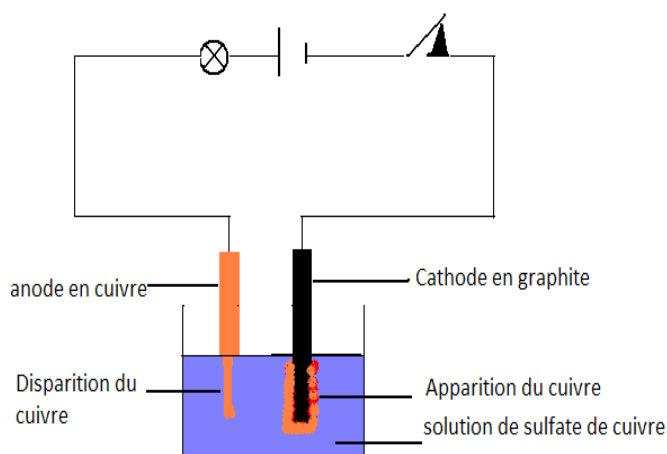


CHAP.1 : LES TRANSFORMATIONS ÉLECTROCHIMIQUES DU CUIVRE ET DE L'ION CUIVRE

I. ÉLECTROLYSE DE LA SOLUTION AQUEUSE DU SULFATE DE CUIVRE



Montage expérimental

Électrode reliée à la borne positive du générateur : Anode

Électrode reliée à la borne négative du générateur : Cathode

Dans cette solution l'anode en cuivre et cathode est en graphite

Observation

Quelques minutes après, on constate que l'anode en cuivre s'amincit tandis que la cathode est recouverte de métal cuivre

Conclusion

Au niveau des électrodes il s'est produit une réaction chimique lors du passage du courant électrique : c'est l'ensemble de ces réactions chimiques qu'on appelle électrolyse.

Les liquides qui permettent le passage du courant électrique sont appelés des électrolytes.

Quand le courant circule dans un électrolyte on observe alors une électrolyse.

II. INTERPRÉTATION

1. Le cuivre et l'ion cuivre

a) Le cuivre

Le cuivre est un métal de couleur rouge de symbole chimique Cu. L'atome de cuivre est électriquement neutre car il contient 29 charges positives dans son noyau et 29 charges négatives portées par les électrons.

b) L'ion cuivre

Un ion est un atome ou un groupe d'atome ayant perdu ou gagné un ou plusieurs électrons.

L'ion cuivre est un atome de cuivre qui a perdu deux électrons, on le note Cu^{2+}

c) La solution de sulfate de cuivre

La solution de sulfate de cuivre contient des ions cuivre Cu^{2+} et des ions sulfates SO_4^{2-} . La présence des ions cuivre est à l'origine de la couleur bleue de la solution. La solution aqueuse de sulfate de cuivre est électriquement neutre car les ions des charges positives sont neutralisés par les ions des charges négatives.

2. Transformation aux électrodes

À l'anode : Les atomes de cuivre perdent chacun deux électrons et se transforment ainsi en ion cuivre

==> la solution devient bleue, Équation de la réaction : $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$

À la cathode : Chaque ion cuivre Cu^{2+} capte deux électrons pour se transformer en atome de cuivre métallique

==> Dépôt à la cathode, Équation de la réaction : $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$

III. Bilan de l'électrolyse- généralisation

Le métal cuivre et l'ion cuivre sont deux espèces chimiques appartenant au même élément chimique cuivre. Au cours de l'électrolyse le passage d'une espèce à l'autre au niveau des électrodes s'effectuent par voie électrochimique.

1. Bilan électronique

- Le passage d'un atome de cuivre à l'ion cuivre libère deux électrons qui empruntent le fil de connexion de l'anode vers la borne positive du générateur

- Le passage de l'ion cuivre à l'atome de cuivre à la cathode, deux électrons sont récupérés du fil de connexion de la borne négative du générateur.



Le nombre d'électrons récupérés par l'anode est égal au nombre d'électrons consommés à la cathode pendant le même temps.

Le générateur fait circuler les électrons dans les fils de connexion de l'anode vers la cathode.

2. Bilan chimique

- Variation de la masse de cuivre aux électrodes

La masse de cuivre déposée à la cathode est égale à la masse de cuivre disparue à l'anode

- Composition constante de la solution

Le nombre d'ion cuivre reste constant dans la solution (conservation de la teinte bleue)

Exercices

Questions de cours :

- 1) Définir : ion ; atome
- 2) Quelle différence y-a-t-il entre un atome et un ion ?
- 3) Pourquoi la couleur bleue d'une solution de sulfate de cuivre ne change pas au cours de l'électrolyse de cette solution avec anode en cuivre ?
- 4) Expliquer pourquoi la masse du cuivre recueilli à la cathode est égale à la masse de cuivre disparu à l'anode ?
- 5) Décrire une expérience permettant de déposer un métal (or ; nickel ; chrome ; ...) sur un objet et préciser la nature des électrodes et de la solution.

Exercice1 : Pour galvaniser la face d'une plaque métallique de 30 cm^2 par voie électrochimique, on utilise une solution de chlorure de zinc (ZnCl_2).

- 1) Donner les noms et les formules des ions présents dans la solution (1pt)
- 2) Donner la nature des électrodes (1pt)
- 3) Écrire les équations des réactions qui ont lieu aux électrodes (1pt)
- 4) Faire un schéma annoté de l'expérience (0,5pt)
- 5) La couche sur la plaque est de 0,1mm. Calculer :
 - a) Le volume de zinc déposé (0,5pt)
 - b) La masse de zinc déposé (0,5pt)
 - c) Le nombre d'atomes de zinc transformé en ions (0,5pt)

Données : masse volumique du zinc $\rho = 7 \text{ kg/dm}^3$ Masse d'un atome de zinc $m = 10,8 \cdot 10^{-23} \text{ g}$

EXERCICE 2 : Un élève possède un bracelet métallique, il veut par électrochimie le recouvrir d'une couche de cuivre. La solution utilisée est une solution de sulfate de cuivre.

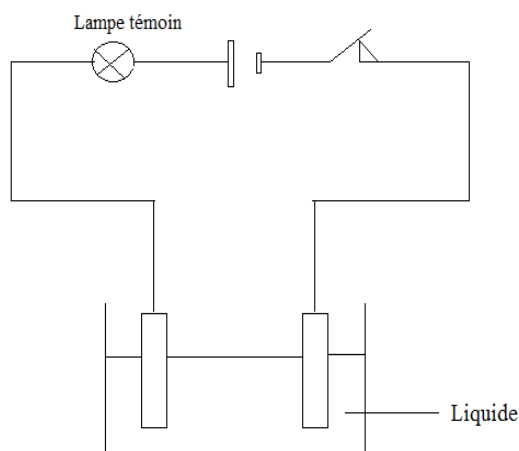
- 1) Quels sont les ions présents dans la solution.
- 2) Faire un schéma du montage permettant de recouvrir le bracelet
- 3) Quelle est la nature de l'anode ?
- 4) Ecrire les équations des réactions qui se déroulent au niveau des électrodes.
- 5) Le bracelet a une surface totale de 50 cm^2 , l'anode qui pesait 82g avant l'expérience ne pèse plus que 52g après.
 - a) Quelle est la masse de cuivre déposé sur le bracelet ?
 - b) Quel est le volume ?
 - c) Calculer l'épaisseur e de la couche de cuivre déposé en millimètre. On donne masse volumique du cuivre $a = 8,8 \text{ g/cm}^3$.

CHAP.2 : LA NATURE DU COURANT ÉLECTRIQUE DANS LES ÉLECTROLYTES

I. LES ÉLECTROLYTES

Expérience

On met dans un électrolyseur de l'eau distillée ; de l'eau salée ; de l'eau sucrée ; une solution aqueuse de sulfate de zinc et on observe le comportement de la lampe témoin



Comportement de la lampe témoin

Solutions	Eau distillée	Eau salée	Eau sucrée	Sulfate de zinc
Comportement de la lampe				

L'eau distillée et l'eau sucrée ne conduisent pas le courant électrique, par contre l'eau salée et la solution aqueuse de sulfate de zinc tout comme le sulfate de cuivre laissent le courant électrique, on dit qu'elles sont des électrolytes.

Définition :

On appelle **électrolyte** toute solution qui peut conduire le courant électrique.

La présence d'ions (particules chargées) dans une solution rend celle-ci conductrice.

Les électrolytes sont électriquement neutres, ils contiennent autant de charges positives que de charges négatives.

Exemples d'ions :

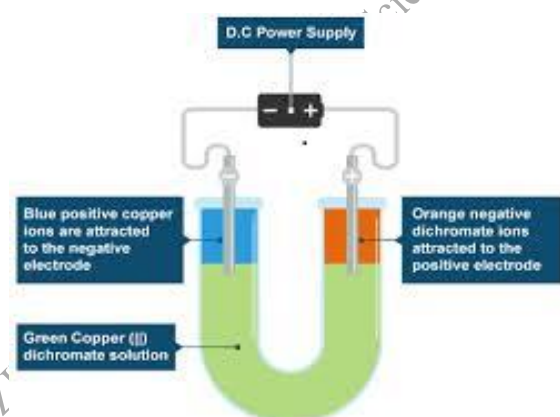
Ions positifs : Cu^{2+} , Fe^{2+} , Zn^{2+} , H^+ , ... **Ions négatifs :** Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , ...

On retrouve des ions positifs et des ions négatifs

II) NATURE DU COURANT ÉLECTRIQUE DANS LES ÉLECTROLYTES

1) les anions et les cations

Expérience



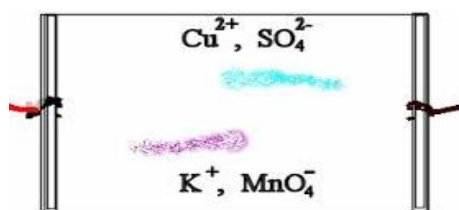
Le tube en U contient un mélange de solutions de dichromate de potassium (couleur orange) et de sulfate de cuivre. Le mélange est surmonté d'une solution d'acide sulfurique (incolore)

Au cours de l'électrolyse, les ions cuivre, chargés positivement se dirigent vers la cathode, ils sont appelés cations et les ions sulfate chargés négativement se dirigent vers l'anode, ils sont appelés anions.

Un anion est un ion négatif

Un cation est un ion positif

2) migration des ions

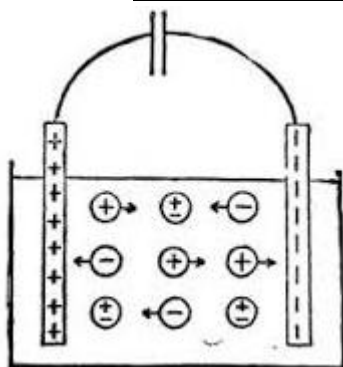


Sous l'action du générateur les ions de l'électrolyte prennent un mouvement d'ensemble appelé migration

Les ions positifs ou cations migrent vers la cathode

Les ions négatifs ou anions migrent vers l'anode

3) nature du courant électrique



La double migration en sens inverse des anions et des cations constitue le courant électrique dans l'électrolyte.

Exercices

Questions de cours :

- Définir : électrolyte ; électrolyse ; anion ; cation
- Qu'est-ce qui constitue le courant électrique dans un électrolyte ? dans un fil conducteur ?
- les atomes des différents métaux peuvent donner des cations. Ecrire la réaction de transformation de l'atome en ion sachant que :
 - l'atome d'argent perd un électron
 - l'atome de zinc perd deux électrons
 - l'atome d'aluminium perd trois électrons
- écrire l'électro-neutralité des solutions suivantes :

Sulfate d'argent : $Ag^+ + SO_4^{2-}$

Nitrate de cuivre : $Cu^{2+} + NO_3^-$

Chlorure de zinc : $Zn^{2+} + Cl^-$

Sulfate d'aluminium : $Al^{3+} + SO_4^{2-}$
- voici les noms de quatre ions : a) sulfate b) chlorure c) nitrate d) carbonate
et voici leurs formules : e) Cl^- f) SO_4^{2-} g) CO_3^{2-} h) NO_3^-

Exercice 1 : Une solution de sulfate d'aluminium ($2Al^{3+} + 3SO_4^{2-}$) contient $25 \cdot 10^{15}$ ions aluminium

- Sachant que la solution est électriquement neutre calculer le nombre d'ions sulfate dans la solution.
- Combien contient-elle de charges élémentaires positives, négatives ?

Exercice 2 :

- L'ion chlorure est un atome de chlore qui a gagné un électron. L'ion aluminium est un atome d'aluminium qui a perdu trois électrons. Ecrire la formule de chacun de ces ions.
- Une solution de chlorure d'aluminium contient des ions chlorure et des ions aluminium.
 - Combien y-a-t-il d'ions chlorure pour un ion aluminium ?
 - Exprimer la relation existant entre le nombre d'ions aluminium et le nombre d'ion chlorure
 - Sachant que la solution contient au total $16 \cdot 10^{21}$ ions et qu'elle est électriquement neutre, calculer le nombre d'ions chlorure et aluminium dans cette solution.

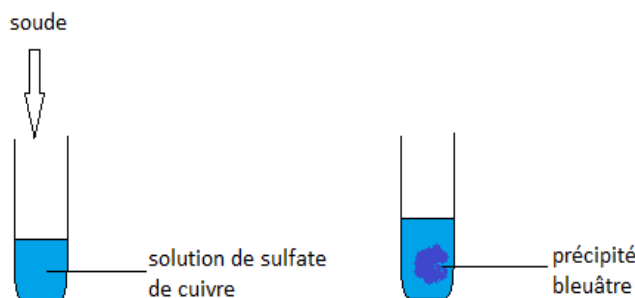
CHAP.3 : LES TRANSFORMATIONS CHIMIQUES DU CUIVRE ET DE L'ION CUIVRE

I) TEST DE L'ION CUIVRE

1) couleur de la solution

Les solutions de sulfate de cuivre, de chlorure de cuivre, de nitrate de cuivre sont toutes bleues. Elles contiennent toutes des ions cuivre qui sont responsables de la couleur bleue.

NB : Toute solution contenant des ions cuivre est bleue mais toute solution bleue ne contient pas forcément des ions cuivre.

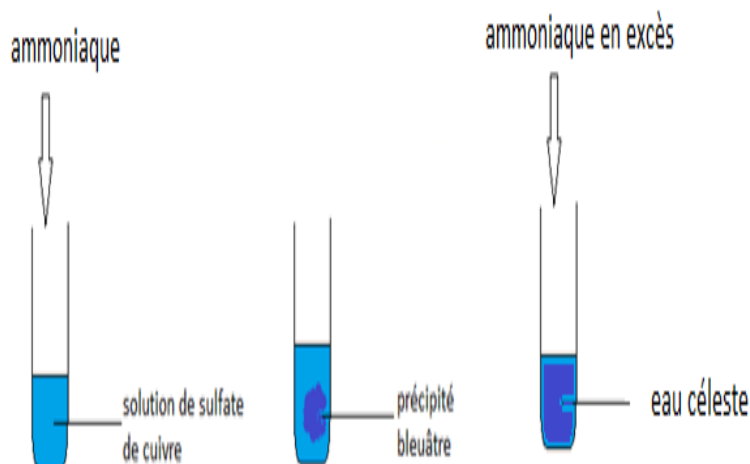


2) Action de la soude

Quand on verse de la soude dans une solution contenant des ions cuivre, il se forme un précipité gélatineux de couleur bleuâtre (d'hydroxyde de cuivre).

La formation de ce précipité est un moyen pour déceler l'ion cuivre.

3) Action de l'ammoniaque



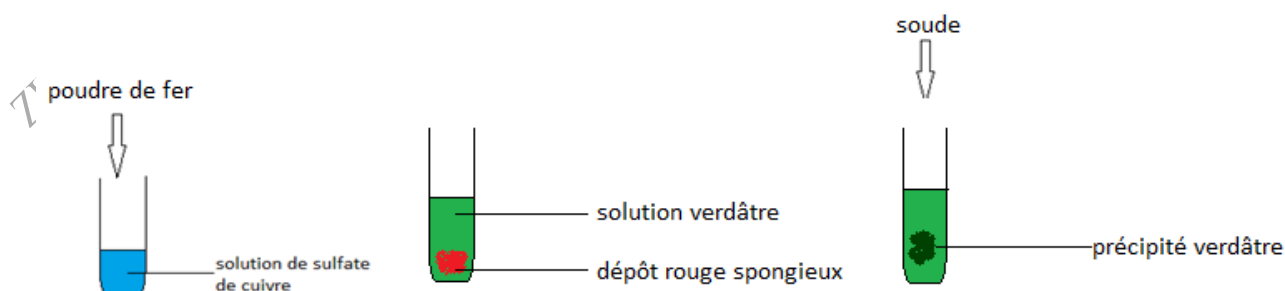
Quand on verse de l'ammoniaque dans une solution contenant des ions cuivre, il se forme un précipité bleuâtre (d'hydroxyde de cuivre).

Ce précipité se dissout si l'on continue de verser l'ammoniaque ; on obtient un liquide bleu intense appelé eau céleste. Le test à l'ammoniaque constitue également un moyen pour déceler l'ion cuivre.

II) TRANSFORMATION DE L'ION CUIVRE EN ATOME DE CUIVRE

1) Expérience

Dans un tube à essai, contenant une solution de sulfate de cuivre, on introduit de la poudre de fer.



**mise en évidence
des ions ferreux**

2) Observation

- Le fer se recouvre d'un dépôt rouge spongieux, qui est du cuivre métal
- La couleur bleue de la solution s'estompe puis disparaît
- L'action de la soude sur la solution obtenue donne un précipité verdâtre, caractérisant la présence d'ions ferreux Fe^{2+} dans la solution

3) Interprétation

- La disparition de la couleur bleue et la formation du métal cuivre montrent que les ions cuivre se transforment en cuivre



- Les ions ferreux Fe^{2+} se forment à partir d'atome de fer ayant perdu chacun deux électrons



Les transformations se produisent simultanément et les deux électrons libérés par l'atome de fer pour se transformer en ion ferreux sont récupérés par l'ion cuivre qui se transforme ainsi en atome de cuivre.

L'ion cuivre et l'atome de fer disparaissent tandis qu'il se forme un atome de cuivre et un ion ferreux, il s'agit donc d'une réaction chimique.

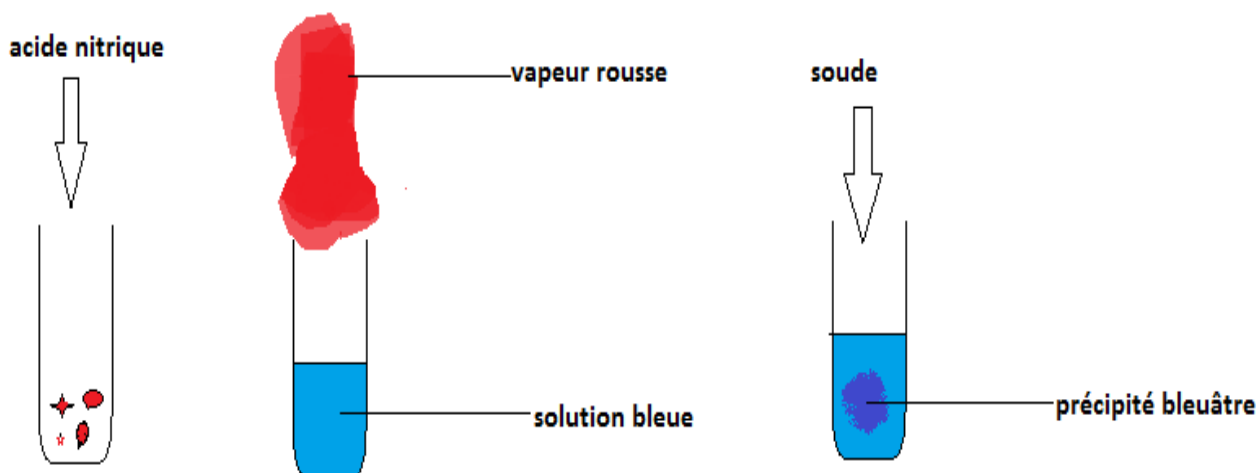
Équation bilan de la réaction entre le fer et l'ion ferreux : $\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} \rightarrow \text{Cu} + \text{Fe}^{2+}$

NB : dans la solution il n'existe pas d'électrons libres

III) TRANSFORMATION DE L'ATOME DE CUIVRE EN ION CUIVRE

1) Expérience

On introduit une solution d'acide nitrique dans un tube à essai contenant du cuivre.



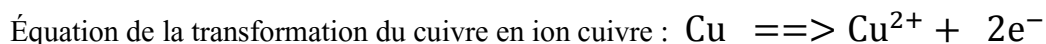
2) Observation

- Des vapeurs rousses se dégagent
- Le cuivre disparaît et la solution devient bleue

Le test à la soude ou à l'ammoniaque donne un précipité bleuâtre, ce qui montre la présence d'ion cuivre dans la solution.

3) Interprétation

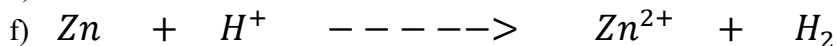
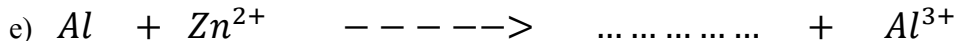
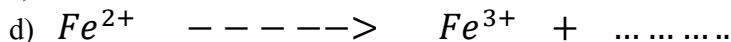
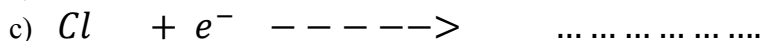
Le métal cuivre s'est transformé en ion cuivre en libérant deux électrons immédiatement captés par l'acide nitrique qui produit ensuite de l'oxyde d'azote qui en contact de l'air donne des vapeurs rousses (dioxyde d'azote)



Exercices

Questions de cours :

1) Compléter s'il y a lieu et équilibrer les équations bilan suivantes :



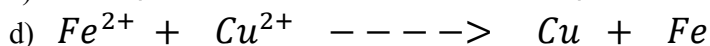
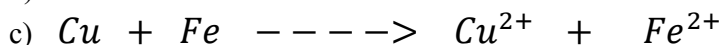
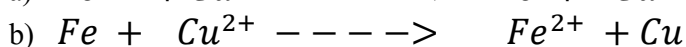
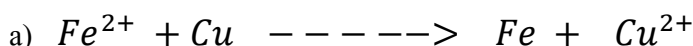
2) Comment tester la présence des ions suivants dans une solution: ion cuivre ; ion zinc ; ion ferreux

3) Un test à la soude sur trois solutions A, B et C donne:

A: précipité bleuâtre B: précipité blanchâtre C: précipité verdâtre

Trouver les ions métalliques contenus dans chacune de ces solutions

4) Laquelle de ces équations-bilans est écrite correctement ? que traduit-elle ?



Exercice 1: On plonge une tige d'aluminium dans une solution contenant des ions cuivre, on observe un dépôt de cuivre et la disparition de la couleur bleue. Il se forme également les ions aluminium

1) Traduire l'expérience par des équations chimiques détaillées, puis écrire l'équation bilan de la réaction chimique

2) Sachant que 54g d'aluminium réagissent pour former 192g de cuivre ; calculer :

d- La masse de cuivre qui se forme lorsqu'on utilise 135g d'aluminium

e- La masse d'aluminium utilisé lorsqu'on obtient 896g de cuivre

Exercice 2 : On plonge un clou dans une solution contenant des ions argent Ag^+ , on observe un dépôt d'argent sous forme de paillettes et si on verse de la soude dans la solution il se forme un précipité verdâtre. Quels sont les réactifs et les produits de cette réaction ? Écrire l'équation bilan de cette réaction chimique en équilibrant les charges électriques.

Exercice 3 : On dispose de trois tubes à essais numérotés de 1 ; 2 et 3.

- Le tube n°1 contient une solution aqueuse de sulfate de cuivre

- Le tube n°2 contient une solution aqueuse de chlorure de zinc

- Le tube n°3 contient une solution aqueuse de chlorure de cuivre.

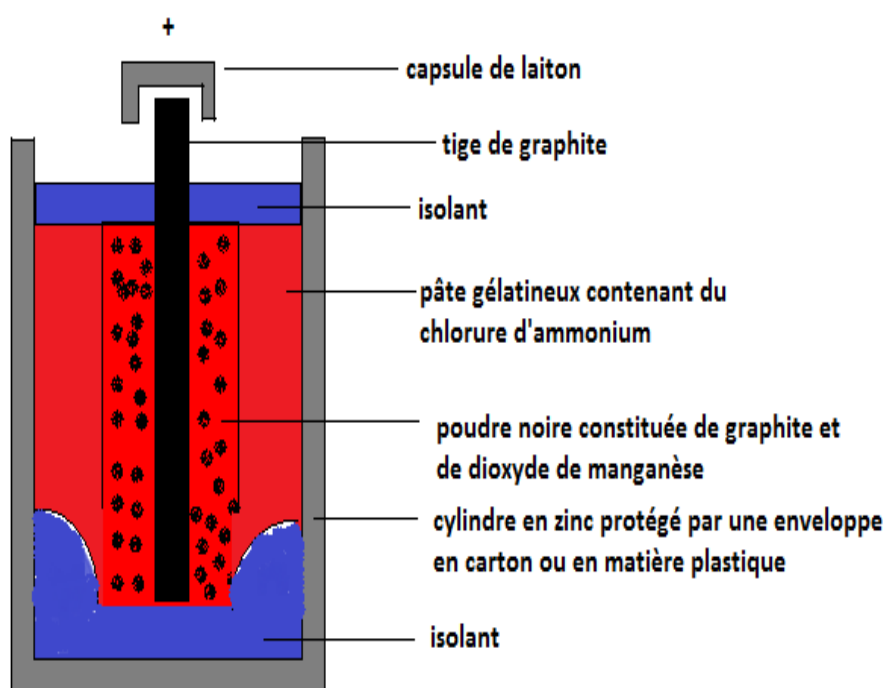
1) Quelle est la couleur des solutions contenues dans les tubes n°1 et n°3 ? justifier votre réponse

2) On verse quelques gouttes de soude dans les tubes n°2 et n°3. Qu'observe-t-on dans chaque tube ?

3) On verse de la poudre de fer dans la solution contenue dans le tube n°1. Ecrire l'équation bilan de la réaction qui a lieu.

CHAP.4 : UN GÉNÉRATEUR ÉLECTROCHIMIQUE : LA PILE

I) CONSTITUTION DE LA PILE



Dans une pile Leclanché, on distingue :

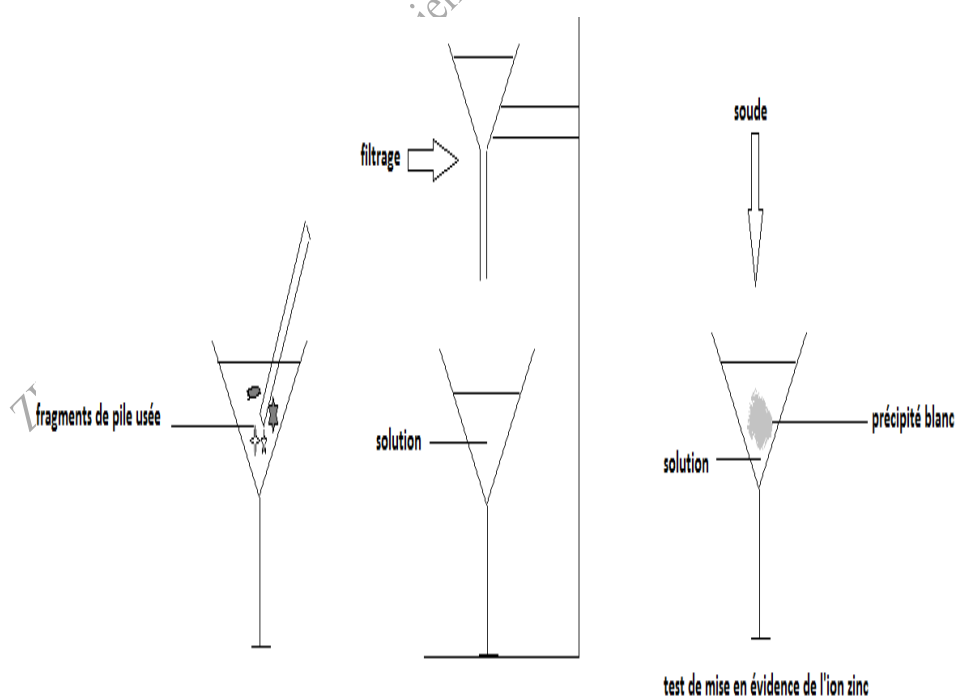
- un conducteur : le graphite, il constitue la borne positive de la pile
 - un électrolyte : le chlorure d'ammonium
 - un autre conducteur : le zinc, il constitue la borne négative de la pile
- La pile est donc constituée de deux conducteurs en contact avec un électrolyte.

II) L'USURE D'UNE PILE : LA CONSOMMATION DU ZINC

1) observation

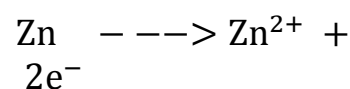
En observant une pile usée et une pile neuve, on constate que l'enveloppe de zinc de la pile usée a des trous et souvent la présence de poudre blanche. Le zinc présent dans la pile neuve a en partie disparue dans la pile usée. On dit que la pile consomme du zinc quand il fonctionne.

2) Interprétation

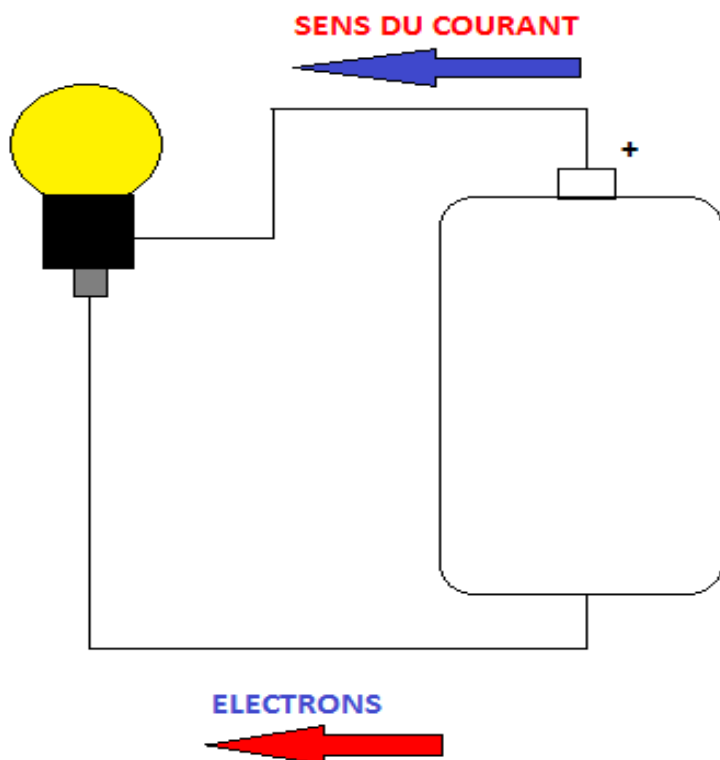


La consommation du zinc dans la pile s'explique par la transformation des atomes de zinc en ions zinc

Équation de la réaction :



III) LE FONCTIONNEMENT D'UNE PILE



Le courant électrique à l'extérieur d'une pile est assuré par une circulation d'électrons qui, provenant de la borne négative (zinc), se déplace dans les fils conducteurs vers la borne positive (le graphite).

Les électrons circulent en sens inverse du sens conventionnel du courant

Exercices

Questions de cours :

- 1) Faire le schéma d'une pile Leclanché.
- 2) Donner la nature de l'électrolyte de la pile Leclanché
- 3) Ecrire l'équation de la réaction traduisant la consommation du zinc dans la pile Leclanché
- 4) Répondre par vrai ou faux à chacune des affirmations suivantes :
 - a) Les électrons sont libérés par le zinc
 - b) Les électrons circulent dans le fil
 - c) Les électrons sont retenus par le graphite
 - d) Les électrons retournent au zinc à travers l'électrolyte

Exercice 1 : Une pile Leclanché consomme 10mg de zinc par minute.

- 1) Sachant que la masse d'atome de zinc est de 10^{-22} g, calculer le nombre d'atome de zinc transformé en une heure.
- 2) La masse de zinc dans une pile étant 10 g, calculer le temps théorique de fonctionnement.

Exercice 2 : une pile plate qui alimente une ampoule électrique consomme 240mg de zinc par heure.

- 1) Calculer la durée de fonctionnement de cette pile, sachant que chacun de ces trois éléments contient 8 g de zinc. On suppose que la pile est hors d'usage quand tout le zinc est consommé.
- 2) Le résultat trouvé vous semble-t-il plausible ? justifier
- 3) Interpréter la consommation du zinc dans cette pile.
- 4) Dire que deviennent les électrons cédés par le zinc

Exercice 3 : le jus de citron est une solution contenant des ions. On peut constituer une pile à l'aide de cette solution, d'une tige de graphite et une lame de zinc. Faire un schéma et indiquer les polarités de cette pile.

I. L'AIR

1) Composition

L'air contient en volume $\frac{1}{5}$ d'oxygène soit 20% et $\frac{4}{5}$ d'azote soit 80%. Des mesures précises montrent que l'air contient 78% d'azote, 21% d'oxygène et 1% d'autres gaz. Dans les 1% il y a les gaz rares (néon, hélium, krypton, argon, ...) il y a aussi du dioxyde de carbone, de la vapeur d'eau et quelques traces d'hydrogène.

2) Masse volumique

Dans les conditions normales de température et de pression la masse volumique de l'air est sensiblement égale à 1,2g/l ou 1,2kg/m³.

3) Pression atmosphérique

La pression atmosphérique au niveau de la mer est de 1013 mbar soit 1013 hectopascals ou 760mm de mercure. Les molécules des gaz qui constituent l'air sont poussées vers le bas par celles qui sont au-dessus, ce qui fait que l'air est rare en altitude et sa pression y est plus faible.

II. LE MODÈLE DES GAZ

Structure moléculaire :

Un gaz est constitué de petits grains invisibles de matières appelés molécules. La taille de la molécule est l'ordre de 10^{-9} m et sa masse est environ 10^{-26} kg.

Tous les gaz sont faits de molécules, on dit qu'ils ont une structure moléculaire.

Structure dispersée des gaz :

La distance séparant les molécules étant très grande par rapport à leurs dimensions, on dit que les gaz ont une structure dispersée car il existe beaucoup de vide entre les molécules.

Mouvement perpétuel des molécules :

Les molécules des gaz ne restent pas immobiles, elles ont un mouvement incessant et désordonné. Elles se heurtent, changent de direction, rebondissent sur les parois du récipient qui contient le gaz. Leur choc contre les parois du récipient est à l'origine de la pression du gaz.

III. LES PROPRIÉTÉS DES GAZ

Compressibilité :

On peut diminuer le volume d'un gaz, on dit que le gaz est compressible.

En raison du vide qui existe entre les molécules, elles peuvent se rapprocher par compression pour occuper un petit volume, cela entraîne une augmentation de la pression du gaz.

Expansibilité :

On peut augmenter le volume d'un gaz, on dit que le gaz est expansible.

L'agitation incessante et désordonnée des molécules tend à les disperser, elles occupent ainsi tout volume qu'on leur offre. Cela entraîne une diminution de la pression du gaz.

Miscibilité :

Plusieurs gaz mis ensemble se mélangent aisément, on dit que les gaz sont miscibles.

En raison du vide qui existe entre les molécules et leur agitation incessante, les molécules d'un gaz peuvent pénétrer un autre gaz

Exercices

Questions de cours

- 1) Définir les trois propriétés suivantes des gaz : compressibilité ; expansibilité ; miscibilité
- 2) Pourquoi dit-on que les gaz ont une structure dispersée ?
- 3) Qu'est-ce que le chaos moléculaire ?
- 4) Rappeler la composition de l'air en volume
- 5) Expliquer grâce au modèle moléculaire des gaz le phénomène de pression
- 6) Si on augmente le nombre de molécules sans changer leur vitesse ni le volume qu'elles occupent, la pression augmente-t-elle ou diminue-t-elle ? pourquoi ?
- 7) Si on augmente la température la vitesse des molécules augmente. Si on garde le même nombre de molécules et le même volume ; en augmentant la température, la pression augmente-t-elle ou diminue-t-elle ? pourquoi ?
- 8) Répondre par vrai ou faux
 - a) Les molécules d'un gaz sont distantes de quelques nanomètres
 - b) Les molécules d'un gaz se déplacent toutes dans la même direction
 - c) L'agitation des molécules est temporaire
 - d) La pression est due aux chocs des molécules

Exercice 1 : Une salle de classe a les dimensions suivantes : $L = 9,50\text{m}$ $l = 8,20\text{m}$ et $h = 4,00\text{m}$.

Calculer le volume d'air contenu dans cette salle. Quelle est la masse d'air contenu dans la salle. On donne

$$\rho_{\text{air}} = 2,3 \text{ g/l}$$

Exercice 2 : un bocal de volume 200ml contient de l'air. Quel est le volume de dioxygène contenu dans ce bocal ? Quel est le volume d'azote contenu dans ce bocal ?

Exercice 3 :

- a) Quelle est la masse volumique de l'air à la surface de la terre en g/l et kg/m^3 ?
- b) Exprimer cette quantité en g/m^3 et kg/l puis en g/mm^3

Exercice 4 : Calculer la masse de l'atmosphère en admettant que tout se passe comme si l'air avait une masse volumique de $1,2\text{g/l}$ sur une épaisseur de 8km. Le rayon de la terre R est environ 6400 km et l'on te

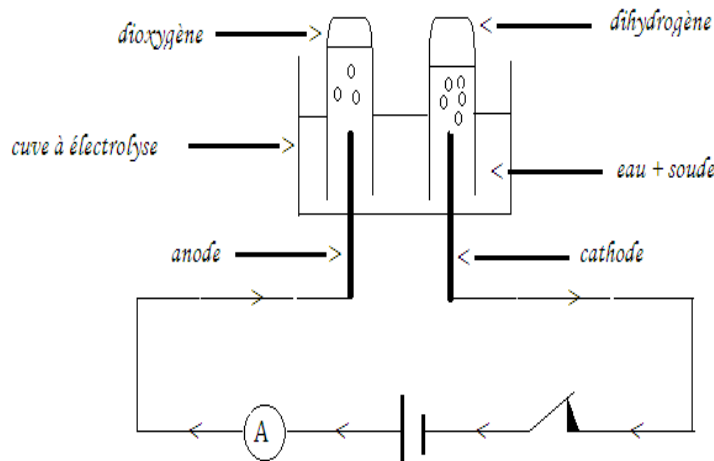
rappelle que le volume d'une sphère se calcule à l'aide de la formule suivante $V = \frac{4}{3}\pi R^3$

L'air, comme tous les gaz, est expansible. Pourquoi est-il retenu autour de la terre ?

Exercice 5 : Calculer la masse de 1 litre d'air, sachant que la masse volumique de l'oxygène est de $1,43\text{kg/m}^3$ et celle de l'azote $1,25\text{kg/m}^3$. On rappelle que l'air contient environ 80% d'azote et 20% d'oxygène.

CHAP.6 : L'ÉLECTROLYSE ET LA SYNTHÈSE DE L'EAU

I. L'ÉLECTROLYSE DE L'EAU



Montage expérimental réalisé pour l'électrolyse de l'eau

2. Identification des gaz

À la cathode

Le gaz obtenu est incolore et s'enflamme en émettant un bruit caractéristique, on dit qu'il aboie, il brûle avec une flamme pâle : c'est le dihydrogène de formule H_2

À l'anode

Le gaz obtenu est incolore et rallume une buchette ne présentant qu'un point incandescent, c'est le dioxygène de formule O_2

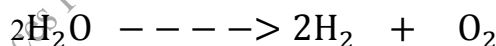
On peut écrire que l'eau en décomposant donne du dihydrogène et du dioxygène :



3. Équation bilan de la réaction

Une molécule d'eau est constituée de deux atomes d'hydrogène H et un atome d'oxygène

L'équation-bilan de l'électrolyse de l'eau



4. Proportion en volume des produits de la réaction

Au cours de l'électrolyse de l'eau, le volume de dihydrogène formé est le double de celui du dioxygène soit :

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

Remarque

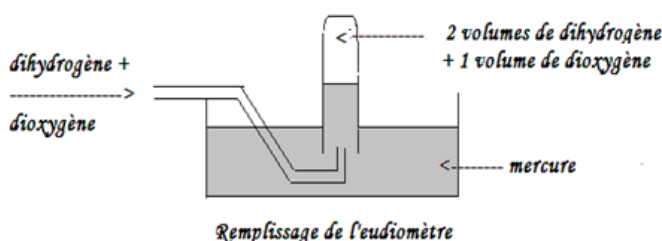
- La soude apporte à l'eau les ions nécessaires au passage du courant
- L'électrolyse de l'eau consomme de l'énergie

5. Définition

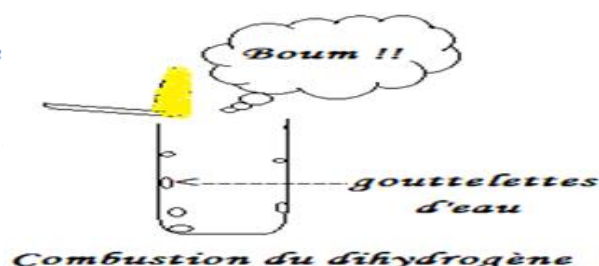
On appelle électrolyse de l'eau, la décomposition de l'eau en ses différents éléments constitutifs (hydrogène et oxygène) par le courant électrique.

II. SYNTHÈSE DE L'EAU

1. Expérience



Remplissage de l'eudiomètre



Combustion du dihydrogène

On mélange dans un eudiomètre deux volumes de dihydrogène et un volume de dioxygène puis on enflamme le mélange gazeux.

On obtient une explosion violente et une légère buée et de fines gouttelettes d'eau pure à l'intérieur de l'eudiomètre.

2. Interprétation

Il y a eu combustion rapide du dihydrogène ce qui s'est traduit par l'explosion.

Cette combustion dégage de la chaleur, on parle de combustion exothermique.

Du dihydrogène et du dioxygène disparaissent tandis qu'il se forme de l'eau.

On peut écrire : dihydrogène + dioxygène -----> eau

3. Équation bilan de la réaction

L'équation bilan de la synthèse de l'eau s'écrit : $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \text{ -----} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

4. Définition

La synthèse de l'eau est la reconstitution de l'eau à partir du dihydrogène et du dioxygène.

Exercices

Questions de cours

- 1) Définir : Electrolyse de l'eau ; la synthèse de l'eau ;
- 2) L'eau pure ne conduit le courant. Pourquoi ? que faut-il ajouter à l'eau pour pouvoir faire l'électrolyse de l'eau ?
- 3) Comment peut-on réaliser la synthèse de l'eau ? quels sont les volumes des gaz qui doivent être mis en présence pour n'obtenir que de l'eau à la fin de l'expérience ?
- 4) Faire un schéma expérimental pour faire l'électrolyse de l'eau. Mettre un ampèremètre pour mesurer l'intensité du courant électrique traversant l'eau et un voltmètre pour mesurer la tension électrique aux bornes des électrodes.

Exercice 1 : On mélange 4cm^3 de dihydrogène avec 12cm^3 d'air sec dans une éprouvette. On approche une flamme. Après explosion, quels gaz restent dans l'éprouvette.

Exercice 2 : Un eudiomètre contient un mélange de 35cm^3 d'hydrogène et 12cm^3 d'oxygène. On fait éclater une étincelle électrique dans ce mélange.

- a) Qu'obtient-on ? Justifier
- b) Donner la nature et le volume du gaz qui reste en excès après l'explosion.

Exercice 3 : Lors de l'électrolyse de l'eau l'on recouvre les deux électrodes avec une seule éprouvette. Au passage du courant on recueille 30cm^3 de gaz.

- a) Ecrire l'équation bilan de la composition de l'eau.
- b) Trouver les volumes de dihydrogène et de dioxygène contenus dans l'éprouvette.

Exercice 4 : Lors de l'électrolyse de l'eau, il se dégage 24l de dihydrogène pour 18g d'eau décomposée.

- a) Ecrire l'équation bilan.
- b) Quel est le volume et la nature du gaz dégagé à chaque électrode si $0,37\text{g}$ d'eau ont été décomposées ?

Exercice 5 : Préciser la nature et le volume du gaz restant si on enflamme les mélanges suivants :

- 1) 10ml de dihydrogène et 5ml de dioxygène ?
- 2) 40ml de dihydrogène et 30ml de dioxygène ?
- 3) 50ml de dihydrogène et 20ml de dioxygène ?
- 4) 40ml de dihydrogène et 100ml d'air ?
- 5) 20ml de dihydrogène et 60ml d'air ?

CHAP.7 : LES ALCANES ET LEUR COMBUSTION

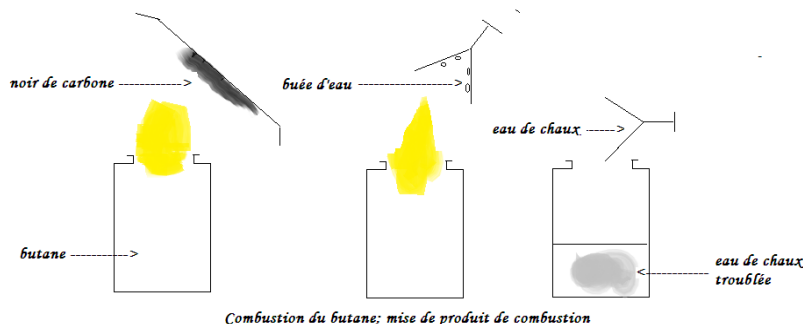
I. LES HYDROCARBURES

1. Définition

Un hydrocarbure est un corps constitué uniquement des seuls atomes d'hydrogène (H) et de carbone (C).

Exemples : CH_4 méthane C_2H_2 acétylène C_2H_4 éthylène C_6H_6 benzène

2. Comment vérifier la composition d'un hydrocarbure



Les produits de la combustion sont :

- Le carbone (C)
- L'eau (H_2O)
- Le dioxyde de carbone (CO_2)

Schéma de la réaction : butane + dioxygène $\rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{C}$

Les atomes d'oxygène peuvent provenir de l'air mais les atomes de carbone et d'hydrogène ne peuvent provenir que du butane, ce qui prouve que le butane est formé d'atome de carbone et d'hydrogène.

Remarque :

La présence de carbone est preuve d'une combustion incomplète.

Si on réalise à nouveau l'expérience avec de l'oxygène en excès, on constate qu'il ne se forme plus que de dioxyde de carbone et de l'eau.

II. LES ALCANES

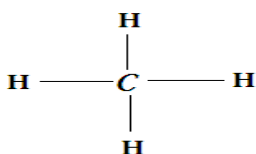
Les alcanes sont des hydrocarbures saturés à chaînes ouvertes.

Les noms des alcanes se termine par « ane » et de formule générale est $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ avec $n > 0$

Exemples : le méthane ; l'éthane ; le propane ; le butane ; le pentane

1.

Le méthane

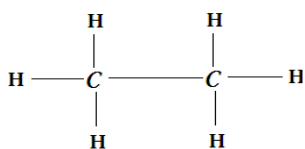


La molécule de méthane a pour formule brute : CH_4

Les atomes d'hydrogène sont liés à l'atome de carbone.

Formule développée plane :

2. L'éthane

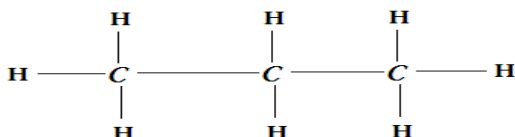


La molécule d'éthane a pour formule brute : C_2H_6

Formule développée plane :

3.

Le propane

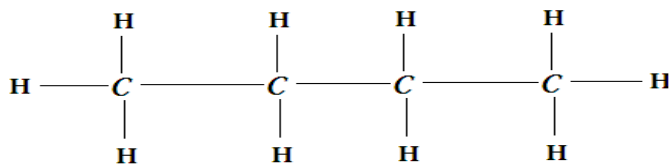


La molécule de propane a pour formule brute : C_3H_8

Formule développée plane :

4. Le butane

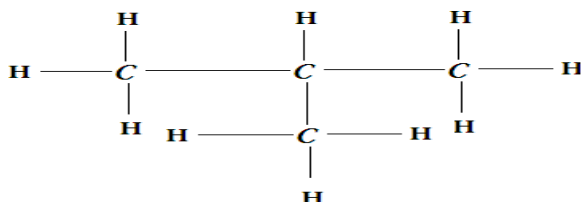
La molécule de butane a pour formule brute : C_4H_{10}



Formule développée :

(a) Elle est appelée chaîne linéaire, on l'appelle butane normal.

Le butane peut avoir de ramification au niveau de la chaîne carbonée.



(b)

(a) et (b) sont des isomères

5. Les isomères

On appelle isomère des corps de même formule brute mais de formule développées différentes.

Remarque : tous les alcanes dont le nombre d'atome de carbone est supérieur à quatre possèdent des isomères.

Application :

Un alcane possède au total 17 atomes

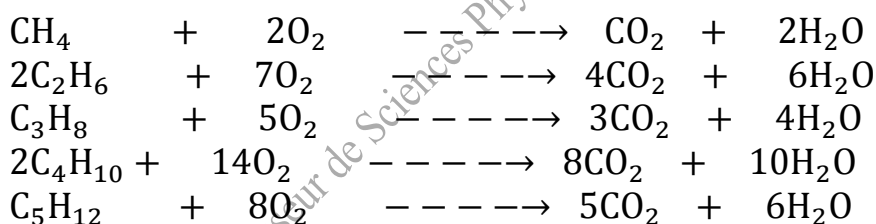
Déterminer sa formule brute puis le nommer

Écrire les formules développées de ses isomères.

III. COMBUSTION COMPLÈTE DES ALCANES- ÉQUATION-BILAN

Tous les alcanes réagissent avec le dioxygène dans le CNTP pour donner du dioxyde de carbone (CO_2) et de l'eau (H_2O).

Équation-bilan de la réaction de combustion des cinq premiers alcanes :



Exercices

Questions de cours :

- 1) Définir : hydrocarbure ; isomère ;
- 2) Donner la formule générale des alcanes
- 3) Un alcane a 2 atomes de carbone, écrire sa formule brute ainsi l'équation de sa combustion complète
- 4) Le pentane est un hydrocarbure renfermant 5 atomes de carbone.
 - a) Ecrire sa formule brute
 - b) Ecrire l'équation de la réaction de combustion du pentane.
- 5) L'octane est un alcane liquide présent dans l'essence de voiture sa molécule comporte 8 atome de carbone.

Ecrire sa formule brute et trois de ses formules développées.

Exercice 1 : Un alcane a 23 atomes au total de sa molécule

- a) Déterminer sa formule brute et son nom.

- b) Ecrire les formules développées de tous ses isomères
- c) Ecrire l'équation bilan équilibrée de sa combustion complète dans le dioxygène

Exercice 2 : La combustion complète d'un alcane produit 6 molécules d'eau

- a) Ecrire sa formule brute. Justifier
- b) Ecrire l'équation bilan de sa combustion complète
- c) Ecrire les formules développées de tous les isomères correspondants.

Exercice 3 : Un alcane a au total 23 atomes dans sa molécule.

- a) Après avoir rappelé la formule générale des alcanes, détermine la formule brute et le nom de cet alcane.
- b) Dessine les formules développées de trois (03) de ses isomères.
- c) On brûle 50cm^3 de sa vapeur dans l'air. Sachant que sa combustion est complète et totale calcule le volume d'air utilisé.

Exercice 4 : La combustion complète dans l'air du pentane produit de l'eau et un gaz qui trouble l'eau de chaux.

- a) Ecrire l'équation bilan de cette réaction
- b) Ecrire les formules développées des isomères du pentane
- c) La combustion a nécessité 15cm^3 d'oxygène. Quel est le volume du pentane brûlé sachant que la combustion de 0,5 litres de pentane nécessite 4 litres d'oxygène ?
- d) La combustion se faisant dans l'air. Quel est le volume d'air ?

Exercice 5 : On fait brûler 10cm^3 de propane dans du dioxygène

- a) Ecrire l'équation chimique de la réaction sachant qu'il s'agit d'une combustion complète.
- b) Sachant qu'un même nombre de molécules de gaz occupe toujours le même volume quel que soit le gaz, trouver le volume d'oxygène nécessaire et le volume de dioxyde de carbone formé.

Exercice 6 : On réalise la combustion complète d'un mélange de méthane et de dioxygène dans une éprouvette

- a) Ecrire l'équation chimique de la réaction.
- b) Si on veut faire brûler 15cm^3 de méthane quel volume d'oxygène faudrait-il mettre pour qu'il ne reste plus de méthane à la fin de la réaction.
- c) On place 40cm^3 de dioxygène dans l'éprouvette (en plus des 15cm^3 de méthane). Quelle sera la composition du mélange final ?
- d) On mélange aux gaz de combustion l'eau de la chaux. Que se passe-t-il ? Pourquoi ?

Exercice 7 : on fait brûler du propane dans du dioxygène.

- 1) Ecrire l'équation bilan de sa combustion complète
- 2) La combustion a nécessité 89,6L de dioxygène. Sachant que la combustion complète de 22,4 L de propane nécessite 112 L de dioxygène et produit 67,2 L de dioxyde de carbone et 72g d'eau.

Calculer :

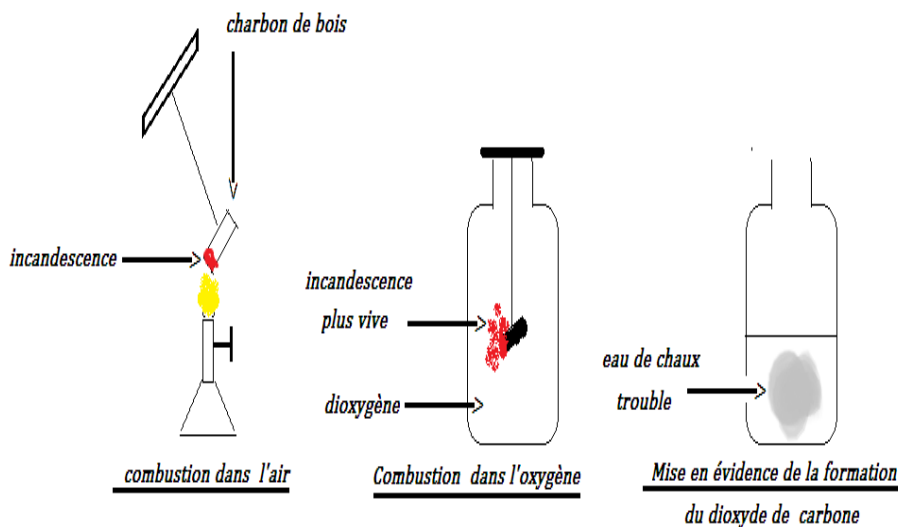
- a) Le volume de propane brûlé
- b) Le volume de dioxyde de carbone produit
- c) La masse d'eau formée

Exercice 8 : on fait éclater une étincelle électrique dans 600 ml d'un mélange de dihydrogène et de dioxygène. Après combustion il ne reste dans le mélange résiduel 54 ml de dioxygène

- 1) a) comment peut-on mettre en évidence le dioxygène restant ?
b) calculer le volume de dioxygène et de dihydrogène contenu dans le mélange initial
- 2) le dioxygène restant est utilisé pour la combustion complète d'un volume V d'éthane
 - a) Ecrire l'équation bilan équilibrée de la combustion complète de l'éthane
 - b) sachant que la combustion de 22,4 L d'éthane nécessite 78,4 L de dioxygène, déterminer le volume V d'éthane.

I. LA COMBUSTION DU CARBONE

1. Expérience



Plaçons un morceau de charbon de bois dans la flamme d'un bec bunsen. Il brûle et devient incandescent.

Plaçons le maintenant dans un bocal contenant du dioxygène, il brûle avec une incandescence plus vive.

Il se dégage beaucoup de chaleur au cours de la réaction : on dit la réaction est exothermique.

2. Interprétation

Au bout de quelques instants, la combustion cesse car tout le dioxygène contenu dans le bocal a été consommé, du carbone aussi a été consommé. Il se forme du dioxygène, lequel est mise en évidence par l'eau de chaux qui se trouble à son contact

3. Conclusion

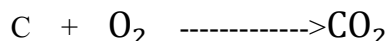
Au cours de la combustion du carbone deux phénomènes sont observés :

- La disparition du carbone et du dioxygène,
- L'apparition du dioxyde de carbone

La combustion du carbone est donc une réaction chimique.

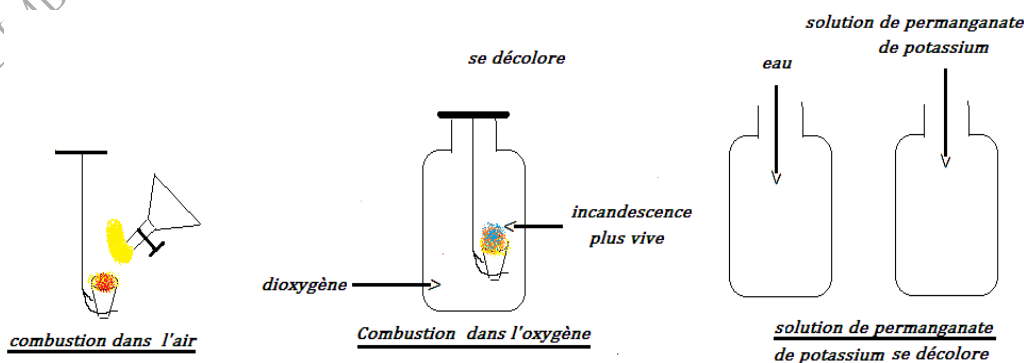
4. Équation-bilan de la combustion du carbone

Réactifs : carbone (C) et dioxygène (O₂) Produit formé : (CO₂)



II. LA COMBUSTION DU SOUFRE

1. Expérience



Enflammons du soufre contenu dans un creuset puis plongeons le creuset dans un bocal contenant du dioxygène.

2. Interprétation

Une partie du soufre et de l'oxygène contenu dans le bocal disparaissent au cours de cette réaction.

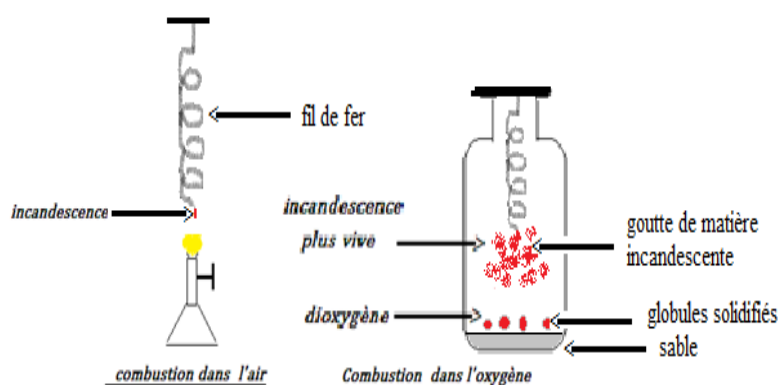
Il se forme un gaz incolore et suffocant : le dioxyde de soufre. Le dioxyde de soufre se dissout dans l'eau et décolore une solution de permanganate de potassium.

L'apparition du dioxyde de soufre et la disparition du soufre et du dioxygène montrent qu'il s'agit donc d'une réaction chimique entre le soufre et le dioxygène.

3. Équation-bilan

Réactifs : carbone (S) et dioxygène (O_2) Produit formé : (SO_2) $S + O_2 \longrightarrow SO_2$

III. LA COMBUSTION DU FER



1. Expérience

En enflammant un fil de fer enroulé en spires, il devient incandescent. Placer dans un flacon contenant du dioxygène, il brûle encore plus vif avec un dépôt de goutte de matière incandescente.

2. Interprétation

Une partie du fer et du dioxygène ont été consommés. Il y a eu formation d'un nouveau corps : l'oxyde magnétique de fer. Il s'agit d'une réaction chimique entre le fer et le dioxygène.

3. Équation-bilan

Cette réaction se traduit par l'équation bilan suivant : $3Fe + 2O_2 \longrightarrow Fe_3O_4$

IV. FORMATION DE LA ROUILLE

Au contact de l'air humide, le fer se recouvre lentement d'un produit poreux rouge brun appelé rouille. La rouille est essentiellement constituée d'oxyde ferrique Fe_2O_3 qui est une réaction entre le fer et les atomes d'oxygène de l'air. La réaction est exothermique mais très lente.

V. OXYDATION ET COMBUSTION

Les combustions dans l'air ou dans le dioxygène du carbone, du soufre et du fer donnent des oxydes : on dit que ces combustions sont des oxydations.

Quand une oxydation dégage beaucoup de chaleur et se manifeste par l'apparition d'une flamme, d'une incandescence, on parle de combustion.

Quand l'oxydation est trop lente pour que la chaleur dégagée ne puisse être détectée, on parle d'oxydation lente.

Exercices

Questions de cours

- 1) a- Ecrire l'équation bilan équilibrée de la combustion du soufre dans le dioxygène
b- Comment appelle-t-on le produit formé ? Comment l'identifie-t-on ?
- 2) le monoxyde de carbone, gaz toxique, brûle avec le dioxygène de l'air en produisant du dioxyde de carbone.
 - a) Ecrire la formule de ces deux oxydes
 - b) Ecrire l'équation bilan de cette combustion
- 3) Préciser le nom et la formule des gaz dont les effets sont :
 - a) Décolore une solution de permanganate de potassium
 - b) Détone à l'approche d'une flamme
 - c) Ranime une flamme
 - d) Trouble l'eau de chaux
- 4) Ecrire l'équation bilan de l'oxydation du fer à chaud puis à froid, nommer à chaque fois les produits formés.

Exercice 1 :

On brûle complètement 224 g de soufre dans du dioxygène.

- 1) Ecrire l'équation de la réaction
- 2) Quel est le nom du gaz obtenu ? comment le met-on en évidence ?
- 3) Sachant que dans les conditions normales de température et de pression 32 g de soufre brûle dans 32 g de dioxygène pour donner 22,4L du gaz obtenu
 - a) La masse de dioxygène consommée
 - b) Le volume de gaz obtenu

Exercice 2 :

On brûle 20g de soufre (S) dans un flacon de 500cm³ contenant du dioxygène O₂

- a) Ecrire l'équation-bilan équilibrée de la réaction chimique.
- b) Il reste en fin de réaction 13,5g de soufre. En déduire la masse de soufre ayant réagi.
- c) Calculer la masse de dioxygène consommée, sachant que les conditions de l'expérience : un litre de dioxygène pèse 1,3g
- d) Quelle est la masse des produits formés.

Exercice 3 :

- 1) Le sulfure de fer (FeS) est obtenu en combinant le fer et le soufre dans les proportions suivantes :
masse de fer 64% ; masse de soufre 36%.
 - a) Ecrire l'équation de la réaction chimique
 - b) Quelle masse de fer faut-il combiner à 18 g de soufre pour que la réaction soit complète ?
 - c) Calculer la masse du soufre obtenue
- 2) Lors de l'électrolyse de l'eau, il se dégage 24 L de dihydrogène pour 18 g d'eau décomposée.
 - a) Ecrire l'équation bilan
 - b) Quel est le volume et la nature du gaz dégagé à chaque électrode si 0,37 g d'eau ont été décomposés ?

Exercice 4 : Quand le fer rouille à l'air, il se forme un oxyde de fer

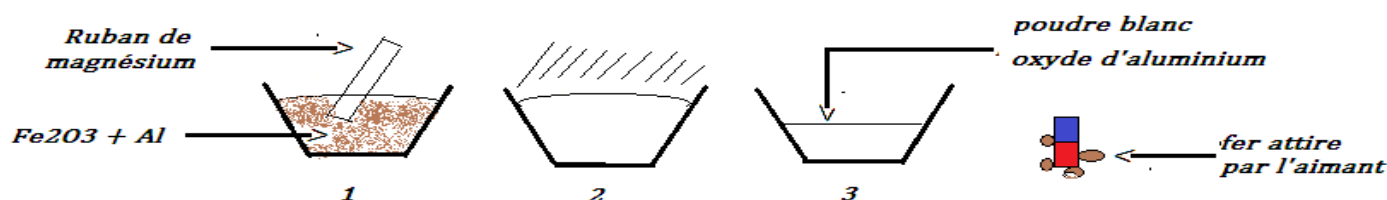
- a) Quelle est la formule de cet oxyde ? Quelle est la formule de l'oxyde qui se forme lors de la combustion du fer ?
- b) La formation de la rouille est exothermique. Pourquoi ne perçoit-on pas une élévation de température ?
- c) La combustion du fer et la formation de la rouille sont-elles des oxydations ? si oui, pourquoi ?
- d) On ne doit pas appeler la formation de la rouille une combustion. Pourquoi ? comment désignation-t-on cette réaction chimique ?

CHAP.9 : LA RÉDUCTION DE L'OXYDE FERRIQUE ET DE L'OXYDE DE CUIVRE

I. RÉDUCTION DE L'OXYDE FERRIQUE

1. Expérience

Mélangeons quelques grammes de poudre d'oxyde ferrique et de poudre d'aluminium dans un creuset que nous coiffons avec un ruban de magnésium.



En enflammant le ruban de magnésium pour amorcer la réaction il se produit une lumière éblouissante accompagnée d'une gerbe d'étincelles.

Après refroidissement on constate:

- la formation d'un métal qui est attiré par l'aimant : c'est du fer
- la présence d'une poudre blanche : c'est l'oxyde d'aluminium ou alumine

2. Interprétation

Au cours de la réaction l'aluminium (Al) et l'oxyde ferrique (Fe_2O_3) disparaissent pour faire apparaître du fer (Fe) et de l'alumine (Al_2O_3).

Il s'agit donc d'une réaction chimique entre l'oxyde ferrique et l'aluminium.

3. Équation-bilan

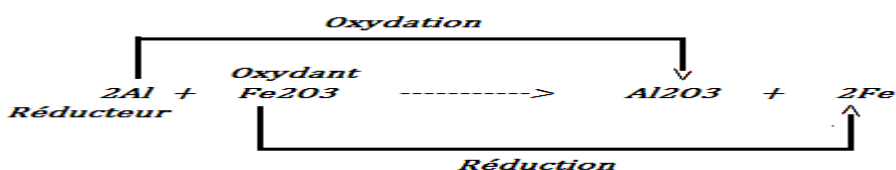
Cette réaction se produit selon l'équation bilan suivante : $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \longrightarrow 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$

Aluminium enlève à l'oxyde ferrique ses atomes d'oxygène, on dit que l'aluminium a réduit l'oxyde ferrique. L'aluminium est le réducteur et le passage de l'oxyde ferrique au fer est appelé réduction.

Le passage de l'aluminium à l'alumine est appelé oxydation.

4. Conclusion

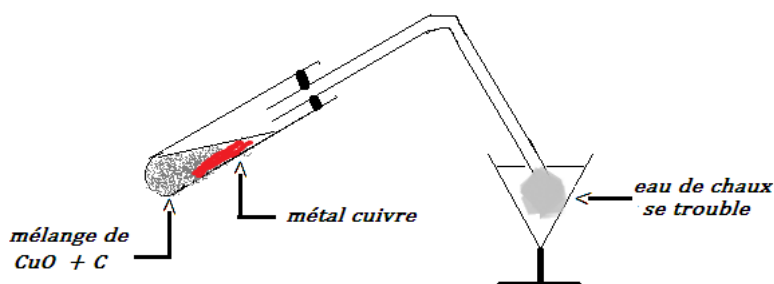
La réduction de l'oxyde ferrique s'accompagne de l'oxydation de l'aluminium : on écrit :



II. RÉDUCTION DE L'OXYDE CUIVRIQUE

1. Expérience

On chauffe un mélange d'oxyde cuivrique de couleur noir avec du charbon de bois.



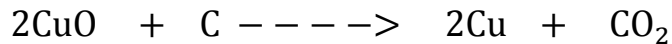
Il se dégage du dioxyde de carbone et on observe après refroidissement un dépôt de poudre rouge : c'est du cuivre.

2. Interprétation

L'oxyde cuivrique et le charbon de bois disparaissent au cours de la réaction et il se forme du cuivre et du dioxyde de carbone. Il s'agit d'une réaction chimique et elle est exothermique.

3. Équation-bilan

Cette réaction se produit selon l'équation bilan suivante :



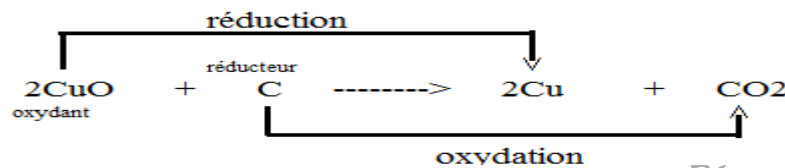
Le carbone enlève à l'oxyde cuivrique son atome d'oxygène, on dit que le carbone a réduit l'oxyde cuivrique.

Le carbone est le réducteur et le passage de l'oxyde cuivrique au cuivre est appelé réduction.

Le passage du carbone au dioxyde de carbone est appelé oxydation.

4. Conclusion

La réduction de l'oxyde cuivrique s'accompagne de l'oxydation du carbone : on écrit :



Questions de cours

Définir : oxydant ; réducteur ; oxydation ; réduction

Exercice 1 : on réalise la combustion du fer dans un bocal de capacité 0,5L contenant du dioxygène. Avant la combustion la masse de fer est de 4,3 g, après combustion il ne reste 2,6 g de fer.

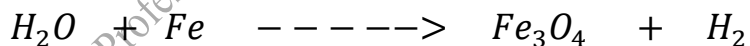
- 1) Calculer la masse de fer qui a brûlé
- 2) Calculer la masse de dioxygène consommée sachant que la masse volumique du dioxygène est de 1,4g/L
- 3) Déterminer la masse d'oxyde magnétique de fer obtenue

Exercice 2 :

- 1) Ecrire l'équation de réduction de l'oxyde de cuivre CuO par le carbone. Au cours de la réaction : Quel est le corps réduit ? Quel est le réducteur ? Quel est le corps oxydé ? Quel est l'oxydant ?
- 2) Définir : oxydant ; réducteur

Exercice 3 :

- 1) Equilibrer l'équation chimique traduisant la réduction de la vapeur d'eau par le fer.



- 2) Dans les conditions de l'expérience, 9g d'eau réagissent avec 21 g de fer pour former 29 g d'oxyde magnétique de fer et 11,2 L de dihydrogène. On réduit 63 g d'eau ; calculer :
 - a) La masse m de fer nécessaire
 - b) Le volume V de dihydrogène dégagé.

Exercice 4

Les proportions d'aluminium et d'oxyde ferrique qu'il faut mélanger pour que ces deux corps disparaissent totalement en réagissant sont :

54 g d'aluminium pour 160 g d'oxyde ferrique. Quel est, parmi les trois mélanges suivants, celui qui a bien été préparé dans les proportions indiquées ci-dessus ?

- a) 10,8 g d'aluminium pour 320 g d'oxyde ferrique ;
- b) 2,7 g d'aluminium pour 8 g d'oxyde ferrique ;
- c) 3 g d'aluminium pour 10 g d'oxyde ferrique.

CHAP.10 : IMPORTANCE INDUSTRIELLE DE LA RÉDUCTION DES OXYDES

I. Du minerai au métal

La plupart des métaux n'existent pas à l'état naturel sauf l'or, l'argent et le platine. Ils sont extraits à partir de minerai.

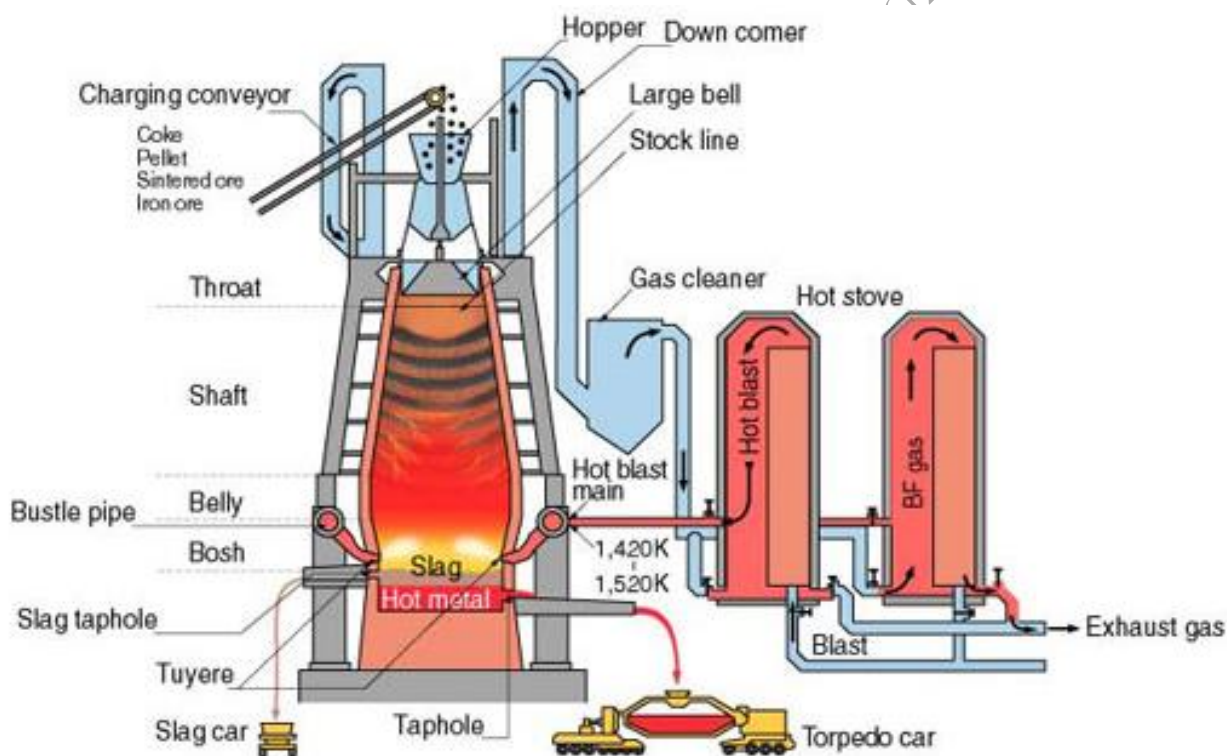
Un minerai est une roche dans laquelle, on peut extraire un métal.

Les minerais contiennent des oxydes métalliques mais aussi de sulfures, carbonates.

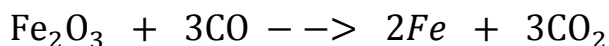
- Le minerai du fer contient généralement de la rouille Fe_2O_3
- Le minerai d'aluminium ou bauxite contient de l'alumine Al_2O_3
- Le minerai de zinc ou blende est un sulfure et non un oxyde

Pour obtenir le métal, il faut réduire l'oxyde et si le minerai n'est pas un oxyde, on le transforme d'abord en oxyde avant de le réduire.

II. L'obtention de la fonte



Le minerai de fer est un mélange de Fe_2O_3 et de gangue (terre). La réduction de l'oxyde ferrique Fe_2O_3 utilise le monoxyde de carbone CO, gaz obtenu par la combustion du carbone à haute température.



La réduction se fait dans un haut fourneau, où on introduit un mélange composé de minerai, de coke et du fondant. Le coke est du carbone pur obtenu à partir de la houille, c'est sa combustion à haute température qui produit le monoxyde de carbone CO. Le fondant se combine à la gangue au cours du processus pour former un produit appelé laitier.

Le fer et le laitier sont obtenus à l'état liquide. Le coke qui n'a pas brûlé se combine au fer liquide pour donner la fonte. La fonte est donc du fer contenant du carbone.

III. de la fonte à l'acier

La fonte est du fer contenant 3 à 4% de carbone et d'autres impuretés tels que le soufre, le phosphore, le silicium,... Elle sera traitée de sorte à éliminer les impuretés et une bonne partie du carbone. On obtient alors que le fer contenant moins de 1% de carbone appelé acier.

IV. l'élaboration de l'aluminium

1. le minerai

Le minerai d'aluminium ou bauxite est constitué d'alumine Al_2O_3 généralement mélangé à l'oxyde ferrique Fe_2O_3 . L'alumine est un oxyde très difficile à réduire, c'est pourquoi on utilisera un autre type de réduction : l'électrolyse.

2. l'électrolyse de l'alumine

L'électrolyte est composé d'alumine fondu et de cryolithe. Le rôle de la cryolithe est d'abaisser la température de fusion de l'électrolyte et augmenter la conductibilité.

Dans l'électrolyseur l'alumine est sous la forme d'ions Al^{3+} et O^{2-}

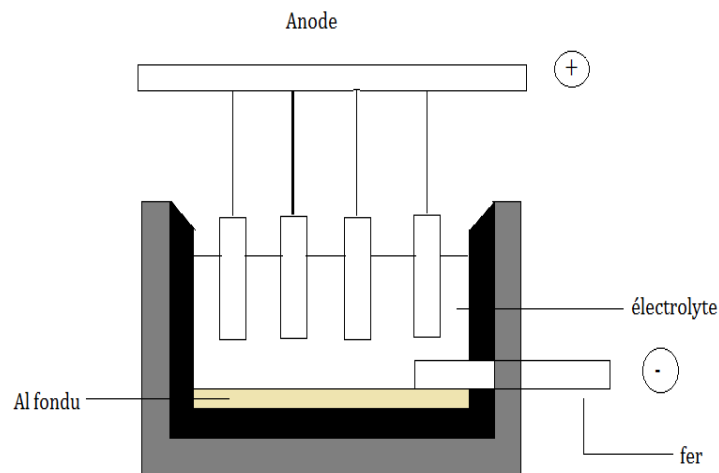
L'anode est faite de bloc de carbone

La cathode est constituée par un revêtement en carbone du fond et des côtés de la cuve.

La cuve est sous une tension de 4,5V et traversée par une intensité de courant de 100.000A

À la cathode, on a la réaction : $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$: *dépôt de métal aluminium*

À l'anode, on a la réaction : $2\text{O}^{2-} \rightarrow 2\text{O}_2 + 4\text{e}^-$: *dégagement de gaz oxygène*



Remarque : la chaleur produite par le courant ainsi que celle produite par la combustion du carbone permet de maintenir la température de fusion de l'électrolyte.

CHAP 1 : L'INTENSITÉ D'UN COURANT ÉLECTRIQUE

I. Intensité d'un courant électrique

1. Notion d'intensité

Une pile neuve brille plus vivement une ampoule qu'une pile usée. Nous dirons que l'intensité qui traverse l'ampoule est plus grande dans le cas de la pile neuve.

2. L'unité d'intensité

L'unité de l'intensité du courant électrique est l'ampère de symbole (A). On utilise ses multiples et sous-multiples

- Le milliampère (mA) $1\text{mA} = 0,001\text{A} = 10^{-3}\text{A}$
- Le kilo-ampère (kA) $1\text{kA} = 1000\text{A} = 10^3\text{A}$

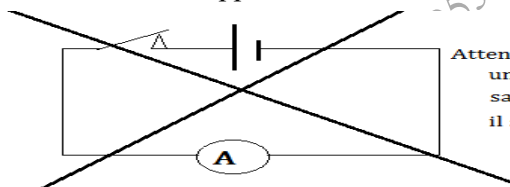
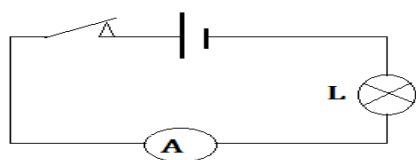
3. L'instrument de mesure

L'intensité du courant électrique se mesure à l'aide de l'ampèremètre de symbole 

II. Utilisation de l'ampèremètre

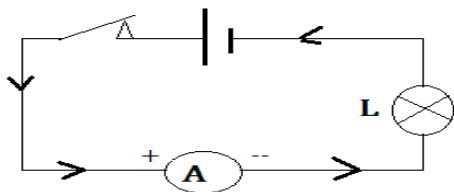
1. Montage

L'ampèremètre se monte toujours en série avec les autres appareils dans le circuit.



Attention : On ne monte jamais seul un ampèremètre dans un circuit sans autre appareil. Monté seul il se détériore

2. Polarité



Pour un ampèremètre, le courant entre par la borne positive marquée (+) et sort par la borne négative marquée (-). Le courant parcourt donc un sens bien donné dans un ampèremètre, on dit que l'ampèremètre est polarisé.

3. Calibre

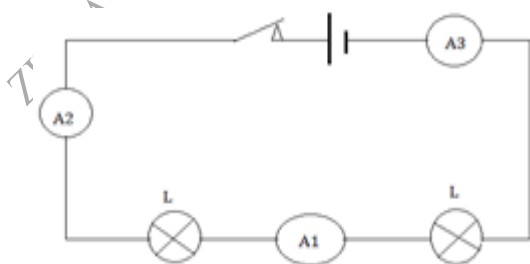
Le calibre d'un ampèremètre est la valeur de l'intensité du courant qui amène l'aiguille à l'extrémité de la graduation. Il est la valeur maximale d'intensité mesurable.

4. Résultat d'une mesure

L'aiguille d'un ampèremètre ne donne pas directement la valeur sur le cadran la valeur de l'intensité mesurée mais donne une indication proportionnelle à cette valeur. Le résultat de la mesure est déduit de la lecture L du calibre C et de l'échelle E.
$$I = \frac{L \times C}{E}$$

III. Unicité de l'intensité

Expérience



Deux lampes L1 et L2 montées en série, sont alimentées par un générateur.

Appelons :

I_1 L'intensité du courant mesurée par l'ampèremètre A_1

I_2 L'intensité du courant mesurée par l'ampèremètre A_2

I_3 L'intensité du courant mesurée par l'ampèremètre A_3

On constate que : $I_1 = I_2 = I_3$

Conclusion : Dans un circuit sans dérivation l'intensité du courant est la même en chaque point du circuit.

Exercices

Questions de cours :

1. Donner le nom de l'appareil qui sert à mesurer l'intensité ? Donner le symbole de cet appareil de mesure.

Comment est-il monté dans un circuit ? Qu'appelle-t-on calibre d'un ampèremètre?

Dans quels cas un appareil de mesure d'intensité peut-il se détériorer ? Comment choisir le calibre d'un ampèremètre?

2. Recopier et compléter

L'intensité du courant électrique se mesure à l'aide d'un Cet appareil se branche en dans le circuit. Il doit être connecté de manière que le courant entre par sa borne et sort par sa borne On dit qu'il est L'unité de l'intensité du courant I du courant est, et de symbole Dans un circuit en série l'intensité du courant est la en tout point.

3. Répondre par vrai ou par faux

- a) Le courant électrique est une circulation d'électrons à l'intérieur des éléments d'un circuit
- b) Le courant électrique sort de la borne négative du générateur en sens inverse du sens de circulation des électrons
- c) Le courant électrique sort de la borne négative d'un ampèremètre
- d) L'intensité du courant est la même en tout point d'un circuit dont les éléments sont montés en dérivation
- e) L'intensité du courant est la même en tout point d'un circuit dont les éléments sont montés en série
- f) Dans un circuit, pour mesurer l'intensité principal, on place l'ampèremètre en dérivation aux bornes du générateur

Exercice1 : Un ampèremètre comporte 150 divisions.

- 1. Brancher sur le calibre 3A dans un circuit, l'aiguille s'arrête à la 90 ième division. Quelle est l'intensité correspondante ?
- 2. Sur quelle division s'arrêtera l'aiguille, si la lecture se fait sur l'échelle 30 divisions ?

Exercice2 :

- 1. Compléter les expressions suivantes :
 $0,75A = \dots\dots\dots mA$ $320mA = \dots\dots\dots A$ $1,2kA = \dots\dots\dots A = \dots\dots\dots mA$
- 2. Un ampèremètre possède les calibres suivants : 0,002A ; 0,02A ; 0,2A ; 2A
Indiquer, dans chaque cas, le calibre le mieux adapté pour mesurer des intensités d'ordre de : a)
50mA ; b) 1,5A ; c) 0,01A ; d) 300mA e) 2500mA

Exercice 3 : Un appareil de mesure d'intensité est branché sur le calibre 10A, à l'échelle 100 et l'aiguille indique 80 divisions. Comment est-il monté ? Quelle est la valeur de l'intensité mesurée ?

Exercice 4 : Le cadran d'un ampèremètre possède 100 divisions. Son calibre est 0,1A et l'aiguille est la division 42.

- a) Quelle est la valeur de l'intensité mesurée ?
- b) Où se placerait l'aiguille si le calibre était 0,01A puis 0,5A Tirer une conclusion

Exercice5 : Soient deux lampes identiques L1 et L2

1°) a) Faire un schéma qui montre leur montage en série

b) Placer les appareils de mesure d'intensité et de tension sur le schéma et indique leur polarité

2°) a) Faire un schéma montrant leur montage en dérivation

b) Placer les appareils de mesure d'intensité et de tension aux bornes de l'ensemble des lampes et indiquer leur polarité.

CHAP2 : LA TENSION ÉLECTRIQUE

I. La tension électrique

1. Notion de tension

La tension électrique ou différence de potentiel ddp est à l'origine de la circulation du courant électrique. Un générateur maintient entre ses bornes une tension électrique. De même il peut exister une tension électrique entre deux points d'un circuit.

2. L'unité de tension

La tension électrique se par la lettre U et s'exprime en volt de symbole V. on utilise également ses multiples et sous-multiples.

$$1 \text{ millivolt (mV)} = 10^{-3} \text{ V}$$

$$1 \text{ kilovolt (kV)} = 10^3 \text{ V}$$

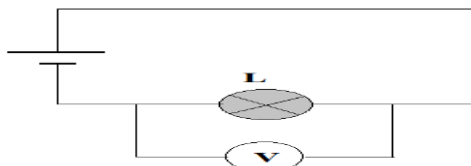
$$1 \text{ méga volt (MV)} = 10^6 \text{ V}$$

II. Le voltmètre et son utilisation

L'appareil qui sert à mesurer la tension électrique est le voltmètre, il est différent de l'ampèremètre par l'inscription de la lettre V sur son cadran. Dans un circuit électrique on le reconnaît par le symbole :

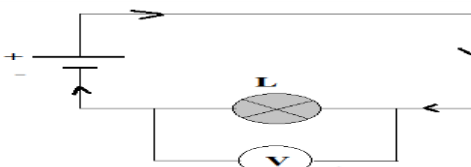


1. Montage



Le voltmètre est un boîtier avec un cadran gradué avec des échelles de graduations mais aussi des calibres. Le voltmètre se monte toujours en dérivation aux bornes de l'appareil dont on veut prendre la tension à ses bornes.

2. Polarité



Comme l'ampèremètre, le voltmètre polarisé c-t-d qu'il possède une borne d'entrée du courant marquée + en couleur rouge et une borne de sortie du courant marquée - en couleur noire.

3. Calibre

Un voltmètre comporte des calibres qu'un sélecteur de calibre permet le choix du calibre désigné. On appelle calibre d'un voltmètre la valeur de la tension du courant qui amène l'aiguille à l'extrémité de la graduation. La tension mesurée ne doit pas dépasser le calibre sinon le voltmètre peut se détériorer.

4. Résultat d'une mesure

Pour déterminer la tension d'une pile ronde, Doudou utilise un voltmètre comportant les échelles 30 divisions et 150 divisions. Il choisit le calibre 3V et fait une lecture de 15 divisions sur l'échelle 30 divisions.

Déterminer la tension aux bornes de la pile ronde. Tirer la formule générale.

Ce qu'il faut pour une bonne lecture :

- ✓ Respecter le montage du voltmètre (il doit être monté en dérivation)
- ✓ Respecter la polarité de l'appareil (il doit être traversé du + vers le -)
- ✓ Respecter le choix de calibre (le calibre doit être toujours supérieur à la tension à mesurer pour que l'aiguille se retrouve à la deuxième moitié du cadran)

Application : Un voltmètre muni d'un cadran de 100 divisions possède les calibres suivants : 1V ; 3V ; 15V. On fait des mesures successives qu'on résume dans le tableau que vous complèterez.

Calibre C	1V	1V	3V	3V	15V	15V
Lecture L	48	82	18	64	45	50
Tension U						
Appréciation (bonne ou mauvaise)						

III. Tension aux bornes d'éléments d'un circuit

1. Pile

La tension aux bornes d'une pile en circuit ouvert est pratiquement égale à la tension inscrite sur la pile.

Exemple : 1,5V pour une pile ronde et 4,5V pour une pile plate

La tension aux bornes d'une pile neuves en circuit fermé (qui alimente un appareil) est inférieure à la tension inscrite sur la pile.

Exemple : 1,2V pour une pile 3,8V pour une pile plate

RETENONS : La tension aux bornes d'un générateur qui débite est très faible que sa tension en circuit ouvert.

2. Interrupteur

La tension aux bornes d'un interrupteur fermé ou ouvert est pratiquement nulle.

3. Fil de connexion

La tension aux extrémités d'un fil de connexion est pratiquement nulle.

Exercices

Questions de cours

1. Donner le nom de l'appareil qui sert à mesurer la tension ?

Donner le symbole de chacun de cet appareil de mesure.

Comment est monté cet appareil dans un circuit ?

Qu'appelle-t-on calibre d'un voltmètre ?

Dans quels cas un appareil de mesure de tension peut-il se détériorer ?

Comment choisir le calibre d'un appareil de mesure ?

Donner les avantages d'un montage en dérivation ?

Exercice 1 : Un appareil de mesure de tension est branché sur le calibre 15V, à l'échelle 100 et l'aiguille indique 60 divisions.

1°) Comment est-il montés. Quelle est la valeur de la tension mesurée ?

2°) Où se placerait l'aiguille si le calibre était 10V puis 20V ?

Exercice 2 : Soient deux lampes L1 et L2 montées en série. Appelons u_1 la tension aux bornes de L1 et L2 la tension aux bornes de L2 au bornes du générateur est 12V et $u_1=6,5V$

1°) Quelle est la valeur de la tension aux bornes de L2 ?

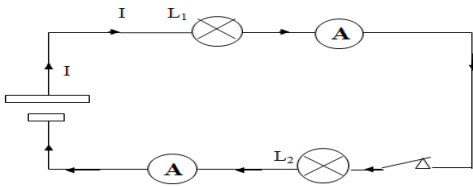
On suppose les lampes identiques, la tension du générateur reste la même

2°) Quelle est la tension aux bornes de chaque appareil ?

I. CIRCUIT SANS DÉRIVATION

Un circuit sans dérivation est un circuit électrique où tous les appareils sont montés en série.

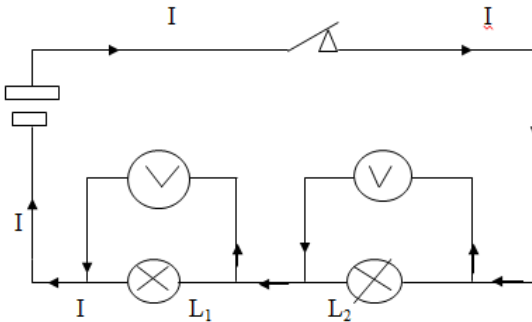
1. Intensité du courant (rappel)



Dans un circuit sans dérivation l'intensité du courant est la même en tout point du circuit.

2. Additivité des tensions électrique

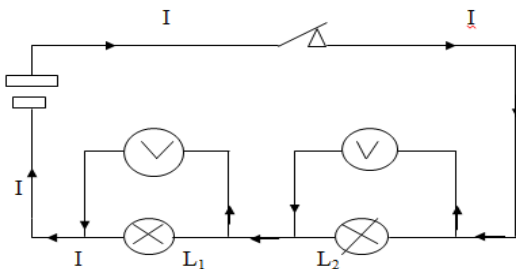
Considérons le circuit électrique suivant :



Soient U_1 et U_2 les tensions respectives aux bornes des lampes L_1 et L_2 et U la tension aux bornes de l'ensemble des lampes. Mesurons les tensions aux bornes des lampes L_1 et L_2 qui sont respectivement U_1 et U_2 .

Mesurons la tension aux bornes de l'ensemble U on constate que $U = U_1 + U_2$

3. Notion de diviseur de tension : cas des appareils identiques



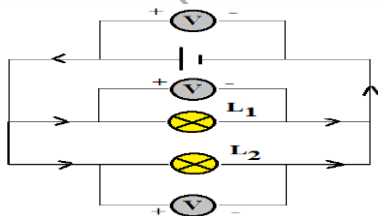
Lorsque les lampes L_1 et L_2 identiques on dit qu'on a un diviseur de tension. Dans ce cas : $U_1 = U_2 = \frac{U}{2}$

Quand des appareils identiques sont montés en série, la tension aux bornes de chacun est égale à la tension aux bornes de l'ensemble divisée par le nombre d'appareil.

II. Circuit avec dérivation

1) Tension

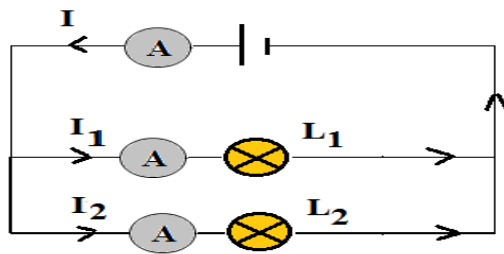
On réalise le montage suivant :



La mesure de la tension par les trois voltmètres indique la même valeur.

Conclusion : la tension aux bornes d'un ensemble de dérivation est égale à la tension aux bornes de chacune.

2) Intensité



On reprend le montage précédent en mesurant les intensités I ; I_1 et I_2 . On constate que : $I = I_1 + I_2$

Conclusion :

L'intensité du courant dans le circuit principal est égale à la somme des intensités des courants dans les branches dérivées

3) Applications pratiques

Le principe de l'installation électrique d'une maison et le circuit électrique d'une bicyclette, d'une moto ou d'une voiture est le montage en dérivation.

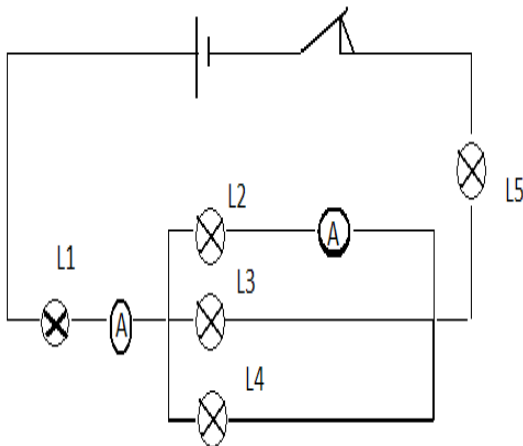
Ce montage présente des avantages :

- Permet de maintenir les appareils à la même tension ;
- L'additivité des intensités pour le courant continu, par contre l'additivité n'est pas possible dans le cas du courant alternatif sauf qu'avec les appareils à effet thermique (chauffe-eau, lampes ; appareils de cuisson ; fer à repasser ;...).

Exercices

EXERCICE 1 :

On considère le circuit ci-dessous où les lampes L_3 et L_4 sont identiques



Sachant qu'un des ampèremètres indiquent 1A et l'autre 2A

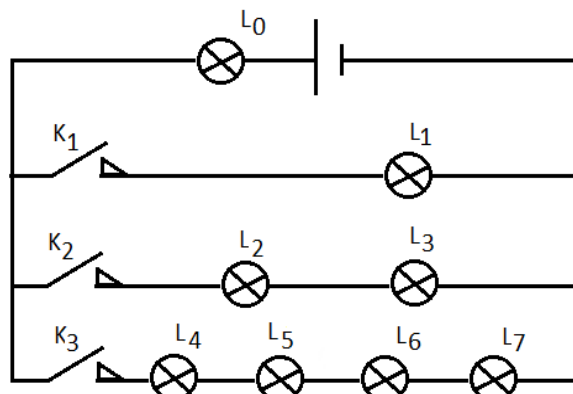
On demande de :

- a) Déterminer l'intensité du courant traversant toutes les lampes.
- b) Déterminer l'intensité principale
 - 1) Les mesures ont donné : 3V la tension aux bornes de la lampe L_1 ; 1V aux bornes de la lampe L_4 et 2V aux bornes de la lampe L_5 : on demande de déterminer :
 - a) la tension aux bornes de la lampe L_3
 - b) La tension aux bornes du générateur
 - 2) Le voltmètre monté aux bornes de L_2 est sur le calibre 1,5V

Exercice 2 :

- a) Faire un circuit électrique comprenant : 3 lampes L_1 ; L_2 et L_3 montées en série entre A et B ; 3 lampes L_4 ; L_5 et L_6 montées en dérivation entre B et C ; un appareil de mesure de tension aux bornes de l'ensemble L_1 , L_2 et L_3 et un appareil de mesure d'intensité pour chaque dérivation et un autre pour tout le circuit.
- b) L_4 ; L_5 et L_6 doivent-elles avoir forcément la même tension pour fonctionner normalement ? Justifier
- c) - Si L_4 , L_5 et L_6 sont identiques et si l'intensité principale est égale à 12A. Quelle sera l'intensité qui traverse chaque lampe ?
- Si $U_1 = U_2 = U_3 = 60V$; $L_4 = L_5 = L_6$ et si le générateur a une tension $U = 200V$, quelle sera la tension aux bornes de chaque dérivation.

Exercice 3 : Dans le schéma ci-dessous, les 8 lampes sont identiques. La tension du générateur est $U = 12V$ et l'intensité principale $I = 3,5A$.



1) pour les interrupteurs k_1 ; k_2 et k_3 fermés calculer la tension et l'intensité de chaque lampe sachant que la tension aux bornes de L_0 est $U_0 = 4V$ et que les intensités qui traversent L_1 et L_2 sont respectivement $I_1 = 2A$ et $I_2 = 1A$.

2) Maintenant on ouvre k_1 et k_2 .

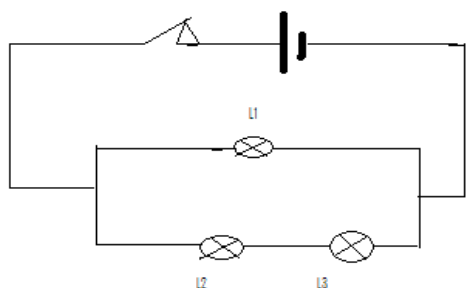
a) Quelles sont alors les lampes qui éclairent ?

b) Calculer les valeurs de la tension aux bornes de

chaque lampe ainsi que les intensités correspondantes.

EXERCICE 4 :

Soit le schéma électrique suivant



La tension aux bornes du générateur vaut $24V$

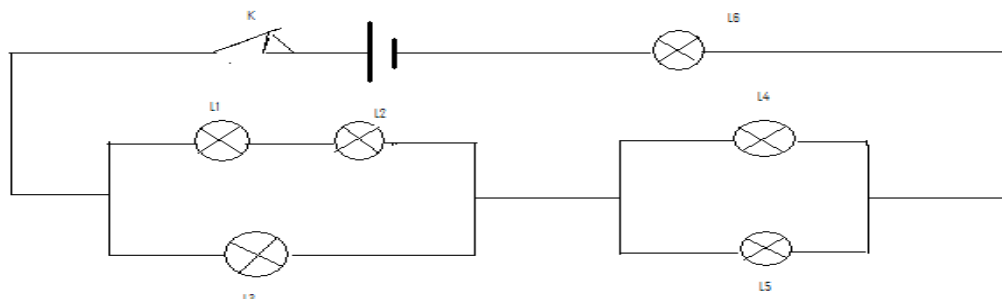
1) Quelle est la tension U_1 aux bornes de L_1 ?

2) Quelle est la tension U_2 aux bornes de L_2 , si U_3 aux bornes de L_3 vaut $10,5V$?

3) On donne $I = 1,5A$ et $I_2 = 0,80A$, calculer I_1

EXERCICE 5 :

Soit le montage électrique suivant :



1) La tension aux bornes du générateur est $U = 14V$. on place alors les voltmètres V_3 aux bornes de L_3 et V_6 aux bornes de L_6 , tous réglés sur le calibre $20V$. chaque voltmètre comporte 100 divisions.

L'aiguille de V_3 s'arrête sur la 37^{ème} division et celle de V_6 sur la 18^{ème} division. Calculer :

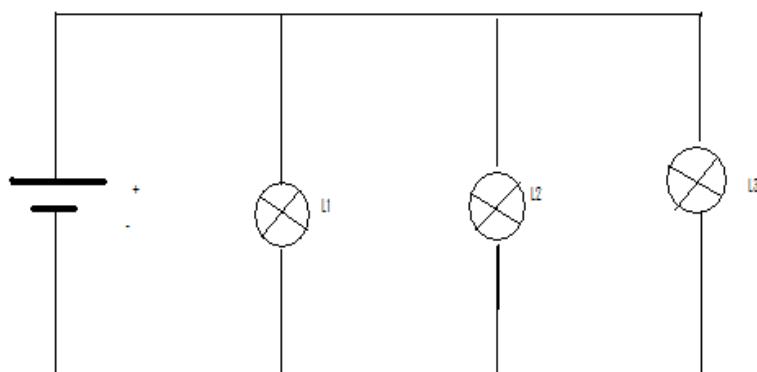
a) La tension U_3 aux bornes de L_3

b) La tension U_6 aux bornes de L_6

2) Calculer les tensions U_1 aux bornes de L_1 , U_2 aux bornes de L_2 ; U_4 aux bornes de L_4 et U_5 aux bornes de L_5 . On précise que L_1 et L_2 sont identiques.

EXERCICE 6 :

Soit le circuit suivant :



On donne $I_1 = 20mA$; $I_3 = 50mA$; $I = 100mA$; où I est l'intensité principale ; I_1 l'intensité qui traverse L_1 ; I_2 et I_3 les intensités qui traversent respectivement L_2 et L_3 .

1) Indiquer le sens du courant dans le circuit

2) Déterminer la valeur de I_3 .

CHAP.4 : LA PUISSANCE ÉLECTRIQUE

I. Caractéristiques nominales d'un appareil électrique

1. Indications portées par un appareil électrique

Un appareil électrique porte toujours au moins deux inscriptions.

Exemples :

Lampe (220V- 60W) fer à repasser (220V-800W) Thermoplongeur (220V – 1000W)

- La première inscription est la tension nominale, c'est la tension d'usage de l'appareil,
- La seconde inscription est la puissance nominale, c'est la puissance consommée par l'appareil lorsqu'il est sous sa tension nominale.

2. Définitions

- La tension nominale d'un appareil électrique est la tension inscrite par le fabricant pour son fonctionnement normal
- la puissance nominale d'un appareil électrique est la puissance électrique consommée lorsque l'appareil est sous sa tension nominale.

Remarque :

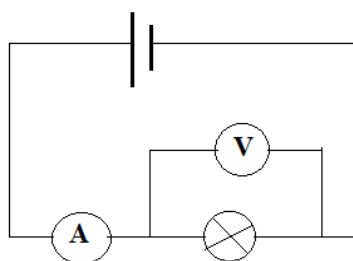
- lorsque la tension aux bornes de l'appareil est supérieure à sa tension nominale on dit que l'appareil est en surtension.
- lorsque la tension aux bornes de l'appareil est inférieure à la tension nominale on dit que l'appareil est en sous-tension.

II. Puissance consommée par un appareil en courant continu

1. Expérience

L'expérience suivante est réalisée en utilisant des lampes de caractéristiques déjà connues :

Schéma du montage



Résultats de mesure

Puissance inscrite (W)	Tension mesurée U(V)	Intensité mesurée I(A)	Produit U. I (V. A)
4	12	0,33	3,96
5	12	0,42	5,04
15	12	1,22	14,64
21	12	1,75	21

La valeur du produit $U \cdot I$ est approximativement égale à la puissance inscrite

2. Définition

La puissance consommée par un appareil électrique soumis à une tension continue est égale au produit de la tension à ses bornes par l'intensité du courant qui le traverse.

$$P = U \cdot I \quad \begin{cases} U \text{ en volt} \\ I \text{ en ampère} \\ P \text{ en watt} \end{cases}$$

L'unité internationale de puissance est le watt (w), on utilise aussi les multiples et les sous-multiples du watt.

- Le milliwatt (mW) $1\text{mW} = 10^{-3} \text{ W}$
- Le kilowatt (kW) $1\text{kW} = 10^3 \text{ W}$
- Le mégawatt (MW) $1\text{MW} = 10^6 \text{ W}$

III. Applications pratiques

1) Calcul de l'intensité

La connaissance de la puissance consommée par un appareil électrique et la tension à ses bornes on peut calculer l'intensité du courant qui le traverse.

$$\text{On sait que } P = U \cdot I \implies I = \frac{P}{U}$$

2) Puissance totale consommée dans une installation

La puissance totale consommée dans une installation est égale à la somme des puissances d'appareils fonctionnant simultanément.

$$P_{\text{tot}} = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n$$

Tous les appareils étant installés en dérivation, l'intensité totale est la somme des intensités traversant chaque appareil. Ainsi on calcule l'intensité limite à choisir pour un fusible ou un disjoncteur à maximum

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

Questions de cours

- 1) Définir la puissance électrique
- 2) Quelle est l'unité internationale de puissance électrique ?
- 3) Sur le culot d'une lampe électrique on peut lire les inscriptions suivantes : 12V-32W, quelle est la signification de ces inscriptions ?
- 4) Donner deux raisons de la nécessité du montage en dérivation dans les installations domestiques
- 5) Quel est le rôle du fusible dans les installations domestiques ?
- 6) Quel est le rôle du disjoncteur dans les installations domestiques ?
- 7) Montrer que la puissance consommée par un conducteur ohmique peut s'écrire $P = \frac{U^2}{R}$ (1pt)

EXERCICE 1 :

Dans un jardin public l'éclairage se compose de 18 lampes susceptibles de fonctionner simultanément : 8 lampes de 60w ; 4 lampes de 40w ; 5 lampes de 100w ; 1 lampe de 150w. La tension d'alimentation est 220V. Déterminer :

- 1) La puissance totale en W et en KW
- 2) Le calibre du fusible parmi les suivants : 5A ; 10A. 16a ; et 32A. Celui qui doit être utilisé sur la ligne d'alimentation afin de protéger le circuit.
- 3) Le responsable du jardin veut souscrire pour abonnement de 1,1kwh, pourra-t-il faire fonctionner toutes les lampes ensemble ?

EXERCICE 2 : Une lampe électrique porte les inscriptions suivantes : 220V – 75W

- 1) Que signifient ces inscriptions ?
- 2) On veut calculer la puissance électrique effectivement consommée par cette lampe
 - a) Quelles mesures doit-on faire et avec quels appareils ?
 - b) Faire le schéma du montage
- 3) On mesure $U=225V$ et $I=0,35A$
 - a) Quelle est la puissance électrique réellement consommée par cette lampe ?
 - b) Quelle énergie consomme-t-elle en fonctionnant pendant 12 minutes en Wh et en J.

CHAP.5 : L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

I. Notion d'énergie électrique

1. Définition

L'énergie électrique consommée par un appareil est égale au produit de sa puissance par la durée de son fonctionnement.

$$E = P \cdot t$$

2. Unités d'énergie électrique

— Unité légale

Dans le système international l'unité de l'énergie électrique est le joule (J)

On utilise également ses multiples comme le kilojoule, le mégajoule

— Unités pratiques

On exprime l'unité l'énergie électrique de la façon suivante :

$$\underset{\text{wh}}{E} = \underset{\text{w}}{P} \cdot \underset{\text{h}}{t} \quad \text{ou} \quad \underset{\text{kwh}}{E} = \underset{\text{kw}}{P} \cdot \underset{\text{h}}{t}$$

II. Mesure de l'énergie électrique consommée par un appareil thermique

La connaissance de la tension U et l'intensité I du courant qui traverse le thermoplongeur nous permet de calculer la puissance consommée par l'appareil :

$$P = U \cdot I$$

En mesurant le temps t de fonctionnement de l'appareil on peut calculer l'énergie électrique consommée par le thermoplongeur.

$$E = P \cdot t \implies E = U \cdot I \cdot t$$

Exemple : $U = 221\text{V}$ $I = 1,42\text{A}$ $t = 70\text{s}$

$$m_e = 250\text{g} \quad t_i = 25^\circ\text{C} \quad t_f = 45^\circ\text{C}$$

L'énergie électrique consommée $E = U \cdot I \cdot t \implies E = 221 \times 1,42 \times 70$ $E =$

III. Transformation de l'énergie électrique en chaleur

1. Effet joule

On appelle effet joule la transformation de l'énergie électrique en chaleur lors du passage du courant électrique dans un conducteur électrique. Exemple : cuisinière électrique ; fer à repasser ; chauffe-eau ; ...

2. Quantité de chaleur reçue par l'eau

Cas de l'expérience précédente :

Le thermoplongeur en consommant de l'énergie électrique transforme celle-ci en chaleur qui permet l'élévation de la température de l'eau.

La quantité de chaleur est une énergie et s'exprime en joule

L'échauffement de l'eau montre que la quantité de chaleur nécessaire pour élever la température est proportionnelle à l'élévation de température $\Delta t = t_f - t_i$ et de la masse m d'eau.

$$Q = m \cdot c(t_f - t_i)$$

C : coefficient de proportionnalité, il représente la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1°C la température de 1kg d'eau. L'expérience montre que $C = 4,186\text{kJ}$

Quantité de chaleur reçue par l'eau : $Q = 0,250 \times 4,186(45-25)$ $Q =$

3. Rendement d'un appareil thermique

En comparant l'énergie électrique consommée pour l'échauffement de l'eau et la quantité de chaleur reçue par l'eau on constate que $Q < E$. on conclut qu'il y a perte d'énergie au cours de la transformation de l'énergie électrique en chaleur. Pour cela on définit un rendement r .

Le rendement est le rapport de l'énergie de sortie (quantité de chaleur) sur l'énergie d'entrée (énergie électrique)

$$r = \frac{E_{\text{sortie}}}{E_{\text{entrée}}} = \frac{Q}{E}$$

IV. Le compteur d'énergie électrique

1. Rôle et description du compteur

L'énergie totale consommée dans une installation est égale à la somme de l'énergie totale consommée par chaque appareil. Elle est mesurée par le compteur électrique dans une installation. Le compteur possède un disque en rotation à chaque fois qu'un fonctionne. La rotation de ce disque provoque l'avancement d'un totaliseur. Le nombre lu indique l'énergie électrique consommée depuis la mise en service du compteur.

2. Énergie consommée dans une installation

L'énergie électrique consommée dans une installation peut être connue à partir du compteur.

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

3. Facture d'électricité

La facture d'électricité comprend :

La contrepartie de l'abonnement constituée de la prime fixe et la redevance,

La consommation qui est proportionnelle à l'énergie consommée

Des taxes : TDE , TDAAE et la TVA

Exercices

Questions de cours

- 1) Définir : énergie électrique ; effet joule ;

Exercice 1 : Un appareil électrique fonctionne, seul pendant 10 minutes le disque compteur enregistrant la consommation de l'installation effectue alors 8 tours.

- 1) Le compteur porte l'indication 5 Wh/ tours. Que signifie-t-elle ?
- 2) En déduire la puissance électrique de cet appareil

EXERCICE 2 : Un fer à repasser électrique dont la puissance est illisible est traversé par un courant de 2A il fonctionne sous une tension 220V.

- 1) Quelle est la puissance électrique de ce fer ?
- 2) Calculer sa résistance
- 3) Une résistance équivalente à celle de ce fer est utilisée dans un chauffe-eau contenant 50 litres d'eau. Sachant que l'intensité du courant qui alimente ce chauffe-eau est 5A. Pendant combien de temps doit-il être branché pour que la température de l'eau passe de 20°C à 40°C. On admettra qu'il faut 4,2kj pour élever de 1°C la température de 1kg d'eau.

EXERCICE 3 : Un chauffe-eau électrique de puissance 2kw fonctionne pendant 1h30minutes.

- 1) Calculer l'énergie électrique qu'il consomme.
- 2) Sachant que 40% de cette énergie ont servi à chauffer 10 litres d'eau prise à 10°C. Calculer la quantité de chaleur absorbée par les 10 litres d'eau.
- 3) Calculer la température finale de l'eau.

On admettra qu'il faut 4,2kj pour élever de 1°C la température de 1kg d'eau.

CHAP.6 : LES APPLICATIONS, L'IMPORTANCE, LA PRODUCTION ET LA DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

I. Applications et importance de l'énergie électrique

L'énergie électrique est de nos jours la plus utilisée à cause de sa possible conversion en d'autres formes d'énergies.

Elle permet d'alimenter des machines pour la production dans les usines ; de produire de la chaleur ; de produire de la lumière artificielle ; d'alimenter les appareils domestiques ; d'alimenter des ordinateurs, outils de gestion près que dans tous les domaines d'activités ; ...

II. Les centrales électriques

1. Les centrales hydrauliques

Elles transforment l'énergie potentielle de l'eau du fait de sa hauteur de chute en énergie électrique. En tombant l'eau acquiert une certaine vitesse qui lui permet de faire tourner une turbine solidaire d'un alternateur (gros dynamos).

2. Les centrales thermiques à vapeur

La combustion d'un combustible vaporise de l'eau contenue dans une chaudière. La vapeur produite acquiert une certaine énergie cinétique qui fait tourner la turbine solidaire d'un alternateur pour produire de l'énergie électrique.

3. Les centrales nucléaires

Elles sont semblables aux centrales thermiques à vapeur seulement à la place d'un combustible chimiques, elles utilisent des réactions nucléaires issues des noyaux de certains atomes comme l'uranium. L'énergie nucléaire constitue une énorme source inépuisable d'énergies mais possède de risques très importants pour la vie de l'humanité car elle est maîtrisée difficilement.

4. Autres centrales thermiques

Les tribunes à gaz brûlent un combustible liquide. Les gaz issus de la combustion sont portés à une température élevée, qui entraînent la rotation d'une turbine d'alternateur.

Les moteurs diesel brûlent du fioul qui produit du gaz dont la haute température possède une énergie cinétique capable de faire tourner un alternateur. Ils sont utilisés dans les petites villes.

Les moteurs à essence sont utilisés pour les petits groupes électrogènes, ils ont une faible production d'énergie.

III. Énergie électrique et soleil

Les piles solaires ou photopiles convertissent directement l'énergie rayonnante du soleil en énergie électrique. C'est l'énergie la plus abondante, propre et inépuisable. Elle constitue l'énergie de l'avenir. Des engins spatiaux sont essentiellement équipés par des photopiles.

IV. Transport de l'énergie électrique

L'énergie électrique dans la plupart des cas est produite à des endroits très éloignés des lieux d'utilisation (usines, villes, réseau de transport, ...). Celle-ci est transportée par des lignes électriques entraînant des pertes d'énergie par effet joule. Pour minimiser cette perte un transformateur permet d'augmenter la tension par rapport à l'intensité. À l'arrivée elle sera également abaisser à l'aide d'un transformateur.

V. L'énergie électrique dans une automobile

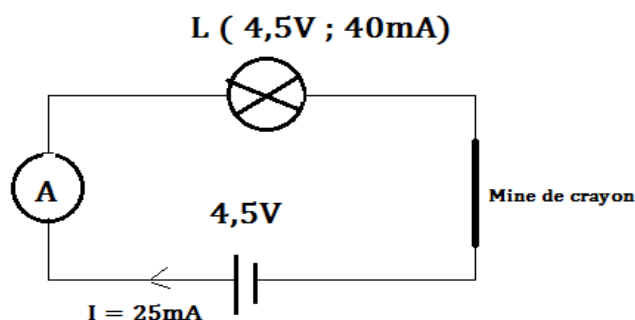
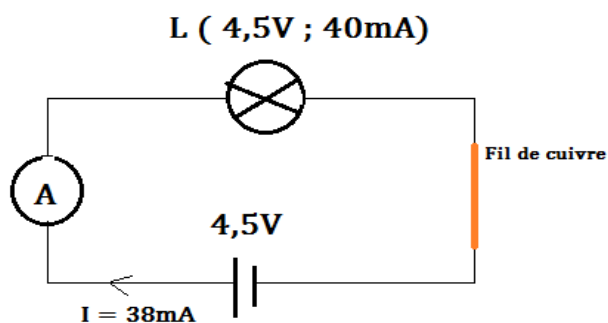
Dans une automobile, l'énergie électrique est produite par un alternateur, cette énergie assure :

- La production des couples moteurs nécessaire pour le démarrage, l'actionnement des essuie-glaces, ventilateur de refroidissement, pompe à essence, fermeture et ouverture des glaces.
- Alimentation de l'allumage nécessaire à l'inflammation du mélange gazeux
- Alimentation de l'éclairage et des indicateurs de conduite
- Alimentation des éléments de confort : radio, ventilation, climatisation, ...

CHAP.7 : LA RÉSISTANCE D'UN CONDUCTEUR OHMIQUE

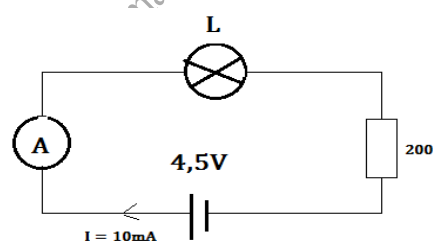
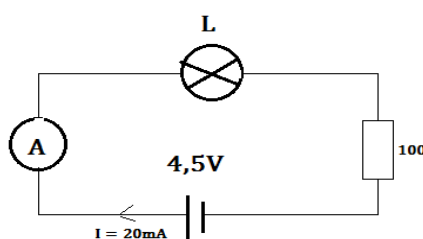
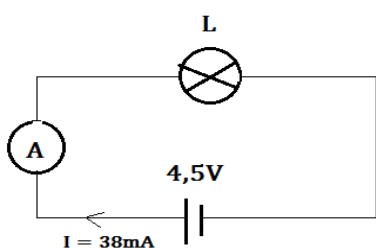
I. Notion de résistance

1. Expérience



La mine de crayon laisse donc passer moins facilement le courant électrique que le fil de cuivre : on dit qu'elle offre plus de résistance au passage du courant.

2. Influence d'un conducteur ohmique dans un circuit électrique



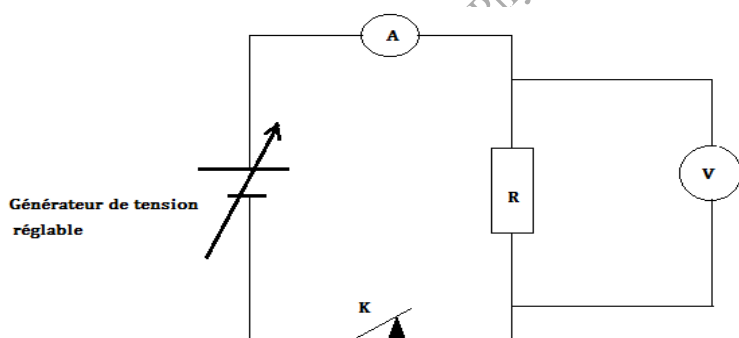
Un conducteur ohmique ajouté dans un circuit provoque la diminution de l'intensité du courant électrique.

II. Loi d'ohm – Résistance

1. Expérience

Établissons la relation qui existe entre la tension aux bornes d'une résistance radio (conducteur ohmique) et l'intensité du courant qui la traverse.

Schéma du montage



On fait varier la tension aux bornes de la résistance et on note l'intensité du courant qui la traverse.

Résultat des mesures :

Tension U(V)	0	1	2	3	4	6
Intensité I (mA)	0	15	30	45	60	90

Remarque :

- En inversant les bornes du conducteur ohmique étudié, on obtient les mêmes résultats, on dit que le conducteur ohmique est un dipôle symétrique.
- Un conducteur ohmique est caractérisé par ses valeurs limites $U_{\max}$ et $I_{\max}$ à ne pas dépasser.

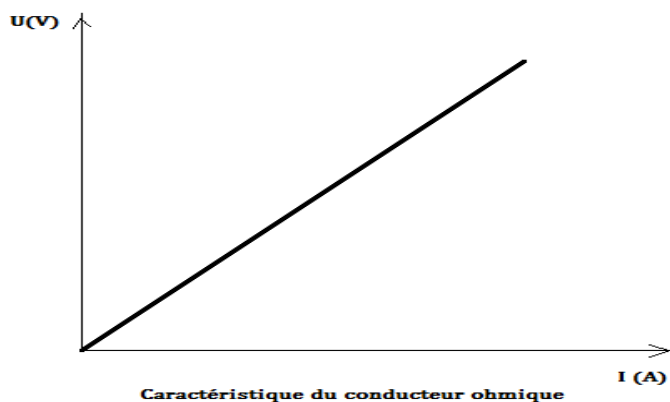
2. Caractéristique d'un dipôle

Un dipôle électrique est un appareil électrique qui possède deux bornes

On appelle caractéristique d'un dipôle la représentation graphique de la relation entre la tension U à ses bornes et l'intensité I du courant qui le traverse.

Représentons la caractéristique de la résistance radio étudiée précédemment

Sur un repère d'axe OI et OJ on porte l'intensité sur l'axe des abscisses et la tension sur l'axe des ordonnées. Chaque couple (U, I) est représenté par un point de fonctionnement.



La caractéristique du conducteur ohmique est une droite, qui passe par l'origine du repère. Un dipôle dont la caractéristique est une droite passant par l'origine du repère est un conducteur ohmique.

3. Loi d'ohm

La caractéristique du conducteur ohmique étant une droite qui passe par l'origine du repère, on conclut qu'il existe une relation de proportionnalité entre U et I .

$$\text{Soit } \frac{U}{I} = R \implies U = R \cdot I \text{ où } R \text{ est}$$

la valeur de la résistance du conducteur ohmique. L'unité de la résistance est le ohm de symbole Ω

Énoncé de la loi d'ohm : la tension aux bornes d'un conducteur ohmique est proportionnelle à l'intensité du courant qui le traverse.

$$U = R \cdot I \quad U \text{ en volt (V)} \quad I \text{ en ampère (A)} \quad R \text{ en ohm } (\Omega)$$

III. Puissance électrique dissipée par effet joule

La puissance électrique consommée dans une portion de circuit est : $P = U \cdot I$

Si cette portion de circuit comporte un conducteur ohmique, dont la résistance est R , on peut appliquer la loi d'ohm

$$U = R \cdot I \text{ on en déduit que } P = (R \cdot I) \cdot I \text{ donc que } P = R \cdot I^2$$

Cette puissance est dissipée sous forme de chaleur.

Exercices

Questions de cours :

- 1) Qu'est-ce qu'un dipôle ?
- 2) Qu'entend-on par résistance d'un conducteur ?
Quel est son symbole dans le schéma d'un circuit électrique
- 3) Qu'appelle-t-on caractéristique d'un dipôle ?
 - 1) Énoncer la loi-d'ohm, donner la formule
 - 2) Quelle est l'expression de la puissance consommée par un conducteur chimique ?

EXERCICE 1 : Pour étudier un dipôle, on a fait les mesures suivantes :

U (V)	0	1	2	3	4	5	6	7
I (mA)	0	50	100	150	200	250	300	350

- 1) Énoncer la loi d'ohm
- 2) Tracer la caractéristique $U=f(I)$ Echelle : 1cm 50mA et 1cm 1V
- 3) Quelle est la nature du dipôle étudié. Justifié ta réponse
- 4) Faire un schéma du montage
- 5) Déterminer la résistance du dipôle étudié.

EXERCICE 2 : Soit un dipôle AB on veut mesurer la valeur de sa résistance en faisant des mesures de tension et d'intensité appropriés.

- a) Faire un schéma approprié
- b) On trouve $U=3V$ et $I=800mA$, calculer sa résistance

EXERCICE 3 : Une résistance est parcourue par un courant de 160mA quand on applique à ses bornes une tension de 4,5V

- a) Calculer la valeur de cette résistance
- b) Quelle est la puissance électrique reçue ?
- c) Sachant que l'intensité maximale admise est de 200mA, quelles tensions maximales peut-elle supporter ?

Calculer la puissance électrique maximale admissible par cette résistance.

EXERCICE 4 : Pour étudier un dipôle, on a relevé les mesures suivantes.

U(V)	0	0,5	1	2	3	4
I(mA)	0	45	30	60	90	120

- 1) Représenter la caractéristique courant – tension de ce dipôle
Echelle : 1cm pour 1V et 1cm pour 30mA
- 2) Quelle est la nature de ce dipôle ? Justifier
- 3) Trouver la relation qui lie U et I
- 4) Proposer un schéma de montage expérimental.

CHAP.8 : LES MESURES DES RÉSISTANCES

I. Mesure directe à l'ohmmètre

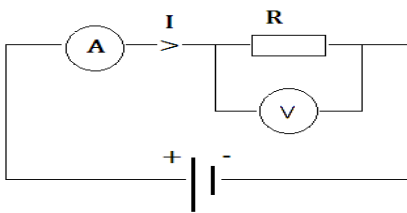
Un ohmmètre est un appareil qui permet de mesurer directement la valeur d'une résistance. On le retrouve généralement dans le multimètre ou contrôleur universel. Il existe deux types d'ohmmètre : l'ohmmètre à aiguille et l'ohmmètre numérique.

Pour mesurer la résistance d'un conducteur, on relie à ses bornes celles de l'ohmmètre qui indique directement la valeur de la résistance.

NB :

- Quand on mesure avec un ohmmètre la résistance d'un dipôle celui-ci doit être déconnecté du circuit
- Les conducteurs ohmiques ont une résistance constante
- Les conducteurs non ohmiques ont un rapport $\frac{U}{I}$ variable.

II. Méthode voltmètre-ampèremètre



On peut déterminer la résistance d'un conducteur ohmique en mesurant la tension U à ses bornes et l'intensité I qui le traverse.

En appliquant la loi d'ohm on a : $U = RI \Rightarrow R = \frac{U}{I}$

III. Le code des couleurs

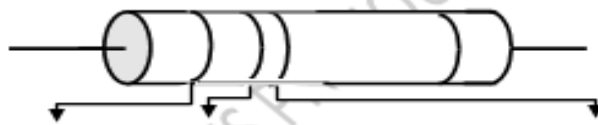
Les résistances sont constituées par un petit cylindre de céramique sur lequel on a déposé une mince couche de carbone ou de métal.

Un **code de marquage** par anneaux de couleurs indique la valeur de chaque résistance avec deux chiffres significatifs:

- le 1^{er} anneau donne le chiffre des dizaines ;
- le 2^e anneau donne le chiffre des unités ;
- le 3^e anneau donne l'exposant de la puissance de 10 par laquelle on doit multiplier le nombre obtenu avec les deux premiers anneaux ;
- un 4^e anneau indique la tolérance sur la valeur.

Exemple : $R = 47 \times 10^2 = 4\,700\,\Omega = 4,7\,\text{k}\Omega$

Ces valeurs ont été choisies avec une tolérance de 10% (anneau de couleur « argent »)



Couleur	1 ^{er} chiffre	2 ^e chiffre	Multiplicateur
Noir	0	0	$10^0 = 1$
Marron	1	1	$10^1 = 10$
Rouge	2	2	$10^2 = 100$
Orange	3	3	$10^3 = 1000$
Jaune	4	4	10^4
Vert	5	5	10^5
Bleu	6	6	10^6
Violet	7	7	
Gris	8	8	
Blanc	9	9	

IV. Dipôles particuliers

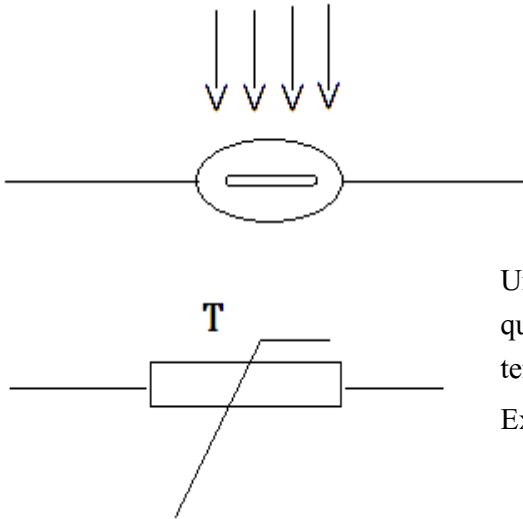
1. La lampe à incandescence

Une lampe à incandescence ne se comporte pas comme un conducteur ohmique. La résistance de son filament n'est pas constante, elle augmente fortement avec la température.

Exemple : une ampoule en fonctionnement (température élevée) ayant pour mesures $U = 3,5\text{V}$ et $I = 0,2\text{A}$ a pour résistance $R = 17,5\Omega$. La mesure de sa résistance à froid donne une valeur très inférieure $R = 1,7\Omega$.

2. La photo résistance LDR

Une photorésistance est un dipôle dont la résistance diminue quand son éclairement augmente. Elle est utilisée comme détecteur de lumière.



Exemple : à l'obscurité $R = 1\text{M}\Omega$, à la lumière du jour $R = 1\text{k}\Omega$, éclairée fortement $R = 50\Omega$

3. La thermistance CTN

Une thermistance CTN est un dipôle dont la résistance diminue quand sa température augmente. Elle est utilisée comme capteur de température.

Exemple : à 20°C $R = 1\text{k}\Omega$ à 60°C $R = 400\Omega$

Exercices

Questions de cours

- 1) Quelles sont les observations qui montrent que le filament de la lampe à incandescence n'est pas un conducteur ohmique ?
- 2) Compléter les phrases :
 - a) Quand son éclairage diminue, la résistance de la LDR
 - b) Quand la température augmente, la résistance de la CTN
 - c) Quand l'intensité du courant augmente, la résistance du filament d'une lampe

Exercice 1 :

Utiliser le code des couleurs pour donner la valeur des résistances suivantes :

- a) Jaune – vert – rouge
- b) bleu – noir – orange
- c) marron – blanc – noir
- d) blanc – bleu – rouge

Exercice 2 :

Donner les couleurs portées par les conducteurs ohmmiques de valeurs :

- a) 32Ω
- b) $17\text{k}\Omega$
- c) $87\text{M}\Omega$
- d) 4600000Ω

CHAP.9 :LES ASSOCIATIONS DES CONDUCTEURS OHMIQUES

I. Association de conducteurs ohmiques en série

1. Expérience

On associe en série deux conducteurs ohmiques de résistance respective $R_1 = 18\Omega$, $R_2 = 56\Omega$..

On mesure avec un ohmmètre, la résistance e l'association et on trouve $R = 74\Omega$.

On constate que : $R = R_1 + R_2$

2. Interprétation

En appliquant la loi d'ohm et la loi de l'unicité du courant dans un circuit en série

On peut écrire : $U_1 = R_1 \cdot I$; $U_2 = R_2 \cdot I$

La tension U aux bornes de l'ensemble R_1 ; R_2 en série. $U = R \cdot I$

où R est la résistance équivalente de l'ensemble.

On a $U = R \cdot I = U_1 + U_2 = R_1 \cdot I + R_2 \cdot I \implies R \cdot I = (R_1 + R_2) \cdot I$

$$\implies R = R_1 + R_2$$

3. Conclusion

Deux résistances R_1 et R_2 montent en série est équivalente à une résistance unique

$$R = R_1 + R_2$$

De façon générale, l'association de plusieurs résistances

R_1 ; R_2 ; R_3 ; ... ; R_n en série est équivalente à une résistance unique R tel que

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

II. Association de conducteurs ohmiques en parallèle

1. Expérience

On associe en parallèle deux conducteurs ohmiques de résistance respective $R_1 = 20\Omega$, $R_2 = 80\Omega$.

On mesure avec un ohmmètre, la résistance e l'association et on trouve $R = 16\Omega$.

On constate que la résistance équivalente des deux résistances est inférieure à la plus faible que la plus petite des résistances.

2. Conclusion

Deux résistances associées en parallèle sont équivalentes à une résistance unique dont la valeur est inférieure à la plus petite d'entre elles.

3. Avantages de l'association de conducteurs en parallèle

- Le montage en parallèle de conducteurs permet de maintenir à leurs bornes la même tension
- La détérioration d'une branche de dérivation n'entrave pas le fonctionnement des autres branches
- Les conducteurs fonctionnent de façon indépendante
- Permet de prévoir l'intensité principale du circuit

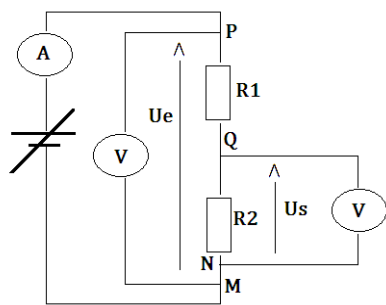
4. Les inconvénients de l'association de conducteurs en parallèle

Un court-circuit provoque l'augmentation de l'intensité du courant dans le reste du circuit qui peut endommager les autres éléments du circuit

III. Le diviseur de tension

1. Définition

On considère deux résistances R_1 et R_2 de valeurs connues montées en série aux bornes d'un générateur de tension réglable.



Soient :

U_e la tension aux bornes de l'ensemble (R_1 , R_2) appelée tension d'entrée

U_s la tension aux bornes de R_2 appelée tension de sortie

I l'intensité du courant qui traverse le circuit.

En considérant que le courant qui alimente le voltmètre qui mesure U_s est négligeable, on peut dire que R_1 et R_2 sont traversées par la même

intensité I .

Application de la loi d'ohm

– Aux bornes de l'ensemble (R_1, R_2) $\Rightarrow U_e = (R_1 + R_2) \cdot I$ (1)

– Aux bornes de R_2 $\Rightarrow U_s = R_2 \cdot I$ (2)

En faisant $\frac{(2)}{(1)}$ on obtient $\frac{U_s}{U_e} = \frac{R_2 \cdot I}{(R_1 + R_2) \cdot I} \Rightarrow \frac{U_s}{U_e} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$ soit $U_s = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_e$

Ce montage constitue un diviseur de tension.

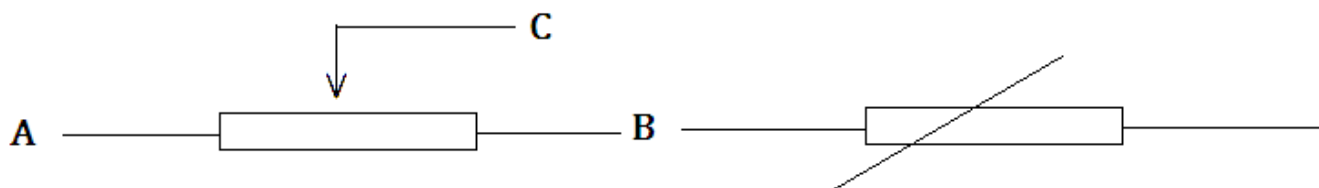
Un choix convenable de R_1 et R_2 permet d'avoir $U_s < U_e$

Un diviseur de tension comporte deux bornes d'entrée (P et M) et deux bornes de sortie (Q et N).

2. Applications

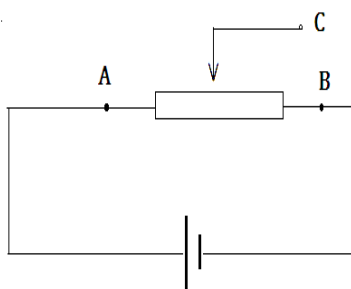
a. Le rhéostat

Un rhéostat est constitué par un long fil métallique bobiné sur lequel glisse un contact mobile commandé par un curseur. Un rhéostat possède trois bornes :



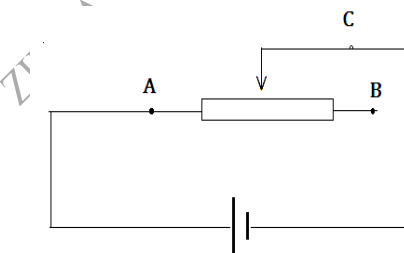
Trois cas de branchement du rhéostat sont possibles :

1^{er} cas : Branché entre A et B, le rhéostat constitue une résistance fixe



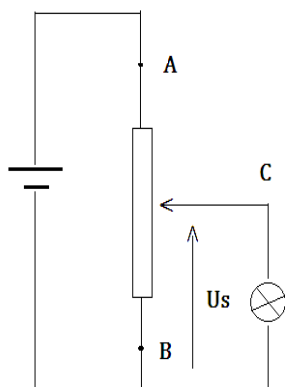
2^{ème} cas : Branché entre A et C, il constitue une résistance variable.

Rôle : un rhéostat permet de varier l'intensité du courant dans un circuit.



3^{ème} cas : Branché du genre diviseur de tension il fonctionne en potentiomètre.

Un potentiomètre est diviseur de tension réglable.



Exercices

Questions de cours

- 1) Qu'est-ce qu'un rhéostat ? Faire son schéma et celui de son montage dans un circuit.
Quel est son rôle dans un circuit ?
- 2) Qu'est-ce qu'un diviseur de tension ?

Exercice 1 : Deux résistances $R_1 = 150 \, \Omega$ et $R_2 = 50 \, \Omega$ sont montées en série entre A et B. On applique entre les bornes A et B de l'ensemble une tension de 24V.

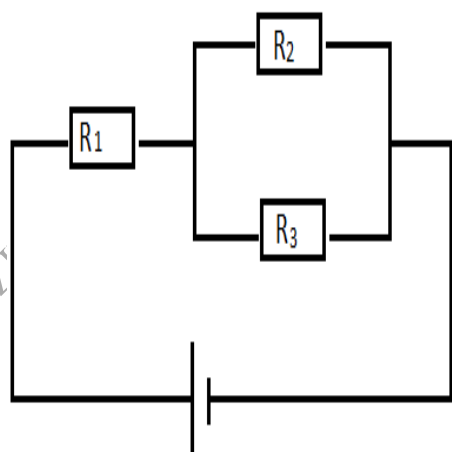
- a) Faire un schéma du montage
- b) Calculer la résistance équivalente R
- c) Calculer l'intensité du courant dans le circuit.

Exercice 2 :

La tension U_e aux bornes d'un diviseur de tension comportant deux résistances, $R_1 = 15 \, \Omega$ et $R_2 = 45 \, \Omega$, vaut 6V

- 1) Sachant que la tension de sortie peut être prise indifféremment aux bornes de R_1 ou R_2 , faite les deux schémas de montages possibles
- 2) a) calculer les tensions de sortie dans les cas de figure
b) on veut une tension de sortie égale au quart de la tension d'entrée U_e . En déduire aux bornes de quelle résistance va-t-on la prélever ? Justifier

Exercice 3 :



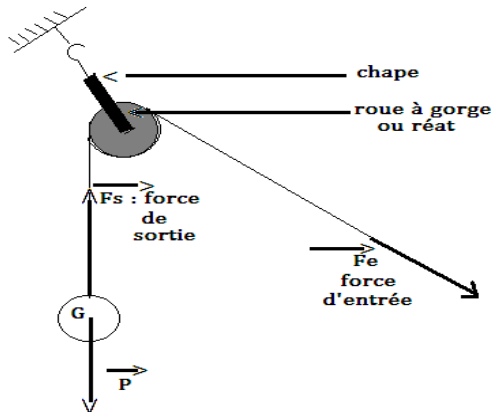
Dans le circuit ci-contre le générateur délivre une tension de 6V qui alimente un ensemble de trois résistances $R_1 = 35 \, \Omega$; $R_2 = 50 \, \Omega$ et $R_3 = 50 \, \Omega$. Sachant que la tension aux bornes de R_1 est 3,5V. Calculer :

- 1) la résistance de cette association
- 2) l'intensité du courant qui traverse chaque résistance
- 3) la puissance P_1 consommée par R_1
- 4) en joule la quantité de chaleur Q_1 dissipée par R_1 en 15 minutes de fonctionnement.

CHAP.10 : Les poulies – le treuil

I. Poulie fixe

Une poulie est une machine simple utilisée pour soulever des charges. Elle se compose de deux éléments principaux : une roue à gorge tournant sur un axe et un câble ou une corde passant dans la gorge.



À l'équilibre ou dans un déplacement régulier, les forces à l'entrée et à la sortie de la poulie sont d'intensités égales.

La corde étant inextensible, les points d'application des forces se déplacent d'une égale distance.

$$F_e = F_s L_e = L_s$$

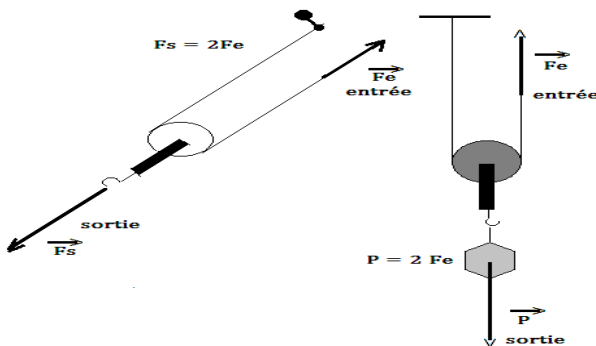
La poulie permet donc de changer la direction d'une force sans en changer l'intensité

II. Poulie mobile

Une poulie mobile a sa chape liée à la charge.

Condition d'équilibre :

Une poulie mobile multiplie par deux la force appliquée. Elle divise le déplacement par deux.



$$F_s = 2F_e L_s = \frac{1}{2} L_e$$

III. Poulie à deux gorges

Une même poulie peut comporter deux gorges de rayons différents R_1 et R_2 .

Condition d'équilibre :

À l'équilibre pour une poulie à deux gorges on a :

$$F_e \cdot R_e =$$

$$F_s \cdot R_s$$

Le produit $F \cdot R$ caractérise l'action de la force sur la poulie. Il exprime l'effet de la rotation.

$F \cdot R$ est appelé le moment de la force F par rapport à l'axe de rotation.

DÉFINITION DU MOMENT D'UNE FORCE:

Le moment par rapport à un axe d'une force orthogonale à cet axe a pour valeur le produit de l'intensité de la force par sa distance à l'axe.

$$M = F \cdot R \quad \text{ou} \quad M = F \cdot d$$

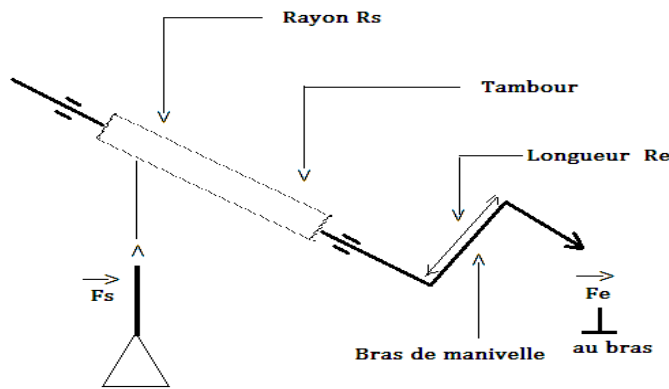
M : moment de la force s'exprime en N.m

F : force en N

R ou **d** : la distance séparant la force d'entrée à l'axe de rotation

IV. Treuil

Le treuil est un appareil de manutention utilisé pour soulever ou tirer des charges. Le treuil se compose d'un cylindre horizontal appelé tambour autour duquel s'enroule un cordage ou un câble, mû par un moteur ou une manivelle.



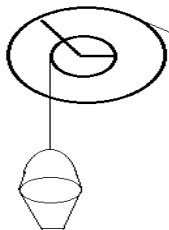
À l'équilibre du treuil ou au cours d'un mouvement régulier, les moments des forces d'entrée et de sortie ont la même valeur. $F_e \cdot R_e = F_s \cdot R_s$

Exercices

Questions de cours

- 1) Définir : une poulie ; un treuil ; moment d'une force par rapport à un axe
- 2) Citer les différentes parties d'une poulie
- 3) Donner les conditions d'équilibre
 - a) D'une poulie fixe
 - b) D'une poulie mobile
 - c) D'une poulie à deux gorges
- 4) Donner l'unité du moment d'une force par rapport à un axe

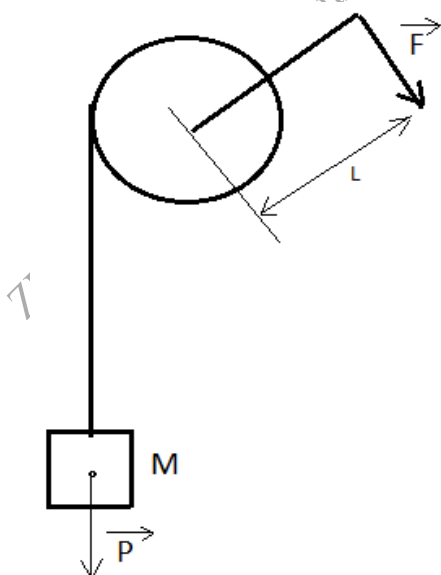
Exercice 1 : Un élève remonte un seau rempli d'eau de masse totale égale à 25kg d'un puits à l'aide d'une poulie (voir la figure). On donne : $R_s = 8\text{cm}$ rayon de la petite gorge ;



$R_e = 16\text{cm}$ rayon de la grande gorge.

- 1) Quel type de poulie s'agit-il ?
- 2) Quel est le poids de la charge totale ? On donne $g = 10\text{N/kg}$
- 3) Donner la condition d'équilibre puis calculer la force d'entrée et la force de sortie

Exercice 2 :



La figure ci-contre représente un treuil. On donne : D diamètre du tambour ; l longueur de la manivelle, F et P les intensités appliquées.

a) Ecrire la relation entre P, F, D et l qui correspond à l'équilibre du treuil ou à sa rotation à vitesse constante.

b) A quelles conditions, pour la droite d'action de la force $\vec{F}$, cette relation est-elle vérifiée ?

CHAP.11 : LE TRAVAIL ET LA PUISSANCE MECANIQUE

I. Travail mécanique

1. Notion de travail

Un âne qui tire une charrue, un enfant qui tire une caisse par l'intermédiaire d'un fil exercent une force $\vec{F}$ sur la charrue ou la caisse qui se déplace. Cette force déplace son point d'application d'un point à un autre, on dit que la force effectue un travail.

2. Définition

On appelle travail d'une force dont le point d'application se déplace sur sa droite d'action le produit de l'intensité de la force par la longueur du déplacement.

$$\vec{W} = \vec{F} \cdot \vec{L}$$

Joule Newton mètre
(J) (N) (m)

Dans le S.I l'unité de travail est le joule (J).

Le joule est le travail d'une force d'intensité 1N dont le point d'application se déplace de 1m sur sa droite d'action.

Exemple : Quel est le travail effectué par un moteur d'une grue lorsqu'il soulève d'une hauteur de 15m un bloc de pierre pesant 1800N ?

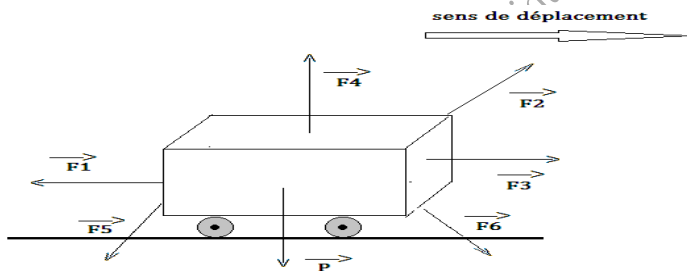
II. Travail moteur, travail résistant

Lorsque des forces sont appliquées à un solide en mouvement, le travail de ces forces peut-être moteur, résistant ou nul.

- Le travail est dit moteur si la force aide au mouvement
- Le travail est dit résistant si la force s'oppose au mouvement
- Le travail est nul lorsque la force est perpendiculaire au déplacement.

Exemple : considérons un charriot soumis aux forces $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \vec{F}_4, \vec{F}_5, \vec{F}_6$ et $\vec{P}$. le charriot se déplace de A vers B sur une droite horizontale.

Identifier les forces qui ont un travail moteur, un travail résistant et un travail nul.



III. Puissance mécanique

Définition : La puissance d'une force ou d'une machine est le quotient de son travail W par le temps t mis à l'accomplir.

$$P = \frac{W}{t}$$

P : puissance en Watt (W)

W : travail en Joule (J)

t : temps en seconde (s)

Comme la puissance électrique, la puissance mécanique s'exprime en watt (w). Le watt correspond à 1J/s. On utilise ses sous-multiples et multiples :

$$1\text{mW} = 10^{-3}\text{W} \quad 1\text{kW} =$$

$$10^3 \text{ W} \quad 1\text{MW} = 10^6 \text{ W}$$

Autre expression :

on sait que $P = \frac{W}{t}$ or $W = F.L$

on aura $P = \frac{F.L}{t}$ et $V = \frac{L}{t}$ finalement $P = F.V$

Exemple : une voiture est maintenue à la vitesse de 108km/h par l'action d'une force de 500N due à son moteur. Quelle est alors la puissance fournie par le moteur ?

IV. Travail et puissance mécanique dans le cas d'une rotation

1. Travail mécanique dans une rotation

Exemple du treuil : En un tour de la manivelle, le point d'application de la force $\vec{F}$ aurait parcourue une distance : $L = 2\pi R$

soit un travail $W = 2\pi.R.F$ or $\mathcal{M} = F.R$ soit $W = 2\pi.\mathcal{M}$

Pour n tours on aura $W = 2\pi.n.\mathcal{M}$

2. Puissance mécanique dans une rotation

$$P = \frac{W}{t} \implies P = \frac{2\pi.n.\mathcal{M}}{t} \implies P = 2\pi N \mathcal{M}$$

Avec N : nombre de tour par seconde (tour/seconde)

Exemple : Sur une notice de voiture, on lit : couple 65N.m à 3600tr/mn. Quelle est alors la puissance du moteur ?

Exercices

Questions de cours

- 1) Quand dit-on qu'une force travaille ?
- 2) Donner l'expression du travail dans la rotation
- 3) Quand dit-on qu'une :
 - Force est motrice dans le cas du travail
 - Force est résistante dans le cas du travail
- 4) Définir la puissance mécanique

Exercice 1 :

Lé dynamomètre placé entre la locomotive et le premier wagon d'un train indique la valeur constante 50 000N pendant son démarrage. Celui-ci dure 3mn au bout desquels le train atteint une vitesse de 108km/h et parcourt 2800m.

- a) Calculer le travail fournit par la locomotive pendant le démarrage.
- b) Calculer la puissance moyenne qu'elle fournit pendant cette durée
- c) Calculer ensuite la valeur de la puissance à l'instant, de la fin de période de démarrage. Quelle était sa valeur à l'instant de démarrage ?

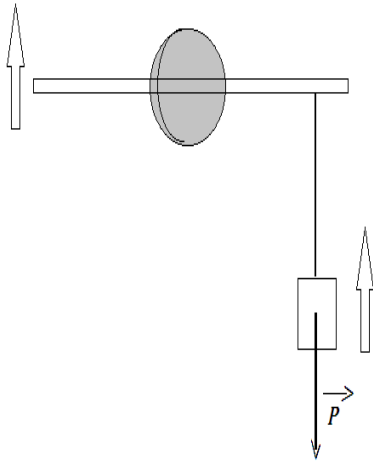
Exercice 2 :

Un moteur développe une force F de moment $M = 4N.m$ à 1800tours/min.

- a) Quelle est la puissance du moteur ?
- b) Calculer le travail fourni en 50 tours

I. Énergie cinétique

1. Expérience



Considérons un volant (roue) fixé à une tige sur laquelle est suspendu un corps de poids $\vec{P}$. Lorsqu'on lance le volant à grande vitesse, il remonte le corps de poids $\vec{P}$.

Le volant en mouvement possède de l'énergie car il effectue un travail qui consiste à remonter le corps du poids.

2. Définition

L'énergie cinétique est l'énergie que possède un corps du fait de sa vitesse.

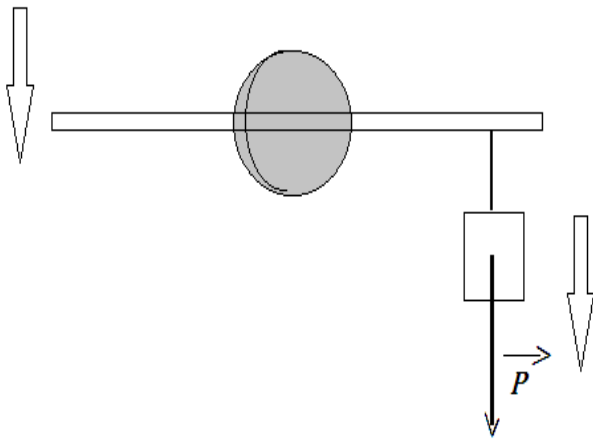
L'énergie cinétique que nous notons E_c dépend du carré de la vitesse et de la masse de ce corps.

$$E_c = \frac{1}{2} mV^2$$

E_c : énergie cinétique en joule m : masse du corps en kg V : vitesse en m/s

II. Énergie potentielle de pesanteur

1. Expérience



Considérons notre volant et enroulons la ficelle du corps sur la tige lorsqu'on l'abandonne le corps descend et le volant se met à tourner.

Le corps du fait de sa position par rapport au sol possède de l'énergie car lors de sa descente, il effectue un travail qui consiste à faire tourner le volant.

2. Définition

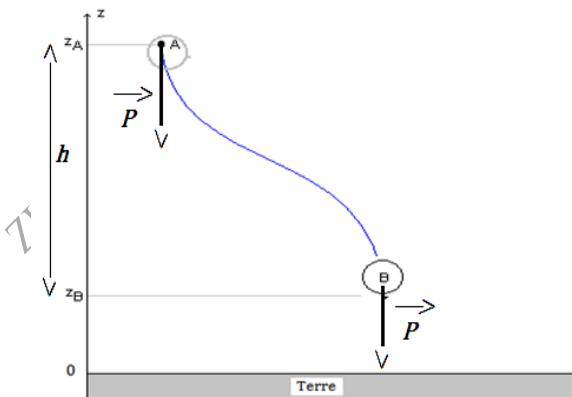
Un corps du fait de sa position élevée par rapport au sol possède de l'énergie appelée énergie potentielle de pesanteur notée E_p .

3. Travail du poids d'un corps

Considérons un corps de poids $\vec{P}$ qui quitte d'un

niveau A pour aller à un niveau B, la hauteur séparant les deux niveaux est h .

On montre alors que le travail du poids ne dépend pas du chemin suivi, il ne dépend que de la hauteur h du déplacement.



Définition : le travail du poids d'un corps est le produit de son intensité par la dénivellation de son point d'application.

$$W = P \cdot h \implies W = mgh$$

III. Énergie mécanique

1. Définition

L'énergie cinétique, l'énergie potentielle sont les deux formes de l'énergie mécanique.

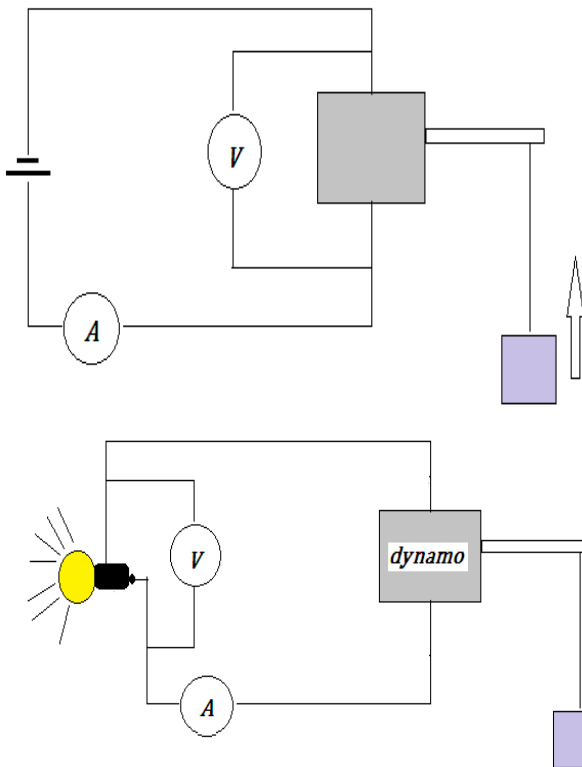
$$E_m = E_c + E_p$$

En effet l'énergie potentielle peut être convertie en énergie cinétique et vice-versa.

Exemple :

- Cas du volant I) $E_c \rightarrow E_p$
- Cas du volant II) $E_p \rightarrow E_c$

1. Conservation de l'énergie mécanique



En absence de tout frottement l'énergie mécanique se conserve. Mais diminue si les frottements existent.

2. Énergie mécanique- énergie électrique

Un moteur connecté à une pile reçoit de l'énergie électrique et soulève la charge, en lui fournissant de l'énergie mécanique (de pesanteur). Il y a transformation ou conversion d'énergie électrique en énergie mécanique.

Énergie électrique -----> énergie mécanique

Dans le cas où le moteur est remplacé par un dynamo et le générateur par une lampe. Le dynamo transforme l'énergie mécanique en énergie électrique car il est capable d'allumer une lampe.

Énergie mécanique ----> énergie électrique

Dans tous les cas en faisant le bilan, on constate que l'énergie que le moteur restitue est inférieure à celle qu'elle reçoit dans le même temps. C'est donc nécessaire définir un rendement.

3. Rendement

On appelle rendement le quotient de l'énergie qu'il restitue par l'énergie qui lui a été fournie dans le même temps.

$$r = \frac{E_r}{E_f} = \frac{E_s}{E_e} \text{ on a } r \leq 1, \text{ le rendement est toujours inférieure à } 1$$

L'énergie qui disparaît au cours d'un transfert est transformée en chaleur par frottement. $E_s + E_{perdue} = E_e$

Exercices

Questions de cours

Exercice 1 :

On considère qu'un objet de masse 1kg a un poids de 10N.

1°) On veut tirer un seau contenant 10l d'eau d'un puits profond de 15m.

- a) Quelle est l'intensité de la force avec laquelle on doit tirer sur la corde pour soulever le seau rempli d'eau, sachant que le seau vide a une masse de 1kg. Calculer le travail effectué par cette force pour remonter le seau. L'opération dure 30s. Calculer la puissance développée.

2°) On installe sur ce puits (15m de profond) une pompe électrique actionnée par un moteur consommant une puissance électrique 500w. Quelle énergie ce moteur consomme-t-il en 30mn ? Le rendement de l'ensemble pompe-moteur étant égal à 0,8

Quel est le poids de l'eau remontée en 30mn ? Quel travail utile sera effectué en 30mn ? Quel est son volume ?

Exercice 2 :

Une chute d'eau débite $36.10\text{m}^3/\text{h}$

- 1°) Quel est le poids d'eau écoulée en une minute, en une seconde ?
- 2°) La hauteur de chute est de 25m ; calculer le travail qu'effectue la chute par minute.
- 3°) Quelle est la puissance de cette chute en kW ; MW.
- 4°) On utilise cette chute pour faire tourner des turbines dont le rendement est 0,85 ; quelle est la puissance utile à la sortie des turbines.

Exercice 3 :

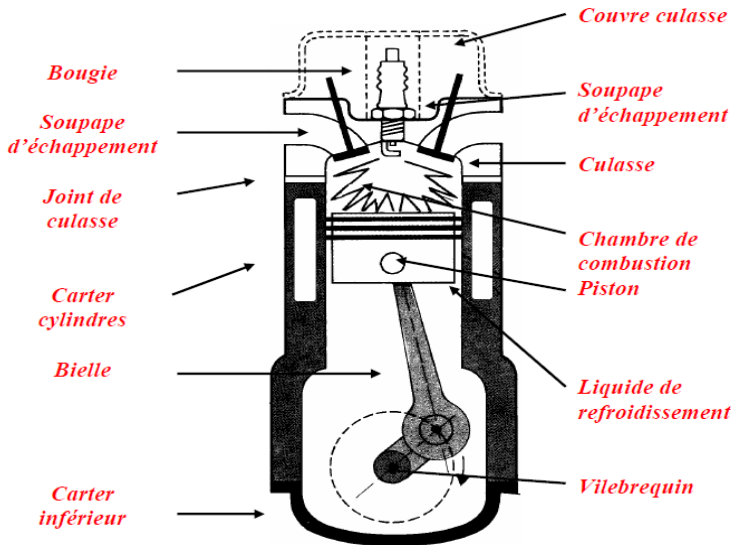
Pour se rendre au pied du mont Nahouri, Apiou utilise une voiture développant une puissance de 15kW. On considère que le déplacement se fait sur une route horizontale à la vitesse de 72km/h.

- 1°) Calculer l'intensité F de la force motrice.
- 2°) Quel est le travail effectué par cette force au bout d'un parcours de 1km ?
- 3°) La voiture consomme 10 litres d'essences aux 100km et un kilogramme d'essence utilisée fournit une énergie calorifique de $46,2.10^6\text{J}$.
 - a) Calculer la quantité de chaleur fournie par la combustion de l'essence par un parcours de 1km. On donne la masse volumique de l'essence $0,7\text{kg}/\text{dm}^3$
 - b) En déduire le rendement du moteur.

Exercice 4

- 1°) Une voiture roulant à la vitesse $V_2=60\text{km/h}$ possède une énergie cinétique égale à 2Mj. A quelle vitesse doit-il rouler pour que cette énergie soit égale à 18Mj.
- 2°) Une machine de puissance 50w est utilisée pour monter un seau de masse 12kg d'une hauteur de 2,5m, $g=10\text{N/kg}$
 - a) Calculer le travail du poids.
 - b) Le rendement de l'opération étant de 0,8 calculer le temps mis pour effectuer l'opération.
- 3°) Un immeuble est desservi par un ascenseur dont la masse à vide est $M=400\text{kg}$. Cet ascenseur peut accepter 10 personnes au maximum.
 - a) En considérant que chaque personne a une masse $m=70\text{kg}$; Calculer le poids de l'ascenseur.
 - vide
 - au maximum de sa charge.
 - b) Calculer dans chaque cas, le travail de ce poids lorsque l'ascenseur s'élève d'une hauteur $h=30\text{m}$. Ce travail est-il moteur ou résistant ? Justifier la réponse.
 - c) La puissance fournie par le moteur d'entraînement de la cabine étant 10kw. Calculer dans chaque cas la durée de la montée en supposant la vitesse constante.

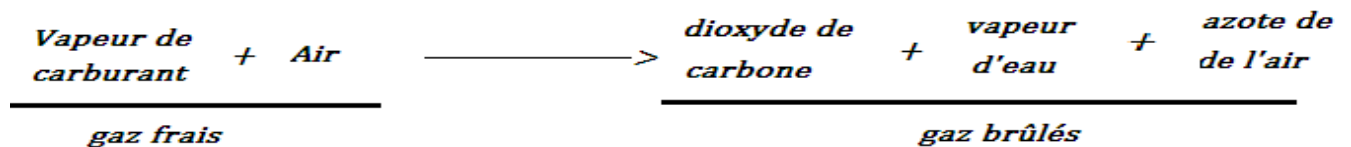
I. Transformation de la chaleur en travail



Les moteurs à piston souvent appelés moteurs à explosion sont les moteurs qui équipent les mobylettes, les motocyclettes et les automobiles.

Ces moteurs reçoivent du carburant à l'entrée et de l'air nécessaire à la combustion du carburant. Ils fournissent à la sortie du travail.

Ces moteurs convertissent une partie de la chaleur de la combustion en travail.



1. Combustion dans le cylindre

Dans chaque cylindre coulisse un piston rendu étanche par des segments. La combustion du gaz frais produit des gaz brûlés, comprimés par le piston dans le cylindre. La chaleur qui se dégage porte les gaz brûlés à une haute température et à une forte pression.

Cette pression crée une force pressante qui repousse violemment le piston.

Définition :

- L'alésage est le diamètre du cylindre
- La cylindrée est la variation du volume occupé par les gaz entre les deux positions extrêmes du piston (PMB et PMH)
- La course est le parcours du piston entre les deux points morts.

2. Rôle du système bielle-manivelle

Une bielle relie le piston à la manivelle, partie coudée du vilebrequin, qu'elle entraîne dans sa rotation. Les deux positions à bout de course du piston, où la bielle est alignée avec le bras de manivelle sont les points morts. La rotation s'arrêterait en ces points sans la présence du volant porté par le vilebrequin.

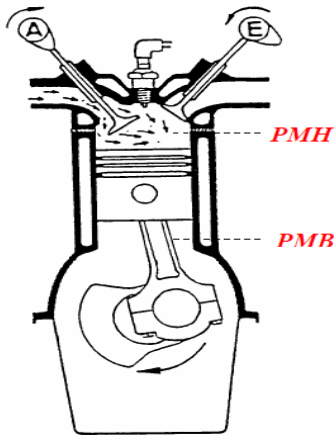
L'un de ces points est appelé « Point Mort Bas PMB » et l'autre « Point Mort Haut PMH »

L'ensemble bielle-manivelle assure la transformation suivante :

<i>Transformation rectiligne</i>	→	<i>Rotation continue</i>
<i>alternative du piston</i>		<i>du vilebrequin</i>

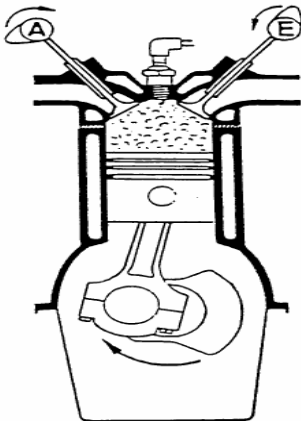
II. Le cycle à quatre temps

1. Temps d'admission



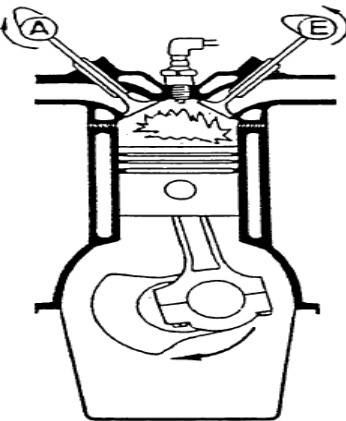
La soupape d'admission est ouverte, celle d'échappement fermée. Le piston descend, entraîné par l'énergie cinétique du vilebrequin et le volant. La dépression créée fait entrer dans le cylindre les gaz frais.

2. La compression



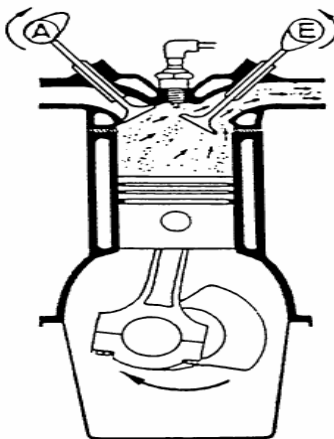
Les soupapes sont toutes fermées. Le piston, toujours entraîné par l'énergie cinétique du volant remonte en comprimant au-dessus de lui les gaz frais dans la chambre de combustion.

3. Combustion –détente



Au PMH, une étincelle jaillit à la bougie, et enflamme les gaz comprimés. La forte pression des gaz brûlés repousse le piston au PMB. C'est le seul temps moteur.

4. Échappement



La soupape d'échappement s'ouvre. Le piston, entraîné par l'énergie cinétique des pièces en rotation remonte, en refoulant les gaz brûlés, dans l'atmosphère. Au PMH, la soupape d'admission s'ouvre celle d'échappement se referme et le cycle recommence.

Remarque :

-Au cours d'un cycle du moteur

- Le vilebrequin fait deux tours
- Chaque temps dure un demi-tour
- Seul un temps est moteur, le temps de la combustion détente

- La régularité du mouvement est obtenue grâce à l'énergie cinétique du volant
- Chaque soupape s'ouvre une seule fois

- La puissance d'un moteur peut s'augmenter en multipliant le nombre de cylindre

III. Rendement d'un moteur

1. Puissance d'entrée- puissance de sortie

On appelle puissance d'entrée d'un moteur thermique la puissance fournie par la combustion du mélange air-carburant.

La connaissance du pouvoir calorifique du carburant, permet de déterminer la puissance d'entrée P_e

On appelle puissance de sortie, la puissance mécanique recueillie sur l'arbre du moteur, on la note P_s .

Elle peut être mesurée à l'aide d'un frein spécial.

2. Définition du rendement

On appelle rendement r d'un moteur thermique le rapport de sa puissance de sortie par la puissance d'entrée.

$$r = \frac{P_s}{P_e}$$

Le rendement dépend du type de moteur, et il varie de 0,25 à 0,35.

Le rendement d'un moteur thermique

est faible ce qui montre qu'il est difficile de transformer de la chaleur en travail.

Exercices

Questions de cours

- 1) Expliquer le rôle du système bielle-manivelle et de la bougie dans le fonctionnement d'un moteur à piston
- 2) a) Citer les temps du cycle à quatre temps
b) Indiquer pour chaque temps :
 - quelle soupape est ouverte, quelle soupape est fermée ?
 - si le piston monte ou s'il descend

Exercice 1 : On lit sur la fiche technique d'un cyclomoteur à 4 temps, puissance maxi = 2kW au régime de 6000tr/mn ; rendement 0,25.

- 1) Calculer le nombre de temps moteur produit par seconde
- 2) Quelle est la quantité de chaleur produite par la combustion du carburant en une heure
- 3) Déterminer la consommation horaire d'essence du moteur. On admet que 1 litre d'essence produit environ une quantité de chaleur égale à 34000kJ

Exercice 2 : un vélomoteur P50 roule pendant une demi-heure à la vitesse moyenne de 30km/h. il consomme deux litres d'essence aux 100km et la combustion d'un litre d'essence fournit une énergie en brûlant 300000J. Sachant que le rendement du moteur est de 0,25 au régime de 3500tours/min.

Calculer :

- 1) L'énergie utile et la puissance de sortie du moteur correspondante
- 2) La valeur du couple moteur

CHAP.14 : L'ANALYSE ET LA SYNTHÈSE DE LA LUMIÈRE

I. Analyse de la lumière

1. Les analyseurs de la lumière

a. Le réseau

Le réseau est une petite lame en matière plastique transparente portant une série de traits parallèles très fins et serrés.

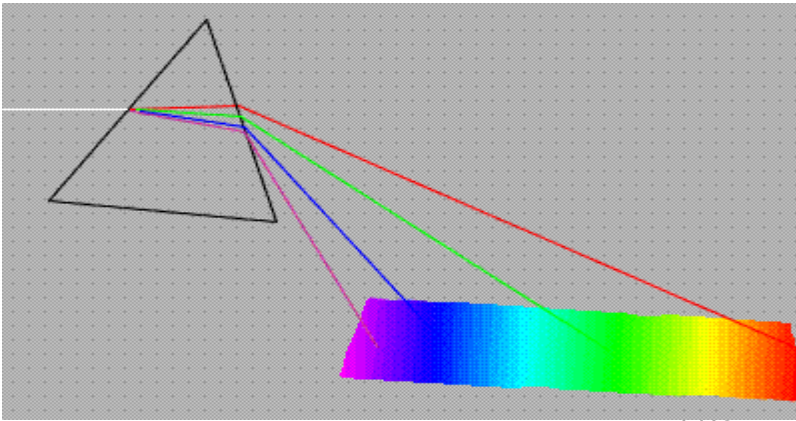
b. Le prisme

Le prisme est un milieu transparent limité par deux faces planes et non parallèles.

Le réseau et le prisme permettent la décomposition de la lumière blanche.

2. Expérience : décomposition de la lumière

On fait pénétrer un faisceau de lumière blanche par la face d'un prisme



On voit apparaître toutes les couleurs de l'arc-en-ciel (violet, indigo, bleu, vert, jaune, orange, rouge). Ce même phénomène s'observe également avec un disque CD ou DVD, une bulle de savon éclairée à la lumière blanche. On dit qu'on a réalisé la décomposition de la lumière.

Conclusion :

Le prisme a décomposé la lumière blanche et les couleurs obtenues constituent le spectre de la lumière blanche.

3. Le spectre de lumière

Le spectre de la lumière est l'ensemble des bandes de couleurs obtenues lors de la décomposition de la lumière

Le spectre de la lumière peut être continu ou discontinu.

Le spectre est dit continu lorsqu'on observe un étalage de toutes les couleurs de façon continue. C'est le cas de la décomposition de la lumière blanche.

Le spectre est dit discontinu lorsqu'on observe un espacement entre les différentes couleurs.

Les corps incandescents émettent une lumière dont le spectre est continu et dépend de la température (plus la température est élevée plus le spectre s'étend vers le violet)

Certains spectres ne comportent qu'une seule couleur, (jaune pour la vapeur de sodium).

Rôle d'un filtre

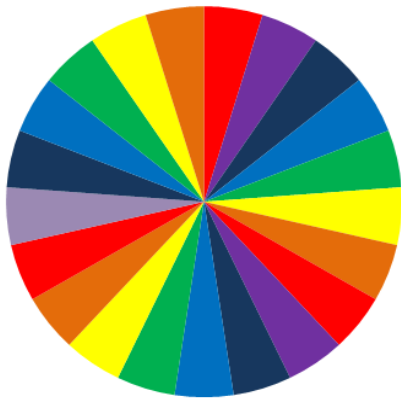
Un filtre de lumière permet d'absorber certaines couleurs tout en laissant passer d'autres.

Exemple : de la lumière blanche qui traverse un filtre vert il ne reste que le bleu, le vert et le jaune, les autres couleurs étant absorbées.

II. Synthèse de la lumière

La synthèse de la lumière blanche consiste à reconstituer la lumière blanche à l'aide des sept couleurs de l'arc en ciel.

On utilise le disque de Newton pour réaliser la synthèse de la lumière blanche.



Un disque de Newton est un disque sur lequel sont coloriées les sept couleurs de l'arc-en-ciel. Si on fait tourner le disque à grande vitesse on constate la formation d'une tache lumineuse blanche, on dit qu'on a réalisé la synthèse de lumière blanche. En effet nos impressions lumineuses persistent 0,1 seconde sur notre rétine, les différentes couleurs s'y superposent et on donne l'illusion d'un disque blanc.

III. Les couleurs des objets

La surface d'un objet absorbe certaines composantes de la lumière qui l'éclaire, elle diffuse d'autres couleurs qui lui donnent sa couleur.

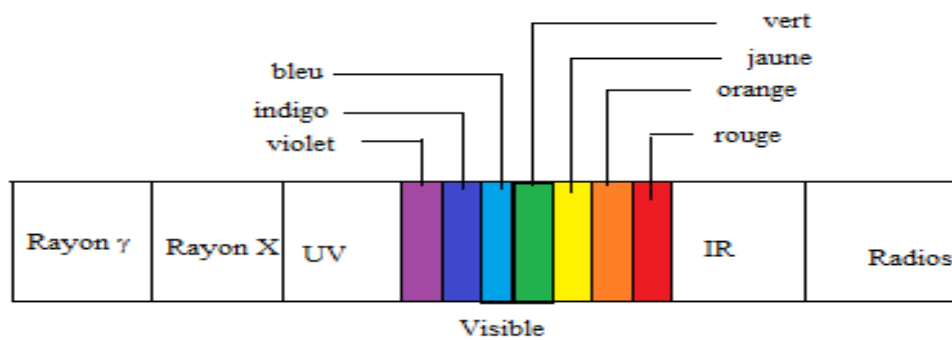
- Si un objet paraît blanc, c'est qu'il nous renvoie toutes les couleurs du spectre de la lumière blanche.
- Si l'objet paraît rouge, c'est qu'il nous renvoie des radiations rouges, sa surface ayant absorbé les autres.
- Lorsqu'on éclaire un objet rouge avec une lumière verte, l'objet paraît noir : il ne renvoie plus de lumière

Conclusion : la couleur d'un objet dépend de la composition de la lumière qu'il reçoit.

NB : Un corps noir absorbe toute la lumière qui l'éclaire alors qu'un corps blanc renvoie toute lumière qui l'éclaire.

IV. Les prolongements du spectre

Le spectre de la lumière comporte une partie visible où on observe les couleurs de l'arc-en-ciel, et une partie invisible située de part et d'autre de la partie visible qu'on appelle aussi le prolongement du spectre.



Exercices

Questions de cours

- 1°) Définir : réseau, spectre, Analyse de la lumière, synthèse de la lumière
- 2°) Citer dans l'ordre les couleurs observées lors de la décomposition de la lumière blanche.
- 3°) Donner le rôle d'un filtre optique
- 4°) Citer une propriété commune de la lumière à l'ultraviolet l'infrarouge.
Citer aussi une propriété particulière de la lumière, l'ultraviolet, l'infrarouge.

Exercice 1

- a) un faisceau de lumière blanche traversant un filtre transparent est devenu un faisceau de lumière rouge : expliquez le rôle du filtre.
- b) Le faisceau de lumière rouge traverse ensuite un filtre vert. Qu'observe-t-on ?

Exercice 2

- a) A la lumière du jour, une tomate est rouge et sa feuille est verte. Interpréter ces observations :
- b) On les éclaire avec de la lumière verte. Décrire et expliquer le changement d'aspect.
- c) Même question avec de la lumière rouge
- d) Même question avec de la lumière bleue

Exercice 3

Un tissu confectionné par un tisserand comporte trois bandes horizontales de couleurs différentes (couleur blanche exclue).

Les couleurs seront déterminées à partir des tests suivants

TESTE 1 : On éclaire le tissu avec une lumière bleu : la première bande devient alors noire, la deuxième noire et la troisième devient bleu

TESTE 2 : On éclaire le tissu avec une lumière rouge : la première bande devient alors noire, la deuxième devient rouge et la troisième devient noire

TESTE 3 : On éclaire le tissu avec une lumière verte : la première bande devient alors verte, la deuxième devient noire et la troisième devient noire

- a) Quelle est la couleur de chaque bande lorsqu'on éclaire le tissu avec la lumière blanche ?
- b) Quelle est la couleur de ce tissu s'il est éclairé par la lumière jaune ?

Exercice 4

On observe le spectre de trois étoiles. Chaque spectre est composé d'une seule couleur : jaune, rouge ou bleu. Classe par ordre décroissant chaque étoile une fonction de sa température.

CHAP.15 : LES LENTILLES CONVERGENTES, LES FOYERS

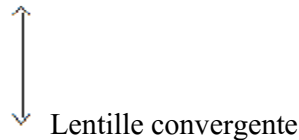
I. Les lentilles

Les lentilles sont constituées de bloc de verre ou de matière plastique transparente, dont l'épaisseur au centre est différente de celles des bords.

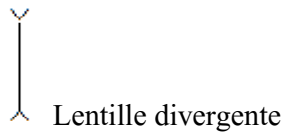
Les lentilles ont des faces sphériques, convexes, concaves ou planes. L'épaisseur d'une lentille n'est pas la même au bord qu'au centre.

Il existe deux sortes de lentilles :

- **Les lentilles convergentes** : ce sont des lentilles qui ont leurs bords plus minces que le centre.



- **Les lentilles divergentes** : ce sont des lentilles qui ont leurs bords plus épais que le centre.



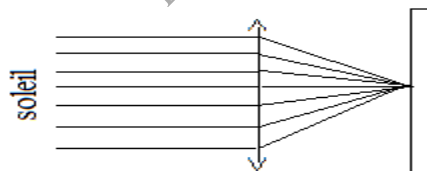
II. Existence des foyers

1. Expérience

On place une lentille convergente face au soleil et derrière elle, un écran. On observe une tache sur l'écran. En éloignant ou en rapprochant l'écran de la lentille, on obtient une position de celui-ci où la tache lumineuse est la plus petite possible. On a ainsi formé l'image du soleil sur l'écran.

2. Interprétation

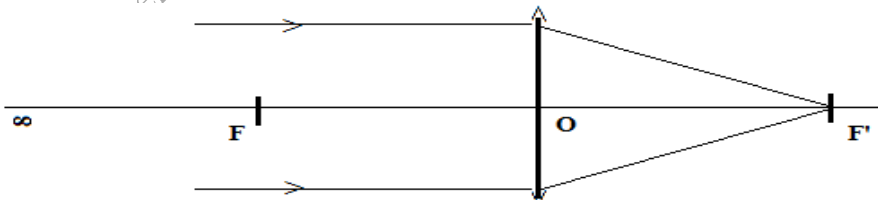
La distance séparant le soleil de la lentille étant très grande, les rayons de celui-ci atteignent la lentille en étant pratiquement parallèles à l'axe. À leur sortie de la lentille, ils convergent vers le centre de la tache : point de l'axe appelé foyer.



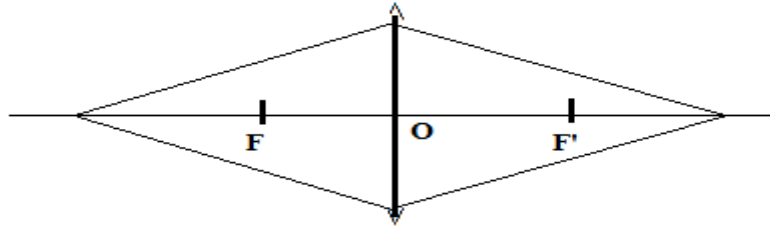
Il existe un second foyer symétrique par rapport à la lentille. En effet sans déplacer l'écran si on retourne la lentille face pour face, on obtient le même résultat que précédemment.

3. Foyer objet et foyer image

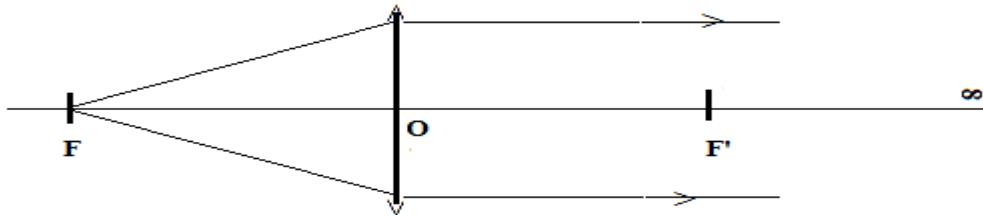
Soit un objet lumineux A exemple : filament d'une lampe à incandescence et soit A' l'image par la lentille de cet objet. Si l'objet se trouve à l'infini les rayons arrivent sur la lentille parallèlement et à la sortie de la lentille convergent en un point A' qui est l'image de A.



Approchons l'objet du foyer F, l'image s'éloigne du foyer F' de la lentille



En Plaçant l'objet au foyer F on constate que les rayons sortent parallèlement à l'axe optique, l'image A' de A se trouve à l'infini.



Définition

Le foyer objet F est le foyer situé du côté où entre la lumière.

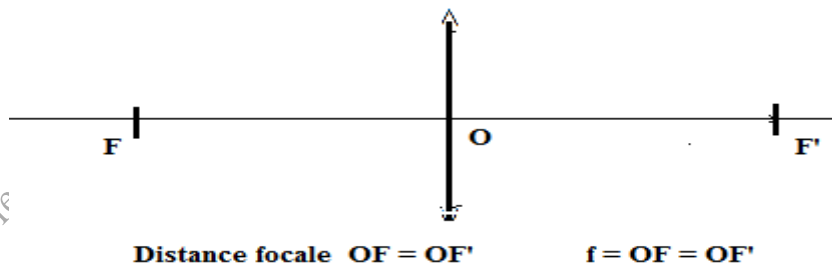
Le foyer image F' est le foyer situé du côté où sort la lumière.

Constat :

- Objet et image se déplacent dans le même sens c.-à-d. si l'objet se rapproche de la lentille son image s'éloigne de la lentille et vice-versa.
- Si l'objet est à l'infini son image est au foyer image
- Si l'objet est au foyer objet F alors son image est à l'infini
- Il est impossible d'obtenir une image sur l'écran si l'objet est situé entre le foyer et la lentille.
- Il est impossible d'obtenir une image si l'écran est situé entre le foyer image et la lentille.

III. Distance focale

La distance focale est la distance qui sépare le centre de la lentille au foyer objet ou foyer image.



De deux lentilles la plus convergente est celle qui a la plus petite distance focale.

On appelle vergence d'une lentille l'inverse de sa distance focale.

On la note C $C = \frac{1}{f}$ la vergence se mesure en dioptrie

Exercices

Questions de cours

- 1) qu'est-ce qu'une lentille convergente ? quel est son symbole
- 2) comment définit-on la distance focale d'une lentille convergente ?
- 3) qu'entend-t-on par vergence ?
- 4) rappeler la relation permettant de calculer la vergence d'une lentille connaissant sa distance focale
- 5) répondre par vrai ou faux
 - a) lorsqu'un objet lumineux est au foyer objet, son image est au foyer image
 - b) le foyer objet F est symétrique du foyer image F' par rapport au centre optique
 - c) la distance focale est égale à la distance entre le foyer objet et le foyer image
 - d) la relation $Cx_f = 1$ est la relation entre la vergence et la distance focale

Exercice 1 : la distance focale d'une lentille est égale à 5 cm.

- 1) Calculer la vergence de cette lentille
- 2) On désire observer sur un écran l'image d'un objet très éloigné de la lentille. A quelle distance de la lentille faut-il placer l'écran ?

Exercice 2 : deux lentilles convergentes L1 et L2 ont respectivement pour distance focales $f_1 = 50$ cm et $f_2 = 20$ cm.

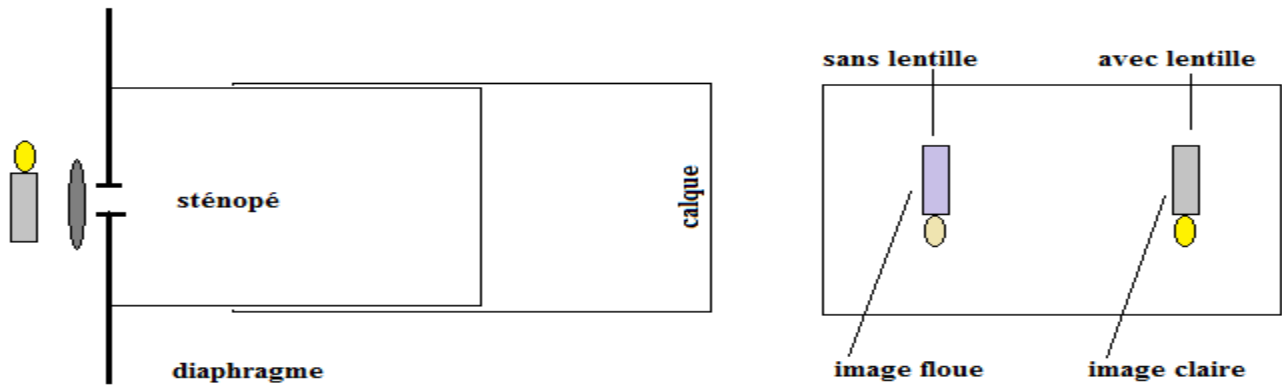
- 1) Calculer les vergences des deux lentilles
- 2) Quelle est la plus convergente ?

ZIMBA Tasséré, Professeur de Sciences Physiques, LD Bérégaougou Cel: 76125331 email: tassezim7@yahoo.fr

CHAP. 16 : LA FORMATION DES IMAGES

I. Image donnée par une lentille convergente

On réalise une chambre noire à l'aide de deux cartons qui s'emboîtent l'un sur l'autre et sur le fond de l'un des cartons un papier calque.

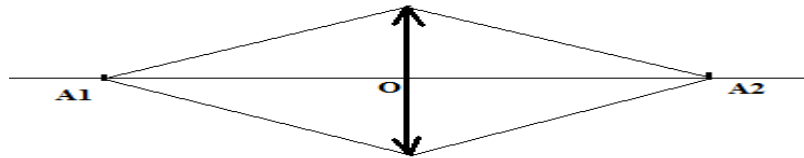


Lorsqu'on place une bougie allumée devant le sténopé, on voit son image sur le fond de la chambre noire. En intercalant une lentille devant le sténopé, l'image devient nette et renversée.

II. Rôle de la lentille

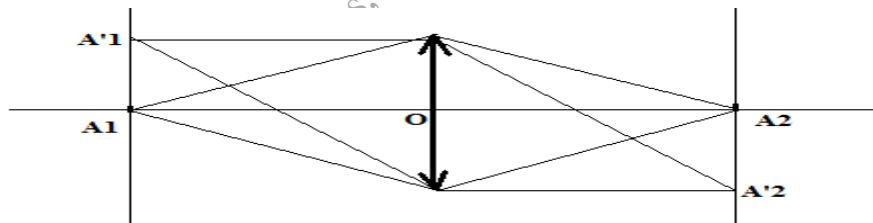
1. Image d'un point lumineux

On considère un point lumineux A_1 . A_1 envoie sur la lentille un faisceau divergeant que la lentille va converger en un point A'_1



A'_1 est l'image de l'objet ponctuel A_1

Déplaçons l'objet ponctuel perpendiculairement à l'axe



L'image de A_2 qui est A'_2 est aussi située sur la perpendiculaire à l'axe

Au plan contenant A_1 et A_2 correspond à un plan contenant A'_1 et A'_2 . Les deux plans sont dits plans conjugués.

2. Image réelle d'un objet

La lentille convergente permet d'obtenir une image semblable à l'objet et renversée plus lumineuse et plus nette après réglage de la profondeur. On dit que l'image est localisée dans l'espace.

III. Le centre optique de la lentille

1. Existence

La lumière passant par le centre de la lentille n'est pas déviée.

Ce point particulier de la lentille est appelé centre optique de la lentille.

2. Propriété

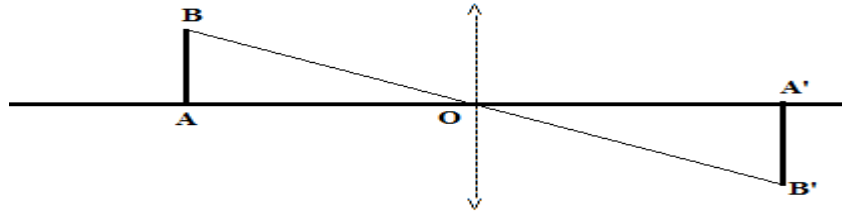
Tout rayon passant par le centre optique n'est pas dévié.

3. Conséquence

Tout point de l'objet et son image sont alignés avec le centre optique de la lentille.

Position et grandeur de l'image

Considérons un objet AB perpendiculaire à l'axe optique son image A'B' est aussi perpendiculaire à l'axe optique.



Considérons les triangles rectangles AOB et A'OB'

$$\tan \frac{AB}{AO} \text{ et } \tan \frac{A'B'}{OA'} \implies \frac{AB}{AO} = \frac{A'B'}{OA'} \implies \frac{AB}{A'B'} = \frac{AO}{A'O}$$

Exercice 1 : Une lentille (L) donne d'un objet AB perpendiculaire à son axe (A est situé sur l'axe) de hauteur 4 cm, situé à 20 cm de son centre optique O, une image réelle renversée A'B' située à 20 cm du point O.

- 1) Représenter à l'échelle $\frac{1}{4}$ l'objet, l'image, la lentille et son axe
- 2) Déterminer graphiquement les foyers F et F' et mesurer la distance focale
- 3) Calculer la vergence de la lentille
- 4) Quelle est la grandeur de l'image ?

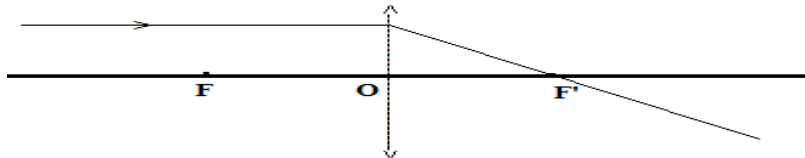
Exercice 2 : On veut projeter avec une loupe (lentille de 5 cm de focale) un filament de lampe de 12 mm de long sur un mur à 8 m de la loupe.

- a) Où faut-il pratiquement placer le filament ?
- b) Quelle sera la longueur de l'image ?

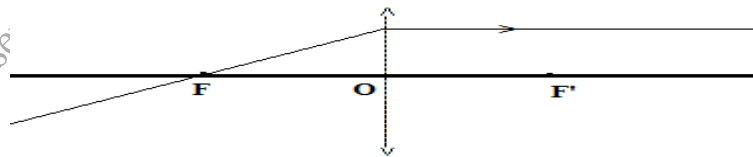
La construction géométrique des images

I. Marche des rayons particuliers

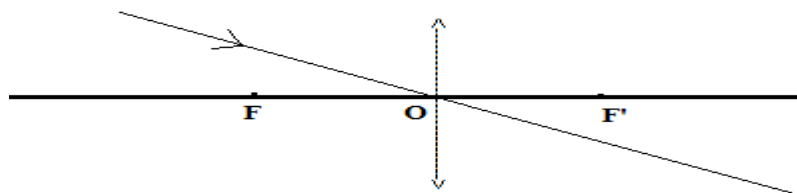
Un rayon qui arrive parallèlement à l'axe optique ressort par le foyer image



Un rayon qui entre par le foyer objet ressort parallèlement à l'axe optique



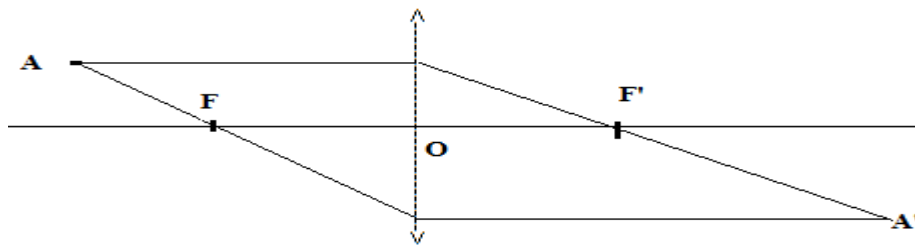
Un rayon qui entre par le centre optique ressort sans être dévié



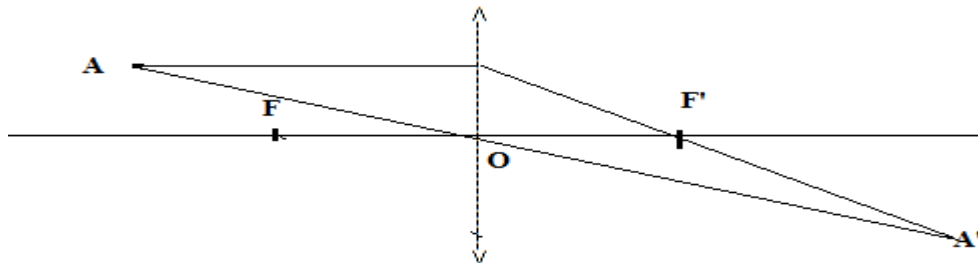
II. Construction de l'image d'un point

Soit A' l'image d'un point A par une lentille convergente. Tout rayon issu de A traversant la lentille passe forcément par A'. En traçant deux rayons particuliers issues de A, leur intersection donne le point image A'.

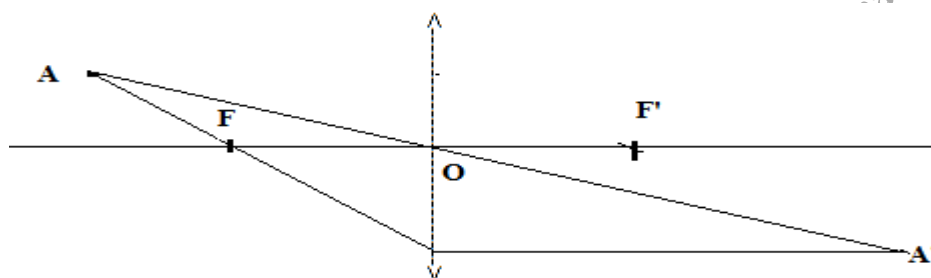
Cas 1 : intersection du rayon parallèle à l'axe et du rayon passant par F



Cas2 : intersection du rayon parallèle à l'axe et du rayon passant par le centre optique O

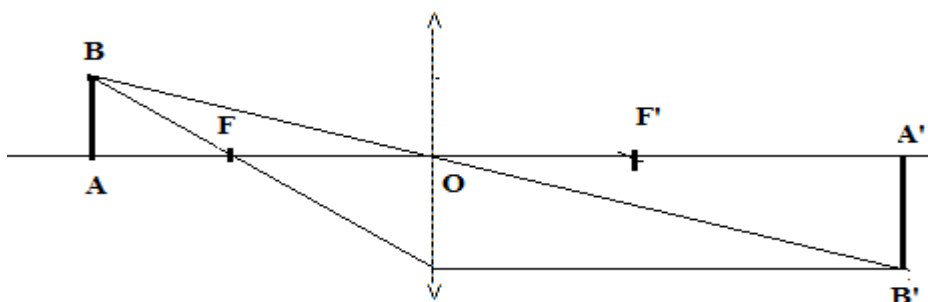


Cas3 : intersection du rayon passant par le centre optique O et du rayon passant par F



III. Construction de l'image d'un objet

Soit à déterminer l'image d'un objet AB perpendiculaire à l'axe.



Il suffit de déterminer les images A' et B' des points A et B, en joignant ces points on obtient l'image A'B'

Exercice 1 : A 6 cm d'une lentille convergente de focale $f = 4$ cm, on place un objet $HA = 2$ cm, perpendiculaire à l'axe (H sur l'axe)

- Calculer la vergence de la lentille
- Sur une figure) l'échelle 1, construire l'image $H'A'$ de HA en utilisant un rayon passant par chaque foyer. À quelle distance doit-on placer l'écran ?
- Déterminer la grandeur de l'image
- Délimiter et colorier le faisceau issu de M, milieu de HA, traversant la lentille.

Exercice 2 : Une lentille convergente donne d'un objet plan de 15 cm de haut une image réelle 5 fois plus haute. L'écran est à 1,80m de l'objet.

- Représenter – à l'échelle 0,1 – l'objet, l'image, la lentille et son axe
- Construire ensuite un rayon passant par chacun de foyers. Mesurer la distance focale de la lentille
- Calculer la vergence

I. la loupe

1. définition

Une loupe est une lentille convergente de courte distance focale (entre 2 cm et 10 cm)

Une loupe sert à donner d'un objet une image agrandie. On l'utilise dans beaucoup d'instruments d'optique : microscope ; lunettes astronomiques ; télescope ; jumelles ; ...

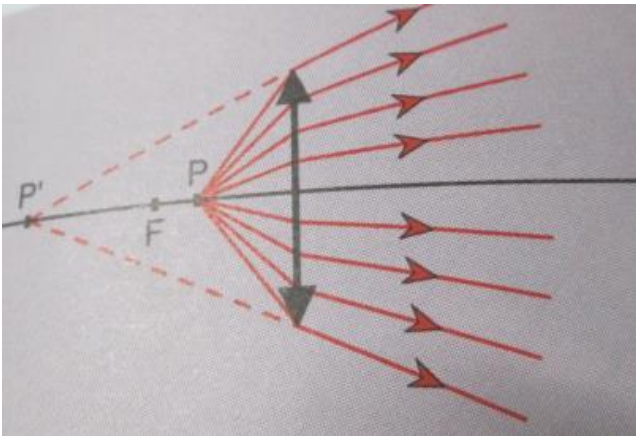
2. utilisation

Pour bien utiliser une lentille convergente en loupe, il faut placer l'objet entre le foyer F et le centre optique, très près du foyer.

Pour voir une plus grande étendue de l'objet, il faut placer l'œil assez près de la loupe.

III. construction de l'image

1. image d'un point



Le point image ne peut se former sur un écran, à la sortie de la loupe, les rayons se sont rapprochés de l'axe mais continu de diverger. L'image P' de P est virtuelle

2. image d'un objet étendu

La lumière issue de AB semble provenir de l'image virtuelle A'B'

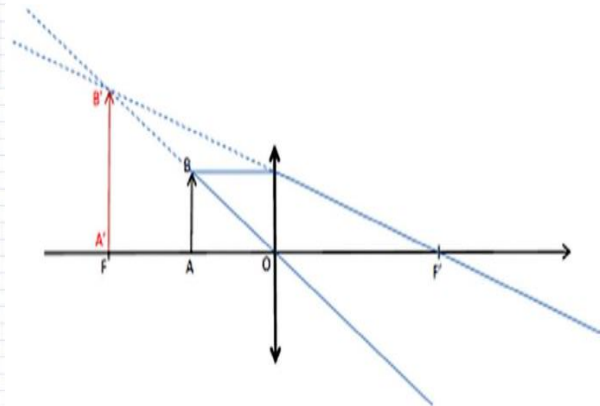
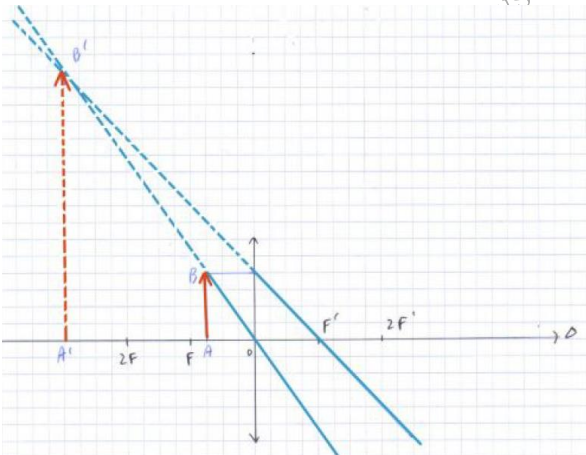
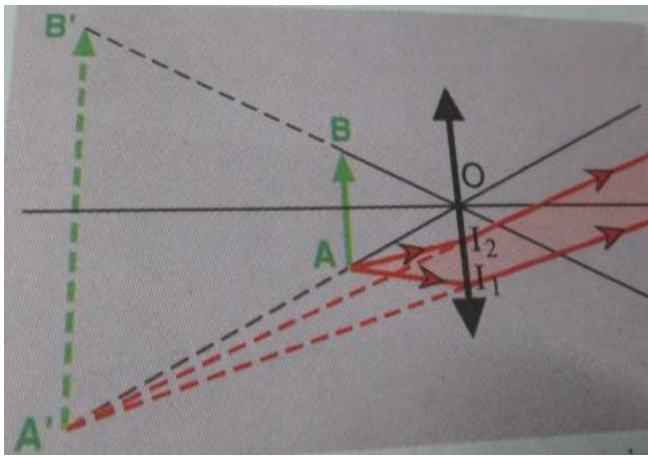


Image virtuelle

Une image est virtuelle quand ses points sont à la rencontre de rayons prolongés. Une image virtuelle ne peut se former sur un écran, elle est le prolongement des rayons divergents.

Marche d'un faisceau lumineux



L'image du faisceau issu de A est obtenue en utilisant deux ou trois rayons particuliers.

Grossissement

Définition

Le grossissement commercial d'une loupe est égal au quart de sa vergence.

Grossissement commercial

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

Exercices

Questions de cours

- 1) définir les termes suivants : loupe ; image virtuelle ; grossissement d'une loupe
- 2) pourquoi dit-on qu'une loupe est une lentille convergente ?
- 3) comment faire pour mieux observer avec une loupe ?

Exercice 1 :

Soit un objet lumineux AB placé convenablement devant une loupe. Il est perpendiculaire en B à l'axe principal et mesure 2 cm de hauteur.

- a) Construire son image
- b) Mesurer la grandeur de l'image
- c) Comparer l'image et l'objet

Exercice 2 :

- 1) Une loupe a une distance focale de 8 cm. Quel est son grossissement commercial ?
- 2) Le grossissement commercial d'une loupe est égal à 10. Quelle est sa distance focale ainsi que sa vergence ?

Exercice 3 :

Une loupe donne d'un objet placé à 4 cm de son centre O une image virtuelle située à 12 cm. L'objet a 4 cm de hauteur.

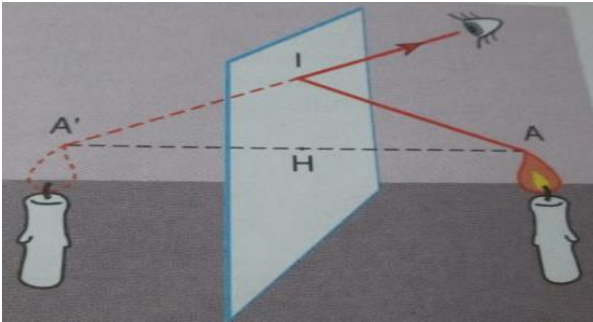
- 1) Faire une figure à l'échelle 1
- 2) a) déterminer graphiquement les foyers F et F' et mesurer la distance focale
b) en déduire la vergence de cette lentille
- 3) délimiter le faisceau issu du sommet de l'objet et traversant la loupe.

I. Définition d'un miroir plan

Un miroir plan est une surface plane réfléchissante. Un solide dont la surface est parfaitement polie peut servir de miroir

II. Image donnée par un miroir plan

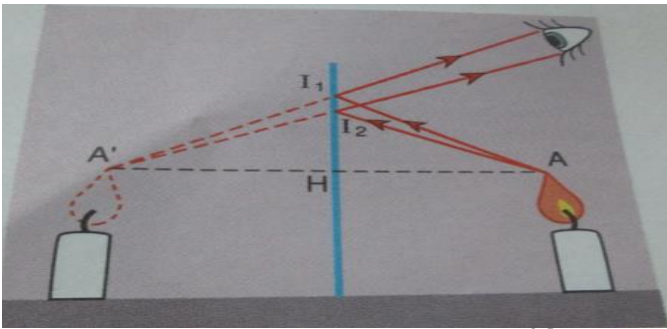
1. Expérience des deux bougies



Les deux bougies identiques sont symétriques. En allumant la seule bougie située devant la vitre, l'autre bougie paraît allumer.

Un miroir donne d'un objet une image virtuelle symétrique par rapport à la surface réfléchissante.

2. Construction d'un faisceau

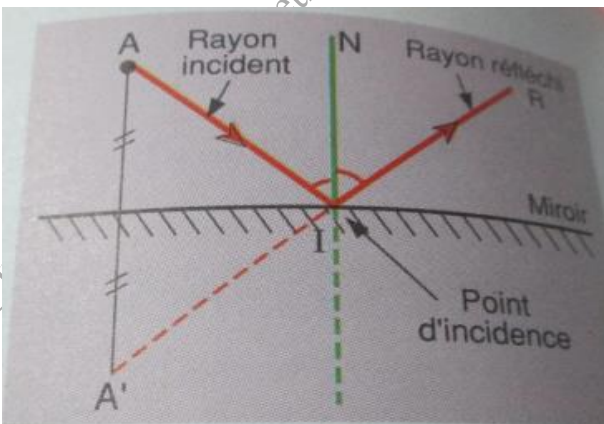


L'image donnée par un miroir d'un objet est une image virtuelle. Cette image est le symétrique de l'objet par rapport au miroir.

III. Réflexion de la lumière

1. Expérience

Construction de l'image A' de A par le miroir plan



Un rayon incident quelconque AI tombant sur le miroir donne un rayon réfléchi passant par A'

AI : rayon incident, c'est le rayon qui tombe sur le miroir

IR : rayon réfléchi, c'est le rayon qui repart du miroir

IN : la perpendiculaire au miroir en I , c'est la normale au miroir

2. Lois de la réflexion

- le rayon incident AI , le rayon réfléchi IR et la perpendiculaire au miroir IN au point d'incidence I sont dans un même plan

- le rayon incident et le rayon réfléchi font, avec la perpendiculaire au miroir, des angles de valeur égale

IV. Applications de la réflexion de la lumière

La réflexion multiple est utilisée dans la confection de certains appareils optique comme les jumelles, le kaléidoscope , ...

Exemple d'application : construire l'image d'un objet ponctuel par deux miroirs (A) et (B) perpendiculaires

Application :

Une lentille (L), de centre O, de vergence $C = 20 \text{ } \delta$ donne d'un objet une image AB de hauteur $h = 1 \text{ cm}$ situé à 3 cm en avant de la lentille, une image A'B'.

Faire une figure à l'échelle 1 et construire l'image A'B' de AB. L'exercice comporte 4 affirmations. En vous aidant de votre construction, indiquer pour chacune d'elle si elle est vraie (V) ou fausse (F)

- 1) L'image A'B' est observable sur un écran
- 2) L'image est droite
- 3) $OA' = 7,5 \text{ cm}$
- 4) le grossissement est égal à 2,5

ZIMBA Tasséré, Professeur de Sciences Physiques, LD Bérégadougou Cel: 76125331 email: tassezim7@yahoo.fr

Devoir de Sciences PhysiquesQUESTIONS DE COURS

1°) a) Donner le nom de l'appareil qui sert à mesurer l'intensité ? La tension ?

b) Donner le symbole de chacun de ces appareils de mesure.

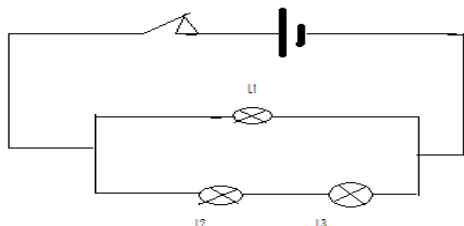
c) Comment sont montés ces appareils dans un circuit ?

2°) Qu'appelle-t-on calibre d'un ampèremètre ?

3°) Donner les avantages d'un montage en dérivation ?

EXERCICE1 :

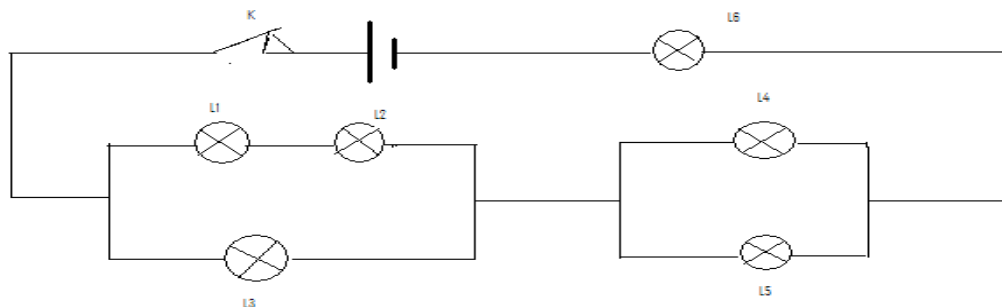
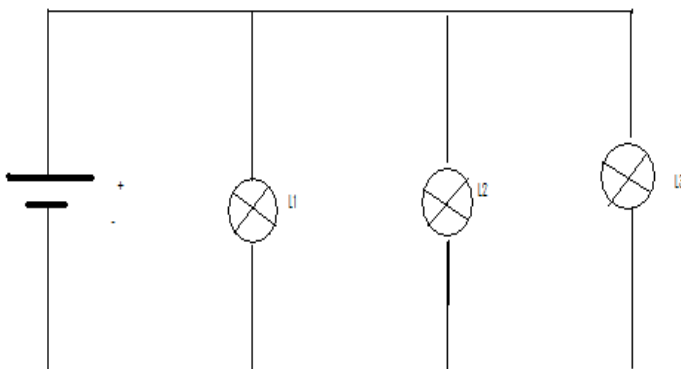
Soit le schéma électrique suivant



La tension aux bornes du générateur vaut 24V.

4) Quelle est la tension U_1 aux bornes de L_1 ?5) Quelle est la tension U_2 aux bornes de L_2 , si U_3 aux bornes de L_3 vaut 10,5V ?6) On donne $I = 1,5A$ et $I_2 = 0,80A$, calculer I_1 EXERCICE2 :

Soit le montage électrique suivant :

3) La tension aux bornes du générateur est $U = 14V$. on place alors les voltmètres V_3 aux bornes de L_3 et V_6 aux bornes de L_6 , tous réglés sur le calibre 20V. chaque voltmètre comporte 100 divisions. L'aiguille de V_3 s'arrête sur la 37^{ème} division et celle de V_6 sur la 18^{ème} division. Calculer :c) La tension U_3 aux bornes de L_3 d) La tension U_6 aux bornes de L_6 4) Calculer les tensions U_1 aux bornes de L_1 , U_2 aux bornes de L_2 ; U_4 aux bornes de L_4 et U_5 aux bornes de L_5 . On précise que L_1 et L_2 sont identiques.EXERCICE 3 : Soit le circuit suivant :On donne $I_1 = 20mA$; $I_3 = 50mA$; $I = 100mA$; où I est l'intensité principale ; I_1 l'intensité qui traverse L_1 ; I_2 et I_3 les intensités qui traversent respectivement L_2 et L_3 .

3) Indiquer le sens du courant dans le circuit

4) Déterminer la valeur de I_3 .

Devoir de Sciences PhysiquesQuestions de Cours

- 1) Définir les mots suivants : électrolyse ; électrolyte ; anode ; cathode ; ion cuivre.
- 2) Nommer les ions suivants : SO_4^{2-} ; CO_3^{2-} ; Zn^{2+} ; NO_3^-
- 3) Qu'est-ce qui est responsable de la circulation du courant dans un électrolyte?
- 4) Écrire l'équation-bilan de la réaction entre le fer et l'ion cuivre
- 5) Comment mettre en évidence les ions Cu^{2+} et Fe^{2+}
- 6) Placer des coefficients pour traduire l'électroneutralité des solutions suivantes :
 $\text{SO}_4^{2-} + \text{H}^+$; $\text{NO}_3^- + \text{Zn}^{2+}$; $\text{SO}_4^{2-} + \text{Fe}^{3+}$; $\text{Cl}^- + \text{Al}^{3+}$

Exercice1 :

Pour galvaniser la face d'une plaque métallique de 30 cm^2 par voie électrochimique, on utilise une solution de chlorure de zinc (ZnCl_2).

- 6) Expliquer : galvaniser
- 7) Donner les noms et les formules des ions présents dans la solution
- 8) Donner la nature des électrodes
- 9) Écrire les équations des réactions qui ont lieu aux électrodes
- 10) Faire un schéma annoté de l'expérience
- 11) La couche sur la plaque est de 0,1mm. Calculer :
 - d) Le volume de zinc déposé
 - e) La masse de zinc déposé
 - f) Le nombre d'atomes de zinc transformé en ions

Données : masse volumique du zinc $\rho = 7 \text{ kg/dm}^3$

Masse d'un atome de zinc $m = 10,8 \cdot 10^{-23} \text{ g}$

Exercice2

Dans une solution de sulfate de cuivre on plonge une tige de fer. Peu de temps après on constate que 27,9g de fer ont disparu mais la tige est recouverte d'une couche rouge de cuivre.

Sachant que la masse d'un atome de fer est de $9,3 \cdot 10^{-23} \text{ g}$ et que celle d'un atome de cuivre est de $10,63 \cdot 10^{-23} \text{ g}$:

- 1) Décrire ce qui se passe quelques instants après
- 2) Comment en évidence les ions contenus dans la solution finale ?
- 3) Déterminer le nombre d'atomes de fer transformés en ions
- 4) Le nombre d'ions cuivre déposés sur la tige de fer
- 5) Calculer la masse de cuivre déposé sur la tige de fer
- 6) Écrire les équations traduisant les transformations constatées

CONTROLE DE CONNAISSANCE N°1

QUESTIONS DE COURS

1°) Donner le nom de l'appareil qui sert à mesurer l'intensité ? La tension ?

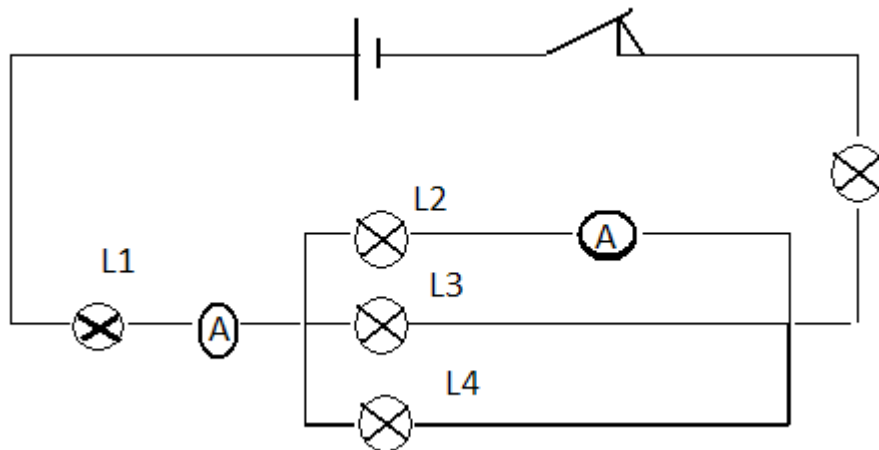
Donner le symbole de chacun de ces appareils de mesure.

Comment sont montés ces appareils dans un circuit ?

2°) Qu'appelle-t-on calibre d'un appareil de mesure ?

EXERCICE 1 :

On considère le circuit ci-dessous où les lampes L_3 et L_4 sont identiques



3) Sachant qu'un des ampèremètres indiquent 1A et l'autre 2A

On demande de :

- c) Déterminer l'intensité du courant traversant toutes les lampes.
- d) Déterminer l'intensité principale
- 4) Les mesures ont donné : 3V la tension aux bornes de la lampes L_1 ; 1V aux bornes de la lampe L_4 et 2V aux bornes de la lampe L_5 ; on demande de déterminer :
 - c) la tension aux bornes de la lampe L_3
 - d) La tension aux bornes du générateur
- 5) Le voltmètre monté aux bornes de L_2 est sur le calibre 1,5V

EXERCICE 2 :

Dans un jardin public l'éclairage se compose de 18 lampes susceptibles de fonctionner simultanément : 8 lampes de 60w ; 4 lampes de 40w ; 5 lampes de 100w ; 1 lampe de 150w. La tension d'alimentation est 220V. Déterminer :

- 4) La puissance totale en W et en Kw
- 5) Le calibre du fusible parmi les suivants : 5A ; 10A. 16a ; et 32A. Celui qui doit être utilisé sur la ligne d'alimentation afin de protéger le circuit.

EXERCICE 3 :

Une lampe électrique porte les inscriptions suivantes : 220V – 75W

- 4) Que signifient ces inscriptions ?
- 5) On veut calculer la puissance électrique effectivement consommée par cette lampe
 - c) Quelles mesures doit-on faire et avec quels appareils ?
 - d) Faire le schéma du montage
- 6) On mesure $U=225V$ et $I=0,35A$
- c) Quelle est la puissance électrique réellement consommée par cette lampe ?

Composition de Sciences Physiques – Deuxième trimestre**Chimie****Question de cours**

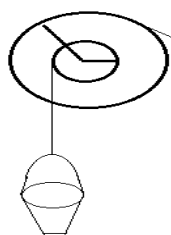
- 1) Définir : l'électrolyse de l'eau ; la synthèse de l'eau ;
- 2) Quel rôle joue la soude dans la réaction d'électrolyse de l'eau ?
- 3) Répondre par vrai ou faux, si faux corriger
 - a. La synthèse de l'eau est une réaction endothermique
 - b. Le dioxygène et le dihydrogène sont les seuls produits obtenus lors de l'électrolyse de l'eau
 - c. La synthèse de l'eau et l'électrolyse de l'eau sont les mêmes

Exercice :

- 1) On désire faire l'électrolyse de l'eau.
 - a) Faire le schéma annoté du montage à réaliser
 - b) Écrire l'équation-bilan équilibrée de la réaction
 - c) À l'électrode d'entrée du courant électrique, on a recueilli 25cm³ de gaz durant 12 minutes d'électrolyse. De quel gaz s'agit-il et quels sont le nom et le volume du gaz recueilli au même instant à l'autre électrode.
- 2) Dans une deuxième expérience, on inverse les bornes du générateur, le même courant passe pendant 6 minutes dans l'électrolyseur. Les gaz sont recueillis dans une seule éprouvette qui recouvre les deux électrodes.
 - a) Quels sont les volumes des gaz recueillis par électrode ?
 - b) On enflamme ce mélange, qu'obtient-on ? Écrire l'équation de la réaction qui a eu lieu.

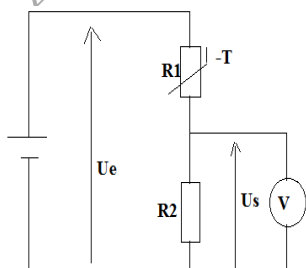
Physique**Questions de cours**

- 1) Rappeler la loi d'ohm et donner son expression
- 2) Quel est le rôle du rhéostat dans un circuit ?
- 3) Montrer que la puissance consommée par un conducteur ohmique peut s'écrire $P = \frac{U^2}{R}$

Exercice 1 :

Un élève remonte un seau rempli d'eau de masse totale égale à 25kg d'un puits à l'aide d'une poulie (voir la figure). On donne : $R_s = 8\text{cm}$ rayon de la petite gorge ; $R_e = 16\text{cm}$ rayon de la grande gorge.

- 4) Quel type de poulie s'agit-il ?
- 5) Quel est le poids de la charge totale ? On donne $g = 10\text{N/kg}$
- 6) Donner la condition d'équilibre puis calculer la force d'entrée et la force de

Exercice 2 :

Dans le montage suivant, on donne $U = 30\text{V}$ $R_2 = 40\Omega$ R_1 est une thermistance qui a une résistance de 80Ω à 20°C et une résistance de 20Ω à 60°C .

- 1) Quel type de montage représente ce circuit ?
- 2) Trouver une relation qui lie la tension entrée et la tension de sortie.
- 3) Déterminer à 20°C puis à 60°C l'intensité du courant dans le circuit et la valeur de la tension de sortie

Classe : 3^{ème} Durée : 01h 30 Date : 28/02/2013 Prof : Mrs Ouédraogo E – Ougué A
ZIMBA T

Chimie

Questions de cours

- 7) Définir les mots suivants : électrolyte ; cathode ; ion cuivre. (1,5pts)
- 8) Nommer les ions suivants : SO_4^{2-} ; Cu^{2+} (1pt)
- 9) Qu'est-ce qui est responsable de la circulation du courant dans un électrolyte? (0,5pt)

Exercice1 : (5pts)

Pour galvaniser la face d'une plaque métallique de 30 cm^2 par voie électrochimique, on utilise une solution de chlorure de zinc (ZnCl_2).

- 12) Donner les noms et les formules des ions présents dans la solution (1pt)
- 13) Donner la nature des électrodes (1pt)
- 14) Écrire les équations des réactions qui ont lieu aux électrodes (1pt)
- 15) Faire un schéma annoté de l'expérience (0,5pt)
- 16) La couche sur la plaque est de 0,1mm.

Calculer :

- g) Le volume de zinc déposé (0,5pt)
- h) La masse de zinc déposé (0,5pt)
- i) Le nombre d'atomes de zinc transformé en ions (0,5pt)

Données : masse volumique du zinc $\rho = 7 \text{ kg/dm}^3$

Masse d'un atome de zinc $m = 10,8 \cdot 10^{-23} \text{ g}$

Physique

Questions de cours (3pts)

- 1) Définir les termes suivants : tension nominale ; puissance nominale ; effet joule (1,5pts)
- 2) Une lampe de puissance nominale 6W est alimentée sous une tension de 3V. elle est parcourue par un courant d'intensité 0,5A. Quelle est la puissance reçue par la lampe ? Cette lampe brille-t-elle normalement? (1,5pts)
- 3) Dans une maison, un élève veut déterminer la puissance de la télévision de la chambre. Il ne dispose que d'une montre. Peut-il réaliser son souhait ? si oui, indiquer précisément la méthode à utiliser. (1pt)

Exercice1 : (3pts)

Sur la notice d'une plaque de cuisson, on peut les indications suivantes :

- 1 plaque rapide de 2200W ;
- 1 plaque à palpeur : 1500W ;
- 2 plaques auxiliaires : 1000W chacune ;
- Alimentation : 220V

Les quatre plaques fonctionnent en même temps

- 1) Calculer la puissance électrique maximale que l'on doit fournir à la plaque de cuisson. (1pt)

- 2) Écrire la relation donnant l'intensité I du courant dans un appareil qui reçoit une puissance P lorsqu'il est alimenté sous une tension U . (0,5pt)
- 3) Quelle est l'intensité qui traverse la ligne qui alimente la plaque de cuisson ? (1pt)
- 4) La plaque de cuisson doit-elle être branchée à une prise supportant une intensité de 16A au maximum ou de 32A ? (0,5pt)

Exercice 2 : (6pts)

Pour le café matinal un vendeur de kiosque à café désire portée à ébullition 20l d'eau prise à 20°C. Pour cela il dispose d'une plaque chauffante de puissance 1000W et le chauffage lui prend 20 minutes.

- 1) Quelle est l'énergie électrique consommée par la plaque chauffante ? (2pt)
- 2) L'expérience a montré qu'il faut 4,2kJ pour augmenter de 1°C la température de 1kg d'eau ; quelle est la quantité de chaleur reçue par l'eau ? (2pts)

ZIMBA Tasséré, Professeur de Sciences Physiques, LD Bérégadougou Cel: 76125331 email: tassezim7@yahoo.fr