

Table des matières

RÉSUMÉS DE PHYSIQUE CHIMIE	2
POIDS D'UN CORPS : LA VERTICALE (RAPPEL)	2
NOTION DE FORCE	4
PRINCIPE DES ACTIONS RECIPROQUES	6
Variation Du Poids D'un Corps Avec L'altitude Et La Latitude	8
Variation Du Poids D'un Corps Avec L'altitude Et La Latitude	8
NOTION DE TRAVAIL D'UNE FORCE	10
NOTION DE PUISSANCE	13
Les Machines Simples.....	15
B. LES POULIES	17
C. LE TREUIL	19
RAPPELS SUR LES QUANTITES DE CHALEUR.....	20
Transformation Réciproque Du Travail Mécanique En Chaleur	23
MACHINE A VAPEUR : LE MOTEUR THERMIQUE	25
LE MOTEUR A EXPLOSION	27
L'INTENSITE DU COURANT ELECTRIQUE	30
QUANTITE D'ELECTRICITE.....	33
Electrolyse : Etude Qualitative Et Quantitative De L'électrolyse.....	35
LOIS DE FARADAY.....	43
APPLICATIONS INDUSTRIELLES	43
Effet Joule Application De L'effet Joule.....	45
Résistances	47
Association En Série Et En Parallèle De Résistances	49

RÉSUMÉS DE PHYSIQUE CHIMIE

POIDS D'UN CORPS : LA VERTICALE (RAPPEL)

O. P. O:

A la fin de la leçon l'apprenant doit être capable de :

- définir le poids d'un corps ;
- définir la verticale d'un corps ;
- citer les caractéristiques d'un corps ;
- citer les propriétés de la verticales ;
- représenter le poids d'un corps.

I. ACTION EXERCEE SUR UN OBJET PAR LA TERRE

La terre exerce sur tout objet une action appelée action de la pesanteur. C'est une force à distance, répartie, car elle s'exerce en tout point de l'objet. L'action de la terre sur un objet peut être remplacée par une force ponctuelle, unique appelée poids du corps.

II. DEFINITION

Le poids d'un corps est l'attraction que la terre exerce sur ce corps.

III. CARACTERISTIQUES DU VECTEUR POIDS D'UN CORPS

Le poids d'un corps homogène est une force représentée par un vecteur noté P dont les caractéristiques sont :

- La direction : la droite rectiligne suivie par un corps qui tombe en chute libre. Elle est la verticale du lieu où se trouve l'objet.
- Le sens : il est dirigé de haut en bas.
- Le point d'application : c'est le centre de gravité de l'objet.
- L'intensité : c'est la grandeur du poids.

L'intensité du poids d'un corps se mesure à l'aide d'un dynamomètre. Son unité dans le système international est le Newton de symbole (N).

IV. REPRESENTATION

Le poids d'un corps est représenté par un vecteur P .

V. LA VERTICALE

1. Définition

La verticale est la trajectoire suivie par un corps qui tombe en chute libre.

2. Les propriétés de la verticale

La verticale d'un lieu est perpendiculaire à la surface libre d'un liquide au repos.

La verticale d'un lieu passe toujours par le centre de la terre.

En des lieux voisins de la terre, toutes les verticales sont parallèles. Par contre si les points sont trop éloignés, les verticales se rencontrent.

Remarque

La distance entre le pôle Nord et l'équateur est 10000Km et l'angle formé par les verticales est 90

NOTION DE FORCE

O. P. O:

A la fin de la leçon l'apprenant doit être capable de :

- donner des exemples d'effets dynamiques d'une force ;
- donner des exemples d'effets statiques d'une force ;
- définir une force ;
- définir une force de contact ;
- donner des exemples de forces de contact ;
- définir les forces à distance ;
- donner les exemples de force à distance ;
- citer les caractéristiques d'une force ponctuelle.
- représenter une force par un vecteur en utilisant une échelle choisie ;
- nommer l'appareil de mesure d'une force ;
- nommer l'unité de l'intensité d'une force dans le système international ;
- donner le symbole de l'unité de la force.

1. Effet dynamique

Schéma

2. Effet statique

Schéma

II. DEFINITION

Une force est toute action capable :

- de mettre un solide en mouvement ou de modifier le mouvement d'un solide (effet dynamique) ;

- de déformer un corps ou de maintenir un solide en équilibre (effet statique).

III. DIFFERENTES SORTES DE FORCES

1. Les forces de contact

Il y a contact entre le corps (l'objet) qui subit la force et celui qui la crée.

Les forces de contact peuvent être ponctuelles (agissent en un point) ou réparties (agissent en tous les points du corps ou sur une large surface).

Exemples : force musculaire, force de frottement, force élastique, force pressante.

2. Les forces à distance

Les forces à distance se manifestent sans qu'il ait contact entre l'objet qui subit la force et celui qui crée cette force.

Exemples

La pesanteur, les forces magnétiques, les forces électriques, les forces d'attraction entre les astres.

Les forces à distance sont toujours réparties.

IV. LES CARACTERISTIQUES D'UNE FORCE PONCTUELLE

- Le point d'application ;
- Le sens ;
- La direction ;
- La direction (ou droite d'action ou support) ;
- L'intensité.

V. REPRESENTATION

Une force est représentée par un vecteur noté F . Ce vecteur a :

- Pour origine, le point d'application de la force ;
- Pour support la droite d'action de la force ;
- Pour sens, celui de la force ;
- Une longueur, proportionnelle à l'intensité F de la force.

VI. UNITE DE LA FORCE

L'unité de la force dans le système international est le Newton. Son symbole est (N).

L'intensité de la force se mesure à l'aide d'un dynamomètre.

PRINCIPE DES ACTIONS RECIPROQUES

O. P. O:

A la fin de la leçon l'apprenant doit être capable de :

- décrire une expérience mettant en évidence les interactions à distance ;
- décrire une expérience mettant en évidence les interaction de contact ;
- réaliser l'étude quantitative du principe des actions réciproques ;
- énoncer le principe des actions réciproques ;

I. ACTION A DISTANCE

Schémas 1 et 2

II. ACTION DE CONTACT

Le livre exerce sur la table et réciproquement la table exerce une force identique à son poids :

III. ENONCE DU PRINCIPE DES ACTIONS RECIPROQUES

Lorsqu'un corps A exerce sur un corps B une force $F_{A : B}$, le corps B exerce sur le corps A une force $F_{B : A}$. Ce principe s'écrit :

¶

$$F_{A : B} = - F_{B : A} \text{ ou } F_{A : B} = 0$$

Ces deux forces ont :

- *même point d'application* ;
- *même intensité* ;
- *de sens contraire* ;
- *même direction*

¶

$$F_{A : B} + F_{B : A} = 0$$

I. condition d'équilibre d'un solide soumis à deux forces

1. Expérience

a. Poids négligeable

Corps léger attaché entre deux dynamomètres : le poids est négligeable devant les intensités F_1 et F_2 .

Schéma

b. Poids compensé

Solide attaché entre deux dynamomètres sur une table soufflante horizontale.

Condition d'équilibre

Loi

Lorsqu'un solide soumis à deux forces ponctuelles en en équilibre, ces forces ont :

- Même support (ou droite d'action) ;

!

$$F_1 = - F_2 \text{ OU } F_1 + F_2 = 0$$

- de sens contraires ;

- même intensité.

II. APPLICATION

Equilibre stable, instable, indifférent

a. Equilibre stable

Un équilibre est dit stable lorsque le corps légèrement écarté de sa position d'équilibre tend à y revenir.

b. Equilibre instable

Un équilibre est dit instable lorsque le corps écarté de sa position d'équilibre tend à s'en écarté d'avantage.

c. Equilibre indifférent

Un équilibre est dit indifférent lorsque le corps légèrement écarté de sa position d'équilibre, reste dans la nouvelle position.

Variation Du Poids D'un Corps Avec L'altitude Et La Latitude

O. P. O:

A la fin de la leçon l'apprenant doit être capable de :

- montrer à partir de faits d'observation, que le poids d'un corps varie avec la latitude du lieu ;
- montrer à partir de fait d'observation que le poids d'un corps varie avec l'altitude du lieu ;
- interpréter la variation du poids d'un corps avec le lieu où il se trouve ;
- distinguer masse et poids à partir de l'unité, de l'instrument de mesure et de la propriété caractéristique ;
- d'établir la relation qui lie poids et masse ;
- écrire la formule mathématique de la relation.

Variation Du Poids D'un Corps Avec L'altitude Et La Latitude

I. OBSERVATIONS

Soit un corps suspendu au crochet d'un dynamomètre on mesure son poids P

A Paris	P = 9,81 N
A Libreville	P = 9,78 N

Au Pôle Nord	$P = 9,83 \text{ N}$
--------------	----------------------

Le poids varie donc avec la latitude du lieu.

N.B. La latitude d'un lieu est la distance de ce lieu à l'équateur.

b. On mesure ensuite dans la même ville par exemple

A paris (à la surface du sol)	$P = 9,81 \text{ N}$
Au sommet de la Tour Eiffel (320 m)	$P = 9,80 \text{ N}$
A une altitude de 10^4 m au-dessus de Paris	$P = 9,78 \text{ N}$
A une altitude de 10^6 m	$P = 7,16 \text{ N}$

Le poids d'un corps varie donc avec l'altitude du lieu. Il diminue lorsque l'altitude augmente.

Remarque :

1. L'altitude d'un lieu est la hauteur (élévation de ce lieu par rapport au niveau de la mer).
2. Le poids d'un corps n'est pas une grandeur constante.
3. Le poids d'un corps est la force avec laquelle la terre attire un corps. Cette force d'attraction est autant plus faible que le corps est plus éloigné de la terre.

II. RELATION ENTRE LE POIDS ET LA MASSE

RAPPEL

Le poids d'un corps est l'attraction que la terre exerce sur ce corps. Il varie d'un lieu à un autre.

Le poids d'un objet dépend de l'objet considéré.

Le poids dépend à la fois du lieu et de l'objet considéré.

La masse d'un objet est lié à la quantité de matière qui le constitue. Elle est mesurable.

Comparaison entre poids et masse

Grandeur	Unité	Instrument de mesure	Propriétés
Masse	Kilogramme (Kg)	Balance	Invariable
Poids	Newton (N)	dynamomètre	variable

Relation entre poids et masse

L'intensité de la pesanteur dépend du lieu considéré

l

$$g =$$

Le poids d'un corps est proportionnel à la masse du corps et à l'intensité de la pesanteur.

'

$$P = m \times g$$

P s'exprime en newton (N)

M s'exprime en kilogramme (Kg)

G s'exprime en newton par kilogramme (N/Kg)

Parmi les grandeurs m ; P ; g :

- m dépend de la matière qui constitue l'objet ;
- P dépend à la fois de la matière et du lieu ;
- g dépend du lieu considéré.

Le poids d'un objet varie avec le lieu.

La masse est invariable.

La pesanteur g varie avec la latitude et l'altitude.

Dans l'échelle des valeurs, 9,81 N/kg est la plus convenable.

NOTION DE TRAVAIL D'UNE FORCE

O. P. O:

A la fin de la leçon l'apprenant doit être capable de :

- donner quelques exemples illustrant la notion de travail ;

- décrire une expérience permettant d'établir l'expression du travail ;
- nommer l'unité de travail dans le système international ;
- donner le symbole de l'unité de travail ;
- définir le travail moteur ;
- définir le travail résistant.

I. NOTION DE TRAVAIL

1. Exemples (schémas P 29 Fig 1)

Un ouvrier qui fait monter un fardeau produit du travail.

Un cheval qui tire un chariot produit aussi du travail

Une personne qui puise de l'eau produit également du travail.

2. Conclusion

Une force travaille quand son point d'application se déplace d'un point à l'autre.

Pour qu'il y'ait travail, deux conditions sont nécessaires :

- Existence d'une force ;
- Déplacement du point d'application de la force.

II. PROPORTIONNALITE DU TRAVAIL D'UNE FORCE

Expérience (schémas P. 30 Fig 3)

Soulevons successivement un poids de 20 N à des hauteurs h ; h_1 ; h_2 ; h_3 correspondant respectivement aux travaux W ; W_1 ; W_2 et W_3 . Ainsi, le travail effectué par une force est proportionnel au déplacement du point d'application de cette force.

Remarque : A une même hauteur si le poids est doublé, le travail est aussi doublé. Pour un même déplacement donné, le travail est proportionnel à la force.

III. TRAVAIL D'UNE FORCE

Le travail d'une force dont le point d'application se déplace sur sa droite d'action, est proportionnel à l'intensité de cette et à la longueur du déplacement de son point d'application.

$$W = F.l$$

F est l'intensité de la force (s'exprime en newton).

L est la longueur du déplacement (s'exprime en mètre).

W est le travail de la force (s'exprime en Joule).

De la formule $W = F \times l$:

-
-

$$F =$$

$$l =$$

Définition du travail d'une force

Le travail d'une force est le produit de cette force par un déplacement donné.

CAS PARTICULIER DE LA PESANTEUR

$$W = P \times h$$

ou

$$W = m \times g \times h$$

P = poids du corps ;

h = hauteur du déplacement ;

M = masse du corps ;

G = l'intensité de la pesanteur.

2. Unité du travail

L'unité du travail dans le système international est le Joule de symbole (J).

Le Joule est le travail d'une force constante d'un Newton qui se déplace de 1 m dans la direction de cette force.

Autres unités du travail

Nom	Symbole	Valeur en Joule
kilojoule	Kj	10^3
Mégajoule	Mj	10^6
Watt-heure	Wh	$36 \cdot 10^2$
Kilowatt-heure	Kwh	$36 \cdot 10^5$

IV. TRAVAIL MOTEUR-TRAVAIL-RESISTANT

- Travail moteur

Une force est dite motrice lorsqu'elle favorise le déplacement produit (la force et le déplacement ont même sens).

Une force motrice effectue un travail moteur.

$$W_m = F \times l$$

- Travail résistant

Une force qui s'oppose au déplacement produit en est une force résistante. Le travail effectué par une force résistante est un travail résistant (W_r).

$$W_r = P \times h$$

NOTION DE PUISSANCE

O. P. O:

A la fin de la leçon l'apprenant doit être capable de :

- donner un exemple illustrant la notion de puissance ;
- définir la puissance ;
- écrire l'expression de la puissance en fonction de la force et de la vitesse ;
- Nommer l'unité de puissance dans le système international ;
- donner le symbole de l'unité de puissance ;
- définir le cheval-vapeur ;
- écrire la relation entre 1Ch et le Watt.

I. NOTION DE PUISSANCE

1. Exemples (schémas P.33 Fig 1)

Un manoeuvre met 40 secondes pour monter une charge de 200 N sur un échafaud situé à 15m du sol.

Un monte-charge actionné par un moteur ne met que 8 secondes.

Le travail effectué par unité de temps dans les deux cas est :

$$W = P \times h = 200\text{N} \times 15\text{m} = 3000\text{J}$$

Le travail effectué par le manoeuvre en une seconde est :

$$W_1 = = 75\text{J}$$

Le travail effectué par le monte-charge en une seconde est :

$$W_2 = = 375\text{J}$$

Par comparaison = 5

On dit que la puissance du manoeuvre est 75J par seconde et celle du monte-charge est 375J par seconde.

Le monte-charge est 5 fois plus puissant que le manoeuvre.

Définition de la puissance: On appelle puissance d'une force pendant un temps t , le quotient du travail par le temps mis pour l'accomplir.

$$P =$$

II. EXPRESSION DE LA PUISSANCE

La puissance P se calcule par la relation suivante :

$$P =$$

Quand le point d'application d'une force se déplace à la vitesse $V =$

$$P = F \cdot V$$

III. UNITES DE LA PUISSANCE

L'unité de la puissance dans le système international est le Watt (W).

Le Watt est la puissance d'une force qui effectue un travail de 1 Joule pendant une seconde.

Nom	symbole	Valeur en watt
Le kilowatt	Kw	10^3
Le mégawatt	Mw	10^6
Le cheval-vapeur	Ch	736

Le cheval-vapeur est la puissance d'un moteur qui fournit un travail de 736 Joules en une seconde.

$$1 \text{ ch} = 736 \text{ watts}$$

Remarque : Si la puissance P est exprimée en watts et le temps t en heures, le travail développé s'exprime en wattheures (Wh).

$$W = P \times t \quad W = 1 \times 3600 = 3600J$$

$$1 \text{ Wh} = 3600\text{Joules}$$

Un multiple du wattheure est le Kilowatt heure : $1Kwh = 10^3Wh$.

Les Machines Simples

DEFINITION

On appelle machines simples des instruments (ou dispositifs simples) qui facilitent certaines tâches dans le domaine de la vie courante en fournissant peu d'effort.

Nous étudierons dans ce chapitre les leviers, les poulies et le treuil.

O. P. O:

A la fin de la leçon l'apprenant doit être capable de :

- décrire un levier ;
- décrire une expérience permettant d'établir la condition d'un levier ;
- décrire la condition d'équilibre d'un levier ;
- définir un levier inter-appui ;
- donner des exemples de levier inter appui ;
- définir le levier inter-résistant ;
- donner des exemples de leviers inter-résistant ;
- définir le levier inter-moteur ;
- donner des exemples de levier inter-moteur.

A. LES LEVIERS

I. DESCRIPTION

1. Principe de fonctionnement

Pour vaincre la force R appliquée en A, il faut appliquer en B une force motrice F.

2. Description

Un levier est une barre rigide AB s'appuyant sur un point autour duquel elle peut tourner (point d'appui).

Les segments OA et OB sont appelés bras de levier.

Sur la barre agissent deux forces :

▲ L'une en A, la force résistante R ;

▼ L'autre en B la force motrice F.

II. CONDITION D'EQUILIBRE

Les deux forces R et F sont parallèles, le levier est en équilibre si

$$F.OB = R.OA$$

$$R = ; F = ; OA = ; OB =$$

F et R s'expriment en Newton;

OA et OB s'expriment en mètre.

III. LES TROIS TYPES DE LEVIERS

1. Le levier inter-appui ou levier du premier genre

Le point d'appui est situé entre la force motrice (F) et la force résistante (R).

Exemples : les ciseaux, les tenailles, les pinces coupantes, le pied de biche.



2. Le levier inter-résistant ou levier du deuxième genre

Le point d'appui de la force résistante (R) est situé entre celui de la force motrice (F) et le point d'appui (O).

Exemples : brouette, couteau du boulanger, casse noix.

N.B. La force supportée par le sol est : $F' = R - F$



3. Le levier inter-moteur ou levier du troisième genre

Le point d'application (B) de la force motrice est situé entre celui (A) de la force résistante et le point d'appui (O).

Exemples : l'étau, l'avant-bras, la pédale d'une machine à coudre.

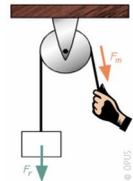


B. LES POULIES

O. P. O:

A la fin de la leçon l'apprenant doit être capable de :

- énoncer le principe de fonctionnement d'une poulie
- décrire une poulie ;
- décrire une expérience permettant d'établir la condition d'équilibre d'une poulie fixe ;
- décrire une expérience permettant d'établir la condition d'équilibre d'une poulie mobile ;
- définir un palan.



I. DESCRIPTION ET PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

1. Principe

Une poulie permet de soulever plus facilement une charge et de transmettre un mouvement.

2. Description

Une poulie est un disque D tournant sans frottement autour d'un axe O soutenu par un étrier ou chape. Aux extrémités d'une corde ou câble sont appliquées les forces motrice et résistante situées dans le plan de la circonférence de la gorge.

II. CONDITION D'EQUILIBRE

1. Poulie fixe

Une poulie est fixe lorsque sa chape est liée à un support.

Une poulie fixe est en équilibre lorsque la force motrice est égale à la force résistante.

$$F = P$$

Soit l_1 la longueur du fil tirée par l'utilisateur et l_2 la longueur s'élève le fardeau.
 $l_1 = l_2$

2. Poulie mobile

Une poulie est mobile lorsque l'un des brins est lié à un support et l'autre appliqué la force motrice.

La poulie est en équilibre lorsque : $F =$

N.B. Si le poids P' n'est pas négligeable alors : $F =$ et $l_1 = 2l_2$

3. Assemblage de poulies : le

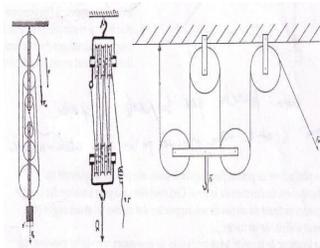
Le palan est une association poulies fixes.

Avec une poulie mobile, $F =$

Avec 2 poulies mobiles, $F =$

Avec 3 poulies mobiles, $F =$

Avec n poulies mobiles, $F =$

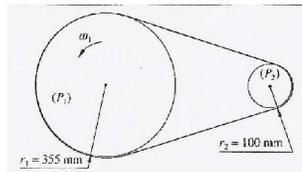


palan

de poulies mobiles et de

4. Poulies et courroie de

Si A est mis en rotation par un entraine celui de B qui a son machine- outil. A est alors la poulie menée.



transmission

moteur, son mouvement tour, fait fonctionner une poulie motrice et B, la

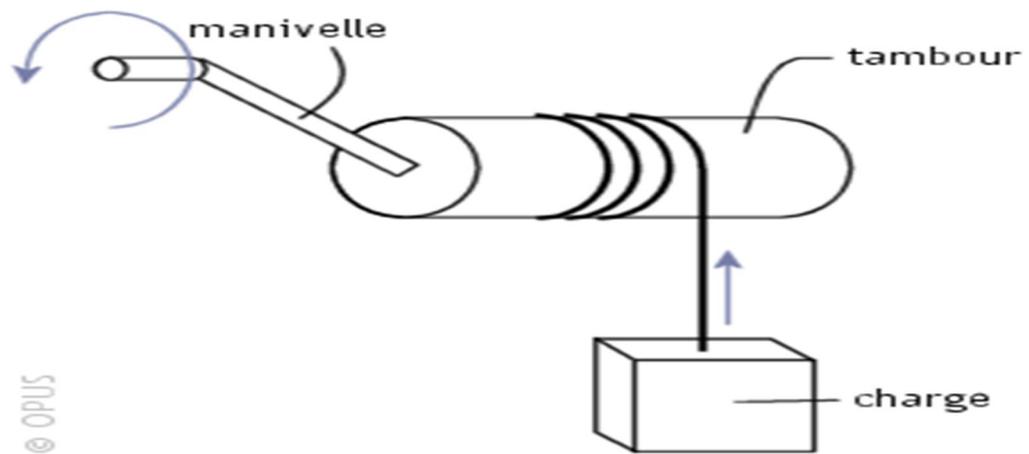


C. LE TREUIL

O. P. O:

A la fin de la leçon l'apprenant doit être capable de :

- énoncer le principe de fonctionnement du treuil
- décrire le treuil ;
- établir la condition d'équilibre du treuil.



I. DESCRIPTION ET PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Un treuil comprend :

Un cylindre ou tambour tournant autour d'un axe OO'

Une manivelle actionnée à la main entraîne la rotation du tambour ou cylindre sur lequel s'enroule une corde ou câble supportant un fardeau.

II. CONDITION D'EQUILIBRE

Un treuil est en équilibre :

$$P \cdot r = F \cdot R$$

P : poids du fardeau ;

F : force motrice exercée sur la manivelle ;

OB = r : rayon du tambour ou cylindre

OA = R : rayon ou longueur de la manivelle

De la relation

|

$$P \cdot r = F \cdot R$$

||

$$F = \quad ; P = \quad ; R = \quad ; r =$$

|

N.B: Le rayon

$$R \text{ (ou } r) =$$

Le nombre de tours de la manivelle est :

||

$$n_{\text{trs}} =$$

La distance parcourue par l'extrémité de la manivelle est :

||

$$D = n_{\text{trs}} \times P = n_{\text{trs}} \times 2 \cdot \pi \cdot R$$

III. TRAVAIL MOTEUR ET TRAVAIL RESISTANT

$W_m = F \cdot l$ avec l la circonférence du grand cercle

D'où

|

$$W_m = F \cdot 2\pi \cdot R$$

$$W_r = P \cdot 2\pi \cdot r$$

Exemples de treuil :

Le pédalier d'une bicyclette, le treuil du puits, le treuil des grues.

V. Rendement

$$R = < 1$$

RAPPELS SUR LES QUANTITES DE CHALEUR

O. P. O:

A la fin de la leçon l'apprenant doit être capable de :

- décrire des expériences permettant de définir la chaleur.
- citer les effets de la chaleur.
- citer quelques sources de chaleur ;

- décrire des expériences permettant de définir la quantité de chaleur ;
- décrire des s permettant de montrer que la quantité de chaleur est une grandeur mesurable.
- vérifier que les quantités de chaleur reçue ou cédée par un corps de masse donnée, dépend de la nature de ce corps ;
- nommer l'unité de la quantité de chaleur dans le système international (le joule) ;
- énoncer le principe des échanges de chaleur ;
- définir la chaleur massique d'un corps ;
- donner l'unité de la chaleur massique dans le système international ;
- donner d'autres unités de la chaleur massique ;
- donner la chaleur massique de l'eau en cal/g.°C ;
- donner la chaleur massique de l'eau en J/kg.°C ;
- définir le pouvoir calorifique d'un combustible ;
- donner l'unité du pouvoir calorifique d'un combustible solide ou liquide ;
- donner l'unité du pouvoir calorifique d'un combustible gazeux.

I. QU'EST-QUE LA CHALEUR ?

1. Expérience

Élévation de la température de l'eau et ébullition de l'eau. La chaleur reçue devient alors cause de changement d'état de l'eau.

2. Conclusion

La chaleur est la forme d'énergie qui provoque :

- Soit une variation de température d'un corps.
- Soit un changement d'état physique d'un corps (fusion, vaporisation).

II. Les sources de chaleur

1. Définition

Une source de chaleur est un corps qui peut échanger de la chaleur avec son environnement en gardant sa température.

2. Exemples de sources de chaleur

- Le soleil ;
- Les combustions de charbon dans un foyer ;
- Les combustions de l'essence dans un moteur ;

- Les combustions de l'essence, du gaz dans les réchauds ;
- Les chauffe-eau ;
- Les fours électriques.

III. EXPRESSION DE LA QUANTITE DE CHALEUR

La quantité de chaleur Q reçue ou cédée par un corps est :
 Proportionnelle à la masse m de ce corps ;
 Proportionnelle à l'élévation de la température $t_2 - t_1$
 † dépend de la nature du corps

$$Q = mc (t_2 - t_1)$$

Q : s'exprime en Joules (J) ;

C : s'exprime en joules par kilogramme par degrés Celsius ;

$(t_2 - t_1)$: s'exprime en degré kelvin ou degré Celsius.

C : est la chaleur massique du corps.

IV. UNITE DE QUANTITE DE CHALEUR

L'unité de la quantité de chaleur dans le système international est le Joule de symbole (J).

Autres unités de quantité de chaleur

- La calorie : $1 \text{ Cal} = 4,18 \text{ J}$;
- La kilocalorie : $1 \text{ Kcal} = 1000 \text{ Cal}$;
- La Thermie : (th).

V. PRINCIPES FONDAMENTAUX DE LA CALORIMETRIE

1. Définition

La calorimétrie est la mesure de la quantité de chaleur.

2. Enoncés des principes fondamentaux

a. Le principe des transformations inverses

La quantité de chaleur fournie à un corps pour élever sa température de t_1 à t_2 degrés Celsius est la même qu'il cède en se refroidissant de t_2 à t_1 Celsius.

b. Le principe des échanges de chaleur

Quand on mélange deux corps à des températures différentes, le corps froid s'échauffe et corps chaud se refroidit. La quantité de chaleur fournie au corps froid est égale à la quantité de chaleur cédée par le corps chaud.

VI. CHALEUR MASSIQUE ET POUVOIR CALORIFIQUE D'UN COMBUSTIBLE

1. CHALEUR MASSIQUE

La chaleur massique d'un corps est la quantité de chaleur qu'il faut fournir à l'unité de masse de ce corps pour élever sa température de 1 degré Celsius.

I

$$Q = m.C (t_2 - t_1) ;$$

$$C =$$

Le produit $m.C$ est appelé capacité calorifique.

I

$$m.C =$$

2. Pouvoir calorifique

Le pouvoir calorifique d'un combustible est la quantité de chaleur fournie par la combustion complète de 1Kg de ce combustible s'il est solide ou liquide et d'un mètre cube s'il est gazeux.

Le pouvoir calorifique s'exprime en J/Kg ou J/m³

EXPRESSION DE LA TEMPERATURE FINALE D'UN MELANGE

-

$$t_f =$$

[Transformation Réciproque Du Travail Mécanique En Chaleur](#)

O. P. O:

A la fin de la leçon l'apprenant doit être capable de ;

- citer des faits d'observation dans lesquels il y a transformation de l'énergie mécanique en chaleur
- citer des faits d'observation dans lesquels il y a transformation de la chaleur en travail ;
- écrire l'expression de l'énergie mécanique produite par une force lors d'un déplacement ;

- écrire l'expression de la quantité de chaleur transférée par un corps qui subit une variation de température.

I. TRANSFORMATION RECIPROQUE DU TRAVAIL MECANIQUE EN CHALEUR

Exemple

- Les freins d'une voiture ou d'un vélo s'échauffent lorsque le conducteur freine.
- La balle d'un fusil s'écrasant sur un mur peut produire un dégagement de chaleur.
- Une joue ayant reçue une gifle s'échauffe.
- Une allumette s'enflamme par frottement.
- Le frottement des mains engendre de la chaleur.

Conclusion

Les frottements, les chocs, les déformations s'accompagnent toujours de dégagement de chaleur.

Il y a transformation de l'énergie mécanique en chaleur.

II. TRANSFORMATION DE LA CHALEUR EN TRAVAIL MECANIQUE

Expérience

- a) La température croît : des courants de convection apparaissent.
- b) L'ébullition commence : la température du mélange (eau + vapeur) se stabilise.
- c) Le couvercle se soulève : l'eau condensée et de la vapeur sortent de la marmite.

Conclusion

La chaleur peut se transformer en travail mécanique.

Le travail et la chaleur sont deux formes particulières de l'énergie : l'énergie mécanique et l'énergie calorifique.

III. ENERGIE MECANIQUE – ENERGIE CALORIFIQUE

1. Expression de l'énergie mécanique produite lors d'un déplacement

Le travail W d'une force F dont le point d'application se déplace d'une longueur donnée sur sa droite d'action est :

$$W = F \cdot l$$

2. Expression de la quantité de chaleur transformée par un corps qui subit une variation de température

La quantité de chaleur Q nécessaire pour élever la température de t_1 à t_2 d'une masse m d'un corps de chaleur massique C est :

!



$$Q = m.C(t_2 - t_1)$$

J Kg J./Kg°C °K ou °C

MACHINE A VAPEUR : LE MOTEUR THERMIQUE

O. P. O:

A la fin de la leçon l'apprenant doit être capable de ;

- réaliser une expérience mettant en évidence le principe de la machine à vapeur ;
- donner la description et le fonctionnement de la machine à vapeur ;
- écrire les expressions du travail ;
- écrire l'expression de la puissance de la machine à vapeur ;
- décrire une expérience mettant en évidence le principe du moteur à explosion ;
- décrire le moteur à explosion ;
- décrire le cycle à quatre (4) temps du moteur à explosion ;
- définir le rendement d'un moteur thermique ;
- interpréter le rendement du moteur à explosion.

Moteurs thermiques

Définition

Un moteur thermique est une machine qui transforme l'énergie calorifique en énergie mécanique.

La machine à vapeur et le moteur à explosion sont des moteurs thermiques.

A. LA MACHINE A VAPEUR

1. Principe

a. Mise en évidence

La pression de la vapeur fait sauter le bouchon

b. Enoncé du principe

La pression de la vapeur émise par l'eau chauffée en vase clos peut produire le déplacement d'un corps.

. De la chaleur disparaît pour se transformer en travail.

2. Description et fonctionnement

La vapeur produite dans la chaudière arrive dans un cylindre où se trouve un piston mobile qui fait un mouvement de va et vient. Ce mouvement de va et vient est transformé en mouvement de rotation du volant par un (le) système bielle-manivelle.

La machine est à double effet quand la vapeur agit successivement sur chaque face du piston (un aller- retour du piston correspond à un tour du volant).

3. Expression du travail et de la puissance

a. Le travail

Désignons par :

P_{ad} : la pression de la vapeur à l'admission ;

P_{ec} : la pression de la vapeur à l'échappement ;

P_e : la pression effective qui agit sur le piston.

D'une par : $P_e = P_{ad} - P_{ec}$

S : la surface du piston de rayon R ($S = \pi.R^2 = \pi$) ;

l : la course du piston ;

F : l'intensité de la force pressante exercée par la vapeur sur le piston.

D'autre par $P_e =$

$$F = P_e \times S$$

$$F = (P_{ad} - P_{ec}) \times S$$

$$W = F \times l$$

||

$$W = (P_{ad} - P_{ec}) \times S \times l \text{ (simple effet)}$$

Ce travail correspond à un tour du Volant dans une machine à simple effet.

Dans une machine à double effet, le travail correspond à un tour du volant ou un aller-retour du piston

||

$$W = (P_{ad} - P_{ec}) \times S \times l \times 2$$

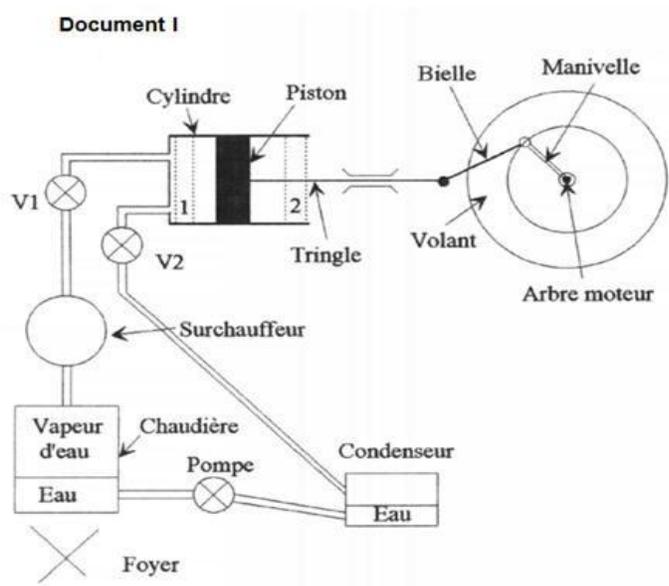


Schéma de principe de la machine à vapeur

b. Expression de la puissance

La puissance d'une machine est le travail qu'elle accomplit en une seconde.

Dans une machine à vapeur le temps apparait dans le nombre de tours du volant.

Dans une machine à simple effet

|

$$P = W \times n$$

|

$$P = (P_{ad} - P_{ec}) \times S \times l \times n$$

Remarque

n est le nombre de tours par seconde (c'est une vitesse de rotation).

Dans une machine à double effet :

|

$$P = (P_{ad} - P_{ec}) \times S \times l \times 2n$$

LE MOTEUR A EXPLOSION

I. PRINCIPE

A) Gouttes d'essence dans la bouteille b) l'essence se vaporise c) La combustion rapide du mélange produit une explosion

Il se produit une détonation due à la combustion rapide de la vapeur d'essence. Les gaz acquièrent une forte pression et ils peuvent actionner le piston : c'est le principe du moteur à explosion.

II. DESCRIPTION

Dans un moteur à explosion, le mélange de vapeur d'essence et d'air est comprimé dans la chambre d'explosion située dans la partie supérieure d'un cylindre. Il est enflammé à l'aide d'une étincelle produite par une bougie. La pression de gaz issue de la combustion pousse un piston. Une bielle relie ce dernier à une manivelle solidaire de l'arbre du moteur.

Un carburateur assure la vaporisation de l'essence et son mélange

FONCTIONNEMENT DU MOTEUR A QUATRE TEMPS

1. Admission

Le piston en haut de sa course descend et par la soupape d'admission ouverte, les gaz pénètrent dans le cylindre.

2. Compression

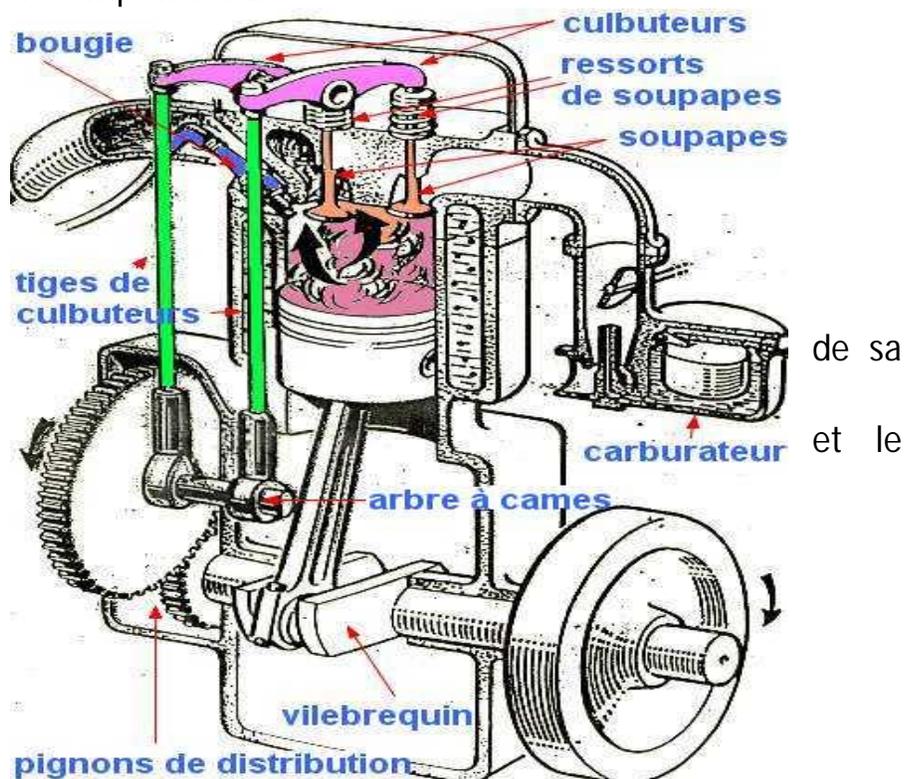
Lorsque le piston est arrivé au bas de sa course, la soupape d'admission se ferme. Le piston remonte et comprime le mélange.

3. Explosion et détente

Quand le piston est en haut de sa course, la bougie délivre une étincelle. Le mélange explose on obtient des gaz très chauds et à très haute pression qui repoussent le piston vers le bas : c'est le temps moteur.

4. Echappement

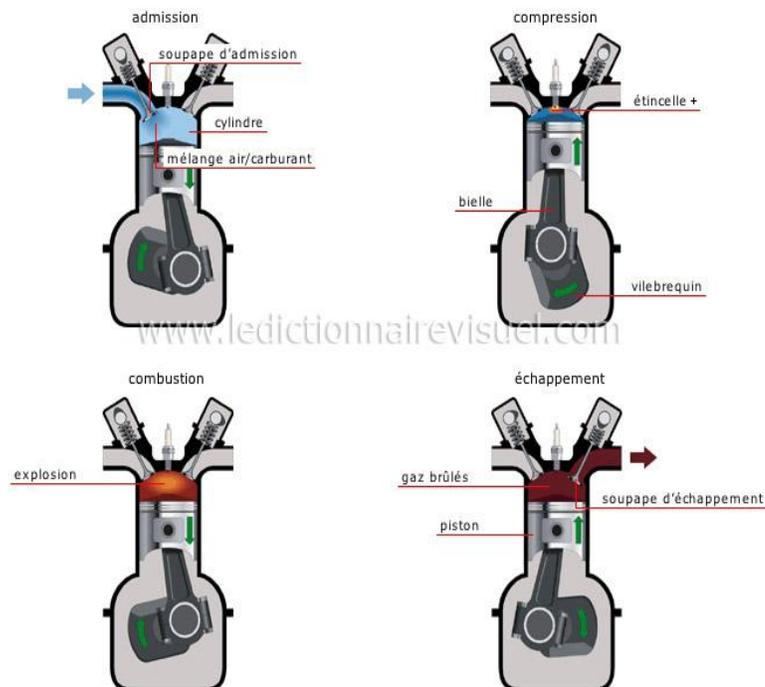
La soupape d'échappement s'ouvre et en remontant le piston chasse les gaz brûlés. Quand il est en haut course, la soupape d'admission s'ouvre cycle peut recommencer.



N.B : Sur les quatre temps du moteur à explosion, seul le troisième temps est moteur.

Il existe des moteurs à explosion à deux temps (moteurs des motos et moteurs diesels).

IV.



RENDEMENT D'UN MOTEUR THERMIQUE

DEFINITION

On appelle rendement d'un moteur thermique, le rapport entre le travail W produit par le moteur et l'énergie calorifique Q fournie par le combustible pendant le même temps.

$$R =$$

$$R = \frac{W}{Q} \quad \text{avec} \quad W = P.t$$

$Q = m \times \text{Pouvoir calorifique}$

Le rendement s'exprime également par :

$$R = \frac{W}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

$$R = \frac{P}{P_{\text{th}}} = 1 - \frac{P_{\text{refroidissement}}}{P_{\text{th}}}$$

REMARQUE

Pour améliorer le rendement il faut soit augmenter la température de la source chaude, soit diminuer la température de source froide (condenseur).

L'INTENSITE DU COURANT ELECTRIQUE

O. P. O:

A la fin de la leçon l'apprenant doit être capable de ;

- définir le courant électrique, dans un conducteur métallique ;
- définir le courant électrique dans un électrolyte ;
- définir l'intensité du courant continu ;
- nommer l'unité de l'intensité du courant électrique dans le système international (l'ampère) ;
- donner le symbole de cette unité (A) ;

- Nommer les sous-multiples et les multiples de l'ampère ;
- mesurer l'intensité du courant électrique à l'aide de l'ampèremètre ;
- décrire un rhéostat ;
- donner la fonction du rhéostat dans un circuit.

INTENSITE DU COURANT ELECTRIQUE

I. DEFINITION DU COURANT ELECTRIQUE

Le courant électrique est un déplacement de charges électriques (généralement des électrons) au sein d'un matériau conducteur.

a. Dans un conducteur métallique, les porteurs de charges sont des électrons libres qui se déplacent de la borne négative (-) à la borne positive (+).

Le pôle négatif chasse les électrons tandis que le pôle positif les attire (fig 1).

b. Dans un électrolyte les porteurs de charges sont des ions (*cations et anions*).

Le passage du courant est assuré par le déplacement en sens opposé des anions et des cations (fig 2).

II. COURANT CONTINU

1. Notion d'intensité

Une ampoule brille plus vivement avec une pile neuve qu'avec une pile usée. Nous disons que l'intensité du courant qui la traverse est plus grande.

2. Définition

On appelle intensité du courant continu qui circule dans un conducteur, la charge qui traverse par seconde une section de ce conducteur. Elle est représentée par la lettre I .

III. SENS CONVENTIONNEL DU COURANT ELECTRIQUE

A l'extérieur du générateur le courant circule de la borne positive à la borne négative.

Dans un conducteur métallique, le sens de circulation des électrons est le sens contraire à celui du courant (Fig 4).

Dans une solution ionique, les ions positifs se déplacent dans le sens du courant, les ions négatifs dans le sens contraire (fig. 5)

IV. UNITE DU COURANT

Dans le système international, l'unité du courant électrique est l'ampère (son symbole est A).

Les sous-multiples de l'ampère sont :

- Le milliampère mA : $1\text{mA} = 10^{-3}\text{A}$

- LE microampère μA : $1\mu\text{A} = 10^{-6}\text{A}$

Les multiples de l'Ampère

- Le kilo ampère KA : $1\text{KA} = 10^3\text{A}$

V. MESURE

L'appareil de mesure de l'intensité du courant électrique est l'ampèremètre. Il se branche en série dans un circuit électrique (fig 6).

Exemple de lecture

L'ampèremètre est de calibre 5A.

Sa graduation est de 100(échelle).

L'aiguille indique la graduation 54.

Quelle est l'intensité du courant qui traverse cet ampèremètre ?

Intensité =

I =

I = 2,70A

VI. UNICITE DE L'INTENSITE

a. Expérience (fig 7)

L'intensité mesurée est la même dans les trois positions de l'ampèremètre.

b. interprétation

L'intensité du courant qui parcourt un circuit sans dérivation a la même valeur en chaque point (valeur unique).

L'indication d'un ampèremètre ne dépend pas de sa position dans un circuit série.

Le nombre d'électrons reste invariable au cours du temps. On dit qu'il y a conservation de la charge (fig 8).

VII. LE RHEOSTAT, AJUSTEUR D'INTENSITE

Le rhéostat ou ajusteur d'intensité est un fil enroulé en spirale entre deux bornes A et B sur lequel se déplace un curseur mobile relié à la troisième borne C. Il permet de modifier l'intensité du courant qui circule dans le circuit (fig 9).

QUANTITE D'ELECTRICITE

O. P. O:

A la fin de la leçon l'apprenant doit être capable de ;

- définir la quantité d'électricité ;
- décrire deux expériences permettant de montrer que la quantité d'électricité est une grandeur mesurable ;
- donner la relation entre l'ampère-heure et le coulomb.

I. NOTION DE QUANTITE D'ELECTRICITE

1. DEFINITION

La quantité d'électricité transportée par un électron ou ion est égale à la valeur absolue de sa charge électrique.

La quantité d'électricité associée à ce transport de charge électrique est :

$$q = n \times e \quad (n = \text{nombre d'électrons})$$

$$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$$

$$q = |e| = |-1,6 \times 10^{-19} \text{C}| = 1,6 \times 10^{-19} \text{C}$$

$$n =$$

Expériences

Expérience 1 :

Montons en série aux bornes d'un accumulateur trois voltamètres (électrolyseurs) une solution d'acide. Les volumes de dihydrogène recueilli dans les électrolyseurs sont les mêmes. Ils ont été traversés par la même quantité d'électricité.

Dans l'électrolyse, à des volumes égaux de dihydrogène libérés correspondent des quantités d'électricité égales.

Expérience 2 :

Soient trois électrolyseurs V , V_1 , V_2 contenant une solution d'acide. V_1 et V_2 sont montés en dérivation ou en parallèle. Le courant principal I se partage en 2 branches AMB et ANB et les courants I_1 et I_2 qui les traversent sont des courants dérivés. Nous observons que le volume de dihydrogène recueilli dans l'électrolyseur V est égal à la somme des volumes de dihydrogène recueilli dans les électrolyseurs V_1 et V_2

Conclusion

La quantité d'électricité dans le circuit principal est égale à la somme des quantités d'électricité des circuits dérivés.

Elle est mesurable.

II. FORMULE – UNITES

1. Formule (ou expression)

Si q désigne la quantité d'électricité débitée, par un courant d'intensité I pendant un temps t , on a :

$$q = I \cdot t \quad \text{et} \quad I = \frac{q}{t}; \quad t = \frac{q}{I}$$

2. Unité

L'unité de la quantité d'électricité dans le système international est le Coulomb, symbole (C).

Le coulomb est la quantité d'électricité transportée en une seconde par un courant de un ampère.

3. Autre unité : l'Ampèreheure

L'ampèreheure est la quantité d'électricité qui traverse en une heure une section du circuit parcourue par un courant d'un ampère.

$$1\text{Ah} = 3600\text{C}.$$

L'ampère est l'intensité du courant constant qui dépose 1,118mg d'argent à la cathode d'un voltamètre à nitrate d'argent.

ETUDE QUALITATIVE ET QUANTITATIVE DE L'ELECTROLYSE

O. P. O:

A la fin de la leçon l'apprenant doit être capable de ;

- décrire l'électrolyseur ;
- décrire l'électrolyse du chlorure de cuivre (II) ;
- décrire l'électrolyse d'une solution d'acide chlorhydrique ;
- définir un ion positif ou cation ;
- définir un ion négatif ou anion ;
- interpréter une électrolyse ;
- énoncer les lois quantitatives de l'électrolyse ;
- décrire l'électrolyse du chlorure de sodium dissous ;
- interpréter l'électrolyse du chlorure de sodium dissous ;
- décrire l'électrolyse d'une solution de soude ;
- interpréter l'électrolyse d'une solution de soude ;
- décrire l'électrolyse d'une solution d'acide sulfurique ;
- interpréter l'électrolyse d'une solution d'acide sulfurique ;
- décrire l'électrolyse du sulfate de cuivre avec anode de cuivre ;
- interpréter l'électrolyse d'une solution de cuivre avec anode de cuivre ;
- définir la mole ;
- définir le Faraday ;
- établir la relation entre la quantité d'électricité et le nombre de moles d'électrons échangés au cours de l'électrolyse ;
- calculer les quantités de matières formées aux électrodes lors d'une électrolyse.

[Electrolyse : Etude Qualitative Et Quantitative De L'électrolyse](#)

I. ETUDE QUALITATIVE

1. DEFINITION

L'électrolyse est la décomposition chimique de certaines substances en fusion ou en solution par le passage du courant électrique.

Ces substances sont des électrolytes.

Un électrolyte est une substance qui se laisse traverser par le courant électrique.

L'appareil utilisé est l'électrolyseur ou voltamètre. Il est composé de deux électrodes : anode (+) et cathode (-).

2. Exemples d'électrolyses simples

a. Electrolyse d'une solution de chlorure de cuivre (II) CuCl_2

Un tube en U contient une solution de chlorure de cuivre II. Deux électrodes en charbon plongent dans l'électrolyte. Elles sont reliées aux pôles d'une source de courant à l'aide de fils conducteurs et d'un interrupteur. Fermons l'interrupteur :

A l'anode se dégage le dichlore ;

A la cathode se dépose le cuivre.

Schéma :

✓



Cathode (-)

Cu se dépose

anode (+)

Cl_2 se dégage

Les produits de la décomposition n'apparaissent que sur les électrodes.

b. Electrolyse d'une solution d'acide chlorhydrique

Dans un électrolyseur à électrodes en charbon on introduit une solution de HCl.

Chacune des électrodes est coiffée d'une éprouvette.

Fermons l'interrupteur :

- A l'anode, le dichlore apparait ;

- A la cathode, le dihydrogène se dégage.

Aucun phénomène n'est visible à l'intérieur de la solution.

Schéma

3. Interprétation des électrolyses : les ions

UN ION POSITIF OU CATION : est un atome ou un groupe d'atomes qui a perdu un ou plusieurs électrons.

La plupart des cations sont des ions métalliques.

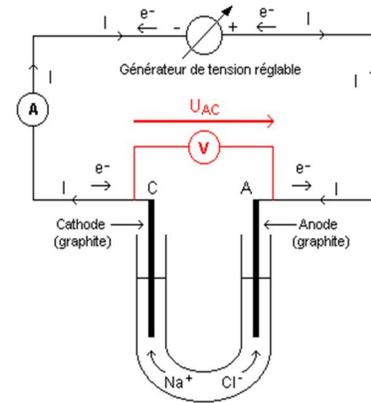
Exemples : H^+ ; Ag^+ ; Cu^+ ; Cu^{2+} ; Fe^{2+} ; Fe^{3+}

UN ION NEGATIF OU ANION : est un atome ou un groupe d'atomes qui a gagné un ou plusieurs électrons.

Exemples: Cl^- ; O^{2-} ; SO_4^{2-} ; OH^-



Les ions Cu^{2+} se dirigent vers la cathode. Un ion Cu^{2+} capte deux électrons cédés par la cathode et se transforme en atome de cuivre.



Dans cette expérience, les deux électrodes sont inertes.

Tout se passe comme si, par l'intermédiaire des ions, les électrons étaient transportés de la cathode sur l'anode.

Que le courant passe parce qu'il y a transport des électrons.

Que des réactions n'ont lieu qu'au contact des électrodes.

Schéma :

LOIS QUALITATIVES

a. Lors de l'électrolyse, les anions et les cations de l'électrolyte se mettent en mouvement ordonné :

A la cathode se dirigent les cations.

A l'anode se dirigent les anions.

b. Il se produit un échange d'électrons entre les ions et les électrodes.

Les produits de l'électrolyse n'apparaissent que sur les électrodes mais jamais au sein de la solution.

4. Electrolyse d'une solution de chlorure de sodium NaCl.

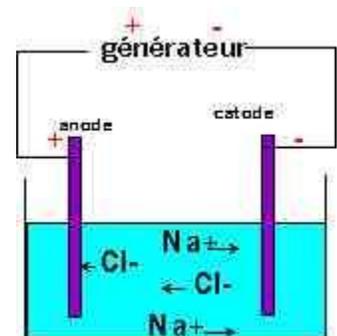
Le chlorure de sodium se dissocie en ions Na^+ et Cl^-

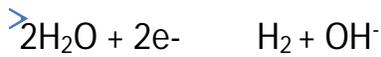


A. l'anode



A la cathode





Bilan de la réaction



5. Electrolyse d'une solution de soude

Expérience

Schéma

On électrolyse une solution de soude.

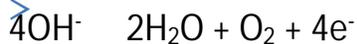
Le volume de dihydrogène à la cathode est le double du volume du dioxygène à l'anode.

Interprétation

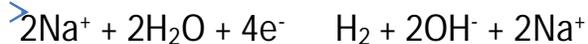
Dissolution



A l'anode



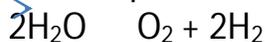
A la cathode



L'équation bilan de la réaction:



Tout se passe en définitive comme si l'eau seule était décomposée



6. Electrolyse d'une solution d'acide sulfurique H₂SO₄

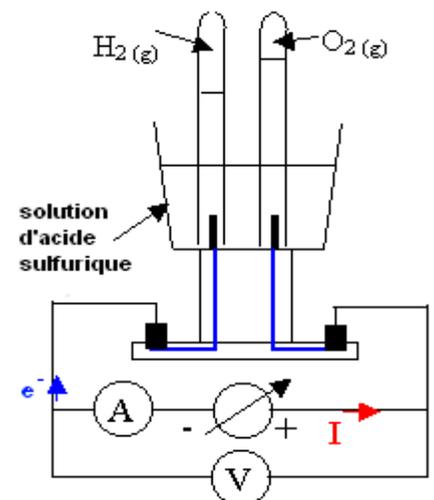
L'électrolyse d'une solution d'acide sulfurique H₂SO₄ donne du dihydrogène à la cathode et du dioxygène à l'anode.

Interprétation

La solution d'acide sulfurique se dissocie en 2 ions H₃O⁺ et un ion SO₄²⁻



A la cathode



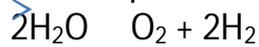
Les ions H_3O^+ se dirigent à la cathode et captent deux électrons pour donner le dihydrogène.



A l'anode



Tout se passe comme si l'eau seule était décomposée.



7. Electrolyse d'une solution de sulfate de cuivre avec anode de cuivre (CuSO_4)

a. Expérience

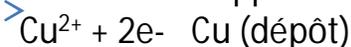
Faisons l'électrolyse d'une solution bleue de sulfate de cuivre avec anode en cuivre, la cathode se recouvre de cuivre et l'anode est rongée.

b. Interprétation

Le sulfate de cuivre CuSO_4 en solution est dissocié en ion Cu^{2+} et SO_4^{2-}



Les ions Cu^{2+} se dirigent vers la cathode, captent des électrons, ils sont réduits, le métal cuivre apparaît.



Le nombre d'ions Cu^{2+} reste constant

A l'anode les ions SO_4^{2-} ne sont pas transformés. Les atomes de cuivre sont oxydés en ions Cu^{2+}

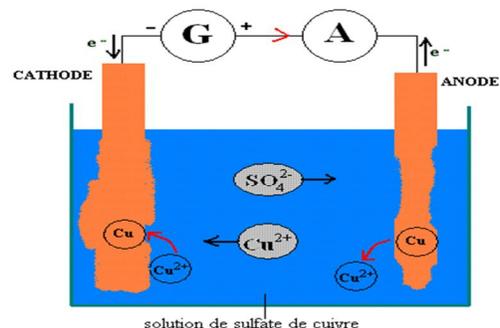
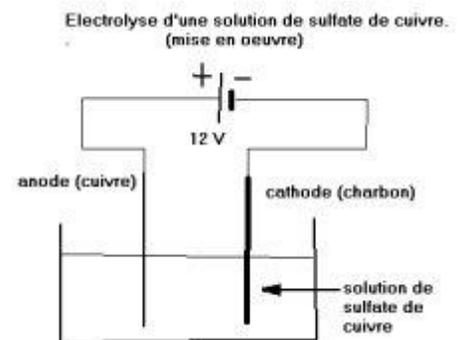


Tout se passe comme si le cuivre était transporté de l'anode sur la cathode.

L'anode disparaît peu à peu comme si elle se dissolvait : on l'appelle anode soluble.

Au contraire, la cathode se recouvre d'une couche de cuivre dont l'épaisseur augmente progressivement.

Schéma :



II. ETUDE QUANTITATIVE

1. Quantité d'électricité dans une électrolyse



Ion cédé atome

Par la cathode

Pour un dépôt de d'argent l'électrolyseur est traversé par Ne coulombs

Conclusion : Les quantités des produits formés aux électrodes sont proportionnelles à la quantité d'électricité qui a traversé l'électrolyseur.

LOI QUANTITATIVE DE L'ELECTROLYSE : LOI DE FARADY

Première loi

La masse de métal (ou dihydrogène) libérée est proportionnelle à la quantité d'électricité qui traverse le voltamètre.

Deuxième loi

Lorsqu'une même quantité d'électricité traverse différents électrolytes, les masses des différents métaux ou volumes de gaz dégagés sont proportionnelles aux valences de ces métaux ou de gaz.

2. Calcul des quantités de matière formées aux électrodes

a. Définition de la mole

On appelle mole de particules, la quantité de matière qui contient N particules.

N est appelé nombre d'Avogadro.

$$N = 6,02 \cdot 10^{23} \text{Mmol}^{-1}$$

b. Définition du Faraday

On appelle Faraday, la quantité d'électricité portée par une mole d'électrons.

$$F = Ne$$

$$F = 6,02 \cdot 10^{23} \times 1,6 \cdot 10^{-19}$$

$$F = 96320C = 96500C$$

Relation entre la quantité d'électricité et le nombre de mole d'électrons échangés au cours de l'électrolyse.

On sait que $q = Ixt$

Le nombre de moles d'électrons transportés au cours de l'électrolyse est

$$Ne^- =$$

Calcul des quantités de matière formées aux électrodes

$$M(\text{métal}) =$$

$$n = \text{électrovalence}$$

$$m = \text{masse du métal}$$

$$q = \text{quantité d'électricité (I.t)}$$

$$M = \text{masse molaire}$$

F = Faraday

V(gaz) =

Exemple 1.

Un courant de 3A traverse pendant 4 minutes un électrolyseur contenant du chlorure de cuivre (II) en solution aqueuse.

Calculer la masse de cuivre déposée à la cathode et le volume de dichlore dégagé à l'anode.

On supposera le volume molaire égal à 24 l dans les conditions de l'expérience et le dichlore insoluble dans l'eau salée. $M(\text{Cu}) = 63,5\text{g}$.

Solution

Les réactions électroniques aux électrodes

CuCl_2 se dissocie en ions Cu^{2+} et Cl^-



A la cathode :



=

Or : $ne^- =$ d'où : $n(\text{Cu}) =$

La masse du cuivre déposé est :

$$M(\text{Cu}) = n(\text{Cu}) \times M(\text{Cu})$$

$$m(\text{Cu}) = 0,237 \times 63,5 = 15,0495\text{g}$$

$$m(\text{Cu}) = 15,05\text{g}$$



=

Le volume de dichlore dégagé est :

$$V(\text{Cl}_2) = n(\text{Cl}_2) \times V_0 = 0,1185 \times 24 = 2,844\text{l}$$

V(Cl₂) =

Exemple 2

On fait l'électrolyse d'une solution de chlorure d'étain. Les électrodes sont en graphite.

L'intensité traversant l'électrolyseur est de 0,80 A.

L'électrolyse dure 30 mn.

1. Quelle est le nombre de moles d'électrons mis en jeu aux électrodes ?
2. Quelle est la masse d'étain formée ?
3. Quel est le volume (pris dans les conditions normales) de dichlore dégagé ?
(V_0 = volume molaire normale). $M(\text{Sn}) = 118,7 \text{ g.mol}^{-1}$

Solution

1. Le nombre de mol d'électrons ne mis en jeu

$n_{e^-} =$

$n_{e^-} =$

$n_{e^-} = 1,5 \times 10^2 \text{ mol}$

2. A la cathode les ions étain(II) sont réduits en étain



Le nombre de moles d'étain formés $n(\text{Sn})$, est égal à la moitié du nombre de moles d'électrons cédés par la cathode.

$N(\text{Sn}) = n_{e^-}$

La masse d'étain formée, $m(\text{Sn}) = M(\text{Sn}) \times n_{e^-}$

$M(\text{Sn}) = 118,7 \text{ g}$

3. A l'anode, les ions chlorures sont oxydés en dichlore.



Le nombre de moles de dichlore $n(\text{Cl}_2) = \frac{1}{2} n_{e^-}$

Le volume de dichlore dégagé est donc :

$V(\text{Cl}_2) = n(\text{Cl}_2) \times V_0 = \frac{1}{2} n_{e^-} \times V_0$

Soit $V(\text{Cl}_2) = 0,17 \text{ l}$

Exemple 3

On fait passer un courant d'intensité 200 mA pendant une durée de 10 mn dans un électrolyseur contenant une solution d'acide sulfurique. Calculer les volumes gazeux recueillis aux électrodes (conditions normales).

- Nombre d'Avogadro : $N = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

- Charge élémentaire : $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$.

Solution

Calculons la quantité d'électricité mise en jeu :

$q = I \times t ; q = 200 \cdot 10^{-3} \times 10 \times 60 = 120 \text{ C}$

$q = 120 \text{ C}$

Calculons le nombre de moles d'électrons correspondant à cette charge électrique.

$1F = 6,02 \times 10^{23} \times 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$

$1F = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$

Le nombre de moles transportés au cours de l'électrolyse est donc:

$n_{e^-} =$

$n_{e^-} = 1,24 \times 10^{-3} \text{ mol}$

Calculons les quantités de produits formés.

L'équation-bilan de la réaction qui se produit à la cathode :



Montre que le passage d'une mole d'électron correspond à la formation d'une demi-

mole de dihydrogène H_2 , il s'est donc formé :

$n_{\text{H}_2} =$

soit : $n_{\text{H}_2} = 6,22 \cdot 10^{-3} \cdot \text{mol}$

Le volume de ce gaz mesuré dans les conditions normales de température et de pression vaut :

$$V(\text{H}_2) = n_{\text{H}_2} \times V_0$$

$$V(\text{H}_2) = 6,22 \times 10^{-4} \times 22,4\text{l}$$

$$V(\text{H}_2) = 1,4 \times 10^{-2}\text{l} = 14 \text{ cm}^3$$

Equation-bilan de l'électrolyse est:



Le volume de dioxygène formé simultanément à l'anode est la moitié de celui du dihydrogène.

$$V_{\text{O}_2} = 7 \text{ cm}^3$$

[LOIS DE FARADAY](#)

[APPLICATIONS INDUSTRIELLES](#)

O. P. O:

A la fin de la leçon l'apprenant doit être capable de :

- expliquer la préparation du zinc dans l'industrie ;
- écrire l'équation de la réaction à la cathode ;
- expliquer la préparation du manganèse dans l'industrie ;
- écrire l'équation de la réaction à la cathode ;
- expliquer la préparation de gaz tels que le dichlore, le dihydrogène, l'étain, le plomb, le nickel ; le zinc, l'argent, le fer et l'or.
- Expliquer comment réaliser des dépôts métalliques en vue de protéger certains métaux ;
- expliquer l'oxydation anodique de l'aluminium ;
- expliquer la galvanoplastie

APPLICATIONS INDUSTRIELLES

L'électrolyse en solution aqueuse a de nombreuses applications industrielles : c'est un procédé coûteux, mais qui a l'avantage de conduire à des produits très purs.

I. PREPARATION INDUSTRIELLES

1. De métaux électrolytiques

a. Le zinc

L'électrolyse du sulfate de zinc acidifié par l'acide sulfurique donne du zinc pur à 99,97%

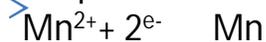
L'équation à la cathode est :



b. Le manganèse

L'électrolyse du sulfate de manganèse (II) acidifié par l'acide sulfurique donne du Mn (pur à 99,9%).

L'équation à la cathode est :



2. De gaz

a. Le dichlore

Le dichlore est obtenu par électrolyse d'une solution de chlorure de sodium ou potassium.



b. Le dihydrogène et le dioxygène

Très purs ils sont préparés par électrolyse de l'hydroxyde de potassium en solution.

II. Purification de certains métaux

Les purifications du cuivre, de l'étain, du plomb, du zinc, du nickel, du fer, de l'argent et de l'or se font par l'électrolyse à « anode ».

III. Dépôt métalliques

Les dépôts métalliques ont pour but de protéger certains métaux contre la corrosion ou décorer certains objets.

IV. La galvanoplastie

C'est la reproduction d'objet à partir d'un moule capteur qui constitue la cathode. Le métal se dépose sur le moule en prenant sa forme ; on détache ensuite le métal du moule. On fabrique avec cette méthode des médailles, des moules pour disques d'électrophone, des clichés d'imprimerie.

Effet Joule Application De L'effet Joule

O. P. O:

A la fin de la leçon l'apprenant doit être capable de :

- définir l'effet joule ;
- décrire une expérience mettant en évidence l'effet joule ;
- citer les effets utiles de l'effet joule ;
- expliquer chacun de ses effets ;
- citer les dangers et inconvénients de l'effet joule ;
- exploiter la loi d'Ohm pour un résistor ($U = RI$ et la puissance électrique ($P = UI$) ;
- établir la formule de l'énergie électrique ;
- donner l'expression de la puissance joule dans un résistor.

APPLICATIONS DE L'EFFET JOULE

I. Qu'est-ce que l'effet Joule ?

Le passage du courant électrique dans un conducteur s'accompagne toujours d'un dégagement de chaleur.

On donne à ce phénomène le nom de l'effet Joule.

1. Définition

L'effet Joule est la transformation de l'énergie électrique en chaleur lors du passage du courant électrique dans un conducteur.

2. Mise en évidence, de l'effet Joule

Schémas :

Lorsque le courant passe dans les circuits électriques :

- a. il provoque la dilatation du fil de cuivre qui s'incurve ;
- b. il porte le filament de la lampe à l'incandescence et le rend lumineux ;
- c. il chauffe le liquide contenu dans le calorimètre.

II. Loi de Joule

1. Énoncé

La quantité de chaleur dégagée dans un conducteur par le passage du courant électrique est proportionnelle au temps de passage du courant, au carré de l'intensité et à la résistance de ce conducteur.

2. Formule ou expression de Joule

III. PUISSANCE ELECTRIQUE

Rappel : Loi d'Ohms – Puissance électrique

$$U = R \times I$$

$$P = U \times I$$

$$P = R \cdot I^2$$

$$Q = P \cdot t$$

IV. APPLICATIONS

L'effet Joule peut être utile et nuisible

1. Effets utiles

a. Chauffage électrique

Nombreux appareils comportent une résistance chauffante sont utilisés : les fers à repasser, les bouilloires électriques, les radiateurs, les chauffe-eau, les réchauds, les fours électriques, les cuisinières électriques.

$$W = R \cdot I^2 \cdot t$$

W : énergie dissipée sous forme de chaleur (Joules – J)

R : résistance (Ohms – Ω)

I : intensité (Ampères – A)

t : temps (Secondes – s)

b. Eclairage électrique par incandescence

Le filament placé dans une ampoule est porté à incandescence par le courant électrique.

c. Coupe-circuit ou fusible

Le coupe-circuit ou fusible protège les appareils contre un échauffement excessif en fondant.

2. Effets nuisibles

L'effet Joule est nuisible lorsqu'il occasionne :

- des risques d'incendies ;
- des pertes d'énergie en ligne lors du transport du courant électrique.

Résistances

O. P. O:

A la fin de la leçon, l'élève sera capable de :

- décrire une expérience permettant de définir la fonction d'un résistor dans un circuit ;
- décrire une expérience permettant d'étudier la variation de la tension U lorsque l'intensité qui la traverse le résistor varie ;
- définir le rapport $U/I = R$;
- déduire la formule $U = R \times I$
- énoncer la loi d'Ohm ;
- déterminer la résistance d'un résistor avec un ampèremètre et un voltmètre ;
- déterminer la résistance d'un résistor à l'aide d'un multimètre ;
- donner la formule de la résistance d'un résistor homogène ;
- écrire la formule de la puissance électrique reçue par un dipôle ;
- établir la formule de la puissance dissipée sous forme de chaleur.

I. INFLUENCE D'UN CONDUCTEUR OHMIQUE DANS UN CIRCUIT.

Tout élément de circuit électrique possédant deux bornes, s'appelle dipôle.

Une résistance est l'opposition d'un conducteur au passage du courant.

- Le conducteur qui est un composant physique est appelé RESISTOR.

Un conducteur ohmique est un conducteur qui a une propriété particulière intéressante.

- Une résistance est représentée par un rectangle marqué par la lettre R.

Les résistors (résistances) permettent de modifier l'intensité du courant dans un circuit.

Schémas :

Un résistor permet de modifier l'intensité du courant.

Un résistor est un frein au passage des électrons dans le circuit.

II. ETUDE D'UNE RESISTANCE

Lorsque l'intensité I du courant qui traverse le résistor varie, la tension U varie dans le même sens.

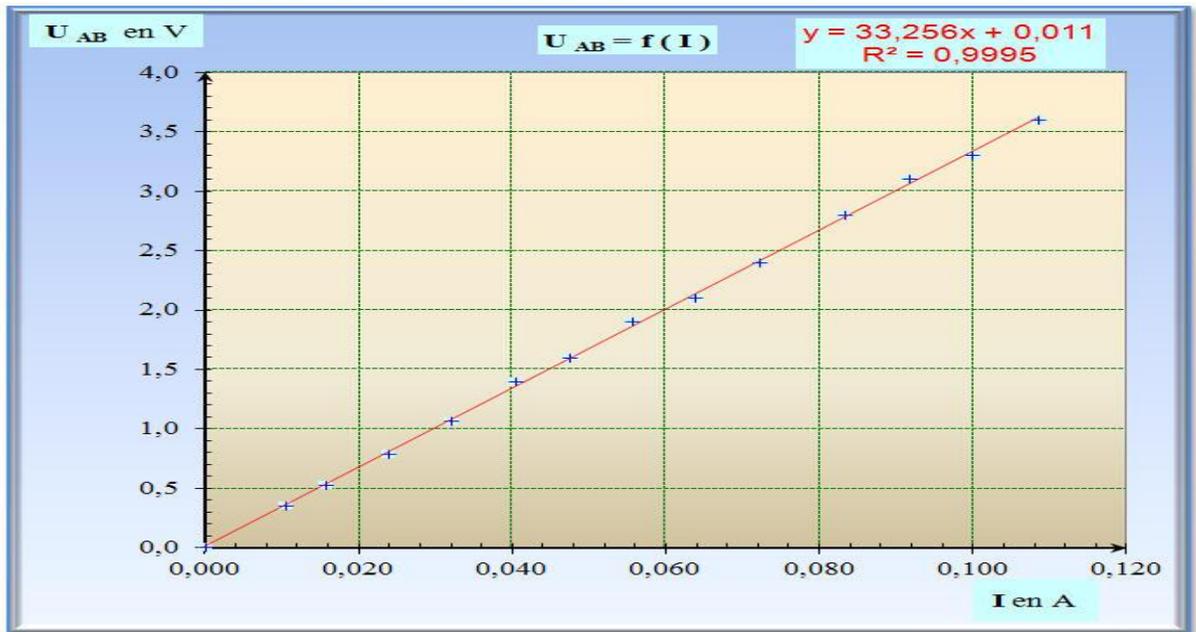
Notons les valeurs de I pour différentes valeurs de U .

U (V)	0	1	2	3	4	5
I (A)	0	0,06	0,11	0,17	0,22	0,29

2. Interprétation de l'expérience

Portons ces résultats de mesures sur un graphique avec U en ordonnée et I en abscisse. Nous constatons que les points correspondants sont pratiquement alignés.

La droite passant le plus près possible de tous ces points est appelée caractéristique de la résistance.



III. RESISTANCE D'UN CONDUCTEUR OHMIQUE

La résistance R d'un conducteur de résistivité ρ , de longueur l et de section S est donnée par la formule :

$$R = \rho$$

R : s'exprime en Ω

ρ : s'exprime en Ωm

l : s'exprime en m

S : s'exprime en m^2

Définition de la résistance

La résistivité d'une substance est la résistance d'un cylindre de cette substance ayant 1cm de long et 1m^2 de section.

Association En Série Et En Parallèle De Résistances

O. P. O:

A la fin de la leçon, l'élève sera capable de :

- réaliser l'expérience qualitative de montage en série et en parallèle de lampes ;
- décrire une expérience permettant la formule d'association de résistance en série :

$$R_e = R_1 + R_2 + R_3$$

- énoncer la loi d'association des résistances en parallèle :

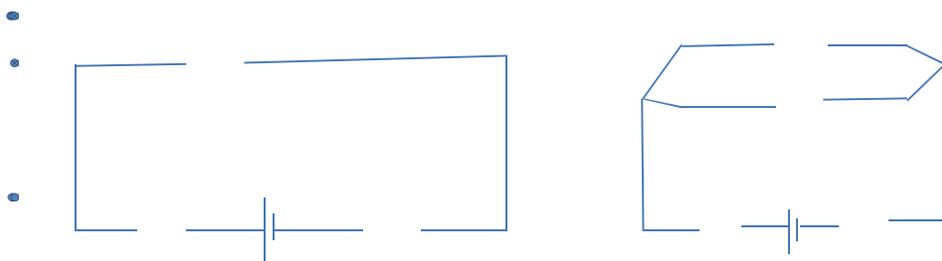
$$= + +$$

- énoncer la loi d'association des résistances en parallèle
- monter un rhéostat comme conducteur ohmique de résistance fixe
- monter un rhéostat comme un conducteur ohmique de résistance variable et réglable ;
- définir un shunt.

DIPÔLES EQUIVALENTS A QUELQUES ASSOCIATIONS SIMPLES DE CONDUCTEURS OHMIQUES

Un dipôle équivalent est un dipôle unique qui, placé entre deux points A et B ne modifie ni la tension U_{AB} entre ces points, ni l'intensité I du courant qui circule dans le circuit principal.

I. EXPERIENCE QUALITATIVE



Deux lampes montées en parallèles.
Les lampes brillent normalement.

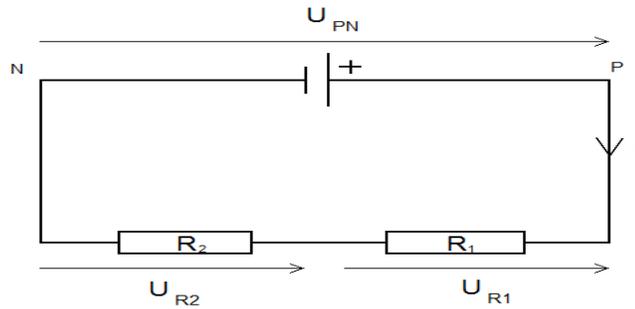
Deux lampes montées en série
Une lampe branchée à la source de courant éclaire.
Avec deux lampes, la lumière baisse.

Avec trois lampes la luminosité baisse encore.

II. ASSOCIATION EN SERIE

Montons en série trois conducteurs de résistances ohmiques R_1, R_2, R_3 connues.

La résistance équivalente R_e est égale à la somme des résistances $R_1 + R_2 + R_3$.



La résistance R_e d'un ensemble de conducteurs de résistances ohmiques montées en série est égale à la somme de toutes les résistances.

Remarques

En série l'intensité I ne varie pas

$$I_{\text{Totale}} = I_1 = I_2 = I_3 = I_n$$

La tension U varie

$$U_t = U_1 + U_2 + U_3$$

•

-

—

|



III. ASSOCIATION EN PARALLELE OU EN DERIVATION

Lorsque des conducteurs ohmiques sont montés en parallèle, on peut les remplacer par un conducteur ohmique unique dont l'intensité de la résistance est égale à la somme des inverses des résistances des conducteurs ohmiques donnés.

$$= + + \dots$$

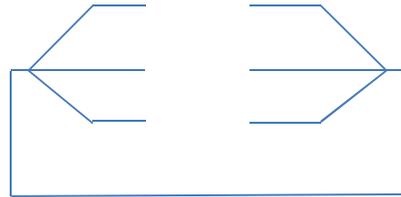
N.B : En parallèle

It varie

$$\bar{I}t = I_1 + I_2 + I_3 + \dots I_n$$

Ut ne varie pas

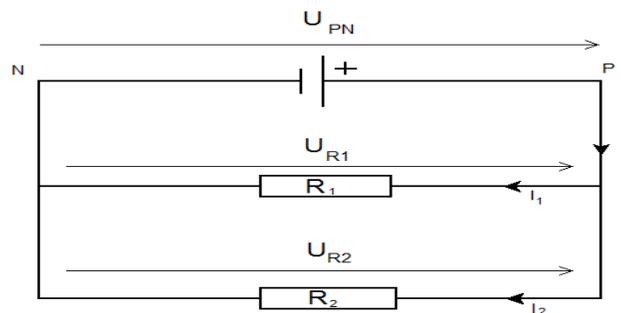
$$U_t = U_1 = U_2 = U_3 = U_n$$



IV. APPLICATION

Les rhéostats et les shunts sont des applications de l'association des résistances. Dans un circuit, un rhéostat est une résistance variable qui permet de faire varier l'intensité du courant.

Un shunt est un conducteur de faible résistance que l'on monte en dérivation avec un appareil électrique (ampèremètre par exemple).



RAPPEL DES EQUATIONS CHIMIQUES

O. P. O:

A la fin de la leçon l'apprenant doit être capable de :

- Définir un réactif, un produit, une réaction chimique ;
- donner les conditions nécessaires pour qu'il y ait une réaction chimique ;
- définir une équation bilan d'une réaction chimique ;
- traduire le bilan d'une équation donnée à partir de la réaction ;
- énoncer la loi de la conservation de la masse ;
- établir une relation entre le nombre de moles et la masse ;
- établir une relation entre le nombre de mol et le volume ;
- établir la proportionnalité entre le coefficient stœchiométrique et le nombre de moles

I. REACTIONS CHIMIQUES ET EQUATIONS CHIMIQUES

1. Réaction chimique

Une réaction chimique est une transformation au cours de laquelle la ou les espèces chimiques mises en présence disparaissent en donnant naissance à une ou d'autres espèces.

2. Equation bilan d'une réaction chimique

L'équation d'une réaction chimique traduit le bilan de cette réaction.

L'équation bilan est une représentation symbolique qui prend en compte les états initial et final d'une réaction chimique.

Exemples d'équations chimiques

a. Combustion du carbone



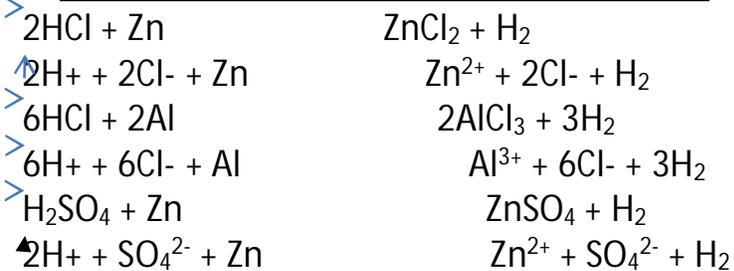
b. Combustion du soufre



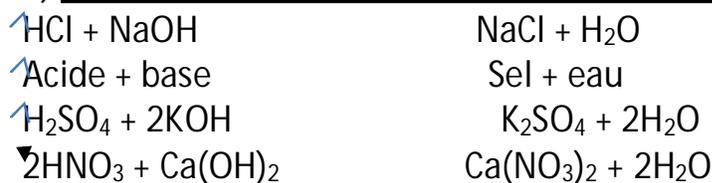
c. Formation du sulfure de fer:



d. Action des solutions acides sur les métaux



e) Action des solutions acides sur les solutions basiques



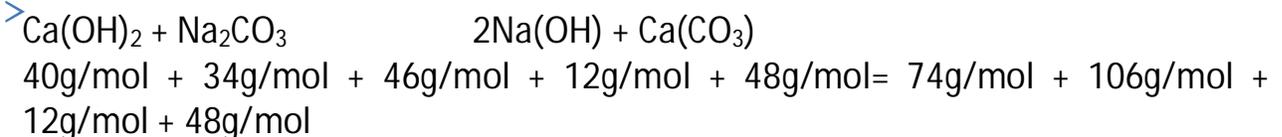
f) Action d'un sel sur un acide



II. Conservation de la matière : loi de Lavoisier

Énoncé

La masse des produits formés lors d'une réaction chimique est égale à la masse des réactifs consommés.



180g/mol = 180g/mol

3) Nombre de mole (n)

a) Nombre de moles d'un corps de masse m

$n = \frac{m}{M}$; $m = n \cdot M$

b) Nombre de moles d'un gaz de volume v

$n = \frac{v}{V_0}$; $v = n \cdot V_0$

$V_0 = 22,4\text{l/mol}$ (Volume molaire).

c) Relation stœchiométrique

$x\text{A} + y\text{B} \rightarrow z\text{C} + t\text{D}$

=

$n(\text{A})$; $n(\text{B})$; $n(\text{C})$; $n(\text{D})$ sont les nombres de mol des corps A, B, C et D.

N.B :

Un acide : est un composé, qui en solution libère un ou plusieurs ions H^+

Une base : est un composé qui en solution, libère un ou plusieurs ions OH^-

Un sel : est le résultat de l'action d'une acide sur une base.

STRUCTURE DE L'ATOME
CLASSIFICATION PERIODIQUE DES ELEMENTS
NOTION DE VALENCE

O. P. O:

A la fin de la leçon l'apprenant doit être capable de :

- citer les particules fondamentales contenues dans un atome, dans un noyau.
- définir l'atome, l'électron, le noyau, un nucléon, le proton, le neutron.
- établir la représentation symbolique du noyau de l'atome.
- déterminer la charge électrique de l'atome, du nuage électronique
- définir le nombre de masse d'un atome.

- décrire la structure d'un atome.
- donner l'ordre de grandeur des masses d'un électron, d'un proton, d'un neutron.
- donner nombre maximum d'électron pour les couches K ; L ; M...
- donner la relation qui existe entre le nombre de protons, le nombre de neutrons et le nombre de masse d'un atome.
- représenter la structure électronique des atomes d'oxygène, de chlore, de carbone, de sodium et de néon.
- décrire le classement des atomes dans la première période du tableau de classification simple.
- nommer au moins deux éléments de ce tableau.
- définir la valence d'un élément.
- connaître l'intérêt de la valence.
- écrire la formule d'un corps pur composé connaissant les éléments qui le composent et leurs valences.

I. MODELE DE L'ATOME

Les chimistes ont montré que les particules formant la matière sont toutes formées à partir d'atomes.

L'atome est semblable à une sphère (orange) dont on connaît le rayon et la masse.

Définition

L'atome d'un élément est la plus petite particule de cet élément qui puisse exister à l'état libre et stable.

II. PARTICULES FONDAMENTALES OU CONSTITUANTS FONDAMENTAUX

a) Electron (e⁻)

Particule de masse (m_e) très petit et de charge électrique négative.

$$q_e = -1,6.; m_e = 9,1.Kg$$

Tous identiques, les électrons sont les constituants universels de la matière.

b) Le proton (P)

Le proton est une particule de charge positive.

$$q_p = +1,6.Kg$$

c) Le neutron (N)

Le neutron est une particule de charge électrique nulle.

$$q_n = 0C ; m_N = m_P = 1,67.$$

Remarque

L'atome est électriquement neutre car il possède autant d'électrons que de protons.

La charge totale des électrons est noté Z^{e-} .

III. STRUCTURE DE L'ATOME

Un atome est constitué d'un noyau central et d'un nuage électronique.

a) Le noyau central

Il se compose de nucléons (protons et neutrons). Sa charge est positive

$$A = Z + N$$

$$Z = A - N$$

$$N = A - Z$$

A = nombre de nucléons ou nombre de masse ;

Z = numéro atomique ou nombre de protons

N = nombre de neutrons

Un atome X donné est symboliquement représenté par

Exemple :

b) Le nuage électronique

Les électrons, en mouvement autour d'un noyau central sont placés sur des couches successives ou niveaux d'énergie K ; L ; M ; N.

La répartition des électrons sur les couches électroniques obéit à des lois bien précises.

Une couche électronique ne peut contenir au maximum que $2.n^2$ où n indique le numéro de la couche.

La couche K est saturée à 2 électrons.

La couche L prend 8 électrons.

La dernière couche ou couche externe est saturé au maximum à 8 électrons.

Remarque:

a) Sur une même couche, les électrons sont couplés en paires ou doublets.

b) Un électron isolé est dit célibataire ou singlet.

c) L'atome est électriquement neutre, car il a autant de charges positives (+Ze) que de charges négatives (-Ze) dans le noyau.

Exemple :

$$+Ze = 6 \times 1,6.$$

$$-Ze = 6(-1,6).C$$

$$+Ze - Ze = 0$$

d) Le nombre d'Avogadro ($N = 6,02$). Permet de calculer la masse d'un seul atome ou d'une seule molécule.

Exemple :

12g de carbone contiennent N atomes soit 6,02.

IV. CLASSIFICATION PERIODIQUE DES ELEMENTS : TABLEAU DE MENDELEÏEV

Les 109 éléments sont placés par ordre croissant de leur numéro atomique Z, dans un tableau.

Ce tableau est formé de 7 lignes (ou périodes) et de 8 colonnes (ou groupes).

Le numéro de la ligne ou période représente le nombre de couches électroniques.

Intérêt

En général, les éléments de la même colonne ont le même nombre d'électrons sur la dernière couche (couche externe). D'où numéro de colonne = nombre d'électron de la couche externe.

Les électrons de la couche externe déterminent les propriétés chimiques semblables des atomes. D'où les familles suivantes :

- Colonne I : métaux alcalins
- Colonne VII : halogènes
- Colonne VIII : gaz inertes.

Colonne ligne	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	Hydrogène							Hélium
2	Lithium	Béryllium	Bore	Carbone	Azote	Oxygène	Fluor	Néon
3	Sodium	Magnésium	Aluminium	Silicium	Phosphore	Soufre	Chlore	Argon
4							Brome	Krypton

V. NOTION DE VALENCE

a. Définition

La valence d'un élément est le nombre qui caractérise sa capacité d'addition ou de substitution aux autres corps.

b. Tableau de valence

Les éléments d'une même colonne ont valence.

Pour les métaux et l'hydrogène, le numéro de la colonne est égal au nombre d'électrons de la couche externe et à la valence.

Les non métaux ont une valence négative (-), la valence est égale à 8 moins le numéro de la colonne.

Exemple : le chlore, élément de la colonne 7 a une valence négative = $8 - 7 = 1$.

TABLEAU DE VALENCE

Mono valent	Di valent	Tri valent	Tétra valent	Tri valent	Di valent	Mono valent	Avalent
He	Be	B	C	N	O	F	He
Li	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ne
Na	Ca					Br	Ar
K	Pb					I	Kr
Ag	Fe	Fe					
Cu	Cu		Pb				
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII

Valence des radicaux

Valence	Formule	Nom
1	OH	Hydroxyde
	(NO ₃)	Nitrate
2	(SO ₄)	Sulfate
	(CO ₃)	Carbonate

OXYDATION – REDUCTION
OXYDO-REDUCTION

O. P. O:

A la fin de la leçon l'apprenant doit être capable de :

- définir l'oxydation, un oxydant, et citer trois (3) oxydants.
- écrire quelques réactions d'oxydation.
- définir un réducteur.
- citer quelques exemples de réducteurs.
- écrire et équilibrer l'équation bilan de chaque réaction.
- définir l'oxydo-réduction
- donner des exemples de réactions d'oxydo-réduction.

A. OXYDATION

I. DEFINITIONS

1. Oxydation

L'oxydation est la fixation d'atomes d'oxygène sur un corps pur simple ou composé.

2. Oxyder un corps

Oxyder un corps c'est lui ajouter un ou des atomes d'oxygène.

3. Un oxydant

Un oxydant est un corps pouvant fournir des atomes d'oxygène.

Exemples d'oxydants : le dioxygène (O₂), l'eau (H₂O), l'oxyde de cuivre II (CuO), l'acide nitrique (HNO₃), l'acide sulfurique (H₂SO₄).

II. REACTIONS D'OXYDATION

1. Combustion ou oxydation du carbone par le dioxygène

La combustion du carbone dans le dioxygène produit le dioxyde de carbone.



2. Oxydation du carbone par l'oxyde de cuivre II

a. Description de l'expérience

Un mélange de carbone et d'oxyde de cuivre II fortement chauffé produit un gaz qui trouble l'eau de chaux, le dioxyde de carbone.

b. L'équation bilan s'écrit :



c. Interprétation

L'oxyde de cuivre II oxyde le carbone en dioxyde de carbone : les atomes d'oxygène du CuO se sont combinés aux atomes de carbone.

d. Schéma :

3. Oxydation du carbone par l'acide nitrique

En n'ajoutant goutte à goutte de l'acide nitrique HNO₃ fumant sur du charbon chauffé, il se produit une réaction vive, des vapeurs rousses de dioxyde d'azote

NO₂, du dioxyde de carbone CO₂ et de l'eau H₂O se dégagent.

L'équation bilan de la réaction s'écrit :



B. REDUCTION

I. DEFINITIONS

1. Réduction

Une réduction est toute réaction avec enlèvement d'atomes d'oxygène à un composé oxygéné.

2. Réduire un corps

Réduire un corps c'est lui enlever des atomes d'oxygène.

3. Réducteur

Un réducteur est un corps capable d'enlever des atomes d'oxygène.

II. REACTIONS DE REDUCTION

1. Réduction de l'oxyde de cuivre II par le dihydrogène

Le dihydrogène réagit à chaud sur de l'oxyde de cuivre II. Il se forme de la vapeur d'eau et, après refroidissement, du cuivre métallique.

L'oxyde de cuivre a perdu des atomes d'oxygène qui se sont combinés avec des atomes d'hydrogène. L'oxyde de cuivre est alors réduit par le dihydrogène.

L'équation bilan de la réaction s'écrit :

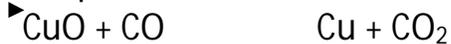


2. Réduction de l'oxyde de cuivre II par l'oxyde de carbone

A chaud, l'oxyde de carbone enlève l'atome d'oxygène de l'oxyde de cuivre II et l'oxyde en dioxyde de carbone CO_2 .

L'oxyde de cuivre qui cède son atome d'oxygène est réduit en cuivre.

L'équation bilan s'écrit:



III. OXYDO-REDUCTION

Définition

On appelle oxydoréduction toute réaction au cours de laquelle l'oxydant oxyde le réducteur, tandis que simultanément le réducteur réduit l'oxydant.



INTRODUCTION A L'ETUDE DES METAUX USUELS

I. OBJECTIFS :

A la fin de la leçon l'apprenant doit être capable de :

- donner le sens de :
 - Eclat métallique
 - masse volumique
 - fusibilité
 - conductibilité
- donner le sens de :

- ténacité, dureté, malléabilité, ductilité.

I. PROPRIETES PHYSIQUES

1. Eclat métallique

Grand pouvoir réfracteur de la surface métallique.

2. Masse volumique

$\mu =$

2.Kg/m³Kg/m³

3. Fusibilité

Les métaux usuels fondent à des températures déterminées : le point de fusion.

4. Conductibilité

Les métaux usuels sont des bons conducteurs thermiques et électriques (Zn, Al ; Fe ; Cu).

II. PROPRIETES MECANIQUES

1. La Ténacité

La ténacité d'un métal est la résistance qu'il oppose à la rupture.

Ordre de ténacité croissante des métaux : zinc, aluminium, cuivre, fer.

2. La dureté

La dureté d'un métal est la résistance à la pénétration d'un autre ou la propriété de rayer un autre.

Ordre de dureté croissante : aluminium, cuivre, zinc, fer.

3. La malléabilité

La malléabilité est la propriété qu'ont les métaux de pouvoir être en lames minces par martelage ou laminage.

Ordre de malléabilité croissante : fer, zinc, cuivre, aluminium.

4. La ductilité

La ductilité est la propriété que possède les métaux de se laisser étirer en fils par passage à travers la filière (tréfilères).

Ordre de ductilité croissante des métaux : zinc, cuivre, fer, aluminium.

L'ALUMINIUM

O. P. O:

A la fin de la leçon l'apprenant doit être capable de :

- dire le nom du principal minéral de l'aluminium ;
- citer trois pays où l'on trouve des gisements de bauxite ;
- citer les propriétés mécaniques de l'aluminium ;
- expliquer l'emploi de l'aluminium dans l'aéronautique et la fabrication des articles de ménage ;
- écrire et équilibrer les équations bilans des réactions suivantes
Combustion de l'aluminium dans le dioxygène ;
Combustion de l'aluminium dans le dichlore ;
Réduction de la vapeur d'eau par l'aluminium ;
Réduction du dioxyde de carbone par l'aluminium ;
- Décrire et équilibrer l'équation de la réaction de la solution d'hydroxyde de sodium avec l'aluminium ;
- citer trois (3) usages de l'aluminium.

I. Etat naturel

Le principal minéral de l'aluminium est la bauxite ou oxyde d'aluminium ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

Ce minéral existe au Mali (Kayes) ; en Guinée ; au Cameroun et au Ghana.

II. Propriétés physiques et mécaniques

Métal blanc et très léger ; la masse volumique = $2,7 \cdot 10^3 \text{kg/m}^3$. L'aluminium qui fond à 660°C et bout à 2056°C est un bon conducteur thermique et électrique. L'aluminium est peu tenace et assez mou, malléable, ductile et plastique.

III. PROPRIETES CHIMIQUES

1. Action de l'air

L'aluminium pur est pratiquement inaltérable à l'air.

La combustion de la poudre d'aluminium est vive et exothermique avec formation d'une poudre blanche d'oxyde d'aluminium ou alumine (Al_2O_3).

L'équation bilan de la réaction est :



2. Réduction du dichlore

La combustion de la poudre d'aluminium dans le dichlore produit une fumée blanche et de fins cristaux de chlorure d'aluminium.

L'équation bilan est :



3. Action du soufre

L'aluminium fortement chauffé déclenche une réaction incandescente avec formation de sulfure d'aluminium Al_2S_3

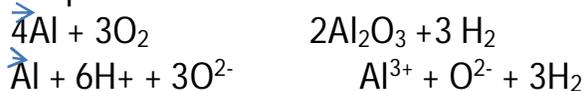
L'équation bilan est :



4. Réduction de la vapeur d'eau

La poudre d'aluminium fortement chauffée et introduite dans un ballon réduit la vapeur d'eau avec formation d'oxyde d'aluminium ou alumine Al_2O_3

L'équation bilan s'écrit :



L'aluminium est oxydé en Al_2O_3 et l'eau est réduite en H_2 , d'où une réaction d'oxydo-réduction.

Schéma :

5. Réduction du dioxyde de carbone

De la poudre d'aluminium continu à brûler dans le dioxyde de carbone. Il en résulte de l'alumine Al_2O_3 et du carbone C.



L'aluminium s'oxyde en aluminium et réduit CO_2 en C ; d'où une réaction d'oxydo-réduction.

Schéma :

6. Réduction des oxydes métalliques

A chaud l'aluminium réduit l'oxyde de fer II avec un grand dégagement de chaleur (aluminothermie). L'aluminium s'oxyde en alumine et l'oxyde de fer III est réduit en fer.

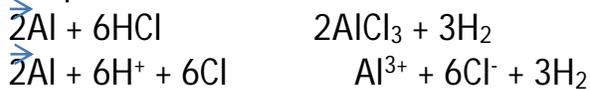
L'équation bilan de la réaction est :



7. Réduction des solutions acides

L'aluminium réduit à froid la solution d'acide chlorhydrique en chlorure d'aluminium AlCl_3 et en dihydrogène H_2

L'équation bilan est :



Réaction d'oxydo-réduction:

Le réducteur est oxyde en Al^{3+} . L'ion H^+ , oxydant est réduit en H_2

8. Réduction de solution basique

A froid l'aluminium réduit lentement une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) pour donner de l'aluminate de sodium et un dégagement de dihydrogène.



IV. USAGES

L'aluminium est utilisé pour la fabrication d'ustensiles de cuisine, de lignes électriques, de portes. Il est également utilisé dans l'industrie alimentaire (emballages), dans l'industrie chimique pour la fabrication de dérivés. Il entre dans la constitution de certaines peintures.

L'aluminium entre dans la construction de tanks destinés à recevoir l'acide nitrique, l'acide sulfurique, l'éther, l'acétone...

Il sert à la préparation de nombreux alliages qui présentent des qualités que ne possède pas le métal pur.

Citons par exemple :

- Le duralumin : (Al 94% ; Cu 4% ; Si ; Mn, moins de 1%)

Le duralumin est utilisé dans la construction aéronautique, automobile, chemin de fer.

- Le l'alpax : (Al 87% ; Si 13%). Il entre dans la confection des pièces de machines et des carrosseries.

- L'almélec : (Al 98,5% ; Mg ; Si ; Fe, moins de 1%). Il est utilisé dans la fabrication de câbles électriques.

Les alliages d'aluminium sont employés pour la construction d'appareils rapides (automobiles, avions...).

L'aluminothermie est un proc »dé industriel utilisé principalement pour souder bout à bout deux pièces d'acier (deux rails).

LE FER

O. P. O:

A la fin de la leçon l'apprenant doit être capable de :

- citer les principaux minerais du fer;
- citer trois pays où l'on trouve des gisements du fer;
- citer les propriétés physiques et mécaniques du fer;

I. Etat naturel

Les minerais de fer sont :

- les oxydes de fer (III), (Fe_2O_3) ;
- les oxydes magnétiques (Fe_3O_4) ;
- les carbonates (FeCO_3).

Il existe des gisements de fer au Mali (Kayes), en Afrique du Sud, e Sierra Léone, en Europe : la Suède, la France, l'URSS, le Royaume-Uni

II. PROPRIETES CHIMIQUES

1. Aspect

D'aspect blanc, grisâtre, le fer est un métal magnétique et assez-bon conducteur thermique et électrique.

2. Constances physiques

Densité $d = 7,86$; température de fusion : 1535°C .

3. Propriétés mécaniques

Le fer est le plus dur des métaux usuels. Il est malléable et ductile à chaud. Il est très tenace.

4. Propriétés magnétiques

Le fer est un métal magnétique ; il s'aimante lorsqu'il est placé dans un champ magnétique.

III. PROPRIETES CHIMIQUES

1. Action de l'air

a. L'air sec

L'air sec est pratiquement sans action sur le fer à la température ordinaire.

b. L'air humide et froid

Au contact de l'air humide, le fer se recouvre de rouille qui le ronge.

On le recouvre d'une couche de peinture, de graisse, d'huile ou de métaux inoxydables (galvanoplastie) qui le protège contre la corrosion.

c. L'air sec à chaud

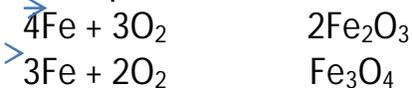
c₁. A chaud

L'air sec transforme le fer en oxyde magnétique de fer (Fe₃O₄).

c₂. Action de l'oxygène pur

La combustion du fer dans l'oxygène est très vive et accompagnée de deux oxydes : oxyde de fer III (Fe₂O₃) et oxyde magnétique de fer (Fe₃O₄).

Les équations bilan sont :



2. Action du dichlore

Un fil de fer chauffé et introduit dans un flacon de dichlore brûle en donnant le chlorure ferrique FeCl₃

L'équation bilan est :



3. Action du soufre

Le fer se combine au soufre pour donner le sulfure ferreux noir.

L'équation bilan est :



4. Réduction de la vapeur d'eau par le fer

En faisant passer un courant de vapeur d'eau sur la paille de fer chauffé. On obtient un dégagement de dihydrogène et le fer est transformé en oxyde magnétique de fer.

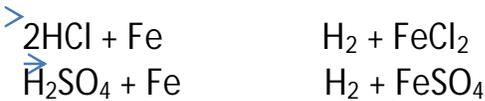


5. Action des acides

5.1. Action des acides chlorhydrique et sulfuriques

A froid, l'acide chlorhydrique et l'acide sulfurique attaquent le fer avec dégagement de dihydrogène et formation de chlorure ferreux ou sulfate ferreux.

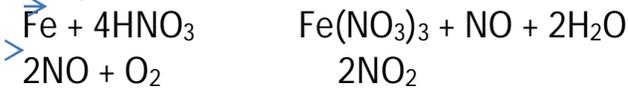
Les équations bilan s'écrivent :



5.2. Action de l'acide nitrique

L'acide nitrique attaque le fer à froid. La réaction complexe conduit à la formation d'un sel ferrique $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ et de vapeurs nitreuses NO_2 .

L'équation bilan est:



6. ACTION SUR LES BASES

Les bases sont sans action sur le fer

IV. USAGES DU FER

Le fer est utilisé pour la fabrication des clous, des vis, des grillages, des rails.

Il est utilisé dans le bâtiment (portes, fenêtre)

Le fer galvanisé est utilisé comme tôles, gouttières.

LE CUIVRE

O. P. O:

A la fin de la leçon l'élève doit être capable de :

- citer trois minerais du cuivre ;
- donner le nom de trois pays où l'on trouve des gisements de cuivre ;
- donner l'aspect physique du cuivre ;
- donner trois propriétés mécaniques du cuivre ;
- donner quelques constantes physiques du cuivre ;
- décrire l'action des acides sur le cuivre ;
- décrire l'action de l'acide nitrique sur le cuivre ;
- donner quelques usages du cuivre.

I. ETAT NATUREL

Minerais :

- Les minerais sulfurés : la chalcosine Cu_2S et La chalcopirite, qui contient un sulfure de fer Fe_2S_3 et CuS
- Les minerais oxydés : la malachite : CuCO_3 , $\text{Cu}(\text{OH})_2$

II. PROPRIETES PHYSIQUES ET MECANIQUES

Le cuivre est un métal rouge, qui acquiert un bel éclat après polissage. Sa densité $d = 8,9$. Il fond à 1023°C et bout à 2336°C . Il est un excellent conducteur thermique et un des meilleurs conducteurs électriques. Le cuivre est un métal mou, très ductile.

III. Propriétés chimiques

1. Action de l'air

1.1. A la température ordinaire

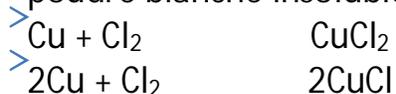
L'air sec est sans action sur le Cu. Il se recouvre d'une couche protectrice de vert de gris.

1.2. A chaud : le cuivre se recouvre d'une couche noir irisée. Il s'est formé de cuivre II. Noir (CuO) et de l'oxyde de cuivre I rouge (Cu₂O).



2. Action du dichlore

Du dichlore attaque du fil de cuivre chauffé avec formation de deux sels : le chlorure cuivrique (CuCl₂) qui colore la solution en bleu et le chlorure de cuivre I (CuCl) poudre blanche insoluble.



3. Action du soufre

A chaud, le soufre fond et le cuivre brûle avec incandescence dans les vapeurs de soufre. On obtient un solide gris, le sulfure de cuivre

L'équation bilan est :



4. Action des acides oxydants

a. Acide sulfurique H₂SO₄

L'acide sulfurique attaque le cuivre à chaud. Cette réaction nous conduit à une solution bleuâtre de sulfate de cuivre CuSO₄ et à l'oxyde de soufre SO₂ qui décolore un papier de permanganate KMnO₄.

Interprétation

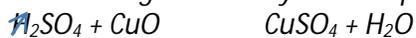
L'acide sulfurique se décompose :



L'oxygène naissant oxyde le cuivre



L'acide réagit avec l'oxyde cuivrique



Equation bilan s'écrit



b. Acide nitrique

A froid, l'acide nitrique attaque vivement le cuivre. Il se produit un gaz, le nitrosyle NO et du nitrate de cuivre $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$.

L'équation bilan est:



Le nitrosyle (ou monoxyde d'azote) au contact de l'air devient le dioxyde d'azote ou peroxyde d'azote.

Remarque

L'acide chlorhydrique n'attaque pas le cuivre ni à froid ni à chaud.

Les bases n'attaquent pas le cuivre.

IV. USAGES

- Fabrication d'appareils calorifiques (chaudières), de câbles, de fils électriques.

- Alliages : (Cu, Zn) : laiton : dans la fabrication des masses marquées.

Bronze (Cu ; Sn), cloches, canons etc...

- Maillechort (Cu, Ni, Zn).

NB : Sn = étain ; Ni = Nickel.

LE ZINC

O. P. O:

A la fin de la leçon l'élève doit être capable de :

- citer trois minerais du zinc ;
- donner trois où l'on trouve des gisements de zinc ;
- citer les propriétés physiques et mécaniques du zinc ;
- décrire deux actions de l'oxygène sur le zinc ;
- décrire la réduction de la vapeur d'eau par le zinc

I. ETAT NATUREL

Le zinc se rencontre dans la nature à l'état naturel combiné. Les minerais les plus importants sont le sulfure de zinc (ZnS) appelé blende ; les minerais de zinc carbonatés (ZnCO₃) et silicatés appelés calamine.

Le zinc est abondant en Allemagne, aux Etats-Unis, le Zaïre, le Zimbabwe, l'Afrique du Sud, le Maroc, l'Algérie.

II. PROPRIETES PHYSIQUES ET MECANIQUES

1. Aspect

Le zinc est un métal blanc d'aspect légèrement bleuâtre.

2. Constantes physiques

Le zinc est un métal assez dense : masse volumique = 7130Kg/m³ (d = 7,13). Il est très volatile. Sa température de fusion est 419°C.

Sa température d'ébullition est 906°C sous la pression normale.

A une température relativement modérée, il est possible de l'obtenir sous forme de vapeur. Cette propriété est mise à profit pour sa purification : la condensation de la vapeur fournit un métal très pur.

3. Propriétés mécaniques

Les qualités mécaniques du zinc sont très médiocres :

- il est assez peu mécaniques tenace
- il est peu malléable, sauf entre 150°C et 180°C où il devient laminable, propriété utilisée dans la fabrication des plaques ou des feuilles de zinc.

III. PROPRIETES CHIMIQUES

1. Action du dioxygène

a. Air sec

L'air sec à la température ordinaire est pratiquement sans effet sur le zinc.

b. A l'air humide, le zinc se ternit et se couvre de vert de gris qui protège le métal.

c. A chaud, la poudre de zinc brûle rapidement en donnant des fumées blanches d'oxyde de zinc ZnO (blanc de zinc).

L'équation bilan est :



2. Réduction du dichlore

De la poudre de zinc fortement chauffée continue à brûler dans un flacon de dichlore. Il se forme une fumée blanche et du chlorure de zinc.

L'équation bilan est :



3. Réduction du soufre

Un mélange de poudre de zinc et de soufre, brûle avec incandescence. La réaction produit du sulfure de zinc ZnS.

L'équation bilan est :



4. Réduction de la vapeur d'eau

A température élevée, le zinc réagit avec la vapeur d'eau pour donner de l'oxyde de zinc et un dégagement de dihydrogène H₂.

L'équation bilan s'écrit :



5. Réduction des solutions chlorhydrique et sulfurique

a. Solutions chlorhydrique et sulfurique

Le zinc réduit les solutions chlorhydrique et sulfurique à froid. L'hydrogène se dégage et un sel se forme.

L'équation bilan est :



Réaction d'oxydo-réduction

Le Zinc Zn réducteur est oxydé en oxyde de zinc ZnO : l'ion H⁺ oxydant est réduit en H₂.

b. Acides à ions oxydant

Le zinc réduit l'acide nitrique dilué à froid avec formation de vapeurs nitreuses NO et NO₂ et d nitrate de zinc en solution.



Avec l'acide sulfurique concentre et chaud, il se forme du sulfate de zinc ZnSO₄ et du dioxyde de soufre SO₂.

L'équation bilan est:



6. Réduction des solutions basiques

Un mélange d'hydroxyde de zinc et zinc chauffé produit du dihydrogène et du zincate de sodium Na₂(ZnO₂).



IV. Usages

Le zinc est utilise pour:

- couverture des toits (feuilles minces).
- fabrication du fer.
- galvanisation du fer.
- Alliage : laiton (Zn + Cu), maillechort (Cu, Ni, Zn) ;
- Zamak (Zn ; Al ; Mg).

NOTION DE CHIMIE ORGANIQUE

O. P. O:

A la fin de la leçon l'élève doit être capable de :

- Savoir l'histoire de la chimie organique ;
- définir la chimie organique ;
- nommer les principaux éléments qui composent un composé organique ;
- donner la provenance des composés organiques naturels ;
- donner deux expériences mettant en évidence l'élément carbone ;
- définir la formule brute ;
- définir la formule développée ;
- définir la formule semi-développée.
- donner la formule de trois composés organiques.

INTRODUCTION

La chimie organique est la chimie des composés du carbone (substance organique). Ces composés organiques sont principalement formés de carbone, d'oxygène, d'azote. Ils peuvent contenir aussi du soufre, du phosphore, du magnésium. Ils sont d'origine naturelle (animale ou végétale), fossile et synthétique.

I. Origine

1. Origine naturelle

a- Origine animale :

Exemples : Protides (viande, poisson).

b- Origine végétale

- La cellulose (bois et certaines plantes comme le coton)
- Latex (hévéa, karité),
- Saccharose (canne à sucre),
- Amidon (riz, mil, pomme de terre, certaines graines).
- Huiles végétales (arachide, beurre de karité huile de sésame).

2. Fossile : houilles, pétroles gaz naturels.

3. Synthétique : plastiques, insecticides, produits pharmaceutiques (aspirine).

II. FORMULE DES COMPOSES ORGANIQUES

1. Formule brute ou moléculaires

Elle donne les nombres et types d'atomes constituant une molécule.

Exemples : méthane CH_4 , saccharose $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$.

2. Formule développée ou structurale

Elle donne les arrangements ou modes de liaisons des atomes

Exemples :

$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ (éthanal), C_2H_6 (éthane)

Butane C_4H_{10}

3. Formule semi-développée

Elle met en évidence les regroupements

Butane: C_4H_{10}

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ ou $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2) - \text{CH}_3$

4. Formule générale:

Elle permet d'établir les formules des composés d'un même groupe.

Exemple : C_nH_{2n} .

Tableau récapitulatif

Nom	Formule moléculaire	Formule structurale	Formule semi-développée	Formule générale
Méthane	CH_4	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	CH_4	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$

Ethylène ou éthène	C_2H_4	$ \begin{array}{c} H & & H \\ & \diagdown & / \\ & C=C & \\ & / & \diagdown \\ H & & H \end{array} $	$CH_2=CH_2$	C_nH_{2n}
Acétylène	C_2H_2	$H-C \equiv C-H$		C_nH_{2n-2}
Ethanol	C_2H_6O	$ \begin{array}{c} H & & H \\ & & \\ H-C & - & C-OH \\ & & \\ H & & H \end{array} $ CH_3-CH_2-OH	CH_3-CH_2OH CH_3-CH_2-OH	R - OH

LE METHANE

O. P. O:

A la fin de la leçon l'élève doit être capable de :

- dire comment se forme le méthane ;
- nommer quelques corps dont l'un des principaux constituants est le méthane ;
- citer trois propriétés physiques du méthane ;
- donner trois actions de destruction du méthane ;
- décrire et interpréter une réaction de substitution ;
- donner les équations bilans de la réaction de substitution ;
- donner l'équation bilan de quelques halogènes sur le méthane ;
- donner la formule brute et la formule développée du méthane ;
- décrire l'équation de la préparation du méthane au laboratoire ;
- donner deux alcanes différents du méthane ;
- donner les formules des quatre premiers alcanes.

I. ETAT NATUREL

Le méthane provient de la fermentation anaérobie des matières organiques.

II. PROPRIETES PHYSIQUES

Gaz incolore sans saveur, le méthane est peu soluble dans l'eau et moins dense que l'air ($d = 0,55$), masse volumique $\mu = 0,71\text{g/l}$.

III. PROPRIETES CHIMIQUES

A. REACTIONS DE DESTRUCTION

1. Décomposition thermique

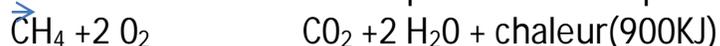
Chauffée vers 600°C le méthane se décompose en ses constituants.

L'équation bilan s'écrit



2. Combustion du méthane dans le dioxygène

Enflammons dans un courant de dioxygène, le méthane brûle avec une flamme peu éclairante. La combustion produit de la vapeur d'eau et du dioxyde de carbone.



3. Combustion du méthane dans le dichlore

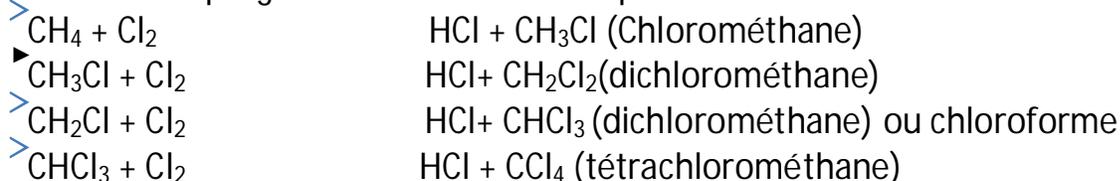
Dans le dichlore, le méthane brûle avec une flamme rougeâtre. Il se forme du carbone et du chlorure d'hydrogène

L'équation bilan s'écrit :



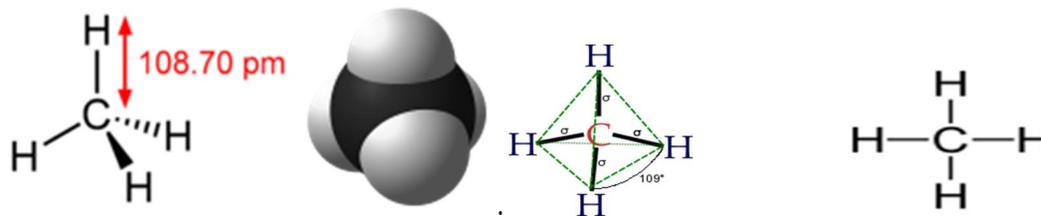
B. REACTIONS DE SUBSTITUTION

A la lumière diffuse, un mélange à volumes égaux de dichlore et de méthane se transforme progressivement et forme quatre dérivés :



IV. STRUCTURE MOLECULAIRE

Le méthane est un hydrocarbure saturé



V. PREPARATION DU METHANE

1. PREPARATION AU LABORATOIRE

L'eau réagit sur le carbure d'aluminium en donnant un dégagement de méthane et une formation d'hydroxyde d'aluminium.

L'équation bilan de la réaction s'écrit :



REMARQUE: Le carbure d'aluminium est obtenu par réduction de l'aluminium avec le carbone.



2. DANS L'INDUSTRIE

Le méthane est obtenu, dans l'industrie par addition fractionnée du gaz de cokerie, du gaz de pétrole et du gaz naturel.

VI. HYDROCARBURES SATURES OU ALCANE

Formule générale $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$

(n est un nombre non nul)

Les quatre premiers alcanes sont gazeux (méthane, éthane, propane, butane) :
n 5.

Les quatre suivants sont des liquides $5 \leq n$

Le nom est constitué d'un préfixe indiquant le nombre d'atomes de carbone de la chaîne suivie de la terminaison « ane ».

De C16 et suivants ils sont solides (n15).

TABLEAU DES NOMS DES DIX (10) premiers alcanes

Nom	n	Formule brute	Formule semi-développée	Etat physique
méthane	1	CH ₄	CH ₄	Gaz
Ethane	2	C ₂ H ₆	CH ₃ -CH ₃	Gaz
propane	3	C ₃ H ₈	CH ₃ -CH ₂ -CH ₃	Gaz
butane	4	C ₄ H ₁₀	CH ₃ -(CH ₂) ₂ -CH ₃	gaz
pentane	5	C ₅ H ₁₂	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃	Liquide
hexane	6	C ₆ H ₁₄	CH ₃ -(CH ₂) ₄ -CH ₃	Liquide
heptane	7	C ₇ H ₁₆	CH ₃ -(CH ₂) ₅ -CH ₃	Liquide
octane	8	C ₈ H ₁₈	CH ₃ -(CH ₂) ₆ -CH ₃	Liquide
Nonane	9	C ₉ H ₂₀	CH ₃ -(CH ₂) ₇ -CH ₃	Liquide
décane	10	C ₁₀ H ₂₂	CH ₃ -(CH ₂) ₈ CH ₃	Liquide

L'ETHYLENE

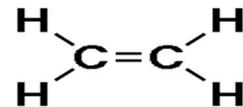
O. P. O:

A la fin de la leçon l'élève doit être capable de :

- écrire la formule brute, semi-développée et développée de l'éthylène ;
- déterminer pourquoi l'éthylène se prête-t-il à de nombreuses réactions de d'addition et de polymérisation.
- Décrire les réactions de destruction de l'éthylène.
- Décrire les réactions d'addition de l'éthylène.
- Décrire la combustion complète de l'éthylène.
- Citer deux alcènes, déterminer leurs masses molaires et donner leurs formules.
- Donner une expérience permettant la préparation de l'éthylène au laboratoire puis dans l'industrie.

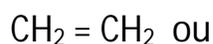
I. PROPRIETES PHYSIQUES

L'éthylène est un gaz incolore, à odeur légèrement étherée. Il est peu soluble dans l'eau, soluble dans certains solvants. Sa température de liquéfaction est -14°C . Sa densité est 0,9 et sa masse volumique est 1,26g/l.



II. STRUCTURE DE LA MOLECULE

L'éthylène ou l'éthène de formule moléculaire est un hydrocarbure de formule C_2H_4 . Dans la molécule d'éthylène, chaque atome de carbone est lié entre eux par une double liaison de covalence. L'éthylène est un carbure d'hydrogène non saturé. La molécule d'éthylène se représente comme suit :



La molécule d'éthylène est plane

Remarque : Sous l'effet d'un choc de molécules de certains réactifs, ou dans certaines conditions, la double liaison d'éthylène s'ouvre conformément au schéma suivant.

Ce explique les réactions d'addition et de polymérisation de l'éthylène.

III. PROPRIETES CHIMIQUES

1. Réactions de destruction

a. Stabilité (décomposition thermique)

L'éthylène est complètement décomposé à une température de l'ordre de 700°C



b. Oxydation avec destruction de la molécule d'éthylène

b.1. Combustion dans le dioxygène

L'éthylène brûle dans l'air avec une flamme peu éclairante que celle du méthane, il se forme du dioxyde de carbone et de la vapeur d'eau.

L'équation bilan de la réaction s'écrit :



Remarque

La combustion est explosive si le mélange est fait selon les proportions stœchiométriques: un volume d'éthylène pour trois volumes de dioxygène.

b.2. COMBUSTION DANS LE DICHLORE

Enflammons un mélange d'éthylène et de di chlore contenu dans un flacon. Il se forme du chlorure d'hydrogène tandis que le carbone est libère.



2. REACTIONS D'ADDITION

a. Addition de di halogène

a1. Addition du dichlore

Mélangons a volume égaux de l'éthylène et du di chlore dans une éprouvette retournée sur l'eau saturée.

Les deux gaz disparaissent, il se forme sur les parois de l'éprouvette des gouttelettes huileuses d'un liquide insoluble dans l'eau répondant a la formule $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ (dichlorométhane).

L'équation bilan s'écrit:



a2. Addition du dibrome

Le dibrome se fixe sur les molécules d'éthylène lors du mélange de l'éthylène et du dibrome.

L'équation bilan s'écrit:



a₃. Addition du dihydrogène: Hydrogénation

A 180 degrés Celsius, en présence du nickel l'éthylène et le dihydrogène donne l'éthane (C₂H₆).

L'équation bilan s'écrit:



a₄. Addition du chlorure d'hydrogène

A 170°C l'éthylène et le chlorure d'hydrogène donne le monochloroéthane ou chlorure d'éthyle CH₃ – CH₂Cl

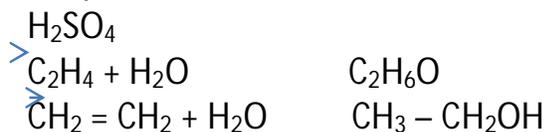
L'équation bilan s'écrit:



a₅. Addition d'eau : hydratation

En présence de l'acide sulfurique (H₂SO₄) l'éthylène et l'eau donnent de l'éthanol C₂H₆O.

L'équation s'écrit:



IV. PREPARATION

1. Au laboratoire

L'éthylène est obtenu par :

a) Déshydratation catalytique des vapeurs d'alcool éthylique sur l'alumine.

L'équation bilan s'écrit :

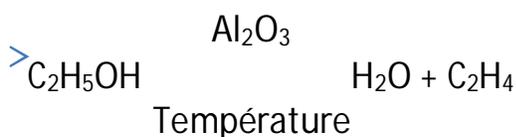


Schéma :

b) Déshydratation de l'alcool éthylique par l'acide sulfurique concentré à chaud à 180°C.

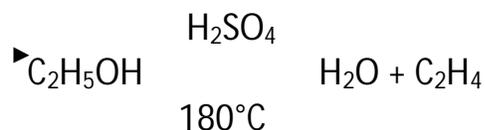


Schéma :

b. Méthode industrielle

Dans l'industrie l'éthylène est obtenu à partir du gaz de cokerie et des gaz de cracking et de raffinage des pétroles.

V. HYDROCARBURES ETHYLENIQUES OU ALCENES

Les alcènes sont des hydrocarbures insaturés à double liaison - C = C – entre deux carbones consécutifs de formule générale C_nH_{2n} ($n \geq 2$).

Exemple : C_3H_6 (Propène) ; C_4H_8 (butène) ; C_5H_{10} (pentène) ; C_6H_{12} (hexène).

L'ACETYLENE

O. P. O:

A la fin de la leçon l'élève doit être capable de :

- citer trois propriétés physiques de l'acétylène ;
- donner deux usages de l'acétylène ;
- écrire la formule développée, semi développée et brute de l'acétylène ;
- écrire les équations bilans des réactions de destruction de l'acétylène ;
- décrire la réaction de d'hydratation de l'acétylène ;
- décrire les réactions d'addition de l'acétylène ;
- décrire la préparation de l'acétylène au laboratoire ;
- citer les dix premiers alcynes.

I. PROPRIETES PHYSIQUES

L'acétylène est un gaz incolore, inodore peu soluble dans l'eau, mais soluble dans les solvants organiques. Sa masse volumique est 1,77g litre. Sa densité est = = 0,9.

II. PROPRIETES CHIMIQUES

1. Réactions de destruction

a. Stabilité

Instable l'acétylène se décompose à 400°C en libérant une grande quantité d'énergie.

L'équation bilan de la réaction s'écrit :



b. Combustion complète

Un mélange de deux volumes d'acétylène et cinq volumes d'oxygène explose à l'approche d'une flamme en libérant de la vapeur d'eau, du gaz carbonique et de la chaleur.

L'équation bilan de la réaction s'écrit :



c. Combustion dans le dichlore

On fait passer de l'acétylène bulle à bulle dans un flacon de dichlore. Chaque bulle s'enflamme en produisant un nuage noir de carbone, de l'acide chlorhydrique.

L'équation bilan s'écrit :



Schéma :

2. REACTIONS D'ADDITION

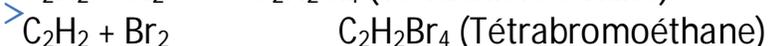
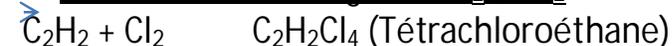
a. Addition de dihydrogène : hydrogénation

Hydrogénation catalytique de l'acétylène peut produire l'éthylène C_2H_4 ou l'éthane

C_2H_6



b. Addition de dihalogènes Cl_2 , Br_2



c. Addition de chlorure d'hydrogène

Elle produit le monochloroéthyne ou chlorure du vinyle $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$ en présence de chlorure de mercure (II) à 180°C



c. Addition d'eau

L'hydratation catalytique de l'acétylène forme l'éthanol ou aldéhyde acétique (CH_3CHO)



IV. PREPARATION

1. Au laboratoire

Au laboratoire, on prépare l'acétylène en faisant tomber goutte à goutte de l'eau additionnée d'acide chlorhydrique sur carbure de calcium. Il se forme de l'hydroxyde de calcium et l'acétylène est recueilli sur une cuve à eau.

L'équation bilan de la réaction s'écrit



2. Méthode industrielle

Dans l'industrie le C_2H_2 est obtenu en traitant du carbure de calcium par l'eau à 200°C .

A 1500°C dans l'arc électrique le méthane se transforme en acétylène.



V. HYDROCARBURES ACTYLENIQUES ALCYNES

Les alcynes sont des hydrocarbures insaturés à triple liaison (C-C) et de $\text{fo}2$.

Le nom des alcynes est obtenu en remplaçant la terminaison «ane» des alcanes par la terminaison «yne»

La formule générale des alcynes est : formule générale $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ ($n \geq 2$)

Nombre de carbone (n)	FORMULE MOLECULAIRE	NOM
2	C_2H_2	Etyne
3	C_3H_4	Propyne
4	C_4H_6	Butyne
5	C_5H_8	Pentyne

6	C_6H_{10}	Hexyne
---	-------------	--------

L'ETHANOL

O. P. O:

A la fin de la leçon l'élève doit être capable de :

- citer quatre propriétés physiques de l'éthanol ;
- donner trois usages de l'éthanol ;
- décrire la formule développée, semi-développée et brute de l'éthanol.
- décrire les réactions d'oxydation de l'éthanol ;
- décrire l'action des acides sur l'éthanol.
- expliquer la préparation de l'alcool de fermentation.
- expliquer la préparation de l'alcool de synthèse à partir de l'éthylène en g/mol la masse molaire de l'éthanol.

I. PROPRIETES PHYSIQUES ET USAGE

1. Propriétés physiques

L'alcool éthylique ou éthanol est un liquide incolore très mobile à odeur agréable et à saveur brûlante. Il est très soluble dans l'eau et dans un grand nombre de substances : iode, camphre, essences végétales. Sa densité est 0,8 et sa température d'ébullition 78°C. Sa concentration ou titre alcoolique se mesure en degré Gay Lussac (°GL).

Exemple : 90°GL = 90 Cm³ d'alcool et 10 Cm³ d'eau.

2. Usages

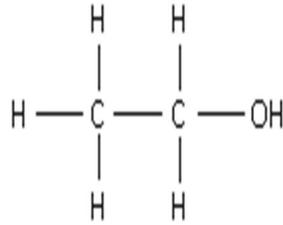
Antiseptique local, combustible et liquide thermométrique.

Solvant dans la fabrication des produits pharmaceutiques et parfums.

Préparation des boissons alcooliques (vin, bière, liqueurs).

II. STRUCTURE

La formule structurale est :



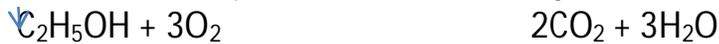
La formule semi-développée :

III. PROPRIETES CHIMIQUES

1. Oxydation de l'éthanol

a. Combustion complète

L'alcool éthylique enflammé brûle avec une flamme bleuâtre très chaude. Il se forme de la vapeur d'eau et du dioxyde de carbone.

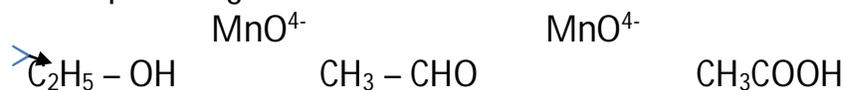


b. Addition des oxydants

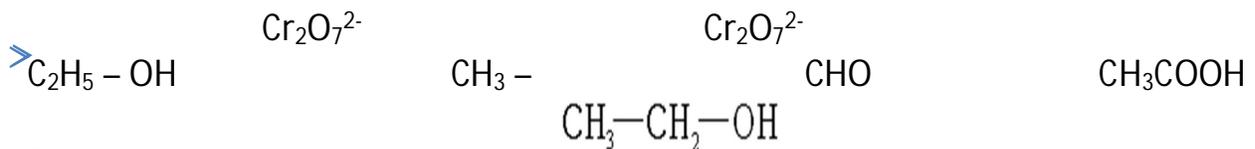
Elle transforme l'éthanol en éthanal CH_3CHO ou acide éthanoïque.

> Ethanol Ethanal Acide éthanoïque

L'ion permanganate MnO_4^- en milieu acide



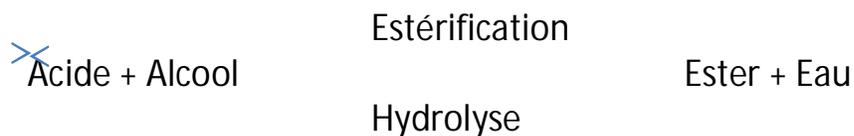
L'ion bichromate $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ en milieu acide



2. Action des acides

L'estérification est l'action d'un acide sur un alcool avec formation d'eau et d'un ester.

La réaction inverse dite hydrolyse est l'action d'un ester sur l'eau avec formation d'un acide et d'un alcool.



L'estérification et l'hydrolyse sont deux réactions lentes, limitées et athermiques.

Remarque

L'alcool est-il un acide ou une base ?



Salification



En considérant les deux réactions produites par leurs équations on constate que l'alcool éthylique a une certaine analogie avec les bases.

L'analogie est purement formelle.

L'alcool est un liquide neutre : il ne bleuit pas le tournesol rougi par un acide. Les solutions aqueuses de l'alcool ne s'ionisent pas (la solution de soude est ionisée)

L'action de l'alcool sur l'acide n'est jamais immédiate, elle est lente et incomplète ; l'estérification est limitée par la réaction inverse appelée hydrolyse (saponification).

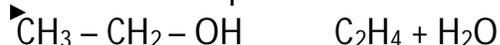
Un ester n'est donc pas un sel.

L'alcool éthylique n'est donc pas un acide.

REACTION DE DESHYDRATATION

Déshydratation complète

La déshydratation catalytique de l'éthanol par l'alumine à 400°C ou par action de l'acide sulfurique concentré à 180°C donne de l'éthylène.



Ou



b. A 250°C avec Al_2O_3 et 140°C avec H_2SO_4 la déshydratation de l'éthanol a lieu entre deux molécules.

Il se forme de l'oxyde d'éthyle de formule $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$.



IV. PREPARATION DE L'ALCOOL ETHYLIQUE OU ETHANOL

