

Programme de physique niveau 10^{ème} Année

I- OPTIQUE

I-1 Réflexion et Réfraction de la lumière sur une surface plane : Durée 3h

I-2 Image donnée par une lentille convergente et une lentille divergente : Durée 9h

I-3 Les instruments d'optique : Durée 9h

- Le miroir plan
- La loupe
- L'œil
- L'appareil photographique
- La lunette astronomique.

II- ELECTRICITE

II-1 Les dipôles résistifs 9h

1- Résistance d'un conducteur ohmique

2- Code de couleurs des résistors

3- Photorésistance, thermistance.

- Mesure de la résistance, unités.
- Association des résistances
- Potentiomètre et rhéostat.

II-2 Puissance et Energie électrique 9h

1- Puissance consommée en courant continu, unités

2- Puissance consommée en courant alternatif, unités.

3- Energie électrique, unités.

4- Production et distribution de l'énergie électrique.

II-3 Montage d'électricité et d'électronique 9h

- 1- Le relais ;
- 2- Le transistor en interrupteur commandé ;
- 3- Le transistor en amplificateur de courant.

III- MECANIQUE ET TECHNOLOGIE 27H

III-1 Travail, puissance et énergie mécanique Durée 9h

- a- Poulie et association de poulie : les palans
- b- Poulie à deux gorges et treuil.
- c- Travail et puissance
- d- Energie mécanique, rendement

e- Transfert d'énergie

III-2 Etude de la cinétique : Le mouvement des corps.

1. Le caractère relatif du mouvement ;
2. La trajectoire ;
3. Exemples de mouvements rectilignes uniformes et circulaires uniformes ;
4. Référentiel, repère, distance, durée, vitesse instantanées et moyennes.

III-3 Schématisation mécanique 9h

- a- Les types de liaison et leurs caractéristiques.
- b- Caractérisation d'un mouvement de translation, d'un mouvement de rotation ;
- c- Guidage d'un mouvement ;
- d- Transmission de mouvement : engrenage, pignon/crémaillère ; vis/écrou.
- e- La transformation des mouvements
- f- Etude d'objets simples.

Synthèse Générale sur le Programme.

Fin du programme.

Programme de Chimie Niveau 10ème

Chapitre I : Notion sur l'Oxydoréduction

I-1 Réaction de l'oxydoréduction : Conception Ancienne : Transfert d'oxygène.

I-2 Réaction de l'oxydoréduction : Conception moderne : Transfert d'électron.

I-3 Importance industrielle de la réduction des oxydes.

3-1 L'Etude du haut fourneau ;

3-2 La pile électrique.

Chapitre II : Les solutions aqueuses.

- 1- Les types de solutions aqueuses ;
 - Les solutions acides ;
 - Les solutions basiques ;
 - Les solutions neutres.
- 2- Acidité et basicité des solutions ;
 - a- L'échelle P^H ;
 - b- Notion de BBT ;
 - c- Caractérisation des ions en solution aqueuse.

Chapitre III : La chimie Organique.

- 1) Les hydrocarbures.
 - Les alcanes : hydrocarbures saturés ;
 - Les alcanes : étude du méthane ;
 - Les alcènes : hydrocarbures éthyléniques ;
 - L'étude de l'éthylène.
 - Les alcynes : hydrocarbure acétylénique ;
 - L'acétylène.

Exercices d'application.

Fin du programme.

CHAPITRE I : L'OPTIQUE

Introduction :

L'optique est une branche de la physique qui étudie les phénomènes lumineux et de la vue.

Elle comprend :

- **L'optique géométrique** : étude des rayons lumineux.
- **L'optique ondulatoire** : interaction entre la lumière et la matière ;
- **L'optique quantique** : quantifie la lumière.

Nous nous intéressons à l'optique géométrique pour débiter notre programme.

L'optique Géométrique

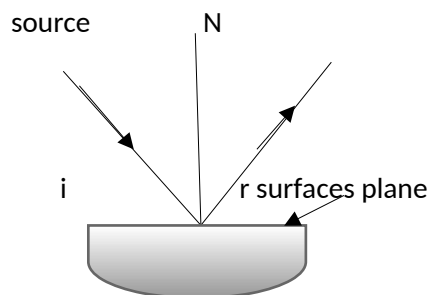
Définition : c'est cette partie de l'optique qui étudie les lois de la propagation de la lumière dans les milieux transparents. Elle se base sur le principe de la propagation rectiligne de la lumière et des lois de Descartes.

Les phénomènes lumineux ou phénomènes d'optique.

A-1- les phénomènes de la réflexion

La réflexion est le brusque changement de direction que subit la lumière en tombant sur une surface plane et réfléchissante.

Schéma :



Avec :

N : la normale ;

i : l'angle d'incidence

r l'angle de réflexion

R et **I** les rayons de réflexion et d'incidence

Les lois de la réflexion.

1^{ère} loi : le rayon incident, le rayon réfléchi et la normale sont dans un plan « **plan d'incidence** ».

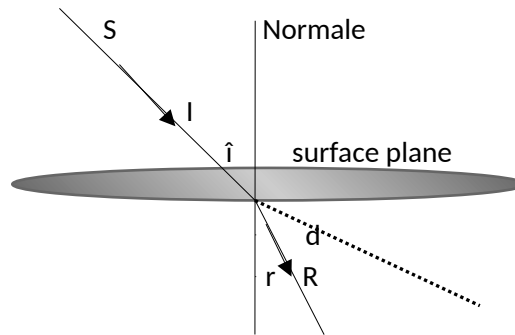
2^{ème} loi : l'angle d'incidence et l'angle réfléchi sont isométriques (égaux). $i = r$.

Notion de phénomène de réflexion totale.

Il ya réflexion totale lorsque le milieu 1 est plus réfringent que le second milieu $n_1 > n_2$

A-2- Les phénomènes de la réfraction

La réfraction est le brusquement changement de direction que subit la lumière lorsqu'elle rencontre une surface de séparation de deux milieux transparents d'indices différents.

Schéma :

Avec :

S : la source

I et R les rayons incidents et réfracté

r et $\hat{i}$ les angles réfracté et d'incidenced : la déviation $d = \hat{i} - r$ **Les lois de la réfraction****1^{ère} loi :** les rayons incident et réfracté, et la normale sont dans un même plan « **plan d'incidence** »**2^{ème} loi :** Pour deux milieux transparents, le rapport du sinus de l'angle d'incidence et du sinus de l'angleréfracté est une constante quelque soit la variation de l'angle d'incidence. $\frac{\sin \hat{i}}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1}$

D'où $n_1 \sin \hat{i} = n_2 \sin r$

Avec n_1 et n_2 indices respectifs des milieux 1 et 2.**Propriétés des indices**

- **Indice absolu :** $n = \frac{C}{V}$. avec C la célérité de la lumière dans le vide $C = 3 \times 10^8$ m/s et V est la vitesse de la lumière.
- **Indice relatif :** $\frac{\sin \hat{i}}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{V_1}{V_2}$

Remarque : Lors de la transmission de la lumière d'un milieu 1 vers un milieu 2, nous observons conformément à la seconde loi de la réfraction.

- **Si $r = \hat{i} = 0$:** La lumière passe sous l'incidence alors pas de déviation.
- **Si $n_2 > n_1$:** le milieu 1 est plus réfringent que le milieu 2 (la lumière qui passe de l'air dans l'eau par exemple).
- **Si $r < \hat{i}$:** le rayon réfracté se rapproche de la normale de la normale.
- **Si $r > \hat{i}$:** le rayon réfracté s'écarte.

A-3 Loi de KEPLER :« Pour des angles inférieurs à 20° ou compris entre 0° et 20° c'est-à-dire $0^\circ < \hat{i} < 20^\circ$, alors $\hat{i} = r$ »**Quelques données universelles**

Milieux transparents	Indice absolu	Vitesse e la lumière
Air (vide)	$n=1$	$V=300.000\text{km/s}$
Eau	$n=1,33$	$V=225000\text{km/s}$
Verre ordinaire	$n=1,5 \text{ à } 1,75$	$V=200000\text{km/s}$

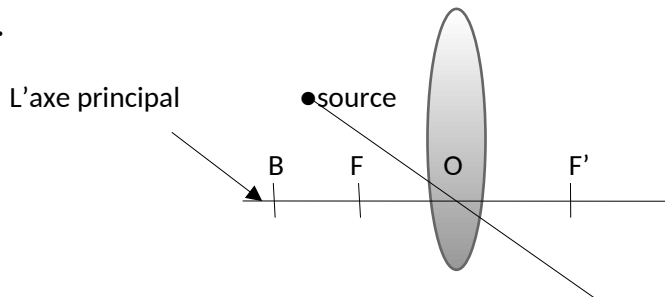
Question de consolidation

- 1- A l'aide d'un tableau, établissez une étude de comparaison entre les phénomènes lumineux ?
- 2- Expliquez brièvement le phénomène de la réflexion totale ?

3- Énoncez les lois de la réfraction et de KEPLER ?

I-2 IMAGE DONNÉE PAR UNE LENTILLE CONVERGENTE OU DIVERGENTE

Une lentille est un milieu transparent et homogène limitée par deux surfaces sphériques et plan.

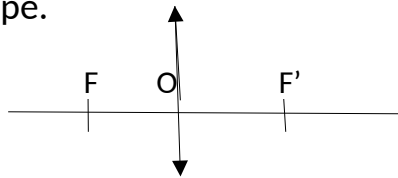


F : le foyer objet ; F' : le foyer image
O : est le centre optique où passe l'axe optique ; OF' : la distance focale

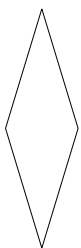
Les types de lentilles

Il ya deux types de lentilles : Les lentilles convergentes et les lentilles divergente

- **Les lentilles convergentes** : ce sont les lentilles à bord mince et de distance focale supérieure à 0 $f > 0$. Exemple : La loupe.



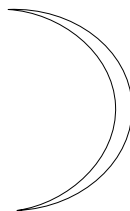
Ces types sont : les lentilles biconvexes, plan convexe et ménisque convergent



Biconvexe



plan convexe



ménisque convergent

Construction géométrique et marche des rayons particuliers

Propriétés de construction

- Tout rayon incident passant par le centre optique n'est pas dévié (fig.1)
- Tout rayon incident parallèle à l'axe principal émerge la lentille en passant par le foyer image (fig.2)
- Tout rayon incident passant par le foyer objet F émerge la lentille et sort parallèlement par l'axe principal (fig.3)

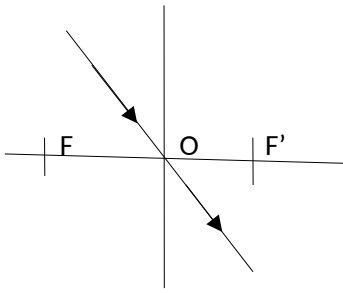


Fig.1

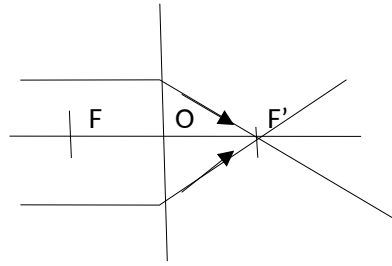


Fig.2

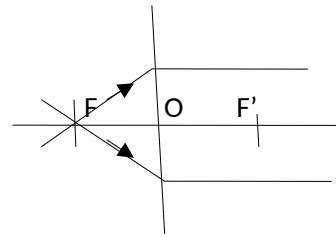


Fig.3

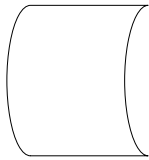
- **Les lentilles divergentes** : ce sont des lentilles à bord épais et de distance focale inférieure $f < 0$.

Exemple : le verre et les lunettes.

Ces types sont : les lentilles biconcaves, plan concave ménisque divergent.



Biconcave



Plan concave



ménisque divergent

Construction géométrique et marche des rayons particuliers.

- Tout rayon incident passant par le centre optique n'est pas dévié. (fig.1)
- Tout rayon incident dont le prolongement passe par le foyer objet F traverse la lentille parallèlement à l'axe principal. (Fig.2)
- Tout rayon incident parallèle à l'axe principal semble provenir du foyer image F'. ce foyer est virtuel. (Fig.3)

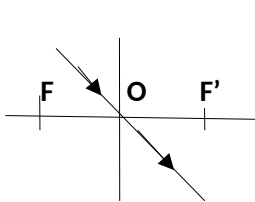


Fig.1

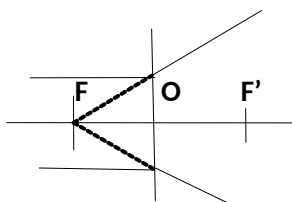


Fig.2

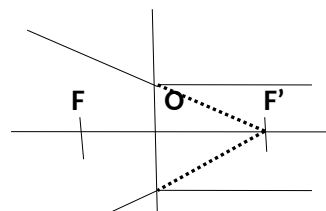


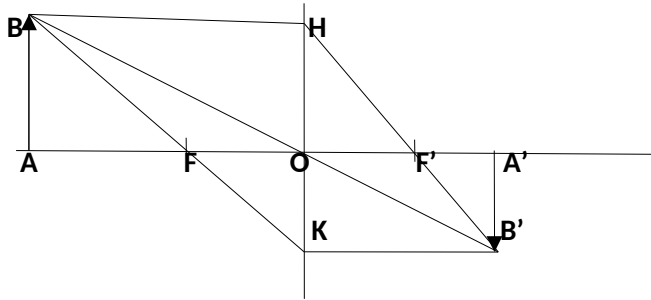
Fig.3

Relation de conjugaison de Descartes.

Démonstration : Application des propriétés précédentes.

Soit un objet AB placé sur l'axe principal devant une lentille convergente.

Construisons donc l'image de cet objet.



Soient les triangles semblables suivants : KOF et KHB du côté objet. En appliquant le théorème de Thalès :

$\frac{OF}{HB} = \frac{OK}{HK}$ (1) Et les triangles semblables KHB' et HOF' on a : $\frac{OF'}{KB'} = \frac{HO}{HK}$ (2). En additionnant 1 et 2 on a :

$$\frac{OF}{HB} + \frac{OF'}{KB'} = \frac{OK}{HK} + \frac{HO}{HK} = \frac{OF}{HB} + \frac{OF'}{KB'} = \frac{HO+OK}{HK} \text{ D'après la relation de Chasles : } HO+OK=HK \Leftrightarrow \frac{OF}{HB} + \frac{OF'}{KB'} = \frac{HK}{HK} = 1$$

D'après la figure : $OF=OF'=f$; $HB=OA=P$; $KB'=OA'=P'$. On a : $\frac{OF'}{HB} + \frac{OF'}{KB'} = 1$. En divisant chaque membre par OF' , on a :

$$\frac{OF'}{HB \cdot OF'} + \frac{OF'}{KB' \cdot OF'} = \frac{1}{OF'} \Rightarrow \frac{1}{HB} + \frac{1}{KB'} = \frac{1}{OF'} \Rightarrow \frac{1}{OA} + \frac{1}{OA'} = \frac{1}{OF'} \text{ or } OA=P ; OA'=P' ; OF=f \Leftrightarrow \frac{1}{P} + \frac{1}{P'} = \frac{1}{f}$$

Avec : P la position de l'objet P' la position de l'image et f distance focale.

Les grandeurs caractérisant l'image d'un objet placé devant une lentille.

1- La position de l'image P' :

D'après la formule précédente : $P' = \frac{P \times f}{P - f}$

2- La position de l'objet P : $P = \frac{P' \times f}{P' - f}$

3- La distance focale : $f = \frac{P \times P'}{P + P'}$

Grandeur et sens de l'objet et de l'image.

- Sens de l'image : $\delta = -\frac{P'}{P} = \left| \frac{-P'}{P} \right| = \frac{P'}{P}$
- Grandeur de l'objet : $AB = \frac{A'B' \times P}{P'}$
- Grandeur de l'image : $A'B' = \frac{AB \times P'}{P}$

Remarque :

Si : $P > 0$: l'objet est réel.

Si $P < 0$: l'objet est virtuel.

Si $P' < 0$, l'image est virtuelle.

Si $P' > 0$ l'image est réelle.

Si $\lambda < 0$, l'image est renversée.

Si $\lambda > 0$, l'image est droite.

Notion de vergence ou convergence

La vergence notée (C) est l'inverse de la distance focale. Elle s'exprime en dioptrie (**D**) $C = \frac{1}{f}$ avec f la distance focale en mètre.

Pour les lentilles accolées, $C_T = C_1 + C_2 + \dots + C_n$ et $C_3 = \frac{1}{f_3}$.

Question de consolidation ?

- a- Faites la différence entre les types de lentilles.
- b- Démontrer la relation fondamentale de Descartes.
- c- Quelles sont les grandeurs caractérisant l'image d'un objet placé devant une lentille ?
- d- Construisez à l'aide des propriétés des lentilles et de marche des rayons, l'image d'un objet de deux manières géométriques.

Exercices de cours

I-3 Etude des instruments d'optique

Introduction

L'idée de ce cours est de présenter quelques instruments d'optiques classiques : on commence par parler de l'œil puis de la loupe avant d'expliquer le principe d'instruments plus complexe comme la lunette astronomique. Enfin, nous aborderons quelques notions d'optique en relation avec l'appareil photographique (qu'il soit numérique ou argentique).

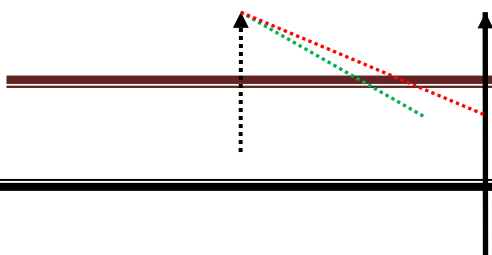
On appelle instrument d'optique, tout instrument qui forme l'image d'un objet. C'est en général une combinaison de système d'optique comme un objectif et un oculaire.

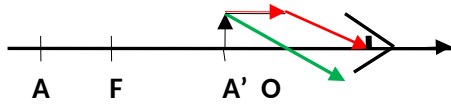
- a- **La loupe** : c'est une lentille convergente de faible distance focale (quelque centimètre) pour agrandir les objets observés. Le point le plus proche permettant une vision nette étant fixé (PP), pour mieux voir un objet, il faut utiliser un instrument : c'est ce que permet la loupe.

Fonctionnement d'une loupe.

La condition d'utilisation d'une loupe.

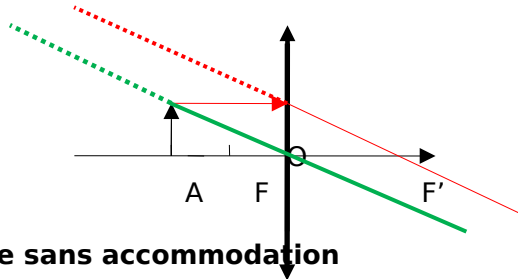
Pour obtenir l'effet Loupe, il faut que l'objet soit situé entre le centre optique d'une lentille convergente et son foyer objet : on obtient alors une image virtuelle, droite et agrandie.





Loupe avec accommodation

De plus, afin que l'œil puisse observer cette image sans accommodation, celle-ci doit être à l'infini. La meilleure position de l'objet est celle où il sera sur le foyer principal objet.



Loupe sans accommodation

- Si on approche l'objet de la lentille, l'image devient moins grande ; mais elle est vue plus près.
- Si on éloigne l'objet de la lentille l'image devient plus grande, mais elle est vue plus loin.

b- L'œil :

L'œil est l'organe de la vision qui peut être facilement modélisé au laboratoire par un ensemble diaphragme-lentille convergente-écran. Ainsi nos connaissances sur les lentilles minces nous permettent de comprendre le fonctionnement de l'œil, lorsqu'il est normal ou non.

L'organe et son modèle réduit

- L'œil est composé d'un ensemble de milieux transparents, mais on considère que le cristallin a le rôle le plus important en ce qui concerne la réfraction des rayons lumineux. Dans la modélisation optique, on assimilera donc la lentille au cristallin
- Pour moduler la quantité de lumière qui pénètre dans l'œil, l'ensemble pupille/iris joue le rôle de diaphragme.
- La rétine est l'écran de l'œil, elle est tapissée de deux types de cellules :
 - o Les cônes sont les cellules qui permettent la vision en couleur, de trois types différents, ils sont sensibles soit au rouge, soit au bleu soit au vert ;
 - o Les bâtonnets permettent la vision dans des conditions de faible luminosité.
- Via le nerf optique, les informations reçues par les cellules de la rétine arrivent au cerveau et sont interprétées en termes d'image.

2.2 Caractéristiques

2.2.1 Pouvoir de résolution

L'œil ne peut distinguer deux détails d'un objet que si leur image se forme sur deux cellules différentes de la rétine. Dans des conditions normales d'éclairement et de contraste, le pouvoir de résolution de l'œil est d'environ $1'$ d'arc soit $3 \cdot 10^{-2}$ (cela correspond à distinguer deux détails séparés de 1mm à une distance de 3m).

Vision à l'infini, vision de près

L'œil normal est appelé œil emmétrope. Nous étudions son cas ici.

Pour obtenir une image nette, le cristallin fait converger les rayons lumineux reçus sur la rétine.

Le point situé à la distance maximale qui permet la vision d'une image nette pour l'œil au repos est appelé Punctum Remotum (PR). Pour l'œil normal, celui-ci est à l'infini.

Pour voir des objets plus près, l'œil doit accommoder, c'est à dire courber son cristallin pour que celui-ci devienne plus convergent. Il existe un point pour lequel l'œil est au maximum de sa convergence, qui correspond au point le plus proche dont on peut avoir une image nette : celui-ci est appelé Punctum Proximum (PP). Pour un œil normal, le P.P est à 25 cm de celui-ci.

Défauts de l'œil

Si l'œil est trop convergent, il est myope : son PR n'est plus situé à l'infini mais à quelques mètres. L'œil myope voit flou de loin, par contre ça vision de près est meilleure car le PP est plus proche. Pour corriger la myopie, on associe à l'œil une lentille divergente.

Si l'œil est trop divergent, il est hypermétrope : cet œil est capable de voir à l'infini mais en accommodant. Le PP est plus éloigné de l'œil (il n'est pas assez convergent), la vision de près est moins aisée. Pour corriger ce défaut, on associe à l'œil une lentille convergente.

La presbytie est un défaut qui vient avec l'âge de l'organe, le cristallin n'est plus assez souple pour se déformer à la demande. La vision de près qui demande au cristallin de devenir plus convergent est altérée.

L'astigmatisme provient de la forme de l'œil qui n'est pas tout à fait sphérique, ce qui diminue la qualité de la vision que ce soit de près ou de loin.

Schéma :

L'appareil photo réflex

Définition : On appelle appareil photo réflex, un appareil qui utilise un seul objectif pour la visée et pour la prise de vue.

Description : un appareil photo réflex comprend :

Un objectif, le diaphragme, le penta-prisme, le viseur, le capteur, le miroir pivotant, le trajet de la lumière.

Fonctionnement : Pour se faire, l'appareil utilise un miroir plan incliné à 45° sur l'axe optique de l'objectif et un penta-prisme :

- Pour la visée, le miroir plan renvoie la lumière vers le penta-prisme qui la transmet à l'œil par l'intermédiaire du viseur ;
- Lorsque le photographe appuie sur le déclencheur, ce miroir plan pivote de façon à laisser passer la lumière vers le capteur.
 - a) **L'objectif :** c'est un système optique à l'avant de l'appareil. Il est composé de lentilles dont le but est de former une image sur la surface sensible, film ou capteur.
 - b) **Le diaphragme :** c'est un mécanisme présent sur le l'objectif qui permet d'ajuster la quantité de lumière traversant l'objectif. Sa valeur est appelée : **ouverture**.

Donc plus la valeur d'ouverture est grande plus le diaphragme est fermée.

- c) **l'obturateur** : situé au centre de l'objectif ou juste devant le film, l'obturateur est un dispositif mécanique placé devant l'ouverture servant à empêcher la lumière de pénétrer dans l'appareil sauf pendant la courte durée de prise. le couple diaphragme/obturateur permet donc de régler l'exposition c'est-à-dire la quantité de lumière reçue par le film.

4.2 Champ d'un appareil photo

Le champ d'un appareil photo est la portion d'espace qu'il peut photographier. Celui-ci dépend de la focale de l'objectif mais aussi de la taille du capteur.

Influence de la focale de l'objectif

Voici des photos prises du même endroit avec un appareil muni d'un unique capteur mais avec des objectifs de focales différentes. A droite le schéma illustratif de la situation :

Donc plus la focale est grande, plus le champ est étroit, plus on capture un détail de l'image.

On dit que la première photo est prise avec un grand angle (focale courte, encombrement de l'appareil minimum), la deuxième est prise avec un téléobjectif (focale longue, encombrement important).

La mise au point :

C'est elle qui détermine ce qui sera nette sur la photo finale et ce qui ne le sera pas. On la règle donc de façon à choisir le sujet à photographier. Elle peut se régler automatiquement (souvent en appuyant à mi-course sur le déclencheur), ou bien manuellement via une bague qui tourne autour de l'objectif. Sur cette bague, la mise au point est gradué en mètres "je veux faire la mise au point à 5 m de l'appareil". Un objectif indique généralement les distances minimales et maximales de mise au point.

Prenons l'exemple d'une scène avec un homme situé devant un arbre :

Donc la bague de mise au point doit agir sur la position du capteur par rapport à l'objectif pour sélectionner l'image à "imprimer" (dans le cas de l'homme, je fais la mise au point sur un objet proche, je dois éloigner mon capteur de l'objectif). Sur les appareils basiques, il y a vraiment déplacement, sur de plus perfectionnés, des lentilles de l'objectif se déplacent pour obtenir la mise au point voulue.

La profondeur de champ

La profondeur de champ correspond à la zone de netteté en avant et en arrière du plan de mise au point : plus celle-ci est grande, plus la profondeur de champ est grande.

Profondeur de champ et ouverture

Celle-ci dépend de l'ouverture (diamètre d'entrée de l'objectif) que l'on règle à l'aide d'un diaphragme : plus l'ouverture est petite plus la profondeur de champ sera grande. Mais attention, la taille de l'ouverture influe sur la quantité de lumière qui imprégnera le capteur.

La profondeur de champ est aussi la distance entre le point le plus rapproché et le point le plus éloigné dont l'appareil fournit une image nette.

Plus le diaphragme est fermé, la plus la profondeur de champ est grande : l'ouverture du diaphragme.

Plus la distance focale de l'objectif est courte et plus la profondeur de champ est grande.

Plus le sujet est éloigné plus la profondeur de champ est grande.

Profondeur de champ et distance de mise au point

La profondeur de champ dépend aussi de la distance de mise au point : plus celle-ci est grande, plus la profondeur de champ est grande.

La pellicule : Elle joue le rôle d'écran.

Présentation d'autres instruments optiques.

Lunette de Galilée

La lunette de Galilée est un instrument d'optique doté d'un objectif convergent et d'un oculaire divergent. L'intérêt de ce dernier est de permettre l'obtention d'une image droite, dans le même sens que l'objet. On peut alors réaliser grâce à cette lunette des observations terrestres.

La deuxième caractéristique de celle-ci est qu'elle est un système afocale, l'image d'un objet à l'infini se forme à l'infini, ainsi l'œil de l'observateur n'aura pas besoin d'accommoder, il se fatiguera moins à l'observation. Pour réaliser un système afocal, on fait en sorte que l'image intermédiaire (image de l'objet par l'objectif) se forme sur le plan focal objet de l'oculaire.

Au niveau de la construction optique, on utilise toujours les rayons qui passent par le centre optique des lentilles qui ne sont pas déviés, afin de trouver la position de l'image intermédiaire et la direction dans laquelle observer l'image finale. Enfin l'image intermédiaire permet également d'exprimer, par l'intermédiaire de l'angle sous lequel on voit l'image finale et l'angle sous lequel on voit l'objet, le grossissement de la lunette uniquement en fonction des focales des deux lentilles.

Lunette astronomique : C'est un système convergent qui sert à observer l'image d'un objet placé à l'infini (le soleil et les astres)

Cette lunette est plutôt destinée à des observations astronomiques dans le sens où elle donne d'un objet une image renversée par rapport à celui-ci.

Elle est composée d'un objectif et d'un oculaire convergent, c'est également un système afocal, le foyer image de l'objectif est confondu avec le foyer objet de l'oculaire de façon à ce que l'image de l'objet à l'infini soit à l'infini.

On utilise les rayons qui passent par le centre optique des lentilles pour effectuer la construction : obtention de l'image intermédiaire et de la direction de l'image finale.

L'image intermédiaire permet, comme pour la lunette de Galilée, de relier l'angle sous lequel on voit l'objet et l'angle sous lequel on voit l'image pour permettre l'expression du grossissement en fonction des focales de l'objectif et de l'oculaire.

Microscope : c'est un instrument d'optique médical très grossissant permettant d'observer de façon commode des objets dont les dimensions sont beaucoup plus petites .

Le microscope, composé d'un objectif et d'un oculaire convergents, n'est pas un système afocal. On observe un objet très proche du foyer objet de l'objectif et on en fait une image (intermédiaire) via l'objectif, que l'on place sur le foyer objet de l'oculaire.

Ainsi une nouvelle fois, l'image finale sera à l'infini, pour éviter à l'œil de l'observateur d'accommoder.

La particularité du microscope tient dans le fait que les deux lentilles, objectif et oculaire, sont solidaires d'un même tube. La mise au point du microscope (le fait de faire coïncider l'image intermédiaire avec le foyer objet de l'oculaire) est

réalisée grâce au déplacement du tube par rapport à l'objet.

Le grossissement du microscope dépend de l'angle sous lequel on voit l'image de l'objet à travers l'instrument et de l'angle sous lequel on voit l'objet à la distance minimum de vision distincte de l'œil emmétrope.

On montre que ce grossissement peut s'exprimer uniquement en fonction des focales de l'objectif et de l'oculaire, ainsi que de l'intervalle optique, distance entre le foyer image de l'objectif et le foyer objet de l'oculaire, et de la distance minimum de vision distincte.

Miroir plan

Un miroir plan est un miroir dont la surface est un plan de l'espace. Il possède des propriétés optiques de stigmatisme rigoureux¹ (l'image d'un point est un point) et d'aplanétisme (l'image d'un plan est un plan). Le miroir plan possède de nombreuses applications en optique (déviations de rayons lumineux, calibration d'instruments...) mais également dans la vie courante où il est facilement disponible (miroir décoratif ou d'utilité cosmétique par exemple).

Image par un miroir plan

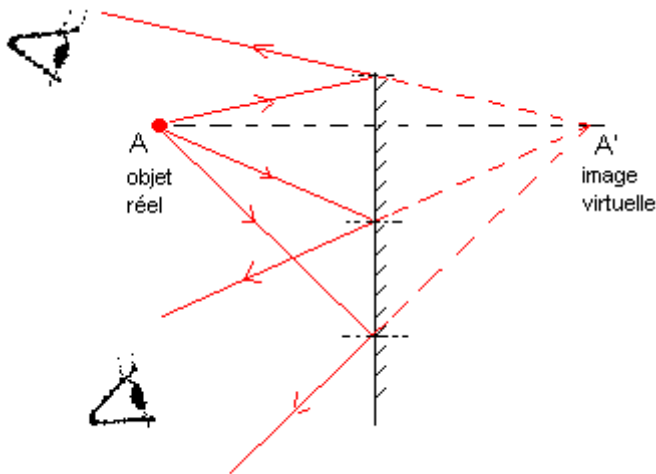
L'image d'un objet par un miroir plan est le symétrique orthogonal de l'objet par rapport au plan du miroir².

C'est une image virtuelle, qui ne peut être recueillie sur un écran.

L'image et l'objet sont de même taille et inversés (l'image d'une main droite est une main gauche).

Le miroir plan est le seul système optique qui soit rigoureusement stigmatique en tout point.

En pratique la réflexion par un dioptré plan (vitre, eau parfaitement calme) fournit une image identique à celle d'un miroir plan.



Les propriétés du miroir plan. Le miroir plan possède les propriétés suivantes :

- **le stigmatisme** : Image d'un point est un point ;
- **l'aplanétisme** : Image d'un plan est un plan.

Quelques applications du miroir :

Il est appliqué dans de nombreux domaines tel que : la déviation de rayons lumineux, calibration d'instrument et la vie courante (miroir décoratif).

CHAPITRE II : ELECTRICITE

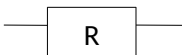
Introduction : L'électricité est une branche de la physique qui s'occupe de l'étude du courant électrique dans sa généralité : sa production, son transfert, sa distribution, sa consommation et sa transformation en énergie électrique.

II-1 Les dipôles résistifs : On appelle dipôle résistif, tout composant électrique possédant deux bornes.

Exemple : les piles électriques, interrupteurs, générateurs etc...

LE RESISTOR

Un résistor est un dipôle passif qui transforme en chaleur toute l'énergie qu'il reçoit.

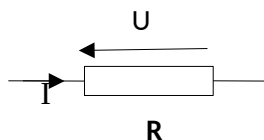
Symboles : 

La grandeur électrique associée à ce composant est appelée résistance (R) et s'exprime en ohms (Ω). On utilise également les multiples et sous-multiples suivant : Le mégohm ($1 \text{ M}\Omega = 10^6 \Omega$) / Le kilohm ($1 \text{ k}\Omega = 10^3 \Omega$) / Le milliohm ($1 \text{ m}\Omega = 10^{-3} \Omega$)

1.2 LA LOI D'OHM

La différence de potentiel entre les bornes d'un résistor est égale au produit de la résistance de ce résistor par l'intensité du courant qui le traverse.

Autrement dire : « la tension aux bornes d'un circuit électrique est égale au produit de la résistance par l'intensité qui le traverse. »



$$U = R \cdot I$$

U en volts (V) ; R en ohms (Ω) ; I en ampères (A)

Détermination d'une résistance

Mesure d'une résistance à l'aide d'un ohmmètre

a. L'ohmmètre

La résistance électrique, tout comme la tension et l'intensité, est une grandeur qui peut être mesurée.

L'appareil destiné à effectuer cette mesure est appelé **ohmmètre**.

On utilise en général la fonction « ohmmètre » d'un multimètre.

Symbole normalisé de l'ohmmètre : Ω

b. Mise en mode ohmmètre du multimètre et branchements

Pour placer le multimètre en mode « ohmmètre », il suffit de placer le sélecteur dans la zone comportant le symbole Ω . On commence par choisir le plus grand calibre.

La mesure de la résistance doit être réalisée lorsque le conducteur ohmique est **hors du circuit électrique**.

2. Déterminer une résistance à l'aide du code des couleurs

a. Le code des couleurs

Chaque conducteur ohmique comporte des **anneaux colorés** (en général une série de 3 anneaux à une extrémité et un 4^{ème} anneau à l'autre extrémité)

Les couleurs de ces anneaux font partie d'un code qui permet d'indiquer la valeur de la résistance : il s'agit du **code des couleurs**.

b. Déchiffrer le code des couleurs

D'après le code des couleurs, la couleur des trois anneaux situés à l'une des extrémités correspond à un chiffre compris entre 0 et 9. Ces chiffres permettent d'obtenir un nombre correspondant à la résistance.

- Le premier anneau correspond au premier chiffre du nombre.
- Le deuxième anneau correspond au deuxième chiffre du nombre.
- Le troisième anneau correspond au nombre de zéros qui suivent les deux premiers chiffres.

c. Précision de la valeur obtenue grâce au code des couleurs

La valeur déterminée à l'aide du code des couleurs comporte une part d'incertitude.

Cette incertitude a pour principale origine la variation de la résistance en fonction de la température. **La résistance s'échauffant à cause de l'effet Joule**, sa température et donc sa résistance dépendent de ses conditions d'utilisation.

La précision est indiquée par le quatrième anneau (situé à l'opposé des trois autres) dont la couleur indique un pourcentage de précision.

d. Valeur des couleurs

Pour les 3 premiers anneaux :

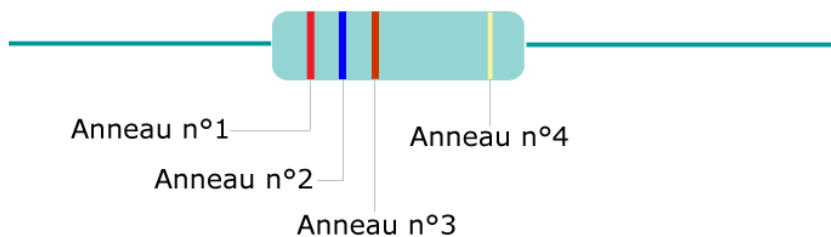
Noir	Marron	Rouge	Orange	Jaune	Vert	Bleu	Violet	Gris	Blanc
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Pour le 4^{ème} anneau :

Noir	Marron	Or	Argent	Aucune
1 %	2 %	5 %	10 %	20 %

e. Exemple de détermination d'une résistance à partir du code des couleurs

Exemple de conducteur ohmique :



Anneau n°1 : le rouge correspond au chiffre 2

Anneau n°2 : le bleu correspond au chiffre 6

Anneau n°3 : le marron correspond au chiffre 1 ; le 2 et le 6 sont donc suivis de 1 zéro.

Résultat : on obtient le nombre 260.

La résistance est de 260 Ω .

Précision de la valeur obtenue :

L'anneau n°4 est de couleur or, ce qui correspond à une précision à 5 %.

5 % de 260 : $260 \times 5 : 100 = 13 \Omega$.

Donc la valeur réelle de la résistance est au maximum de $260 + 13 = 273 \Omega$, et au minimum de

$$260 - 13 = 247 \, \Omega.$$

Conclusion : la valeur réelle de la résistance est comprise entre 247 et 273 Ω .

Principe de maîtrise des codes :

« **Ne Mange Rien Ou Jeûner Voilà Bien Votre Grande Bêtise** ».

NB : chaque lettre en Gras majuscule correspond au début du nom de ces dix (10) couleurs de l'anneau.

NOTION DE RESISTANCE EQUIVALENTE :

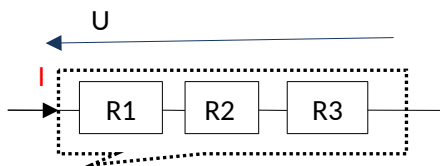
Un groupe de résistors, linéaires ou non, se comporte globalement comme un seul résistor dont la résistance est dite résistance équivalente. La résistance équivalente R_E d'un groupe de résistors est la résistance du résistor unique qui, soumise à la même tension que le dipôle, serait traversée par un courant de même intensité. La loi d'Ohm $U = R_E \cdot I$ s'applique.

ASSOCIATION EN SERIE

Dans une association série, les résistors sont montés les uns à la suite des autres. Ils sont donc traversés par le même courant I . Dans cette association, la résistance à l'équivalence augmente de valeur.

Elle est caractérisée par :

- Un schéma



Dans le montage en série la tension varie dans chaque dipôle mais l'intensité du courant ne varie pas elle reste de même dans tout le circuit.

On a : $U = U_1 + U_2 + U_3$

la valeur de chaque tension est donc : $U_1 = R_1 \cdot I$, $U_2 = R_2 \cdot I$ et $U_3 = R_3 \cdot I$

$$\Rightarrow U = R_1 \cdot I + R_2 \cdot I + R_3 \cdot I \quad U = (R_1 + R_2 + R_3) \cdot I$$

d'après la loi d'ohm : $U = R_E \cdot I$ alors si $U = U$

$$(R_1 + R_2 + R_3) \cdot I = R_E \cdot I$$

$$R_E = R_1 + R_2 + R_3$$

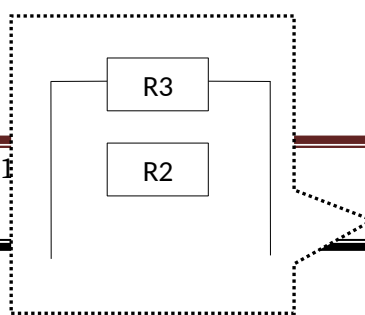
La résistance équivalente R_E à une association en série est égale à la somme des résistances présentes dans l'association.

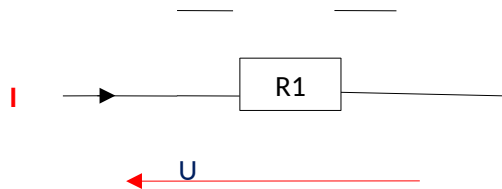
3.3 ASSOCIATION EN PARALLELE

Dans une association parallèle, les résistors sont montés côte à côte et chaque borne du dipôle est commune à chaque résistor. Ils présentent donc la même tension à leurs bornes. Dans ce montage, la résistance équivalente diminue de valeur.

Elle est caractérisée par :

- Un schéma :





Dans ce montage, l'intensité du courant varie et la tension reste constante : $I = I_1 + I_2 + I_3$ et $U = U_1 = U_2 = U_3$.
D'après la loi d'ohm : $U = R_E \cdot I \Rightarrow I = U / R_E$

Alors $I = U/R_1 + U/R_2 + U/R_3 \Rightarrow I = U(1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3)$ si $I = I$ $U/R_E = U(1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3)$ en simplifiant U, on obtient : $1/R_E = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$

L'inverse de la résistance équivalente R_E à une association en parallèle est égale la somme des inverses des résistances présentes dans l'association

CAS PARTICULIERS

- Association en parallèle de plusieurs résistors identiques. $\frac{1}{R} = \frac{1}{r} + \frac{1}{r} + \dots + \frac{1}{r} = \frac{1}{r} \cdot n = \frac{n}{r} \Rightarrow R = \frac{r}{n}$
- Association en parallèle de 2 résistors : $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{R_2 + R_1}{R_1 \cdot R_2}$

La résistance équivalente à deux résistors montés en parallèle est égale au quotient de leur produit par leur somme :

$$R_E = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{\text{Produit}}{\text{Somme}}$$

ASSOCIATION MIXTE

La recherche de la résistance équivalente d'un groupement mixte de résistors nécessite de procéder par étapes :

1. Identifier les associations simples de résistors du montage. 2. Les remplacer par leurs résistances équivalentes respectives. 3. Refaire un schéma et recommencer la procédure jusqu'à obtenir un groupement simple qui donnera la résistance équivalente globale.

PUISSANCE ET ENERGIE ELECTRIQUE

a) La puissance électrique : dans un appareil fonctionnant en courant continu est l'énergie échangée par un corps pendant une seconde.

C'est donc « le produit de l'intensité du courant par la tension qui traverse cet appareil. »

$$P = U \cdot I$$

Avec P : la puissance en watt(W) U : la tension en volt(V) et I : l'intensité du courant en ampère(A)

1 mégawatt 1Mw=1000000W ; 1kilowatt 1Kw=1000w

- **Puissance et loi d'ohm** : La loi d'Ohm $U = R_E \cdot I$ s'applique et la puissance dissipée par l'effet Joule est $P = U \cdot I$ alors $P = U \cdot I = R_E \cdot I \cdot I \Rightarrow P = R_E \cdot I^2$

- **Puissance dans une installation :**

Dans une installation, la puissance consommée est la somme des puissances de chaque appareil.

$$P_t = P_1 + P_2 + \dots + P_n$$

b) Energie Electrique :

- 1- **Définition :** L'énergie électrique E consommée par un appareil est égale au produit de sa puissance électrique P par la durée t de passage du courant dans l'appareil.

$$E = P \times t$$

- 2- **Unités d'énergie :** l'unité légale d'énergie est le joule de symbole : J.

$E = P \times t \Leftrightarrow$ Avec P la puissance en watt(w) ; t la durée en seconde(s) alors E l'énergie est en joule dans ce cas.

Il est parfois utile d'utiliser certaines autres unités tel que :

- **le wattheure :** si la puissance est watt et la durée en heure. $1wh = 1w \times 1h = 1w \times 3600s = 3600J$
- **le kilowattheure :** la puissance est en kilowatts, la durée t en heures. $1kwh = 1000w \times 1h = 1000w \times 3600s = 3\,600\,000J$.

- 3) **Energie électrique dans une installation :** l'énergie électrique consommée par des appareils en installation est la somme des énergies de chaque appareil : $E_t = E_1 + E_2 + \dots + E_n$

Energie électrique et la loi d'ohm : En remplaçant $P = U.I$ dans $E = P \times t$ on obtient $E = U.I.t$ et si on remplace $P = R.I^2$ dans $E = P.t$ on obtient : $E = R.I^2.t$ en joule.

4- Transformation de l'énergie électrique en chaleur.

4-1- Convertisseurs d'énergie électrique en chaleur.

Tout appareil électrique en fonctionnant produit plus ou moins de chaleur. Certains appareils tels que les fers à repasser, les fers à souder, les radiateurs ou les fours électriques sont conçus pour produire de la chaleur. Ce sont des convertisseurs d'énergie en chaleur.

La chaleur est donc toute énergie perdue ou gagnée par un corps lorsqu'il change de température. **Elle s'exprime aussi en joule.**

4-2- **la quantité de chaleur :** la quantité de chaleur cédée par un appareil est égale à l'énergie électrique qu'il consomme. $E = Q$. Elle est proportionnelle à la masse d'eau et de l'élévation de la température.

NB : « Il faut nécessairement fournir $4,18Kj = 4,2kj = 4200J$ pour élever de $1^\circ C$ l'eau température de 1kg d'eau. Cette valeur est appelée **Chaleur massique C=4,18Kj ou 4,2Kj ou 4200J**

Donc : $Q = mC (t_2 - t_1)$ avec m la masse d'eau en kg ; t_1 et t_2 les températures initiales et finales.
La masse d'eau : $m = \rho . V_{eau}$

NB : 1kg=1l ; 1g=1ml

Transformation d'énergie. Le rendement

- a- **Rendement d'un dispositif de transformation d'énergie** : c'est le rapport de l'énergie restituée utilement à l'énergie reçue par le dispositif :

$$r = \frac{\text{énergie sous forme utile par le convertisseur}}{\text{énergie reçue par le convertisseur}} = \frac{E_r}{Q} = \frac{U \cdot I \cdot t}{mC(t_2 - t_1)}$$

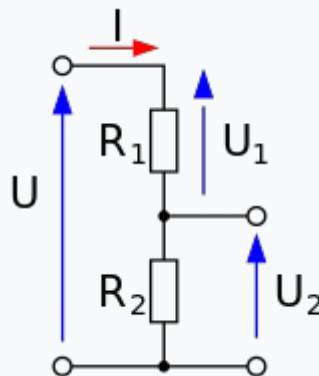
- Le rendement est exprimé par un nombre sans unité ;
- Le rendement d'un dispositif de transformation d'énergie est toujours inférieur à 1, le plus souvent à cause de « pertes » sous forme de transferts thermiques.

Etude de quelques conducteurs particuliers

1) Le diviseur de tension

Définition : Le diviseur de tension est un montage électronique simple qui permet de diviser une tension d'entrée, constitué par exemple de deux résistances en série. Il est couramment utilisé pour créer une tension de référence ou comme un atténuateur de signal à basse fréquence.

Principe du diviseur de tension [



Diviseur de tension non chargé

Les tensions du diviseur sont reliées à la masse et les deux résistances R_1 et R_2 sont connectées en série. Une tension U est appliquée en entrée sur ces deux résistances et la tension de sortie est mesurée aux bornes de R_2 .

En utilisant la loi des mailles puis la loi d'Ohm avec les tensions U et U_2 , il est possible de déduire la relation entre la tension de sortie U_2 et la tension d'entrée U :

$$U = I \cdot (R_1 + R_2) \text{ avec } U_2 = I \cdot R_2 \text{ et } I = U \frac{1}{R_1 + R_2} \text{ donc}$$

$$U_2 = U \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Applications

Le pont diviseur de tension sert généralement à conditionner un signal afin de le traiter par un circuit tout en respectant sa dynamique d'entrée.

2) La photorésistance :

Une **photorésistance** (également appelée **résistance photo-dépendante** ou **cellule photoconductrice**) est un composant électronique dont la résistivité varie en fonction de la quantité de lumière incidente : plus elle est éclairée, plus sa résistivité baisse.

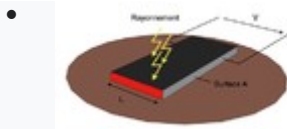
Principe

Une photorésistance est composée d'un semi-conducteur à haute résistivité. Si la lumière incidente est de fréquence suffisamment élevée (donc d'une longueur d'onde inférieure à la longueur d'onde seuil), elle transporte une énergie importante. Au-delà d'un certain niveau propre au matériau, les photons absorbés par le semi-conducteur donneront aux électrons liés assez d'énergie pour passer de la bande de valence à la bande de conduction. La compréhension de ce phénomène entre dans le cadre de la théorie des bandes. Les électrons libres et les trous d'électron ainsi produits abaissent la résistance du matériau¹.

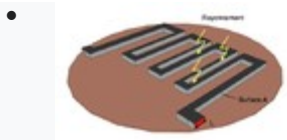
Lorsque le photon incident est suffisamment énergétique, la production des paires électron-trou est d'autant plus importante que le flux lumineux est intense. La résistance évolue donc comme l'inverse de l'éclairement. Cette relation peut être modélisée par la relation suivante¹ :

Les matériaux utilisés dans les photorésistances sont le plus souvent des composés des colonnes II-VI de la classification périodique des éléments.

Géométrie du semi-conducteur



Principe d'une photorésistance.



Géométrie optimale (ruban).

Pour conserver la conduction, il faut limiter le nombre de recombinaisons des paires électron-trou. La surface réceptrice du flux lumineux est un ruban. Cette forme minimise la largeur séparant les électrodes et les laisse en contact avec le ruban sur une grande surface. C'est cette configuration qui donne la résistance la plus faible. Seules les photorésistances utilisées sous haute tension sont constituées d'un ruban large.

Circuit de conditionnement

Le dessin situé en dessous est le symbole d'une photorésistance utilisé dans un grand nombre de schémas de circuit électrique.



Symbole d'une photorésistance

Avantages

- Faible coût
- Larges gammes spectrales
- Facilité de mise en œuvre

- Rapport de transfert statique
- Sensibilité élevée

Inconvénients

- Non linéarité de la réponse en fonction du flux.
- La vitesse de variation de R avec l'éclairement est faible et non symétrique
- Sensibilité thermique
- Refroidissement nécessaire dans certains cas (capteurs thermiques)
- Temps de réponse élevé (0,1 us à 100 ms)
- Bande passante limitée
- Instabilité dans le temps (vieillesse dû aux échauffements)

Applications

Les photorésistances trouvent leurs applications principales dans la détection d'une différence de flux plutôt que dans la mesure précise du niveau de flux reçu (impulsions lumineuses, variation d'éclairage par exemple). La mesure en photométrie nécessite une détermination précise et une stabilisation des caractéristiques. Cette stabilisation ainsi que la détermination de ces caractéristiques passent par un étalonnage rigoureux et l'intégration de la photorésistance dans un conditionneur de capteurs résistifs. D'après les considérations précédentes, le type de mesurande que les photorésistances sont en mesure de détecter a été défini. Cependant, le type de rayonnement détectable dépend du type de semi-conducteur composant la photorésistance. Par exemple, les photorésistances au CdSe (sélénure de cadmium) permettent de détecter un rayonnement dans les proches IR et le visible alors que celles de ZnO (oxyde de zinc) permettent de détecter un rayonnement UV. L'utilisation de ce type de détecteur est très variée

Les détecteurs de flammes qui sont des photorésistances à détection d'infrarouges ou d'UV. À savoir que seule une forte fumée cause une inhibition du capteur UV et que la foudre ou une soudure peut le déclencher accidentellement. Pour la photorésistance à infrarouges, la présence de vapeur d'eau atténue fortement sa sensibilité.

Les détecteurs de présence se déclinent sous deux principes différents. Un premier détectant l'augmentation du flux induit par la présence d'un corps dans le champ (principalement des capteurs à infrarouges), le second détectant la diminution du flux induit par l'ombre du corps présent dans le champ du capteur qui est plus limité que celui à infrarouges (détection dans le visible et capteur LDR plus directif).

Les récepteurs infrarouges permettent de faire communiquer deux appareils sans contact. L'un des appareils possède un émetteur infrarouge et le second la photorésistance.

Les détecteurs à UV qui permettent de mettre en évidence toute source d'UV et ainsi asservir la source ou détecter une fuite par exemple.

L'allumage des lumières lorsque la luminosité diminue (éclairage public ou domestique).

La mesure de la luminosité extérieure dans les appareils photographiques ou les ordinateurs.

Les applications de ce composant sont donc très variées, que ce soit dans le monde industriel ou domestique. Étant peu cher, il présente un bon rapport qualité pour les industriels souhaitant l'intégrer dans leurs systèmes.

3) La thermistance :

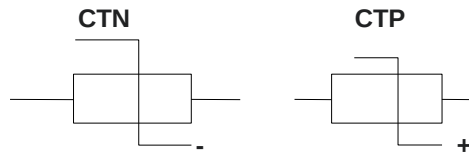
Une thermistance est l'un des principaux capteurs de température utilisés en électronique basés sur la variation de la résistance électrique en fonction de la température.

- Le symbole d'une thermistance :

Symbole

Il est basé sur celui d'une résistance :

Représentation schématique :



Le CTN : Les CTN (Coefficient de Température Négatif, en anglais NTC, Negative Temperature Coefficient) sont des thermistances dont la résistance diminue, de façon relativement uniforme, quand la température augmente, et vice-versa.

Le CTP : Les CTP (Coefficient de Température Positif, en anglais PTC, Positive Temperature Coefficient) sont des thermistances dont la résistance augmente avec la température.

Utilisations de la thermistance :

Les thermistances peuvent être utilisées comme :

- détecteur de température, pour protéger des composants (moteurs, transformateurs) contre une élévation excessive de la température ;
- protection contre des surintensités ;
- détecteur de niveau de liquide : la température de la CTP et donc sa résistance, sera différente lorsque le capteur est dans l'air ou plongé dans un liquide

5) le relais électromagnétique :

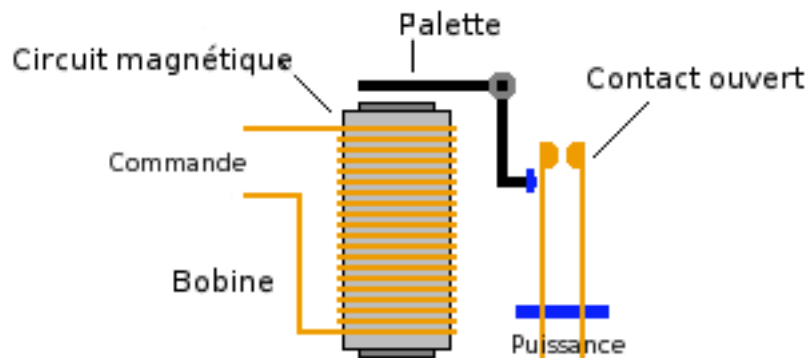
a- Définition

Un relais électromécanique est un organe électrique permettant de distribuer la puissance à partir d'un ordre émis par la partie commande. Ainsi, un relais permet l'ouverture et la fermeture d'un circuit électrique de puissance à partir d'une information logique. Les 2 circuits, puissance et information, sont complètement isolés (isolation galvanique) et peuvent avoir des caractéristiques d'alimentation électrique différentes.

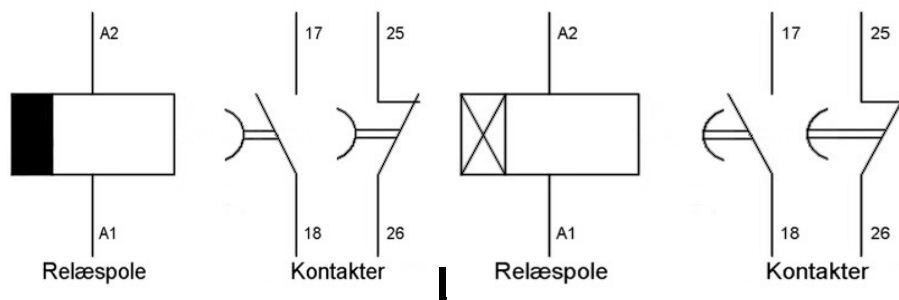
Description

- Un relais est composé principalement d'un électroaimant qui, lorsqu'il est alimenté, soumet à une force une palette qui agit mécaniquement sur le système de commutation électrique : les contacts.
- L'électroaimant peut être, suivant les spécifications et les besoins, alimenté en TBT (Très Basse Tension) (moins de 12 V, 24 V, 48 V) continu ou alternatif ou en BT (Basse Tension) (110 V, 230 V, 400 V).
- Le système de commutation peut être composé d'un ou plusieurs interrupteurs simples effets appelés contacts normalement ouverts (NO) ou normalement fermés (NF), d'un ou plusieurs inverseurs (contacts repos-travail RT). Ces commutateurs sont adaptés aux courants et à la gamme de tensions utilisés dans la partie puissance.
- Dans les systèmes mettant en œuvre de plus fortes puissances (au delà du kW), les relais sont appelés contacteurs.
- Divers systèmes électroniques, mécaniques ou pneumatiques peuvent créer un retard à l'enclenchement (temporisation *travail*) ou au relâchement (temporisation *retard*).

Schéma d'un relais électromécanique



Quelques symboles de relais spéciaux :



Utilisations

La fonction première des relais est le plus souvent de séparer les circuits de commande des circuits de puissance à des fins d'isolement, par exemple pour piloter une tension ou un courant élevé, à partir d'une commande plus faible, et dans certaines applications, assurer aussi la sécurité de l'opérateur.

- On peut les utiliser aussi pour créer des fonctions logiques adaptées, comme ce fut le cas pour les premiers ordinateurs ou dans les flippers. C'est toujours le cas également dans beaucoup de postes d'aiguillages, conçus avant les années 1990.
- Les relais furent utilisés en très grande quantité dans les systèmes de commutation téléphonique électromécanique RTC ; ils le sont toujours, mais dans une moindre mesure car remplacés par de l'électronique et de l'informatique, dans les commutateurs actuels.
- La durée de vie des relais électromagnétiques bas de gamme est relativement réduite en raison de l'usure des contacts lors de commutations répétées. Mais il existe des solutions pour en prolonger sa durée de vie¹. Certains relais sont conçus et testés pour supporter au minimum 10 millions de manœuvres. Leur longévité est souvent supérieure à 50 ans en service, sans qu'il soit possible de dire précisément combien de manœuvres ils ont accompli.

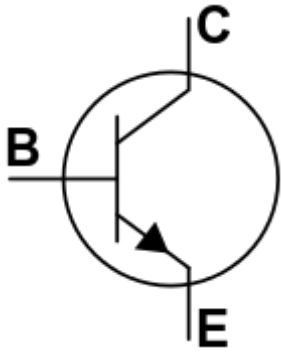
6) Le transistor :

Définition : Le **transistor** est un composant électronique qui est utilisé dans la plupart des circuits électroniques (circuits logiques, amplificateur, stabilisateur de tension, modulation de signal, etc.) aussi bien en basse qu'en haute tension.

Un transistor est un dispositif semi-conducteur à trois électrodes actives, qui permet de contrôler un courant ou une tension sur l'électrode de sortie (le collecteur pour le transistor bipolaire et le drain sur un transistor à effet de champ) grâce à une électrode d'entrée (la base sur un transistor bipolaire et la grille pour un transistor à effet de champ).

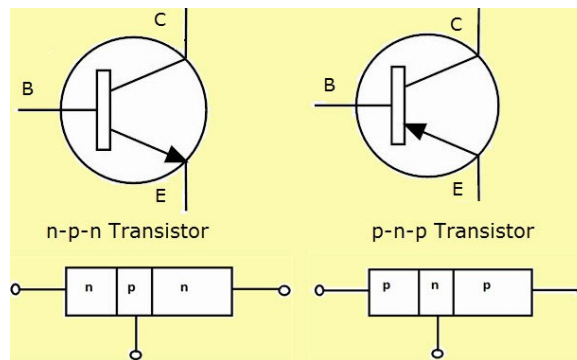
Description d'un transistor : un transistor possède trois bornes : **Le collecteur C ; la base B et l'émetteur E**. Dans chacune de ses bornes, existe un courant. Ainsi dans le collecteur l'intensité I_C ; dans la base l'intensité I_B et l'intensité I_E dans l'émetteur.

Le symbole d'un transistor :



LES DIFFERENTS TYPES DE TRANSISTORS

On distingue deux sortes de transistors bipolaires (PNP et NPN) et c'est le sens du courant, qu'ils laissent passer dans une direction et bloquent dans l'autre, qui les différencie.



Fonctionnement d'un transistor

• Transistor bloqué, Transistor Passant.

Soit U_{BE} la tension entre la base B et l'émetteur E. A l'aide du diviseur de tension, augmentons progressivement cette mesurée par le voltmètre.

- Si $U_{BE} < 0,6V$, alors $I_B = 0$ et $I_C = 0$. Aucun courant ne traverse le transistor. Il se comporte comme un interrupteur ouvert : **le transistor est dit bloqué.**
- Si $U_{BE} \geq 0,6V$, un petit courant de base débloquent le transistor et permet le passage d'un grand courant de collecteur : **le transistor est passant.**

Lorsque le transistor est passant, la tension U_{BE} varie peu et reste comprise entre 0,6V et 0,8V. Pour simplifier on adopte, lorsque le transistor fonctionne : $U_{BE} \approx 0,7V$

• Deux régimes de fonctionnement

Le transistor étant passant, faisons varier l'intensité I_B du courant de base et notons I_C l'intensité du courant de collecteur.

I_B (mA)	0	0,1	0,2	0,5	1	1,5	1,7	2	2,5	3	4
I_C (mA)	0	10	20	50	100	150	170	180	200	200	200
	Transistor bloqué	Régime linéaire : $I_C = 100 I_B$						saturation			

Sur le graphique (fig.9)

Nous distinguons deux régimes de fonctionnement.

- **Régime linéaire**

D'après le tableau, $I_C = 100 I_B$; dans cette zone, I_C est proportionnelle à I_B .

Plus généralement, on pose :

$$I_C = \beta \times I_B$$

Le coefficient β (bête) est appelé **le gain du transistor**. C'est dans ce régime que le transistor est amplificateur de courant.

- **Régime de saturation :**

Lorsque I_B dépasse une certaine valeur, I_C conserve une valeur constante. Cette intensité maximale notée $I_{C_{max}}$ est appelée **intensité de saturation**.

EXERCICES D'APPLICATION SUR LE COURS

III- MECANIQUE ET TECHNOLOGIE 27H

Définition : La mécanique (du grec ancien [Μηχανική](#) / [mèchanikê](#), « l'art de construire une machine »¹) est une branche de la physique dont l'objet est l'étude du mouvement, des déformations ou des états d'équilibre des systèmes physiques. Cette science vise ainsi à décrire les mouvements de différentes sortes de corps, depuis les particules subatomiques avec la mécanique quantique, jusqu'aux galaxies avec la mécanique céleste.

III-1 Travail, puissance et énergie mécanique Durée 9h

A- Les machines Simples :

On appelle machine simple un dispositif mécanique élémentaire permettant de transformer une force de module et de direction déterminés en une force dont le module ou la direction sont différents.

Exemple : levier ;roue ;poulie ;coin ;plan incliné ;vis ;engrenage ;treuil.

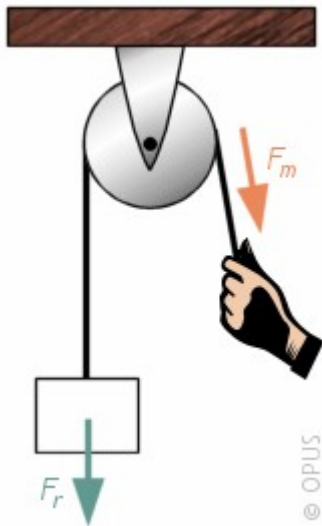
A-1- Les Poulies : Une **poulie** est une machine simple, c'est-à-dire un dispositif de mécanique élémentaire constituée d'une pièce en forme de roue servant à la transmission du mouvement utilisée avec une courroie, une corde, une chaîne ou un câble et la forme de la jante étant adaptée aux cas d'utilisation.

Les types de poulies.

Il existe deux types de poulies qui sont : **Les poulies fixes ou simples et les poulies mobiles.**

1- Les poulies fixes ou simples : Il existe beaucoup de manières d'utiliser les poulies. Quand on emploie une seule poulie pour faire un travail, on dit qu'on a une configuration de poulie simple.

Le déplacement d'une charge est le cas d'utilisation le plus courant d'une poulie : une charge est accrochée à une extrémité d'une corde passant par une poulie fixée à un support, en exerçant une force suffisante à l'autre extrémité, on déplace la charge. Cette configuration est appelée *poulie simple fixe*. Cette poulie est toujours fixée sur un support (mûr ; plafond).

a- Schéma :

$$F_e = F_s = P = m \cdot g$$

b-Formules appliquées : D'après le TCI : $F_e + F_s = 0$ (en vecteur) ; en norme : $F_e - F_s = 0 \Rightarrow$

$$F_e = F_s = P = m \cdot g$$

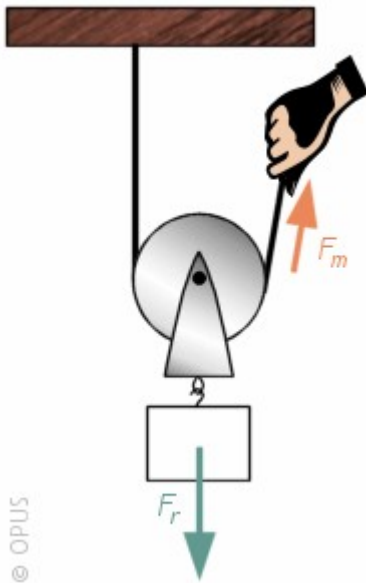
C'est la force appliquée à cette poulie fixe.

Cette poulie n'est pas soumise à aucun déplacement alors : la longueur de la corde de tir est :

$$L_e = L_s$$

2- La poulie mobile : Une poulie mobile est une poulie qui se déplace ensemble avec la charge à soulever.

Schéma : Suspendons notre charge à une poulie mobile :

**Formule appliquée :**

A l'équilibre, on a que $\vec{T} + \vec{T} + \vec{P} = \vec{0}$.

La tension dans chaque brin de corde vaut donc $\vec{T} = -\vec{P}/2$.

Pour soulever la charge à vitesse constante, il faut donc appliquer la force $\vec{F} = -\vec{P}/2$.

Si on compare la force $\vec{F}$ qu'il faut appliquer au bout de la corde à la force $\vec{F}_0$ qu'il faut appliquer pour soulever la charge sans machine simple, on constate : $-\vec{F}$ est de même sens que $\vec{F}_0$ — la norme de $\vec{F}$ est la moitié de la norme de $\vec{F}_0$: $F = F_0/2 = P/2$.

On remarque également que, pour soulever la charge d'une hauteur h , il faut tirer le bout de corde d'une distance $x = 2 \cdot h$

Conclusion : La force appliquée à une poulie mobile est : $F_e = \frac{F_s}{2} = \frac{P}{2} = \frac{mg}{2}$ elle est en newton N. Et la longueur de la corde est : **$L_e = 2L_s = 2h$ en mètre m.**

3- Les Palans

Un palan est un assemblage de plusieurs poulies.

Si n est le nombre de brins de corde qui supportent la charge, alors : $F = F_0/n = P/n$ et $x = n \cdot h$

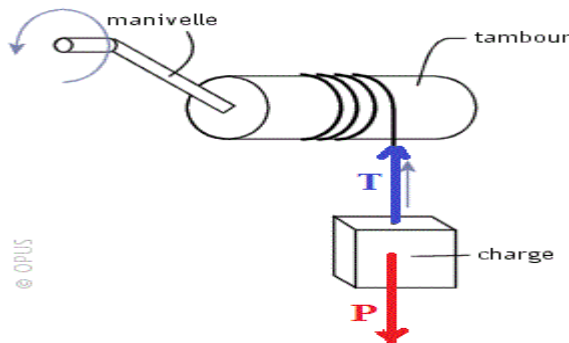
Si on soulève une charge par un palan, la norme de la force à appliquer au bout de la corde est égale à la norme du poids divisé par le nombre de brins de corde. La distance dont il faut déplacer le bout de la corde sera la hauteur multipliée par le nombre de brins de corde.

Avec un palan, on peut donc réduire la force à appliquer pour soulever une charge. Par contre, le chemin duquel il faut déplacer cette force devient plus long.

Retenons : La force appliquée à un palan est : **$F_e = \frac{F_s}{n} = \frac{P}{n}$** et la longueur de la corde est : **$L_e = nL_s$**

4- Etude du treuil.

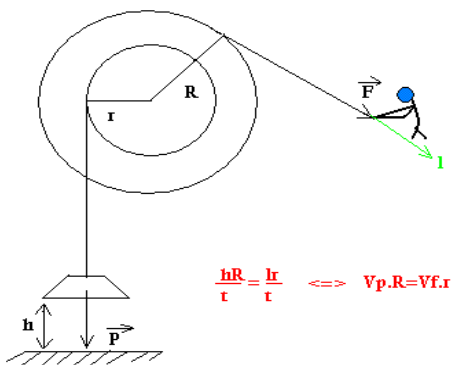
C'est un corps cylindrique que l'on fait tourner autour de son axe et sur lequel s'enroule la corde qui tire un fardeau. Il permet de monter, d'élever et de transporter une charge. **Son principal rôle est de tirer les charges au dessus du sol.**



Le treuil est une machine simple constituée d'un tambour cylindrique autour duquel s'enroule une corde qui tire une charge.

Caractéristique

Schéma détaillé :



Le treuil et la poulie à deux gorges ont le même comportement. A l'équilibre : $F_e.R = F_s.r \Leftrightarrow F_e = \frac{F_s \cdot r}{R}$

En mouvement ; la longueur de la corde de tir est : $L_e = 2n\pi R$ et $F_e.L_e = F_s.L_s$

Avec R le rayon du tambour et r le rayon de la manivelle. $R \gg r$.

Le moment d'une force.

Le moment d'une force notée μ par rapport à son axe est le produit de cette force par la distance du déplacement de la charge de son axe de rotation **$\mu = F \times d$.**

Dans un système mécanique, le moment est régulier à l'équilibre $\mu_e = \mu_s \Leftrightarrow F_e \cdot L_e = F_s$. Il s'exprime en **N.m (newton-mètre)**. Pour un tambour, $\mu = F_e \times R$.

Travail et puissance

a- nTravail d'une force

4.1.1 Définition En physique, le travail est une notion liée aux forces et aux déplacements de leurs points d'application. Considérons une force constante $\vec{F}$ dont le point d'application subit un déplacement rectiligne de A vers B. Nous allons, tout d'abord, définir le travail dans deux cas particuliers.

- Le travail W d'une force $\vec{F}$ orientée dans la direction et dans le sens du déplacement (figure 4.1) est défini par l'expression : $W(\vec{F}) = F \cdot AB$.

L'unité du travail est le joule (J) : $1 \text{ J} = 1 \text{ N m}$.



Force parallèle à son déplacement

Une force perpendiculaire à la direction du déplacement ne travaille pas. Lorsque la force $\vec{F}$ n'est ni parallèle, ni perpendiculaire au déplacement, il faut la décomposer en une composante tangentielle F_T et une composante normale F_N au déplacement. D'après la définition ci-dessus, ce n'est que la composante $\vec{F}_T$ qui travaille. Le travail de la force $\vec{F}$ lors du déplacement de A vers B est : $W_{AB}(\vec{F}) = F_T \cdot AB = F \cdot AB \cos \alpha$. L'expression $F \cdot AB \cos \alpha$ représente le produit scalaire des vecteurs $\vec{F}$ et $\vec{AB}$.



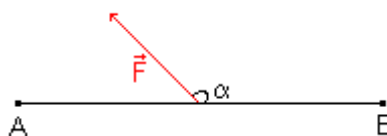
3. Travail moteur - Travail résistant

Le travail d'une force est une grandeur algébrique (W peut-être positif, négatif ou nul). Trois cas sont possibles:

- $0 \leq \alpha < 90^\circ$: Dans ce cas, $\cos(\alpha) > 0$ et $W_{AB}(\vec{F}) > 0$. On dit que la force $\vec{F}$ effectue un **travail moteur**. Alors un travail est dit moteur lorsque la force appliquée à la charge favorise son déplacement.



- $90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$: Dans ce cas, $\cos(\alpha) < 0$ et $W_{AB}(\vec{F}) < 0$. On dit que la force $\vec{F}$ effectue un **travail résistant**. Alors un travail est dit résistant lorsque la force appliquée à la charge tend à s'opposer au déplacement.



- $\alpha = 90^\circ$: Dans ce cas, $\cos(\alpha) = 0$ et $W_{AB}(\vec{F}) = 0$. La force $\vec{F}$ n'effectue **aucun travail**.

Relation entre Moment et le travail.

Dans la rotation, le travail est $W=2n\pi\mu$ avec n nombre de tour par minute. $N=\frac{n}{t}$ est le nombre de tours par la durée de rotation.

Travail du poids d'un corps. Si h est la hauteur du déplacement d'une charge de poids P , le travail de son poids est :
 $w=P.h= mgh$.

b- La Puissance mécanique : La puissance d'une force est le rapport du travail qu'elle effectue par le temps mis à l'effectuer. $P=\frac{W}{t}$. Elle s'exprime en Watt (w) qui est l'unité légale. Autres unités de puissance :

$1\text{kgm/s}=9,81\text{W}$; $1\text{kW}=10^3\text{W}$; $1\text{Ch}=75\text{kgm/s}$; $1\text{Ch}=736\text{W}$.

Pour $W=F.L \Rightarrow P=\frac{F.L}{t}=F.\frac{L}{t}=F.V$ alors $P=F.V$ avec F la force en Newton et V la vitesse du mobile en m/s.

ENERGIE MECANIQUE.

1-ENERGIE CINETIQUE : L'énergie cinétique d'un corps est l'énergie qu'il possède du fait de sa vitesse. Elle est égale au demi-produit de sa masse par le carré de sa vitesse. $E_c = \frac{1}{2} mV^2$. Elle s'exprime en joule (J), si m est en kilogramme kg et V en mètre par seconde (m/s). L'unité légale d'énergie cinétique est le joule.

2-ENERGIE POTENTIELLE DE PESANTEUR : L'énergie potentielle de pesanteur d'un corps est l'énergie qu'il possède du fait de sa position à un corps de référence. $E_p=mgh$ Elle s'exprime en joule si m est en Kilogramme et h en mètre.

3-ENERGIE MECANIQUE : L'énergie mécanique d'un corps ou d'un système est la somme de son énergie cinétique de son énergie potentielle. $E_M=E_c+E_p$

Transformation d'énergie.

Notion de Rendement

- a- **L'énergie :** L'énergie ne peut ni être créée, ni être détruite. Elle ne peut qu'être transformée d'une forme en autre.
- b- **Transformation de l'énergie électrique :** Un moteur électrique sert à transformer l'énergie électrique en énergie mécanique (c'est-à-dire en mouvement). Un moteur électrique est une machine qui transforme l'énergie électrique en énergie mécanique.
- c- **Transformation de l'énergie mécanique en énergie électrique :** l'alternateur est un convertisseur d'énergie : il transforme l'énergie mécanique en énergie électrique.
- d- **Rendement d'un dispositif de transformation d'énergie.**
 Pour un système réalisant une conversion d'énergie (transformateur, moteur, pompe à chaleur), le rendement est défini par certains auteurs comme étant le rapport entre l'énergie recueillie en sortie et l'énergie fournie en entrée qui confond alors les termes d'efficacité thermodynamique et de rendement thermodynamique. C'est donc le rapport de l'énergie restituée utilement à l'énergie reçue par le

dispositif :

$$r = \frac{\text{énergie restituée utilement}}{\text{énergie reçue}} . \text{ il s'exprime sans unité et est toujours inférieur à 1.}$$

Etude de la cinétique .:

En physique, la cinématique (du grec kinêma, le mouvement) est l'étude des mouvements indépendamment des causes qui les produisent, ou, plus exactement, l'étude de tous les mouvements possible.

a- Le mouvement des corps : Un corps est en mouvement si sa position, par rapport à un référentiel, varie au cours du temps. **Ex :** le mouvement des sportifs, d'un véhicule.

b- Caractères relationnel d'un mouvement : un mouvement est caractérisé par :

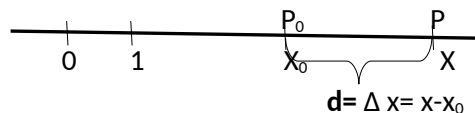
- **Un référentiel :** Un système de référence ou « référentiel » est l'objet à partir duquel on étudie le mouvement. Un référentiel est donc l'ensemble formé d'un repère (à une ou plusieurs dimensions) et d'une horloge
- **Une trajectoire :** L'ensemble des positions prises par un point matériel au cours du temps s'appelle la trajectoire.

c- Les types de mouvements : En fonction de la nature des trajectoires, nous distinguons :

1- Mouvement de translation rectiligne : Comme son nom l'indique, la trajectoire d'un mobile animé d'un mouvement de translation est rectiligne et assimilée à une droite.

1) Espace parcouru lors d'un mouvement rectiligne : Pour repérer le mouvement d'un mobile, on définit un axe de position suivant la trajectoire rectiligne avec :

- Un sens positif (sens de la flèche)
- Une origine : un point 0
- Une unité : mètre (m) Le mobile se déplace du point P₀ au point P sur l'axe des x : P₀ : position x₀ P : position x d est une variation de position: $0 \leq d = \Delta x = x - x_0$ unité SI: m
Le déplacement d est une grandeur vectorielle (point d'application, direction, sens, norme) de norme d.



2) Durée : On utilise une ligne du temps orientée, P₀ : position x₀, à un instant initial t₀ P : position x, à un instant t Δt est une variation de temps: $\Delta t = t - t_0$ unité SI: s La variation de temps est toujours positive car le temps s'écoule toujours de la même façon.

3) Vitesse moyenne au sens physique La vitesse moyenne d'un mobile est un vecteur caractérisant la rapidité avec laquelle son déplacement a été effectué. La norme de ce vecteur (ou intensité) est donnée par : $V = \frac{d}{\Delta t} =$

$$\frac{\text{déplacement}}{\text{intervalle de temps}} = \frac{\text{Position finale} - \text{position initiale}}{\text{intervalle de temps}}$$

L'unité SI de la vitesse est : [v] = m/s (mais on utilise aussi le km/h)

Exercices :

- 1) Un véhicule part d'une ville A à 14h15 et atteint la ville B à 17h30. Si la distance qui sépare A de B vaut 150[km], quelle a été en [m/s] sa vitesse moyenne ?
- 2) Quelle distance a parcouru un piéton qui marche à la vitesse moyenne de 4,2[km/h] pendant 10 minutes ?
- 3) La période de rotation diurne de la Terre est de 24 heures. Quelle est donc, en [km/h], la vitesse d'un point situé à l'équateur ? (Chercher dans la table CRM les données

nécessaires).

4) Vous regardez le soleil à 9h20. A quelle heure le Soleil a-t-il émis la lumière qui vous parvient à cet instant ? ($c=3.108 \text{ m/s}$)

5) En vous promenant dans la campagne, vous constatez qu'un orage éclate dans une région voisine. Vous enclenchez votre chronomètre au moment où vous observez un éclair. Le bruit du tonnerre vous parvient 15 secondes plus tard. A quelle distance vous trouvez-vous de l'orage ?

6) Une automobile circule pendant 20 minutes à la vitesse de 75[km/h], puis pendant les 10 minutes suivantes à la vitesse de 120[km/h]. A quelle vitesse uniforme aurait-elle dû circuler pour parcourir, dans le même temps, la même distance totale ?

Définition du mouvement rectiligne uniforme MRU : Un mobile animé d'un mouvement rectiligne uniforme MRU est caractérisé par une trajectoire rectiligne parcourue à vitesse constante. Son déplacement sera donc proportionnel au temps. MRU

$$: V = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \text{c constante. Unité SI : m/s}$$

Remarque : Si on représente la vitesse en fonction du temps qui pour un MRU est une constante, l'aire sous la courbe correspond au déplacement du mobile.

Loi de la position- Equation horaire du mouvement Un mobile a une position $P_0 : X_0$ à t_0 et une position $P : X$ à t .

Son déplacement est de $\Delta x = X - X_0$. La vitesse moyenne du mobile est alors : $V = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \text{c}$ $\Delta x = V \cdot \Delta t \Rightarrow X - X_0 = V \cdot \Delta t$

$$X = X_0 + \Delta t \Rightarrow X = X_0 + V(t - t_0)$$

On obtient alors la loi de position ou équation du mouvement ou encore équation horaire du mouvement.

Remarque :

$\Delta x = +V\Delta t$ $X = X_0 + v(t - t_0)$: le sens du mouvement est dans le sens **positif** de l'axe des positions

$\Delta x = -v\Delta t$ $X = X_0 + v(t - t_0)$: le sens du mouvement est dans le sens **négatif** de l'axe des positions

Mouvement Circulaire Uniforme : C'est par définition le mouvement d'un objet qui se déplace à vitesse constante sur une trajectoire circulaire. **Ex :** Mouvement des hélices d'avion, des roues de voiture ou encore de la rotation de la terre, de la lune.

Un point A effectue un mouvement circulaire uniforme si A parcourt des arcs égaux en des temps égaux.

Dans le cas d'une trajectoire circulaire, la force à exercer est dirigée vers le centre de la trajectoire ; la force est radiale ou encore centripète.

Vitesse linéaire

On appelle vitesse linéaire du point A, l'arc de cercle décrit par A en 1 seconde (unité de temps).

$$V = \frac{2\pi R}{T} \quad V : \text{la vitesse linéaire en m/s ; } R : \text{Le rayon du cercle ; } T : \text{la période en seconde.}$$

La vitesse angulaire : On appelle vitesse angulaire d'un point A du cercle, l'angle au centre balayé par le rayon OA en 1 seconde (unité de temps).

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad \text{Avec } \omega \text{ la vitesse rad/s } T : \text{la période en seconde.}$$

La vitesse angulaire est indépendante du rayon de la trajectoire décrite par le point.

Cours de chimie Niveau 10^{ème}

Chapitre I : Notion sur L'oxydoréduction.

I-1 Réaction d'oxydoréduction/Conception Ancienne : Transfert d'atomes d'oxygène.

Définition : Une réaction d'oxydoréduction ou réaction **redox** est une réaction chimique au cours de laquelle il y a un transfert ou un échange d'atomes d'oxygène entre un oxydant et un réducteur. C'est donc une réaction simultanée entre ces deux derniers.

Exemples : $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \longrightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$

- **L'oxydation :** est une réaction au cours de laquelle un corps simple ou un composé gagne des atomes d'oxygène. C'est la fixation d'un ou plusieurs atomes d'oxygène sur un corps simple ou composé. **C'est donc un gain d'oxygène.** Dans l'exemple précédant : l'oxydation est $\text{Al} \longrightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$
- **La réduction :** C'est une réaction au cours de laquelle un composé organique ou un oxyde perd un ou plusieurs atomes d'oxygène. C'est l'enlèvement d'un ou plusieurs atomes d'oxygène sur un corps composé. **C'est donc une perte d'oxygène.** Dans l'exemple précédant, la réduction est $\text{Fe}_2\text{O}_3 \longrightarrow \text{Fe}$

Au cours de cette réaction de redox, on constate des éléments comme :

- **Le réducteur :** C'est un corps capable de capter un ou plusieurs atomes d'oxygène, il est aussi appelé **Corps oxydé.**
- **L'oxydant :** C'est un corps capable de céder un ou plusieurs atomes d'oxygène, il est aussi appelé **Corps réduit.**

L'OXYDATION DU CARBONE, DU SOUFRE ET DU FER

I. La combustion du carbone

A. Expérience

On chauffe un morceau de charbon de bois (composé essentiellement de carbone) puis on le plonge dans du dioxygène. On constate alors que le charbon brûle accompagné d'étincelles. Ensuite la présence du dioxyde de carbone a été prouvée par l'eau de chaux qui se trouble.

B. Interpretation

Au cours de cette combustion qui dégage beaucoup de chaleur, l'oxygène du flacon et une partie du carbone disparaissent. Il se forme du dioxyde de carbone.

C. Équation bilan de la combustion

La combustion du carbone est une réaction chimique au cours de laquelle du carbone et du dioxygène disparaissent tandis qu'il se forme du dioxyde de carbone. L'équation bilan s'écrit : $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$

II. La combustion du soufre

A. Expérience

On fait brûler du soufre, contenu dans un têt en porcelaine dans un flacon contenant du dioxygène et de l'eau. Le soufre brûle alors avec une flamme bleue à peine visible. Ensuite on enlève le soufre et on agite le flacon ; le gaz

obtenu par la combustion du soufre se dissout dans l'eau. Enfin on ajoute du permanganate de potassium (solution violette) qui se décolore alors en se mélangeant à la solution du gaz et de l'eau.

B. Interpretation

Au cours de cette combustion l'oxygène du flacon et une partie du soufre disparaissent. Il se forme un gaz incolore et suffocant, le dioxyde de soufre qui décolore une solution de permanganate de potassium. Il est soluble dans l'eau.

C. Équation bilan de la combustion

La combustion du soufre est une réaction chimique au cours de laquelle du soufre et de l'oxygène disparaissent tandis que le dioxyde de soufre se forme. L'équation bilan s'écrit : $S + O_2 \rightarrow SO_2$

III. Combustion du fer

A. Expérience

On chauffe un ressort en fer et on le plonge dans un bocal rempli de dioxygène. Le fer brûle avec des projections d'étincelles. Quand la combustion prend fin, on recueille des débris gris (globules solidifiés) dans le fond du bocal. Ceux-ci sont attirés par un aimant. Il s'agit de l'oxyde magnétique de fer (Fe_3O_4).

B. Interpretation

La combustion de fer et du dioxygène s'accompagne de la formation d'un nouveau corps : l'oxyde magnétique de fer.

C. Equation bilan de la combustion

La combustion du fer est une réaction chimique au cours de laquelle du fer et de l'oxygène disparaissent tandis que de l'oxyde magnétique de fer se forme. L'équation bilan s'écrit : $3Fe + 2O_2 \rightarrow Fe_3O_4$

IV. La formation de la rouille

Au contact de l'air humide, le fer se recouvre lentement d'un produit poreux rouge brun, la rouille.

La rouille est essentiellement constituée d'un autre oxyde de fer, l'oxyde ferrique Fe_2O_3 . Il est un produit de réaction chimique entre le fer et l'oxygène.

Cette réaction chimique s'accompagne aussi d'un dégagement de chaleur, mais celle-ci étant libérée dans un grand intervalle de temps, se dissipe dans l'atmosphère et il n'y a pas de changement de température. L'équation bilan s'écrit : $4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$.

V. Oxydation et Combustion

La combustion du carbone, du soufre et du fer dans l'air sont des oxydations : On dit que le carbone, le soufre et le fer ont été oxydés. C'est-à-dire que chaque corps a fixé des atomes d'oxygène pour donner un oxyde (dioxyde de carbone, dioxyde de soufre, oxyde magnétique de fer, oxyde ferrique).

-Une combustion est une oxydation qui dégage beaucoup de chaleur. Elle se manifeste par l'apparition d'une flamme ou d'une incandescence.

-Une oxydation lente est une oxydation qui se déroule pendant un grand intervalle de temps. Dans ce cas, le dégagement de chaleur n'est pas perceptible.

LA REDUCTION DE L'OXYDE FERRIQUE ET DE L'OXYDE CUIVRIQUE

I. Réduction de l'oxyde ferrique

A. Expérience

On mélange de la poudre de l'oxyde ferrique et de la poudre d'aluminium dans un têt, puis on fait bruler ce mélange grâce à ruban de magnésium (Qui a le même rôle qu'une allumette).

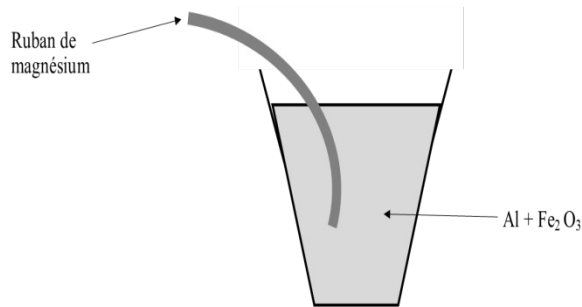


Figure 1

B. Observation

La combustion se fait avec une gerbe d'étincelles, à la fin de la réaction, on observe une poudre blanche et des solides gris.

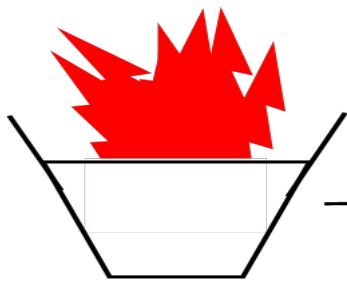


Figure 2

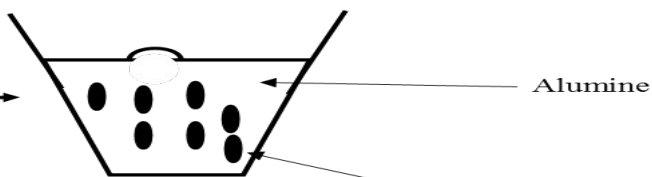
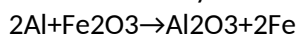


Figure 3

C. Interprétation

La poudre blanche est l'alumine de formule Al_2O_3 . Les solides gris (qui sont attirés par un aimant) sont du fer. On peut donc écrire l'équation chimique de la réaction :

Aluminium + oxyde ferrique → Alumine + fer

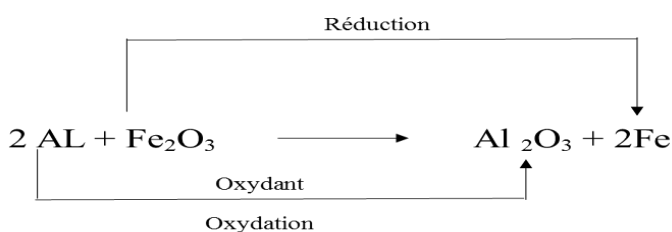


L'oxyde ferrique a donné ses atomes d'oxygène à l'aluminium : l'oxyde ferrique a oxydé l'aluminium (on dit aussi que l'aluminium a été oxydé par l'oxyde ferrique). L'oxydant est le corps qui oxyde (ici oxyde ferrique)

Un corps qui a été oxydé a gagné des atomes d'oxygène. L'aluminium a enlevé les atomes d'oxygène de l'oxyde ferrique : l'aluminium a réduit l'oxyde ferrique (on dit aussi que l'oxyde ferrique a été réduit par l'aluminium). Le réducteur est le corps qui réduit (ici l'aluminium).

Un corps qui a été réduit a perdu des atomes d'oxygène.

On peut résumer ce que l'on vient de dire par l'équation de la réaction

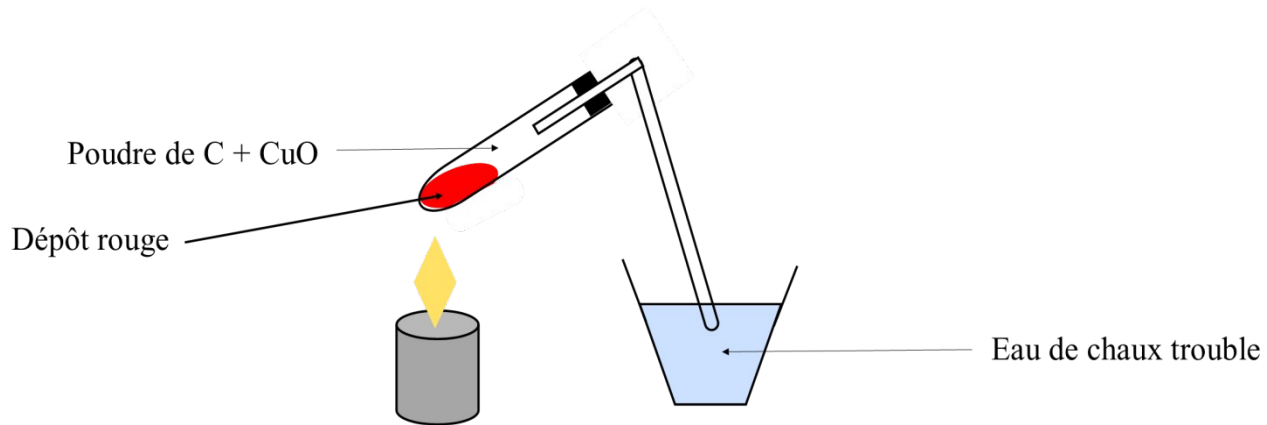


II. Réduction de l'oxyde cuivrique

A. Expérience

On chauffe dans une éprouvette, un mélange d'oxyde cuivrique (poudre noire) et du carbone (poudre noire). On fait passer le gaz ainsi produit à travers l'eau chaude.

B. Observation



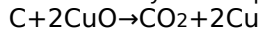
L'eau de chaux se trouble. De plus si on regarde sur les parois de l'éprouvette, on observe un dépôt rouge.

C. Interprétation

L'eau de chaux qui se trouble indique la présence de CO_2 et le dépôt rouge est du cuivre.

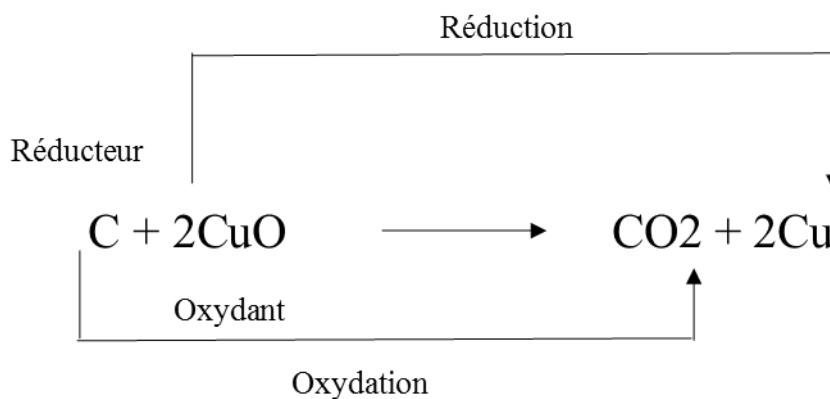
On a donc l'équation de la réaction chimique qui peut s'écrire :

Carbone + Oxyde cuivrique $\rightarrow$ dioxyde de carbone + cuivre



Si on reprend le même raisonnement que précédemment on peut dire que :

le carbone a été oxydé par l'oxydant oxyde cuivrique (CuO), l'oxyde cuivrique a été réduit par le réducteur carbone (C). L'équation de la réaction peut donc s'écrire :



Question de consolidation

- 1- Définissez les termes : redox ; oxydation ; réduction ; corps oxydé, corps réduit.

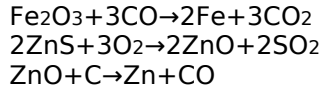
IMPORTANCE INDUSTRIELLE DE LA REDUCTION DES OXYDES

I. Du minerais au métal

La plupart des métaux n'existe pas à l'état naturel. On les trouve dans les minerais où ils existent combinés à d'autres éléments.

- Quand le minerai contient un oxyde métallique, il suffit de réduire cet oxyde pour obtenir un métal : le fer, l'aluminium
- Quand le minerai ne contient pas un oxyde métallique, on le traite chimiquement de manière à obtenir un oxyde. C'est donc le plus souvent en réduisant un oxyde que l'on obtient un métal dans l'industrie.

Exemple



II. Le fer, la fonte et l'acier

A. Réduction de l'oxyde ferrique

La plupart des minerais de fer que l'on exploite pour préparer ce métal contient de l'oxyde ferrique mélangé à la terre : On l'appelle la gangue. Pour obtenir le fer on réduit l'oxyde ferrique par le CO.

1. Réalisation industrielle

- La réduction a lieu dans un haut fourneau. On introduit par la partie supérieure du haut fourneau, un mélange de coke, de minerai et de fondant.
- Le coke brûle en donnant du CO_2 . Celui-ci est réduit par le carbone et passe à l'état de CO. Le CO réduit enfin le Fe_2O_3 .
- Le fondant se combine à la gangue pour donner le laitier. Le fer dissout du carbone et l'on obtient la fonte (La fonte qui sort du haut fourneau est un mélange de fer et du carbone 3 à 4%).

2. De la fonte à l'acier

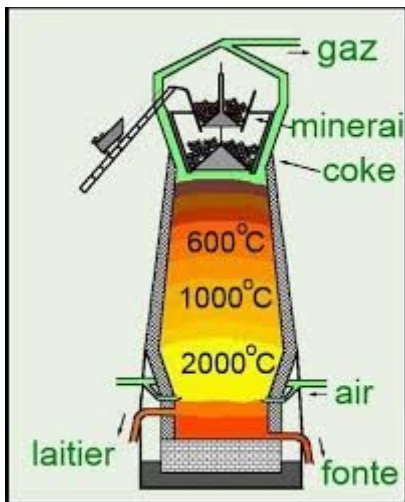
La fonte est transformée en acier par affinage. On la decarbone partiellement et on élimine les impuretés en les oxydant. (L'acier est un alliage fer-carbone contenant moins de 1% de carbone).

B. Réalisation Industrielle

- La réduction a lieu dans un haut fourneau. On introduit par la partie supérieure du haut fourneau, un mélange de coke, de minerai et de fondant.
- Le coke brûle en donnant du CO_2 . Celui-ci est réduit par le carbone et passe à l'état de CO. Le CO réduit enfin le Fe_2O_3 .
- Le fondant se combine à la gangue pour donner le laitier. Le fer dissout du carbone et l'on obtient la fonte (La fonte qui sort du haut fourneau est un mélange de fer et du carbone 3 à 4%).

C. De la fonte à l'acier

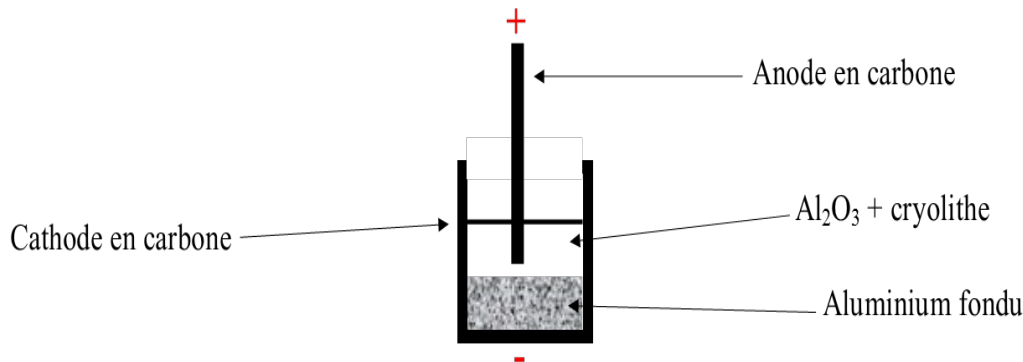
La fonte est transformée en acier par affinage. On la decarbone partiellement et on élimine les impuretés en les oxydant. (L'acier est un alliage fer-carbone contenant moins de 1% de carbone)



$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ c'est l'équation fondamentale qui se passe dans le haut fourneau.

III. L'aluminium

L'aluminium se trouve sous forme d'oxyde (alumine) à l'état naturel. Il se trouve dans le minerai appelé bauxite. On a beaucoup de mal à réduire l'alumine en aluminium. C'est pourquoi, on utilise un autre type de réaction ; l'électrolyse de l'alumine.



L'électrolyte est composé d'alumine fondu et de cryolithe (uniquement là pour favoriser l'électrolyse). L'alumine est alors sous forme d'ions Al^{3+} et O^{2-} .

- A la cathode on a $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$ (Qui se dépose au fond de la cuve). Dans cette réaction les ions Al^{3+} gagnent 3e^- sur la cathode. Pour une molécule d'alumine, $2\text{Al}^{3+} + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Al}$
- A l'anode, on a : $2\text{O}^{2-} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{e}^-$ et aussitôt l'oxygène se combine au carbone de l'anode (combustion). Dans cette réaction, les ions O^{2-} abandonnent 2e^- à l'anode. Pour une molécule d'alumine, on a : $3\text{O}^{2-} \rightarrow \frac{3}{2}\text{O}_2 + 6\text{e}^-$

Réaction d'oxydoréduction

Une **réaction d'oxydoréduction** ou **réaction redox** est une réaction chimique au cours de laquelle se produit un transfert d'**électrons**. L'espèce chimique qui capte les électrons est appelée « **oxydant** » ; celle qui les cède, « **réducteur** ».

Les réactions d'oxydoréduction constituent une grande famille comprenant de nombreuses réactions chimiques, puisqu'elles interviennent dans les **combustions**, certains dosages **métallurgiques**, la **corrosion** des métaux, l'**électrochimie** ou la **respiration cellulaire**. Ces réactions jouent en particulier un rôle fondamental en **biologie**, dans la transformation de l'**oxygène** en **eau** (H_2O) au sein des organismes vivants. Elles sont également massivement utilisées par l'industrie humaine, à l'exemple de l'obtention de la **fonte** à partir de minerais composés d'**oxyde de fer**, par réduction, puis de **fer** et d'**acier** à partir de la fonte, par oxydation.

Définitions plus modernes

Pour faciliter l'étude des réactions, on associe (parfois abstraitement) à chaque atome d'un composé un **nombre d'oxydation** (n.o.) qui symbolise la valeur de la charge portée (Fe^{2+} a un nombre d'oxydation de II).

- Une oxydation est une perte d'électrons (donc une augmentation du n.o., les électrons étant chargés négativement). Par exemple : $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$
- Ce don d'électrons ne se produit que s'il existe un corps susceptible de les accepter.
- Le phénomène inverse (acceptation des électrons) est appelé la réduction.
- Une réduction est un gain d'électrons (donc une diminution du n.o., les électrons étant chargés négativement). Par exemple : $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$

Ainsi, les « combinaisons avec l'oxygène » ne sont qu'un cas particulier des réactions d'oxydoréduction. Voici deux réactions avec le cuivre :

- $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$
- $\text{Cu} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CuCl}_2$

La première combine le cuivre et le dioxygène tandis que la seconde combine le cuivre et le dichlore. Le chlore et l'oxygène ont un point commun : ce sont des éléments plus électronégatifs que le cuivre.

L'oxydation d'un corps s'accompagne toujours de la réduction d'un autre (les électrons ne peuvent pas circuler seuls et sont nécessairement captés), on parle d'une réaction d'oxydoréduction. L'oxydation est une demi-réaction de l'oxydoréduction et la réduction est l'autre demi-réaction.

Cette variété s'explique par la mobilité de l'électron, sa légèreté et son omniprésence dans toutes les formes de la matière.

UN GENERATEUR ELECTROCHIMIQUE: LA PILE

I. La pile Leclanché

Une pile Leclanché est constituée par :

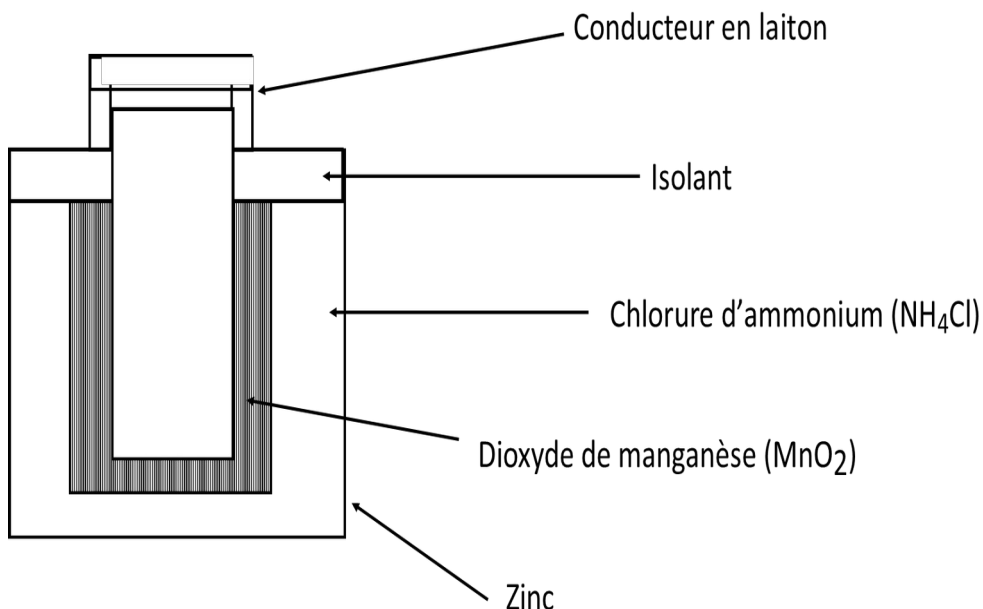
- Un tube de métal blanc brillant : le zinc qui constitue la borne négative de la pile ;
- Un électrolyte : le chlorure d'ammonium ;
- Une tige de graphite dans l'axe du tube plongée dans la substance noire (solide noir + dioxyde de manganèse).

Cette tige constitue la borne positive de la pile.

Remarque :

Si on observe une pile usagée, on constate que le cylindre de zinc a perdu son éclat métallique, il est rongé par endroit et recouverte d'une poudre blanche.

On peut donc dire que du zinc est consommé quand une pile fonctionne.



II. Expérience avec ue pile usagée

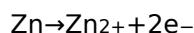
On introduit des fragments du cylindre d'une pile usagée dans de l'eau ; puis on filtre la solution obtenue.

Quand on verse de la soude dans la solution, il se forme un précipité blanc d'hydroxyde de zinc.

Ce test permet de déceler la présence d'ion zinc dans une solution.

Conclusion :

- Les ions zinc présents autour du cylindre d'une pile usagée proviennent des atomes de zinc qui ont perdu chacun deux électrons.



- On peut dire qu'une pile consomme du zinc quand elle fonctionne, car les atomes de zinc se sont transformés en ion zinc avec libération des électrons.

III. Fonctionnement d'une pile

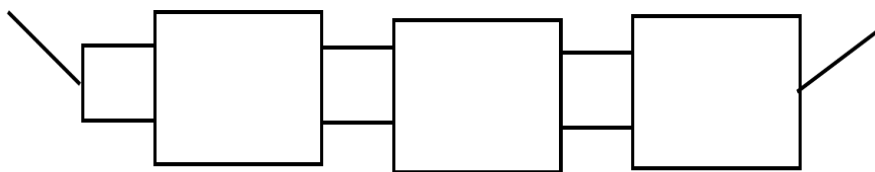
Quand on relie les deux bornes d'une pile à un récepteur par l'intermédiaire de conducteur électrique, les électrons libérés par la transformation du zinc en ion zinc circulent dans les fils conducteurs (de la borne négative) vers la tige de graphite. Ils sont ensuite captés par le dioxyde de manganèse en présence du chlorure d'ammonium.

Conclusion

Le courant électrique à l'intérieur de la pile est constitué par le déplacement d'électrons dans les fils conducteurs de la borne – vers la borne +. Les électrons se déplacent en sens contraire du sens conventionnel du courant.

Remarque :

- Les électrons ne circulent pas dans les électrolytes
- Une pile plate est constituée par 3 éléments de pile Leclanché montés en série.



Pile plate

Chapitre II : Les Solutions aqueuses.

Rappelons :

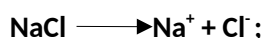
- **Une solution** : C'est un mélange homogène de deux substances qui présentent une seule phase particulièrement liquide contenant un corps dissout (soluté).
- **Le solvant** : C'est la substance dissoute (le corps qui se dissout) ;
- **Le soluté** : C'est la substance dissolvante (corps qui dissout).

Les types de solutions : solution aqueuse ; solution ionique et moléculaire.

On appelle **solution aqueuse**, toute solution dans laquelle un ou plusieurs solutés (solides) sont dissouts dans l'eau pour former un mélange homogène. Elle est dite aqueuse par le fait que l'eau est l'unique solvant. **Ex : l'eau sucrée, eau salée.**

On en distingue en plusieurs :

Solution aqueuse ionique : c'est une solution composée des ions (solutés) et de l'eau (l'eau). Elle est toujours électriquement neutre. **Ex : la solution du chlorure de sodium.**



Solution aqueuse moléculaire : solvant est l'eau et les solutés sont des molécules.

Autres catégories de solutions aqueuses : Les solutions aqueuses usuellement étudiées sont : **les solutions acides**, **solutions basiques** ; et **les solutions neutres**. Ces différentes solutions se reconnaissent en fonction de leur couleur leur P^H .

Notion d'indicateurs colorés.

L'indicateur coloré est une substance chimique qui change la couleur d'une solution en présence d'un réactif : **le Bleu de bromotymol**.

Le bleu de bromotymol est un indicateur ou un colorant de la famille des sulfone phtaléines souvent utilisé comme indicateur coloré de P^H .

Effets du BBT dans les solutions.

Dans les solutions acides le BBT vire au Jaune : **BBT + Acide** $\longrightarrow$ **Jaune**

Dans les solutions basiques le BBT vire au Vert : **BBT + Base** $\longrightarrow$ **Vert**

Dans les solutions neutres le BBT vire au Neutre : **BBT + Neutre** $\longrightarrow$ **Bleu**.

Notion de P^H et du papier P^H

Le papier P^H est une bandelette de test qui permet de déterminer le P^H d'une solution c'est-à-dire son acidité, sa basicité et sa neutralité. Ce rouleau de papier représenté comme échelle de P^H pour la comparaison ; elle comprend des valeurs pratiquement comprises entre 0 et 14. Ce qui signifie qu'une solution aqueuse a un P^H compris entre 0 et 14. Mais pour des mesures précises on utilise le P^H -mètre.

Le P^H d'une solution : le Potentiel en Hydrogène noté P^H est l'activité chimique des ions en solution.

Ces ions sont notamment présents sous la forme de l'ion hydronium. Il permet d'évaluer la concentration de l'ion hydronium (H^+) dans une solution qui est exprimé en mol/l par la relation : **$P^H = -\log[H^+]$** et se lit P^H est égal à moins le logarithme de la concentration de l'ion H^+ .

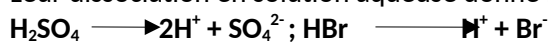
Le P^H -mètre, le BBT et le papier P^H nous permettent de connaître la nature d'une solution (sa neutralité, basicité et acidité).

Etudes Particulières des solutions

1- Les solutions Acides : Une solution acide est une solution dont le P^H est compris entre 0 et 7. **Plus la solution devient acide plus son P^H diminue et tend vers 0 et plus la solution devient moins acide plus le P^H augmente et tend vers 7.**

Caractéristiques d'une solution acide : Une solution acide est une solution de $P^H < 7$; c'est une solution identifiée par la présence des ions H^+ ; le BBT vire au Jaune dans cette solution ; on les rencontre dans le jus d'ananas, jus de citron ; de vinaigre ; et d'autre comme le HCl ; HBr ; H_2SO_4 ; **$H^+ > OH^-$**

Leur dissociation en solution aqueuse donne les ions acides H^+ et des ions résiduels.



Dilution d'une solution acide.

Le P^H d'une solution acide augmente lorsqu'on la dilue, c'est-à-dire lorsqu'on ajoute de l'eau à cette solution. Le P^H reste malgré tout inférieur à 7.

Le P^H d'une solution acide dépend du nombre d'ions H^+ présents dans un certain volume de cette solution. Plus ce nombre est grand, plus la solution est moins acide et plus le P^H est faible plus la solution est plus acide. Ainsi, le jus de pomme de $P^H = 4$ est moins acide que le coca-cola de $P^H = 2,5$. Un verre de jus de pomme contient moins d'ions H^+ qu'un verre contenant le même volume de coca-cola.

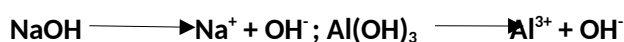
Quelques liquides acides de la vie courante.

Solution	p ^H
Suc de gastrique	1,5
Coca-cola	2,5
Jus de citron pur	2,5
Jus de pamplemousse	3
Vinaigre	3
Vin blanc	4
Jus de pomme	4
Jus de tomate	4
Eau Perrier	5
Salive	6,5

2- Les Solutions Basiques : Une solution basique est une solution de $P^H > 7$.

Caractéristiques d'une solution basique : les solutions basiques sont caractérisées par un $P^H > 7$, elle est identifiée par la majorité des ions OH^- par rapport aux ions H^+ , on les rencontre dans les solutions comme : la soude, le potasse (KOH) ; hydroxyde d'aluminium, sang, eau de javel..., le BBT vire au vert dans ces solutions $OH^- > H^+$

Leur dissociation en solution aqueuse donne les ions OH^- et les ions métalliques.



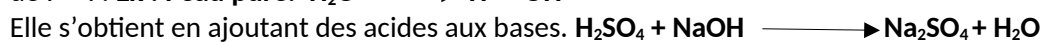
Dilution des solutions basiques : Lorsqu'on ajoute de l'eau dans une solution basique, elle devient moins basique et son P^H diminue et tend vers 7.

Le P^H d'une solution basique dépend du nombre d'ions OH^- présents dans un certain volume de cette solution, plus ce nombre est grand, plus la solution est plus acide et plus le P^H est faible plus la solution est moins basique.

Solutions	p ^H
Sang	7,3-7,4
Eau de mer	8
Teepol	8
Eau de javel concentrée	11
Destop	14

Remarque : D'une manière, la dilution en eau de ces solutions conduit le P^H à tendre vers 7.

3- Une solution neutre : Une solution est dite neutre, lorsqu'elle contient autant d'ions OH^- que d'ions H^+ et de $P^H = 7$. Ex : l'eau pure. $H_2O \longrightarrow H^+ + OH^-$



Propriétés conductrices : Toutes les solutions acides, basiques et neutres sont **électriquement neutres**.

Identification d'ions en solutions

- Test des ions cuivre Cu^{2+} :** Les ions cuivre Cu^{2+} sont caractérisés par la soude ; ils réagissent avec les ions hydroxyde provenant de la soude (NaOH) pour donner un précipité bleu : l'hydroxyde de cuivre $Cu(OH)_2$.
 $Cu^{2+} + 2OH^- \longrightarrow Cu(OH)_2$. Les ions sodium et chlorure ne réagissent pas. Il est inutile de les écrire dans l'équation bilan.
- Test des ions fer :**

- **Ions Fer II, Ions Fer III** : les ions fer II ou ions ferreux Fe^{2+} sont obtenus par l'action de l'acide chlorhydrique sur le fer ou par action du fer sur une solution de sulfate de cuivre. Ainsi, les ions fer III ou ions ferriques Fe^{3+} s'obtiennent par la corrosion du fer qui résulte de la rouille.
- **Action de la soude sur les ions fer II** : les ions fer II ou ferreux sont caractérisés par la soude ; il se forme un précipité verdâtre : l'**hydroxyde de fer II** Fe(OH)_2 .
Elle se traduit par le bilan : $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{Fe(OH)}_2$.
- **Action de la soude sur les ions fer III** : les ions ferriques Fe^{3+} sont caractérisés par la soude ; il se forme un précipité rouille : l'**hydroxyde de fer III** qui se traduit par le bilan : $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \longrightarrow \text{Fe(OH)}_3$
- c) **Test des ions sulfate SO_4^{2-}** : Les ions sulfate SO_4^{2-} sont caractérisés par une solution de chlorure de baryum ; il se forme un précipité blanc de sulfate de baryum BaSO_4 qui se traduit par $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} \longrightarrow \text{BaSO}_4$;
- d) **Test des ions carbonate CO_3^{2-}** : Les ions carbonate CO_3^{2-} sont caractérisés par un acide comme l'acide chlorhydrique ; il se produit un dégagement de gaz carbonique qui trouble l'eau de chaux. Ce phénomène se traduit par : $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- e) **Test des ions chlorure Cl^-** : Les ions chlorure Cl^- sont caractérisés par une solution de nitrate d'argent ; il se forme un précipité blanc : le **chlorure d'argent** AgCl . Le bilan se traduit par : $\text{Cl}^- + \text{Ag}^+ \longrightarrow \text{AgCl}$.

Question de consolidation

Compléter le tableau suivant :

Ions	Réactifs	observation	Réactions
Cu^{2+}	Soude		
Fe^{2+}	Soude		
Cl^-	Nitrate d'argent		
SO_4^{2-}	Chlorure de baryum		

Chapitre III : Chimie Organique

La chimie organique est la partie de la chimie qui s'occupe de l'étude du carbone et de ses composés naturels ou synthétiques. Ces composés renferment essentiellement et presque toujours l'hydrogène, l'oxygène, l'azote... on les rencontre aussi quelques alloènes comme le chlore, le fluor, l'iode...

Importance de la chimie organique :

La fabrication des médicaments de synthèse (antibiotiques), des produits usagés courants (caoutchouc ; matières plastiques), produits cosmétiques et autres matériaux des peintures, vernis etc...

A- Les Hydrocarbures :

Un hydrocarbure est un composé organique constitué exclusivement d'atomes de carbone **C** et d'hydrogène **H**. Leur formule brute générale est C_nH_m avec n et m appartenant à **N**.

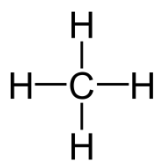
Classification des hydrocarbures : On distingue selon la nature des chaînes :

- **les hydrocarbures saturés** : Dont la chaîne carbonée est constituée uniquement de liaison simple : **les alcanes**.
- **Les hydrocarbures insaturés** : Constitués d'au moins une liaison double ou triple. **Ex** : les alcènes, les alcynes et les hydrocarbures aromatiques...

Etude du Méthane

- a- **Définition** : Le méthane est un composé organique de formule CH_4 découvert et isolé par **Alessandro Volta** (1776-1778). C'est l'hydrocarbure le plus simple et le 1^{er} élément de la famille des alcanes.

b- Formule et structure du méthane : la formule brute du méthane est le **CH₄**. Sa formule développée est



c- Combustion du méthane : Le méthane brûle dans l'oxygène de l'air pour donner :

- Un dégagement de gaz carbonique et de l'eau : **C'est une combustion complète.** $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$;
- Un dégagement d'un gaz très toxique, le monoxyde de carbone et la formation de l'eau : **C'est une combustion incomplète :** $\text{CH}_4 + \frac{3}{2} \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO} + 2\text{H}_2\text{O}$.

d- Propriétés du méthane.

- **Propriétés Physiques :** C'est un gaz incolore ; inodore, peu soluble dans l'eau et de masse volumique **a= 40g/Cm³**.
- **Propriétés Chimiques :** transparent, léger et de densité d=0,55.

e- Préparation et obtention du méthane.

Le méthane s'obtient soit :

- **Par la décomposition de l'acide éthanóïque** $\text{CH}_3\text{COOH} : \text{CH}_3\text{COOH} \longrightarrow \text{CH}_4 + \text{CO}_2$.
- **Par l'hydratation du carbure d'Aluminium :** $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 3 \text{CH}_4 + \text{Al}(\text{OH})_3$
- e- **La chloration du Méthane :** la chloration est une réaction chimique de substitution ou de transposition.

Les équations chimiques des réactions de substitution à considérer :

- $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$ CH_3Cl : chlorométhane ;
- $\text{CH}_3\text{Cl} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{CH}_2\text{Cl}_2 + \text{HCl}$ CH_2Cl_2 : dichlorométhane ;
- $\text{CH}_2\text{Cl}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{CHCl}_3 + \text{HCl}$ CHCl_3 : trichlorométhane ;
- $\text{CHCl}_3 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{CCl}_4 + \text{HCl}$ CCl_4 : tétrachlorométhane.

ETUDE Générale des Alcanes :

- Les alcanes sont des hydrocarbures saturés. Ils ne sont constitués que d'atomes de carbone (C) et d'hydrogène (H), liés entre eux par des liaisons simples, les atomes de carbone sont reliés à un nombre maximal d'atomes d'hydrogène — d'où le nom de « saturé ». Les alcanes non cycliques possèdent une formule brute de la forme **C_nH_{2n+2}** où n est un entier naturel non nul.

Nomenclature des Alcanes

Le nom est formé :

- d'un radical indiquant le nombre d'atomes de carbone de la chaîne carbonée principale.
méth-
éth-
prop-
but-
pent-
hex-
hept-
oct-
non-
dec etc.
- d'un suffixe -ane précisant le groupe fonctionnel (alcane).

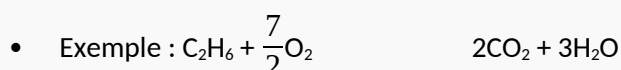
Les 10 Premiers éléments des Alcanes

- Méthane (CH₄)

- Éthane (C₂H₆)
- Propane (C₃H₈)
- Butane (C₄H₁₀)
- Pentane (C₅H₁₂)
- Hexane (C₆H₁₄)
- Heptane (C₇H₁₆)
- Octane (C₈H₁₈)
- Nonane (C₉H₂₀)
- Décane (C₁₀H₂₂)
- Propriétés Physico-chimiques des Alcanes
- Les alcanes existent en grande quantité sous forme de gisements naturels de gaz ou de pétrole. L'origine de ces gisements est attribuée à la fermentation de la cellulose des végétaux des temps préhistoriques.
- Le gaz naturel est essentiellement constitué de méthane et les pétroles contiennent un mélange d'hydrocarbures (dont des alcanes allant de CH₄ à C₄₀H₈₂).
- Le méthane, l'éthane, le propane et le butane (alcanes de C₁ à C₄) sont des gaz à température ambiante. À partir de C₅, on rencontre des liquides, et à partir de C₁₇, des solides.
- Les alcanes liquides ou solides ont une densité assez faible (environ 0,7). Comme tous les hydrocarbures, ils sont insolubles dans l'eau ; par contre, ils sont miscibles avec la plupart des liquides organiques et sont eux-mêmes des solvants pour de nombreux composés organiques.
- D'une façon générale, les alcanes sont assez peu réactifs, autrement dit stables. Ceci s'explique par le fait que les liaisons C-C et C-H sont assez fortes :
- C-C = 82,6 kcal/mol ;
- C-H = 100 kcal/mol ;
- (1 cal = 4,18 J).
- Les alcanes peuvent réagir dans plusieurs réactions :
- réaction de combustion : on brise la liaison C-C (le squelette de la molécule). Il en existe deux types (exemple avec du méthane) :
- la combustion complète des alcanes produit du dioxyde de carbone et de l'eau



•



Nomenclature :

Au départ, il s'agissait d'une molécule de pentane à laquelle on a ajouté un groupe éthyle (en rouge) et un groupe méthyle (en bleu). Pour nommer cette nouvelle molécule, il faut : commencer par trouver puis numéroté la plus longue chaîne de carbone (ici, les carbones de cette chaîne sont en gras) ; numéroté ses carbones (ici, les carbones sont numérotés en vert) ; puis on considère les groupes attachés à cette chaîne carbonée et les carbones de chaîne servant d'attache : un groupe méthyle -CH₃ sur le carbone no 5 ; un autre groupe méthyle -CH₃ sur le carbone no 3 ; on nomme la chaîne carbonée comme un alcane (ici il y a six carbones donc hexane) ; on assemble le tout, le nom de la molécule serait : 3,5-diméthylhexane (une virgule sépare les chiffres entre eux, un tiret sépare les chiffres des noms).

Mais il faut numéroté la chaîne dans l'autre sens car il faut toujours essayer d'avoir le chiffre le plus petit ;

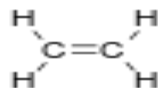
Détermination de la formule brute d'un alcane.

A partir de la notion de la densité d'un corps vue en classe antérieure, $d = \frac{M}{29}$ avec M la masse molaire de l'alcane.

Exercices d'application

L'Etude de l'Éthylène

L'éthylène, ou, selon la nomenclature de l'IUPAC, éthène, est un hydrocarbure insaturé de formule brute C_2H_4 . Il est l'élément simple des alcènes. Sa structure est



Propriétés physique et Chimiques de l'éthylène

L'éthylène est le plus simple des alcènes.

Formule de l'éthylène

- brute : C_2H_4

- semi-développée : $CH_2=CH_2$

- développée :

$$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$$

- représenté généralement
par une double liaison : $\equiv$

C'est un gaz incolore, volatil, de densité proche de l'air avec lequel il forme des mélanges explosifs.

À partir de 425 °C, il s'enflamme et brûle avec une flamme claire ; chaleur de combustion : 47 200 kJ/kg.

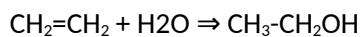
Propriétés chimiques

C'est un gaz très réactif

L'éthylène présente des réactions d'addition, de combustion d'hydratation, d'hydroxylation, d'halogénéation et polymérisation.

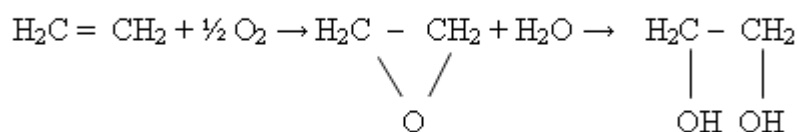
Hydratation

L'éthylène peut être hydraté en éthanol par addition d'une molécule d'eau en milieu acide.



Hydroxylation

L'éthylène est hydroxylé en 1,2-éthanediol (glycol) en présence de catalyseurs.

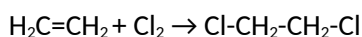


Polymérisation

La polymérisation de l'éthylène en polyéthylène basse densité s'effectue par une polymérisation radicalaire à haute pression. Quant à la production de polyéthylène haute densité, ou basse densité linéaire, elle est possible grâce à la polymérisation coordinative en utilisant des catalyseurs type Ziegler-Natta, métallocène ou post-métallocène

Réaction de chloration

Le 1,2-dichloroéthane peut être produit par chloration directe de l'éthylène en phase liquide, catalysée par le chlorure ferrique III, à une température avoisinant 50 °C.



Obtention de l'éthylène : L'éthylène s'obtient par :

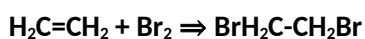
- La déshydratation de l'alcool éthylénique.

$$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}$$
- L'hydrogénation de l'acétylène :

$$\text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2 \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_4$$

Halogénéation

Par halogénéation, l'éthylène conduit au dibromoéthane.



Etude générale des Alcènes

Les alcènes sont des hydrocarbures insaturés, caractérisés par la présence d'au moins une double liaison covalente entre deux atomes de carbone. Ces liaisons sont toujours de types covalents normaux parfaits. Les alcènes non cycliques n'ayant qu'une double liaison possèdent une formule brute de la forme C_nH_{2n} où n est un entier naturel supérieur ou égal à 2. L'alcène le plus simple est l'éthylène (nom usuel de l'éthène).

Nomenclature des alcènes :

Il faut utiliser le même nom que celui de l'alcane portant le même nombre d'atomes de carbone, en utilisant le suffixe « -ène » à la place de « -ane » et en intercalant l'indice de position de la double liaison (voir règle 2a) dans le mot, avant le suffixe, et encadré par deux tirets.

Si l'alcène non-ramifié n'a pas sa double liaison en première position, alors il faut préciser s'il s'agit d'un alcène E (si les deux atomes H portés par la double liaison sont opposés) ou Z dans le cas contraire. C'est le cas du pent-2-ène, par exemple

Alcènes ramifiés

Voici les règles à suivre pour nommer un alcène ramifié :

Règle 1

Dans la formule de structure, déterminer la chaîne carbonée principale (c'est-à-dire la chaîne la plus longue d'éléments contenant un C) comportant obligatoirement la double liaison.

En pratique, cela revient à : choisir une extrémité de la chaîne carbonée ; parcourir la chaîne en passant par le plus grand nombre d'atomes C consécutifs.

Règle 2

Afin de situer le double liaison, numéroter la chaîne principale de façon que le numéro de l'atome C portant la double liaison soit le plus petit possible.

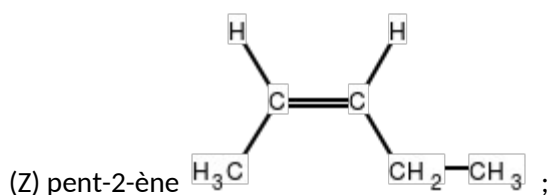
Suivre la même numérotation pour situer les ramifications.

Règle 3

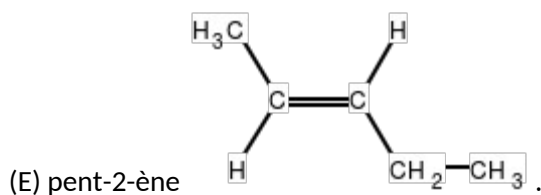
Citer le nom de la ramification alkyle, suivi de son indice de position entouré de tirets. Faire suivre du nom de l'alcène comme s'il n'était pas ramifié.

La stéréochimie de la double liaison peut être déterminée selon les règles de priorité de Cahn-Ingold-Prelog :

si les groupes les plus importants liés à chacun des atomes de carbone de la double liaison se retrouvent du même côté par rapport à la double liaison, l'isomère a la stéréochimie Z (de l'allemand zusammen, ensemble), exemple :



si les groupes les plus importants liés à chacun des atomes de carbone de la double liaison se retrouvent de côté opposé par rapport à la double liaison, l'isomère a la stéréochimie E (de l'allemand entgegen, opposé), exemple :



Propriétés physiques des alcènes

Les alcènes ont des températures d'ébullition un peu plus basses que celles des alcanes correspondants car les forces de van der Waals sont plus faibles ; en effet, une double liaison prend plus d'espace qu'une simple liaison, donc les molécules s'empilent de façon moins compacte et les forces intermoléculaires sont moins importantes. Il en résulte qu'il faut fournir moins d'énergie pour les rompre : les températures d'ébullition sont plus basses. Ils brûlent avec une flamme claire.

À température et pression ambiantes, les alcènes sont gazeux jusqu'au butène, puis liquides et enfin solides à partir de C16. Leur solubilité, médiocre dans l'eau, est bonne dans l'alcool et l'éther.

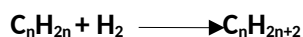
Réaction de Combustion des alcènes

La combustion complète des alcènes est la même que celle des alcanes.



Réaction de chloration des alcènes :

L'addition du dihydrogène aux alcènes conduit à la formation d'un alcane



Réaction d'hydratation des alcènes : Elle conduit à la formation d'un alcool



NB : Les alcènes admettent aussi des équations de polymérisation.

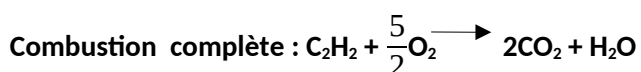
Etude de l'Acétylène :

L'acétylène est le premier élément des alcynes qui a la formule brute C_2H_2 .

C'est un gaz incolore ; plus léger que l'air de densité $d = 0,90$.

Formule développée : $H-C \equiv C-H$.

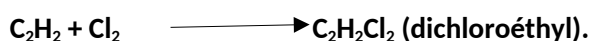
Les réactions de l'acétylène.



Addition avec l'hydrogène : C'est réaction conduit à l'obtention de l'éthylène et de l'éthane.



Polymérisation :



Les hydrocarbures insaturés acétyléniques : Les alcynes.

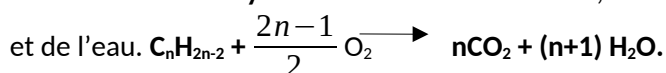
Les alcynes sont des hydrocarbures acétyléniques composés d'atomes de carbone et d'hydrogène. Les atomes de carbone sont liés entre eux par une triple liaison. $C \equiv C$. Ils ont pour formule générale : C_nH_{2n-2} avec $n > 2$.

Nomenclature : Les alcynes se nomment comme les alcènes correspondant en remplaçant la terminaison <<ène>> par <<yne>>.

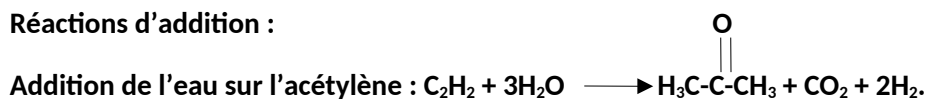
Leur premier élément est l'acétylène de formule C_2H_2 .

Propriétés des alcynes : les alcynes sont insolubles dans l'eau mais solubles dans l'alcool ; l'éther...

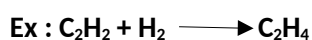
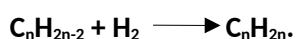
Combustion des alcynes : Comme tous les autres, la combustion des alcynes conduit à l'obtention du dioxyde de carbone



Réactions d'addition :



Addition du dihydrogène : Elle conduit à la formation de l'alcène correspondant.



Exercices d'application

