترونات.
* يمكنها أيضا أن تحتوي على عدد أقل من الإلكترونات. نقول إنها غير مشبعة وتتيح إمكانية إضافة إلكترونات لتصبح هذه الطبقة الإلكترونية مشبعة.

5. البنية الإلكترونية للذرة :

البنية الإلكترونية هي تحديد عدد الإلكترونات في كل طبقة إلكترونية من طبقاتها

النوع الكيميائي	الرمز	العدد الذري Z	عدد الإلكترونات	البنية الإلكترونية
هيدروجين	H	1	1	$K(1)$
الكلور	Cl	17	17	$K(2)L(8)M(7)$
الأوكسجين	O	8	8	$K(2)L(6)$
أيون أوكسيد	O^{2-}	8	10	$K(2)L(8)$
الومنيوم	Al	13	13	$K(2)L(8)M(3)$
أيون ألومنيوم	Al^{3+}	13	10	$K(2)L(8)$

6. الطبقة الإلكترونية الخارجية و الطبقات الداخلية :

نسمي طبقة خارجية الطبقة الإلكترونية الأخيرة، والتي تحتوي على إلكترونات. وتسمى الطبقات الأخرى طبقات داخلية.

الدورة الثانية
جدع علمي مشترك

الجـــزء الثاني : الكـــــهـــــربـــــاء – Electricité

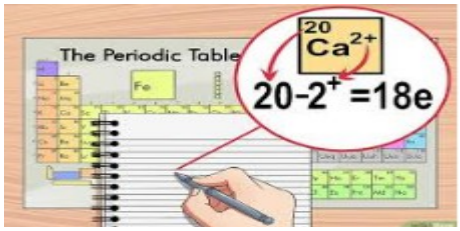
الوحدة 1 : التيار الكهربائي المستمر Courant électrique continu

1. نوعا الكهرباء وتأثيرهما البيني

◈ نوعا الكهرباء

يتكـون كـل مـن الصـوف والقضـيب مـن ذرات متعادلـة كهربائيـا ، شحنات نواها موجبة و شحنات إلكتروناتها سالبة. يؤدي احتكاك الصوف و القضيب إلى انتقال إلكترونات من أحدهما للآخر ، ممـا ينتـج عنـه تكهـرب كل منهما.

وتبين مجموعة من التجارب أن هناك نوعان من الكهرباء إثر انتقـال إلكترونات من جسم إلى آخر. فهناك كهرباء موجبة وكهرباء سالبة.



اصطلاح :

نسمي الكهرباء التي تظهر على الأجسام الـتي تفقـد إلكترونـات بكهرباء موجبة و الشحنة الكهربائية التي تظهر هي :

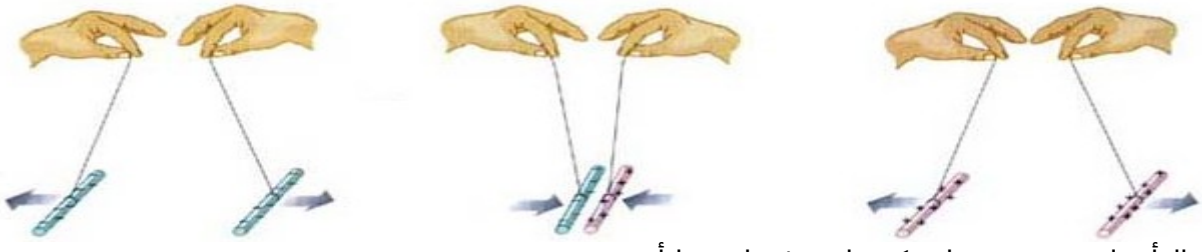
$$Q=+N\times e$$

نسمي الكهرباء التي تظهر على الأجسام التي تكتسب إلكترونات بكهرباء سـالبة و الشـحنة الكهربائيـة الـتي تظهر هي :

$$Q=-N\times e$$

N عدد صحيح طبيعي و e الشحنة الابتدائية حيث $e=1,6\,10^{-19}C$

◈ التأثيرات البينية :



تبين التأثيرات بين شحنات كهربائية فيما بينها أن :

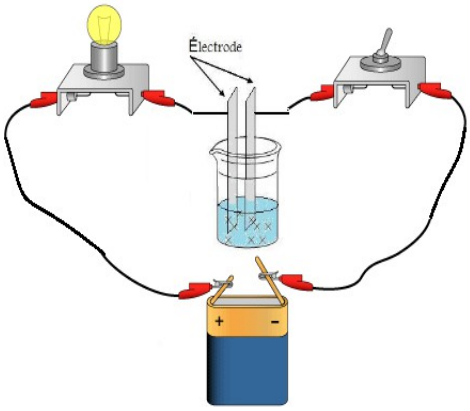
✳ الأجسام الحاملة لشحنات كهربائية مختلفة النوع تتجاذب.

✳ الأجسام الحاملة لشحنات كهربائية من نفس النوع تتنافر.

2. التيار الكهربائي المستمر

2. 1. الدارة الكهربائية :

نعلم سابقا أن الدارة الكهربائية تتكون أساسا من مولد للتيار الكهربائية، أسلاك موصلة و من أجهزة كهربائية.



لننجز دارة كهربائية من العناصر الآتية المرتبطة بأسلاك موصلة. مولد للتيار المستمر G قاطع التيار K . مصباح L و محلل كهربائي.

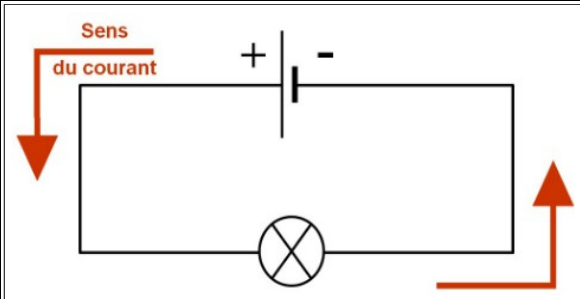
عند غلق قـاطع التيـار K ، يضـيء المصـباح دالا علـى مـرور التيـار الكهربائي. وإذا غيرنا وضع المصباح فإنه يضيء مما يـدل علـى أن التيـار يمـر في جميع عناصر الدارة.

التيار الكهربائي يمر إذا في الأسلاك وفي الإلكتروليت و في المولد.

ملحوظة :

◈ المحلل الكهربائي هو إناء يحتوي على إلكترودين.

◈ الإلكتروليت هـو كـل مـادة تسـمح بمـرور التيـار الكهربـائي عنـدما تكون منصهرة أو مذابة.

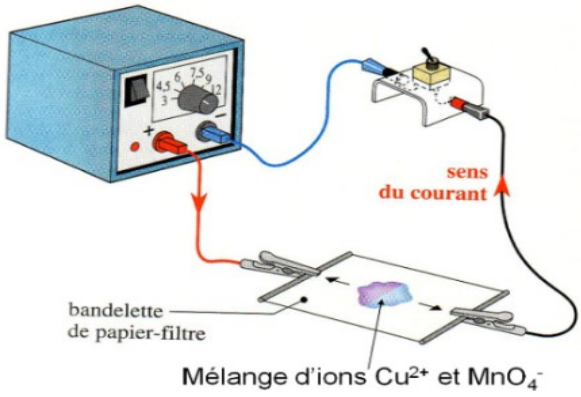


2. 2. المنحى الاصطلاحي للتيار الكهربائي :

اختار العالم الفيزيائي أمبير في بداية القرن التاسع عشر منحى التيار الكهربائي دون أن يكون على علم بمنحى حملة الشحنة الكهربائية التي لم تعرف إلا في القرن العشرين.

لذلك يحمل المنحى اسم : المنحى الاصطلاحي للتيار الكهربائي ويعبر عنه كما يلي :

خارج المولد التيار الكهربائي في دارة مغلقة يخرج من القطب الموجب للمولد نحو القطب السالب للمولد.



2. 3. . طبيعة التيار الكهربائي :

إن طبيعة التيار الكهربائي تتعلق بالوسط الذي يمر فيه هذا التيار ، بحيث :

- في الأسلاك الموصلة (الفلزات) : التيار الكهربائي ينتقل على شكل إلكترونات في المنحى المعاكس للمنحى الاصطلاحي للتيار.
- في الفراغ: تسبب الإلكترونات أثر أزرق للحزمة الإلكترونية فوق لوحة متفلورة لأنبوب كروكس.
- في الإلكتروليت : ينتقل التيار الكهربائي على شكل أيونات موجبة وأيونات سالبة تتحرك في منحيان متعاكسان. الأيونات الموجبة تنتقل في منحى التيار الكهربائي.

3 . شدة التيار الكهربائي المستمر

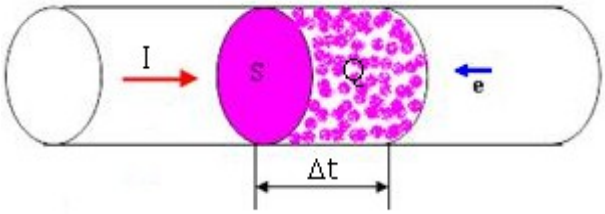
3. 1. كمية الكهرباء :

رأينا سابقا أن الاحتكاك يظهر شحنات موجبة أو سالبة على الأجسام التي تحك (ظاهرة الاحتكاك) وكلما كانت عملية الحك قوية وطويلة كلما كان التكهرب كبيرا.

للتعبير عن هذا التكهرب يستلزم تقدير وحساب كمية الكهرباء التي نرمز لها بـ q أو Q .

وحدة كمية الكهرباء في النظام العالمي للوحدات هي الكولوم رمزه : C .

3. 2. التيار الكهربائي المستمر :



نقول أن التيار لكهربائي مستمر إذا حافظت إحدى حملة الشحنة الكهربائية المجسدة لهذا التيار على نفس العدد ونفس منحى انتقالها.

وتمثل شدة التيار مقدارا فيزيائيا مميزا لصبيب حملة الشحنة الكهربائية التي تجتاز مقطعا من الموصل في الثانية.

و تحسب شدة التيار الكهربائي المستمر بخارج كمية الكهرباء Q التي تجتاز مقطع S لسليك موصل على المدة الزمنية المستغرقة. وبالتالي نكتب :

$$I=\frac{Q}{\Delta t}$$

إن وحدة شدة التيار الكهربائي في النظام العالمي للوحدات هي الأمبير (A) .

من بعض مضاعفات الأمبير : الكيلو أمبير $1\text{kA}=10^3\,A$

من بعض أجزاء الأمبير : الميلي أمبير mA ، الميكروأمبير μA و النانوأمبير nA حيث :

$$1\,mA=10^{-3}\,A \quad , \quad 1\,\mu A=10^{-6}\,A \quad , \quad 1\,nA=10^{-9}\,A$$

ملحوظة :

يستعمل الأمبير ساعة في المجال الصناعي كوحدة لكمية الكهرباء :

$1\text{Ah}=3600\text{C}$ $\quad Q=I\times\Delta t$

إن كمية الكهرباء Q تساوي :

جداء عدد الإلكترونات N المنتقلة في الفلز والشحنة الابتدائية e .

$$Q=N\times e$$

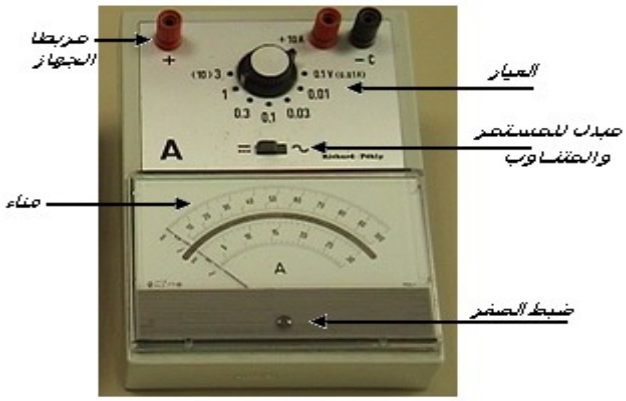
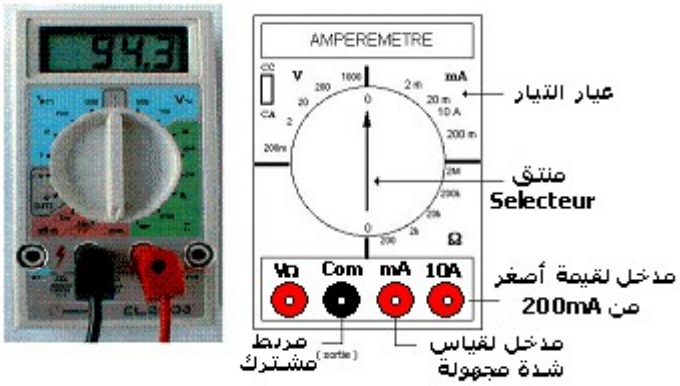
إن عدد الإلكترونات N المنتقلة في الفلز خلال على المدة الزمنية Δt يرتبط بكمية المادة n للإلكترونات المتنقلة خلال نفس المدة الزمنية بالعلاقة التالية :

$$N=n\times Na \Rightarrow Q=n\times Na\times e$$

حيث Na هي ثابتة أفوكادرو $Na=6{,}023.10^{23}\,mol^{-1}$

3. 3. قياس شدة التيار الكهربائي المستمر

أ – الأمبيرمتر :

✳ جهاز الأمبيرمتر ذو إبرة	✳ جهاز متعدد الإستعمال عددي
	

الأمبيرمتر جهاز يقيس شدة التيار الكهربائي المار فيه، وهناك أنواع نذكر منها :

❶ الأمبيرمتر ذو الإبرة لا يقيس إلا الشدة (المستمر والمتناوب)

❷ الأمبيرمتر متعدد الإستعمال الذي يعرض عدديا نتائج القياسات على الشاشة، وفائدته أنه يعفينا من القيام بالحسابات لإيجاد الشدة.

الرمز الكهربائي للأمبيرمتر هو :	

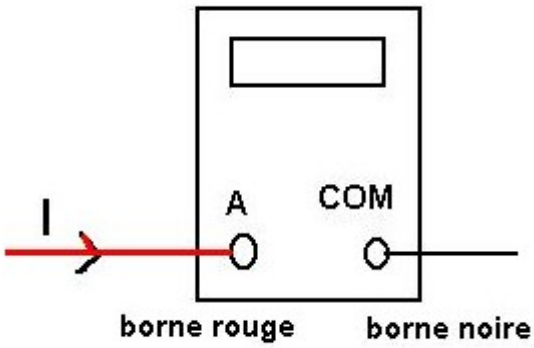
ب – استعمال الأمبيرمتر ذو إبرة لقياس الشدة :

◈ نلائم الأمبيرمتر مع التيار المستمر == أو $(D.C)$

◈ نربط الأمبيرمتر على التوالي في الدارة الكهربائية، حيث يدخل التيار من قطبه الموجب.

◈ في بداية التجربة نستعمل أكبر عيار الجهاز.

عند إغلاق قاطع التيار، ننتقل تدريجيا إلى العيارات الأخرى حتى نصل إلى العيار المناسب الذي يوافق أكبر إنحراف الإبرة دون خروجها من الميناء.



ج – قياس الشدة

نحسب شدة التيار الكهربائي عند استعمال جهاز الأمبيرمتر دو إبرة العلاقة :

$$I=\frac{calibre\times nombre\ de\ graduation\ lue}{nombre\ de\ graduation\ totale}=\frac{C\times n}{n_0}$$

د – جودة القياس

① الإرتياب المطلق

جهاز الأمبيرمتر كباقي أجهزة القياس الأخرى غير خال من العيوب (غير محكم) لذا فكل القياسات التي يقوم بها الجهاز تكون مصحوبة بارتيابات.

نرمز للإرتياب المطلق لشدة التيار بالرمز ΔI ونحسبها بالعلاقة :

$$\Delta I=\frac{calibre\times Categorie\ de\ l'appareil}{100}=\frac{C\times x}{100}$$

يحدد الصانع حسب نوع الجهاز علامات تمكن من تقدير الارتياب. فبالنسبة للأجهزة ذات الإبرة يعطي الصانع فئة الجهازالتي تمكن من الحصول على الارتياب الناتج عن عدم دقة الجهاز.

وكلما كانت فئة الجهاز كبيرة كلما كان الجهاز أقل دقة.

$$I_{exp}-\Delta I\leqslant I_{exp}\leqslant I_{exp}+\Delta I$$

② الإرتياب النسبي

دقة القياس هي الإرتياب النسبي أو نسبية الإرتياب لشدة التيار الكهربائي المقاس ويمكن أن نعبر عن دقة القياس بنسبة مئوية و التي نحسبها بالعلاقة :

$$\frac{\Delta I}{I} \quad ou \quad en\ pourcentage = \frac{\Delta I}{I} \times 100$$

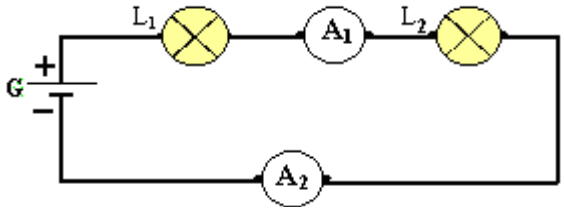
4. خاصيات شدة التيار في الدارة الكهربائية :

4. 1. الدارة المتوالية

ننجز الدارة الكهربائية التالية و نحسب شدة التيار الكهربائي المار في جهاز الأمبيرمتر A_1 و A_2

نستنتج أن نفس شدة التيارالكهربائي تعبر الدارة المتوالية.

$$I_{A1} = I_{A2} = I$$



5. الدارة المتفرعة

◈ تعريف العقدة :

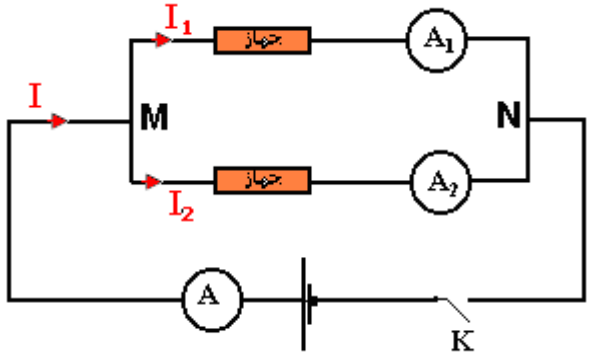
نسمي عقدة كهربائية كل نقطة من دارة كهربائية يلتقي فيها ثلاث موصلات أو أكثر.

ننجز الدارة الكهربائية التالية، حيث وضع الأمبيرمتر A في الفرع الرئيسي والأمبيرمترين A_1 و A_2 في الفرعين المستقلين.

النقطتان M و N من الدارة تكونان عقدتان.

عند مرور التيار الكهربائي في الدارة نلاحظ :

$$I = I_1 + I_2$$

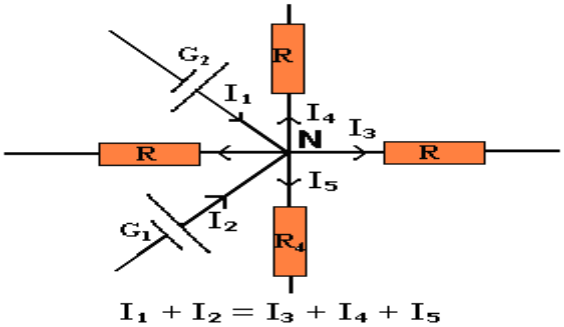


ويعزى هذا إلى كون أن الشحنة الكهربائية تنحفظ : $Q \times \Delta t = Q_1 \times \Delta t + Q_2 \times \Delta t \Rightarrow Q = Q_1 + Q_2$

◈ نص قانون العقد :

إن مجموع شدات التيار الداخلة في العقدة N يساوي مجموع شدات التيارات الخارجة منها.

$$\sum I_{entrant} = \sum I_{sortant}$$



$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5$$

و يعبر هذا القانون عن المبدأ العام لانحفاظ الشحنات الكهربائية.

الجـــزء الثاني : الكـــــهـــــربـــــاء – Electricité

الوحدة 2 : التوتر الكهربائي Tension électrique

1. التوتر الكهربائي

1. 1. مفهـــوم التوتر الكهربائي

بصفة عامة يعتبر التوتر الكهربائي بين نقطتين من دارة كهربائية على أنه فرق الجهد الكهربائي بين هاتين النقطتين. نرمز للتوتر الكهربائي بالحرف U و نرمز للجهد الكهربائي في نقطة بالحرف V و بالتالي التوتر بين النقطتين A و B هو :

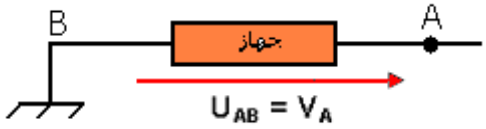
$$U_{AB}=V_A-V_B$$

وحدة التوتر الكهربائي في USI هي الفولط و رمزها هو (V) .

1. 2. تحديد قيمة الجهد الكهربائي لنقطة من دارة :

لتحديد قيمة الجهد الكهربائي لنقطة من دارة كهربائية، يجب اختيار نقطة مرجعية تكون مرتبطة بالهيكل أو الأرض تسمى بهيكل الدارة الكهربائية واصطلح أن جهدها الكهربائي منعدم.

مثال :



$$U_{AB}=V_A-V_B$$

وبما أن B مرتبطة بالهيكل فإن $V_B=0V$ أي أن $U_{AB}=V_A$.

وفي هذه الحالة التوتر الكهربائي U_{AB} يساوي الجهد الكهربائي عند النقطة A .

2. قياس التوتر

2. 1. جهاز الفولطممتر

هناك أجهزة مختلفة لقياس التوتر بين مربطي جهاز كهربائي في دارة كهربائية،نذكر منها :

جهاز الفولطممتر ذو إبرة	جهاز متعدد الإستعمال عددي

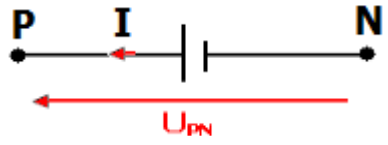
2. 2. التوتر الكهربائي مقدار جبري – تمثيل التوتر:

نركب الجهاز المتعدد الاستعمال العددي على التوازي، حين نصل المربط V بالقطب الموجب P للعمود و المربط COM بالقطب السالب N للعمود، فنحصل على القيمة U_{PN}

$$U_{PN}=V_P-V_N=-V_N+V_P=-(V_N-V_P)=-U_{NP}$$

نستنتج أن التوتر الكهربائي مقدار جبري يمكن أن يكون موجبا أو سالبا.

في دارة كهربائية نمثل اصطلاحا التوتر U_{PN} بسهم أصله N و رأسه P .



2. 3. التوتر بين مربطي سلك موصل :	2. 4. التوتر بين مربطي قاطع التيار :
نقبل أن الجهد الكهربائي تابت في جميع نقط نفس السلك أي أن التوتر منعدم بين نقطتين من نفس السلك.	في أغلب الأحيان نقبل أن التوتر الكهربائي بين مربطي جهاز الأمبير متر وقاطع التيار منعدم.

3. قياس التوتر الكهربائي بواسطة جهاز الفولطمتر

مثال : لقياس التوتر U_{AB} بواسطة جهاز الفولطمتر، نركب هذا الأخير على التوازي بين A و B حيث نصل النقطة A بالمربط الموجب للفولطمتر (V) بينما النقطة B بالمربط السالب (Com) للفولطمتر.

- حسب طبيعة التوتر نلائم مبدل الفولطمتر مع التوتر المستمر أو المتناوب $D.C$ أو $A.C$
- في بداية التجربة نستعمل أكبر عيار الجهاز.

عند إغلاق قاطع التيار، ننتقل تدريجيا إلى العيارات الأخرى حتى نصل إلى العيار المناسب الذي يوافق أكبر إنحراف الإبرة دون خروجها من الميناء.

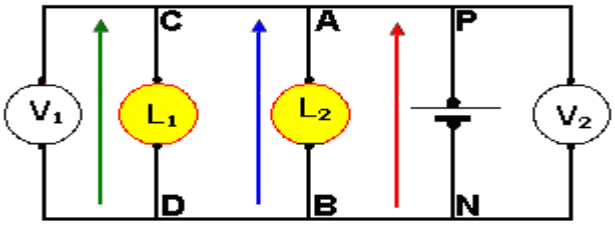
أ – قياس الشدة	ب – جودة القياس	
نحسب التوتر الكهربائي بالعلاقة : $U=\frac{C\times n}{n_0}$	① الإرتياب المطلق $\Delta U=\frac{C\times x}{100}$	② الإرتياب النسبي $\frac{\Delta U}{U}$

4. خاصيات التوتر الكهربائي

4. 1. الدارة المتوازية

ننجز الدارة الكهربائيةالمتوازية التالية :

التـوترات التلاث متسـاوية لأن النقـط C, A, P لهـا نفس الجهد ، والنقـط D, B, N لهـا نفـس الجهـد. تمثـل C, A, P و D, B, N عقدتان كهربائيتان.



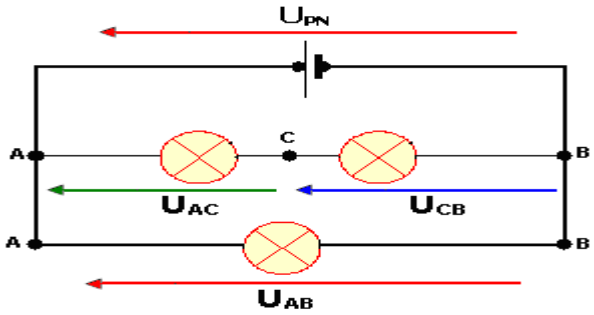
$$U_{PN}=U_{AB}=U_{CD}$$

4. 2. الدارة المتوالية

ننجز الدارة الكهربائيةالمتوالية التالية :

التوترات بين مربطي أجهزة مركبة علـى التـوالي تخضع لعلاقة شـــال تسمى قانون إضافية التوترات.

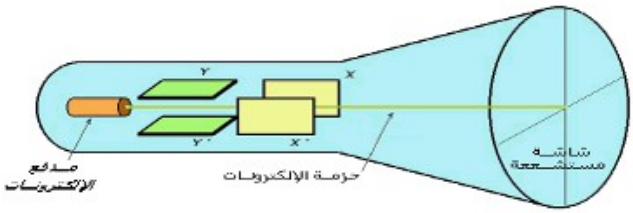
$$U_{PN}=U_{AB}=U_{AC}+U_{CB}$$



5. معاينة التوتر الكهربائي بواسطة جهاز راسم التذبذب

5. 1. راسم التذبذب

يتكون راسم التذبذب أساسا من أنبوب زجاجي مفرغ من الهواء (لكي لا يتم التشويش على حركة الإلكترونات $(P=10^{-5}\,Pa)$ وهو يحتوي على العناصر التالية :



❶ مدفع الإلكترونـات : ينتج حزمة أفقية لإلكترونات لهـا سـرعة واحـدة. تمـر الحزمـة بيـن الصـفائح وتسـقط علـى شاشة مستشعة (مطلية بمادة تضيء عند اصطدام حزمة الإلكترونات بها) عند مركزها O مكونة بقعة ضوئية.

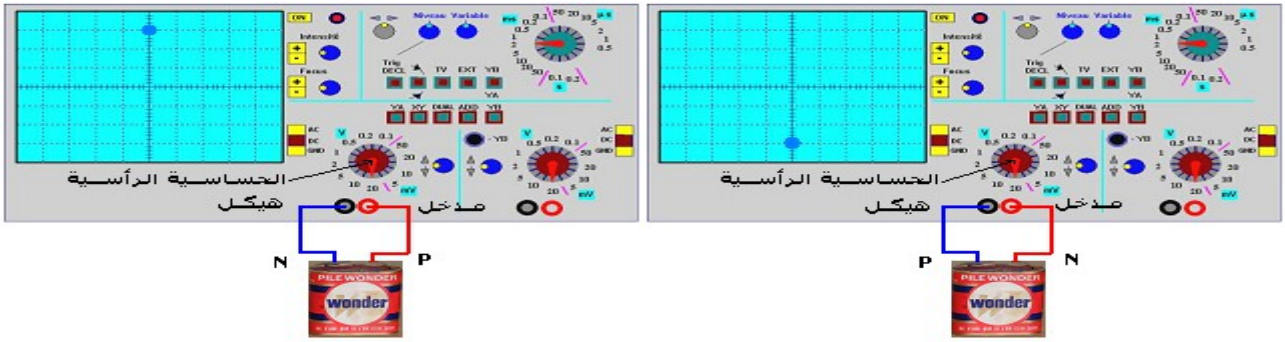
❷ صفيحتي الانحراف الرأسـي $(Y'$ و $Y)$: عند تطبيق التـوتر المـراد معـاينته بيـن هـاتين الصـفيحتين نلاحـظ انتقال رأسي للبقعة الظوئية.

❸ صفيحتي الانحراف الأفقي $(X'$ و $X)$: عنـد تطـبيق تـوتر الكسـح بواسـطة زر للتدريـج خـاص بسـرعة الكسح نلاحظ انتقال افقي للبقعة الظوئية.

5. 2. معاينة توتر مستمر

أ – بدون كسح :

نضبط أولا البقعة الضوئية في وسط الكاشـف، ثـم نربـط القطـبين P و N للعمـود بـالمربط Y_A ، ومربـط الهيكل لراسم التذبذب نلاحظ انتقال البقعة الضوئية نحو الأعلى $U_{PN}>0$ في هذه الحالة يكون Y موجبا. و عنـد قلب الربط نلاحظ انتقالا رأسيا نحو الأسفل للبقعة الضوئية $U_{PN}<0$ في هذه الحالة يكون Y سالبا.



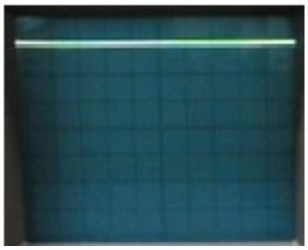
عند استعمال أعمدة مختلفة، يتناسـب انحـراف البقعـة الضـوئية Y مـع التـوتر U المطبـق عنـد مـدخلي راسـم التذبذب.

$$U=S_y\times Y$$

S_y الحساسية الرأسية المستعملة للكاشف وهي مقدار موجب وحدته V/cm أو $V/division$.

Y : انتقال البقعة الضوئية و هو مقدار جبري موجب إذا انتقلت البقعـة نحـو الأعلـى و سـالبا إذا انتقلـت نحـو الأسفل وحدته هي cm أو $division$.

ب – باستعمال الكسح :



نستعمل الكسح بواسطة زر الكسح لكي لا تستقر البقعة الضوئية في الموضع نفسه (تفاديا لإتلاف الشاشة). تنتقل البقعة الضوئية أفقيا بشكل دوري من اليسار إلى اليمين بسرعة ثابتة.

المسافة التي تقطعها البقعة الضوئية على المحور الأفقي XX' لراسم التذبذب تتناسب إطرادا مع الزمن فنكتب :

$$t = S_x \times X$$

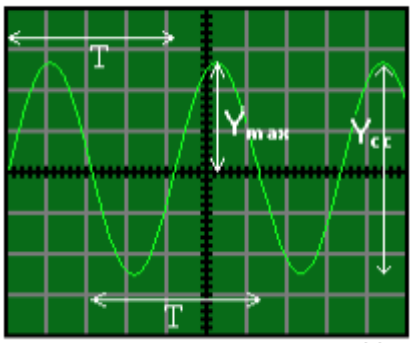
S_x : تسمى الحساسية الأفقية.

عندما نغير حساسية الكسح للرفع من سرعة البقعة الضوئية، نحصل على خط ضوئي أفقي.

5. 3. معاينة التوتر المتناوب الجيبي

نرمز للتوتر المتناوب الجيبي بالرمز : AC أو ~

لمعاينة توتر متناوب جيبي، نستعمل مولد للتوتر المتناوب الجيبي فنلاحظ على شاشة راسم التذبذب (عند ضبط قيم الحساسية الرأسية وسرعة الكسح) أن التوتر U يتغير مع مرور الزمن وذلك بكيفية تشبه تغيرات دالة جيبية.



يتميز هذا التوتر بالمقادير التالية :

- القيمة القصوية U_{max}

$$U_{max} = 2 \times 2{,}5 = 5\text{V}$$

- التوتر دروة دروة U_{cc}

$$U_{CC} = 2 . U_{max} = 10\text{V}$$

$$S_y = \frac{2\text{V}}{division} \qquad S_x = \frac{2\text{ms}}{division}$$

$$U_{max} = S_y \times Y_{max}$$

$$U_{cc} = S_y \times Y_{cc}$$

$$U_{max} = \frac{U_{cc}}{2}$$

$$U_e = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$$

- التوتر الفعال U_e

ترتبط القيمة الفعالة U_e بالقيمة القصوية U_{max} حيث :

$$U_e = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$$

- الدور T

الدور هو المدة الزمنية التي يعيد فيها التوتر نفس التغيير.

$$T = S_X \times X = 4 \times 2 = 8\text{ms}$$

- التردد N

يعرف التردد بعدد الأدوار في الثانية ويحسب بالعلاقة : $N = \frac{1}{T}$

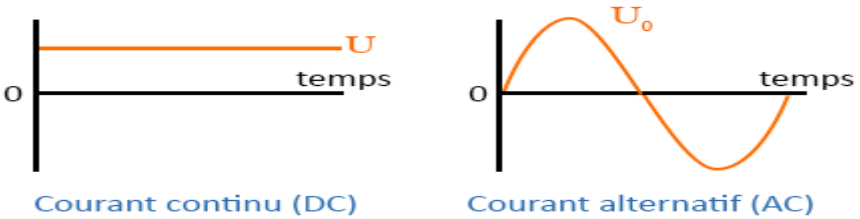
وحدة N في النظام العالمي للوحدات هي الهرتز رمزها (Hz) .

ملحوظة :

إن التوتر الفعال يشير إلى القيمة الفعالة للتوتر الواجب استعماله لتشغيل الأجهزة. ويمكن قياس U_e بطريقتين :

- استعمال كاشف التذبذب حيث نحصل على U_{max} و نستنتج U_e بتطبيق العلاقة أعلاه.
- استعمال الفولطمتر الذي يشير إلى U_e بتطبيق العلاقة :

$$U = \frac{C \times n}{n_0}$$



1. تعريف ثنائي قطب كهربائي :

نسمي ثنائي قطب كهربائي كل مركبة كهربائية (أو كل تجميع لمركبات كهربائية) ذات مربطين أو قطبين.
نرمز لثنائي القطب بمستطيل ذي مربطين A و B .

لكل تنائي قطب كهربائي مميزة خاصة به.

* نسمي مميزة ثنائي القطب AB (شدة التيار – التوتر) المنحنى : $U_{AB}=f(I_{AB})$
* نسمي مميزة ثنائي القطب AB (التوتر – شدة التيار) المنحنى : $I_{AB}=f(U_{AB})$

2. الموصل الأومي

2. 1. قانون أوم :

دراسة مميزة الموصل الأومي $U_{AB}=f(I_{AB})$ نحصل على المنحنى يمر من أصل المحورين O الدالة عبارة عن مستقيم (خطية) في حالة ما بقيت درجة الحرارة ثابتة.
عند اشتغاله، يستجيب الموصل الأومي لقانون أوم :

قانون أوم :

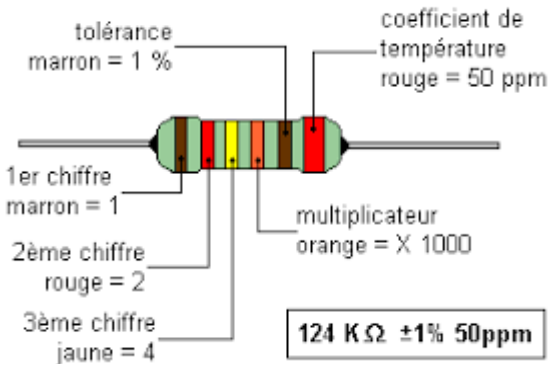
عند درجة حرارة ثابتة، يتناسب توتر الموصل الأومي U إطرادا مع شدة التيار الكهربائي I ، ويسمى معامل التناسب مقاومة الموصل الأومي نرمز لها بـ R ووحدتها هي الأوم Ω .

يعبر عن قانون أوم بالعلاقة التالية :

$$U=R\times I \quad \text{أو} \quad I=G\times U$$

$$G=\frac{1}{R} \quad \text{مع}$$

نسمي G مواصلة الموصل الأومي، وهي مقدار موجب يميز الموصل الأومي وحدته في $U.S.I$ هي السيمنس (S) .



2. 2. مقاومة سلك موصل :

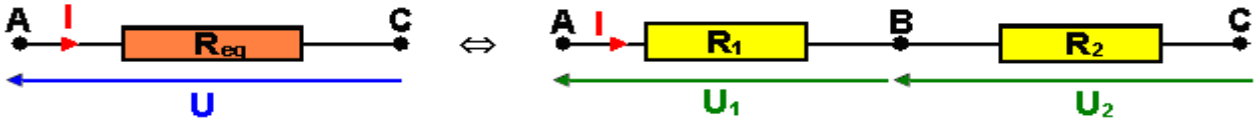
يعتبر سلك معدني، ذو مقطع ثابت، موصلا أوميا إذا بقيت درجة حرارته ثابتة. مقاومته R تتعلق بطوله ℓ ومقطعه S وبنوعيته. تترجم العلاقة التالية هذه الخاصية :

$$R=\rho\times\frac{\ell}{S}$$

3. تجميع الموصلات الأومية :

3. 1. تركيب على التوالي :

نركب على التوالي موصلين أوميين (AB) و (BC) مقاومتاهما R_1 و R_2 , يمر فيهما التيار الكهربائي نفسه، شدته I .



يمكن وضع موصل أومي مكافئ مقاومته R_{eq} بين النقطتين A و C بحيث يلعب نفس الدور الذي يلعبه الموصلان R_1 و R_2 المركبين على التوالي بين هاتين النقطتين.
حسب قانون إضافية الثوترات :

$$U=U_1+U_2$$

حسب قانون أوم :

$$U=R_{eq}\times I \text{ و } U_1=R_1\times I \text{ و } U_2=R_2\times I$$

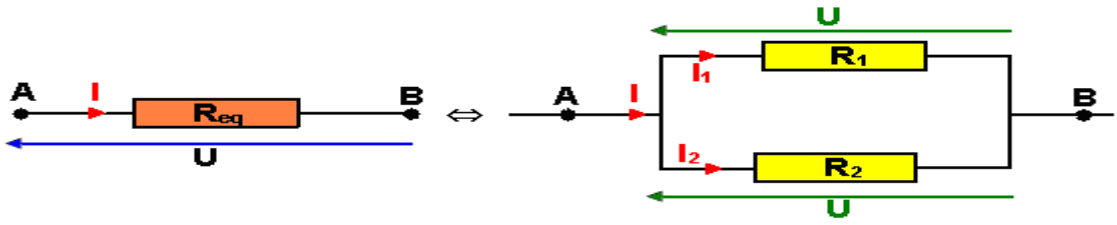
ومنه : $R_{eq}\times I=R_1\times I+R_2\times I\Leftrightarrow R_{eq}=R_1+R_2$

تعميم : إن ثنائي القطب المكافئ لتجميع عدد n من الموصلات الأومية، على التوالي، مقاوماتها R_1, R_2, R_n ، هو الموصل الأومي مقاومته المكافئة R_{eq} حيث :

$$R_{eq}=R_1+R_2+...+R_n=\sum R_i$$

3. 2. تركيب على التوازي :

نركب على التوازي موصلين أوميين مقاوماتهما R_1 و R_2 ، يكون نفس التوتر U مطبقا بين مربطيهما.



حسب قانون العقد لدينا : $I=I_1+I_2$

وحسب قانون أوم للموصلات الأومية الثلاث :

$$I=G_{eq}\times U \text{ و } I_2=G_2\times U \text{ و } I_1=G_1\times U$$

$$G_{eq}\times U=G_1\times U+G_2\times U\Rightarrow G_{eq}=G_1+G_2\Leftrightarrow \frac{1}{R_{eq}}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}$$

تعميم :

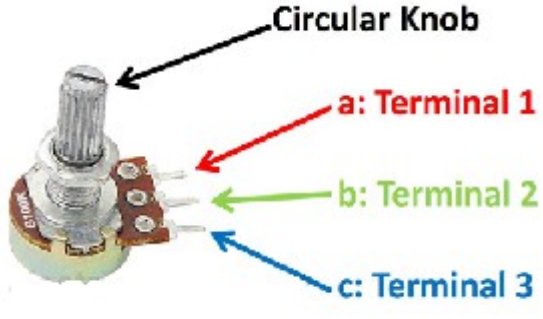
إن ثنائي القطب المكافئ لتجميع عدد n من الموصلات الأومية، على التوازي، مقاوماتها R_1, R_2, R_n ، هو الموصل الأومي مقاومته R_{eq} حيث :

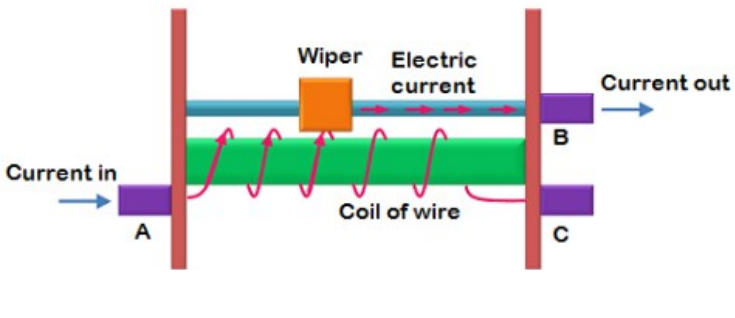
$$\Rightarrow G_{eq}=\sum G_i\Leftrightarrow \frac{1}{R_{eq}}=\sum \frac{1}{R_i}$$

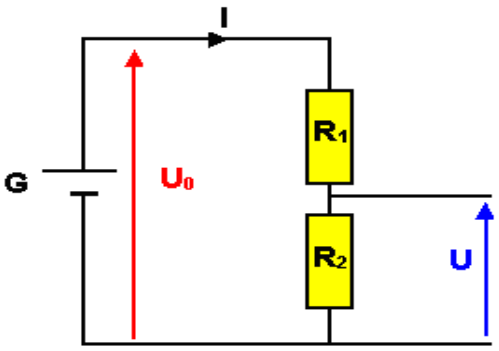
4. تركيب مقسم التوتر

في أغلب الأحيان لا نتوفر على مولد توتره قابل للضبط ، لأن جل المولدات المتوفرة تعطي توترا ثابتا فقط (الأعمدة، المراكم، التغدية المثبتة ...).

للخصول على منبع توتر قابل للضبط انطلاقا من منبع توتر ثابت ، ننجز تركيبا كهربائيا يسمى تركيب مقسم للتوتر Diviseur de tension.







حسب قانون إضافية الثوترات :

$$U_0 = U_{R1} + U_{R2} = (R_1 + R_2) \times I \quad (1)$$

حسب قانون أوم :

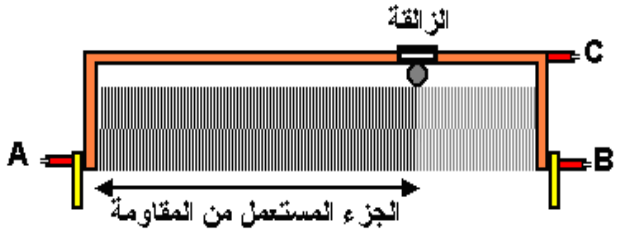
$$U_{R2} = U = R_2 \times I \Leftrightarrow I = \frac{U}{R_2} \quad (2)$$

نعوض (2) في (1) فحصل على :

$$U_0 = (R_1 + R_2) \times \frac{U}{R_2} \Leftrightarrow U_0 = \frac{R_1 + R_2}{R_2} \times U$$

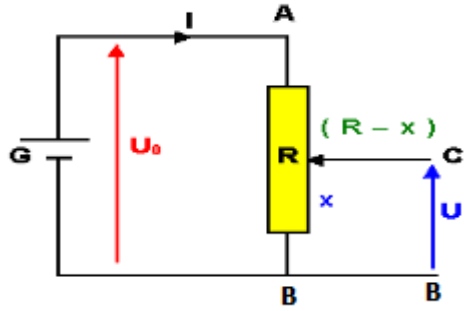
$$U = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times U_0$$

للحصول على منبع توتر قابل للضبط ، نستعمل في تركيب مقسم التوتر موصلا أوميا مقاومته قابلة للضبط ، وهذا الموصل الأومي هو المعدلة Rhéostat.



تتوفر المعدلة على ثلاثة مرابط C و A ، B ويبلغ طول سلكها بين المربطين A و B عدة أمتار.

بتحريك الزالقة يمكن ضبط طول السلك الذي يدخل في الدارة باستعمال المرطين C و A أو C و B ، وبالتالي تحديد جزء المقاومة x المستعمل بالنسبة للتركيب الممثل في الشكل أسفله :



تصبح العلاقة (1) :

$$U = \frac{x}{(R - x) + x} \times U_0 = \frac{x}{R} \times U_0$$

الوحدة 4 : مميزات بعض ثنائيات القطب غير النشيطة Caractéristiques de quelques dipôles passifs

1. مميزات ثنائيات القطب : Caractéristique d'un dipôle

1. 1. تعريف :

نسمي المميزة (توتر – شدة التيار) لثنائي القطب (AB) المنحنى الممثل لتغيرات شدة التيار الكهربائي I_{AB} الذي يمر فيه بدلالة التوتر U_{AB} المطبق بين مربطيه $I_{AB}=f(U_{AB})$

نسمي المميزة (شدة التيار – توتر) لثنائي القطب (AB) المنحنى الممثل لتغيرات التوتر U_{AB} المطبق بين مربطيه بدلالة شدة التيار الكهربائي I_{AB} الذي يمر فيه $U_{AB}=f(I_{AB})$

لكل ثنائي القطب مميزة خاصة به.

1. 2. التركيب التجريبي لدراسة مميزة ثنائي قطب غير نشيط :

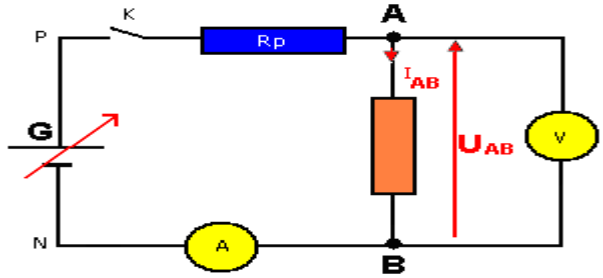
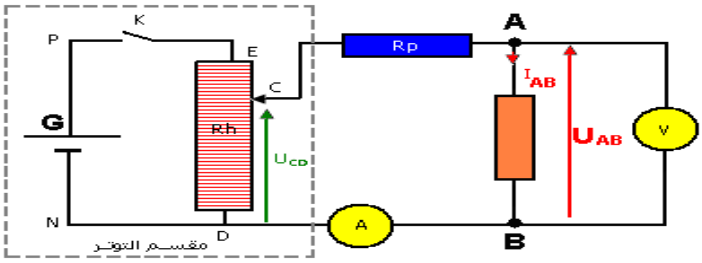
أ – تعريف :

عندما نصل مربطي ثنائي القطب (AB) بجهاز الفولطمتر، نلاحظ أن التوتر U_{AB} أو U_{BA} منعدم.

هذا الصنف من ثنائيات القطب لا يحدث تيارا كهربائيا من تلقاء نفسه نقول :أن ثنائي القطب (AB) غير نشيط

ب – التركيب التجريبي المستعمل لقياس I_{AB} و U_{AB}

لدراسة مميزة ثنائي القطب، ننجز أحد التركيبين التاليين

❶ صنع توتر قابل للضبط	❷ تركيب مقسم التوتر
	

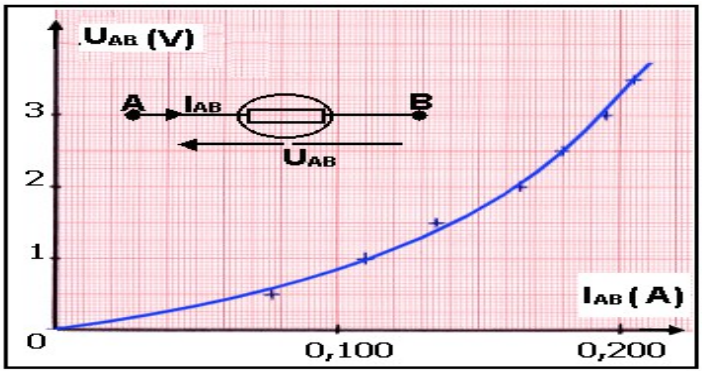
ج – الطريقة التجريبية :

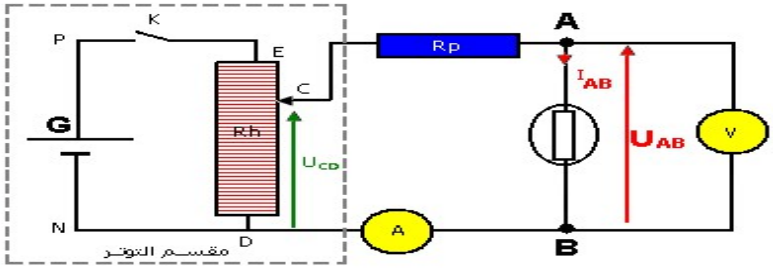
- عند تحريك الزر الضابط للتوتر (في حالة استعمال التركيب 1) أو عند تحريك الزالقة (في حالة استعمال التركيب بتغيير قيم الزوج (U_{AB}, I_{AB}) .
- نتوقف عن زيادة التوتر أو شدة التيار الكهربائي بمجرد ما أن تصل إحدى القيم المشار إليها من طرف صانع ثنائي القطب حتى لا نعرضه للإتلاف $(P_{max}$ أو U_{max} أو $I_{max})$.
- لدراة سلوك ثنائي القطب (AB) عندما يمر فيه التيار الكهربائي من B نحو A نقلب ثنائي القطب في التركيب التجريبي أو نعكس الربط عند قطبي المولد، مع مراعاة وجوب عكس ربط الأجهزة الأخرى.

2. مميزة مصباح كهربائي :

ننجز التركيب الممثل في الشكل جانبه. نغير موضع الزالقة C ونقيس في الوقت نفسه I_{AB} و U_{AB} . نحصل على النتائج التالية :

$U_{AB}(V)$	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50
$I_{AB}(mA)$	0,00	77	110	135	165	180	195	205





عند قلب ربط المصباح في الدراة، نحصل على قياسات تنتمي إلى المميزة السابقة نفسها.

ملاحظات :

◈ المميزة غير خطية ، وتمر من أصل المحورين $(I_{AB}=0\ ;U_{AB}=0)$

◈ قلب ربط المصباح في الدارة لا يغير حالة تشغيله.

خلاصة :

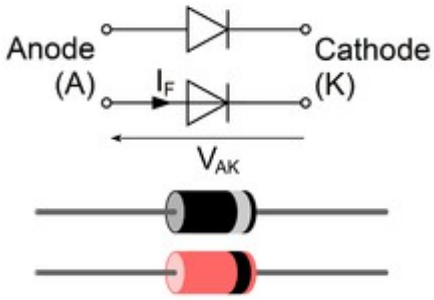
نقول أن المصباح الكهربائي ثنائي قطب غير نشيط وغير خطي وتماثلي. أي أن سلوكه مستقل عن منحى التيار الكهربائي الذي يمر فيه.

3. مميزة الصمام الثنائي ذي وصلة Caractéristique d'une diode à jonction

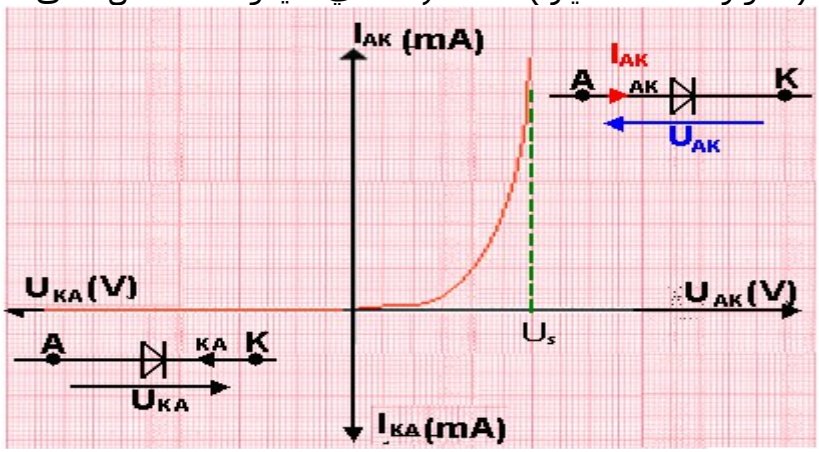
يميز ، صانع الصمام الثنائي ، بين مربطيه حيث يضع على أحدهما نقطة (K) أو حلقة ملونة تشير لإلى مربط خروج التيار الكهربائي المسمى : كاثود أو مهبط ، بينما يسمى المربط الآخر (A) آنود أو مصعد.

نسمي المنحى $A \to K$ المنحى المار ، أو المباشر للصمام ، ونسمي المنحى $K \to A$ المنحى الحاجز أو المعاكس.

✳ رمزه الكهربائي هو :



عند دراسة المميزة (التوتر – شدة التيار) للصمام الثنائي ذي وصلة نحصل على المنحنى التالي :



ملاحظات :

◈ المميزة غير خطية ، وتمر من أصل المحورين $(I=0\ ;U=0)$

◈ قلب ربط الصمام الثنائي في الدارة يغير من حالة اشتغاله.

◈ المميزة غير تماثلية.

عندما يكون التوتر $U_{AK}>0$ نقول إن الصمام الثنائي مستقطب في المنحى المباشر ، ونميز حالتين :

◈ الحالة الأولى :

($U_{AK}<U_S$: تكون شدة التيار الكهربائي I_{AK} المار في الصمام الثنائي منعدمة.

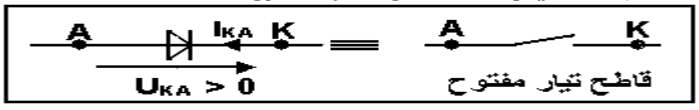
◈ الحالة الثانية :

$U_{AK}>U_S$ يمر تيار كهربائي في الصمام الثنائي.

◈ تعريف :

نسمي القيمة الدنيا للتوتر U_{AK} التي يبقى دونها شدة التيار منعدمة بعتبة التوتر نرمز لها بـ U_s للصمام الثنائي.

عندما يكون التوتر $U_{KA}>0$ نقول إن الصمام الثنائي مستقطب في المنحى المعاكس ، ونلاحظ أن شدة التيار I_{KA} منعدمة. يتصرف الصمام الثنائي إذن كقاطع تيار مفتوح.



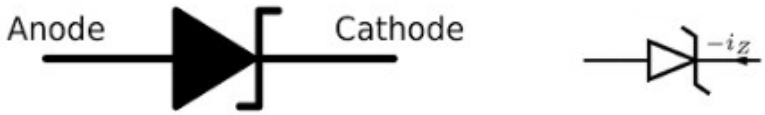
خلاصة :

الصمام الثنائي ثنائي قطب غير نشيط ، غير تماثلي ولا يسمح بمرور التيار الكهربائي إلا إذا كان في المنحى المباشر ، وفي حالة $U_{AK}>U_s$.

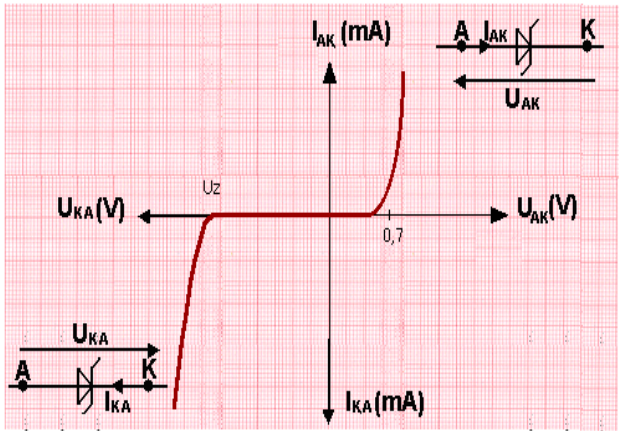
4. الصمام الثنائي زينر Diode zener

① الصمام الثنائي زينر هو صمام ثنائي يشتغل مستقطبا في المنحى المعاكس ، عكس الصمام الثنائي العادي. يتميز بعتبة التوتر U_s ، وبتوتر زينر U_z ، والقدرة القصوى.

✳ رمزه الكهربائي هو :



② المميزة للصمام الثنائي زينر :



خلاصة :

الصمام الثنائي زينر ثنائي قطب غير نشيط ـ غير تماثلي ، يكون :

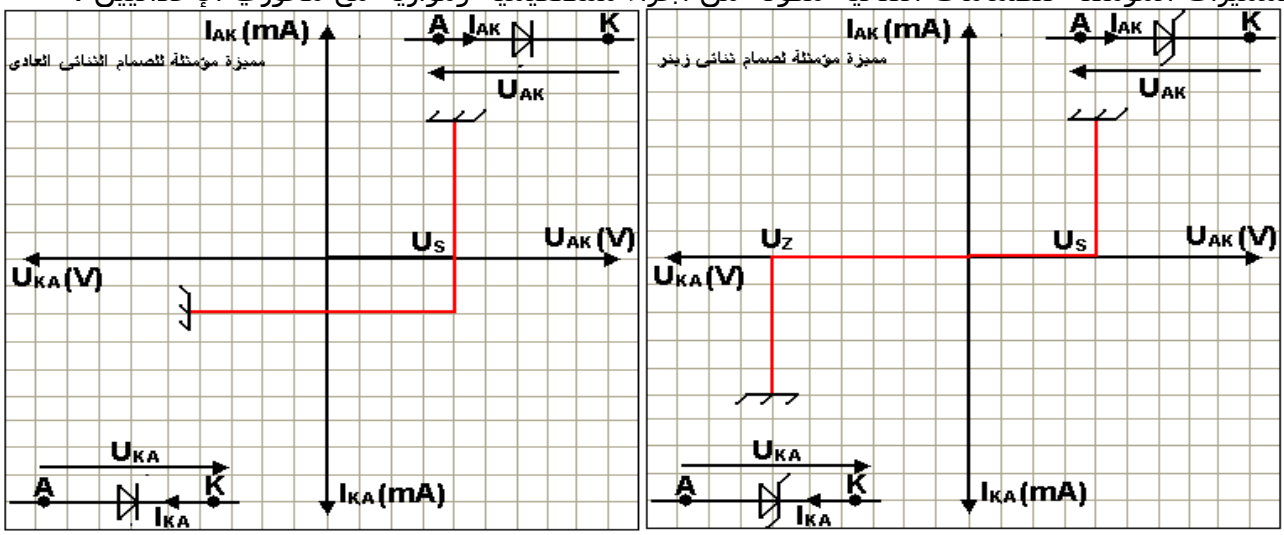
✳ حاجز بالنسبة للتوترات : $-U_Z<U_{AK}<U_S$

✳ مار بالنسبة للتوترات : $U_{KA}>U_Z$ و $U_{AK}>U_S$

③ ملحوظة :

المميزات المؤمثلة للصمامات الثنائية :

المميزات المؤمثلة للصمامات الثنائية مكونة من أجزاء مستقيمية وموازية مع محوري الإحداثيين :



5. بعض ثنائيات القطب المتحكم فيها

نقول أن ثنائيات القطب متحكم فيها إذا تغيرت شدة التيار المار فيها (أو التوتر بين مربطيها) لما تخضع لتأثير عامل فيزيائي مثل درجة الحرارة أو الإضاءة أو التوتر المطبق عليها ....

5. 1. المقاومة الحرارية Thermistance

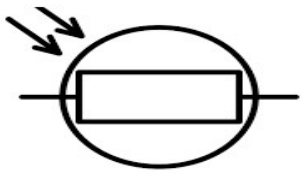
المقومة الحرارية هي ثنائي قطب غير نشيط و تماثلي، تتغير مقاومته R بتغيير درجة الحرارة T . وهناك نوعان :

✳ المقاومة الحرارية ذات معامل درجة الحرارة السالبة $C.T.N$
في هذه الحالة المقاومة تنقص مع ارتفاع درجة الحرارة.

✳ المقاومة الحرارية ذات معامل درجة الحرارة الموجب $C.T.P$
في هذه الحالة المقاومة تزداد مع ارتفاع درجة الحرارة.

تستعمل المقاومات الحرارية في الحياة العملية للإنذار من أخطار الحرائق وفي صناعة المحارير الكهربائية.

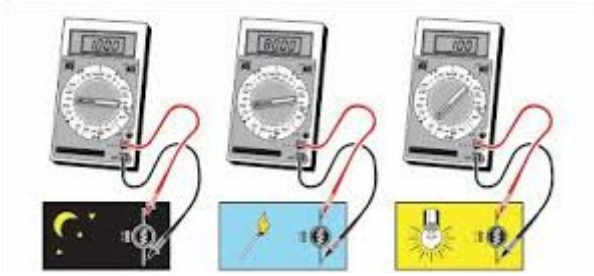
5. 2. المقاومة الضوئية : Photorésistance



المقاومة الضوئية ثنائي قطب ، تتغير مقاومته حسب الإضاءة التي يتلقاها. ففي الظلام تقدر هذه المقاومة بحوالي $1M\Omega$ وتقارب 100Ω عندما تكون مضاءة بمصباح جيبي ، أو بالأشعة الضوئية.

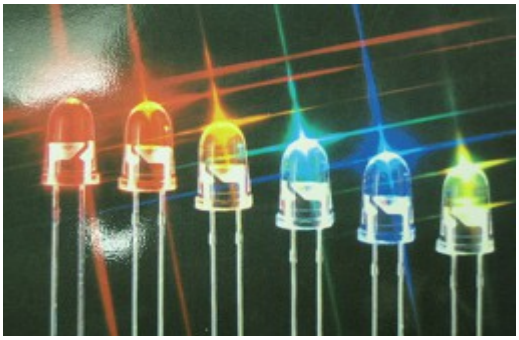
✳ رمزه الكهربائي هو :

عند قياس المقاومة R نحصل على :



5. 3. ثنائيات القطب المتحكم فيها بالتوتر

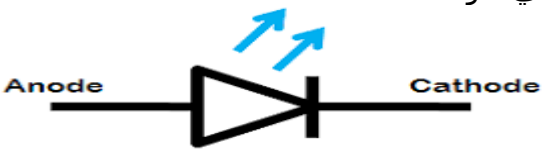
أ-الصمام الثنائي المتألق كهربائيا: (DEL: diode electro luminescente أو LED: light emitting diode)



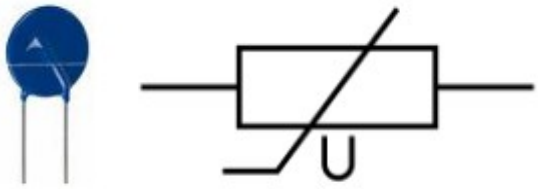
هو ثنائي قطب غير نشيط و غير تماثلي ، لا يسمح بمرور التيار الكهربائي إلا إذا مان مستقطب في المنحى المار شريطة أن يتجاوز التوتر U بين مربطيه عتبة التوتر U_S . في هذه الحالة عندما يمر فيه التيار الكهربائي (بعض الميلي أمبيرات) فإنه يضيء.

يدخل الصمام الثنائي المتألق كهربائيا في صنع عدة أجهزة لإضهار الأرقام (Affichage numérique)

✳ رمزه الكهربائي هو :



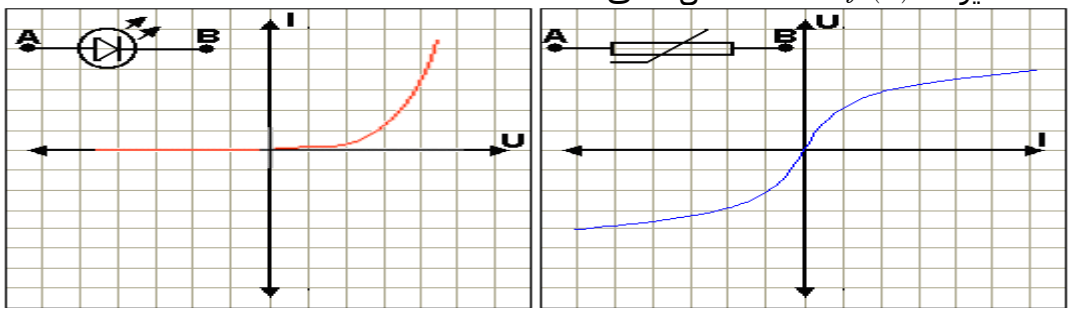
ب – المقاومة المتغيرة مع التوتر : Voltage dependant resistor V.D.R



✳ رمزه الكهربائي هو :

يتكون المركب الكهربائي VDR من حبات شبه موصلة grains semi conducteur مكتلة بواسطة ملط Liant و توجد في أغلب الأحيان على شكل قرص أسطواني ملون.

عند دراسة المميزة $U=f(I)$ نحصل على :



خلاصة :

◈ المميزة تمر من أصل المعلم أي أن $I=0 ، U=0$ نقول أن VDR ثنائي قطب غير نشيط.

◈ المميزة ليست خطية أي أن التوتر بين مربطي VDR لايتناسب إطرادا مع شدة التيار.

◈ المميزتان متشابهتان متطابقتان ليس هناك فرق بين مربطيه ، نقول أن VDR ثنائي قطب تماثلي.

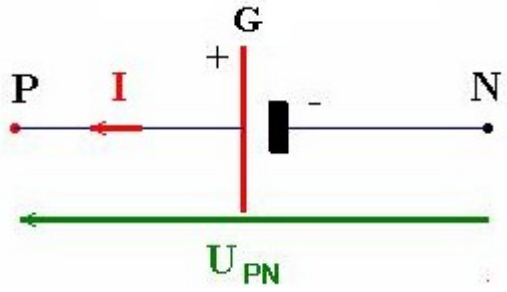
الوحدة 5 : مميزة ثنائي قطب نشيط – نقطة الاشتغال Caractéristique d'un dipole actif – Point de fonctionnement

1. العمود الثنائي القطب النشيط :

1. 1. تعريف

◈ العمود ثنائي قطب نشيط لأنه يوجد بين مربطيه توتر رغم أنه في معزل عن دارة كهربائية.
◈ العمود له مربطان مختلفان ، قطب موجب P وقطب سالب N ، إنه ثنائي قطب غير تماثلي.

1. 2. رمز المولد و الإصطلاح المعتمد :

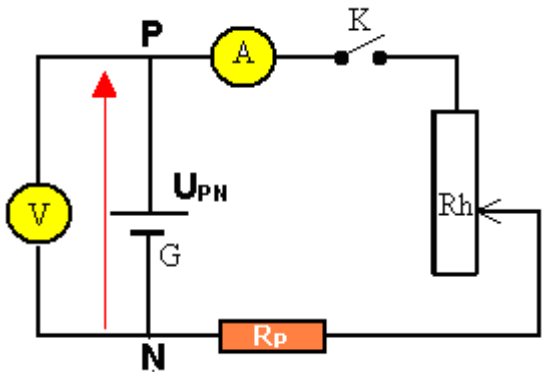


مـن خلال الإصـطلاح المسـتعمل يلاحـظ أن I_{PN} و U_{PN} مقدارين موجبين نرمز للمولد في دارة كهربائية بالرمز :

وبالتالي التيار الكهربـائي داخـل المولـدات $U_{PN}=V_P-V_N>0$ يمر في منحى الجهود الكهربائية التصاعدية.

2. المميزة (شدة التيار – التوتر) لعمود

أ – التركيب التجريبي :



لدراسـة مميـزة عمـود، نختـار عمـودا مسـطحا وننجـز الـتركيب التالي :
عنـدما يكـون قـاطع التيـار K مفتوحـا نقـرأ علـى الفولطمـتر القيمـة $U_{PN}=4,5V$.
نضبط مقاومة المعدلة على قيمتها القصوية. ونغلق قـاطع التيـار K ثم ننقص مقاومة المعدلة بتحريك الزالقة لنزيد من شدة التيار دون الوصـول إلـى الحالـة الـتي تنعـدم فيهـا المقاومـة حـتى نتجنـب إتلاف العمود. وهكذا نحصر في دراستنا شدة التيار عند القيمة $0,5A$.

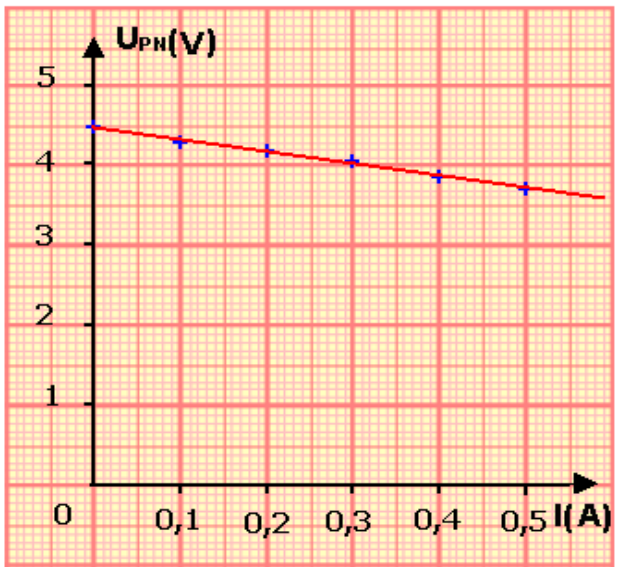
ب – جدول القياسات :

U_{PN} (V)	4,50	4,35	4,20	4,05	3,90	3,75
I(mA)	0	100	200	300	400	500

◈ إستنتاج :

المميزة لا تمر من أصل المعلم إذن العمود ثنائي قطب نشيط.
المميزة دالة تآلفية نقول أن العمود ثنائي قطب خطي.
العمود ثنائي قطب غير تماثلي.

ج– المميزة $U_{PN}=f(I)$



3. قانون أوم بالنسبة للعمود :

◈ معادلة المستقيم :

المستقيم دالة خطية لا تمر من أصل المعلم وبالتالي نكتب :

$$U_{PN}=a\times I+b$$

قيمة a :

a هو المعامل الموجب للمستقيم. وهو مقدار سالب لأن الدالة تتناقص ونحددها كما يلي : $a=\dfrac{\Delta U_{PN}}{\Delta I}$

تطبيق عددي : $a=-1,5$

نلاحظ أن المعامل a سالب وله وحدة (Ω) وهي وحدة المقاومة. وبما أن المقاومة مقدار فيزيائي موجب نضع :

$r=-a$ تسمى المقاومة الداخلية للعمود

قيمة b :

إن قيمة b هي قيمة U_{PN} عند $I=0$

تطبيق عددي : $b=4,5\,V$

نلاحظ أن b مقدار موجب له وحدة التوتر نضع :

$$\Rightarrow E=b$$

تسمى القوة الكهرمحركة للعمود

وبالتالي معادلة المستقيم هي :

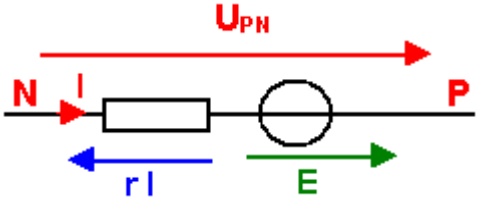
$$U_{PN}=E-r\times I$$

تعبر هذه العلاقة عن قانون أوم بالنسبة لمولد خطي.

كل عمود يتميز بمقدارين فيزيائيين و هما :

E : القوة الكهرمحرمة للعمود

r : المقاومة الداخلية



◈ نمثل ثنائي قطب نشيط كالتالي :

ملحوظة :

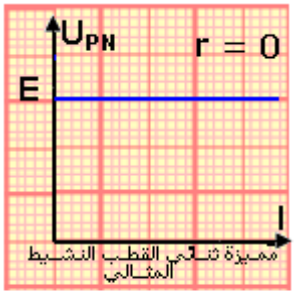
❶ يعتبر ثنائي القطب النشيط مثاليا إذا كانت مقومته منعدمة.

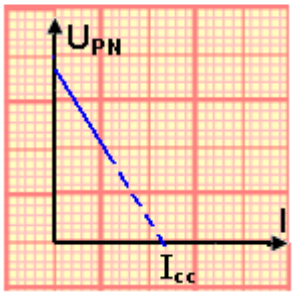
❷ عند ربط قطبي العمود بخيط موصل، يصبح التوتر U_{PN} تقريبا منعدما :

$$E-r\times I_{cc}=0\Rightarrow I_{cc}=\frac{E}{r}$$

وهي شدة تيار الدارة القصيرة,

للحصول عليها مبيانيا نمدد المميزة، مع الاحتفاظ بشكلها لخط، فتتقاطع مع المحور (OI) في I_{cc} .





❸ قيمة I_{cc} المحصل عليها نظريا تكون أصغر من القيمة المحصل عليها تجريبيا وذلك راجع لكون ارتفاع شدة التيار يصاحبه ارتفاع في درجة الحرارة.

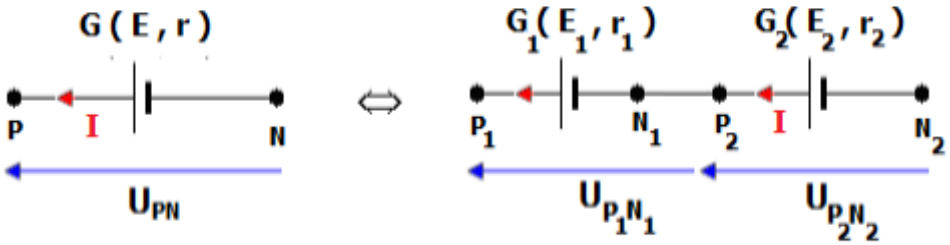
❹ قانون اشتغال نائي القطب النشيط هو :

$$U_{PN}=E-r\times I\Rightarrow\frac{1}{r}\times U_{PN}=\frac{1}{r}\times E-\frac{1}{r}\times r\times I$$

$$I=I_{cc}-g\times U_{PN} \quad \text{مع} \quad g=\frac{1}{R}$$

4. تجميع أعمدة

4. 1. تركيب أعمدة على التوالي وبالتوافق series et concordances



ما هما المقداران الفيزيائيان المميزان للعمود المكافئ ؟

حسب قانون إضافية التوترات :

$$U_{PN}=U_{P_1N_1}+U_{P_2N_2}$$

حسب قانون أوم بالنسبة للأعمدة الثلاث :

$$U_{PN}=E-r\times I\,,U_{P_1N_1}=E_1-r_1\times I\,,U_{P_2N_2}=E_2-r_2\times I$$

وبالتالي :

$$E-r\times I=E_1-r_1\times I+E_2-r_2\times I$$

نستنتج أن :

$$r=r_1+r_2 \text{ و } E=E_1+E_2$$

تعميم :

ثنائي القطب $G(E,r)$ المكافئ لمجموعة من ثنائيات القطب النشيطة الخطية $G_1(E_1,r_1)$ و $G_2(E_2,r_2)\dots G_n(E_n,r_n)$ ، ثنائي قطب نشيط خطي بحيث :

$$E=\sum E_i \text{ و } r=\sum r_i$$

4. 2. تركيب أعمدة مماثلة على التوازي وبالتوافق :

تعريف الأعمدة المماثلة : تكون الأعمدة مماثلة إذا كانت لها نفس القوة الكهرمحركة ونفس المقاومة الداخلية.

بما أن ثنائي القطب المركبين على التوازي متماثلان فإن :

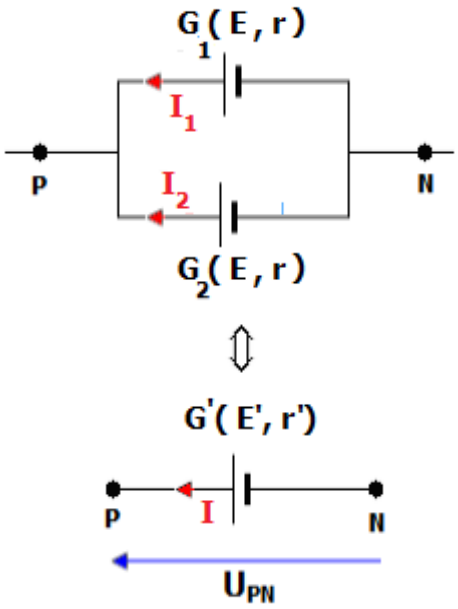
$$I_1=I_2=\frac{I}{2}$$

$$U_{G_1}=U_{G_2}=U_{G'}$$

إذن : $E'-r'I=E-\frac{r}{2}\times I$

نستنتج أن

$$E'=E \quad \text{و} \quad r'=\frac{r}{2}$$



تعميم :

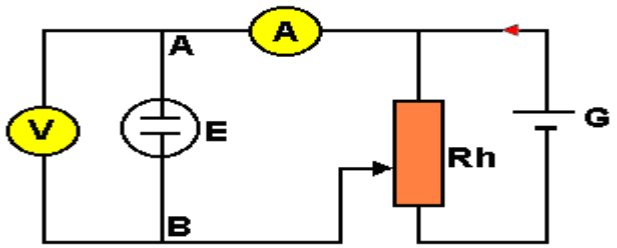
عند تركيب عدة أعمدة خطية متماثلة عددها n على التوازي وبالتوافق بحيث لكل منهما قوة كهرمحركة E ومقاومة داخلية r فإنه يمكن تعويضها بعمود $G'(E',r')$ مكافئ :

$$E'=E \quad \text{و} \quad r'=\frac{r}{n}$$

5. مميزة (شدة التيار – التوتر) لمستقبل (المحلل الكهربائي

تعريف المستقبل : المستقبل هو ثنائي قطب كهربائي يحول جزءا من الطاقة الكهربائية المكتسبة إلى شكل آخر من الطاقة بالإضافة إلى الطاقة الحرارية.

أ – التركيب التجريبي



ب – جدول القياسات

خلال الدراسة التجريبية للمميزة ، نحصل على النتائج المدونة في الجدول التالي :

6,00	5,00	4,00	3,00	2,50	2,00	1,50	1,00	0,50	0	U_{AB} (V)
1,9	1,4	0,9	0,4	0,14	0,06	0,02	0	0	0	I(A)

ج – المميزة

$U_{AB}=f(I)$

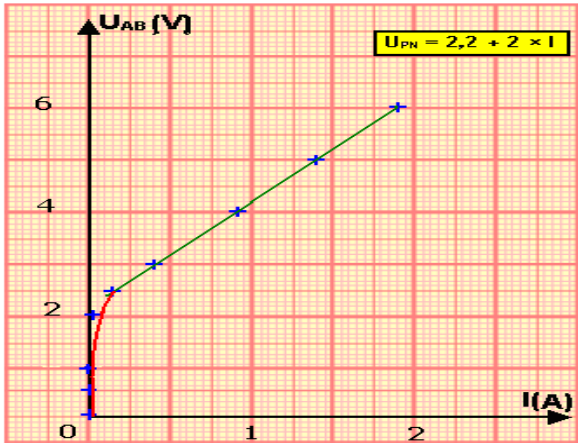
هذه المميزة غير خطية إلا إذا اعتبرنا المجال $I>0,14\,A.$ في هذا المجال فإن $U_{AB}=f(I)$ دالة تآلفية.

التوتر الذي يقابل نقطة التقاطع بين المستقيم الذي نؤمثل به الطرف المستقيمي من المميزة ومحور الأراتيب، يسمى القوة الكهرمحركة المضادة ، نرمز له بـ E' ويعبر عنها بالفولط.

يمثل المعامل الموجه المقاومة الداخلية r' للمحلل الكهربائي ، يعبر عنها بالأوم.

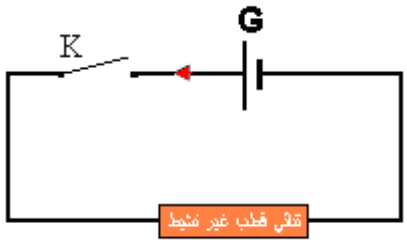
وبالتالي فإن قانون أوم بالنسبة لمستقبل هو :

$$U_{AB}=E'+r'\times I$$



6. نقطة إشتغال دارة

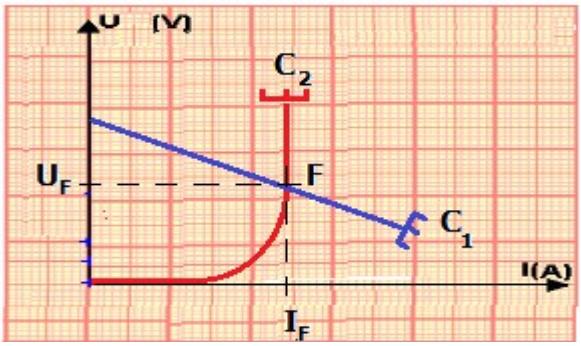
6. 1. مفهوم نقطة إشتغل دارة



ننجز دارة كهربائية مكونة من مولد وثنائي قطب غير نشيط وذلك على التوالي :

وحتى لا تتلف المركبات في الدارة الكهربائية المنجزة ينبغي قبل إغلاق الدارة الكهربائية أن نبحث عن شدة التيار الناتجة التي ستمر في هذه الدارة وهي ناتجة عن توافق ضمني بين العمود و التنائي القطب الغير النشيط. لهذه الأسباب يجب البحث عن الشدة النظرية وذلك بتطبيق إحدى الطريقتين :

◈ الطريقة المبيانية :



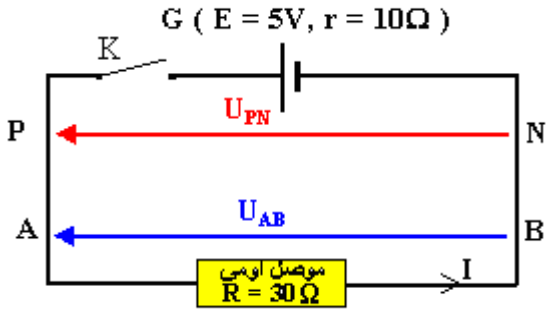
نرسم في نفس المعلم و بنفس السلم المميزتين (C_1) للعمود و (C_2) لثنائي القطب الغير النشيط.

نلاحظ أن المنحنيين (C_1) و (C_2) يتقاطعان في النقطة F التي توافق إحداثياتها $(U_F ; I_F)$ حالة اشتغال العمود و ثنائي القطب الغير النشيط معا.

نسمي F بنقطة اشتغال الدارة

◈ الطريقة الحسابية :

مثال (حالة خاصة) :



حدد بالحساب نقطة إشتغال الدارة

حسب قانون إضافية التوترات :

$$U_{PN}=U_{AB}\,(1)$$

حسب قانون أوم للعمود :

$$U_{PN}=E-r\times I\,(2)$$

حسب قانون أوم للموصل الأومي :

$$U_{AB}=R\times I\,(3)$$

من العلاقات (1) و (2)، (3) نستنتج أن :

$$E-r\times I=R\times I\Rightarrow I=I_F=\frac{E}{r+R}$$

6. 2. قانون بويي : Loi de POUILLET

يمكن هذا القانون من تحديد قيمة شدة التيار I المار في دارة كهربائية مركبة على التوالي مكونة من موصلات أومية و أعمدة مركبة بالتوافق.

تساوي شدة التيار الذي يمر في دارة كهربائية مكونة من موصلات أومية و أعمدة مركبة جميعها على التوالي : خارج مجموع القوى الكهرمحركة لمختلف الأعمدة على مجموع مقاومات الموصلات الأومية والمقاومات الداخلية للأعمدة.

$$I=\frac{\sum E_i}{\sum R_i+\sum r_i}$$

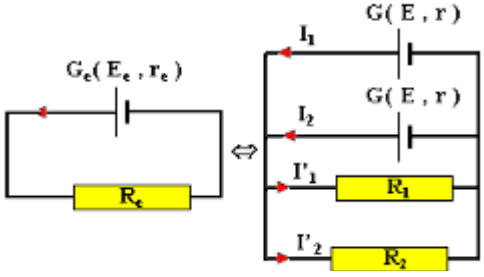
مثال :

بالنسبة لدارة متفرعة يجب إرجاعها على شكل دارة متوالية.

بتطبيق قانون بويي لدينا :

$$R_e=\frac{R_1\times R_2}{R_1+R_2}\;et\;E_e=E\;et\;r_e=\frac{r}{2}$$

$$I=\frac{E_e}{R_e+r_e}$$



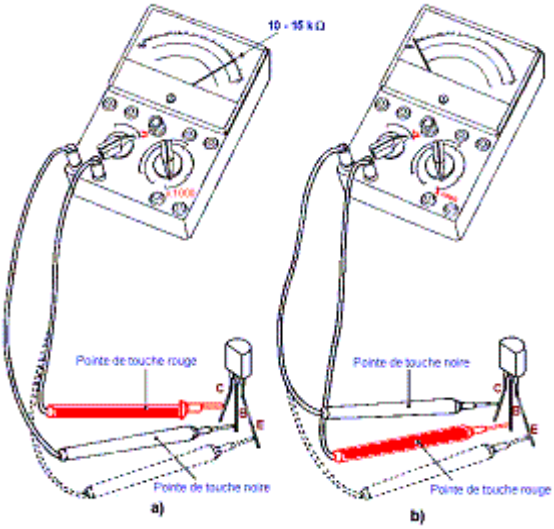
1. تعريف الترانزستور

اكتشف الترانزستور سنة 1948 من طرف علماء من الولايات المتحدة (Bradeen – Shockly – Brattain). وهو مركبة كهربائية لها ثلاثة أقطاب، وقد عرفت هذه المركبة من خلال توظيفها في أجهزة الاستقبال الإذاعي، والتي سميت أنذاك بإسمها. يعتبر هذا الإكتشاف عنصرا أساسيا في تقدم الإلكترونيك.

يتكون الترانزستور من بلور شبه موصل من السيليسيوم Si و الجرمانيوم $Germanuim$. يتم تنشيطه بإظافة كمية صغيرة جدا من ذرات دخيلة حيث نحصل على ثلاث مناطق مختلفة الموصلية.
يعتبر الترانزستور ثلاثي القطب تخرج منه ثلاث أسلاك موصلة مرتبطة داخليا بالمناطق الثلاث. وتسمى هذه المناطق بـــ (الباعث – القاعدة – المجمع). ونميز بين نوعين من الترانزستور :

◈ ترانزستور من نوع NPN

يحتوي على منطقة P (منشطة من طراز P) موجودة بين منطقتين N (منشطتين من طراز N لكن بكيفية مختلفة).

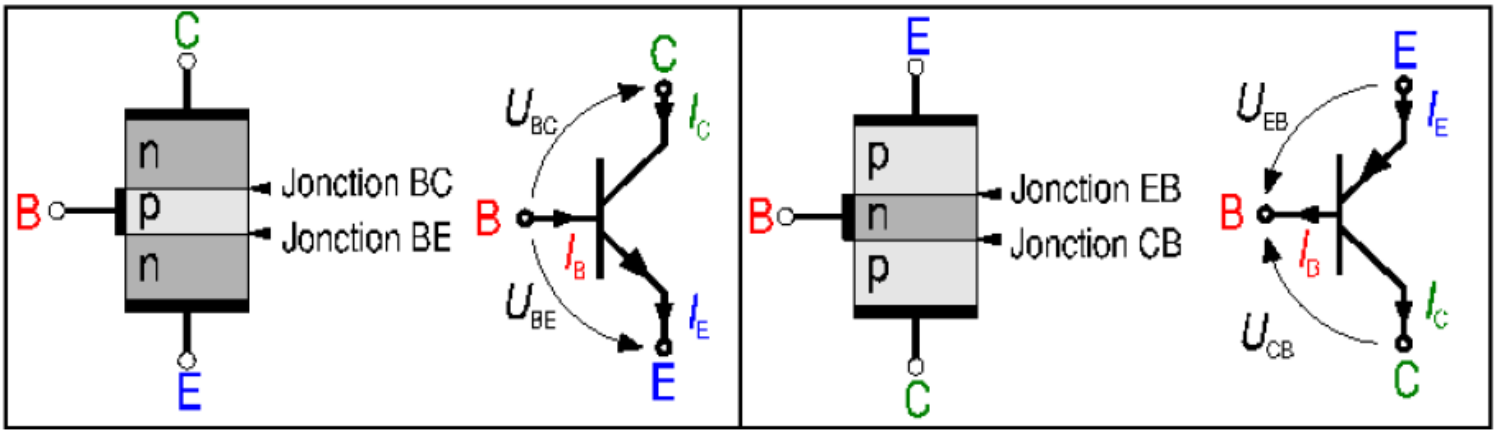


◈ الترانزستور من نوع PNP

يحتوي على منطقة N (منشطة من طراز N) موجودة بين منطقتين P (منشطتين من طراز P لكن بكيفية مختلفة).

نسمي الوصلة، المنطقة الوسيطة التي تفصل بين منطقتين مختلفتي التنشيط ؛ فالترانزستور يحتوي إذن على وصلتين مختلفتين.
يمكن التعرف على الأقطاب الثلاثة للترانزستور اعتمادا على وثائق وبطاقات تقنية، كما يمكن استعمال جهاز أوممتر لهذا الغرض.

✳ نرمز للترانزستور بـــ :



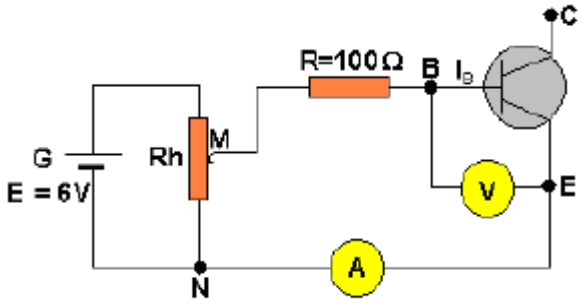
سنعتمد في باقي الدراسة، الترانزستور من نوع NPN ، نظرا لشيوعه، حيث يدخل تياران كهرباءيان من القاعدة والمجمع، ويخرج تيار كهربائي من الباعث.

عند تطبيق قانون العقد يمكن أن نكتب :

$$I_E = I_B + I_C$$

2. سلوك الترانزستور

2. 1. استعمال " القطبين EC "



عند تطبيق توتر بين القطبين B و E لا يمر تيار كهربائي في الترانزستور إلا عندما يتجاوز التوتر بين مربطي القاعدة والباعث U_{BE} عتبة توتر U_S .

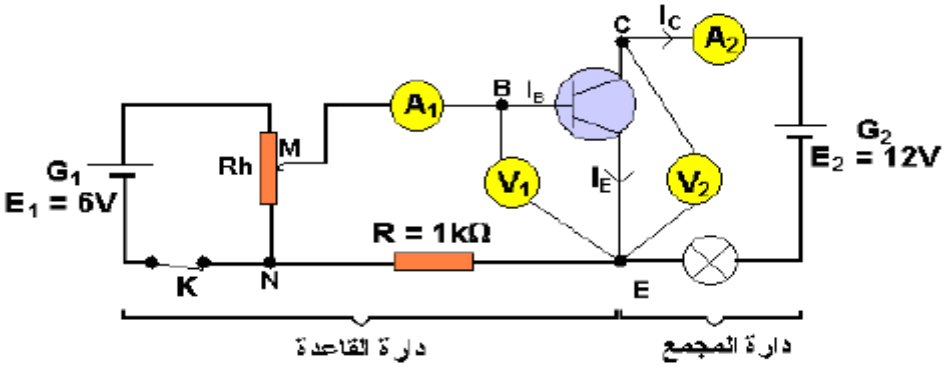
عند تمثيل المميزة $I_B=f(U_{BE})$ نحصل على مميزة تشبه مميزة صمام ثنائي ذي وصلة.

استنتاج :

عند استعمال الوصلة BE فقط، يتصرف الترانزستور كصمام ثنائي عادي إذ عند تركيبه في المنحى المار لا يسمح بمرور التيار الكهربائي إلا إذا كان التوتر بين مربطيه $U_{BE}>U_S$ عتبة التوتر.

2. 2. استعمال كل أقطاب الترانزستور

نستعمل الأقطاب الثلاث للترانزستور (دارة القاعدة + دارة المجمع) وذلك بإنجاز التركيب الكهربائي التالي :



عندما نغلق قاطع التيار K ونغير التوتر U_{BE} مع إبقاء التوتر U_{CE} ثابتا $U_{CE}=4,5\,V$ نحصل على النتائج المدونة في الجدول الآتي :

U_{BE} (V)	0	0,2	0,5	0,6	0,65	0,7	0,75	0,78	0,80	0,81	0,83	0,84
I_B(mA)	0	0	0	0	0,2	0,4	0,8	1,2	2	3	5	7,2
I_C(mA)	0	0	0	0	30	60	120	180	198	202	204	204
أنظمة الإشتغال	الترانزستور متوقف				النظام الخطي (مضخم)				الترانزستور مشبع			

عموما عند تغيير التوتر U_{BE} يمر الترانزستور من ثلاثة أنظمة :

حالة التوقف :

عندما يكون قاطع التيار K مفتوحا $I_B=0$ ، و $I_C=0$ يكون الترانزستور في هذه الحالة مكافئا لقاطع تيار مفتوح بين المجمع C والباعث E .

حالة الإشتغال الخطي :

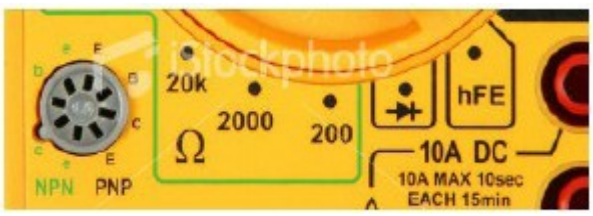
عندما يكون $U_{BE}<U_S$ ، في هذا المجال نلاحظ أن I_C تتناسب اطرادا مع I_B بحيث :

$$I_C=\beta\, I_C$$

β : تسمى معامل التضخيم للترانزستور، غالبا ما تكون محصورة بين $0-1000$.

دارة القاعدة تتحكم في دارة المجمع، تسمى بظاهرة مفعول الترانزستور.

يمكن قياس β بواسطة جهاز Transistomètre أو جهاز متعدد القياس (نقيس المعامل β أو h_{FE}).



حالة الإشباع :

عندما تصبح شدة التيار I_C ثابتة حتى بالنسبة لقيم تزايدية لـ I_B نقول أن الترانزستور أصبح مشبعا.
يكون في هذه الحالة التوتر بين المجمع و الباعث منعدما ويصبح الترانزستور مكافئا لقاطع تيار مغلق بين المجمع C و الباعث E .

أنظمة الإشتغال	متوقف	مضخم	مشبع
EB استقطاب	معاكس	مباشر	مباشر
CB استقطاب	معاكس	مباشر	مباشر
النتائج	$I_B=0$	$I_C=\beta\times I_B$	$I_C<\beta\times I_B$
	$I_C=0$	$U_{CE}>0$	$U_{CE}=0V$
	$U_{CE}=E_2$	$U_{CE}>U_{BE}$	$U_{CE}<U_{BE}$

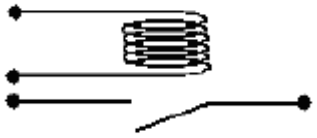
ملحوظة :

يمكن للترانزستور أن يمر بسرعة من الحالة المتوقفة إلى حالة الإشباع أو العكس صحيح دون المرور بالإشتغال الخطي، نقول أن الترانستور يشتغل بالكل أو لا شيء.

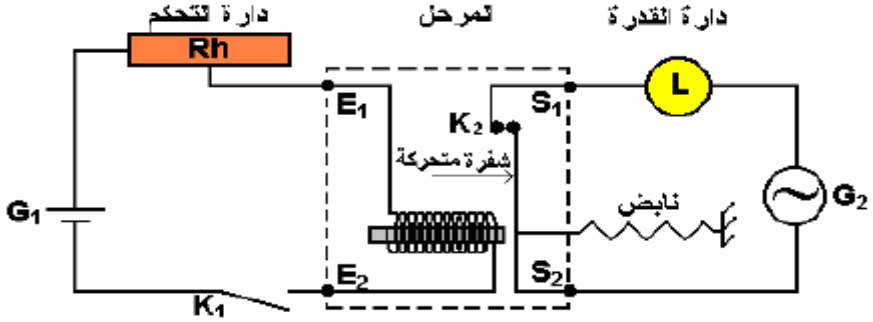
4. بعض التراكيب الإلكترونية البسيطة التي تحتوي على الترانزستور

4. 1. الرحل : Relais

المرحل رباعي القطب يتكون أساسا من **نرمز له بـ :**
كهرمغناطيس قادر على فتح أو غلق قاطع التيار حسب قيمة توتر دارة التحكم للمرحل.

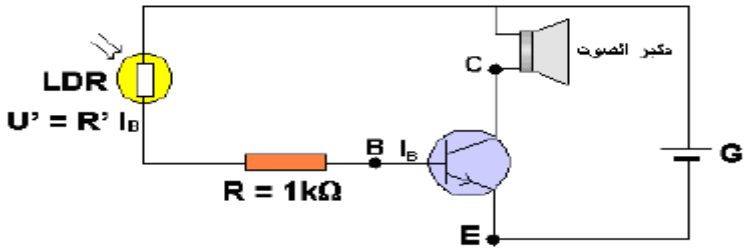


◈ مبدأ اشتغال المرحل



عند غلق قاطع التيار K_1 تجذب نواة الكهرمغناطيس مما يؤدي إلى غلق قاطع التيار K_2 (الشفرة المتحركة). وبالتالي يضيء المصباح.
عند فتح قاطع التيار K_1 ترجع الشفرة إلى موضعها الأول (بواسطة تأثير النابض) فيفتح قاطع التيار K_2 فينطفىء المصباح.

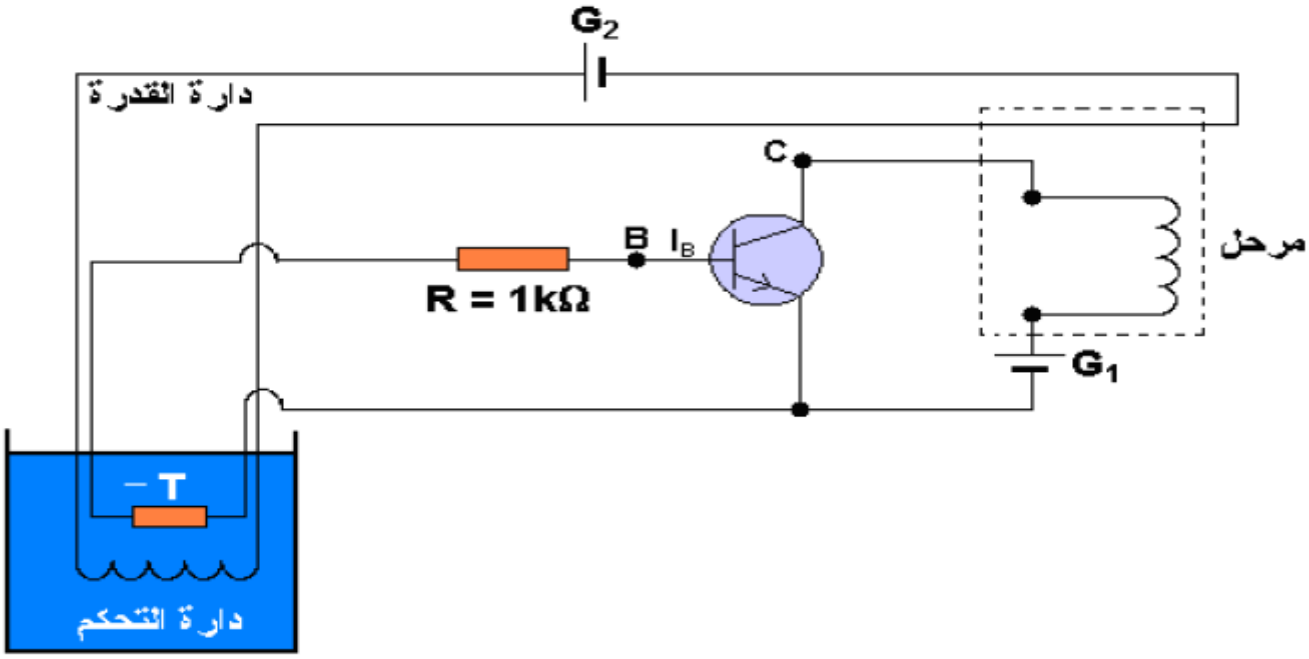
4. 2. تركيب مؤشر الضوء



هذا التركيب يمكن من التحكم في مكبر الصوت بواسطة إضاءة المقاومة الضوئية $L.D.R$ ، في الضوء يصدر مكبر الصوت صوتا معينا و في الضلام لا يصدر أي صوت.

◈ **تعليل :** في الضلام تكون مقاومة $L.D.R$ هي $R'=1M\Omega$ و بالتالي I_B = وهي قيمة صغيرة جدا يمكن اعتبارها منعدمة. وبالتالي $I_C\approx 0$ ، إذن لا يمر أي تيار في مكبر الصوت.
في الضوء تكون كذلك مقاومة $L.D.R$ هي $R'=100\Omega$ ومنه تكون لـ I_B قيمة مهمة، وبالتالي تكون كذلك لـ I_C قيمة مهمة تمكن من تشغيل مكبر الصوت.

4. 3. مؤشر السخونة



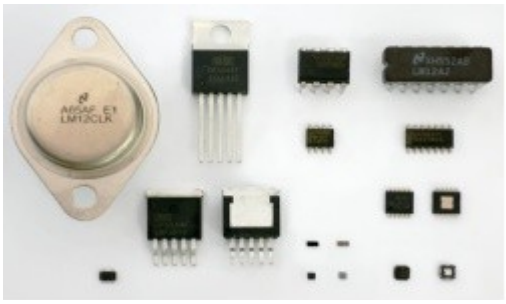
يمكن هذا التركيب من التحكم في المرحل بواسطة المقاومة الحرارية CTN .
عند درجة حرارة منخفظة لـ CTN لن تشتغل دارة القدرة.
عند درجة حرارة مهمة لـ CTN تشتغل دارة القدرة.

◈ تعليل :

عند درجة حرارة منخفضة تكون لـ CTN مقاونة جد كبيرة و بالتالي تكون I_B منعدمة. ومنه $I_C=0$ إذن يقفل المرحل ولاتشتغل دارة القدرة.
عند درجة حرارة مرتفعة تكون لـ CTN CTN مقاومة ضعيفة وبالتالي يمر تيار I_B ، إذن يمر تيار I_E

، يغلق المرحل و تشتغل دارة القدرة.

الوحدة 7 : التراكيب الإلكترونية – المضخم العملياتي Montages électroniques – Amplificateur opérationnel

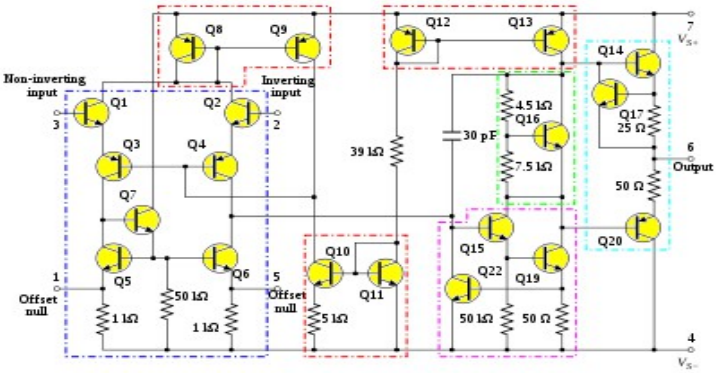


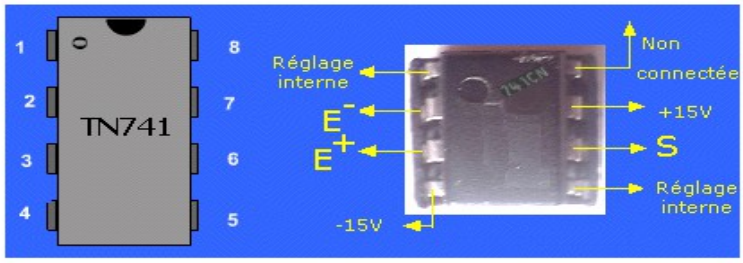
تمكنت الإلكترونيك الحديثة من إنجاز دارات كهربائية معقدة تحتوي على الآلاف من الترانزستورات والموصلات الأومية والمكثفات.

إنها الدارات المتكاملة المعروفة التي من بينها نجد المضخم الخطي ذي الدارة المتكاملة الذي نسميه كذلك المضخم العملياتي.

1. تقديم المضخم العملياتي Présentation de l'amplificateur opérationnel parfait

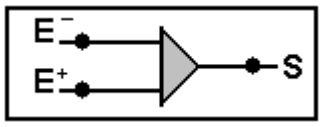
المضخم العملياتي دارة متكاملة لها 8 أقطاب (تسمى الأرجل) ، وهو يتضمن عددا كبيرا من الترانزستورات, يمثل الشكل أسفله المضخم العملياتي 741 الذي سنستعمله في دراستنا.





* المربطان 5 و 1 (offset) لن نستعملها في تجاربنا حيث لا يصلحا إلا لضبط اشتغال المضخم العملياتي.
* المربط 2 يسمى المدخل العاكس E^- .
* المربط 3 يسمى المدخل غير العاكس E^+ .
* المربطان 4 و 7 يستعملان لتغذية المضخم العملياتي $(+15V, -15V)$
* المربط 6 يسمى المخرج.
* المربط 8 يبقى غير مستعمل (غير مرتبط)

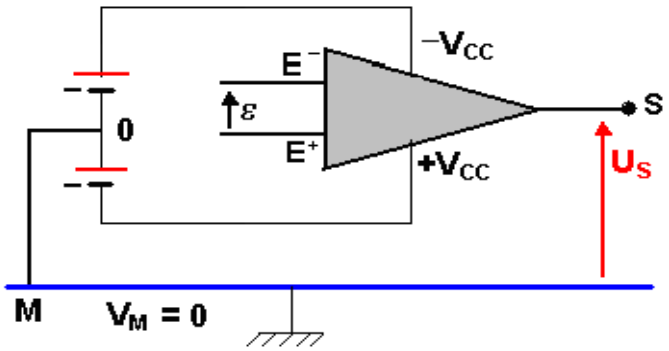
الرمز الكهربائي الأكثر انتشارا هو :



2. تغذية المضخم العملياتي (استقطاب المضخم)

تم تصميم المضخم العملياتي لكي يغدى بواسطة منبعين G_1 و G_2 وأن تكون التغذية متماثلة. وتستعمل عادة $V_{CC}=+15V$ و $-V_{CC}=-15V$.

يعتبر الهيكل M مرجعا للجهود الكهربائية $(V_M=0)$



وبالتالي نكتب :

$U_S=V_S-V_M=V_S$ و $U_{E+}=V_{E+}$ و $U_{E-}=V_{E-}$ -

المقدار ε يمثل التوتر بين المدخلين العاكس وغير العاكس حيث :

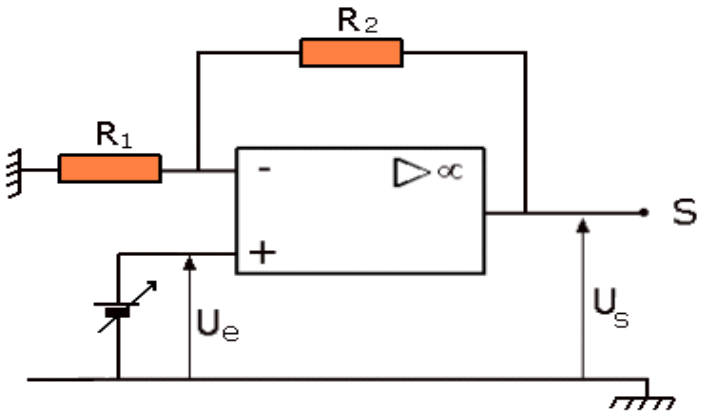
$$\varepsilon=U_{E^-E+}=V_{E^-}-V_{E^+}$$

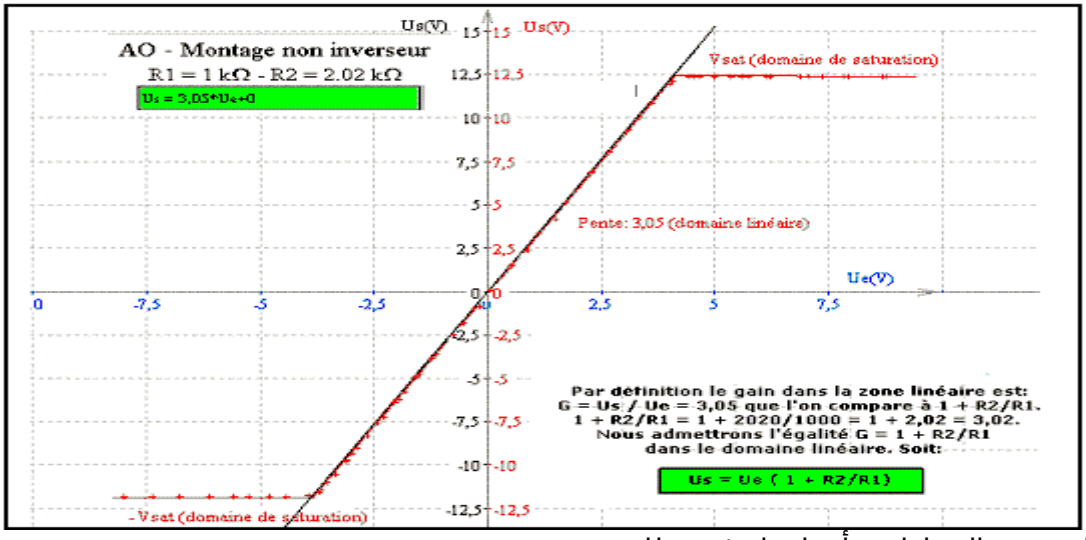
3. أنظمة اشتغال المضخم العملياتي

3. 1. تركيب المضخم غير العاكس

ننجز التركيب التجريبي الممثل في الشكل جانبه. نغير توتر الدخول U_e بواسطة مولد التوتر المستمر القابل للضبط بين $+V_{CC}$ و $-V_{CC}$ نقيس توتر الخروج U_s فنحصل على النتائج التالية.

يمثل المنحنى $U_S=f(\varepsilon)$ مميزة التحويل للمضخم العملياتي :





يشتغل المضخم العملياتي أساسا وفق نظامين :

◈ ***النظام الخطي :*** عندما يكون التوتر ε محصورا بين القيمتين : $-\varepsilon<\varepsilon<+\varepsilon$

في النظام الخطي :

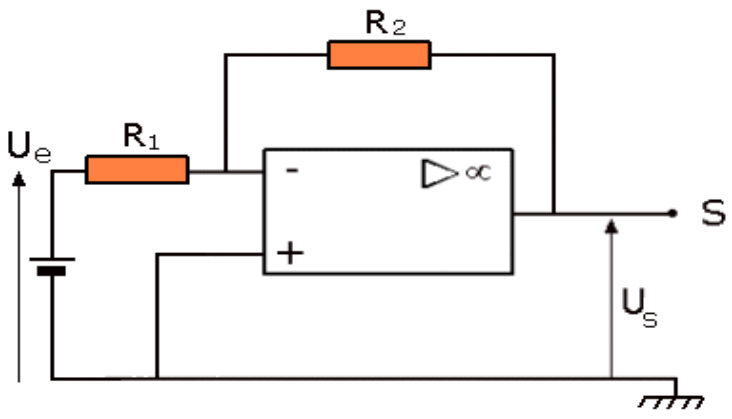
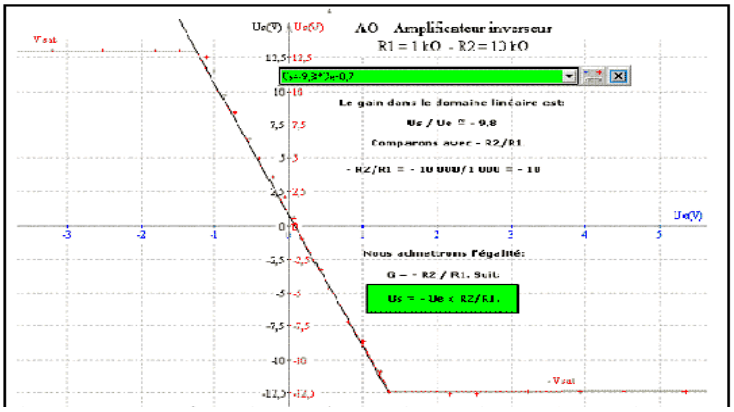
$$U_S=f(U_e)=A_0\times U_e$$

$$\Rightarrow A_0=\frac{U_S}{U_e}$$

يسمى المعامل A_0 معامل التضخيم الفرقي.

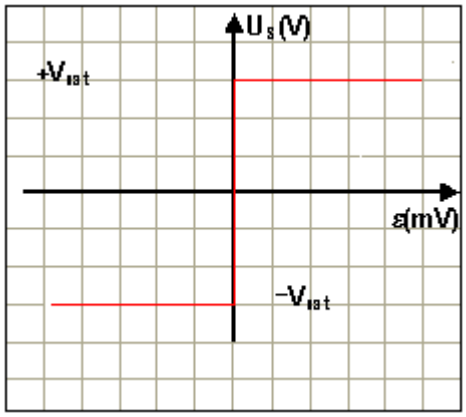
◈ ***حالة الإشباع :*** عندما يكون التوتر ε خارج المجال السابق ويوافق توتر الخروج U_S توتر التغدية V_{CC} .

3. 2. تركيب المضخم العاكس

التركيب التجريبي	مميزة التحويل
	

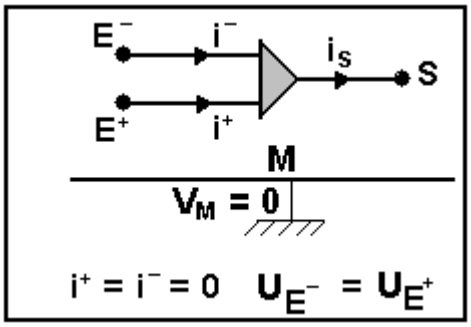
✳ *المضخم العملياتي الكامل :*

لتسهيل دراسة اشتغال المضخم العملياتي الحقيقي في النظام الخطي ، نعرف المضخم العملياتي الكامل (أو المثالي) الذي يتميز بمقاومة R_e لامتناهية في الكبر عند مدخليه $(R_e \to \infty)$ ، تمنع مرور التيار الكهربائي من وإلى أي من المدخلين ، كما يتميز بأن التوتر ε بين مدخليه لا متناه في الصغر $(\varepsilon \to 0)$.



مميزات المضخم العملياتي الكامل :

$i^+ = i^- = 0$, $\varepsilon = 0$, $R_e \to \infty$, $A_0 \to \infty$



الجـــزء الثـــانـــي : مـــكـــونـــات المـــادة

الوحدة 3 : هندسة بعض الجزيئات – Géométrie de quelques molécules

1. القاعدتان الثنائية و الثمانية :

هناك قليل من العناصر الكيميائية المعروفة التي تتواجد على شكل ذرات معزولة. ففي أغلب الأحيان، تسعى الذرات إلى فقدان أو اكتساب إلكتروناتها للتنتج أيونات، هذه الأخيرة تترابط فيما بينها لتكون جزيئات أكثر استقرار.

1. 1. استقرار ذرات الغازات النادرة

الغازات النادرة هي العناصر الوحيدة التي توجد في حالة معزولة، نقول أنها مستقرة. فهي لا تتفاعل مع أي عنصر كيميائي آخر، كما أنها لا تعطي أي أيون : نقول إنها غازات خاملة inerte كيميائيا. ويرتبط هذا الإستقرار (الخمول) كون طبقتها الخارجية طبقة مشبعة.

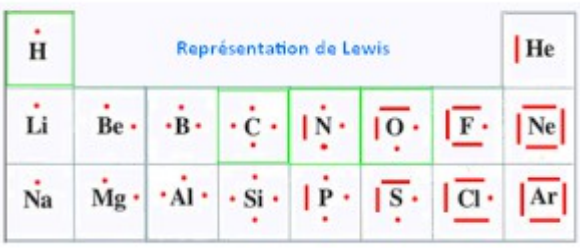
تبين البنية الإلكترونية لذرات الغازات النادرة أن طبقتها الخارجية تحتوي على 2 إلكترون أو 8 إلكترون، لذا أطلق الإسم : البنية الثنائية والبنية الثمانية structures en duet et en octet.

1. 2. نص القاعدتان الثنائية و الثمانية :

تسعى الذرات غير المستقرة، إلى إكتساب أو فقدان أو إشراك إلكتروناتها، لكي تمتلك البنية الثنائية أو البنية الثمانية المستقرة، حيث :

خلال التحولات الكيميائية ، تسعى ذرات العناصر الكيميائية إلى أن تكون طبقتها الإلكترونية الخارجية محتوية على :

* إلكترونين (ثنائي duet) بالنسبة للعناصر ذات العدد الذري الأقرب إلى العدد الذري للهيليوم.
* 8 إلكترونات (ثماني octet) بالنسبة لعدد كبير من العناصر الكيميائية الأخرى.



2. نموذج لويس للذرات

3 . الجزيئات :

3. 1. تعريف :

الجزيئة هي وحدة كيميائية أي أصغر جزء من الجسم (من المادة)، تتكون من ذرات مرتبطة فيما بينها بروابط. و تكون الجزيئة مستقرة كما أنها تكون متعادلة كهربائيا.

جميع جزيئات الجسم الخالص متشابهة فيما بينها.

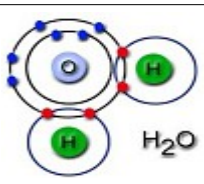
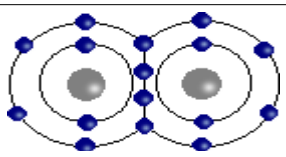
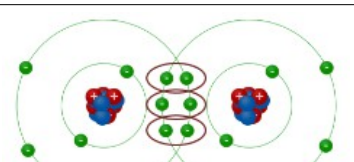
عندما تترابط الذرات فيما بينها ، فإنها تشرك إلكتروناتها الخارجية طبقا للقاعدتين الثنائية و الثمانية، و ينتج عن هذا التشارك ما يسمى بالرابطة التساهمية.

3. 2. الرابطة التساهمية :

أ – تعريف :

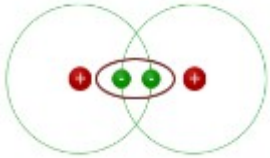
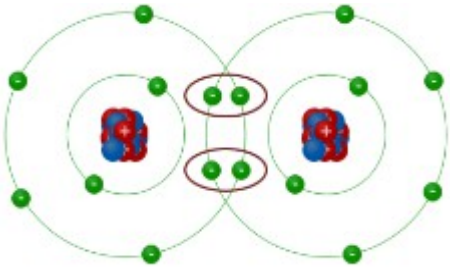
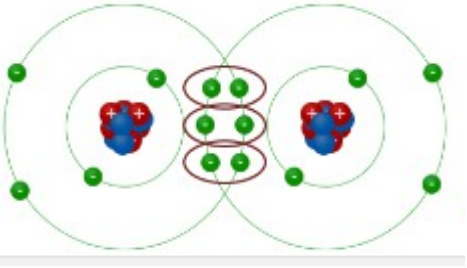
تنتج الرابطة التساهمية عن إشراك زوج إلكتروني بين ذرتين حيث يحقق هذا الزوج الإلكتروني تماسك الذرتين واستقرار الرابطة التساهمية.

أمثلة لبعض الجزيئات :

جزيئة الماء	جزيئة ثنائي الأوكسجين	جزيئة ثنائي الآزوت
		

ب – تمثيل الرابطة :

تمثل الرابطة بخط يربط بين رموز الذرات، وتسمة الصيغة المحصل عليها بالصيغة المنشورة للجزيئة.

الرابطة	نموذج	لويس
بسيطة		H—H
ثنائية		O=O
تلاثية		N≡N

3. 3. تمثيل الجزيئات حسب نموذج لويس

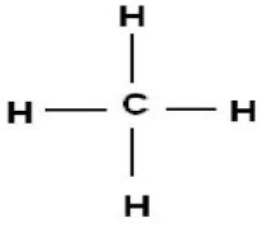
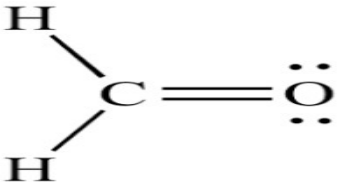
عند تمثيل جزيئة حسب نموذج لويس يجب أن نبين الأزواج الإلكترونية الرابطة بين الذرات (الروابط التساهمية) و الأزواج غير الرابطة (الأزواج الحرة) قد تحملها بعض الذرات.

لتمثيل الجزيئات حسب نموذج لويس نتتبع الخطوات التالية :

- كتابة البنية الإلكترونية لكل الذرات المكونة للجزيئة.
- تحديد العدد الإجمالي لمجموع الإلكترونات الحرة للطبقات الخارجية لكل البنيات الإلكترونية N_e
- تحديد العدد الإجمالي L_T للأزواج الرابطة والأزواج غير الرابطة (الحرة) للجزيئة حيث : $L_T=\frac{N_e}{2}$.
- بالإعتماد على القاعدتان الثنائية و الثمانية نقوم بتحديد العدد الإجمالي L_{NL} للأزواج غير الرابطة للجزيئة.
- استنتاج العدد الإجمالي للأزواج الرابطة L_L للجزيئة حيث : $L_L=L_T-L_{NL}$.

مثال :

جزيـــئـــة	إلكترونات الطبقة الخارجية	تمثيل لويس
H_2O الماء	O : 6 إلكترونات الطبقة الخارجية H : إلكترون الطبقة الخارجية إلكترون $N_e=(1)\times 2+6=8$ $L_T=\frac{N_e}{2}=4$ و $L_{NL}=2$ $L_L=L_T-L_{NL}=2$	H—Ö—H H—O—H
NH_3 الأمونياك	N : 5 إلكترونات الطبقة الخارجية H : إلكترون الطبقة الخارجية إلكترون 8 = 5 + 3 × (1) 3 : أزواج رابطة و 1 : أزواج حرة	H — N — H H

الميثان CH_4	الميثانال H_2CO	ثنائي أوكسيد الكربون CO_2
		

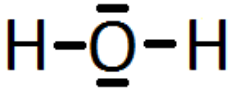
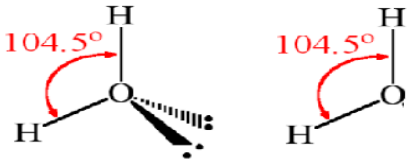
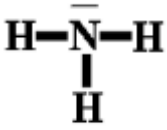
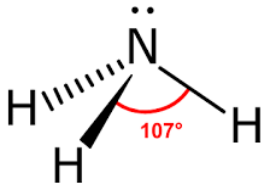
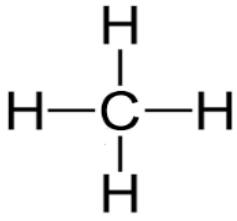
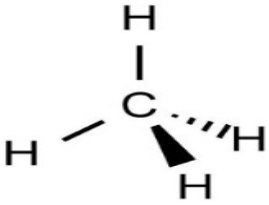
4. هندسة بعض الجزيئات البسيطة

تتموضع الأزواج الإلكترونية، لذرة مركزية لجزيئة ذات روابط بسيطة، في الفضاء، وتتباعد فيما بينها، بحيث تصبح التنافرات الإلكترونية ضعيفة.

5. تمثيل كرام Représentation de CRAM

إذا كان نموذج لويس يمكن من التمثيل المستوي للجزيئات ، ويمكن من معرفة الذرات المترابطة فيما بينها في الجزيئة ، فإنه لا يقدم أية معلومات عن توضع ذرات الجزيئة في الفضاء. يمكن إذن تمثيل كرام من نمذجة الهندسة الفضائية للجزيئة و يساعد على إعطاء فكرة عن الهندسة الفضائية للجزيئة.

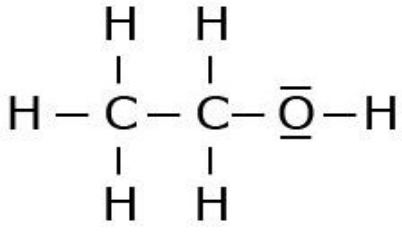
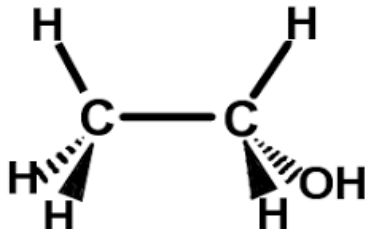
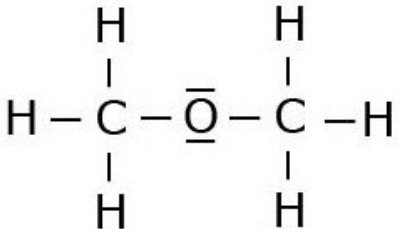
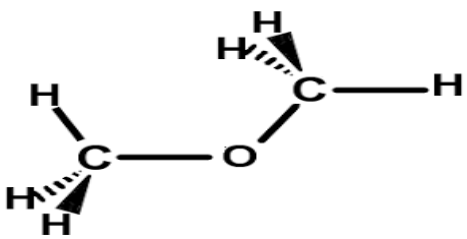
أمثلة :

جزيئة	تمثيل لويس	تمثيل كرام
H_2O الماء		
NH_3 الأمونياك		
CH_4 الميثان		

6. التماكب

المتماكبات هي مركبات جزيئية لها نفس الصيغة الإجمالية لكن لها صيغ منشورة مختلفة.

مثال : متماكبات جزيئة صيغتها الإجمالية C_2H_6O

	تمثيل لويس	تمثيل كرام
جزيئة الإيثانول		
جزيئة مثيل أوكسيد ميثان		

الوحدة 4 : الترتيب الدوري للعناصر الكيميائية Classification périodique des éléments chimiques

1. طريقة مندليف في إنشاء الترتيب الدوري للعناصر الكيميائية

بعد ترتيب العناصر الكيميائية حسب الكتل المولية الذرية التصاعدية ، تبين للكيميائي الروسي ديميتري مندليف أن مجالات منتظمة تفصل العناصر التي لها خواص كيميائية متشابهة. مما جعله يستنتج أن هناك دورية بالنسبة للعناصر.
ورغم عدم معرفة مندليف بتكوين الذرة ، وبالنظائر وبعدد كبير من العناصر ، وكذا عدم دقة الكتل المولية الذرية ، اقترح مندليف سنة 1869 أول ترتيب دوري مكون من 63 عنصرا معروفا في ذلك الوقت. حيث تم ترتيب هذه العناصر تصاعديا حسب الكتل المولية الذرية ، مع احترام دورية الخواص الكيميائية. وقد وضعت في الصفوف الأفقية العناصر التي لها خواص كيميائية متشابهة.

وقد تم فعلا اكتشاف العناصر التي تنبأ بها مندلييف فيما بعد وتبين أن خواصها مطابقة للخواص التي تنبأ بها.

2. المعايير الحالية للترتيب الدوري للعناصر الكيميائية

يتكون الترنيب الدوري من حوالي 115 عنصر ، معروفا في الوقت الحاضر ، من 7 صفوف أفقية تسمى دورات و 8 عمودا رأسيا تسمى مجموعات.
وترتب العناصر الكيميائية حسب المعايير التالية :
◈ في الدورات ترتب العناصر حسب الأعداد الذرية التزايدية.
◈ في المجموعات ، ترتب العناصر التي لها نفس عدد الإلكترونات في المستوى الخارجي.
فيما يخص الجدول المبسط $(Z \leq 18)$ فهو يتكون من ثلاث دورات و ثمان مجموعات.

Classification périodique réduite

	colonnes / périodes	1	2	13	14	15	16	17	18
		1	2	3	4	5	6	7	8
K	1	H							He
L	2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
M	3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar

3. استعمال الترتيب الدوري

3. 1. المجموعات الكيميائية :

تسمى المجموعة الكيميائية مجموع العناصر الكيميائية التي تنتمي إلى نفس العمود الرأسي للترتيب الدوري للعناصر الكيميائية.

3. 2. الخاصيات الكيميائية المشتركة :

تضم العناصر الكيميائية المنتمية إلى نفس المجموعة على نفس عدد الإلكترونات في الطبقة الخارجية، وتتصف بخواص كيميائية جد متقاربة.

☜ **مجموعة القلائيات** Alcalins و هي عناصر العمود I من الترتيب الدوري المبسط .
- تسمى عناصر هذه المجموعة بالفلزات القلائية، تحتوي ذراتها على إلكترون واحد في الطبقة الخارجية، وينتج عنها كاثيونات تحمل شحنة $+$.

☜ **مجموعة القلائيات الترابية** Alcalino-terreux و هي عناصر العمود II من الترتيب الدوري المبسط .
- تحتوي ذراتها على إلكترونين في الطبقة الخارجية، وينتج عنها كاثيونات تحمل شحنة $2+$.

☜ **مجموعة الهالوجينات** Halogènes و هي عناصر العمود $XVII$ من الترتيب الدوري المبسط
- تحتوي ذراتها على 7 إلكترونات في الطبقة الخارجية، وينتج عنها أنيونات تحمل شحنة $-$.

☜ **مجموعة الغازات النادرة** Gaz nobles و هي عناصر العمود $XVIII$ من الترتيب الدوري المبسط .

الجـــزء الثـــانـــي : تـــــحـــولات المـــــادة

الوحدة 5 : أدوات لوصف مجموعة Outils de description d'un système

1. المول : وحدة كمية المادة

1. 1. تغيير السلم

للمرور من السلم العادي (الماكروسكوبي) إلى السلم الميكرسكوبي ومقارنة عيناتهما من المادة فكر الكيميائيون بتغيير السلم وذلك بإذخال قدر جديد وهو كمية المادة وحدتها المول.

تعريف المول :

◈ المول هو كمية المادة لمجموعة تحتوي على عدد من المكونات الأساسية (دقائق:قد تكون ذرات، جزيئات، إلكترونات) عددها يساوي عدد الذرات الموجودة في 0.012Kg من الكربون $^{12}_{6}C$

استثمار :

لنبحث عن عدد ذرات الكربون الموجودة في مول واحد من الكربون 12

كتلة ذرة كربون واحدة هي :

$$m(^{12}_{6}C)=A\,.\,m_P=12\times 1{,}67\,.10^{-27}=2{,}00\,.10^{-26}\,kg$$

عدد ذرات الكربون الموجودة في مول واحد هي :

$$N_{Atomes}=\frac{12.10^{-3}}{2{,}00\,.10^{26}}=6{,}00\,.10^{23}\,atomes$$

حساب أكثر دقة يعطي القيمة $6{,}02\,.10^{23}$ ذرة. وهذا العدد يسمى ثابتة أفوكادرو نرمز له بـ N_A

$$N_A=6{,}02\,.10^{23}\,mol^{-1}$$

تطبيق :

1 – أحسب الكتلة التقريبية لذرة الحديد $^{56}_{26}Fe$ (نذكر أن كتلة نوية هي $1{,}67.10^{-27}\,kg$)

$$m(^{56}_{26}Fe)=A\,.\,m_P=56\times 1{,}67\,.10^{-27}=9{,}352\,.10^{-26}\,kg$$

2 – إذا اعتبرنا أن مسمار من الحديد يتكون من نضير الحديد $^{56}_{26}Fe$ فقط وكتلته هـى 10g أحسب العدد التقريبية لذرات الحديد الموجودة في هذا المسمار.

$$N_{Atomes}=\frac{10.10^{-3}}{9{,}358\,.10^{-26}}=1{,}069\,.10^{23}\,atomes$$

3 – أحسب كمية المادة التي يحتوي عليها هذا المسمار من الحديد.

كمية المادة التي يحتوي عليها المسمار من الحديد هي :

$$n(Fe)=\frac{N_{Atomes}}{N_A}=\frac{1{,}0686.10^{23}}{6{,}02\,.10^{23}}=0{,}18\,mol$$

1. 2. وحدة كمية المادة :

كمية المادة مقدار فيزيائي وحدتها في النظام العالمي للوحدات هي المـــول (mol) .

2. الكتلة المولية :

2. 1. الكتلة المولية الذرية :

الكتلة المولية الذرية لعنصر كيميائي ، هي كتلة مول واحد من ذرات هذا العنصر في حالته الطبيعية.

نرمز لها بـــ M وحدتها في $U.S.I$ هي $\frac{kg}{mol}$ لكن عمليا نستعمل $\frac{g}{mol}$

مثال :

ذرة	$M=A\times N_A\times m_p$	الكتلة المولية
الهيدروجين $^{1}_{1}H$	$M(H)=1\times 6{,}02\,.10^{23}\times 1{,}765\,.10^{-27}\approx 0{,}001\,kg$	$M(H)=1\text{g}\times mol^{-1}$
الكربون $^{12}_{6}C$	$M(C)=12\times 6{,}02\,.10^{23}\times 1{,}765\,.10^{-27}\approx 0{,}012\,kg$	$M(C)=12\text{g}\times mol^{-1}$
الآزوت $^{14}_{7}N$	$M(N)=14\times 6{,}02\,.10^{23}\times 1{,}765\,.10^{-27}\approx 0{,}014\,kg$	$M(N)=14\text{g}\times mol^{-1}$
الأوكسجين $^{16}_{8}O$	$M(O)=16\times 6{,}02\,.10^{23}\times 1{,}765\,.10^{-27}\approx 0{,}016\,kg$	$M(O)=16\text{g}\times mol^{-1}$

ملحوظة :

عند حساب الكتلة المولية الذرية لعنصر ما يجب الأخذ بعين الاعتبار الوافرة الطبيعية للنظائر.

مثال : الكتلة المولية الذرية لعنصر النحاس Cu

عنصر النحاس Cu في الحالة الطبيعية يتكون أساسا من النظيرين : $^{65}Cu\,(30{,}8\%) - ^{63}Cu\,(69{,}1\%)$

كتلة مول واحد من الذرات ^{63}Cu هي : $M\left(^{63}Cu\right)=63\text{g}\times mol^{-1}$

كتلة مول واحد من الذرات ^{65}Cu هي : $M\left(^{65}Cu\right)=65\text{g}\times mol^{-1}$

إذن كتلة مول واحد من ذرات النحاس في الحالة الطبيعية هي :

$$M\left(Cu\right)=0{,}691\times M\left(^{63}Cu\right)+0{,}308\times M\left(^{65}Cu\right)=65{,}5\,g/mol$$

2. 2. الكتلة المولية الجزيئية :

الكتلة المولية للجزيئية لمادة كيميائية هي كتلة مول واحد من هذه المادة وهي تساوي مجموع الكتل المولية لذرات المكونة لها. يعبر عنها بـ $\frac{g}{mol}$

أ – حساب الكتلة المولية الجزيئية :

نعتبر جزيئة الماء H_2O ،الكتلة المولية لجزيئة الماء تساوي مجموع الكتل المولية الذرية للذرات المكونة لها.

$$M\left(H_2O\right)=2\times M\left(H\right)+M\left(O\right)=2\times 1+16=18\text{g}/mol$$

ب – تعميم :

نعتبر الحالة العامة لجزيئة A_xB_y :

نحسب الكتلة المولية لهذه الجزيئة كالتالي :

$$M\left(A_xB_y\right)=x\times M\left(A\right)+y\times M\left(B\right)$$

مثال :

أتمم الجدول التالي :

الجزيئات	الكتل المولية بـــ g/mo ا
ثنائي الهيدروجين H_2	$M\left(H_2\right)=2\times M\left(H\right)=2\text{g}/mol$
الماء H_2O	$M\left(H_2O\right)=2\text{M}\left(H\right)+M\left(O\right)=2+16=18\text{g}/mol$
الساكاروز $C_{12}H_{22}O_{11}$	$M\left(C_{12}H_{22}O_{11}\right)=12\text{M}\left(C\right)+22\text{M}\left(H\right)+11\text{M}\left(O\right)=342\text{g}/mol$

تطبيق : أحسب الكتل المولية للمركبات التالية :

كبريتور الحديد، كبريتور الزنك، أوكسيد الحديد II ، أوكسيد النحاس I ، الإيثانول، برمنغنات البوتاسيوم، أوكسيد الألومنيوم.

3. كمية المادة

3. 1 . كمية المادة و الكتلة :

نعلم أن مولا واحدا من جسم X كتلته المولية هي $M(X)$ و عدد المكونات الأساسية الموجودة يساوي عدد أفوكادرو N_A .

لنبحث عن عدد المكونات الأساسية N في عينة كتلتها m ، من جسم كتلته المولية M .

$$1\,(mol)\rightarrow M\rightarrow N_a$$
$$n\,(mol)\rightarrow m\rightarrow N$$

$$n=\frac{N}{N_a}=\frac{m}{M}$$

3. 2 . تحديد كمية مادة عينة انطلاقا من حجمها :

أ – الكتلة الحجمية والكثافة :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

كثافة جسم ما d ذي كتلة حجمية ρ بالنسبة لجسم مرجعي ذي كتلة حجمية ρ_0 هي :

$$d = \frac{\rho}{\rho_0}$$

بالنسبة للأجسام الصلبة والسائلة يتم اختيار الماء كجسم مرجعي :

$$\rho_{ماء} = \rho_0 = \frac{1\,kg}{1\text{L}} = \frac{1000\text{g}}{1000\text{mL}} = \frac{1\text{g}}{mL} = \frac{1\text{g}}{cm^3}$$

ب – علاقة كمية المادة بالحجم :

كمية المادة n الموجودة في عينة ما من مادة X ، وذات حجم V وكتلة مولية M وكتلة حجمية ρ ، تحددها العلاقة التالية :

$$n = \frac{m}{M} = \frac{\rho \times V}{M}$$

4. مول الأجسام الغازية :

4. 1. قانون افوكادرو أمبير :

إن مول واحد من غاز X كيفما كان نوعه يشغل حجما V_m يسمى الحجم المولي للغازات. قيمة الحجم المولي V_m تتعلق بدرجة الحرارة T و الضغط P .

4. 2. تعريف :

الحجم المولي لغاز هو الحجم الذي تشغله كمية مادة تساوي مولا واحدا من جزيئات هذا الغاز.

4. 3. قانون افوكادرو أمبير :

في نفس الشروط لدرجة الحرارة و الضغط ، تحتوي حجوم متساوية لغازات مختلفة على نفس كمية المادة (العدد نفسه من مولات الجزيئات)

4. 4. الشروط النظامية و الحجم المولي النظامي

.قيمة الحجم المولي V_m تتعلق بدرجة الحرارة T و الضغط p .

في الشروط النظامية لدرجة الحرارة والضغط هي :

✳ الضغط النظامي : $P_0 = 1{,}013\,10^5\,Pa \approx 1\text{bar} \approx 1\text{atm}$

✳ درجة الحرارة النظامية : $\theta_0 = 0\,°C$ لدينا: $V_m = V_0 = 22{,}4\,\text{L.mol}^{-1}$ يسمى الحجم المولي ، الحجم المولي النظامي.

لكي يتسنى لنا مقارنة مختلف الغازات، يجب اختيار الشروط التجريبية نفسها.

4. 5. تعبير كمية المادة في حالة الأجسام الغازية :

إن حجما $V(X)$ لغاز X يحتوي على كمية المادة $n(X)$ من هذا الغاز بحيث :

$$n(X) = \frac{V(X)}{V_m}$$

4. 6. كثافة غاز بالنسبة للهواء

◈ تعريف

كثافة غاز بالنسبة للهواء هي النسبة بين كتلة حجم معين V من غاز و كتلة نفس الحجم V من الهواء.
نأخذ الغاز و الهواء في الشروط النظامية نفسها لدجة الحرارة و الضغط.

$$d_{(\text{كثافة الغاز / الهواء})}=\frac{m(\text{كتلة الحجم من الغاز})}{m'(\text{كتلة الحجم نفسه من الهواء})}$$

حالة خاصة :

في الشروط النظامية ، الحجم المولي V_0 لغاز هو $22,4\,L.mol^{-1}$ والكتلة الحجمية للهواء تساوي $\rho=1,293\,g.L^{-1}$. نستنتج أن كتلة مول واحد من الهواء هي 29g.mol^{-1} فيصبح تعبير الكثافة هو :

$$d_{(\text{كثافة الغاز / الهواء})}=\frac{M(X)}{M'(\text{كتلة المولية من الهواء})}=\frac{M(X)}{\rho\times V_0}=\frac{M(X)}{1,293\times 22,4}=\frac{M(X)}{29}$$

5. معادلة الحالة للغازات الكاملة

عموما لتحديد حالة أي غاز، يجب تحديد أربع متغيرات وهي : الضغط p و الحجم V و ودرجة الحرارة T و كمية المادة n و تبين التجارب أن تغير أحد هذه المتغيرات يؤثر على متغير آخر على الأقل. وتسمى هذه المتغيرات : متغيرات الحالة للغاز.

معادلة الحالة للغازات الكاملة équation d'etat des gazs parfaits :

✳ نقول إن غاز كامل إذا كانت التأثيرات البينية لجزيئاته جد ضعيفة.
✳ يمكن اعتبار كل غاز يوجد تحت ضغط ضعيف، غازا كاملا.

كيفما كانت تسلسلات التحولات التي تطرأ على كمية معينة من غاز كامل فإن الكمية $\frac{pV}{nT}$ تبقى ثابتة.

نرمز لهذه الثابتة بـ R وتصبح العلاقة هي :

$$p\times V=n\times R\times T$$

تسمى هذه المعادلة، معادلة الحالة للغازات الكاملة حيث تسمى R ثابتة الغازات الكاملة.

درجة الحرارة المطلقة :

العلاقة التي تجمع درجة الحرارة المطلقة T وحدتها (K) ودرجة الحرارة المئوية سيلسيوس θ هي :

$$T(K)=\theta°C+273,15$$

الوحدة 1 : التركيز المولي للأنواع الكيميائية في محلول Concentration molaire des espèces chimiques en solution

1. مفهوم الجسم المذاب والجسم المذيب و المحلول

نسمي محلول كل خليط متجانس سائل يتكون من جسم مذيب وجسم مذاب. إذا كان المذيب هو الماء ، نسمي المحلول المحصل عليه : محلولا مائيا. يمكن لمحلول أن يحتوي على جزيئات أو أيونات.

2. التركيز المولي لمحلول

التركيز المولي C لمحلول هو ناتج قسمة كمية مادة المذاب n على حجم المحلول V_S . يعبر عنه بـ $mol.L^{-1}$.

$$C=\frac{n}{V_S}$$

ملحوظة :

* لا يمكن أن نتحدث عن التركيز إلا إذا كان المحلول متجانسا.
* يمكن أن نعتبر بأن ذوبان المذيب لا يصاحبه تغير في الحجم، وبالتالي نعتبر بأن حجم المحلول يساوي تقريبا حجم المذيب.
* في بعض الحالات (التحاليل الطبية مثلا)، يستعمل التركيز الكتلي المعبر عنه بـ g/L .
* عندما نضيف كميات متتالية من مذاب في الماء نلاحظ أنه لايذوب بعد إضافة كمية معينة منه، نقول إن المحلول مشبع بالمذاب ونسمي تركيز المذاب في المحلول المائي المشبع بالذوبانية.
* نرمز لذوبانية جسم X في مذيب بالحرف S ، وهي ناتج قسمة كمية المادة للجسم اللازمة للحصول على محلول مشبع على حجم المحلول V_S ونكتب :

$$S(X)=\frac{n(X)}{V_S}$$

3. تحضير محلول مائي

يتميز الماء بقدرته العالية على ذوبان عدة أجسام صلبة أو سائلة أو غازية وذلك راجع إلى قطبية جزيئته.

مثال : الطريقة العملية لتحضير محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم ذي تركيز : $C(NaOH)=0,5\,mol/L$.

لنحسب كتلة هيدروكسيد الصوديوم اللازمة أخذها لتحضير هذا المحلول :

نعلم أن :

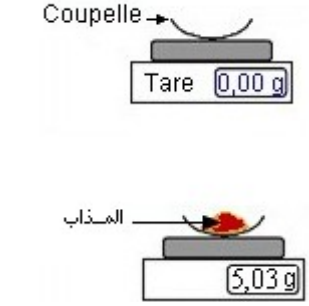
$$C=\frac{n}{V_S} \quad \text{و} \quad n=\frac{m}{M}$$

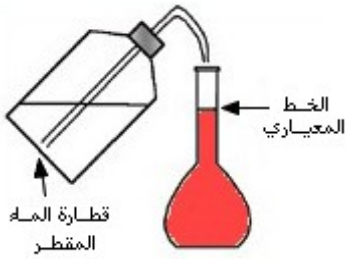
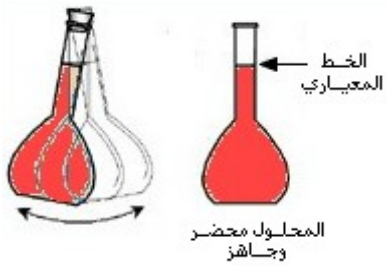
إذن : $m(NaOH)=C(NaOH)\times V_S\times M(NaOH)$

إذا اردنا تحضير $V_S=250mL$ نحصل على :

$$m(NaOH)=0,5\times 0,250\times 40=5g$$

لتحضير هذا المحلول نتتبع الخطوات التالية :

الخـــطـــوة الأولـــــى	الخـــطـــوة الثانيـــــة	الخـــطـــوة الثالثـــــة
بواسطة ميزان إلكتروني نأخذ عينة كتلتها m من المذاب	نضع المذاب في حوجلة معيارية ذات حجم $V=250mL$	نضيف الماء المقطر حتى ¾ حجم الحوجلة المعيارية
		

الخطوة الرابعة	الخطوة الخامسة	الخطوة السادسة
نحرك لإذابة المذاب ويصبح الخليط متجانس	نملأ بواسطة قطارة الماء المقطر حتى الخط المعياري للحوجلة	نحرك جيدا ليصبح الخليط متجانس : المحلول جاهز
		

4. تخفيف محلول

4. 1. تعريف :

التخفيف هي عملية تؤدي إلى انخفاض تركيز المحلول وذلك بإضافة كمية من المذيب.

4. 2. مبدأ التخفيف :

نعتبر أثناء عملية التخفيف أن كمية مادة الجسم المذاب لا تتغير.
بما أن كمية المادة المذابة البدئية تساوي كمية المادة المذابة النهائية أي :

$$n_i = n_f \Leftrightarrow C_i \times V_i = C_f \times V_f$$

4. 3. الطريقة العملية للتخفيف :	4. 4. تعريف بمعامل التخفيف
نريد تخفيف المحلول المحضر سابقا $C_1 = 0{,}5\,mol/L$ للحصول على محلول تركيزه $C_2 = 10^{-2}\,mol/L$. إذا اخترنا حجم المحلول النهائي هو $V_2 = 500\,cm^3$ ما هو حجم المحلول البدئي الذي يجب أخذه. نعلم أن : $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$ $V_1 = \frac{C_2 . V_2}{C_1} = 10\,mL$	يمثل المقدار $\frac{C_i}{C_f}$ معامل التخفيف. في النشاط السابق معامل التخفيف هو : $\frac{C_1}{C_2} = 50$ نقول أنه تم تخفيف المحلول خمسون مرة

الجـــزء الثـــالث : تـــــحـــــولات المـــــادة

الوحدة 2 : التحولات الكيميائية Les transformations chimiques

1. أمثلة لتحولات كيميائية

1. 1. مجموعة كيميائية

أ – تعريف

نسمي مجموعة كيميائية، مجموعة الأنواع الكيميائية.

ب – وصف حالة مجموعة كيميائية

يتم وصف مجموعة كيميائية بتحديد :

طبيعة وكمية مادة الأنواع الكيميائية المكونة للمجموعة	الحالة الفيزيائية : سائل، صلب ..	درجة الحرارة T	الضغط P

ج – الحالة البدئية لمجموعة كيميائية

نقول أن مجموعة كيميائية في حالتها البدئية عندما تتواجد الأنواع الكيميائية معا قبل أن تتفاعل فيما بينها.

د – الحالة النهائية لمجموعة كيميائية

نقول أن مجموعة كيميائية في حالتها النهائية عندما تتواجد الأنواع الكيميائية معا بعد انتهاء التفاعل.

1. 2. تطور مجموعة كيميائية خلال الزمن

إذا تطورت المجموعة الكيميائية خلال الزمن، نقول أنها خضعت لتحول كيميائي نصفه كالتالي :

1. 3. التحول الكيميائي لمجموعة كيميائية

أ – تعريف

عندما يكون تركيب مجموعة كيميائية في الحالة النهائية مخالف لتركيبها في الحالة البدئية، نقول إنها خضعت لتحول كيميائي.

ب – تمثيل تحول كيميائي

بصفة عامة، نمثل التحول الكيميائي لمجموعة كيميائية بالطريقة التالية :

ج – المتفاعلات و النواتج

- المتفاعلات هي الأنواع الكيميائية الموجودة في الحالة البدئية، والتي تتحول كليا أو جزئيا خلال التحول الكيميائي.
- النواتج هي الأنواع الكيميائية التي تتكون خلال التحول الكيميائي.

2. إنحفاظ المادة في التفاعلات الكيميائية :

قانون لافوازييه : (قانون إنحفاظ الكتلة بالنسبة لأي تفاعل كيميائي)

إن مجموع كتل المواد المتفاعلة يساوي مجموع كتل المواد الناتجة عن التفاعل.

المعادلة الكيميائية :

نمثل التفاعل الكيميائي بمعادلة تسمى المعادلة الكيميائية. ولكتابة المعاداة الكيميائية يجب :

- معرفة الأجسام المتفاعلة و الأجسام الناتجة.
- معرفة رموز الأجسام المتفاعلة و الأجسام الناتجة.
- كتابة رموز الأجسام المتفاعلة على اليسار و رموز الأجسام الناتجة على اليمين.
- الحرص على تطبيق قانون لافوازييه.

وبالتالي نحصل على معادلة كيميائية متوازنة.

ملحوظة : يمكن أن تتضمن المعادلة الكيميائية على معلومات الحالة الفيزيائية للأجسام المتفاعلة أو الأجسام الناتجة برموز (S) : جسم صلب، (ℓ) : جسم سائل، (g) : غاز ...

مثال : تفاعل بين الصوديوم والماء :

التفاعل الكيميائي :

ثنائي الهيدروجين + الصودا → الصوديوم + الماء

المعادلة الكيميائية :

$$2H_2O + 2Na_{(s)} \rightarrow 2NaOH + H_2$$

الجـــزء الثـــالث : تـــــحـــــولات المـــــادة

الوحدة 3 : حصيلة المادة Bilan de matière

1. مبادئ أولية عن مفهوم تقدم كيميائي

1. 1. تغير كمية المادة خلال تفاعل كيميائي

نعتبر التفاعل الكيميائي الـذي ينمـذج تحـول أيونـات $Cu^{2+}_{(aq)}$ بحضـور أيونـات الهيدروكسـيد $OH^-_{(aq)}$ ، وتكـون راسـب هيدروكسـيد النحاس II $Cu(OH)_{2(s)}$ وفق المعادلة الكيميائية التالية :

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

تبين الدراسة التجريبية لهذا التحول أن كميات مادة الأيونات $Cu^{2+}_{(aq)}$ و الأيونات $OH^-_{(aq)}$ تتناقص خلال الزمن ، بينما تزداد كمية مادة الناتج $Cu(OH)_{2(s)}$.

1. 2. تعبير تقدم تفاعل كيميائي

كيفما كـان تغيـر كميـة مـادة المتفـاعلات و النواتـج خلال التفاعـل المـدروس فـي الفقـرة السـابقة ، فـإن هـذه التغيرات تتم دائما وفق التناسبات نفسها.

يقدم الجدول التالي مجموعة من الأمثلة :

المعادلة الكيميائية	$Cu^{2+}_{(aq)}$	+ $2\,OH^-_{(aq)}$	→ $Cu(OH)_{2(s)}$
أمثلة لتغيرات كمية المادة (mol)	-1	-2	$+1$
	-2	-4	$+2$
	-3	-6	$+3$
الحالة العامة	$-1\times x$	$-2\times x$	$+1\times x$

∗ الإشارة $(-)$ تدل على أن كمية المادة تناقصت ، وتهم المتفاعلات المستهلكة.

∗ الإشارة $(+)$ تدل على أن كمية المادة تزايدت ، وتهم النواتج المتكونة.

يتناسب تغير مختلف كميات المادة مع نفس الكمية x التي تسمى تقدم التفاعل avancement de la réaction

تعريف :

تقدم تفاعل هو عدد رمزه x ونعبر عنه بالمول. يمكن من الوصف الكمي لمجموعة كيميائية خلال تحولها.

2. الدراسة الكمية للحالة النهائية

2. 1. الحالة النهائية

توجد مجموعة في الحالة النهائية عندما تتوقف عن التحول.

في هذا المستوى ، سنعتبر المجموعة الكيميائية فـي حالتهـا النهائيـة عنـدما يختـف كليـا ، علـى الأقـل أحـد المتفاعلات.

2. 2. متفاعل محد limitant ومتفاعل وفير en excès

عندما يستهلك أحد المتفاعلات كليا ، تتوقف المجموعة الكيميائية عن التحول رغم توفر المتفاعلات الأخرى. إذ يمنع المتفاعل المجموعة الكيميائية من متابعة التحول ، وهذا يسمى : متفاعلا محدا.

المتفاعلات التي تبقى في الحالة النهائية تسمى : متفاعلات وفيرة.

2. 3. التقدم الأقصى avancement maximal

يكون التطور منعدما في الحالة البدئية ، وخلال التحول الكيميائي يزداد التطور حـتى بلـوغ الحالـة النهائيـة ، أي عندما يستهلك كليا المتفاعل المحد في الحالة النهائية ، نقول إن التقدم اقصى. ونرمز له بـــ x_{max} .

لتحديد التقدم الأقصى ننشئ الجدول الآتي :

المعادلة الكيميائية		$Cu^{2+}_{(aq)}$ + $2\,OH^-_{(aq)}$ → $Cu(OH)_{2(s)}$	
حالة المجموعة	تقدم التفاعل x	كمية المادة (mol)	
حالة بدئية	0	$n_i(OH^-_{(aq)})$	$n_i(Cu^{2+}_{(aq)})$
حالة بينية	x	$n_i(OH^-_{(aq)})-2x$	$n_i(Cu^{2+}_{(aq)})-x$
الحالة نهائية	x_{max}	$n_i(OH^-_{(aq)})-2x_{max}$	$n_i(Cu^{2+}_{(aq)})-x_{max}$

حالة خاصة :

نعتبر أن كمية مادة المتفاعلات هي :

$$n_i Cu^{2+}_{(aq)} = 3\,mol - n_i OH^-_{(aq)} = 2\,mol$$

يصبح الجدول كالتالي :

المعادلة الكيميائية		$Cu(OH)_{2(s)}$		$2\,OH^-_{(aq)}$	+	$Cu^{2+}_{(aq)}$
حالة المجموعة	تقدم التفاعل x	كمية المادة (mol)				
حالة بدئية	0	0		$2\,mol$		$3\,mol$
حالة بينية	x	x		$2-2x$		$3-x$
الحالة نهائية	x_{max}	x_{max}		$2-2x_{max}$		$3-x_{max}$

تحديد التقدم الأقصى :

① *الافتراض الأول :*

المتفاعل المحد هو $Cu^{2+}_{(aq)}$.

في هذه الحالة

$$3 - x_{max(1)} = 0 \Rightarrow x_{max(1)} = 3\text{mol}$$

② *الافتراض الثاني :*

المتفاعل المحد هو $OH^-_{(aq)}$.

في هذه الحالة

$$2 - 2\,x_{max(2)} \Rightarrow x_{max(2)} = 1\,mol$$

نلاحظ أن :

$$x_{max(2)} < x_{max(1)}$$

أي أن $OH^-_{(aq)}$ هو المتفاعل المحد

خلاصة : التقدم الأقصى في هذه الحالة هو : $x_{max} = 1\,mol$ و المتفاعل المحد هو $OH^-_{(aq)}$

3. حصيلة المادة

تمكن قيمة التقدم الأقصى لتحول كيميائي من حساب كميات مادة لكل الأنواع الكيميائية في الحالة النهائية ، أي تحديد حصيلة المادة النهائية.

يصبح الجدول السابق كالتالي :

لتحديد التقدم الأقصى ننشئ الجدول الآتي :

المعادلة الكيميائية	$Cu(OH)_{2(s)}$		$2\,OH^-_{(aq)}$	+	$Cu^{2+}_{(aq)}$
حصيلة المادة النهائية	$1\,mol$		$0\,mol$		$2\,mol$

4. تطبيقات

تطبيق 1 :

يحترق الألومينيوم في ثنائي الأوكسجين ، فينتج أوكسيد الألومينيوم.

أكتب معادلة التفاعل.

ندخل 0,54g من الألومينيوم في قارورة تحتوي على 1,44Lمن ثنائي الأوكسجين. يمثل التقدم x كمية مادة ثنائي الأوكسجين المستهلكة.

في شروط التجربة ، الحجم المولي هو V_M = 24L/mol.

حدد تركيب الحالة النهائية.

تطبيق 2 :

ينتج عن تفاعل الكربون C مع أوكسيد النحاس II النحاس وغاز ثناءي أوكسيد الكربون.

1 – أكتب معادلة التفاعل متوازنة.

2 – أحسب كتلة الكربون التي تتفاعل كليا مع 15g من أوكسيد النحاس II.

3 – أوجد في هذه الحالة كتلة النحاس الناتجة، ثم حجم CO_2 الناتج في الشروط النظامية.

نعطي :

V_m = 22,4 l/mol, M( ) = 12 g/mol, M( ) = 63.5 g/mol, M( ) = 16 g/mol

تطبيق 3 :

يؤدي التفاعل بين الحديد و الكبريت إلى تكون كبريتور الحديد.

1 – ما هي كتلة الكبريت التي يجب مزجها مع 10g من الحديد لإنجاز تفاعل حسب تناسبية معادلته. ما هي كتلة كبريتور الحديد المحصل عليه.

2 – نحصل في الواقع على 15,50g من كبريتور الحديد. اشرح لماذا. ماهو حجم الهواء الذي شارك في هذا التفاعل إذا اعتبرنا أنه لايوجد أوكسيد الحديد ضمن النواتج.

نأخذ الحجم المولي $V_m = 24L.mol^{-1}$

تطبيق 4 :

يؤدي تفاعل الألومنيوم مع أوكسيد الحديد III إلى تكون أوكسيد الألومنيوم والحديد.

1 – أكتب معادلة التفاعل الكيميائي.

2 – احسب كتلة الألومنيوم اللازمة للتفاعل مع 80g من أوكسيد الحديد III، ثم استنتج كتلة الحديد المتكون.