

PROGRAMME 2024-2025

COURS PREPARE

PHYSIQUE

CHIMIE

3ème



Programme de sciences physiques de la classe de troisième

| Parties | DOMAINES | Chapitres | DUREES |
|-----------------|-------------------------------|---|--------|
| PHYSIQUE | ÉLECTRICITÉ | Chapitre 1 : L'intensité d'un courant électrique | 2h |
| | | Chapitre 2 : La tension électrique | 2h |
| | | Chapitre 3 : Les mesures sur des circuits électriques | 2h |
| | | Chapitre 4 : La puissance électrique | 3h |
| | | Chapitre 5 : L'énergie électrique | 3h |
| | | Chapitre 6 : Les applications, la production et la distribution de l'énergie électrique | 2h |
| | | Chapitre 7 : La résistance d'un conducteur ohmique | 3h |
| | | Chapitre 8 : Les mesures de résistances | 4h |
| | | Chapitre 9 : Les associations de conducteurs ohmiques | 4h |
| | MÉCANIQUE | Chapitre 10 : Les poulies - Le treuil | 4h |
| | | Chapitre 11 : Le travail et la puissance mécanique | 4h |
| | | Chapitre 12: L'énergie mécanique -Transfert - Rendement | 3h |
| | | Chapitre 13 : Les moteurs à piston : le moteur à quatre temps | 2h |
| | OPTIQUE | Chapitre14 : L'analyse et la synthèse de la lumière | 3h |
| | | Chapitre 15 : Les lentilles convergentes | 4h |
| | | Chapitre 16 : L'œil et la vision | 2h |
| | | Chapitre 17 : La loupe et le miroir | 3h |
| CHIMIE | LES IONS MÉTALLIQUES | Chapitre 1 : Les transformations électrochimiques du cuivre et de l'ion cuivre | 6h |
| | | Chapitre 2 : Les transformations chimiques du cuivre et de l'ion cuivre | 3h |
| | | Chapitre 3 : La pile électrochimique | 2h |
| | LES CORPS MOLÉCULAIRES | Chapitre 4 : Les gaz | 2h |
| | | Chapitre 5 : L'électrolyse et la synthèse de l'eau | 3h |
| | | Chapitre 6 : Les alcanes et leur combustion | 3h |
| | LES CORPS SOLIDES | Chapitre 7 : L'oxydation du carbone, du fer et du soufre | 3h |
| | | Chapitre 8 : La réduction de l'oxyde ferrique et de l'oxyde cuivrique | 2h |
| | LES SOLUTIONS AQUEUSES | Chapitre 9 : L'importance industrielle de la réduction des oxydes | 3h |
| | | Chapitre 10 : La notion d'acide et base | 3h |

Partie 1

PHYSIQUE

Domaine : ÉLECTRICITÉ

Thème: Mesures électriques en courant continu

Durée : 2 heures

Niveau : 3^{ème}

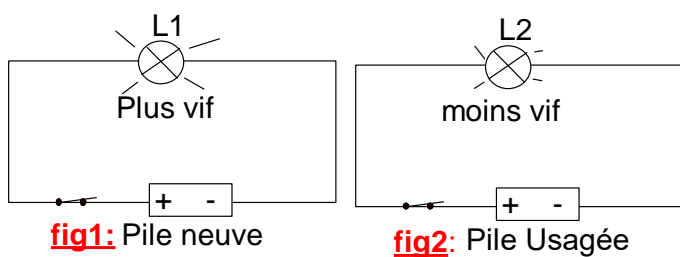
Chapitre 1: L'intensité d'un courant électrique

1.1. L'intensité d'un courant électrique

1.1.1. Notion d'intensité

L'Intensité est ce qui caractérise le débit c'est-à-dire le nombre d'électrons qui traversent le circuit en une seconde ; sa lettre symbole est **I**.

Observons les schémas électriques suivants, les ampoules sont identiques :



L'ampoule alimentée avec la pile neuve a un Éclat plus vif (**fig1**) que celle alimentée avec la pile usagée (**fig2**).

On dit que le filament de l'ampoule à vif Éclat est fortement chauffé ou que la pile neuve débite un courant plus intense que la pile usagée, d'où la **notion d'intensité du courant**.

1.1.2. L'unité d'intensité

L'unité de l'intensité est **l'ampère** de symbole **A**. L'Ampère a des multiples et des sous-multiples:

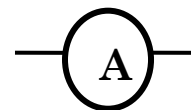
GigaAmpère ; MegaAmpère ; kiloAmpère ; miliAmpère ; microAmpère et le nanoAmpère (**voir tableau ci-dessous**)

| Multiples | | | Sous-Multiples | | | |
|-----------|----|----|----------------|----|----|----|
| GA | MA | kA | A | mA | µA | nA |
| | | | | | | |

- $1\text{MA}=10^6\text{A}$
- $1\text{kA}=10^3\text{A}$
- $1\text{A}=10^3\text{mA}$
- $1\text{mA}=10^{-3}\text{A}$
- $1\mu\text{A}=10^{-6}\text{A}$

1.1.3. L'instrument de mesure

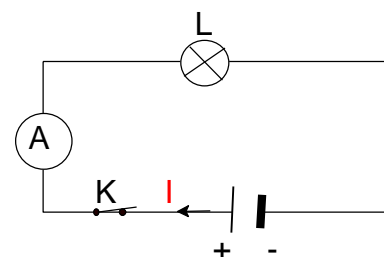
L'appareil qui sert à mesurer l'intensité du courant dans un circuit électrique est appelé **Ampèremètre** de symbole :



1.2. L'utilisation de l'ampèremètre

1.2.1. Le montage

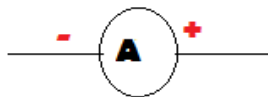
L'ampèremètre se monte toujours en **série** dans un circuit électrique.



- L'ampèremètre est un appareil qui offre une faible résistance au passage du courant ;
- l'ampèremètre ne doit jamais être branché seul avec un générateur, au risque de le détruire ;
- Conséquences du montage en dérivation aux bornes d'un appareil : il provoque le court-circuit de l'appareil, s'échauffe et risque de se détériorer (du fait qu'il offre une faible résistance au **passage du courant**)

1.2.2. La polarité

L'Ampèremètre possède deux bornes (une borne positive « + » et une borne négative «-») on dit qu'il est **polarisé** .



NB :La borne <+> est la borne d'entrée du courant (généralement de couleur rouge sur les appareils) ; la borne <-> est la borne de sortie du courant (de couleur noir).

1.2.3. Le calibre

Le calibre d'un Ampèremètre est la valeur de l'intensité qui amène l'aiguille à l'extrémité de la graduation.

Remarque

- Pour le bon choix du calibre,le calibre choisit doit être supérieur à l'intensité à mesurer.
- Pour effectuer une mesure, on choisit le calibre le plus grand disponible et on diminue jusqu'à obtenir la déviation maximale de l'aiguille.

1.3.Résultat d'une mesure

Il existe deux types d'ampèremètre

1.3.1.Ampèremètre numérique

L'ampèremètre numérique affiche directement le résultat sur l'écran.

1.3.2. Ampèremètre à aiguille

Par contre,lorsqu'on branche l'ampèremètre à aiguille dans un circuit la valeur de l'intensité lue sur le **cadran n'est** pas la valeur de l'intensité correspondante. L'aiguille de l'Ampèremètre s'arrête sur une certaine division appelée **Lecture(L)** et **l'intensité** est déterminée à l'aide d'un calcul :

$$I = \frac{C \times L}{E} \begin{cases} \mathbf{I: Intensité (A)} \\ \mathbf{E: Echelle(div)} \\ \mathbf{L: Lecture(divi)} \end{cases}$$

Exemple :Sur le calibre de 2A ; l'aiguille indique 80 Divisions sur une échelle de 100.

Calculer la valeur de l'intensité correspondante.

Réponse :Calculons l'intensité I :

$$I = \frac{C \times L}{E} = \frac{2 \times 80}{100} = 1.6A$$

$$\leftrightarrow \mathbf{I=1,6A}$$

N.B : Le calibre choisi doit être **toujours supérieur** ou égale à l'intensité mesurée pour éviter d'endommager l'ampèremètre.

Chapitre2: La tension

électrique(2h)

Situation d'apprentissage

Au cours d'une visite d'une classe de 3^{ème} du lycée au barrage de hydroélectrique de Ziga,le technicien en charge de guider les élèves leur explique que la tension électrique qui y est produite est une tension alternative sinusoïdale, différente de la tension continue délivrée par les piles, les batteries....

De retour en classe, pour mieux différencier ces deux tensions, les élèves et leur professeur décident de définir la tension électrique, de déterminer la tension continue et l'appareil qui permet de mesurer la tension électrique.

I-La tension électrique

2.1.Notion de tension

Entre deux points d'un circuit d'un appareil ;il peut exister une **différence** de potentielle électrique (**DDP**) ou **tension** .La tension entre 2 points A et B se note U_{AB} ou simplement **U**.

Exemple :Entre deux pôles , AB (+) et (-) d'un générateur ;il existe une tension. La tension d'une pile ou d'un accumulateur est appelée **Tension continue**.

La tension d'un alternateur de bicyclette (dynamo) ou du secteur (**sonabel**) est **alternative**.

2.2. Unité de tension

L'unité de mesure de la tension est le **volt** de symbole **V**.

Les multiples et sous multiples sont : **Gigavolt(GV) ;Megavolt(MV) ;kilovolt(Kv) ;millivolt(mV) ;microvolt(μ V) ; nanovolt(nV)**

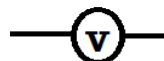
| Multiples | | | Sous-Multiples | | | |
|-----------|----|----|----------------|----|---------|----|
| GV | MV | kV | V | mV | μ V | nV |
| | | | | | | |

EXEMPLES

- **1kV=10³V** ;
- **1MV=10⁶V** ; **1V=10³mV**
- **1 μ V=10⁻⁶ V**

2.3.Instrument de mesure

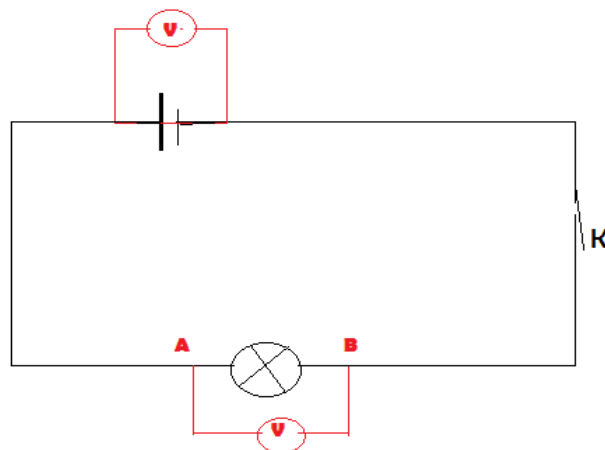
L'appareil qui sert à mesurer la tension électrique dans un circuit électrique est appelé **voltmètre** ;son symbole est :



II-L'utilisation duvoltmètre

2.1. Montage et polarité

Expérience



Le **voltmètre** se monte toujours en dérivation ou en en parallèle soit aux bornes du générateur ;soit aux bornes de tous appareils montés dans le circuit ;soit entre deux points du circuit.

b)Montage aux bornes d'une lampe à incandescence

1 -Polarité

Un voltmètre est polarisé c'est-à-dire qu'il possède deux bornes du générateur :



- Une bornes positive par laquelle entre le courant et généralement de couleur **rouge**
- Une borne négative par laquelle sort le courant et généralement de couleur **noir**.

2-Calibre

Le calibre du voltmètre est la valeur de la tension qui amène l'aiguille à la fin de la graduation .

2.2.Résultats d'une mesure

C'est le même procédé qu'avec un Ampèremètre à savoir :Selectionner le calibre approprié ;lire sur l'échelle correspondante au **calibre libre** choisi.

Aux calibres :10V ;100V ;500V correspond à l'Echelle **100**

Aux calibres :3V ;30V ;300V correspond à l'echelle **30**.

Exemple :Sur le calibre 1000mV ;on lit sur le cadran 70 divisions sur l'**Echelle 100** ;Calculer la valeur de la tension mesurée.

Reponse : $U = 1V \times 70 / 100 = 0,7V$

REMARQUE :La tension entre deux(02) points d'une portion d'un circuit ne comportant aucun appareil est nul.

De façon générale on retiendra que :

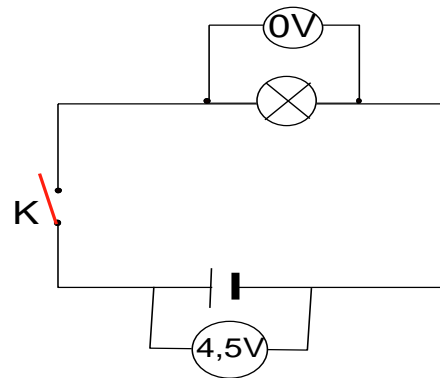
$$U = \frac{C \times L}{E} \left\{ \begin{array}{l} U: \text{tension en V} \\ C: \text{Calibre en V} \\ E: \text{Echelle en division} \end{array} \right.$$

N.B : Le calibre choisi doit toujours être **supérieur** ou égal à la tension mesurée.

III-La tension aux bornes d'éléments d'un circuit

a)En circuit Ouvert

Soit une pile plate de 4,5V alimentant une lampe .



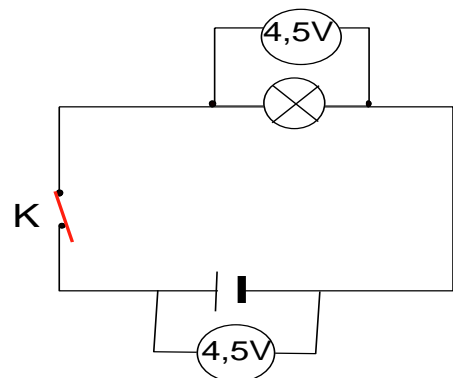
Mesurons la tension aux bornes de la pile et aux bornes de la lampe ;lorsque l'interrupteur K est ouvert. On trouve $U_1=0V$

REMARQUES

- En **circuit ouvert** la tension aux bornes d'un récepteur est nulle
- Une tension peut exister sans aucun courant ne passe

b)En circuit fermé

On ferme l'interrupteur et on lit aux bornes de la lampe 4,5V.



Remarques

- En **circuit fermé** ;la tension aux bornes de la même pile ($U=4,5V$) de la même lampe ($U_1=4,5V$) lorsque $_K$ est fermé.

REMARQUE GENERALE

- ❖ Un voltmètre en série s'oppose au passage du courant.

- ❖ Un récepteur est adapté à un générateur ; si la tension de ce générateur est égale ou très proche de sa tension **nominale** (Tension indiqué par le fabriquant).
- ❖ Lorsque la tension à mesurée est supérieure au calibre ;le voltmètre se **détruit**.

Exercice d'application

1) Complète les pointillés suivants :

2V=....mV ; 200mV=....V ;10KV=....V ;

100MV=....V ;250V=....KV

2) On veut mesurer la tension qui traverse un circuit pour cela on a choisi le calibre 10 V.

a) Sur quelle échelle doit-on faire la lecture pour plus de précision? Pourquoi ?

b) On décide alors de faire la lecture sur échelle 100. L'aiguille du voltmètre indique 54 divisions. Calcule la valeur de la tension correspondante.

3) Fais le schéma complet d'un circuit comportant : une lampe ; un interrupteur ; un voltmètre et ampèremètre polarisés fonctionnant avec un générateur.

Chapitre3: Les mesures sur

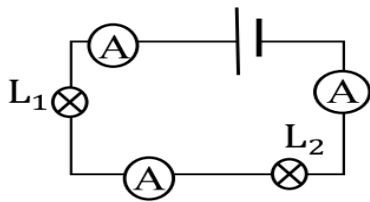
les circuits(2h)

Situation d'apprentissage

I-Le circuit série

1.Unicité de l'intensité

a) Description



On réalise un montage électrique comportant deux ampoules de caractéristiques différentes en série avec un générateur et un interrupteur fermé.

Un ampèremètre est placé tour à tour entre le générateur et la lampe L_1 ; entre L_1 et L_2 puis entre L_2 et le générateur

b) Observation

On constate que l'indication de l'ampèremètre est la même.

c) Conclusion

Dans un circuit en série, l'intensité du courant est la même aux bornes des dipôles. Cette intensité est celle mesurée à la sortie comme à l'entrée.

d) Propriété

Dans un circuit en série, l'intensité du courant a la même valeur en tout point du circuit : **on dit que l'intensité est propre à la série**

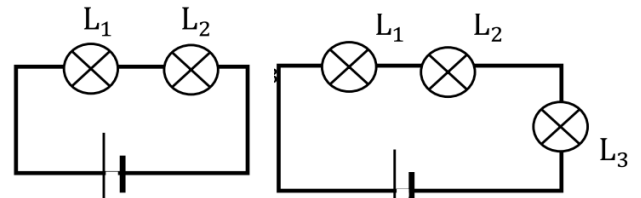


Fig1

Pour deux appareils en série : $I=I_1=I_2$

Fig2

Pour deux appareils en série : $I=I_1=I_2=I_3$

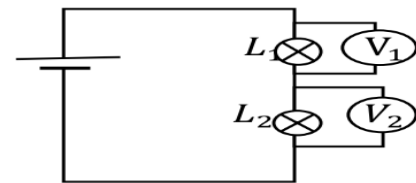
Conclusion: Pour n appareils en série:

$$I=I_1=I_2=I_3= \dots = I_n$$

2.Additivité des tensions

Un générateur de tension $U=6V$ est monté en série avec deux lampes L_1 et L_2 .

On place deux voltmètres V_1 et V_2 aux bornes respectives de L_1 et L_2 .



b) Observation

L'indication du voltmètre V_1 est $U_1=4V$ et celui de V_2 est $U_2=2V$.

c) Interprétation

Calculons $U_1 + U_2$

$$U_1 + U_2 = 4V + 2V = 6V$$

D'où $U_1 + U_2 = U$

d) Conclusion

La tension aux bornes d'une association de deux dipôles en série est égale à la somme des tensions des deux dipôles.

$$U= U_1 + U_2$$

e) Propriété

Dans un circuit en série, la tension du générateur est égale à la somme des tensions aux bornes des appareils.

Conclusion : Pour n appareils en série:

$$U_G = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$

N.B : $U=U_1+U_2+U_3$ est applicable dans le cas où les lampes ne sont pas identiques.

3.Diviseur de tension avec des appareils identiques

Lorsque les appareils montés en série sont identiques, le montage est appelé **diviseur de tension**.

Dans ce cas, la tension aux bornes de chacun des appareils est égale à la tension aux bornes de l'ensemble (du générateur) divisé par le nombre d'appareil.

-Pour deux appareils identiques en série :

$$U_1 = U_2 = U_G/2$$

-Pour trois appareils identiques en série:

$$U_1 = U_2 = U_3 = U_G/3$$

-Pour n appareils identiques en série:

$$U_1 = U_2 = U_3 = \dots = U_n = U_G/n$$

Remarque

Dans un circuit en série, si l'un des appareils se détériore, les autres ne fonctionnent plus.

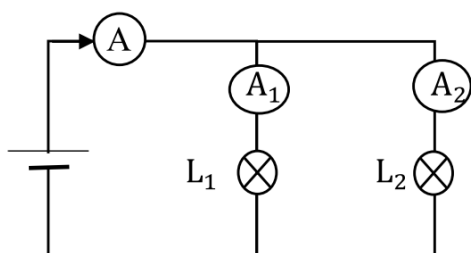
II-Le circuit avec dérivation

1.L'additivité des intensités

a)Expérience

Réalisons un montage comportant deux lampes montées en dérivation avec un générateur.

A l'aide de trois ampèremètres, on visualise l'intensité aux bornes respectives du générateur, de la lampe L_1 et L_2



b) Observation

On obtient :

$$I = 0,41A; I_1 = 0,17A \text{ et } I_2 = 0,24A$$

c) Interprétation

Calculons et comparons : $I_1 + I_2$ et I

$$I_1 + I_2 = 0,17A + 0,24A = 0,41A$$

$$I_1 + I_2 = I$$

d) Conclusion

$I_1 + I_2 = I$ traduit la loi d'additivité des intensités

e) Propriété

Dans un circuit en dérivation, l'intensité du courant dans la branche principale est égale à la somme des intensités des branches dérivées :

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

-Pour un circuit comportant deux branches :

$$I = I_1 + I_2$$

-Pour un circuit comportant trois branches :

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

Remarque : Si tous les appareils sont identiques, l'intensité se divise on a :

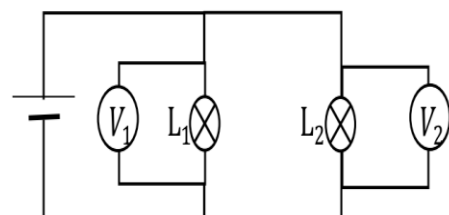
$$I_1 = I_2 = I_3 = I_n = \frac{I}{n}$$

2.L'unicité de la Tension

a)Expérience

On réalise un montage comportant deux lampes L_1 et L_2 en dérivation et un générateur de tension $U = 6,3V$.

A l'aide de deux voltmètres, on détermine la tension aux bornes de chaque lampe.



b) Observation

Le voltmètre V_1 indique $U_1 = 6,3V$ et le voltmètre V_2 indique $U_2 = 6,3V$

c) Interprétation

$$U = U_1 = U_2 = 6,3V$$

e) Conclusion

Dans un circuit en dérivation, la tension est la même aux bornes des dipôles :on dit que La tension est **propre à la dérivation**

e) Propriété

Dans un circuit en dérivation, la tension est la même entre les appareils.

$$U = U_1 = U_2 = U_3 = \dots = U_n$$

- Pour deux appareils montés en dérivation :

$$U = U_1 = U_2$$

- Pour trois appareils montés en dérivation :

$$U = U_1 = U_2 = U_3$$

III-Les applications pratiques1.L'installation électrique d'une maison

Le montage en dérivation (ou montage en parallèle) est privilégié dans les installations domestiques pour plusieurs raisons essentielles :

1. Indépendance des appareils Chaque appareil électrique reçoit la même tension (220V). Si un appareil tombe en panne ou est éteint, les autres continuent de fonctionner normalement. Contrairement au montage en série où la panne d'un élément couperait tout le circuit.

2. Tension constante Tous les appareils fonctionnent à leur tension nominale optimale. Dans un montage en série, la tension se répartirait entre les appareils, réduisant leurs performances.

3. Contrôle individuel Chaque appareil peut être commandé indépendamment par son propre interrupteur, offrant flexibilité et économies d'énergie.

4. Sécurité Les dispositifs de protection (fusibles, disjoncteurs) peuvent être adaptés à chaque circuit selon ses besoins spécifiques.

2.Circuit électrique d'une bicyclette, d'une moto ou d'une voiture

Le circuit électrique d'une bicyclette, d'une moto ou d'une voiture comprend une source d'énergie (alternateur, une pile ou batterie de 12V), un interrupteur, des fils conducteurs, et des composants comme les phares avant et arrière, ainsi que éventuellement un klaxon. Le courant alimente ces éléments en circuit fermé, permettant l'éclairage et la signalisation.

Le principe reste celui du montage en dérivation : chaque circuit reçoit du 12V et peut fonctionner indépendamment des autres, avec ses propres protections et commandes.

Conclusion : Toute installation électrique complète comprend : Un générateur, un interrupteur, des fils conducteurs, des protecteurs d'installation et des appareils

Exercice d'application

Soit une pile alimentant trois ampoules montées en dérivation. La tension aux bornes de la pile est de 6V.

a) Propose un schéma du montage et détermine les tensions U_1 , U_2 et U_3

b) Quelle est la tension aux bornes de chaque lampe si les trois lampes étaient identiques et montées en série ?

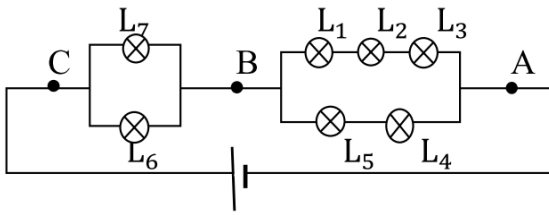
c) On suppose maintenant que les trois lampes ne sont pas identiques et sont toujours en dérivation tels que :

$$I_1 = 0,2A ; I_2 = 0,75A \text{ et } I_3 = 0,6A$$

1) En déduire l'intensité Principale I du circuit

2) Quelle est l'intensité de L_1 ; L_2 et L_3 ; si $I = 3A$ et les lampes sont montées en série?

Exercice



Les lampes L_1 ; L_2 et L_3 sont identiques .La tension entre les points A et B est $U_{AB}=9V$ et celle aux bornes de la lampe L_5 est $U_5 =4V$. On donne $U_G = 22V$.

- 1) Calculer la tension aux bornes des lampes restantes.
- 2) L'intensité principale $I=3,5A$; celle qui traverse les lampes L_4 et L_7 sont respectivement $I_4=1,5A$ et $I_7=1A$. Calcule les intensités du courant traversant chacune des lampes restantes.

Chapitre4 :

La puissance électrique (3h)

Situation d'apprentissage

I-Les caractéristiques nominales d'un appareil électrique

1-Les indications inscrites sur un appareil électrique

Sur des appareils électriques ; on lit souvent les inscriptions suivantes :

(60W ;220V) ;(45w ;6A) ;(6V ;5A)...

marquées par le fabricant.

Que représentent ces inscriptions ?

2-Définitions

Les valeurs de **tension** ; de **puissance** et de **intensité** inscrites sur les appareils par leurs constructeurs sont appelés **valeurs nominales**.

On distingue alors 3 valeurs nominales : **la tension nominale** ; **la puissance nominale** et **l'intensité nominale** :

- **Tension nominale** ou tension d'usage d'un appareil électrique est la tension qu'il faut appliquer aux bornes de cet appareil pour qu'il fonctionne normalement.
- **Puissance nominale** : c'est la puissance indiquée par le fabricant de l'appareil pour qu'il fonctionne normalement
- **Intensité nominale** : c'est l'intensité indiquée par le fabricant de l'appareil pour qu'il fonctionne normalement

3-Sous-tension et Surtension

- **Sous-tension** :On dit qu'un appareil est en sous-tension ou sous-volté, quand la tension à ses bornes est inférieure à sa tension nominale. Son fonctionnement est alors mauvais.

- **Surtension** : On dit qu'un appareil est en surtension ou **survolté** quand la tension à ces bornes est supérieure à sa tension nominale .Son fonctionnement est alors dangereux. Dans ce cas l'appareil risque de se **détériorer**.

Remarque :La sous-tension et la surtension sont deux régimes anormaux de fonctionnement d'un appareil électrique.

II-La puissance consommée par un Appareil

La puissance électrique consommée par un appareil en tension continue est égale au produit de la tension à ces bornes par l'intensité du courant qui le traverse, son symbole est **P** et s'exprime en **Watt** de symbole **W**.

$$P = U \times I \begin{cases} U: \text{la tension (V)} \\ I: \text{Intensité (A)} \end{cases}$$

Le watt a aussi des multiples et sous-multiples **.Exemples** :

1W=10³mW ;1kW=10³W ;

1MW=10⁶w ;mw=10⁻³W

1-En courant continu

Un courant est dit continu s'il circule en sens unique, son intensité est constante au cours du temps.

Dans ce cas la puissance électrique est :

$$P = U \times I$$

2-En courant alternatif

Par contre en courant alternatif : la relation $P=U \cdot I$ n'est valable que seulement pour les appareils thermique (Fer à repassé ;four ;Chauffe-eau ;Lampe à incandescence..).

III-Les applications pratiques

1-Puissance consommée dans une installation

La puissance totale (P_t) consommée dans une installation est égale à la somme des puissances des appareils fonctionnant en même temps :

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n$$

Tous les appareils étant installés en dérivation ; l'intensité totale est la somme des intensités traversant chaque appareils :

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

2-Choix d'un fusible et d'un disjoncteur

Connaissant la puissance totale dans une installation on calcul ainsi l'intensité limitée à choisir pour un fusible ou pour un disjoncteur à maximum.

Situation d'évaluation

1- Complète les pointillés suivants :

$$20\text{kW} = \dots \text{W} ;$$

$$20\text{MW} = \dots \text{kW}$$

$$10^6\text{mW} = \dots \text{W} ;$$

$$100\text{kW} = \dots \text{W} ;$$

$$300,35\text{W} = \dots \text{mW} ;$$

$$356.10^2\text{MW} = \dots \text{kW} = \dots \text{W}$$

2-1) Une lampe porte les inscriptions

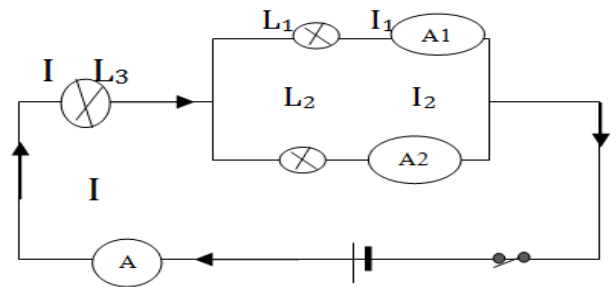
(24V – 500mA)

a) Que signifie chaque indications ?

b) Calcule la puissance électrique qui traverse cette lampe en fonctionnement normale.

2-2) Une autre lampe de puissance 110W est traversée par le courant du secteur. Calcule l'intensité du courant qui traverse cette lampe.

3-Considérons la figure ci-dessous :



On donne : $U_1=3\text{V}$; $U_3=4\text{V}$; $I_2=2\text{A}$

- Donne la valeur de U_2 et de U ; puis calcule la puissance P_2 de la lampe L_2 .
- Sachant que $I_3=5\text{A}$; Calcule I_1 et la puissance P_1 et P_2 des lampes L_1 et L_2 .
- En déduire l'intensité principale du circuit.
- En déduire la puissance totale (P_T) de l'installation.

chapitre5 :L'énergie

électrique(3h)

Situation d'apprentissage

Une élève de la classe de 3^{ème} du lycée de Djikologo reçoit la facture de la cour familiale.

Préoccupés par le montant à payer qui lui semble trop élevé, elle se confie à ses camarades de classe. Ensemble, sous la supervision de leur professeur, ils entreprennent de faire des recherches sur la puissance et l'énergie électriques puis d'interpréter une facture d'électricité.

I-La notion d'énergie électrique

L'énergie électrique dans une installation est mesurée ;par un compteur électrique .Le courant fournit à l'installation le traverse et provoque la rotation du disque qui est proportionnel à **l'énergie consommée**. On admet que l'énergie électrique consommée par un appareil est proportionnelle à sa durée de fonctionnement et à sa puissance.

1-Définition

L'énergie électrique consommée par un appareil est égale au produit de sa puissance (**P**) par la durée (**t**) du fonctionnement.

Elle est symbolisée par la lettre **E** telle que :

$$\boxed{E = P \cdot t} \begin{cases} E: \text{Energie} \\ P: \text{Puissance}(W) \\ t: \text{Temps}(s) \end{cases}$$

2-Les unités d'énergie Electrique

L'unité de l'énergie électrique est le **Joule** de symbole **J**. Tout comme le **watt** ;le joule à des **multiples** et des **sous-multiples**

Exemples

-Les multiples du joule :

Hecto joule :1hJ=10²J ;

Kilojoule : 1Kj=10³J

Mégajoule : Mj=10⁶J

• Les sous-multiples :

Milli joule :mJ=10⁻³W

unité usuelle de l'énergie électrique

Les compagnies d'électricités (SONABEL ; CIE)préfèrent le wattheure(Wh)au joule.

Il existe une équivalence entre le whateur et le Joule.

- Wh=3600J_ ;
- 1kwh=3600000J ;
- **1kWh=1000Wh**

Exemple : 289000J=80,27Wh=0,080Kwh

Remarque :On peut déterminer l'énergie électrique consommée par un appareil thermique en mesurant la tension ;son intensité et la durée de son fonctionnement :

$$\boxed{E = P \cdot t = U \times I \times t} \begin{cases} u \text{ en volt}(V) \\ I \text{ en Ampère} \\ t \text{ en seconde} \end{cases}$$

Car P=U.I

II-La transformation de l'énergie électrique en chaleur

1.L'effet Joule

Le passage du courant électrique dans un conducteur usuel s'accompagne d'un dégagement de chaleur .Une partie de l'énergie électrique qu'il reçoit est **perdue** et **cedée** au milieu extérieur sous forme de **chaleur** ;ce phénomène est appelé **effet Joule**.

L'effet joule se caractérise par un dégagement de chaleur qui accompagne le passage du courant dans tout conducteur.

2.La quantité de chaleur reçue par une masse d'eau

La quantité de chaleur noté **Q** ; est une autre forme de l'énergie. Elle se fait dans un cas d'une élévation de température de l'eau par transformation de **l'énergie électrique** en **chaleur**.

Exemple de l'élévation de la température de l'eau par effet thermique :**le chauffe-eau ou thermoplongeur**

Quand l'eau reçoit de la chaleur ; sa **température** augmente. Des expériences faites en laboratoire ont montrées que pour élever **1°C** une masse de **1kg** ;il faut fournir une énergie de **4,186kJ**.Pour une masse d'eau quelconque à une température quelconque la quantité de chaleur se calcule de la manière suivante :

Q est **proportionnelle** à la variation de la température(**Δt**) et à la masse **m** d'eau .

$$Q = m \cdot c(t_f - t_i) \text{ ou } Q = m \cdot c(\Delta t)$$

- **Q** :quantité de chaleur en **J**
- **Δt**:élévation de température ou variation de température
- **m**(masse) en **Kg**
- **t_f**=température finale
- **t_i**=température initiale
- **c=4,186KJ/kg/°c** est appelée capacité **massique thermique** de l'eau.

Rappel :La masse d'eau **m = a . V** →

{ a: masse volumique de l'eau **1kg/dm³**
 V: Le volume d'eau(l)

3. Le rendement d'un appareil thermique.

Le rendement énergétique est le quotient de l'énergie reçue dans le même temps. On note .Il est toujours **inférieur à 1** et n'a pas d'unité (il est exprimé en % ou en décimal ..)

$$r = \frac{\text{Energie Restituée}}{\text{Energie Fournie}} = \frac{\text{Puissance de sortie}}{\text{Puissance d'entrée}}$$

↔ dans notre cas $r = \frac{Q}{E}$

Remarques

- Le rendement est sans unité et est toujours inférieur à 1 car **Q < E** .
- si l'on suppose la conversion sans perte d'énergie alors **Q = E** et **r = 1**.

III-Le compteur d'énergie électrique

1-Le rôle du compteur d'énergie

C'est un appareil que les sociétés de distribution d'électricité place à l'entrée des installations. Il mesure l'énergie consommée par le client. Il est muni d'un disque et d'un totalisateur à **engrenage**. Quand le disque fait un tour ;le totalisateur **index** l'énergie consommée.

2-L'énergie consommée dans une installation

L'énergie consommée dans une installation est mesurée par un compteur d'énergie. Cette énergie est égale à la somme des énergies consommée par chaque appareil ayant fonctionné :

$$E_t = E_1 + E_2 + \dots + E_n$$

L'énergie consommée est proportionnelle aux nombres **n** de tours du disque du compteur, et à la **constante C** du compteur. **C** est donné en **Wh/Tour** et est indiqué généralement sur le compteur.

$$\text{Energie consommée} = n \cdot C$$

n: Nombre de tours du disque

Exemple

On donne **C=40wh/tour** .Pour un **5tour** quelle est l'énergie qui s'affichera sur le compteur .

$$E = 5 \times 40 \text{Wh} = 200 \text{Wh} = \mathbf{0,20kWh}$$

3-La facture d'électricité

Un totalisateur à engrenage affiche directement l'énergie consommée(**E**) depuis la mise en service du compteur.

L'énergie consommée s'obtient donc entre deux relevées par **soustraction**.

$$E = \text{Nouveau Indexe} - \text{Ancien Indexe}$$

$$\text{Facturation} = E \times \text{Prix du kWh} + \text{Redevance} + \text{Divers taxes}$$

Exemple : $E=2016-2000=16\text{Kwh}$

Somme= $16 \times 75 + 1132\text{F}$ (redevance)

+Divers(Taxe audio visuel,timbre)

Exercice d'application

Sur la facture d'électricité de ta maison, sont inscrites les informations suivantes :

| Index | | Tarifcation | TVA + Taxes |
|---------|---------|-------------|-------------|
| Ancien | Nouveau | 60 F le KWh | 5 860 F |
| 0807551 | 0807901 | | |

Détermine :

- a- La consommation **C** d'énergie de ta maison.
- b- Le montant **M** de la consommation.
- c- Le montant **MC** de la facture.

Réponse

a- La consommation d'énergie de ta maison est : $C = 0807901 - 0807551 = 350\text{KWh}$

b- Le montant de la consommation M est : $M = 350 \times 60 = 21\ 000\text{F}$

c- Le montant de la facture est :

$$MC = 21000 + 5860 = 26\ 860\ \text{F}$$

Situation d'évaluation

1) Donne l'unité de l'énergie dans le S.I et exprimer en joule les valeurs suivantes : **(0,5x4pt)**

$$12000\text{KJ} ; 220\text{mJ} ; 3,56\text{MJ}$$

2) Une cafetière électrique contenant un demi-litre d'eau prise à **20°C** est branchée sur le secteur 220V. La température de l'eau s'élève jusqu'à **70°C** en 10mn. La cafetière est traversée par un courant de 1A.

a) Calcule la puissance électrique de cette cafetière. **(2pt)**

b) En déduis l'énergie électrique consommée au bout de 10mn. **(2pts)**

c) Calcule la quantité de chaleur absorbée par l'eau pour s'échauffer jusqu'à **70°C**. **(2pt)**

d) Pourquoi les deux valeurs d'énergie en (b) et (c) calculées ne sont pas égales ? **(1pt)**.

e) Calcule le rendement de cette opération. **(1pt)**

N.B : On te rappelle que 1l d'eau a une masse de 1Kg et qu'il faut environ 4,2kj pour élever de 1°C la température de 1kg d'eau.

Réponse

1) $12000\text{KJ} = 12000000\text{J}$; $220\text{mJ} = 0,22\text{J}$; $3,56\text{MJ} = 3,56 \cdot 10^6\text{J}$

a) $P = U \cdot I = 220\text{w}$ b) $E = P \cdot t = 132000\text{J}$;

c) $Q = m \cdot c \cdot (t_f - t_i) = 105000\text{J}$; d) A cause des pertes d'énergies e) $R = 0,79 = 79\%$

Chapitre 6 Les applications, la production et la distribution de l'énergie électrique

Situation d'apprentissage

I-Les applications de l'énergie électrique

L'énergie électrique livrée par le secteur est produite dans des centrales. Une centrale convertie en générale une autre forme d'énergie qui existe déjà dans la nature en d'autres formes d'énergie, Elle alimente les **moteurs électriques** et les organes de **commandes** et de contrôle d'un grand nombre de **machine** qui fabriquent nos objets.

- Elle produit la **chaleur** qui alimente les fours **domestiques** et industriels ;
- Elle produit la **lumière** ;le **téléphone** ;la **radio** ;la télévision ;l'ordinateur...sont tous alimentés par l'énergie électrique

II-La production de l'énergie électrique

1-Définitions d'une centrale électrique

Il existe plusieurs types de centrales électriques il y a les centrales hydrauliques;thermiques ;nucléaires

-Centrale hydraulique ou hydroélectrique: De l'eau en raison de la configuration du terrain a la possibilité de tomber;possède une énergie que nous appelons énergie de pesanteur.

-Centrale thermique à vapeur: L'énergie est obtenue grâce a une combustion du charbon ou d'un produit pétrolier.

-Centrale nucléaire:La chaleur est produite par des réactions nucléaires c'est une transformation subie par les noyaux de

certains atomes comme l'uranium pour produire de l'énergie .

-Centrales marémotrices avec la force de la mer

-Centrales éoliennes avec la force du vent et les centrales solaires(thermiques et photovoltaïques)qui utilisent l'énergie du rayonnement solaire.

Ces énergies dites **renouvelables**, en phase de promotion au Burkina, doivent(être fortement encouragées du fait qu'elles contribuent à la sauvegarde de l'environnement, à la lutte contre la pauvreté en milieu rural et surtout permettent de faire face à une crise éventuelle du pétrole.

Exemples :La centrale électrique de Zagtoui et Donsin

Autres centrales thermiques:

Il existe autres centrales thermiques telles que :

- Les turbines à gaz qui convertissent l'énergie du vent en énergie électrique.
- Les moteurs diesels, les moteurs à essence qui consomment du carburant et produit de l'énergie électrique

2-Principe d'une centrale thermique à vapeur

Elle exploite la combustion du charbon ou du pétrole. Une centrale thermique à flamme (à vapeur) produit de l'électricité en brûlant un combustible(Charbon,gaz;fiolle)dans une chaudière qui produit de la vapeur.

Cette vapeur actionne une turbine qui entraine un alternateur.



3-Conversion d'énergie dans une centrale électrique

Une centrale électrique convertie toute autres formes d'énergie

(hydraulique,éolienne,nucléaire..) en énergie électrique avec des pertes représenté par le diagramme de conversion ci-dessous :

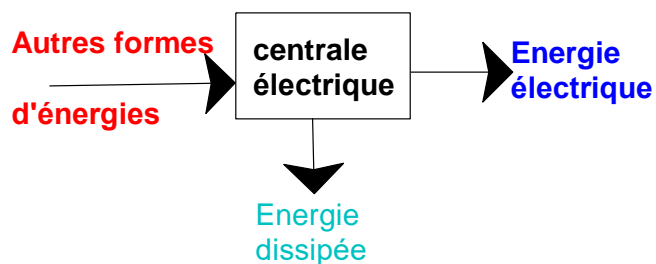


DIAGRAMME DE CONVERSION

4-Centrales utilisant des sources d'énergie renouvelable

a) L'énergie solaire

La terre reçoit du soleil une énergie précieuse: il s'agit de l'énergie photovoltaïque.

Cette énergie ne génère ni bruit, ni émissions nocives, ni gaz polluants, contrairement à la combustion de combustibles fossiles qui génère du dioxyde de carbone, un gaz à effet de serre qui contribue au réchauffement climatique.

Ces centrales voltaïques utilisent des cellules pour convertir la radiation solaire en électricité.



Remarque : L'énergie solaire est non polluant et quasi inépuisable. C'est d'ailleurs la première source d'énergie sur la terre.

Les pays sahéliens ont un grand intérêt à développer son exploitation.

b) L'énergie hydroélectrique

L'énergie hydraulique est transformée en énergie mécanique par une turbine qui entraîne un alternateur, lequel produit de l'électricité. Il en est de même que pour le

système éolienne : ce sont des **énergies renouvelables** inépuisables à l'échelle humaine (1000ans)



5-Centrales utilisant des sources d'énergie non renouvelable.

Les groupes électrogènes (la SONABEL) ; les moteurs à essence ; convertissent la chaleur en énergie électrique : ce sont des énergies non **renouvelables**

III- Le transport de l'énergie électrique

L'installation des centrales électriques surtout des centrales hydrauliques, se fait souvent loin des lieux de consommation de l'énergie électrique grâce aux lignes électriques. Des milliers de kilomètres de lignes assurent le transport de l'électricité des zones de production aux zones de consommation. Une ligne électrique très haute tension pèse 48 tonnes au kilomètre ; les lignes sont supportées par des pylônes en général en aluminium sont espacés d'environ **500m**. À la sortie des centrales, la tension est élevée de **20000V** à une très haute tension de **225000V** ou **400000V** à l'aide de transformateurs élévateurs de tension qui s'accompagne de pertes d'énergie (de l'ordre de **5 %**). En effet, dans les fils électriques qui possèdent une résistance non négligeable (de l'ordre de 1ohm par kilomètre), une partie de l'Énergie Électrique se transforme en chaleur par **effet Joule**. Cette perte d'énergie serait encore plus importante si la tension n'était pas transformée en une très haute tension.

Mais cette production de l'énergie a des méfaits sur l'environnement :

-Le franchissement des turbines des centrales hydroélectriques provoque une

mortalité importante des populations des poissons migratoire

-Les centrales comme les nucléaire produit des **déchets radioactifs**, leurs démentiellement pose problème en fin de vie.

-Les centrales à chaleur utilisent des énergies **faucille** dont non renouvelable.

Lors de la combustion des énergies faucilles, des gaz à **effets de serre** sont émis.

IV-L'énergie électrique dans un véhicule à Moteur

Une voiture actionnée par un moteur thermique, fait appel à l'énergie électrique pour assurer de nombreuses fonctions :

-produire des couples moteurs pour faire tourner les roues.

-alimenter l'allumage ; l'éclairage et les éléments de confort (radio ; ventilation ; climatisation .

-actionner les indicateurs de conduite (freinage ; de direction...)

Exercice d'application

- 1) Explique comment est produite l'énergie électrique à partir de l'énergie solaire.
- 2) Comment est produite l'énergie électrique dans les centrales hydrauliques et comment est-elle transportée jusqu'à l'utilisateur ?
- 3) Quelle est la forme d'énergie qui fait fonctionner les voitures ? Décrire comment se produit-elle ?
- 4) Qu'est-ce qu'une énergie renouvelable.
En cite des exemples et donner leurs avantages.

Situation d'évaluation

M.DABIRE n'a pas pu faire une installation de la SONABEL($U=220V$) chez lui puisqu'il est dans un village éloigné. Pour ce défaire, du problème d'électricité et pouvoir utiliser son frigo pour les boissons fraîches, il décide d'installer des photovoltaïques avec des

batteries de 12V.Comment va-t-il faire son installation avec ses plaques solaires pour avoir un courant de 220V pour son frigo.

On indique que les plaques produisent du courant continue de 35V et les batteries sont de 12V ?

Cette énergie est-elle renouvelable ?Justifie.

Chapitre 10:Les poulies - le treuil

(4h)

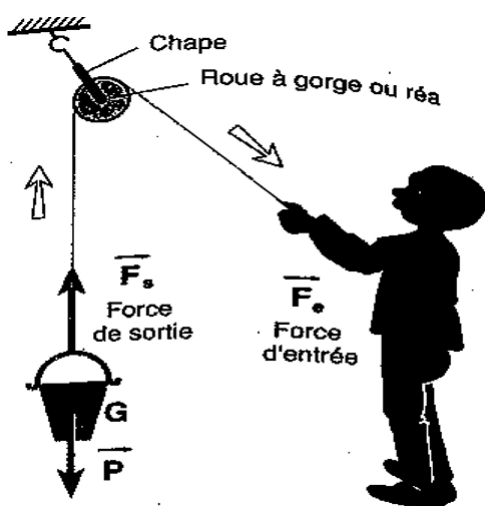
I-La poulie fixe

Les poulies (ou le treuil) sont des machines simples que l'on rencontre aux bords des puits ; des usines ; des chantiers.Elles sont utilisées souvent pour soulever des charges à l'aide d'une corde ou une force.

L'utilisation des poulies permettent de réduire l'effort physique de l'utilisateur ou l'effort du moteur.**Exemples** : **Poulie fixe ; poulie mobile ; poulie à deux gorges ...**

1-Description d'une poulie fixe

De façon générale ,la poulie est constituée par une espèce de disque comportant une **gorge** ou **Réa** relié à un axe et soutenue par une **chape** , l'ensemble est soutenue par un crochet qui permet de suspendre la poulie. Elle permet de soulever de lourdes charges en fournissant moins d'effort mais ce gain d'effort est compensé au niveau de la charge.



- $\vec{F_e}$: Force d'entrée exercée par l'utilisateur
- $\vec{F_s}$: Force de sortie exercée par le solide
- \vec{P} : poids du solide (S)

- L_s : Longueur de sortie (distance parcourue par la charge le long du déplacement)
- L_e : Longueur d'entrée (distance parcourue par la corde tirée par l'utilisateur)

Remarque : $\vec{F_e}$ est la force motrice et \vec{P} est la force résistante .

2-Conditions d'équilibre d'une poulie Fixe

Lorsque le système est en équilibre ou bien lorsque la charge est soulevée à une vitesse constante;la force d'entrée $\vec{F_e}$ à une intensité égale à celle de la force de sortie $\vec{F_s}$:

$$\boxed{F_e = F_s}$$

NB:Comme $F_s=F_e$ or $F_e=P$ d'ou la relation :

$$\boxed{F_s = F_e = P}$$

Rappel:L'unité de toute force est le Newton(N) et le poids d'un corps P est tunc force telle que :

$$\boxed{P = m \times g} \begin{cases} P: poids(N) \\ g = 10N/kg \\ m: masse(kg) \end{cases}$$

3-Déplacement à la sortie-Déplacement à l'entrée

En exerçant la force d'entrée ; on déplace un point de la corde d'une longueur notée **Le** appelée **longueur** ou **déplacement à l'entrée** .

Dans le même temps ; la charge monte d'une hauteur notée **Ls** appelée **Longueur** ou **déplacement à la sortie**.

N.B :Pour les poulies simples ;on a :

$$\boxed{L_e = L_s = h} \text{ et } \boxed{F_s = F_e = P}$$

Exercice d'application :Un utilisateur exerce une force de 10N sur un sac de riz pour le soulever à l'aide d'une poulie fixe.

- a) Quelle est le poids de ce sac ?
b) Calcule la longueur L_s sachant que $L_e = 10m$?

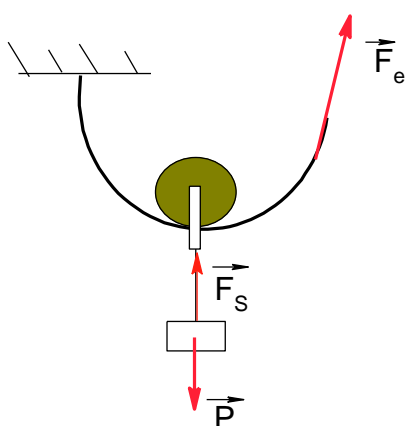
Réponse

- a) Le poids $P = F_e = 10N$
b) La longueur $L_s = L_e = 10m$

II-La poulie mobile

1-Description d'une poulie mobile

Une poulie est mobile lorsque la charge à soulever est suspendue à son crochet et si son axe est mobile.



Le poids de la poulie étant négligeable, on constate que la poulie mobile permet à l'opérateur d'utiliser une force 2 fois plus petite que le poids de la charge.

On dit que la poulie mobile **divise** par deux la force de sortie.

2-Conditions d'équilibre d'une poulie mobile

A l'équilibre du système ou pour un déplacement de la charge à vitesse constante ; les intensités des forces sont liées par l'expression suivante :

-L'intensité de la force de sortie est égale à celle du poids : $F_s = P$

-L'intensité de la force de sortie est deux fois celle de la force d'entrée : $F_s = 2F_e$

D'où la relation $F_s = P = 2F_e$ ou $F_e = \frac{F_s}{2}$

3-Déplacement à la sortie-Déplacement à l'entrée

La longueur à l'entrée est égale à deux fois la longueur à la sortie ; On a :

$L_e = 2L_s$ ou $L_s = \frac{L_e}{2}$

4-Intérêt de la poulie mobile

La poulie mobile permet de soulever des charges en exerçant une force d'entrée F_e dont l'intensité est égale à la moitié de l'intensité du poids de la charge.

Conclusion:

Pour une poulie mobile

$F_e = \frac{F_s}{2}$ et $L = 2L_s = 2h$

Exercice d'application

Une poulie mobile est utilisée pour déplacer un sac de 50kg.

- a) Quelle est la force d'entrée ($g = 10N/kg$) ?
b) On donne $L_e = 10m$; détermine la longueur de sortie L_s ?

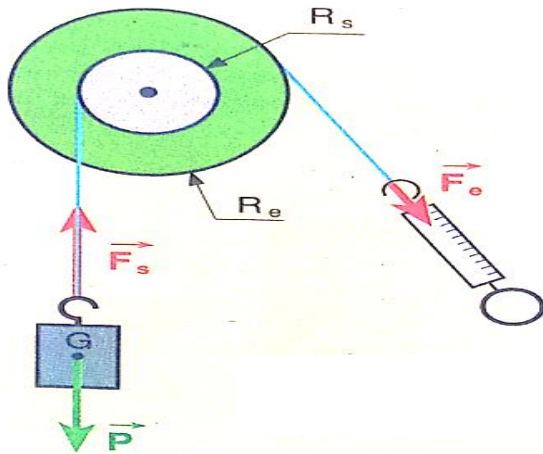
Réponse

- a) Force $F_e = P/2 = m \cdot g/2 = 250N$
b) Long $L_s = L_e/2 = 5m$

III-La poulie à deux gorges

1-Description d'une poulie à deux gorges

Cette poulie munie de deux ou trois ou plusieurs Réas (gorges) de diamètre différents solidaires et montées tous sur un même axe.



- **Re**:Rayon d'entrée
- **Rs**:Rayon de sortie
- **P**:Poids de la charge

2-Conditions d'équilibre d'une poulie à deux gorges

A l'équilibre:

Le produit de chaque force F et de son rayon R est égal aussi au produit de l'autre force et de son rayon traduit par les relations:

$$F_e \cdot R_e = F_s \cdot R_s \quad \text{et} \quad L_e \cdot R_s = L_s \cdot R_e$$

Remarque

- $L=2\pi \times n \cdot R$ avec n le nombre de tour et R rayon d'entrée Re.

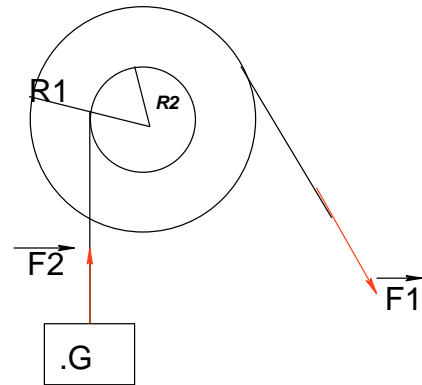
-La relation entre hauteur h par rapport au sol et la longueur L de déroulement de la corde par l'utilisateur pour faire monter la charge: $L \times r = h \times R$

Exercice d'application

- 1) Représenter le poids \vec{P} de la charge
- 2) Donner la condition d'équilibre de la poulie.
- 3) En déduire le rayon R1 lorsque le système est en équilibre

On donne :

$$M=1 \text{ kg} ; g=10\text{N/kg} ; R_2=10\text{cm} ; F_1=4\text{N}$$



Réponse

Le rayon R1 est : $F_1 R_1 = F_2 R_2$ et $F_2 = Mg = P \leftrightarrow F_1 R_1 = M \cdot g = F_2 \cdot R_2$

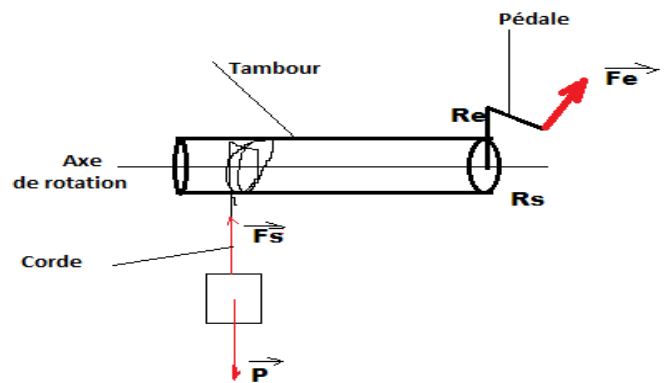
$$R_1 = 25\text{cm}$$

III-Le Treuil

1- Description d'un treuil

Le treuil utilise le même principe que la poulie à deux à deux gorges. L'utilisateur agit directement à l'entrée sur une manivelle de longueur Re. La poulie de sortie est remplacée par un cylindre qui permet l'enroulement de la corde.

La force d'entrée est appliquée perpendiculairement au bras de la manivelle.



Treuil expérimental à manivelle

2- Conditions d'équilibre d'un treuil

A l'équilibre et à vitesse constante on a :

$$F_e \cdot R_e = F_s \cdot R_s$$

Chapitre11:Le travail et la puissance mécaniques (4h)

SITUATION D'APPRENTISSAGE

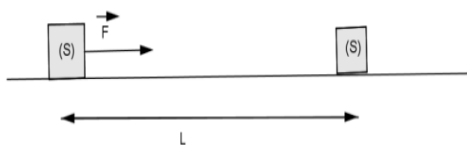
La salle de classe de la 3^{ème} du Lycée est située au premier étage du bâtiment B. Les élèves de cette classe ont constaté qu'en descendant les marches, ils se sentent plus à l'aise qu'en les montant. Pour comprendre cette sensation, ils cherchent à connaître les notions de travail moteur, de travail résistant et de puissance mécanique.

I-Le travail mécanique

Dans les expériences précédentes sur les poulies ; l'ouvrier qui exerce une force sur la corde pour soulever la charge effectue un travail .

1-Définition et unité

On appelle travail d'une force \vec{F} dont le point d'application se déplace sur la droite d'action, le produit de l'intensité de la force par la longueur de déplacement.

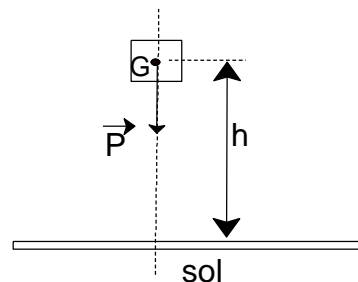


Le travail d'une force de **symbole W** s'exprime en **joule(J)** dans S.I.

$$W = F \times L \begin{cases} F: \text{force}(N) \\ L: \text{la longueur}(m) \\ W: \text{travail}(J) \end{cases}$$

2-Travail du poids

Lorsqu'un corps tombe, son poids **P** fournit un travail car son point d'application **G** se déplace.



L'expression du travail du poids d'un corps s'écrit:

$$W = P \times h \text{ or } P = m \cdot g \text{ d'ou } W = m \times g \times h$$

$$\begin{cases} P: \text{poids du corps}(N) \\ m: \text{masse du corps}(kg) \\ h: \text{hauteur}(m) \end{cases}$$

Remarque

-L'expression $W=P.h$ représente le travail du poids d'un corps. Le travail est **indépendant** du trajet suivi par rapport à ce corps. Il dépend que de la différence du niveau entre le point de **départ** et la différence du point **d'arrivée**.

-Dans les barrages hydroélectriques, le poids **P** de l'eau est utilisé pour actionner les turbines destinées à la production d'énergie électrique.

Le poids de l'eau est :

$$P = a \cdot V \cdot g \begin{cases} a: \text{masse volumique}(kg/m^3) \\ V: \text{Volume en } m^3 \\ g = 10N/kg \end{cases}$$

3-Travail moteur -travail résistant

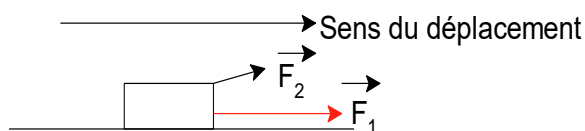
Il existe trois cas de travail :

Le **travail moteur** ;le **travail résistant** et le **travail nul**

a) Travail moteur

Le travail d'une force est moteur si la force et le point d'application ont le **même** sens.

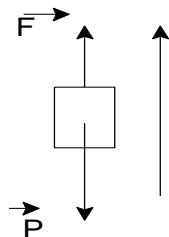
On dit aussi que le travail d'une force est moteur lorsque cette force favorise le déplacement.



Exemple: \vec{F}_1 et \vec{F}_2 effectue un travail moteur

b) Travail résistant

Le travail d'une force est résistant si cette force s'oppose au déplacement.

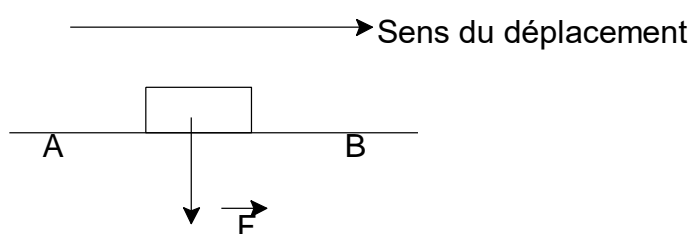


Exemple: Le poids \vec{P} effectue un travail résistant lors de la montée de la charge.

NB: Le travail du poids P d'un corps est **moteur** si la charge descend et **resistant** si le charge monte .

c) Le travail nul

Une force effectue un travail nul ($W=0$); lorsqu'elle est perpendiculaire au déplacement.



Exemple: La force \vec{F} effectue un travail nul dans le déplacement de la charge

II-La puissance mécanique

Pour déplacer un tas de sable, un ouvrier met 2h. Lorsqu'on remplace l'ouvrier par un bulldozer, il met 2min pour le faire. La notion de puissance fait intervenir la notion de durée (Δt).

1-Définition

La puissance d'une force est le **quotient** de son travail par le temps mis pour accomplir ce travail. Elle est notée P et s'exprime en Watt(W).

$$P = \frac{W}{\Delta t} \begin{cases} \Delta t: \text{durée}(s) \\ W: \text{Travail}(J) \\ \text{Puissance}(W) \end{cases}$$

2-Expression en fonction de la vitesse

La puissance mécanique peut s'exprimer avec la Vitesse:

-La distance parcouru d ou L est :

$$d = L = V \times \Delta t \Leftrightarrow V = \frac{L}{\Delta t}$$

Or $P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{F \times L}{\Delta t}$ donc c

$$P = F \cdot V \begin{cases} F : \text{force en N} \\ V: \text{vitesse m/s} \end{cases}$$

III-Travail et puissance dans le cas d'une Rotation

a) Moment d'une force

Le produit $\vec{F} \times \vec{R}$ caractérise pour chaque force son action sur la poulie ou sur le treuil .En remplaçant \vec{R} par \vec{d} On définit ainsi le a-

1-Définition du moment

Le moment d'une force est le produit de la force par la distance qui sépare le point d'application de la force par son axe de **rotation**.

2-Unité du moment

Le moment de la force \vec{F} par rapport à l'axe de rotation Δ est noté $M(\vec{F})_{\Delta}$ et s'exprime en Newton metre (**N.m**):

$$M(\vec{F})_{\Delta} = F \times d$$

$$\begin{cases} M(\vec{F})_{\Delta} \text{ en } (\text{N.m}) \\ \mathbf{d(m)}: \text{distance separant le point d'Application et l'axe de rotaion} \\ \mathbf{F : force en (N)} \end{cases}$$

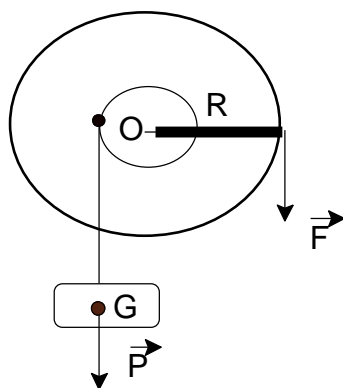
3-Condition d'équilibre

Dans les cas des poulies à deux gorges ou du treuil le moment d'entrée est égal au moment de sortie :

$$M_e = M_s \Leftrightarrow F_e \times R_e = F_s \times R_s$$

b) Expression du travail

Exemple d'un travail de la manivelle



Lorsque la manivelle fait un tour ; F parcourt une distance de $d=2\pi R$ or $W=F.d$ donc :

➤ Pour n tour

$$W = 2\pi n \times F \times R = 2 \times n \times \pi \times M$$

➤ Pour $n=1$; $W = 2 \times \pi \times M$

c) Expression de la puissance

La puissance de rotation est un quotient du travail et de la durée (Δt):

$$P = \frac{W}{\Delta t} \text{ or en rotation } W = 2 \times \pi \times n \times F \times d$$

$$\text{donc } P = 2\pi N \cdot F \times R = 2\pi N \cdot M \text{ avec}$$

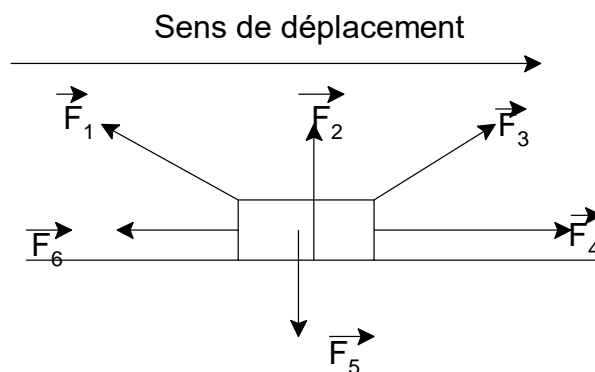
$$N = \frac{n}{\Delta t}; N: \text{nombre de tours par seconde (tr/s)}$$

ou Vitesse de rotation

NB: Ne pas confondre n (nombre de tour) et N (Vitesse de rotation)

Exercice d'application

1) Le travail de chaque force est-il résistant ? moteur ? nul ?



2) Un véhicule se déplace à la vitesse de 90 km/h sur une route horizontale et est soumis constamment à une force horizontale de 30 N.

Quelle est sa puissance mécanique ?

3) Sachant que la roue a 1 m de diamètre et tourne à la vitesse de 6000 tours à la minute lorsqu'elle est soumise à un couple de force d'intensité constante de 3 N.

Calcule:

a) Le travail de la roue

b) La puissance mécanique d'une roue

Réponses

1) Voir cours

2) La puissance mécanique : $V=25 \text{ m/s}$; $P=750 \text{ W}$

3) $W=56520 \text{ J}$; $P=942 \text{ W}$

SITUATION D'ÉVALUATION

Un groupe d'élèves de ta classe déplace la voiture de votre Proviseur en panne à l'entrée du Lycée. Il pousse la voiture sur une distance L de 50 m pendant une durée Δt égale à 10 min en exerçant une force \vec{F} pendant cette poussée, les élèves développent

une puissance mécanique égale à 500 W.

Après cet effort, ils sont très épuisés.

Il t'est demandé de déterminer la valeur de la force exercée par ce groupe d'élèves.

1. Donne l'expression du travail mécanique de la force \vec{F} .
2. Ecris la relation entre le travail de l'intensité F d'une force et sa puissance mécanique P développée.
3. Calcule le travail effectué par la force \vec{F}
4. Détermine la valeur de la force \vec{F}

Chapitre 12 :

L'énergie mécanique transfert

- rendement(3h)

SITUATION D'APPRENTISSAGE

A l'occasion de la récolte hebdomadaire des papayes, les élèves de la classe de 3^{ème}, membres de la coopérative scolaire du Lycée cueillent des papayes mures pour les commercialiser. Ils constatent qu'en tombant, les papayes cueillies sur les papayers de grande taille s'abiment plus que celles provenant des papayers de petite taille. Pour comprendre cette situation, ils se proposent avec l'aide de leur professeur de Physique-Chimie, de définir l'énergie cinétique, l'énergie potentielle de pesanteur et d'expliquer les transformations mutuelles d'énergie.

I-L'énergie mécanique

1-L'énergie cinétique

a)Définition

L'énergie qu'un corps possède du fait de sa vitesse est appelée **énergie cinétique** notée E_c .

Exemple : Une voiture en vitesse possède de **l'énergie cinétique**.

b) Expression de l'énergie cinétique

L'énergie cinétique (E_c) d'un corps est proportionnelle à sa masse et au carrée de sa vitesse ; d'où la relation suivante :

$$E_c = \frac{m \times v^2}{2} \text{ avec } \begin{cases} E_c \text{ en } J \\ m: \text{masse en } Kg \\ \text{Vitesse}(v): m/s \end{cases}$$

Exercice d'application

Une voiture de masse 1 tonne roule à la vitesse de 72km/h.

Calcule son énergie cinétique.

Réponse: $E_c = 0,5 \times 1000 \text{kg} \times 20^2$

2-L'énergie potentielle de pesanteur

a)Définition

Un corps du fait de sa position élevée par rapport au sol possède une énergie potentielle de pesanteur ou énergie de niveau notée E_p . Elle s'exprime en Joule(J)

$$E_p = P \times h \text{ avec } \begin{cases} p: \text{ poids en } N \\ h: \text{ hauteur en } m \\ g = 10 \text{ N/kg} \end{cases}$$

$$\begin{cases} P = m \cdot g \end{cases}$$

Exemple : Une bille abandonnée chute sous l'action de son seul poids possède une énergie potentielle.

Exercice d'application

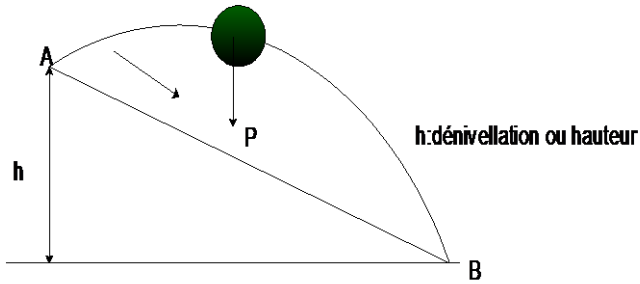
Une bille de masse 100g est située à une distance de 10m du sol. Calcule l'énergie Potentielle de la bille.

Réponse: $E_p = m \cdot g \cdot h = 0,1 \text{kg} \times 10 \times 10 = 10 \text{J}$

b) Expression du travail du poids

On admet que quelque soit le chemin suivit la variation **d'énergie de pesanteur** d'un corps entre deux points **A** et **B** est égale au travail de son poids entre ces deux positions.

$$W = E_p = m \cdot g \cdot h$$



On admet que quel que soit le chemin suivi la variation **d'énergie de pesanteur** d'un corps entre deux points **A** et **B** est égale au travail de son poids entre ces deux positions.

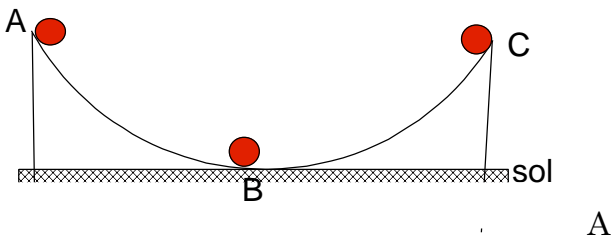
$$W_{AB} = E_p = m \cdot g \cdot h$$

3-L'énergie mécanique

L'énergie mécanique est la somme de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle
 On la note **Em** et s'exprime en joule(J).

$$E_m = E_c + E_p$$

Remarque



- Au point A, la boule ne possède que de l'énergie potentielle car l'énergie cinétique est nulle ($E_c=0$).
- Entre A et B, on observe une transformation progressive de l'énergie potentielle en énergie cinétique.
- En B, la boule ne possède que de l'énergie cinétique car l'énergie potentielle est nulle ($E_p=0$).
- Entre B et C, on assiste à une transformation progressive de l'énergie cinétique en énergie potentielle.

- En C la boule ne possède que de l'énergie potentielle car $E_c=0$.

NB :Lorsqu' il n'y a pas de frottements, l'énergie mécanique se conserve :

$$E_{m_A} = E_{m_B} = E_{m_C}$$

Mais en présence de frottements sur le trajet, une partie de l'énergie mécanique se perd au cours des transformations sous forme de chaleur (énergie thermique).

II-Les conversions d'énergie

Toute énergie peut être convertie en une autre forme d'énergie grâce à un convertisseur d'énergie.

Un convertisseur d'énergie est une machine qui permet de convertir de l'énergie électrique en énergie mécanique et vis versa

1-Energiepotentielle-énergie cinétique

L'eau stockée dans un reservoir(Chateau d'eau)a une énergie potentielle.Mais lorsqu'elle est liberée elle tombe vers le bas,plus l'eau descend ,plus sa Vitesse augmente,il y a alors conversion de l'énergie potentielle à l'énergie cinétique ($E_p > E_c$)



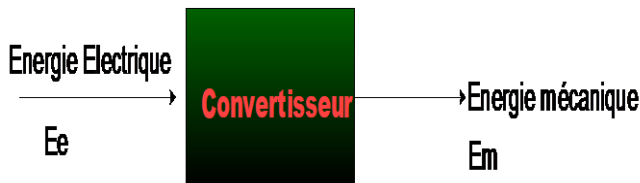
2-Energie électrique-énergie mécanique

a) Description

A l'aide d'un générateur de tension 3,5V on alimente une petite machine électrique pour faire monter une charge de masse 0,2kg à une hauteur de 1m. L'intensité du courant qui le traverse est de 0,32A. L'opération dure 5s.

b-Observation-interpretation

Le moteur reçoit de l'énergie électrique et soulève la charge, lui fournissant de l'énergie mécanique. L'énergie que restitue la machine (Em) est inférieure à celle qu'elle reçoit (Ee) dans le même temps : La machine reçoit de l'énergie électrique et transforme une partie en énergie mécanique (Ee > Em).

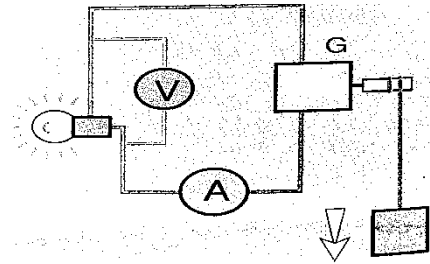


c-Conclusion

Il y a transfert d'énergie lorsqu'une forme d'énergie se transforme à une autre

**2-Energie mécanique-
 énergie électrique**

La dynamo de vélo convertie une énergie mécanique en énergie électrique. On fait tourner une dynamo de vélo à l'aide d'une charge et on constate que dans le circuit, l'ampoule s'allume et la tension mesurée avec le voltmètre.



Il y a donc conversion de l'énergie mécanique de rotation du dynamo en énergie électrique

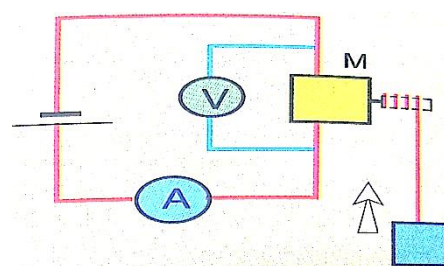
Schéma de conversion d'énergie



III-Le rendement

1-Définition

Malheureusement lors de la conversion ; il y a



toujours des pertes sous forme de **chaleur**.

L'énergie que restitue la machine est inférieure à celle qu'elle reçoit dans le même temps.

On appelle rendement le quotient de **l'énergie restituée** par **l'énergie fournie** dans le même temps.

$$r = \frac{\text{Energie restituée}}{\text{Energie Fournie}}$$

NB: Le rendement est toujours inférieur à 1 car pour le moment il n'y a pas de **convertisseur idéal** (Un convertisseur sans

perte).Il est sans unité et peut être en **décimal** ; en **pourcentage** ou en **fraction**.

Exemples : R=0,40 ; R=40% ou R=2/5

2-Expression du rendement de quelques convertisseurs.

-Dans le cas d'un barrage hydroélectrique ou des turbines,le rendement est donné par :

$$r = \frac{\text{Energie électrique}(E)}{\text{Energie Mécanique}(E_m)}$$

C'est une transformation d'une énergie mécanique en énergie électrique

-Dans le cas des chauffe-eau ou des fers à repasser,le rendement est donné par :

$$r = \frac{\text{quantité de chaleur } Q}{\text{Energie électrique}(E)}$$

C'est une transformation de l'énergie électrique en chaleur pour chauffer l'eau.

Exercice d'application

1) Une voiture de 500kg ; roulant à la vitesse de 36km/h fait une dénivellation de 3m.

Calcule :

a-L'énergie potentielle dans cette dénivellation

b-Son énergie cinétique

c-En déduis son énergie mécanique ; on donne g=10N/Kg

2-Un moteur électrique d'une puissance de 750W est utilisé pour faire fonctionner une grue pendant 13s..

a)Calcule l'énergie électrique du moteur .

On suppose que 80% de l'énergie électrique est transmise à la grue .

b) calcule le travail effectuer par la grue pour soulever la charge jusqu'à 15m de haut .

1)En déduis l'énergie potentielle et l'énergie mécanique de la grue.

2) Détermine la masse de la charge

Réponse

1)a) $E_p=mgh=15000J$

b) $E_c=25000J$

c) $E_m=E_p+E_c=40000J$

2) $E_e=P.t=9750J;W=E_p=mgh$ et

$E_m=7800J$ $E_m=$ donc $m=52kg$

SITUATION D'EVALUATION

Au cours d'un voyage, le moteur du véhicule de M. Konan s'éteint en abordant une côte. Après un parcours de quelques mètres sur la côte, le véhicule s'immobilise au sommet à une hauteur de 10m. M. Armand tire le frein à main et déclare une panne sèche. L'ensemble véhicule-passagers a une masse de 4 tonnes.

Ensuite M. Armand desserre le frein à main et le véhicule descend la côte.

1. Donne la forme d'énergie que possède le véhicule :
 - 1.1. Sur la côte.
 - 1.2. Au pied de la côte.
2. Déduis-en la transformation d'énergie qui a lieu entre ces deux positions
3. Détermine la valeur de cette énergie :
 - 3.1. Sur la côte
 - 3.2. Au pied de la côte.

Chapitre 13:Les moteurs à piston:le moteur à quatre temps(2h)

Situation d'apprentissage

Sur la route de l'école,un élève de 3^{ème},a eu une panne de moto et le mécanicien,lui fait savoir que sa bougie s'est grillée et le depanne.Arriver en classe et il explique la situation à ses camarades de classe.Avec l'aide du professeur de Physique Chimie,ils étudient le fonctionnement du moteur à piston,le rôle de la bougie et le cycle des moteurs à piston.

I-Le moteur à quatre temps à essence

Les moteurs à piston sont des moteurs à combustion interne qui équipent les motocyclistes et les automobiles. On distingue trois (03) principaux de moteur à piston

- Les moteurs à deux temps (les moteurs utilisent comme carburant un mélange d'essence sec et d'huile)
- Les moteurs à quatre temps (le carburant utilisé est l'essence)
- Les moteurs à diesel (le carburant utilisé est le gazole)

1-Description

Les moteurs à 4 temps ou moteur à explosion sont équipés d'un réservoir ;d'un carburateur ;d'un cylindre ...

L'essence est stocké dans le **réservoir** ; vaporisé dans le carburateur où il est mélangé à l'air pris dans le milieu extérieur.

Ce mélange gazeux se dirige vers la chambre de combustion située dans le cylindre au dessus du piston ou une bougie provoque une étincelle .Le mélange gazeux s'enflamme alors s'accompagnant d'une forte élévation de température provoque leur brutal dilatation.

Le piston sur une paroi mobile dans le cylindre est alors violemment repoussé : c'est à ce niveau que **l'énergie thermique** donne naissance à **l'énergie mécanique**.

Un moteur à piston est un moteur qui utilise un piston et un système bielle manivelle pour transformer de l'énergie thermique à l'énergie mécanique .

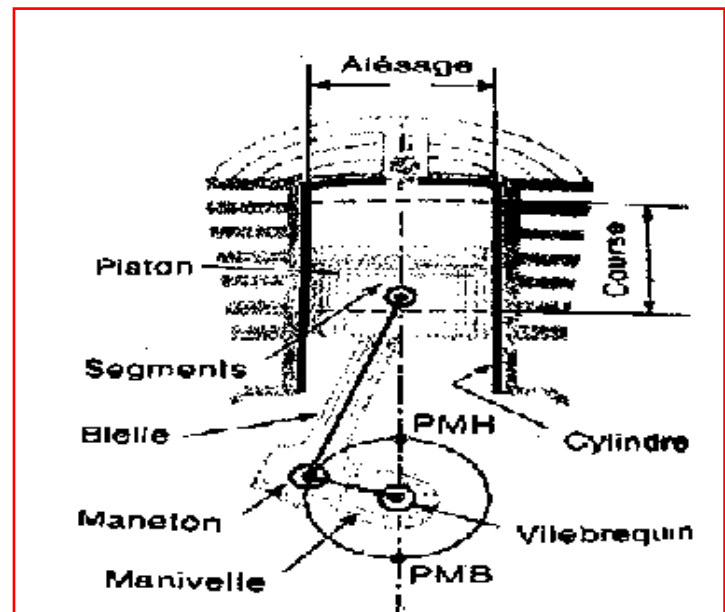


Schéma annoté des organes essentiels du moteur à piston

2-Principe de fonctionnement

a)Transformation de l'énergie thermique en énergie mécanique

Un hydrocarbure introduit dans la chambre à combustion s'enflamme et s'explode à la suite de la production d'une étincelle aux électrodes d'une bougie .La pression des gaz

repoussent le piston entraînant le système **bielle-manivelle** Celui-ci fait tourner le vilebrequin (le volant).

Les gaz résiduels composés de vapeurs d'eau ; **dioxyde de carbone** et d'oxyde d'azote sont rejetés dans l'atmosphère par la **pipe d'échappement** .

b) Equation du fonctionnement

Vapeur de carburant + Air \rightarrow CO₂ + Vapeur d'eau + Azote de l'air

c) Quelques Définitions et rôles

- **Les gaz frais** : c'est le mélange initial (Essence + Air)
- **Les gaz brûlés** : c'est « le mélange final » composé de CO₂ ; vapeur d'eau..
- **Le vilebrequin** : arbre mécanique articulé à une bielle qui, dans un moteur, permet de transformer le mouvement rectiligne du piston en mouvement de rotation
- **Le cylindre** : C'est une pièce creuse de forme cylindrique à l'intérieur de laquelle coulisser (glisse)
- **Un piston** : Le piston est aussi appelé chambre à combustion car c'est à cet endroit que le gaz est brûlé.
- **Le piston** a pour rôle d'assurer la compression des gaz frais et l'expulsion des gaz brûlés hors du cylindre.
- **La soupape** : Pour un moteur possédant un piston, elles sont au nombre de deux : La soupape d'admission et la soupape d'échappement
- La soupape d'admission permet l'entrée des gaz frais dans le cylindre
- **Le système bielle manivelle** : La bielle est une pièce rigide qui relie le piston à la manivelle. L'ensemble des deux pièces forme le **système bielle manivelle**. Son rôle est de transformer le mouvement alternatif des va et vient du piston en mouvement de rotation continue de l'arbre moteur (vilebrequin)

II- Le cycle à quatre temps

Le moteur à piston ou à quatre temps est régi par quatre principaux temps :

a) 1^{er} temps : **L'admission**

A l'admission ; la soupape d'admission est ouverte et celle d'échappement est fermée. Le piston descend ; crée une dépression et aspire le mélange air-essence qui pénètre dans le cylindre.

b) 2^{ème} temps : **Compression**

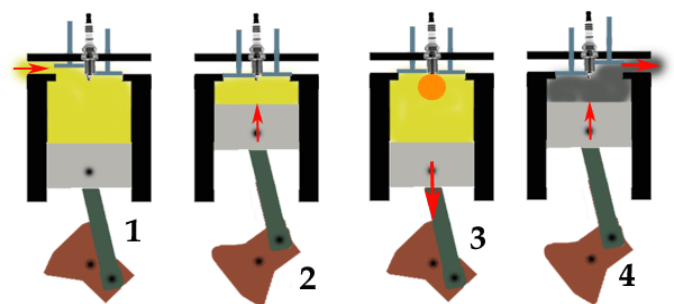
A la compression toutes les deux soupapes sont fermées. Le piston remonte en comprimant le mélange gazeux (**air-Essence**) dans le cylindre.

c) 3^{ème} temps : **Combustion-détente** (ou Explosion- détente)

Les deux soupapes sont toujours fermées. Une étincelle électrique est produite sur la bougie et provoque la combustion du mélange air-essence. L'explosion repousse le piston vers le bas ; c'est **le temps moteur**.

d) 4^{ème} temps : **Echappement**

La soupape d'admission reste fermée et la soupape d'échappement s'ouvre. Le piston remonte en chassant les gaz brûlés qui sortent par la pipe d'échappement.



Le cycle du moteur à 4 temps

Remarque

Enfin d'échappement la soupape d'admission s'ouvre et un nouveau cycle .

-Pendant un cycle complet ;le vilebrequin(volant) et le piston accomplit deux tours chacun: **C'est le mouvement va-et-vient**.

-Le troisième temps est appelé « **temps moteurs** »car c'est à ce seul niveau que la combustion produit une énergie mécanique.

-Dans le but d'augmenter la puissance du moteur, les constructeurs d'automobiles multiplient le nombre de cylindre.

- Au cours du fonctionnement du cylindre, le vilebrequin fait deux tours. Chaque temps dure *demi* tour.

-Chaque soupape n'est ouvert qu'une seule fois.

III-Le rendement d'un moteur à piston

La combustion du mélange **air-carburant** produit du dioxyde de carbone(**CO₂**) ;de la vapeur d'eau (**H₂O**) et de l'énergie en partie utilisée pour faire tourner le moteur ;le reste étant dissipé sous forme de chaleur .On définit le rendement par :

$$r = \frac{\text{Energie Utile}}{\text{Energie fournie par la combustion}}$$

ou
$$r = \frac{\text{Puissance Utile}}{\text{Puissance fournie}}$$

N.B :Le rendement d'un moteur à explosion classique est compris entre **25% et 40%**

Exercice d'application

Un véhicule consomme 1,5 l de carburant pour parcourir 20km. On indique que 1 l de

ce carburant fournit au moteur une énergie équivalente de 36.000 KJ.

- 1- Détermine la quantité de carburant consommée au 100km
En déduire l'énergie fournie au moteur pour la distance parcourue.
- 2- Calcule l'énergie mécanique fournie par le moteur sachant qu'il a un rendement de 25 %.
- 3- Quelle est la force F de traction du véhicule ?
- 4- La puissance du véhicule est 20kW. Calcule sa vitesse.

Réponse

1)Nombre de litre consommé=7,5l

Energie Fournie au
100km=7,5l x 36000000J=270000000J

2)E.mécanique=E.fourniexR=
270000000x0,25=67500000J

3)La force :W=Em=F.l ;
F=675N

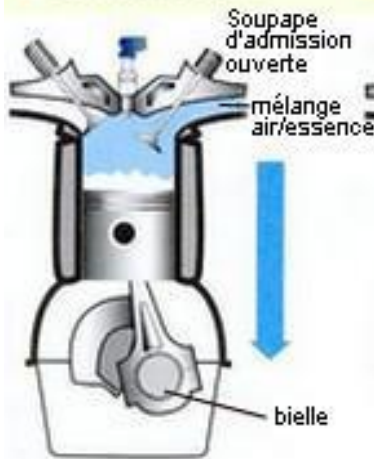
4)La vitesse :
 $V = \frac{P}{F}$;V=29,63m/s

1 ASPIRATION

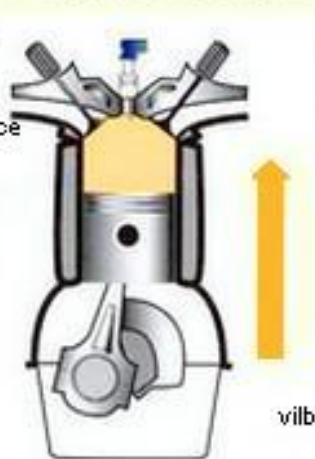
2 COMPRESSION

3 EXPLOSION

4 ECHAPPEMENT



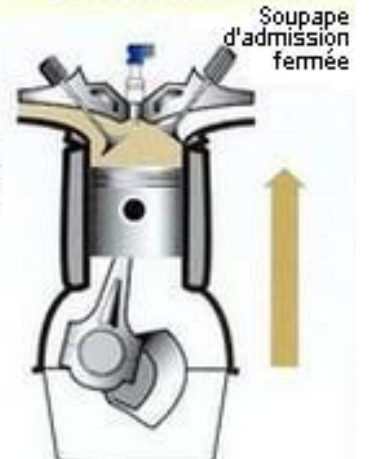
Le piston descend en provoquant l'aspiration du mélange



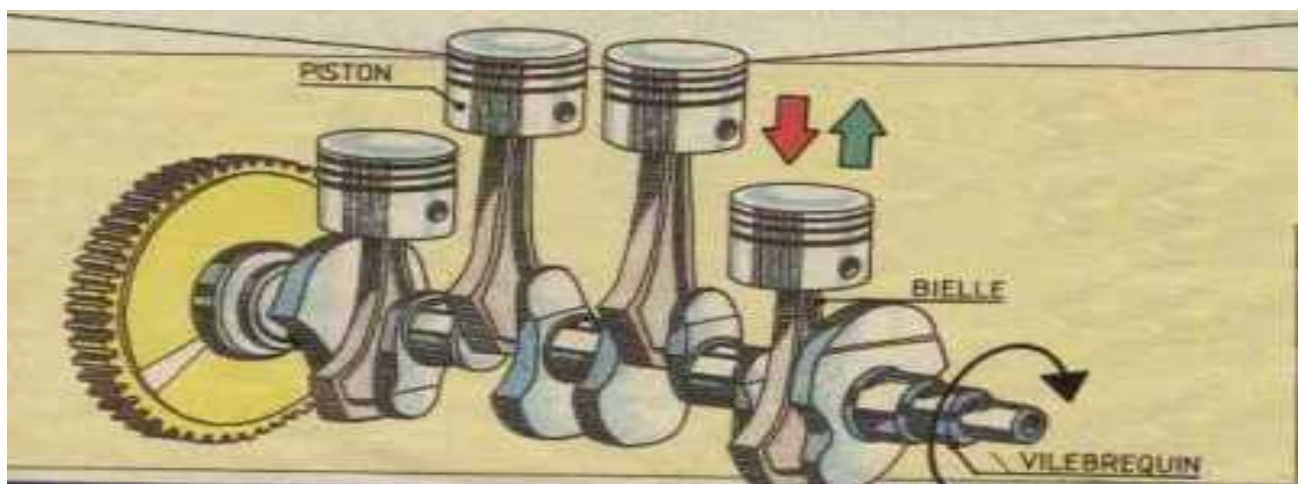
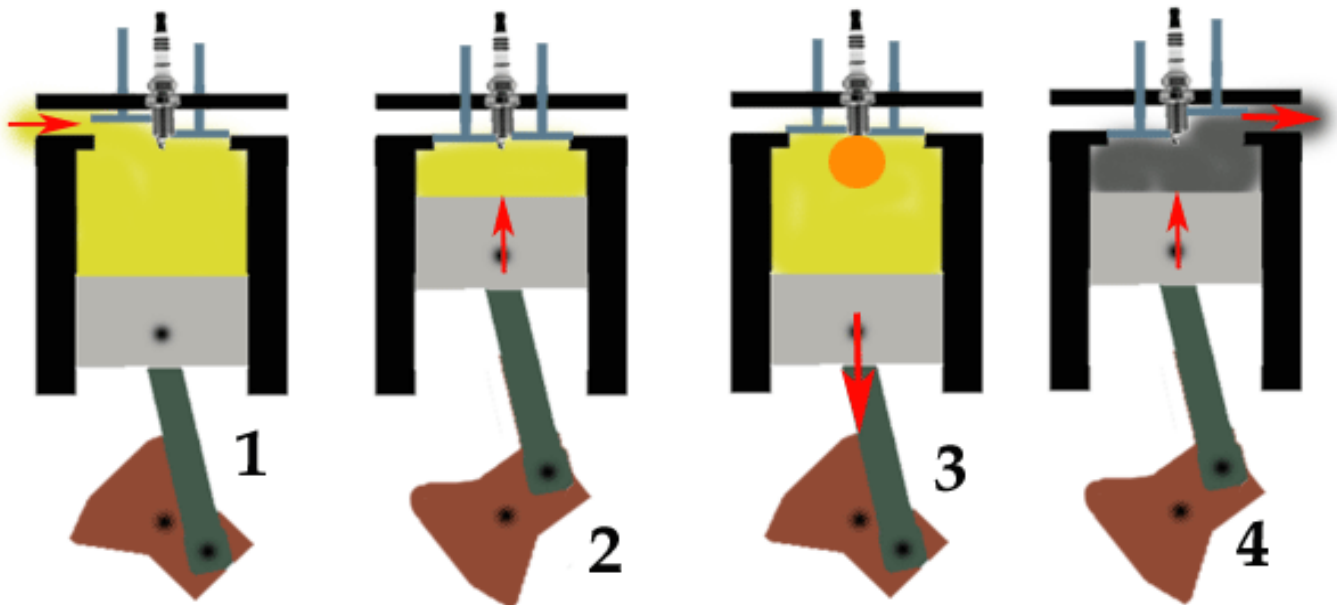
Le piston remonte en comprimant le mélange d'air et d'essence



Le piston est repoussé par la pression des gaz



Le piston refoule les gaz brûlés hors du cylindre



Chapitre 14:

L'analyse et la synthèse de la lumière (3h)

SITUATION D'APPRENTISSAGE

Un élève en classe de 4^e au Lycée achète une chemise dans un magasin où les habits sont exposés sous une lumière bleue. Dans le magasin, la chemise lui a paru noire. Arrivé à la maison, il constate qu'à la lumière du jour blanche, sa chemise est de couleur rouge. Il veut comprendre cette différence de couleur. Le lendemain il en parle à son professeur de Physique-Chimie qui propose à l'ensemble de la classe de faire des recherches sur les couleurs qui composent la lumière blanche puis d'expliquer la couleur prise par les objets éclairés.

L'analyse de la lumière

Un objet lumineux est un objet qui émet de la lumière. Il est appelé source de lumière. On distingue deux sources de lumières : les sources primaires et les sources secondaires.

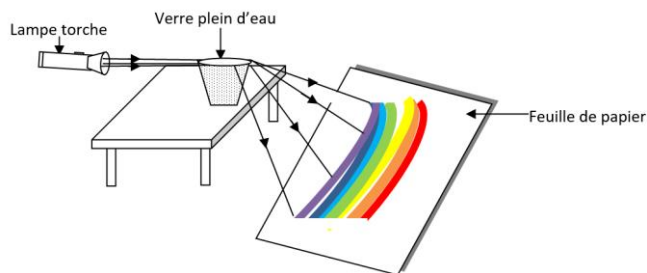
La lumière se propage en ligne droite dans un milieu transparent et homogène. Elle a une vitesse de **300.000Km/s**.

Du fait des différents milieux qu'elle traverse la lumière peuvent être diffusée ; absorbée ; réfractée ou réfléchie...

1-La décomposition de la lumière blanche

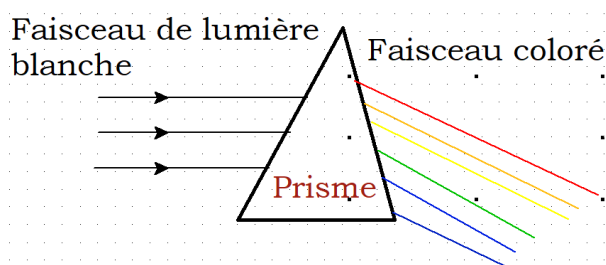
a-Avec un verre d'eau.

Lorsqu'on envoie une lumière d'une torche sur la surface d'un verre plein d'eau, on observe un reflex de la lumière sur une feuille de papier en couleur de l'arc-en-ciel



b-Avec un prisme

On envoie un faisceau de lumière sur un prisme



Décomposition de la lumière blanche

On observe sur l'écran une bande de couleurs identiques à celles de l'arc-en-ciel

Conclusion

La lumière blanche est constituée d'une bande de plusieurs couleurs : c'est le spectre de la lumière blanche.

Les couleurs visibles de cette bande sont : **violet, indigo, bleu, vert, jaune, orange, rouge.**

| | | | | | | |
|--------|--------|------|------|-------|--------|-------|
| Violet | Indigo | Bleu | Vert | Jaune | Orange | Rouge |
|--------|--------|------|------|-------|--------|-------|

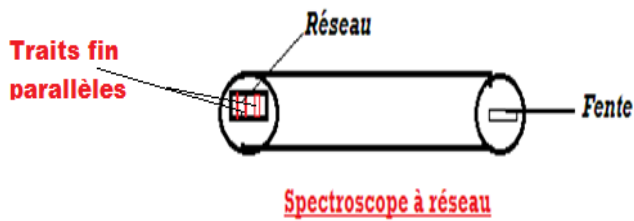
En réalité le spectre comporte une infinité de couleur : C'est le **spectre continu**

D'autres radiations invisibles prolongent au-delà du rouge ou du violet un spectre d'incandescence ou celui du soleil. Mais appartiennent aux ondes électromagnétiques qui sont:les rayon infra rouges,les rayons ultraviolet..

c- Avec le réseau

Un **réseau** est un film transparent qui porte une série de traits parallèles fins ;très serrés

et équidistants ;invisible à l'œil nu associé à un spectroscope.L'ensemble réalise l'analyse d'une lumière colorée .



La vue à travers le réseau donne plusieurs spectres situés de part et d'autre d'une lumière blanche centrale.

2-L'arc-en-ciel.

a)Les couleurs de l'arc - en - ciel.

Les couleurs visibles de l'arc-en-ciel sont : violet, indigo ; bleu ; vert ; jaune, orange et rouge. Elles sont identiques aux couleurs observées lors de la décomposition de la lumière blanche par un verre d'eau.

b)Formation de l'arc - en - ciel.

Le phénomène de l'arc-en-ciel est dû à la décomposition de la lumière blanche du soleil par les gouttelettes d'eau dans l'espace. Pour observer un arc-en-ciel, il faut que l'observateur ait le dos tourné au soleil.

Activité d'application

Complète le texte ci-dessous avec les mots qui conviennent.

La lumière blanche est constituée de sept couleurs _____ visibles _____ que sont :.....

.....
.....
.....
.....

Pour observer ces couleurs, on décompose la lumière blanche avec un.....ou un

.....l'ensemble de ces couleurs constituent lede la lumière blanche.

3-Spectre et température

Le spectre est l'ensemble des rayons colorés résultant de la décomposition de la lumière blanche par un prisme.Le spectre en température est l'ensemble des couleurs de la lumière qu'émet un corps chaud en fonction de sa température.

Exemple:Une plaque rougit à 500-600°C

Remarque

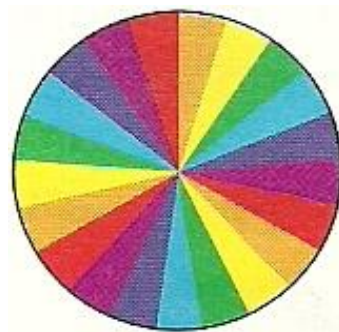
Plus un corps est chaud plus la lumière qu'il émet est intense et déplacée vers le bleu.

4-Les filtres colorés

Un filtre absorbe certaines couleurs de la lumière blanche et diffuse (renvoie) les autres qui lui donne sa couleur. Il permet d'obtenir une lumière colorée à partir d'une lumière blanche.

II-La synthèse des couleurs

1-Avec le disque de Newton



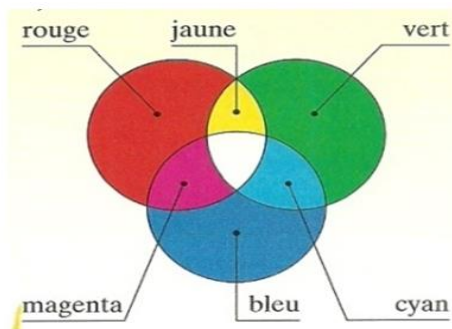
La surface du disque de Newton est constituée des différentes couleurs du spectre de la lumière blanche. Lorsqu'il est tourné à une vitesse que l'œil n'arrive plus à distinguer les différentes couleurs ; on observe un disque blanc et chaque couleur

est appelée rayon lumineux ou **radiation monochromatique**

2-Avec les trois couleurs primaires

L'emploi de la rosace permet aussi d'expliquer la synthèse de la lumière.

- Bleu+ rouge+ vert→ Blanc
- Bleu+ vert→ cyan ;
- bleu+ rouge→ magenta ;
- vert+ rouge→ jaune



La rosace montrant l'addition des trois couleurs

Dans la zone où se superposent les trois couleurs (**vert,rouge,bleu**),l'écran est blanc. La superposition de ces couleurs deux à deux permet d'obtenir les autres couleurs du spectre. Ces trois couleurs (vert, rouge, bleu) sont les couleurs de base ou couleurs primaires.

Conclusion

La superposition des différentes couleurs du spectre de la blanche permet d'obtenir la lumière blanche :C'est la **synthèse de la lumière blanche**.

III-La couleur des objets

La couleur prise par un objet éclairé est fonction de la lumière qui l'éclaire.

Car un objet de couleur noire ne **diffuse** aucune couleur, il les **absorbe** tandis que l'objet blanc diffuse toutes les couleurs, il n'en absorbe aucune. La couleur **propre** d'un

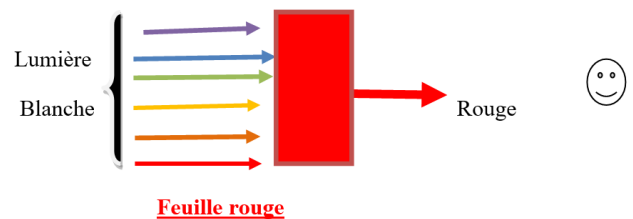
objet est celle qu'il a quand il est éclairé par la lumière blanche

Exemples :

- Un objet est vert parce qu'il absorbe toutes les autres couleurs du spectre et diffuse la couleur **verte**.
- Un objet est blanc parce qu'il renvoie toutes les couleurs du spectre qu'il reçoit.
- Un objet est **noir** parce qu'il **absorbe** toutes les couleurs du spectre qu'il reçoit.

Remarque

La couleur **propre** d'un objet est celle que l'on observe lorsqu'il est éclairé par une lumière **blanche**.



SITUATION D'ÉVALUATION

A la lumière du soleil, une fille remarque que sa jupe est bleue et sa chemisette est blanche. Dans sa chambre éclairée par une veilleuse rouge, elle remarque que sa jupe est noire et sa chemisette est rouge.

Elle te demande de lui expliquer ces changements de couleur de sa tenue.

- 1) Indique de quoi dépend la couleur d'un objet.
- 2) Dis pourquoi la chemisette est blanche à la lumière du soleil et rouge à la lumière de la veilleuse.
- 3) Dis pourquoi la jupe est bleue à la lumière du soleil et noire à la lumière de la veilleuse.

Chapitre 15:

Les lentilles convergentes(4h)

SITUATION D'APPRENTISSAGE

Le Conseil d'Enseignement de Physique-Chimie du Lycée organise un concours portant sur la connaissance des lentilles destiné aux élèves des classes de 3^{ème}. Pour se donner toutes les chances de ravir la première place, les élèves de la classe de 3^{ème} II, sous la direction de leur professeur de Physique-Chimie se proposent de distinguer les lentilles, de déterminer le foyer d'une lentille et de construire l'image d'un objet à travers une lentille

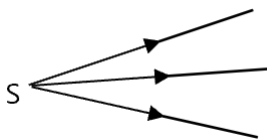
I-Les lentilles

Rappel

- Dans un milieu transparent et homogène, la lumière se propage en ligne droite : On parle de **propagation rectiligne de la lumière**.
- Un rayon lumineux est un faisceau de très petit diamètre



- Un faisceau lumineux est un ensemble de rayons lumineux issus d'une même source.



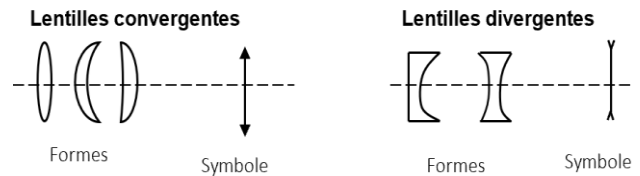
1-Constitution d'une lentille

Une lentille convergente est formée d'un bloc transparent de verre ou de matière plastique, dont l'épaisseur est plus grande au centre que sur les bords.

2-Les deux sortes de lentilles

On distingue deux types de lentilles :

Les lentilles convergentes et les lentilles divergentes



- Les **lentilles convergentes** ont les bords minces.
- Les **lentilles divergentes** ont les bords épais.

II-Foyers et distance focale

d'une lentille convergente

1-Les foyers

Une lentille possède deux points focaux symétriques qu'on appelle foyers.

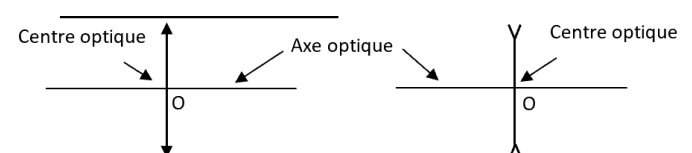
a) Le foyers-objet F

C'est l'objet situé du côté où se trouve la lumière dont l'image par la lentille est à **l'infini**.

b) Foyer image F'

C'est l'objet situé du côté où se trouve l'image. Ce point est **symétrique** du foyer objet par rapport au centre optique

c)Représentation d'une lentille avec ses foyers



Remarque

-On peut définir un foyer objet comme étant le foyer situé du côté où entre la lumière et le

foyer image le foyer situé du côté où sort la lumière

-La désignation de foyers est liée au sens de la lumière.

-L'axe du système optique :C'est l'axe qui passe par le centre optique et qui est orthogonale au plan de la lentille .

-Les rayons incidents :ce sont les rayons lumineux issus de l'objet.

-Les rayons émergents :Ce sont les rayons après le traversé de la lentille.

2-La distance focale

La distance focale d'une lentille est la distance qui sépare le centre optique de l'un des foyers. C'est aussi la distance d'un foyer au centre optique. On la note f et s'exprime en mètre (m).On a :

$$f = OF = OF'$$

3-La vergence

La vergence ou la convergence est l'inverse de sa distance focale.On la note C et s'exprime en **dioptrie** (δ).On a : $C = \frac{1}{f}$

-A partir du rapport $C = \frac{1}{f}$ on a : $f = \frac{1}{C}$

NB:Entre deux lentilles convergentes, la plus convergente est celle qui a la plus petite distance focale (ou celle qui a la plus grande vergence).

Remarque

N'observez jamais directement l'image du Soleil à travers une lentille : votre rétine serait brûlée.

Exercice d'application

a)Calculer la vergence des lentilles L_1 et L_2 pour $f_1=0,5m$ et $f_2=10cm$

b) Quelle est la lentille la plus convergente entre L_1 et L_2 ? Justifier

c)On accole les deux lentilles quelle est la vergence de l'ensemble ?

Réponse

a) $C_1=2\delta$; $C_2=10\delta$

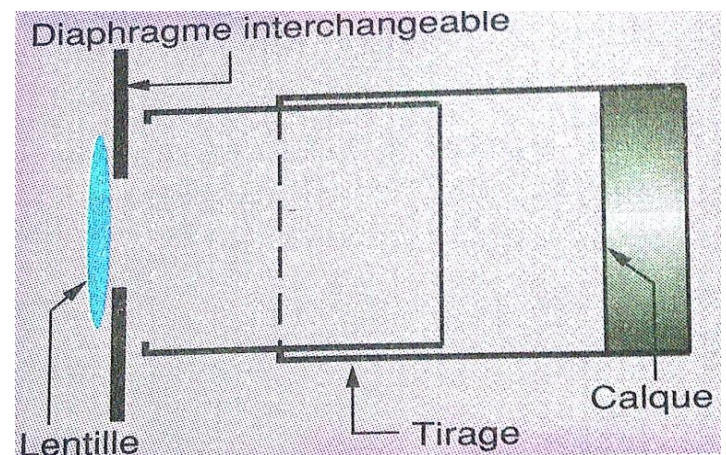
b) L_2 est la plus convergente car $f_2 < f_1$ et $C_2 > C_1$

c) $C=C_1+C_2=12\delta$

III-Images données par une lentille convergente

1-Positions relatives de l'objet et de l'image

Expérience



a)Observation avec une chambre noire avec ou sans lentille convergente

L'image d'un objet observée à travers une chambre noire sans lentille est renversée ; peu lumineuse et est un peu floue. Quelque soit le réglage de profondeur de la chambre (tirage) ;si on augmente l'ouverture l'image devient plus lumineuse mais moins floue. Pour supprimer le flou et rendre les images plus lumineuse et nettes sur l'écran ;on

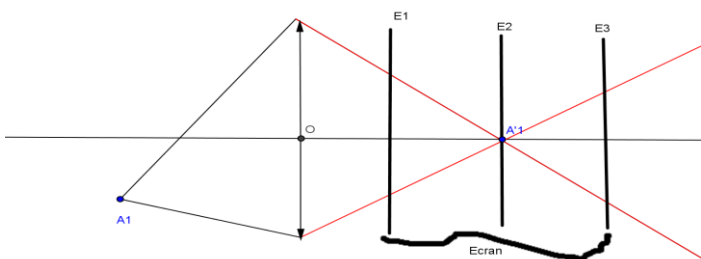
augmente le diamètre du **diaphragme** et on place une lentille **convergente**.

- Sans lentille le déplacement de l'écran n'influence pas la netteté de l'image
- Avec une lentille l'image est nette et localisée à une position donnée

b-Le Rôle de la lentille

a)Image nette

L'image d'un objet par une lentille est nette si tous les rayons partant d'un point de l'objet convergent en un seul point de l'image.



On obtient une image nette dans le cas de l'écran **E₂**. Au plan contenant le point **A₁** correspond à un plan bien défini contenant l'image **A₁'**. Ce plan est appelé le **plan conjugué** ; contenant les objets.

b) L'image d'un objet

Les points **A ;B ;M...** d'un objet donnent des images **A' ;B' ;M'...** L'ensemble des points **A' ;B' ;M' ...** forment l'image. Lorsque l'objet du plan est perpendiculaire à l'axe ;on obtient une image plane Perpendiculaire à l'axe c'est une image réelle car elle est recueillie sur l'écran .

Expérience

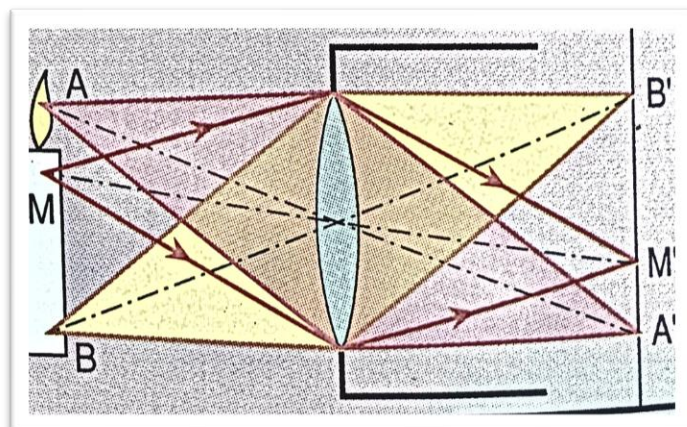
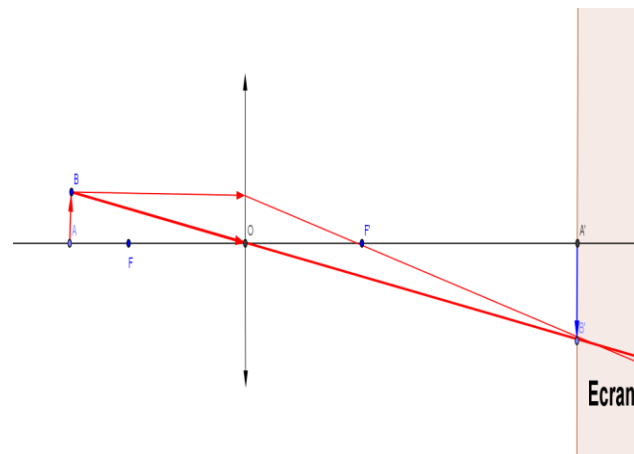


Image d'un objet plan perpendiculaire à l'axe

- Si la bougie est placée à l'infini (très loin de la lentille), l'image se forme au foyer image.
- Si on rapproche la bougie de la lentille, l'image s'éloigne et grossit : On dit que l'objet et son image se déplacent dans le même sens.
- Si la bougie est placée au foyer objet, l'image se forme à **l'infini**.
- On n'observe pas d'image lorsque la bougie est placée entre le foyer objet et la lentille.

Remarque :Un objet et son image à travers une lentille convergente se déplacent en sens contraire perpendiculairement à l'axe optique.

2-Position et grandeur de l'image



Considérons les triangles **OAB** et **OA'B'** forment une configuration de Thalès :

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA} = \frac{OB'}{OB}$$

- La grandeur **A'B'** donne la hauteur de l'image et la grandeur **AB** donne la hauteur de l'objet.
- **OA'** donne la position de l'image par rapport à la lentille et **OA** donne la position de l'objet par rapport à la lentille.
- L'image réelle donnée par une lentille d'un objet est d'autant plus grande qu'elle est située loin de la lentille.

Remarque : Dans le cas d'un projecteur de cinéma on a : $d=OA'$ et $OA=f$ d'où :

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{d}{f}$$

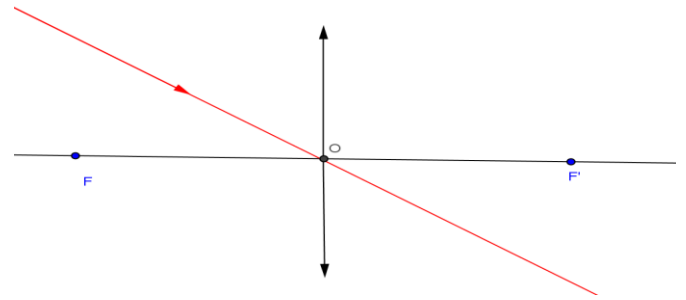
3-Principe de formation de l'image

Un objet est un ensemble de point .Pour construire l'image d'un objet;il suffit de construire les images de tous les points de l'objet en utilisant les trois types de rayons particuliers. L'ensemble des points images constituent l'image de l'objet

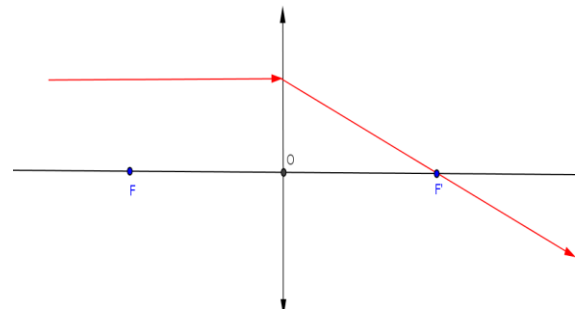
III-Construction géométrique des images

a-La marche des rayons particuliers

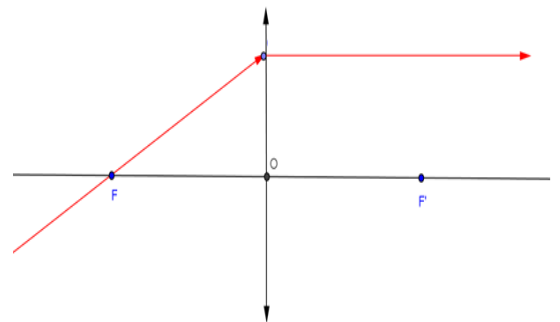
- **Un rayon** passant par le centre optique n'est pas dévié.



- **Un rayon** qui entre parallèle à l'axe optique dans une lentille sort en passant par le foyer image **F'**



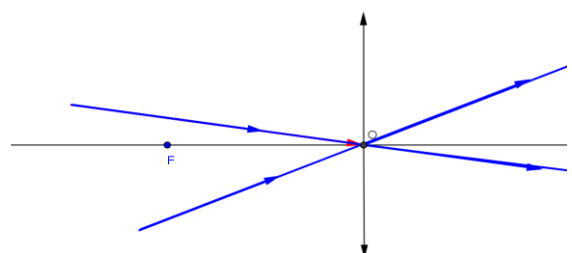
- **Un rayon** qui entre dans la lentille en passant par le foyer objet sort parallèlement à l'axe optique.



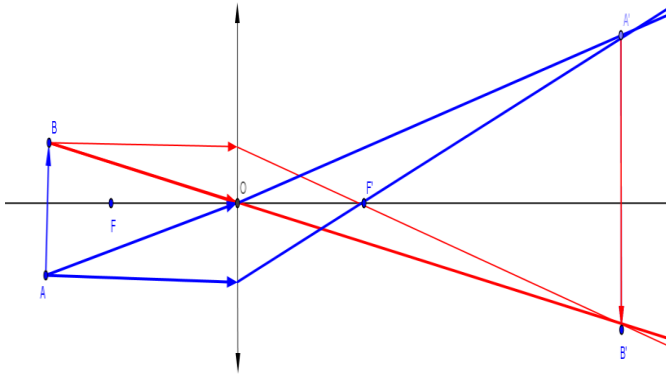
b-Existence et propriétés

Le centre optique c'est le point O situé au centre de la lentille

Propriété1 : Tout rayon passant par le centre optique n'est pas dévié



Propriété2 :Tout point de l'objet et de son image sont alignés avec le centre optique de la lentille (**A ;O et A'** sont alignés).



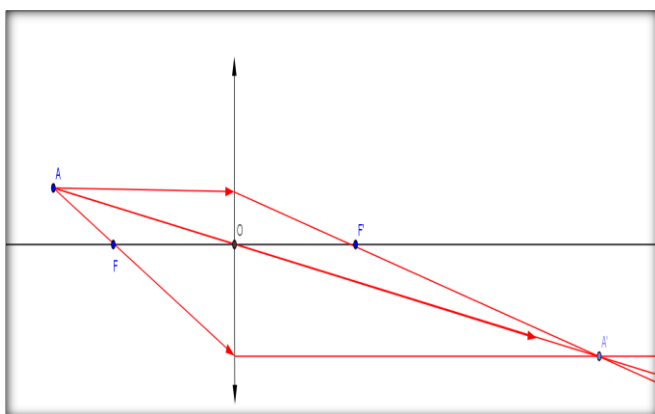
2- Construction d'images

-Un point lumineux A envoie sur une lentille ; un faisceau lumineux.

-Un faisceau lumineux est un ensemble de rayons lumineux.

-Pour construire l'image d'un point ;il suffit de tracer **la marche** des trois types de rayons particuliers ou deux d'entre eux ;leur intersection est l'image du point .

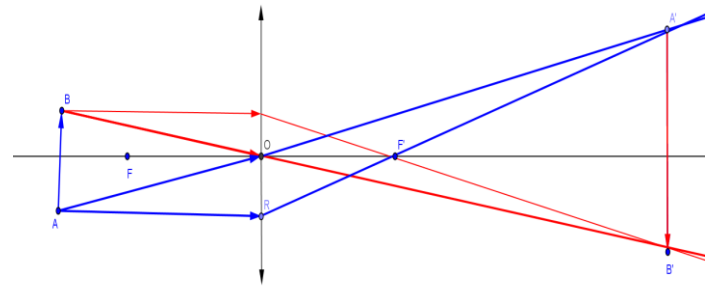
➤ Différentes méthodes de construction de l'image d'un point



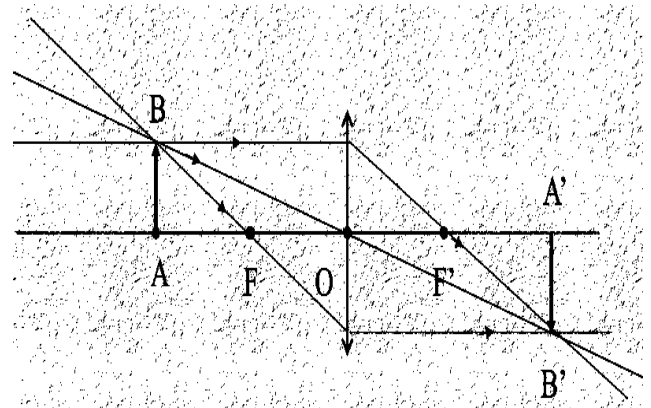
Remarque : L'utilisation de deux rayons

particuliers suffit pour déterminer l'image d'un point

➤ Objet perpendiculaire à l'axe



➤ Objet perpendiculaire à l'axe avec un point situé sur l'axe



Remarque

- Si on rapproche l'objet l'image s'éloigne et s'agrandit.
- L'image d'un objet à travers une lentille est réelle et renversée.

Exercice d'application

Une lentille convergente à une distance focale de 4cm. On place un objet AB de 4cm à une distance de 12cm du centre optique de la lentille O.

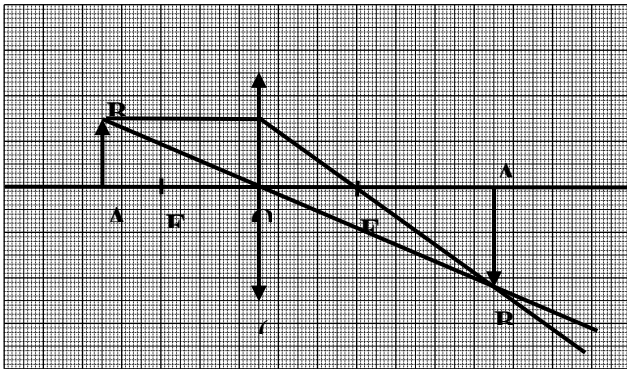
- a) Faire le schéma en grandeur réelle (Puis en 1/4) et construire l'image A'B' obtenue

b) Mesure OA' et A'B' et trouver une relation entre OA et OA'; puis entre A'B' et AB ; enfin entre les deux relations précédentes.

Réponse On obtient : $\frac{OA'}{OA} = \frac{A'B'}{AB} = \frac{1}{2}$

SITUATION D’EVALUATION

Après le cours sur les lentilles, le professeur d’une classe de 3^{ème} veut vérifier les acquis de ses élèves. Il met à leur disposition le schéma ci-dessous réalisé à l’échelle 1/5



Echelle : 1/5

Etant élève de cette classe, il t’a demandé de déterminer le grandissement de cette lentille

- 1- Donne la nature de la lentille (L).
- 2- Donne le nom de chacun des points F, F' et O.
- 3- En te servant du schéma ci-dessus, complète le tableau suivant :

| | Objet AB | Image A'B' | Distance objet-lentille | Distance focale |
|----------------------|----------|------------|-------------------------|-----------------|
| Mesure sur le schéma | | | | |
| Mesure réelle | | | | |

- 4- Détermine la vergence de cette lentille
- 5- Détermine le grandissement G de cette lentille.

Chapitre 16 L'œil et la vision(2h)

SITUATION D'APPRENTISSAGE

Pour lire correctement le programme des devoirs de niveau affiché au LYCEE, certains élèves ont été obligés de se rapprocher du tableau d'affichage tandis que d'autres ont dû s'en éloigner. Pour comprendre ces attitudes, des élèves d'une classe de 3^{ème} sous la supervision de leur professeur de Physique- Chimie, décident d'expliquer les défauts de l'œil et indiquer leurs corrections.

16.1. Un modèle simplifié de l'œil

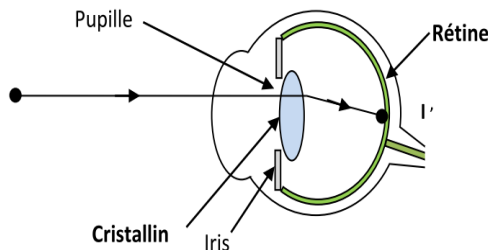


Schéma simplifié de l'œil humain

16.2. La vision par l'œil

a) Principe de fonctionnement de l'œil normal ou œil emmétrope.

L'œil est essentiellement constitué de **cristallin, de l'iris et de la rétine**. Le cristallin de l'œil reçoit les rayons d'un objet éclairé. Les rayons émergent à travers l'iris et convergent vers la rétine pour un œil normal. L'image de l'objet éclairé se forme donc sur la rétine. Cet œil normal est aussi appelé œil emmétrope.

b) Marche des rayons lumineux à travers un œil normal

Le cristallin se comporte donc comme une **lentille convergente** et la rétine est comparable à un écran. La marche des rayons lumineux à travers un œil normal se représente donc ci-dessous :

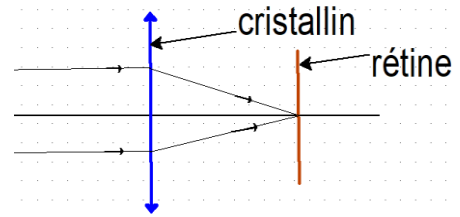


Schéma optique de l'œil normal

16.3. Les anomalies de l'œil

Lorsque l'image de l'objet ne se forme pas sur la rétine, l'œil voit flou : on dit que l'œil présente un défaut. Il y a deux défauts de l'œil qui sont : la myopie et l'hypermétropie.

a) La myopie et sa correction

1- La myopie

Un œil myope ne voit pas correctement les objets éloignés. L'œil se comporte comme **une lentille trop convergente**. L'image d'un objet éclairé et éloigné à travers un œil myope est perçue avant la rétine.

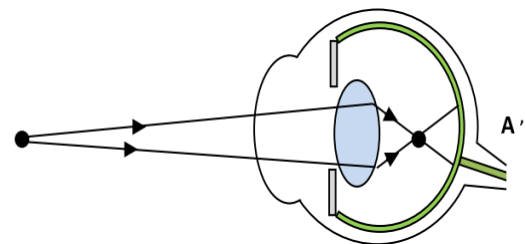
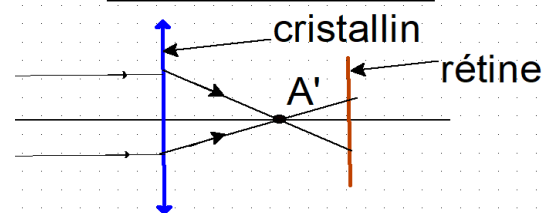
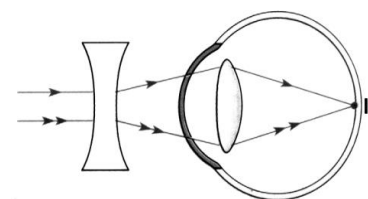


Schéma œil myope



2- Œil myope corrigé

Pour corriger l'œil myope, il faut utiliser une lentille divergente pour diminuer sa vergence.



Œil myope corrigé

NB: la vergence d'une lentille divergente est négative

b) L'hypermétropie et sa correction
1- L'hypermétropie

L'œil hypermétrope est un œil qui est devenu moins convergent. L'image d'un objet situé à l'infini se forme après la rétine.

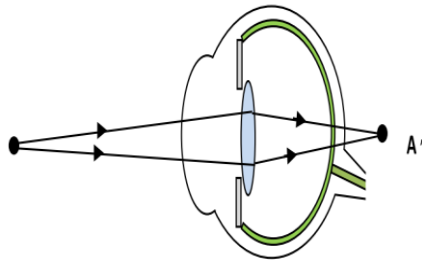
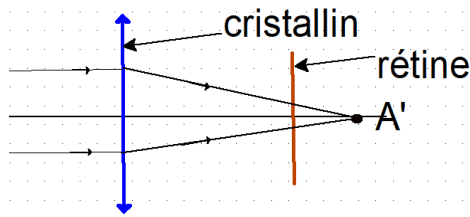
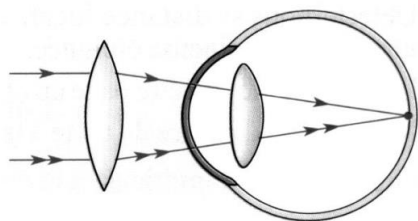


Schéma de l'œil hypermétrope



2- Œil hypermétrope corrigé

On corrige l'œil hypermétrope en plaçant devant l'œil une lentille convergente qui fait converger les faisceaux lumineux. L'image se forme sur la rétine.



Œil hypermétrope corrigé

NB: Les verres correcteurs permettent de corriger certains défauts de l'œil.

Exercice : Réponds par Vrai ou Faux aux affirmations suivantes :

- a- Le cristallin est la partie de l'œil qui est comparable à une lentille convergente.....
- b- La rétine contrôle la quantité de lumière qui pénètre dans l'œil.

c- Une personne myope ne voit pas les objets éloignés.

d- Pour un œil hypermétrope l'image est perçue avant la rétine

SITUATION D'évaluation1

Dans le groupe d'étude de SILUE, élève en classe de 3^{ème}, ils remarquent que l'un d'eux s'éloigne toujours pour mieux voir. Ensemble, ils s'accordent alors pour consacrer la séance du jour aux « défauts de l'œil et leurs correction »

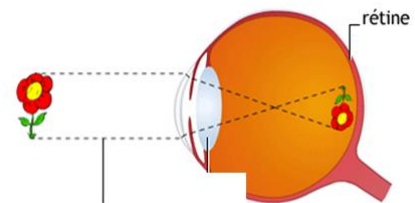
1. Fais le schéma optique de l'œil normal.
2. Nomme le mal dont souffre l'élève
3. Fais le schéma optique de l'œil de l'élève.

4. Propose :

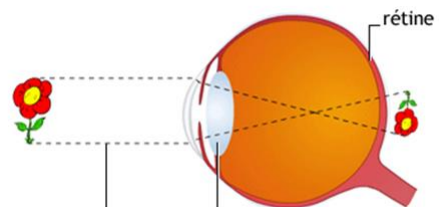
- 4.1. Le type de lentille à prescrire à l'élève pour corriger son acuité visuelle.
- 4.2. Le schéma optique de la vision corrigée.

SITUATION D'EVALUATION2

Le professeur MALEYELE de la classe de 3^{ème} met à la disposition de ses élèves les schémas suivants afin d'identifier les défauts de l'œil.



Œil A



Œil B

Etant élève en classe de 3^{ème}, il t'est demandé de déterminer la nature de la lentille à utiliser pour corriger le défaut de chaque œil

1-Indique le défaut observé sur :

- 1-1-L'œil A ;
- 1-2-L'œil B.

2-Indique la nature de la lentille à utiliser pour corriger :

- 2-1- le défaut de l'œil A.

2-2-le défaut de l'œil B

3-Représente le schéma optique

3 -1 de l'œil A

3-2 de l'œil B

Chapitre 17: La loupe et le miroir (3h)

I-La loupe

1- Définition et utilisation

a) Définition

Une loupe est une lentille convergente de courte distance focale (2 à 10 cm).

Elle est utilisée pour observer de petits objets.

b) Son utilisation

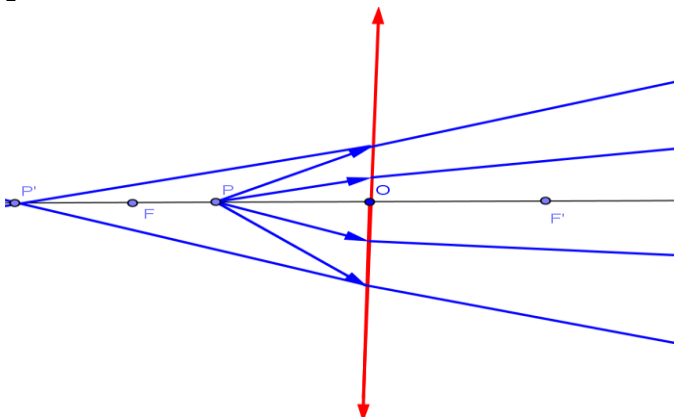
Lorsque nous observons un objet à travers la loupe ; nous voyons à travers la loupe une représentation de l'objet droit et agrandie. Pour une bonne condition d'observation il y a certaines conditions sur la distance focale qu'il faut respecter :

- Il faut que l'objet soit placé entre le **foyer -objet** et la loupe et assez proche du foyer
- L'œil de l'observateur doit être assez proche de la loupe.

2- Construction de l'image d'un objet

a) Image d'un point lumineux

Le point P est placé dans une zone où une lentille convergente ne donnera pas une image sur l'écran. Le point P' est l'image de P à travers la loupe ; P' n'a pas d'existence réelle. Il est appelé image **virtuelle de P pour un observateur**.

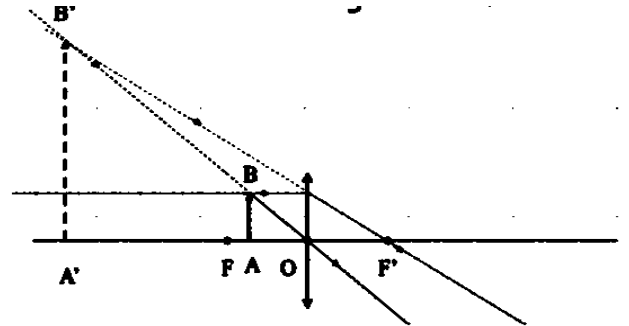


N.B : Une image est virtuelle quand ses points sont à la rencontre de rayons

prolongés. Elle ne peut pas se former sur un écran contrairement à l'image réelle.

b) Image d'un objet AB

L'œil qui regarde AB à travers une loupe semble voir, les rayons lumineux provenir d'un objet A'B'. Le point A'B' est l'**image visuelle** de AB à travers la loupe



Remarque : L'image à travers une loupe est **droite** et **virtuelle**

3) Marche d'un faisceau lumineux

Pour construire l'image d'un objet lumineux à partir d'une **loupe**, on utilise deux rayons particuliers : Le rayon incident passant par le centre optique et le rayon incident parallèle à l'axe optique.

3-Grossissement

a) Définition

Le grossissement G d'une loupe indique combien de fois l'objet, vu à travers la loupe apparaît plus gros qu'à l'œil nu.

b) Grossissement commercial

Le grossissement commercial est égal au quart de sa vergence.

$$G_c = \frac{C}{4} = \frac{1}{4f}$$

c) Distance minimale de vision

Une loupe est autant plus grossissante que la distance minimale D_m de son utilisateur est plus grande.

Les fabricants ont fixé $D_m = 0,25m$

Remarque

Le grossissement s'exprime en dioptrie (δ).

Exercice d'application

Exercice1

Calcule le grossissement d'une loupe de distance focale 2cm

Exercice2

Un objet AB de hauteur 2cm est placé à 3cm d'une loupe de vergence 5 δ .

- 1) a) Calcule sa distance focale
- b) Calcule le grossissement commercial.
- 2) Construis AB et l'image A'B' de AB.

II- Le miroir

1-Définition d'un miroir

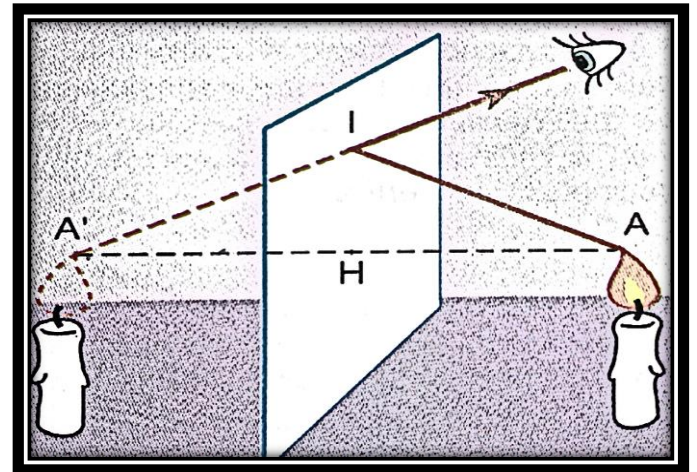
Un miroir est un corps opaque qui ne se laisse pas traversé par les rayons lumineux

Les rayons sont totalement réfléchis

2- Image donnée par un miroir plan

a) Expérience des deux bougies

Plaçons symétriquement deux bougies identiques de part et d'autre d'une vitre verticale. Allumons une d'entre elles. Pour un observateur placé devant la vitre ; l'autre bougie paraît aussi allumer.



Marche de la lumière

b) Interprétation

L'image d'un objet à travers un miroir est obtenue par une symétrie orthogonale dont le plan est celui du miroir.

Un miroir symétrique à l'objet par rapport à la surface réfléchissante ; tout rayon incident qui arrive sur le miroir est totalement réfléchi.

N.B : L'image formée par un miroir plan est virtuelle, droite et renversée

3-Réflexion de la lumière par un miroir

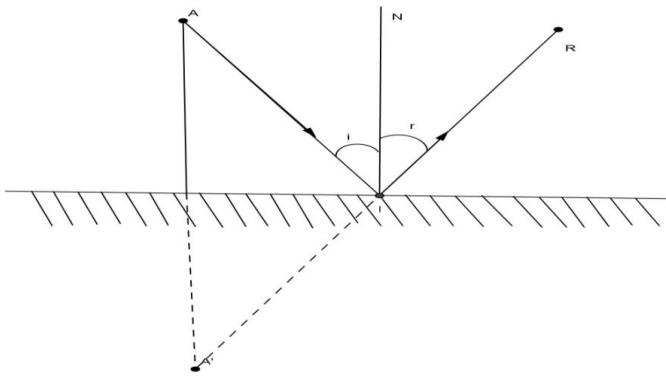
a-Les lois de réflexion ou loi de Descartes

Il y a deux lois qui régissent la réflexion totale des rayons lumineux sur un miroir

- Le rayon incident (**I**) et le rayon réfléchi (**R**) sont dans le même plan.
- L'angle d'incident \hat{i} est égale à l'angle réfléchi \hat{r} ($\hat{i} = \hat{r}$) par rapport à la droite normale (**N**) au plan du miroir (**M**).

Des considérations géométriques sur la figure montrent :

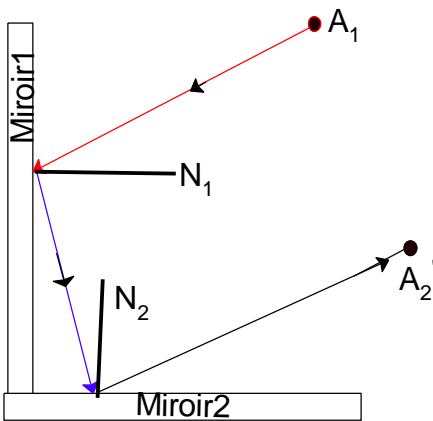
- -Le rayon incident AI
- -Le rayon réfléchi IR
- -Le point d'incident I
- -La normale au miroir IN
- - \hat{i} est l'angle d'incidence
- - \hat{r} est l'angle réfléchi



b) Application de la réflexion de la lumière

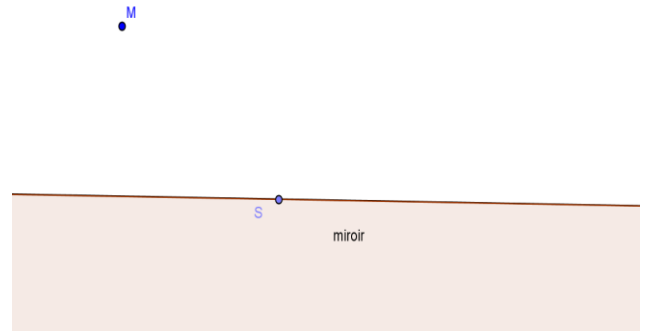
Un rayon lumineux qui tombe sur un miroir **M₁** est réfléchi ; le rayon tombe sur un miroir **M₂** ou il est réfléchi à nouveau .L'image donnée par le premier miroir joue le rôle d'objet du second miroir .Etudions la marche d'une de ces rayons lumineux

Miroirs perpendiculaires

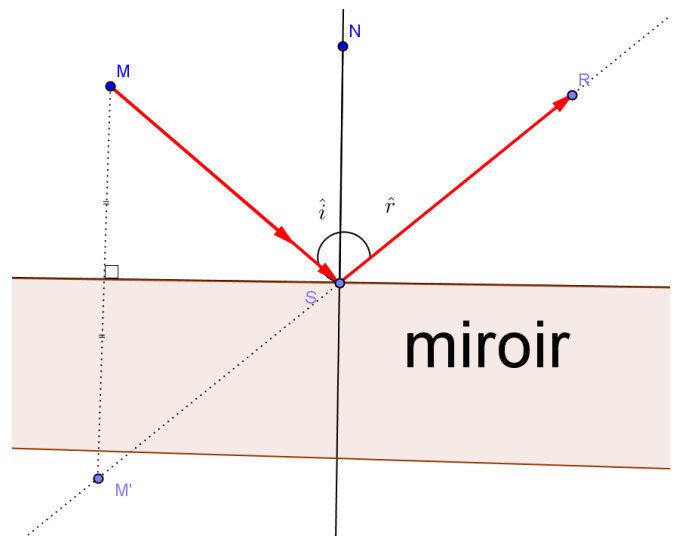


Exercice d'application

Trouve l'image du point M et tracer le faisceau partant de M en s'appuyant sur le miroir par son sommet S.



Réponse



Partie 2

CHIMIE

Chapitre 1 :Les transformations électrochimiques du cuivre et de l'ion cuivre(6h)

SITUATION D'APPRENTISSAGE

Au cours d'une séance de travaux pratiques de chimie, un élève de la classe par mégarde laisse tomber un objet métallique dans un produit chimique.

Le lendemain matin il se rend compte que l'objet a disparu dans le liquide. Il en parle à ses camarades de classe. Ensemble, avec l'aide leur professeur de PC, ils se proposent de réaliser la transformation du cuivre en ion cuivre II et inversement par voie chimique ; la transformation du cuivre en ion cuivre II et inversement par voie électrochimique ; de connaître la nature du courant électrique dans les métaux et les solutions aqueuses.

1.1.-L'électrolyse de la solution aqueuse de sulfate de cuivre (CuSO₄)

1.1.1.L'atome de cuivre et l'ion cuivre

Le cuivre est un métal rouge constitué de petits grains extrêmement serrés les uns contre les autres ; son symbole chimique est **Cu** et l'on l'appelle atome de **Cuivre**.

a) Structure de l'atome

L'atome est la plus petite particule qui existe à l'état libre. Toute matière est constituée d'atome. L'atome est constitué de deux parties : **le noyau et les électrons**

1) Le noyau

Il est situé au centre de l'atome et est formé de deux sortes de particules :

- Les protons qui sont des particules de charges positives
- Les neutrons qui sont des particules sans charges

2) Les électrons

Ils gravitent autour du noyau. Ils sont porteurs de charges négatives. Leur nombre

est égal à celui des protons. Pour cette raison, l'atome est électriquement neutre.

3) Le numéro atomique

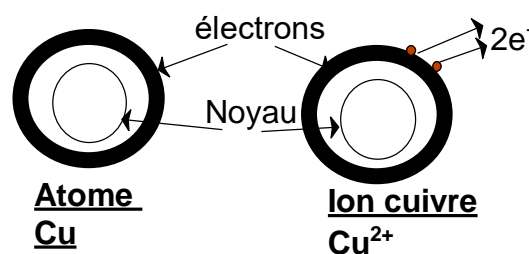
Le numéro atomique c'est le nombre de charges dans de l'atome. On le note Z.

Exemples : ${}_{29}\text{Cu}$; ${}_{12}\text{C}$; ${}_{13}\text{Al}$

b) L'ion cuivre

L'atome de cuivre compte 29 charges positives et 29 charges négatives on dit que l'atome est électriquement neutre.

Si l'atome de cuivre de symbole Cu perd des électrons il devient un ion noté Cu^{2+} avec 27 charges .



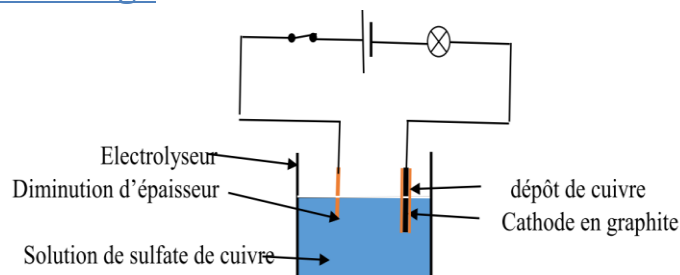
1.1.2. Expérience et observations

a) Le sulfate de cuivre

Le sulfate de cuivre est un solide bleu constitué d'un empilement d'ions Cu^{2+} et SO_4^{2-} . La solution est électriquement neutre car il y a autant de charges positives que de charges négatives dans un atome.

b) Electrolyse d'une solution de sulfate de cuivre dans un bécher

1-Montage



Electrolyse d'une solution de sulfate de cuivre

Dans le montage de la figure ci-dessus ; les deux conducteurs plongés dans la solution aqueuse sont des **électrodes**.

- **L'électrode** relié à la borne négative du générateur est appelé la **cathode** et est en graphite
- **L'électrode** relié à la borne positive du générateur est appelé **l'anode** et est en cuivre.

2-Observation

A la fermeture de l'interrupteur, nous constatons :

- Une diminution d'épaisseur de cuivre à l'anode.
- La lampe s'allume ou l'ampèremètre dévie
- Un dépôt de cuivre à la cathode
- La solution de sulfate de cuivre garde sa couleur initiale(Bleue).

3- Conclusion

L'éclairage de l'ampoule ou la déviation de l'ampèremètre traduit le passage d'un courant électrique dans le circuit :

La solution de sulfate de cuivre est donc conductrice du courant électrique.

1.1.3.Les transformations aux électrodes

-L'anode est l'électrode reliée à la borne positive du générateur.

-La cathode est l'électrode reliée à la borne négative du générateur

- **A l'anode** : Les atomes de cuivres au contact des ions sulfates(SO_4^{2-}) ; s'ionisent en libérant $2e^-$ aux fils conducteurs d'où la diminution de l'épaisseur du cuivre .
- **A la cathode** : Les ions Cu^{2+} au contact des ions sulfates , reçoivent chacun $2e^-$ libérés à l'anode et se transforment en atome de cuivre d'où le dépôt de cuivre.

Remarque

-La masse de cuivre disparu à l'anode se retrouve à la cathode.

-L'apparition(à la **cathode**) et la disparition (à l'anode) de cuivre montrent que ces électrodes sont le siège des **réactions chimiques**.

-**Une réaction chimique** est une réaction au cours de laquelle des corps disparaissent et de nouveaux corps apparaissent.

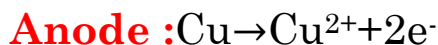
1.1.5.Bilan de l'électrochimique

-Les électrons se déplacent de la borne négative vers la borne positive.

A Chaque fois que $2e^-$ arrivent à la cathode un ion Cu^{2+} devient un atome de cuivre et s'y dépose simultanément.

A **l'anode**, un atome de cuivre devient un **ion cuivre** en perdant $2e^-$: la composition de la solution reste constante.

Les équations de transformations aux électrodes sont :



Remarque

-La **masse du cuivre** déposée sur la cathode est égale à la masse du cuivre perdue à l'anode.

-Le nombre d'ion Cu^{2+} transformé en atome **Cu** est égale au nombre d'atome Cu transformé en ion Cu^{2+} .

-Au cours de l'électrolyse la transformation du cuivre de l'état atome à l'état d'ion ou inversement est effectué par voie électrochimique.

L'atome cuivre(**Cu**) et l'ion cuivre (Cu^{2+}) sont donc deux espèces chimiques appartenant au même élément Cuivre.

1.2.Généralisation : les électrolyses

a)Définition

- On appel **électrolyse** ; l'ensemble des réactions chimiques qui se produisent lors

du passage du courant électrique dans un **électrolyte**.

-On appelle **Electrolyte** ; toute solution aqueuse qui conduit le courant électrique.

Exemple : la solution de sulfate de cuivre (CuSO_4) ; la solution du chlorure de sodium (NaCl) ; la solution du chlorure d'argent (AgCl)

a) Applications

L'électrolyse du sulfate de cuivre est surtout exploitée pour purifier le cuivre, revêtir des objets métalliques, et fabriquer des pièces en cuivre par dépôt électrochimique. Ces procédés sont fondamentaux dans l'industrie électronique, métallurgique, artistique et dans la conservation du patrimoine. La galvanoplastie est un procédé électrochimique qui consiste à déposer une fine couche de métal (or, zinc, aluminium...) sur un objet métallique conducteur à l'aide d'un courant électrique dans une solution contenant des ions métalliques. Ce dépôt améliore l'apparence, la protection contre la corrosion, et les propriétés mécaniques des pièces.

Rappel

- $V = S \cdot e$: $\left\{ \begin{array}{l} v: \text{volume} (m^3) \\ S: \text{surface} (m^2) \\ e: \text{épaisseur} (m) \end{array} \right.$
- $m = a \cdot v$: $\left\{ \begin{array}{l} a: \text{Masse volumique} \left(\frac{kg}{m^3} \right) \\ m: \text{masse} (kg) \\ v: \text{volume} (m^3) \end{array} \right.$
- **Masse perdue = Masse déposée**

1.3. Nature du courant électrique dans les électrolytes

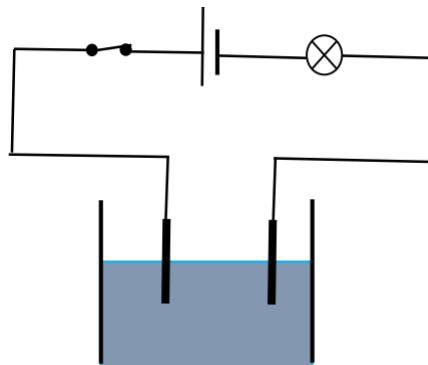
a) Les électrolytes

1) Description

On réalise l'expérience de l'électrolyse d'une solution à l'aide : d'un générateur ;

d'un interrupteur ; d'une lampe témoin ; des fils de connexion ; des électrodes en graphite plongées dans un vase contenant de l'eau distillée

a) Montage



b) Observation et interprétation

-A la fermeture de l'interrupteur, la lampe ne s'allume pas. Rien ne se passe au niveau des électrodes

Donc l'eau distillée ne conduit pas le courant électrique.

-On constate les mêmes observations que précédemment si on ajoute du sucre dans l'eau.

Donc l'eau sucrée ne conduit pas le courant électrique

-Mais si l'on recommence l'expérience en mettant du sel dans l'eau distillée, on constate que la lampe s'allume et on observe les bulles gazeuses se produisant aux électrodes. L'eau salée conduit donc du courant électrique.

c) Conclusion

L'eau salée est un électrolyte car elle conduit du courant électrique.

Exemple de quelques électrolytes

- $\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$: sulfate de cuivre
- $\text{Al}^{3+} + 3\text{Cl}^-$: chlorure d'aluminium
- $\text{Na}^+ + \text{OH}^-$: Eau + soude

2) Conductibilité électrique d'une électrode

C'est la présence d'ion qui rend l'électrolyte conductrice du courant électrique. Les

électrolytes sont des solutions électriquement neutres car ils contiennent autant de charges positives que de charges négatives

3) Définitions

-Un ion est un atome ou groupe d'atome ayant gagné ou perdu un ou plusieurs électrons (s).

Il existe deux types d'ions : les anions et les cations :

-Un ion de charges positive appelé **cations**. Les cations sont des atomes ou groupe d'atomes ayant perdu un ou plusieurs électrons.

Exemples : Ag^+ ; Cu^{2+} ; Al^{3+} ; Zn^{2+} ; Cr^{3+} ; Fe^{2+} ; Fe^{3+} ; Pb^{2+} ; H_3O^+ (ion hydronium)

-Les ions de charges négatives : les **anions**. Les anions sont des atome ou groupes d'atome ayant gagné un ou plusieurs électrons (s).

Exemples : Cl^- ; SO_4^{2-} (ion sulfate) ; CO_3^- (ion carbonate) ; OH^- (ion hydroxyde) ; O^{2-} (ion oxygène)

b)La migration des ions

Lorsqu'un courant est traversé par un électrolyte, il met en mouvement les ions de la

solution. Les ions de charges positives (**cations**) sont attirés par la **cathode** ; les ions de charges négatives (**anions**) sont attirés par **l'anode**. Le mouvement des anions et des cations de la solution s'effectue en sens inverse : c'est **la double migration**.

Le passage du courant électrique dans les électrolytes est dû à la double migration en sens inverse des anions et des cations de la solution.

c)La nature du courant électrique

Dans les conducteurs métalliques, le passage du courant électrique est assuré par la circulation des électrons. Ce déplacement d'électrons s'effectue en sens

contraire au sens conventionnel du courant électrique

Conclusion

-Dans les électrolytes, le passage du courant électrique est dû à la double migration des anions et des cations en sens inverse

-Dans les conducteurs métalliques le passage du courant est dû à la circulation des électrons.

Situation d'évaluation

Tu es élève dans un lycée ,réponds aux questions :

1) Choisis la ou les bonnes réponses .On t'indique qu'un atome de cuivre possède 29électrons.

-Combien de charges positives porte le noyau de l'atome de cuivre ?

a)27 b)29 et c)31

-Combien de charges positives porte le noyau de l'ion cuivre sachant que l'ion cuivre s'écrit (Cu^{2+})?

a) 29 b) 31 c)27

-Combien de charges négatives porte le noyau de l'ion cuivre sachant que l'ion cuivre s'écrit (Cu^{2+})?

a) 29 b) 31 c)27

2) Ecris pour chaque cas l'équation de la transformation de l'atome à l'ion correspondant :

-Soit en perdant 1 électron (Ag par exemple) : Ag^+

-Soit en gagnant 2 électrons (O par exemple) : O^{2-}

-Soit en perdant 3 électrons (Al par exemple) : Al^{3+}

-Soit en gagnant 1 électron (Cl par exemple) : Cl^-

3)La transformation électrochimique du cuivre en ion cuivre II est une électrolyse.

Au de cette réaction, on constate :

a-La diminution d'épaisseur à la cathode

b-Un dépôt de couleur rouge à la cathode

c-L'anode en cuivre augmente de volume

d-La solution aqueuse change de couleur.....

Recopies le numéro de la proposition suivit de la lettre **V** si elle vraie ou de la lettre **F** si elle est fausse.

Situation d'intégration

Compétence :Mobiliser les ressources en chimie générale et de les intégrer en vue de résoudre des problèmes complexes

Contexte :Dans un laboratoire, des élèves du Lycée Molo veulent recouvrir une médaille en argent(Ag)

Fonction :La médaille qui sera recouvert en argent va la protéger contre la rouille.

Données :Sachant que la médaille de fer à un diamètre de 5cm et un épaisseur de 0,2cm.On donne la masse volumique de l'argent $7,8\text{g/cm}^3$.

Consigne

- a)Propose un schéma du montage
- b)Donne les équations aux différents électrodes.
- c)Calcule :
 - 1-le rayon de la médaille
 - 2-Le la surface
 - 3-Le volume
 - 4- la masse d'argent qu'il faut déposer sur la médaille pour la recouvrir complètement.

chimiques du cuivre et de l'ion cuivre(6h).

Situation d'apprentissage

Les élèves de 3^{ème} du Lycée de Djikologo ont remarqué que sur les étiquettes de certaines bouteilles d'eau minérale, sont mentionnées des formules d'ions, d'autres des noms d'ions. Curieux d'en savoir davantage, ils décident de se faire aider de leur PC pour identifier quelques ions, écrire les différentes équation-bilans des réactions chimiques et les exploiter.

I-L'identification de l'ion cuivre

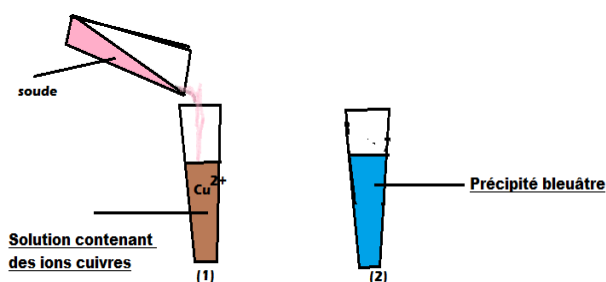
1.Couleur de solution

L'atome de cuivre comporte 29e⁻. Un ion cuivre est un atome de cuivre qui a perdu deux électrons. Ainsi On peut déceler la présence de l'ion cuivre dans une solution par sa couleur et par l'action d'un réactif(soude ou ammoniacque):

■ **Par sa couleur** : la couleur bleue est la caractéristique de l'ion cuivre en solution ;mais la seule indication fournie par la couleur ne suffit pas à prouver la présence de l'ion cuivre.

2.Action de la soude

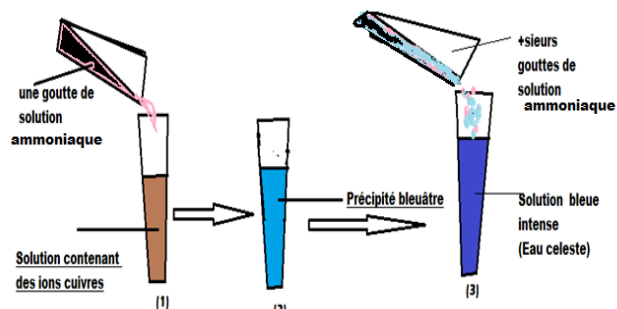
lorsqu'on verse de la soude dans une solution contenant de l'ion cuivre ;on obtient un précipité gélatine bleuâtre **d'hydroxyde de cuivre**. La formation de ce précipité permet de déceler (reconnaitre) l'ion **cuivre**.



Mise en evidence de l'ion cuivre par la soude

3.Action de l'ammoniaque

On peut aussi utiliser l'ammoniacque pour déceler la présence des ions cuivres (**Cu²⁺**) dans une solution .En effet ;les solutions contenant des ions **Cu²⁺** donne un précipité bleu en milieu ammoniacal bien dosée. Si l'ammoniacque est en excès le précipité se dissout dans la solution et on obtient une solution **bleue intense appelé Eau céleste**. L'ammoniacque permet de déceler l'ion cuivre.



Action de l'ammoniaque sur le cuivre

NB:Les réactifs permettant de caractériser l'ion cuivre **Cu²⁺** sont :**la soude et l'ammoniacque**.

II-La transformation chimique de l'ion cuivre en atome de cuivre

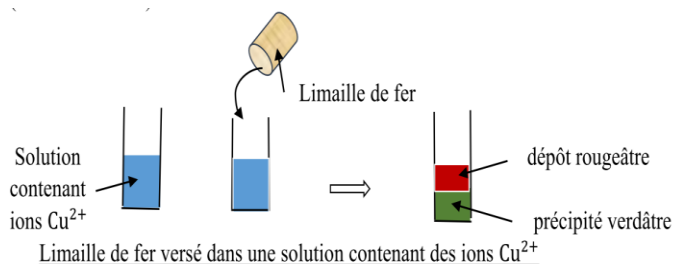
1-Identification de l'ion ferreux

Pour identifier l'ion ferreux, on utilise de la soude.Les ions ferreux donnent une couleur **verte** à la solution.

2-Expérience

On verse de la poudre de fer (limaille de fer) dans une solution contenant des ions cuivre(de couleur bleue):

On obtient une solution.



Quelque instant après,on observe les transformations suivantes :

-Un dépôt rougeâtre se forme à la surface de la solution.

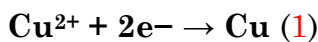
-La couleur bleue de la solution disparaît et fait apparaître une solution finale de couleur verte

3-Equations des transformations

La disparition de la décoloration bleue et l'apparition d'un précipité **rougeâtre** montre que le cuivre s'est formé.

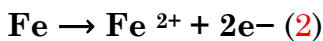
En effet, les ions cuivre de la solution se transforment en atome de cuivre.

L'équation bilan de cette transformation est :



Le dépôt **verdâtre** à la surface caractérise la formation des ions ferreux.

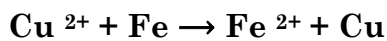
L'équation bilan de cette transformation est :



Conclusion

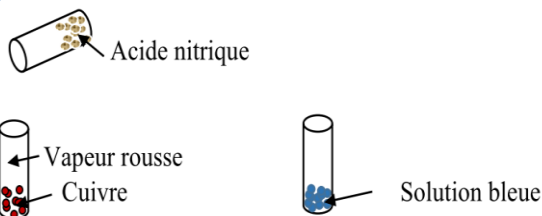
Les deux transformations(1) et (2) sont simultanées. Les électrons libérés(ou cédés) par les atomes de fer sont captés par les ions cuivre de la solution.

L'équation bilan globale de cette réaction est :

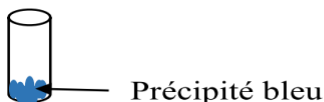
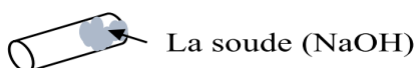


III- La transformation chimique de l'atome de cuivre en ion cuivre

a)Expérience - Observation



Réaction entre le cuivre et l'acide nitrique



Test avec la soude

Plongeons un morceau de cuivre dans une solution **d'acide nitrique**(HNO_3) .

On observe :

- Un dégagement de **vapeurs rouges**
- La disparition du morceau de cuivre
- La solution initiale incolore vire au bleu ;Versons de la soude(NaOH) ou de l'ammoniaque(NH_3) on obtient un précipité bleu,cela montre la présence des ions Cu^{2+} .

b) Interprétation

La disparition du morceau du cuivre et l'apparition de la couleur **bleue** montre qu'il y a eue transformation du cuivre en ion cuivre suivant l'équation :



Les électrons libérés par le cuivre sont immédiatement captés par les ions de **l'acide**, ceux-ci disparaissent en produisant du **monoxyde d'azote** (NO) ; gaz incolore et toxique qui donne des vapeurs **rouges** de dioxyde **d'azote** en contact avec l'air atmosphérique.

Conclusion :Dans ce chapitre c'est par voie chimique que l'on a observé la transformation des ions cuivre en atome de cuivre et inversement. Les mêmes transformations ont été obtenues par **électrochimie** lors de **l'électrolyse de la solution aqueuse de sulfate de cuivre** lorsque du cuivre disparaît pour donner l'ion cuivre Cu^{2+} et inversement ; l'élément cuivre se conserve.

Dans d'une réaction chimique il y a conservation d'éléments :

La **masse des réactifs** est égale à la **masse des produits**.

Exercice d'application

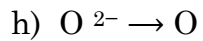
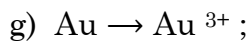
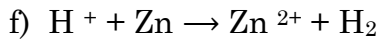
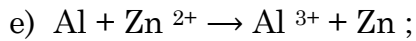
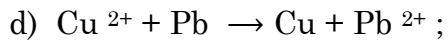
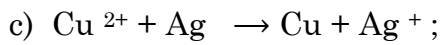
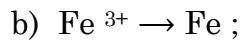
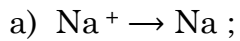
1) On verse de la limaille de fer la solution de nitrate de cuivre

a) Donner deux observations faites

b) Ecrire les équations des différentes transformations qui se produisent

c) En déduire l'équation bilan globale de cette réaction chimique.

2) Equilibrer les équations ionique suivante



3) Ecrire l'équation de la transformation entre l'ion cuivre et le fer

4) Comment mettons en évidence les ions ferreux ?

5) Comment mettons l'ion cuivre en évidence ?

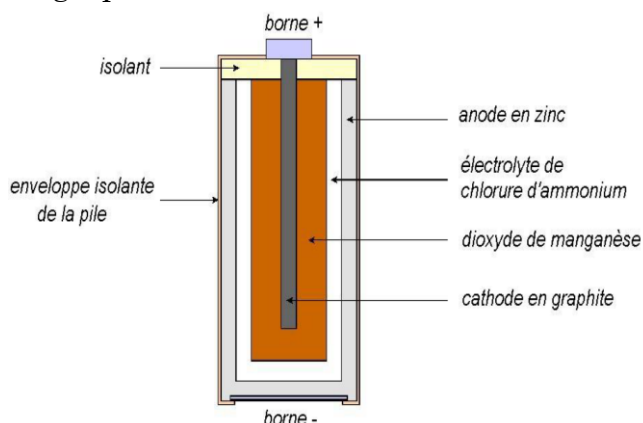
Chapitre 3 : La pile électrochimique (2h)

I-La pile Leclanché

1-Constitution

La pile dite Leclanché (du nom de son inventeur) est très répandue : c'est la pile ronde de nos torches. Les parties essentielles d'une pile Leclanché sont :

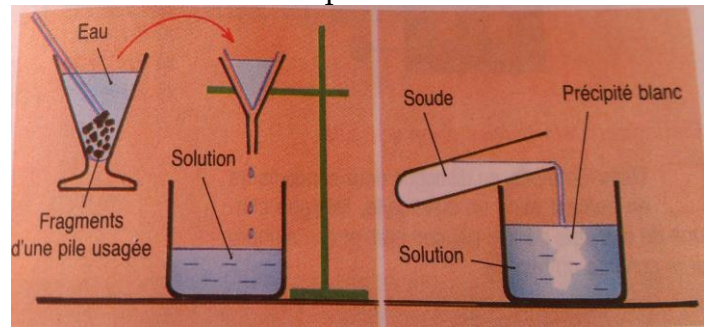
- **Le graphite**: C'est une tige de couleur noire coiffée d'une capsule en laiton située au milieu de la boîte en zinc. Elle constitue la borne positive de la pile.
- **Le zinc**: C'est une boîte cylindrique protégée par une enveloppe en coton ou en plastique : c'est la borne négative de la pile.
- **Chlorure d'ammoniac**: C'est une pâte recouverte de couleur blanchâtre. Elle sert d'électrolyte dans la pile.
- **Le dioxyde de manganèse**: C'est une poudre de couleur noire séparant la tige en graphite et le chlorure d'ammoniac.



2-Usure d'une pile

a) Mise en évidence des ions zinc (Zn²⁺)

Expérience



Dans un tube contenant de l'eau pure ; plongeons quelques fragments de piles usagées ; agitions et laisser le mélange se décanter ; avec précaution ; versons le **surnageant** dans un autre tube et ajoutons de la **soude** .

On observe un **précipité blanc** : c'est de **l'hydroxyde de Zinc** caractéristique de la présence des ions **Zn²⁺** dans une solution.

b) Interprétation de la consommation Zinc dans une pile

L'analyse de la poudre blanche d'une pile usée prouve que celle-ci contient des ions **Zn²⁺**.

La consommation du Zinc métallique dans une pile s'explique par la transformation des atomes de Zinc en ions Zinc avec libération d'électrons.

Cette consommation se traduit par l'équation suivante :



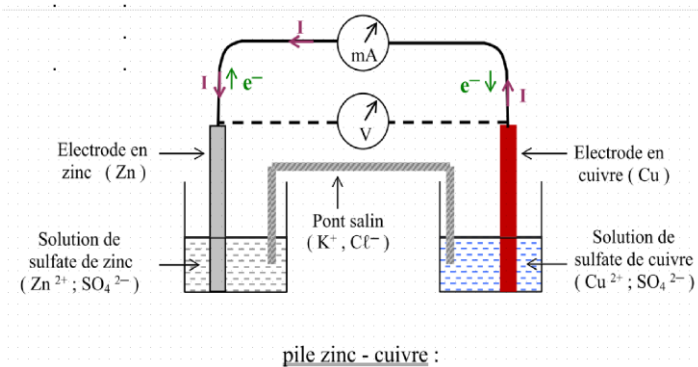
Les électrons sont acheminés vers la tige de graphite et sont ensuite captés par le dioxyde de **manganèse** et de **chlorure d'ammonium**.

Les électrons libérés partent dans le circuit extérieur à la pile à travers les fils conducteurs en circulant de la borne **négative** (Zinc) vers la borne **positive** (**graphite**) ; c'est-à-dire en sens inverse du sens **conventionnel** du courant.

II-Autre pile : La pile cuivre/zinc

1-Description

La pile cuivre/zinc est constituée de deux demi-piles (zinc et cuivre). Les solutions des deux demi piles sont reliées par un tube en U appelé **pont salin** contenant un électrolyte (chlorure de potassium). Dans le circuit un ampèremètre vérifie le passage du courant dans le fil électrique et le voltmètre mesure la tension électrique de cette pile obtenue.



- **Electrode négatif:** le zinc
- **Electrode positif:** le cuivre
- **Les électrolytes des demi piles:**
($Zn^{2+}+SO_4^{2-}$) et ($Cu^{2+}+SO_4^{2-}$)

2-Fonctionnement

-Lorsqu'on relie les électrodes par un **milliampèremètre**, on observe une circulation de courant de l'électrode en cuivre vers l'électrode en zinc. Le dispositif se comporte comme un générateur dont la borne positive est l'électrode en **cuivre** et la borne négative, l'électrode en **zinc**.

-Après un temps de fonctionnement, on observe que l'électrode de zinc est **rongée** et qu'il y a un dépôt de cuivre sur l'électrode en

cuivre. Chaque $\frac{1}{2}$ **pile** est le siège d'une transformation chimique.

Les demi-équations :

- $\frac{1}{2}$ pile Zinc(-): $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$
- $\frac{1}{2}$ pile cuivre(+): $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$

Equation bilan de la pile Cuivre/Zinc



3-Généralisation : la pile électrochimique

-Une pile est l'ensemble de deux $\frac{1}{2}$ piles réunies par un **pont salin** :

-L'équation bilan de fonctionnement de la pile est la réaction naturelle entre les couples intervenant dans **les $\frac{1}{2}$ piles**.

-La borne positive de la pile se trouve toujours à droite et celle de la borne négative à gauche.

-Toute pile fonctionne en perdant des électrons: c'est une réaction

électrochimique

Exercice d'application

1) Répond par vrai ou faux

- Les électrons sont libérés par le zinc(V)
- Les électrons circulent dans le fil conducteur. (V)
- Les électrons sont retenus par le graphite(V)
- Les électrons retournent au zinc à travers l'électrolyte(F).

2) Ecrire l'équation de la consommation du zinc dans une pile

3) Comment mettons en évidence les ions zinc dans une solution ?

4) a) Une pile a une masse de **10g** de Zinc ; la pile consomme 3g de zinc dans **une minute** alors que l'opération a durée **3mn**, quelle est la masse de zinc restée après l'opération ?

b) Déterminer le nombre d'atome de zinc perdu sachant que **1g** de zinc contient **5.10^{25}** atomes.

c) En déduire le nombre d'électron perdu .

Chapitre 4 -Les gaz (2h)

I-L'air

1-La composition

L'air est un mélange de corps purs gazeux ; l'air est composé principalement en volume : **80% de diazote** et **20% de dioxygène** c'est sa **Composition centésimale** ; qui correspond aussi en fraction soit : $\frac{1}{5}$ de **dioxygène** et $\frac{4}{5}$ de **diazote**

Cette composition est essentiellement la même partout à la surface de la terre.

Exemple : Dans 5L d'air il y a : **4L de diazote** et **1L de dioxygène**

Remarque : L'air contient environ 4 Molécules diazote pour une molécule dioxygène. On peut dire aussi qu'il contient **80%** de molécules diazote et **20%** de dioxygène. La proportion en nombre de molécules est la même que celle en volume. On peut écrire :

$$V_{\text{air}} = V_{\text{dioxygène}} + V_{\text{diazote}}$$

$$V_{\text{dioxygène}} = \frac{1}{5} \text{Volume d'air (20\%)} \quad \text{d'ou les}$$

$$V_{\text{diazote}} = \frac{4}{5} \text{Volume d'air (80\%)}$$

relations:

$$V_{\text{diazote}} = 4 \times V_{\text{dioxygène}}$$

$$V_{\text{dioxygène}} = \frac{V_{\text{diazote}}}{4}$$

Exercice d'application1

- 1) Quelle est la composition centésimale de l'air ?
- 2) Reproduis puis ; Complétele tableau ci-dessous :

| Volume en (m ³) | | | | | |
|-----------------------------|----------|----|-----------|-----------|--|
| Air | 20 | 45 | 50 | 30 | |
| Oxygène | 4 | 9 | 10 | 6 | |

| | | | | | |
|-------|----|-----------|----|-----------|-----------|
| Azote | 16 | 36 | 40 | 24 | 30 |
|-------|----|-----------|----|-----------|-----------|

2-La masse volumique

La masse volumique d'une substance homogène est le quotient de sa masse par son volume : $a = \frac{m}{V} \leftrightarrow m = a \times V$

Dans les conditions normale de température et de pression ; la masse volumique de l'air est environ **1,29kg/m³** .

Exercice d'application2

- a) Donner la masse volumique de l'air
- b) Calculer la masse d'air contenu dans un bocal de 5 m³ .

3-La pression atmosphérique

Rappel : Elle se mesure avec un baromètre. Elle peut varier au cours du temps .Elle diminue avec la l'altitude. Sa valeur au niveau de la mer reste proche de **760mm** de mercure ; soit **1013mb** (millibars) ou **1013hPa** (hectopascal).

- L'unité internationale de la pression est le **pascal(Pa)**.
- L'unité usuelle est le **Bar** de symbole(b).

$$1b=100.000Pa$$

$$\text{donc } 1mb=100Pa=1hPa$$

Enfin **1bar** correspond environ à **75cm** ou **750mm** de mercure.

Exercice d'application

La pression atmosphérique au niveau de la mer est voisine de :

- a)1Kpa
- b)1b
- c)100mb

II- Le modèle des gaz

1-Structure moléculaire

Un gaz est constitué de petite particules très minuscules appelées **molécules**. Tous les **gaz** sont formés de molécules : on dit que les gaz ont une **structure moléculaire**.

Exemples de gaz : L'air ;le dioxygène ;le dihydrogène ;le butane..

2-Structure dispersée des gaz

La distance séparant les molécules d'un gaz est grande par rapport à leurs taille, il existe donc un vide entre les molécules des gaz ; on dit que les gaz ont une **structure dispersée**.Exemple :La distance séparant deux molécules d'un gaz vaut environ **100fois** sa taille .

3-Le mouvement perpétuel des molécules :l e chaos moléculaire

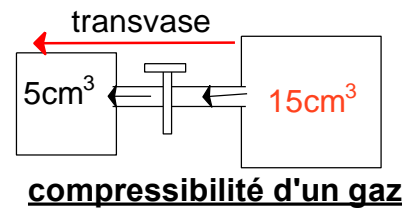
Les molécules d'un gaz ne sont pas immobiles ; elles se déplacent à travers l'espace. Ce déplacement relativement court ; s'effectue à de très grande vitesse (**400m/s**). De ce fait ; toutes surface en contact avec un gaz est soumise à un véritable bombardement de molécules. L'agitation des molécules est **incessante** et **désordonnée** : on dit qu'il règne un **chaos moléculaire** dans l'état gazeux.

III-Les propriétés des gaz

On distingue trois propriété fondamentales qui caractérisent les gaz : la **compressibilité** ;l'**expansibilité** et la **miscibilité**.

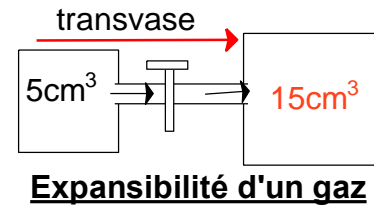
1-Compressibilité

On peut diminuer le volume d'un gaz en le comprimant à l'aide d'une pompe :On dit que le gaz est **compressible**.



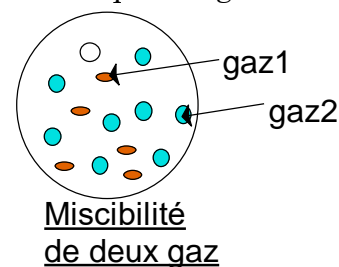
2- Expansibilité

Les gaz occupent tout le volume qui leurs est offert :On dit que les gaz sont **expansibles**.



3-Miscibilité

Plusieurs gaz misent ensemble se mélange aisément :on dit que les gaz sont **miscibles**.



Remarque

- Quand le volume d'un gaz augmente sa pression diminue.
- Quand le volume d'un gaz diminue sa pression augmente.

Exercice d'application

Complète :

La distance séparant les molécules d'un gaz est grande on dit que les gaz ont une..... Unmoléculaire règne dans les gaz a cause de leur mouvement incessant et désordonné. Un tube gazeux de 50cm³ est passé à 10dm³ ; on dit qu'il y a.....On peut mélanger deux gaz ;on dit

que les gaz sontEn augmentant le
volume d'un gaz on sa pression.

Chapitre 5 :L'électrolyse et la synthèse de l'eau.

Situation d'apprentissage

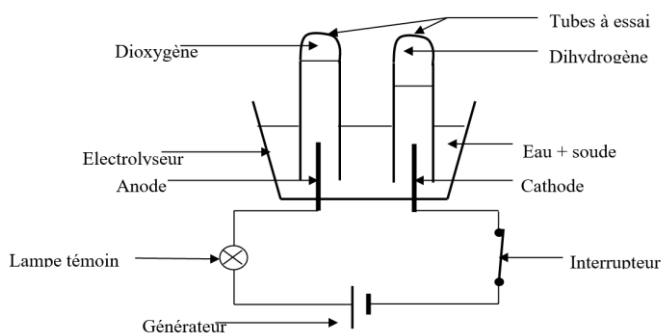
Lors d'une visite d'étude au CHR de yalgado, les élèves de la 3^{ème}2 du Lycée mixte apprennent d'un agent de santé que le dioxygène, gaz utilisé en médecine peut être obtenu au cours de la décomposition de l'eau. De retour en classe, ces élèves veulent vérifier cette information. Ils entreprennent avec l'aide de leur professeur de réaliser l'électrolyse de l'eau et d'identifier les produits formés et d'écrire son équation bilan.

I-L'électrolyse de l'eau

a-Montage expérimental

On réalise une expérience avec :

- Une cuve (ou électrolyseur) montée dans un circuit électrique : le circuit comporte un générateur ; un interrupteur ; un ampèremètre
- Deux tubes à essais préalablement rempli de l'eau coiffent chaque électrode
- On ajoute quelque goutte de la soude pour permettre le passage du courant.



b-Observations

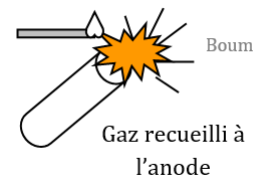
- A la fermeture de l'interrupteur K ; la lampe(temoin) s'allume

- Des bulles naissent sur les électrodes et meurent au fond du tube à essai.
- Le volume du gaz recueilli à la cathode est le **double** du gaz recueilli à l'anode:

c- Identification des gaz

-A la cathode:

A l'approche d'une flamme le gaz recueilli à la cathode s'enflamme avec une **détonation** et brûle avec une flamme pâle .Ce gaz est le **dihydrogène** (H₂).



-A l'anode:

Le gaz recueilli à l'anode **rallume** une buchette présentant qu'un point incandescent.Ce gaz est le **dioxygène** (O₂).



c-Interpretation

- On recueille le dioxygène à l'anode et le dihydrogène à la cathode
- Le volume du dihydrogène est égal au **double** de celui de l'oxygène:

$$V_{H_2} = 2V_{O_2}$$

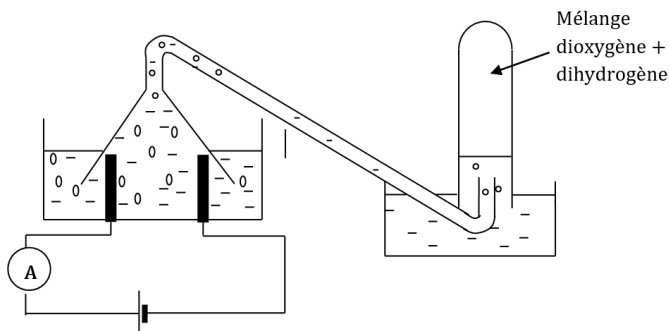
- Le rôle de la soude ou le sel est de rendre l'eau conductrice du courant électrique par apport d'ions nécessaire jusqu'à la fin de l'expérience ;on vérifie que la masse de la soude reste **invariable**.
- L'électrolyse de l'eau est la décomposition de celle-ci en dihydrogène et en dioxygène

e-Conclusion

Au cours de l'électrolyse ; de l'eau disparaît tandis qu'il y a formation de **dihydrogène** et du **dioxygène** dans le même temps. L'électrolyse de l'eau est donc une réaction chimique qui se traduit par l'équation suivante : **2H₂O → 2H₂ + O₂**

II-La synthèse de l'eau

1-Montage expérimental

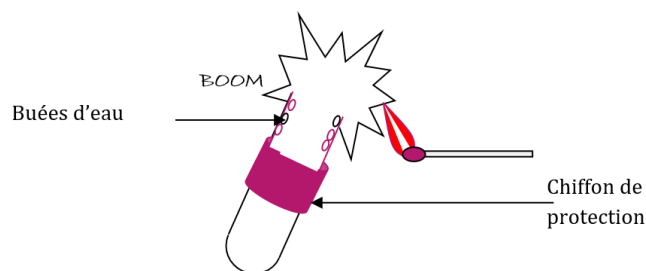


Remplissons une **éprouvette** d'un mélange de dioxygène et de dihydrogène.

Présentons l'ouverture de l'éprouvette à une flamme.

2- observations

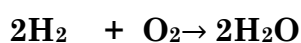
Une violente (forte) détonation se produit : de fines gouttelettes d'eau pure se déposent à l'intérieur de l'éprouvette.



3-Interprétation

Dans cette expérience ;les deux(02) volumes du **dihydrogène** ont réagi avec un(01) volume du dioxygène pour donner des molécules d'eau (**H₂O**). Pour fabriquer une molécule d'eau ; il faut une **molécule dihydrogène** et une **demi-molécule dioxygène**.

La synthèse de l'eau est une réaction chimique qui se traduit par l'équation suivante :



N.B :D'après les équations des deux réactions citées ; pour une **réaction complète lors de ces réactions chimiques** des deux gaz ;il

faut respecter le rapport volumique entre le **dihydrogène** et le **dioxygène**

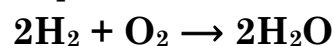
$$\boxed{V_{\text{H}_2} = 2V_{\text{O}_2}} \text{ et } \boxed{V_{\text{Synthèse}} = V_{\text{H}_2} + V_{\text{O}_2}}$$

4-Conclusion

Lors de la combustion, le dihydrogène et le dioxygène disparaissent tandis que de l'eau se forme : **C'est la synthèse de l'eau.**

On appelle synthèse de l'eau, la combustion du dihydrogène et de dioxygène. C'est aussi la **reconstitution** de la molécule d'eau à partir du dihydrogène et de dioxygène.

L'équation bilan de cette réaction s'écrit :



Remarque

-La synthèse de l'eau dégage de la chaleur : on dit que c'est une réaction **exothermique**..

-Dans une éprouvette contenant un volume total (**V_t**) de dihydrogène et de dioxygène, le volume de dioxygène est : **$V_{\text{O}_2} = \frac{1}{3}V_t$**

-Le volume de dihydrogène est : **$V_{\text{H}_2} = \frac{2}{3}V_t$**

- Pour une question de prudence ; on évite de faire la synthèse de l'eau avec **2 volumes** du dihydrogène et **1volume dioxygène** car un tel mélange est dit **tonnant** (Une forte détonation).

Exercice d'application

- Lors d'une électrolyse de l'eau, on a recueilli 250 cm³ d'un gaz à la cathode.
 - Quelle est la nature de ce gaz ? A quoi le reconnaît-on ?
 - Quelle est la nature du gaz recueilli dans le même temps à l'anode ? Comment l'identifie-t-on ? Calcul son volume.
- On réalise la synthèse de l'eau à partir d'un mélange gazeux constitué de 30 cm³ de dihydrogène et 30 cm³ de dioxygène.
 - Indique le nom et la formule du produit formé.

- b) Ecris l'équation –bilan de la réaction chimique.
 c) À partir de l'équation-bilan, Sita affirme qu'il reste encore une certaine quantité d'un des réactifs.
 d) Donne le nom de ce réactif.
 e) Détermine le volume restant de ce réactif

EXERCICE D'approfondissement

1- Lors de l'électrolyse de l'eau ; il se dégage 24l de dihydrogène pour 18g d'eau décomposée.

Calcule les volumes des gaz dégagés à chaque électrode pour 0,4g d'eau décomposée.

2- Un eudiomètre **A** contient 500cm³ d'un mélange de dihydrogène et de **dioxygène** gazeux ; après la combustion (explosion) ; il reste dans l'eudiomètre 275Cm³ de dioxygène. Détermine la composition initiale du mélange dans A

Réponse

$$1) V_{H_2} = 0,53l \quad V_{O_2} = 0,265l$$

$$2) V_{Réagi} = 500 - 275 = 225 \text{Cm}^3 \quad ; V_{H_{2re}} = 150 \text{Cm}^3$$

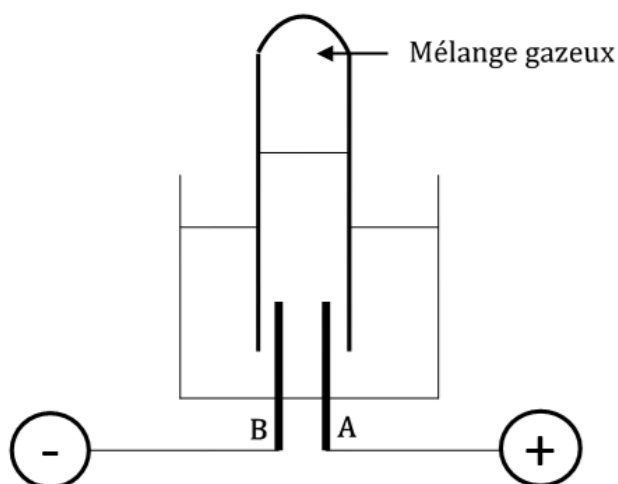
$$; V_{O_{2re}} = 75 \text{Cm}^3 \quad ;$$

composition initiale

$$\{V_{O_2} = 350 \text{Cm}^3 \text{ et } H_2 = 150 \text{Cm}^3 \}.$$

Situation d'évaluation

Au cours d'une séance de TP au laboratoire se SP au Lycée Moderne de Bonon, un groupe d'élèves réalise le montage ci-dessous en vue d'obtenir des corps pour reconstituer l'eau. Ils obtiennent un mélange gazeux de 120 cm³



1. Nomme :

1.1- chacun des gaz formés aux électrodes A et B.

1.2 la réaction qui a lieu au cours de cette expérience.

2- Ecris son équation bilan.

3. Détermine le volume de chacun des gaz recueillis

Chapitre 6 :Les alcanes et leur combustion (3h)

Situation d'apprentissage

Le gérant du kiosque du Lycée Mixte de Gaoua et les employés de la cantine utilisent le gaz butane pour faire la cuisine. Les élèves de la 3^{ème} 2 dudit Lycée constatent que les casseroles du kiosque noircissent alors que celles de la cantine gardent leur éclat.

Pour comprendre ces observations, sous la direction de leur professeur, elles entreprennent de réaliser la combustion du butane à l'aide d'un labo gaz, d'identifier les produits de la combustion, puis de distinguer une combustion complète d'une combustion incomplète

I-Les hydrocarbures

1-La combustion du butane

La combustion du butane produit du **dioxyde de carbone** et de l'eau. D'où provient donc cette eau et ce dioxyde de carbone ?

L'oxygène est fourni par l'air et les autres corps comme le **carbone** et l'**hydrogène** peuvent provenir du butane :le butane est un **hydrocarbure** ou **carbure d'hydrogène**.

2-Définition

Un hydrocarbure est un corps dont les molécules sont formées uniquement d'atomes d'hydrogène et d'atomes de carbone.Ils sont de formule brute Générale **C_xH_y**.

Exemples

C₆H₆: benzène; C₂H₄: éthylène; C₅H₁₂: pentane; C₂H₂:acétylène. C₂H₆: éthane

Remarque :Dans la famille des hydrocarbures nous allons nous intéresser à un groupe particulier appelés **alcanes**.

II-Les alcanes

1-Définition

Un alcane est un hydrocarbure dont la formule brute générale est : **C_nH_{2n+2}** ou **n** est le nombre d'atome de carbone.

Exemples :C₄H₁₀;CH₄;C₂H₆;C₃H₈;C₅H₁₂;

2-Formule et noms des alcanes

Les 4 premiers des alcanes sont gazeux,et les autres sont **liquides** ou **solides**.

Les dix premiers éléments de la famille des alcanes

| <u>Nombres d'atomes de carbones</u> | <u>Nom De l'alcane</u> |
|-------------------------------------|------------------------|
| n=1 | Méthane |
| n=2 | éthane |
| n=3 | Propane |
| n=4 | Butane |
| n=5 | Pentane |
| n=6 | Hexane |
| n=7 | Heptane |
| n=8 | Octane |
| n=9 | Nonane |
| n=10 | Décane |

1-Le méthane

Le méthane est le premier élément de la famille des alcanes.Sa molécule est formée d'un atome de carbone lié à quatre atomes d'hydrogènes et à pour formule brute **CH₄**

2-L'éthane

L'éthane est le 2^{ème} élément de la famille des alcanes .Il a pour formule brute **C₂H₆**.

3-Le Propane

Il est le 3^{ème} élément de la famille des alcanes .Il a pour formule brute **C₃H₈**

4-Le butane

Le butane est le 4^{ème} élément de la famille des alcanes .Sa formule brute est **C₄H₁₀** .

5-Le pentane

Il est le 5^{ème} élément de la famille des alcanes .Il a pour formule brute **C₅H₁₂**

Les cinq premiers alcanes et leur formule:

| Noms | Formule brute | Formule développée |
|---------|------------------------------------|---|
| Méthane | CH₄ | <pre> H H - C - H H </pre> |
| Ethane | C₂H₆ | <pre> H H H - C - C - H H H </pre> |
| Propane | C₃H₈ | <pre> H H H H - C - C - C - H H H H </pre> |
| Butane | C₄H₁₀ | <pre> H H H H H - C - C - C - C - H H H H H </pre> <p>n-butane(le normal)</p> <pre> H H H H - C - C - C - H H C H H </pre> <p>Isobutane(le ramifié)</p> |
| Pentane | C₅H₁₂ | <pre> H H H H H H - C - C - C - C - C - H H H H H H </pre> <hr/> <pre> H H H H H - C - C - C - C - H H C H H H </pre> |

3-Les isomères

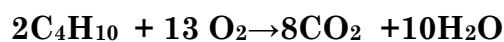
Les isomères sont des corps chimiques qui ont la même formule brute mais des formules développées différentes.

Exemples :Le **n-butane** (butane normale) et l'**isobutane** sont des **isomères** car ils ont la même formule brute mais des formules développées différentes.

III-Combustion d'un alcane

1-Combustion complète du butane

La combustion complète du butane produit du dioxyde de carbone et de l'eau d'où l'équation de la combustion est :



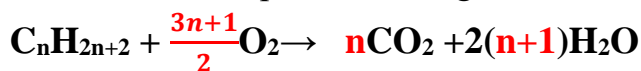
Remarque :Deux litres de butane réagissent avec 13 litres de dioxygène pour donner

8 litres de dioxyde de carbone. Ce qui permet d'obtenir la relation :

$$\frac{V(C_4H_{10})}{2} = \frac{V(O_2)}{13} = \frac{V(CO_2)}{8}$$

2-Généralisation

La combustion complète de tous alcanes produit toujours du dioxyde de carbone et de l'eau suivant l'équation bilan généralisée :



Remarque : Les alcanes ont leurs noms qui se terminent toujours par « **ane** ».

N.B :**Tout alcane est un hydrocarbure mais tous les hydrocarbures ne sont pas des alcanes.**

Exemple:C₄H₁₀ est un alcane et un hydrocarbure,par contre C₄H₈ est un hydrocarbure mais pas un alcane.

3-Combustion incomplète

Si le dioxygène est insuffisant alors la combustion du butane est **incomplète**. La

flamme est jaune fuligineuse et on observe une fumée noire de carbone:c'est le **monoxyde de carbone(CO)**.

a)Effet des gaz formés par la combustion des hydrocarbures

Sur l'homme:Le gaz ayant un effet sur l'homme est le monoxyde de carbone, produit lors de la combustion incomplète des hydrocarbures. Il peut provoquer l'asphyxie chez l'homme. C'est un gaz très toxique.

Sur l'environnement:La vapeur d'eau et le dioxyde de carbone agissent sur l'environnement.

L'augmentation du taux de ces deux gaz dans l'atmosphère est à l'origine la pollution et de l'effet de serre.

L'essence est un mélange d'alcanes liquides. Le carbone (fumée noire) rejetée par les véhicules est le signe de la combustion incomplète des alcanes liquides. Cette fumée noire pollue l'air.

b)L'effet de serre et ses conséquences

L'effet de serre est un phénomène naturel qui permet de retenir la chaleur solaire à la surface de la terre grâce à certains gaz appelé **gaz à effet de serre**.

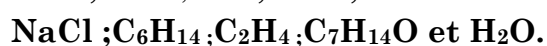
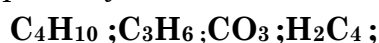
Les conséquences de l'effet de serre sont :

- Le réchauffement climatique
- La modification du climat.
- L'augmentation des pluies torrentielles donc des inondations, les tempêtes et les sécheresses.

NB :Pour lutter contre le réchauffement climatique, il faut réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Exercice d'application

1) Classer les corps cités ci-dessous en deux groupes : Hydrocarbures et en Alcanes :



2)La combustion complète d'une molécule d'alcane produit 2 molécules d'eau

- a) Trouver la formule et le nom de cet alcane
- b) Donner toutes isomères de cet alcane.
- c) Ecrire l'équation bilan de la combustion complète de cet alcane.

4)La molécule du dodécane comprend 26 atomes d'hydrogènes.

- a) Combien d'atomes de carbone contient –il ?
 - b) Donner sa formule brute.
- 5) Donner le nom et la formule brute d'un alcane dont la molécule contient 17 atomes

Réponse

1)Alcanes : C_4H_{10} et C_6H_{14}

Hydrocarbures : $\text{C}_3\text{H}_6 ; \text{H}_2\text{C}_4 ;$

$\text{C}_6\text{H}_{14} ; \text{C}_2\text{H}_4 ; \text{C}_4\text{H}_{10}$ et C_6H_{14}

2)a) $1 \text{ C}_n\text{H}_{2n+2} \rightarrow 2 \text{ molécules de } \text{H}_2\text{O}$

$2n+2=4 \rightarrow n=1$; formule brute est : CH_4 : Le méthane

b) Equation bilan de la combustion : $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$

On a : $2n+2=16 \rightarrow n=12$

3)Il contient 12 atomes de carbone. Formule brute du dodécane : $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$

4)n=4 ; C_4H_{10}

SITUATION D'EVALUATION

Deux élèves font la cuisine dans un foyer de jeunes filles à l'aide de bouteilles de gaz.

Leur ainée, élève en classe de 3^{ème} relève dans le tableau ci-dessous ses observations

.elle veut sensibiliser se propose d'attirer leur attention sur les dangers de la combustion

d'un hydrocarbure.

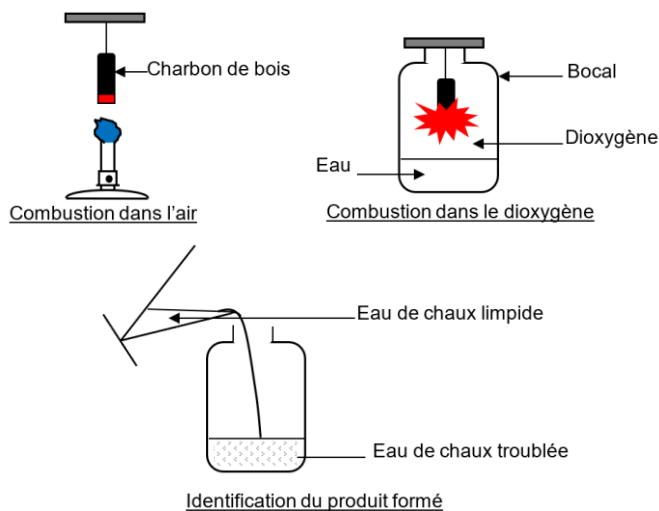
| | Cas 1 | Cas 2 |
|----------------------|----------------------|---------|
| Etat de la virole | Fermée | Ouverte |
| Couleur de la flamme | Jaune et fuligineuse | Bleue |
| Etat de la casserole | Sale (noircissement) | Propre |

1. Indique le cas où la combustion est :
 - 1.1 Complète ;
 - 1.2 Incomplète.
2. Le gaz de cuisine utilisé est le butane.
 - 2.1 Ecris les formules semi-développées du butane.
 - 2.2 Dis pourquoi le butane est un hydrocarbure.
3. Ecris l'équation-bilan de la combustion complète du butane.
4. Cite les conséquences des gaz formés sur l'homme et son environnement dans le cas de la combustion incomplète.

Chapitre 7 :L'oxydation du carbone, du soufre et du fer

I-La combustion complète du carbone (3h)

a-Expérience et observations



Approchons une flamme à l'extrémité d'un morceau de charbon de bois jusqu'à incandescence et retirons le de la flamme. Nous constatons que dans l'air; l'oxydation se poursuit lentement et sans flamme. Plongeons ce morceau du charbon de bois incandescent dans un flacon contenant de l'oxygène pur. On constate que la combustion devient vive et cesse lorsque l'O₂ du flacon fini. Il y a eu donc **une réaction chimique** entre le charbon de bois et l'oxygène.

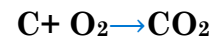
b) Identification du produit formé

Versons un peu d'eau de chaux dans le flacon après avoir retiré le support ; On constate que l'eau de chaux se trouble ; le produit formé est donc le dioxyde de carbone de formule **CO₂**. Le réactif du CO₂ est **l'eau de chaux**.

c) Equation bilan de la réaction

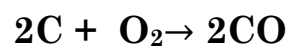
Des atomes de carbones s'unissent à des atomes d'oxygènes sous l'effet de la chaleur pour donner du dioxyde de carbone.

L'équation bilan de la réaction de l'oxydation du carbone est la suivante :



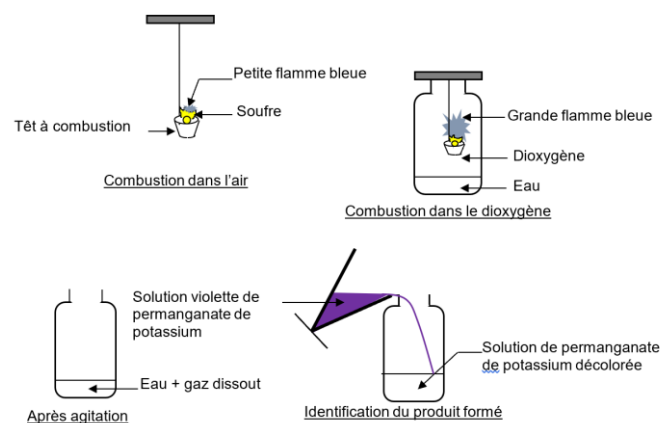
Remarque:La combustion incomplète du carbone dans le dioxygène produit un gaz incolore et toxique qui est le monoxyde de carbone (CO)

L'équation-bilan de sa formation s'écrit :



II-La combustion du soufre.

a-Expérience et observations



Enflammons un morceau de soufre (des solides de couleur jaune) dans un têt. On remarque que le soufre brûle dans l'air avec une flamme très peu visible .

Plaçons ce même têt dans un flacon contenant de l'oxygène pur. On constate que le soufre brûle avec une grande flamme bleue et bien visible .

La combustion cesse dès que l'oxygène du flacon fini. La combustion du soufre dans l'oxygène est donc une **réaction chimique**

b-Identification du produit formé

Lors de la combustion; on peut déjà sentir l'odeur d'un gaz suffocant et incolore : c'est **le dioxyde de soufre(SO₂)**.

Lorsqu'il est dissout dans l'eau ; décolore une solution de **permanganate de potassium (de couleur violet)**.

Remarque : Lors de la dissolution du dioxyde de soufre dans l'eau ; il se dégage

Une petite quantité de particule fine sous forme de fumée blanche : c'est le **trioxyde de soufre (SO₃)** qui est un gaz peu soluble dans l'eau et est très toxique.

c) Equation bilan de la réaction

Sous l'effet de la chaleur ; les deux corps (Soufre et Oxygène) réagissent.

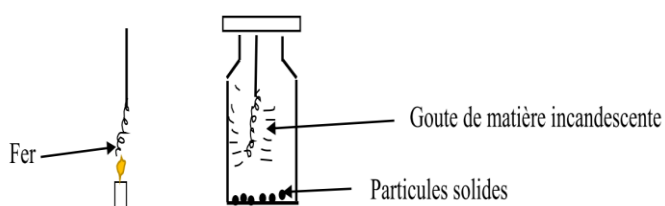
Des atomes de soufre s'unissent à des atomes d'oxygène pour donner du dioxyde du soufre et aussi du trioxyde de soufre suivant des équations suivantes :

- **Equation conduisant au dioxyde de soufre** : $S + O_2 \rightarrow SO_2$
- **Equation conduisant au trioxyde de soufre** : $2S + 3O_2 \rightarrow SO_3$

NB : La combustion du carbone et du soufre s'accompagne toutes d'un fort dégagement de chaleur de telles réactions sont dites **exothermiques**

III-La combustion du fer dans le Dioxygène

a) Expérience



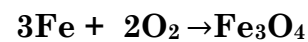
Combustion du fer dans le dioxygène

Approchons une flamme à l'extrémité d'un fil de fer. Dès que la combustion est amorcée ; plongeons le fil de fer dans un flacon contenant de l'oxygène .

On constate que le fil de fer brûle vivement en émettant une lumière éblouissante et projete des étincelles ; spontanément des gouttes d'aspect métallique tombent au fond du flacon .Ce sont des grains d'un oxyde de fer : **L'oxyde magnétique de fer Fe₃O₄** (C'est un aimant qui attire le fer).

b) Equation de la réaction

La combustion du fer dans l'oxygène est une réaction chimique qui se traduit par l'équation suivante :



III-La formation de la rouille

1-Oxydation lente du fer

Laissons un morceau de fer en contact avec l'air atmosphérique et de l'humidité pendant un bout de temps .On constate que le fer est recouvert d'une couche **rouge ; brune et spongieuse** :C'est la **rouille** encore appelée **oxyde ferrique** (Fe₂O₃) .

L'équation de la réaction de cette formation est la suivante : $4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$

La formation de la rouille est une réaction chimique **lente** .

2-Protctions contre la rouille

Pour protéger les objets en fer contre la formation de la rouille, on utilise le vernis, la peinture ou un autre métal le plus souvent le zinc qui s'oxydera à la place du fer.

IV-L'oxydation et la combustion

Au cours de la combustion les corps purs simples fixent l'oxygène pour former de nouveaux corps. Cela s'appelle **oxydation vive** car ce type d'oxydation se produit avec

généralement une flamme et un dégagement de chaleur. On assiste cependant à des oxydations sans combustion. C'est le cas de la formation de la rouille qui est une **oxydation lente**.

- Si l'oxydation est trop rapide ou vive avec incandescence; on l'appelle **combustion**
- Si l'oxydation est trop lente pour que la chaleur ne puisse être détectée on l'appelle **oxydation lente**.

Exemple: C'est le cas de la formation de la rouille.

- On dit pour cela que ces **combustions** sont des **oxydations**

Exercice d'application

- 1) Met des coefficients pour équilibrer les équations suivantes et préciser le nom de chaque produit

$$\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4$$

$$\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3$$

$$\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}$$

$$\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$$
- 2) Répond par vrai ou faux aux affirmations suivantes :
 - a) Le dioxyde de carbone est un **gaz coloré** : faux (c'est plutôt un gaz incolore).
 - b) Le dioxyde de carbone est un **gaz toxique** : vrai
 - c) Le dioxyde de soufre décolore une solution de permanganate de potassium : vrai
 - d) Le dioxygène détone à l'approche d'une flamme : **faux** (c'est plutôt le dihydrogène qui détone à l'approche d'une flamme ; le dioxygène, lui, rallume une flamme).

- e) L'eau de chaux est le réactif du trioxyde de soufre : **faux** (c'est plutôt le réactif du dioxyde de carbone).
- f) Lors de la combustion, il y a dégagement de chaleur : **vrai**
- g) La formation de la rouille est une combustion : faux (c'est plutôt une oxydation lente).
- h) L'oxydation lente est une combustion : **faux** (une combustion est une oxydation qui s'accompagne avec un dégagement de chaleur).

Situation d'évaluation 1

Au cours d'une séance de Travaux Pratiques, ton professeur demande à chaque groupe d'élèves de réaliser la combustion du fer en vue de mettre en évidence le produit formé et d'écrire son équation-bilan. Tu es désigné pour présenter la production de ton groupe.

- 1-Définis une oxydation.
- 2-Donne le nom chimique du produit formé.
- 3-Propose une méthode d'identification du produit formé.
- 4-Ecris l'équation-bilan de cette réaction.

Situation d'évaluation 2

Au laboratoire de Physique - Chimie du lycée moderne de Dimbokro, le garçon de laboratoire oublie d'essuyer des pointes en fer humides avant de les ranger. Une semaine après, il se rend compte qu'elles sont recouvertes d'un corps poreux de couleur rouge brun. Il t'est demandé de répondre aux consignes suivantes.

- 1-Nomme le produit poreux de couleur rouge brun.
- 2-Explique brièvement sa formation.
- 3-Ecris l'équation-bilan de sa formation.
- 4-Donne la formule chimique du produit de cette réaction.
- 5-Donne deux méthodes de protection contre la formation de ce corps poreux.

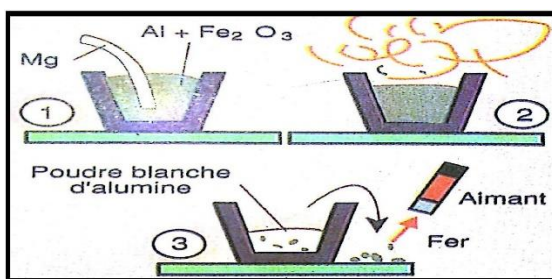
Chapitre 8 :La réduction de l'oxyde ferrique et de l'oxyde cuivrique

SITUATION D'APPRENTISSAGE

Pendant le cours d'Histoire-Géographie, les élèves de la classe de 3^e A du Lycée apprennent que certaines régions du Burkina faso regorgent d'importants métaux se trouvant sous forme de minerais appelés oxydes:notamment l'oxyde cuivrique et l'oxyde ferrique.Ils veulent comprendre comment les sociétés minières obtiennent les métaux à partir de ces minerais. Ils entreprennent alors, sous la supervision de leur professeur Physique- chimie, de réaliser la réduction des deux oxydes ci-dessus et d'identifier les produits obtenus.

I- La réduction de l'oxyde ferrique

1-Expérience

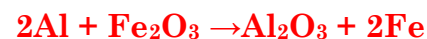


On mélange de la poudre d'oxyde ferrique et de la poudre d'aluminium dans un têt ; puis on fait brûler ce mélange grâce à un ruban de magnésium (qui a le même rôle qu'une allumette).Il se produit une lumière éblouissante accompagnée d'étincelle ; à la fin de la réaction ;il se forme un solide gris qu'un aimant peut attirer ;ce solide gris est le fer .Il se forme aussi une poudre blanche d'oxyde d'aluminium appelé alumine .L'oxyde ferrique a donc subi une transformation chimique.

2-Interprétation

•L'aluminium (Al) et l'oxyde ferrique (Fe₂O₃) disparaissent ;il se forme du fer (Fe) et de l'alumine(Al₂O₃).

- Au cours de cette réaction ; l'oxyde ferrique a perdu des atomes d'oxygènes tandis que l'aluminium a capté des atomes d'oxygènes de l'oxyde ferrique dont l'équation est la suivante

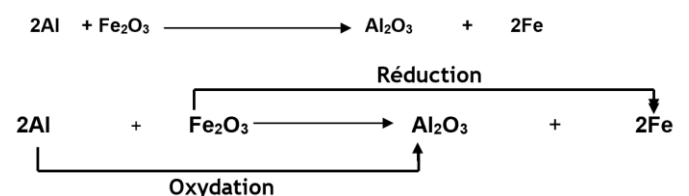


□L'oxyde ferrique a été réduit par l'aluminium c'est donc un **oxydant**.

□L'aluminium a été oxydé par l'oxyde ferrique donc l'aluminium est un **réducteur**.

□L'oxyde ferrique a subi la réduction tandis que l'aluminium a subi l'**oxydation**.

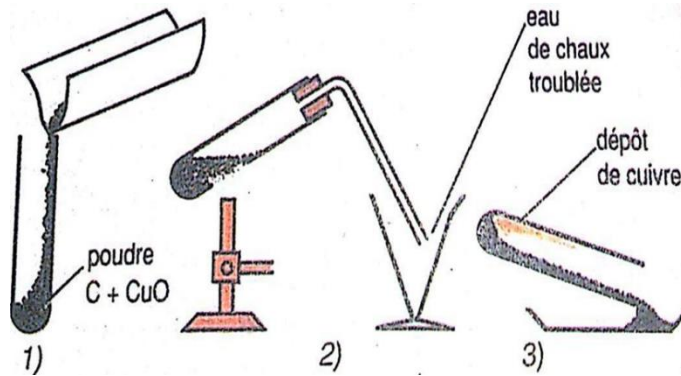
On peut ainsi résumer cette réaction chimique d'oxydoréduction par :



- **Une réduction** :c'est une réaction chimique au cours de laquelle ;un corps perd des atomes d'oxygènes
- **Un oxydant** :c'est un corps qui perd des atomes d'oxygènes au cours d'une réaction chimique
- **Une Oxydation** :c'est une réaction chimique au cours de laquelle un corps gagne des atomes d'oxygènes.
- **Un réducteur** :c'est un corps qui gagne des atomes d'oxygène au cours d'une réaction chimique.

II- La réduction de l'oxyde cuivrique

1-Expérience



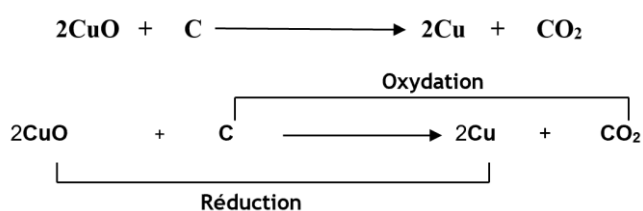
On chauffe dans une éprouvette ;un mélange d'oxyde cuivrique(poudre noire) et du carbone(poudre obtenue à partir du charbon de bois).

Chauffons le mélange jusqu'à ce qu'il devient incandescent ;On fait passer le gaz ainsi produit à travers l'eau de chaux qui se trouble il y a donc présence du CO₂.

De plus si on regarde sur les parois de l'éprouvette on observe un dépôt rouge ce qui indique la présence du cuivre métallique.

2-interpretation

De l'oxyde de cuivre (CuO) et du carbone(C) disparaissent et deux nouveaux corps Apparaissent (Cuivre métallique et du dioxyde de carbone) :il y a eu donc une réaction chimique entre CuO et C dont l'équation se traduit par :



- CuO** : Corps réduit
- CuO** : l'oxydant
- C** : Le corps oxydé

- C** : Le réducteur

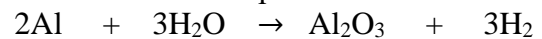
Les atomes de carbone prennent à l'oxyde cuivrique ses atomes d'oxygènes pour former le CO₂ on dit que le carbone a réduit l'oxyde cuivrique .

3-Conclusion

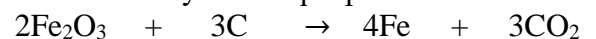
La réduction de l'oxyde ferrique par l'aluminium et la réduction de l'oxyde cuivrique par le carbone sont deux types de réactions d'oxydoréduction.

Autres réactions d'oxydo-réduction

-Réduction de l'eau par l'aluminium



-Réduction de l'oxyde ferrique par le carbone



Exercice d'application

Classons les corps dans un tableau en corps purs ;corps purs simples ;corps à structure moléculaire ;corps purs composés; corps à structure atomique suivant :

Fe ; H₂ ; N₂ ; CO₂ ; CH₄ ; NaCl; I₂ ; C ; O₂

B-On fait réagi l'aluminium chauffé et de la vapeur d'eau ;il se forme de l'alumine et de l'hydrogène .

- a) Ecris l'équation bilan de la réaction chimique
- b) De quel type est la réaction chimique ?
- c) Quel est le réducteur ?
- d) Quel est l'oxydant ?
- e) Quel est le corps qui a été réduit ?
- f) Quel est le corps qui a été oxydé ?
- g) Calcule:

1) La masse d'eau utilisée .

Sachant qu'on a utilisé 486g d'aluminium dans cette réaction

2) La masse d'oxyde formée et donner le nom de cet oxyde.

N.B :On indique que dans les conditions de l'expérience 54g d'aluminium réagissent avec 54g d'eau pour donner 102g d'alumine et 6g ou 67l d'hydrogène .

Réponse

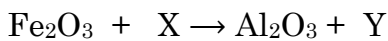
B)a) Oxydoréduction

b) $2Al + 3H_2O \rightarrow Al_2O_3 + 3H_2$

c)Al(réducteur) ;d)Oxydant: H₂O ; e)Corps réduit :H₂O ; f)Corps oxydé :Al

g) calculons ;1)mH₂O=486g ; 2)mAl₂O₃=918g

C-Voici une équation bilan incomplète :



1)Donner le nom et le symbole des corps X et Y sachant que Fe₂O₃ est la formule de l'oxyde ferrique

2) Quel est le réactif oxydé ?quel est le réactif réduit ?

3) Pour former 1,2g de fer ;il faut 160g de Fe₂O₃

Calcule la masse de fer obtenue par réduction de 100g de Fe₂O₃

Réponse

C)1)Le nom et symbole X : Aluminium(Al) ; Y :Fer(Fe)

1)Le réactif oxydé: Al

2)Le réactif réduit:Fe₂O₃

3)La masse du fer :mFe :0,75g

Chapitre 9 Importance industrielle de la réduction des oxydes

I-Du minerai au métal

a)Définition

Un minerai est formé d'un composé métallique enveloppé dans des impuretés appelées **gangue**.

La composée métallique est : Soit un **oxyde** ; soit un **sulfure** ou soit un **carbonate**.

Exemples

- Le minerai de fer : oxyde ferrique (Fe_2O_3)
- Le minerai d'aluminium : alumine (Al_2O_3)
- Le minerai de cuivre : oxyde cuivrique (CuO)
- Le carbonate de cuivre ($CuCO_3$)
- Le minerai de zinc : appelé blende sulfure de zinc (ZnS)
- Le minerai de plomb : galène ou sulfure de plomb (PbS).

b)Traitement chimique des minerais

- Si c'est un **oxyde** ; on le réduit directement pour obtenir un métal
- Si c'est un **sulfure** ; on l'oxyde dans l'air (grillage) pour obtenir un oxyde que l'on réduit ensuite pour obtenir le métal.
- Si c'est un **carbonate** ; on le décompose sous une forte chaleur (calcination) pour obtenir un oxyde que l'on réduit ensuite pour obtenir le métal

Exemples d'équations bilan

- **Grillage du sulfure de zinc** :
 $ZnS + O_2 \rightarrow ZnO + SO_2$
- **Calcination du carbonate de cuivre** :
 $CuCO_3 \xrightarrow{\text{chaleur}} CuO + CO_2$

II-Production du fer

1-L'obtention de la fonte dans les hauts fourneaux

- **Un alliage** est un mélange obtenu par la fusion de deux ou plusieurs corps dont l'un au moins est métallique
- **La fonte** est un alliage de fer et de carbone
- **Laitier** est un ensemble de matières vitreuses qui se forment à la surface des métaux en fusion et qui rassemblent les impuretés provenant de la gangue des minerais.

2) Passage à l'acier

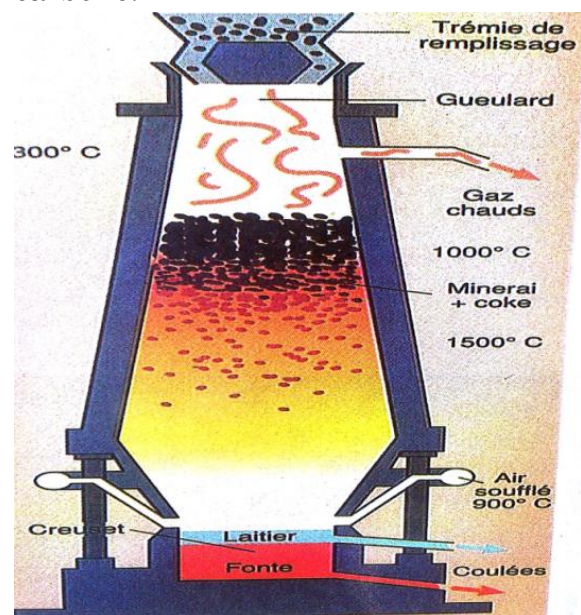
On réduit l'oxyde ferrique par de l'oxyde de carbone dans un haut **fourneau** :



Le fer obtenu est appelé **fonte**, contient du carbone (**impuretés**). On réduit la teneur en carbone dans un **convertisseur** pour obtenir l'acier.

Le carbone incorporé au fer au cours des opérations de l'élaboration de l'acier donne, pour des teneurs comprises entre 3,5 et 4,5 %, des fontes.

On obtient l'acier pur par purification de la fonte dans un convertisseur. L'acier est un alliage fer-carbone contenant moins de 1% de carbone.



Remarque : Le fer a deux minerais : Fe_2O_3 et Fe_3O_4 (ce dernier est le plus riche en fer mais moins répandu que le premier).

3) Les propriétés mécaniques des métaux

Les propriétés des métaux sont :

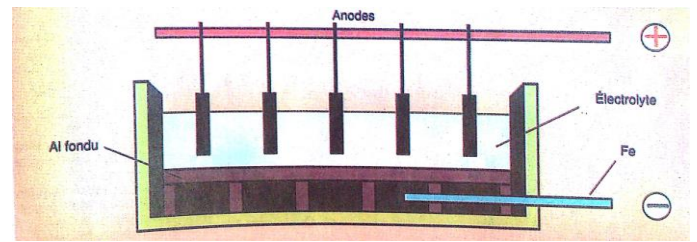
- **La plasticité** : c'est sa capacité à la déformation
- **La ductilité** : c'est sa capacité à se laisser étirer en fil mince
- **La malléabilité** : c'est sa capacité à se laisser réduire en feuille mince
- **La résilience ou résistance** au choc : c'est sa résistance à la rupture par choc
- **La dureté ou résistance** à la pénétration
- **La conductibilité électrique** : c'est sa capacité à conduire le courant électrique
- **La conductibilité thermique** : c'est sa capacité à transmettre la chaleur
- **Les alliages** améliorent les propriétés mécaniques des métaux purs

III- L'élaboration de l'aluminium

1-Le minerai

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

2-L'électrolyse de l'alumine



L'électrolyte est composé **d'alumine** fondu et de **cryolithe** (uniquement là pour favoriser l'électrolyse de l'alumine).

L'alumine est alors sous la forme d'ions $\text{Al}_2\text{O}_3 = (2\text{Al}^{3+} + 3\text{O}^{2-})$

A la cathode :

on a la réaction : $\text{Al}^{3+} + 3e^- \longrightarrow \text{Al}$
(Al qui se dépose au fond de la cuve)

Dans cette réaction les ions Al^{3+} gagnent trois électrons ($3e^-$) sur la cathode ; pour chaque molécule d'alumine (Al_2O_3) cela fera $6e^-$ perdus par le circuit.

A l'anode :

on a la réaction : $2\text{O}^{2-} \longrightarrow \text{O}_2 + 4e^-$ et aussitôt l'oxygène se combine au carbone de l'anode (combustion). L'anode doit être donc changée régulièrement deux électrons à l'anode ; pour cette molécule d'alumine (Al_2O_3) ; cela fera récupérer $6e^-$ par le circuit.

Remarque : L'énergie électrique nécessaire à la production d'une tonne aluminium est d'environ **10MWh**.

C'est la raison pour laquelle les usines de production d'aluminium se trouvent près des centrales électriques.

Exercice d'application

Donne le noms de minerai de chaque métal :

L'aluminium ;le fer ;zinc

rép. le bauxite ;l 'oxyde ferrique et le blende

2) Explique comment obtient t-on le fer pur a partir du minerai ?

Rép. A partir de l'oxyde ferrique on introduit dans le haut fourneau pour le débarrasser des impuretésfer

3)Définis la gangue ;l'alliage des métaux

Rép. C'est l'impureté des minerais ;le mélange des métaux pour avoir un métal plus solide ;plus résistant.

4) Ecris les équations aux électrodes dans l'électrolyse de l'alumine

Rép

A la cathode : $Al^{3+}+3e^{-} \rightarrow Al$

A l'anode : $2O^{2-} \rightarrow O_2 +4e^{-}$

Chapitre 10 :Notion d'acide et de base(3h)

SITUATION D'APPRENTISSAGE

Au cours d'une séance de Travaux Pratiques, chaque groupe d'élèves de la classe de 3ème du lycée dispose des solutions suivantes :vinaigre, acide chlorhydrique,eau de javel,soude,eau savonneuse et eau distillée.

Afin de connaître la nature de ces solutions, chacun des groupes d'élèves ,sous la supervision de leur professeur, se propose de mesurer leur pH, de les distinguer et d'expliquer l'effet de la dilution sur le pH.

10.1.pH d'une solution

Rappel

Une **solution aqueuse** est une solution obtenue par la dissolution d'un corps dans l'eau.

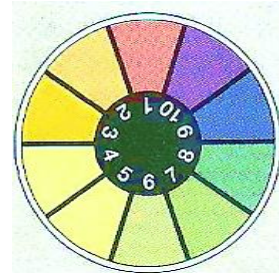
L'eau est le solvant et le corps dissous le soluté.

10.1.1.Mesure du pH

Pour déterminer le pH d'une solution,on utilise un papier pH ou un pH-mètre.Le pH est sans unité et sa valeur est comprise entre 0 et 14.Le pH signifie ,le potentiel des ions hydronium(H_3O^+ ou H^+).

a) Le papier indicateur de pH

Le papier pH est un papier imprégné d'une solution contenant un mélange d'indicateurs colorés,puis séché.



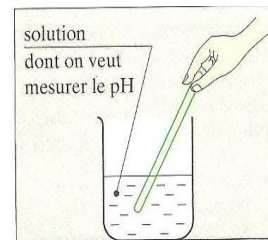
Papier pH

Utilisation :On verse quelques gouttes de solution sur un morceau de papier pH.Le papier prend une couleur correspondant à un chiffre qui est le pH de la solution .

La couleur prise par le papier **pH** permet de déterminer le **pH** approximativement d'une solution en comparaison avec une gamme de couleur.Cette méthode rapide est cependant peu précise.

b) Le pH-mètre

Le pH-mètre est un appareil électronique (type voltmètre) qui permet de mesurer les valeurs de pH comprise entre 0 et 14 à 0,1 unité près grâce à une **sonde** (électrode) plongée dans la solution.



c)Résultats

Le pH de quelques solutions acides et bases :

| Solutions | Eau distillée | Eau de Javel | Acide nitrique |
|-----------|---------------|--------------|----------------|
| pH | 7 | 10 | 2 |

10.1.2. Nature des solutions

On classe les solutions aqueuses en trois catégories : les solutions acides, les solutions neutres et les solutions basiques.

-Une solution acide est une solution dont le pH est inférieur à 7.

Exemples: jus de citron, acide chlorhydrique, alcool.

-Une solution neutre est une solution dont le pH est égal à 7.

Exemples : l'eau distillée, l'eau sucrée

-Une solution basique est une solution dont le pH est supérieur à 7.

Exemples: l'eau de javel, solution de soude.

On obtient l'échelle de pH suivante :

10.1.3. Les ions responsables de l'acidité d'une solution

a) Les ions H_3O^+ et OH^-

Toutes les solutions aqueuses contiennent des ions hydrogène (H_3O^+) et des ions hydroxydes (OH^-).

-L'ion H_3O^+ est responsable de l'acidité d'une solution aqueuse.

-L'ion OH^- est responsable de la basicité d'une solution aqueuse.

b) Interprétation

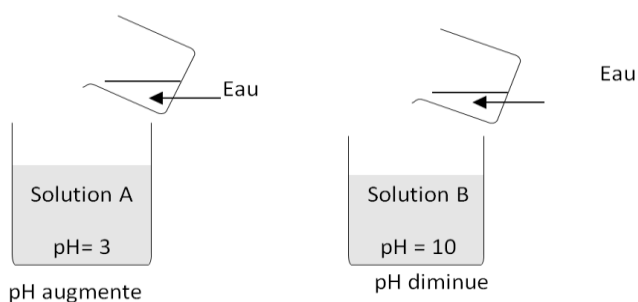
Les solutions contenant plus d'ions H_3O^+ que d'ions OH^- sont dites solutions acides.

Les solutions contenant plus d'ions OH^- que d'ions H_3O^+ sont dites solutions basiques.

Les solutions contenant autant d'ions H_3O^+ que d'ions OH^- sont dites solutions neutres.

10.2. Influence de la dilution sur le pH d'une solution

La dilution d'une solution acide ou basique consiste à ajouter de plus en plus de l'eau pour déplacer son pH vers 7.



• En diluant progressivement un acide, son pH augmente en tendant vers 7 : L'acidité **diminue**.

• En diluant progressivement une base, son pH diminue en tendant vers 7 : La basicité **diminue**.

• Le mélange de deux solutions acide et basique (appelé **neutralisation**) fait déplacer le pH vers celui d'une solution neutre (**pH = 7**).

Conclusion : Quand on dilue une solution basique, son pH diminue en tendant vers 7

Remarque

- si on dilue une solution acide de 10 fois, son pH augmente d'une unité.

(100 fois = 2 Unités)

- si on dilue une solution basique de 10 fois, son pH diminue d'une unité.

- Quand on dilue une solution neutre son pH reste égal à 7.

10.3. L'échelle de pH

Le pH d'une solution varie de 0 à 14 selon la nature de la solution. On classe les solutions aqueuses en trois catégories: les solutions acides, les solutions neutres et les solutions basiques.

• Si $pH < 7$; la solution est **acide** car il y a plus d'ions H_3O^+ que d'ions OH^- .

Exemples : jus de citron, acide chlorhydrique, alcool.

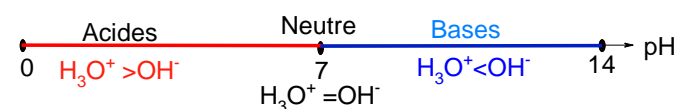
• Si $pH > 7$; la solution est **basique** car il y a plus d'ions OH^- que d'ions H_3O^+ .

Exemples: l'eau de javel, solution de soude, la solution de potasse

• si $pH = 7$; la solution est **Neutre** car il y a autant d'ions H_3O^+ que d'ions OH^- .

Exemples : l'eau distillée, l'eau sucrée

On obtient l'échelle de pH suivante :



10.4.Les dangers des produits acides ou basiques concentrés

La manipulation des solutions acides et basiques comporte plusieurs risques :

- Substance corrosive : Un acide concentré peut attaquer et détériorer divers matériaux, en particulier les tissus vivants.
- Danger pour la santé : Ces substances sont nocives en cas d'inhalation, d'ingestion ou même de simple contact avec la peau.
- Comburant : Certaines peuvent favoriser la combustion d'autres substances.
- Facilement inflammable : Elles peuvent s'enflammer aisément.
- Danger pour l'environnement :

-La pollution causée par les pluies acides ou certains rejets industriels acidifie les sols, compromet la croissance des plantes, diminue la biodiversité et perturbe les cycles naturels.

-Un déversement accidentel de base peut également déséquilibrer les écosystèmes.

Précautions

Ces substances ne doivent jamais être rejetées dans les eaux usées (lavabos, toilettes, etc.). Elles doivent être collectées après usage et éliminées en faisant appel à des professionnels.

Il est strictement interdit de respirer leurs vapeurs ou de les ingérer. Le contact avec la peau et les yeux doit absolument être évité pour prévenir tout accident.

SITUATION D'EVALUATION

Au cours d'une séance de travail dans le cadre de la préparation des examens, des élèves en classe de 3^{ème} découvrent le tableau ci-dessous :

| Solutions | Eau de javel | Jus de tomate | Eau savonneuse | lait | Eau distillée |
|-----------|--------------|---------------|----------------|------|---------------|
| pH | 11 | 4 | 10 | 6,5 | 7 |

Aide-les à étudier ces solutions aqueuses.

1. Définis une solution aqueuse.
2. Classe les solutions du moins acide au plus acide.

3. Dis comment évolue le pH de chacune des solutions par rapport à la valeur 7 quand on les dilue.

Exercice1

Exercice 2 :Le Coca Cola a un pH=2,5 l'eau de Javel a un pH =10,5 L'eau salée a un pH=7

1- Dis, pour chacune de ces solutions, si elle est acide, basique ou neutre.

Justifie ta réponse

2- On ajoute à chaque solution, 10 fois son volume en eau distillée.

Indique, pour chacune de ces trois solutions, dans quel sens évolue son pH.

3. Précise la valeur du pH vers laquelle tend le pH de chacune des solutions après ajout d'une grande quantité d'eau distillée.

Exercice 3

Au cours d'un TP un élève a mesuré le pH de trois solutions. Il a trouvé pH=2 pour la solution S₁, pH=11 pour la solution S₂ et pH=6 pour la solution S₃.

1-Dis comment a-t- il obtenu ces différentes valeurs de pH.

2-Indique la solution la plus acide et la plus basique.

3- Précise vers quelle valeur de pH évolue le pH de la solution S₂ si tu y verses lentement de l'eau.

Donne le nom de cette opération.